

NOTA TÉCNICA Nº 6/2022/SPR
Documento nº 02500.015892/2022-51

Brasília, 29 de março de 2022.

Ao Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos

Assunto: Revisão do método de estimativa de uso da água pelo arroz irrigado sob inundação

Referência: 02501.004649/2021-17

A) CONTEXTO

1. A retirada de água dos corpos hídricos para irrigação por inundação da cultura do arroz está associada às condições meteorológicas, à parametrização da cultura, ao manejo e aos diferentes tipos de solos.

2. A metodologia de estimativa do uso da água empregada pela ANA nos estudos de planejamento foi consolidada no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019). A mesma rotina, com dados de entrada atualizados (clima e áreas), foi aplicada nas duas edições do Atlas Irrigação (ANA, 2017; 2021). Essa metodologia considera o manejo e as diferenças meteorológicas entre os vários municípios onde ocorre a irrigação, mas não faz esta distinção para os demais itens que interferem nas vazões retiradas, utilizando valores médios da literatura. Com isso, não são consideradas, por exemplo, variações locais nas características físico-hídricas e no fluxo e capacidade de armazenamento de água no solo.

3. Adicionalmente, os parâmetros da cultura precisam ser revisitados, como a duração dos períodos de irrigação e os coeficientes de cultivo, considerando as configurações atuais de cultivares e manejo predominantes nas áreas de arroz.

4. Em 2020, a ANA e a Conab lançaram o Mapeamento do Arroz Irrigado no Brasil (ANA & Conab, 2020), com um levantamento detalhado dos perímetros ocupados pelas lavouras, por meio de sensoriamento remoto e extensa validação de campo. Até então, as informações disponíveis eram médias de áreas irrigadas municipais ou mapeamentos localizados. Essa base detalhada mais abrangente, para todo o Brasil, permitiu avançar em alguns aspectos metodológicos da estimativa do uso da água no cultivo do arroz.

5. Nesse contexto, para melhorias na estimativa da demanda hídrica do arroz inundado no Brasil, foi proposta e firmada pela ANA uma parceria de pesquisa com a Universidade Federal do Paraná – UFPR e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

6. Ao longo de um ano, entre 2020 e 2021, foram consultadas fontes da literatura especializada, realizados contatos com técnicos dos principais Estados produtores e levantados e processados mapeamentos de solos nas áreas irrigadas de arroz mapeadas (ANA & Conab, 2020).



7. Como resultado, para melhor caracterização das demandas da cultura, que apresenta a segunda maior área irrigada no País e responde pelo maior consumo de água, foram propostas adaptações na metodologia para a estimativa de consumo de água pelo arroz cultivado sob inundação

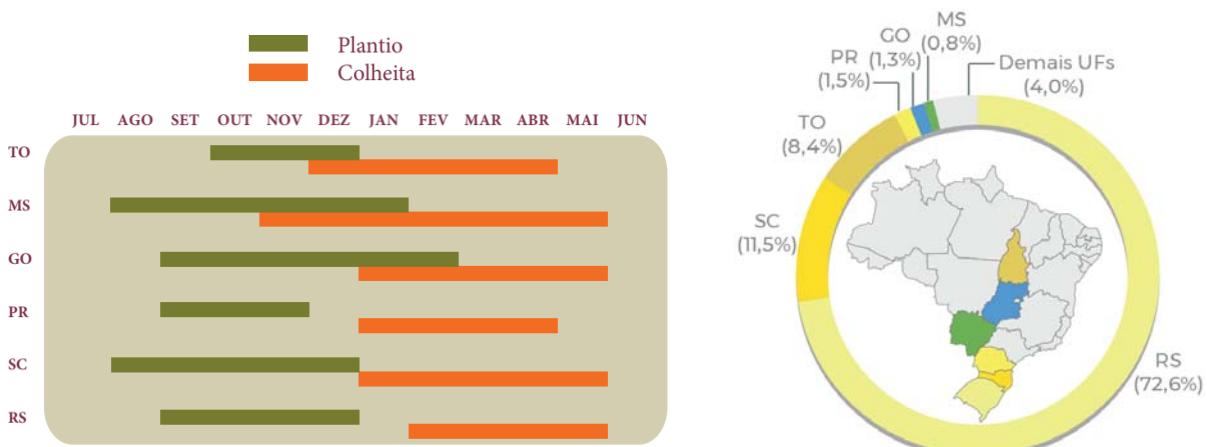
8. A presente Nota Técnica detalha a metodologia e os resultados das novas estimativas, que foram incorporadas ao diagnóstico do novo Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 e à Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água da ANA. Adicionalmente, a metodologia e os coeficientes técnicos produzidos podem contribuir com a cobrança e a outorga de uso da água – instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

B) O ARROZ NO BRASIL

9. O arroz é essencial para a segurança alimentar e nutricional e, para isso, depende de segurança hídrica. O Mapeamento do Arroz Irrigado no Brasil (ANA & Conab, 2020) e o Atlas Irrigação (ANA, 2021), ambos disponíveis no [SNIRH](#), apresentam análises detalhadas sobre a dinâmica do arroz no País. Como síntese, pode-se destacar os seguintes indicadores:

- a. 78% da área cultivada e 92% da produção é irrigada, ou seja, apenas 22% da área e 8% da produção ocorrem sob sequeiro;
- b. A irrigação do arroz alcança 1 milhão e 300 mil hectares (25% da área irrigada considerando todas as culturas);
- c. Por ser mais hidrointensivo por unidade de área, responde por 38% do volume de água captado para irrigação;
- d. Ocorre concentrado no território: Rio Grande do Sul com 76% da área e, em conjunto, Santa Catarina, Paraná, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Goiás com outros 16%;
- e. Ocorre concentrado no calendário em uma única safra de verão, preferencialmente no período entre outubro e março;
- f. Cerca de 82% da área utiliza o sistema de plantio e manejo da irrigação convencional, e 18% o pré-germinado.
- g. O valor da produção irrigada foi de R\$ 7,9 bilhões em 2019.

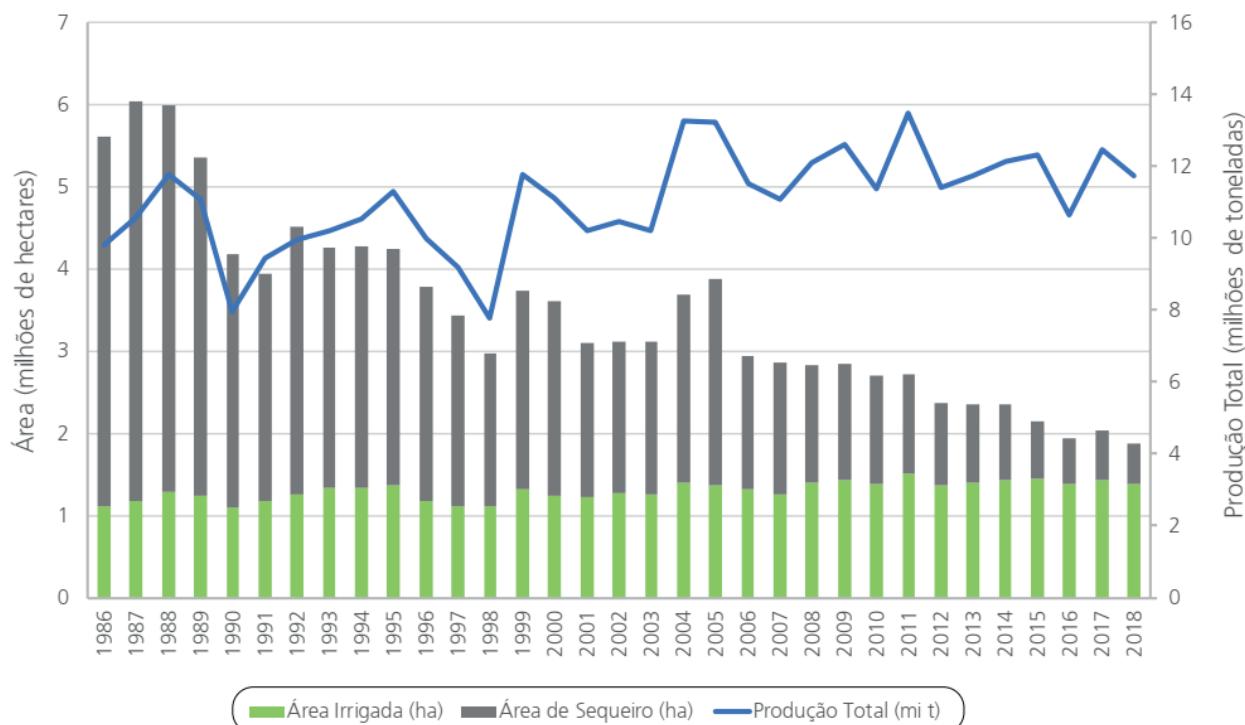
Calendário e distribuição de áreas irrigadas nos principais estados produtores



10. De maneira geral, a rizicultura brasileira vem demonstrando menor destinação de área nos últimos anos, com queda sistemática das áreas de sequeiro, porém, com constante incremento na produtividade média, especialmente pela maior proporção das lavouras irrigadas

com melhorias no pacote tecnológico utilizado, resultando em maior eficiência (kg/m^3) no uso da água. Com isso, a produção segue relativamente estável, em uma menor área plantada, reflexo desses melhores níveis de rendimento da cultura.

Evolução da área de arroz (irrigada e sequeiro) e produção total - Brasil



11. O arroz é irrigado predominantemente pelo método de inundação contínua. Essa adaptação do cultivo para regiões úmidas e quentes apresenta uma série de vantagens: controle eficiente das ervas daninhas e das perdas de solo por erosão; declínio mais lento da fertilidade do solo; aumento da disponibilidade de minerais; e alto rendimento por unidade de área.

12. O manejo inundado é hidrointensivo devido à exposição e consequente evaporação de uma lâmina de água sobre o solo. É necessário um volume expressivo de água de mananciais para saturar o solo, formar a lâmina sobre o solo e mantê-la para compensar o consumo pela evapotranspiração e as perdas por percolação e fluxo lateral. A esses volumes, somam-se as perdas por ineficiência do sistema, causadas em especial por vazamentos e perdas por infiltração e evaporação em canais e em reservatórios. O suprimento de água necessário varia de 6 a 12 mil m^3 por hectare (vazão de 0,7 a 1,75 L/s.ha) (SOSBAI, 2018). Nas estimativas realizadas pela ANA (2017), a média nacional foi de 8,9 mil m^3 por hectare.

13. Dois manejos principais da irrigação são adotados: o convencional e o pré-germinado. No primeiro caso, a semeadura é realizada em solo não inundado, e a inundação é iniciada alguns dias após a emergência das plantas. Esse manejo é o predominante no Brasil (82% da área total).

14. No sistema pré-germinado, a irrigação inicia-se cerca de 25 dias antes da semeadura, durante os procedimentos finais de preparo do solo. Após esta etapa, a altura da lâmina d'água é elevada até um determinado nível e mantida assim até a semeadura, que ocorre em solo já inundado (ANA & Conab, 2020). Apesar de mais dias sob irrigação, a necessidade de reposição de água por perdas de percolação é menor que no sistema convencional. Esse sistema é relevante em Santa Catarina (quase 100% da área) e no Paraná (68%) – no Rio Grande do Sul alcança 9% da área.

C) PARÂMETROS FÍSICO-HÍDRICOS DOS SOLOS NAS LAVOURAS IRRIGADAS

15. Existe uma diversidade de tipos de solos cultivados com arroz irrigado por inundação. Mesmo solos na mesma ordem de classificação taxonômica diferem em termos de características físico-hídricas, tais como profundidade ou presença de camada com gradiente textural, presença e profundidade do nível freático e textura e condutividade hidráulica dos horizontes acima da camada com gradiente textural ou rocha. Destacam-se as principais ordens:

- a. **Planossolos:** caracterizam-se, por definição, por sempre apresentarem uma mudança textural abrupta, onde o teor de argila aumenta rapidamente dos horizontes superficiais para o horizonte B, de menor permeabilidade. Dentro da ordem dos Planossolos, pode haver grandes variações quanto à profundidade do horizonte B, e quanto à textura dos horizontes superficiais que ocorrem acima da camada impermeável.
- b. **Gleissolos:** embora possa haver variações de textura nos horizontes dos Gleissolos (horizontes mais ou menos permeáveis) estes solos de cores acinzentadas pela presença de uma superfície freática (de altura variável) caracterizam-se por não apresentarem uma mudança textural abrupta nem gradiente textural significativo. Solos desta ordem podem apresentar diferentes texturas em todo o perfil de solos, podendo variar desde solos arenosos até solos muito argilosos.
- c. **Vertissolos:** são solos argilosos que se caracterizam por serem formados por argilominerais expansivas, sem gradiente textural entre horizontes, mas de muito baixa permeabilidade.
- d. **Neossolos Flúvicos:** são solos formados por deposições de sedimentos em áreas de inundação de rios e, por isso, possuem uma grande quantidade de camadas de solo de texturas variadas que variam em função da textura e tipo de sedimentos depositados.
- e. **Plintossolos:** apresentam camada evidenciada pela presença de plintita (nódulos de material alaranjado) no perfil do solo. Normalmente têm textura média a argilosa e podem ou não apresentar mudança textural entre os horizontes do solo, havendo uma grande variedade de solos com características diferenciadas.

16. Na metodologia anterior (ANA, 2019a), as propriedades dos solos, que são parâmetros de entrada para os cálculos, eram consideradas constantes, ou seja, não havia distinção entre os diferentes solos. Com as simplificações necessárias, a demanda unitária de retirada de água do arroz difere dentre os municípios essencialmente pela variação da evapotranspiração de referência e da precipitação incidente nos municípios e pela distinção em parcelas sob manejo pré-germinado ou convencional, sem incluir os impactos derivados das características dos solos.

17. Atualmente, com o mapeamento das áreas irrigadas, além de se poder identificar qual ordem de solo ocorre em cada lavoura de arroz, também é possível se estabelecer diferenças das propriedades em uma mesma ordem de solos. Com esse trabalho, puderam ser atribuídos valores específicos e locais para o volume dos macroporos do solo desde a sua superfície até a camada impermeável (que anteriormente era mantido constante e assumido como $5,1\% = 0,051 \text{ m}^3/\text{m}^3$ para todos os municípios) e da profundidade da camada impermeável (que era assumida em 1 metro).

18. Durante a pesquisa, concluiu-se que a parametrização de solos deve ser realizada para o cultivo convencional. Nas áreas de pré-germinado, o manejo conduz à completa

desestruturação da superfície do solo, fazendo com que tenham um comportamento distinto em relação ao mesmo solo em áreas de cultivo convencional.

19. Para a atribuição do solo predominante às lavouras de arroz mapeadas no Brasil, foram inicialmente compilados os mapas de solos disponíveis nos principais estados produtores (levantamentos de reconhecimento com escala variando de 1:250.000 a 1:1.000.000):

Levantamentos de solos utilizados em cada Estado

Estado	Escala	Referência
RS	1:750.000	BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. bt.30 431p. (MA-DNPA-DPP. Boletim Técnico, 30). Redação de Raimundo Costa Lemos e outros.
SC	1:250.000	POTTER, R. O.; CARVALHO, A. P. de; FLORES, C. A.; BOGNOLA, I. Solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 721 p. il. Colorido. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 46).
PR	1:250.000	BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I. A.; FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P. de; POTTER, R. O.; CURCIO, G. R. Mapa de solos do estado do Paraná. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 73 p. (Embrapa Solos. Documentos, 96). Acompanha 1 mapa, color. Escala 1:600.000 e 21 mapas, color. Escala 1:250.000.
GO	1:1.000.000	LARACH, J. O. I.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. de; HOCHMÜLLER, D. P.; MARTINS, J. S.; RAUEN, M. de J.; FASOLO, P. J.; PÖTTER, R. O. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR; Curitiba: EMBRAPA-SNLCS, 1984. 2 t. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de pesquisa, 27; IAPAR-Projeto Especial Levantamento de Solos. Boletim técnico, n. 16). Acompanha 1 mapa, color. Escala 1:600.000.
MS	1:1.000.000	BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. Folha SD.22 Goiás: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. v.25 636p. Quatro mapas em escala 1:1.000.000 - Capacidade de uso dos recursos naturais renováveis; Geomorfológico; Geológico; Vegetação. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).
TO	1:1.000.000	BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. Folha SF.21 Campo Grande: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. v.28 412p. 5 mapas 1:1.000.000 - Capacidade de uso dos recursos naturais renováveis; Vegetação; Exploratório de solo; Geomorfológico - perfis esquemáticos; Geológico - seções geológicas esquemáticas. (Levantamento de Recursos Naturais, 28).
TO	1:1.000.000	BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. Folha SC.22 Tocantins: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 520p. Quatro mapas em escala 1:1.000.000 - geológico; geomorfológico; vegetação; uso potencial da terra; 1 mapa escala 1:1.500.000 - subsídios ao planejamento regional. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

20. Para a compatibilização de escalas e a melhor caracterização dos solos nas áreas de lavouras, o cruzamento espacial entre as duas camadas de mapeamento (solo e lavoura) é insuficiente, sendo necessárias correções visuais e análise detalhada dos relatórios de levantamento de solos quanto, por exemplo, às inclusões toleradas de outros solos na unidade de mapeamento (UM) e às variações dos atributos físico-hídricos. Com isso, foi possível compensar o erro inerente de cruzamentos simples e reclassificar as lavouras para solos compatíveis com irrigação por inundação.

21. Os seguintes tipos de erros foram constatados e corrigidos:



Documento assinado digitalmente por: SERGIO RODRIGUES AYRMORAES SOARES;FLAVIO HADLER TROGER;MARCO VINICIUS CASTRO GONCALVES;THIAGO HENRIQUES FONTENELLE;CARLOS ALBERTO PERDIGAO PESSOA;DANIEL ASSUMPÇÃO COSTA FERREIRA

A autenticidade deste documento 02500.015892/2022 pode ser verificada no site <http://verificacao.ana.gov.br/verificacao.aspx> informando o código verificador: D30B34CD.

- a. Erros na correta delimitação de UMs, especialmente entre as aptas para a cultura do arroz e as não aptas, onde há solos bem drenados;
- b. Erros de simplificação do delineamento de UMs aptas para uso com inundação, reduzindo a extensão das áreas baixas;
- c. Presença de inclusões de solos mal drenados em UMs bem drenadas. Os solos usados com lavoura inundada são inclusões de solos mal drenados dentro dos delineamentos de UMs de solos bem drenados, o que é normal em mapeamentos na escala de reconhecimento, sendo descritos na descrição da UM. Problema solucionado pela coleta de informações na descrição das UMs;
- d. Ocorrência de associações de solos dentro da mesma UM, porém, em posições distintas da paisagem, sendo o arroz cultivado somente na porção mal drenada da associação de solos. Problema solucionado pela coleta de informações na descrição das UMs.

Exemplo 1: as áreas de arroz (em verde) expandem-se para além dos limites de Gleissolos da UM HPd2 (em cinza), por uma limitação de escala. Todas as áreas são atribuídas à unidade cinza.

Exemplo 2: as áreas de arroz (em verde) estão em uma UM bem drenada (Cambissolos), não aptas ao arroz. As áreas foram atribuídas a Gleissolos da UM HGPd3, que é o solo predominante como inclusão da UM representada, conforme apresentado no relatório descritivo que acompanha o mapa de solos.



22. Após as correções e conversões necessárias, todas as lavouras foram classificadas em unidades de mapeamento aptas para a cultura do arroz sob inundação, eliminando as incertezas advindas de cruzamentos espaciais simples entre mapas de diferentes escalas.

23. Três principais parâmetros para estimar a demanda hídrica do arroz são derivados dos solos identificados e suas respectivas descrições morfológicas nos relatórios de levantamentos de solos: profundidade da camada impermeável ou do nível freático (P_{imp} , em cm), condutividade hidráulica (K , em cm/dia) e porosidade drenável (μ , em %).

24. Essas informações foram obtidas para cada unidade de mapeamento de solo (UM) com lavoura mapeada e depois convertidas em médias municipais. Ou seja, os valores por município refletem a média ponderada por proporção de área de arroz inundado em cada solo.



25. A informação de P_{imp} deriva dos próprios mapeamentos analisados e representa a profundidade do contato do solo com a rocha (quando presente) ou a profundidade da camada impermeável (considerando-se camadas com aumento do teor de argila, chamado gradiente textural), ou ainda a profundidade do nível freático quando presente no perfil do solo.

26. Os valores de K têm origem em medições diretas, casos de algumas unidades de solo situadas nos estados do Rio Grande do Sul (Beltrame & Louzada, 1996) e Tocantins (Tocantins, 2008), e em estimativas com base na sua relação empírica com os percentuais de areia, silte e argila dos solos formadores das diferentes unidades (Schaap et al, 2001). Nos perfis de solos caracterizados pela presença de diferentes horizontes, o valor médio de K horizontal foi estimado com a aplicação da equação:

$$K^* = \frac{\sum_1^n K_i D_i}{D} \quad (1), \text{ onde:}$$

K^* : condutividade hidráulica horizontal média ($m.d^{-1}$)

K_i : condutividade hidráulica horizontal do horizonte i ($m.d^{-1}$)

D_i : espessura do horizonte i (m)

n : número de horizontes (-)

D : espessura total (m).

27. Os valores de μ foram estimados com base na sua relação empírica com K, sendo esta definida pela equação (Beltran, 1986):

$$\mu = \sqrt{K} \quad (2), \text{ onde:}$$

μ : porosidade drenável (%)

K : condutividade hidráulica saturada (cm.dia-1)

28. Os valores consolidados são apresentados a seguir por unidade de mapeamento e principal Estado produtor, exceto Santa Catarina onde a área é quase toda com arroz pré-germinado e os parâmetros não se aplicam ao método (detalhado no item E). O Apêndice A detalha esses parâmetros médios por município.

Parâmetros físico-hídricos estimados por unidade de mapeamento – UM em cada Estado

Unidade de Mapeamento de Solo - UM	Classe de solo*	Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Profundidade da camada impermeável ou do nível freático Pimp (cm)
RIO GRANDE DO SUL				
Bagé	Planossolo Háplico	19,82	4,45	gradiente textural – 25 cm
Banhado	Gleissolo Háplico	9,10*	3,02	nível freático (70 cm) - rocha profunda
Charrua	Neossolo Rególico/Lítolico	34,46	5,87	gradiente textural – 20 cm
Colégio	Gleissolo Melânico	23,35*	4,83	nível freático (15 cm) - rocha profunda
Durasnal	Plintossolo Argilúvico	8,40*	2,9	gradiente textural – 50 cm
Escobar	Vertissolo Ebânico	18,96	4,35	gradiente textural – 15 cm
Formiga	Chernossolo Argilúvico	7,90*	2,81	gradiente textural – 55 cm
Guaritas – AR	Neossolo Lítolico	63,35	7,96	gradiente textural – 40 cm
Guassupi	Neossolo Lítolico	13,32	3,65	gradiente textural – 20 cm
Ibaré	Neossolo Rególico	11,17	3,34	gradiente textural – 40 cm
Itapeva	Gleissolo Melânico	18,8	4,33	nível freático (20 cm) - rocha profunda
Lavras	Neossolo Lítolico	5,76	2,4	rocha superficial (40 cm)

Unidade de Mapeamento de Solo - UM	Classe de solo*	Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Profundidade da camada impermeável ou do nível freático Pimp (cm)
Oásis	Argissolo Bruno-Acinzentado	13,66	3,69	gradiente textural – 40 cm
Pedregal	Neossolo Regolítico	19,39	4,4	gradiente textural – 20 cm
Pelotas	Planossolo Háplico	19,90*	4,46	gradiente textural – 40 cm
Ponche Verde	Chernossolo Argilúvico	16,91	4,11	gradiente textural – 70 cm
São Gabriel	Planossolo Háplico	4,80*	2,19	gradiente textural – 20 cm
Taim	Organossolo Tiomórfico	14,34	3,79	gradiente textural – 40 cm
Uruguaiana	Chernossolo Ebânico	13,2	3,63	gradiente textural – 30 cm
Vacacaí	Planossolo Háplico	13,63*	3,69	gradiente textural – 70 cm
Virgínia	Luvissolo Crômico	41,91	6,47	gradiente textural – 40 cm

PARANÁ

Ae	Neossolo Flúvico	16,99	4,12	nível freático (20 cm) - rocha profunda
HO	Organossolo Háplico	13,23	3,64	nível freático (32 cm) - rocha profunda
HG	Gleissolo Melânico	13,55	3,68	nível freático (25 cm) - rocha profunda

TOCANTINS

FX	Plintossolo Háplico	30,00*	5,48	gradiente textural – 25 cm
FT	Plintossolo Argilúvico	23,00*	4,79	gradiente textural – 80 cm
GX	Gleissolo Háplico	9,64	3,1	nível freático (35 cm) - rocha profunda

MATO GROSSO DO SUL

HGPe	Gleissolo Háplico	15,92	3,99	nível freático (18 cm) - rocha profunda
PLSe4	Planossolo Nátrico	63,63	7,98	gradiente textural – 35 cm
BV1	Vertissolo Háplico	12,55	3,54	gradiente textural – 40 cm

GOIÁS

FFc	Plintossolo Pétrico	32,93	5,74	gradiente textural – 25 cm
FTd	Plintossolo Argilúvico	38,72	6,22	gradiente textural – 60 cm

*Nota: Classes de solos discretizadas até o nível de subordem de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et. al., 2018)

29. Apenas cerca de 10% da área irrigada por arroz convencional no Brasil encontra-se fora dos principais estados produtores. De forma a permitir a aplicação da mesma metodologia de estimativa de uso da água para todo o Brasil, nos demais Estados/municípios foram adotados os seguintes parâmetros advindos da média ponderada calculada nos municípios que totalizam 90% da área de arroz convencional e onde os parâmetros foram calculados por UM:

Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Profundidade da camada impermeável ou do nível freático Pimp (cm)
16,28	3,72	41,7

30. Os diferentes solos, já por sua denominação e classificação, apresentam diferenças entre si quanto à sua constituição, distribuição de horizontes do solo, textura,

porosidade e profundidade da camada impermeável ou do nível freático. Ademais, dentro da mesma ordem de solo, mas em diferentes locais, podem existir diferenças importantes entre parâmetros. Por exemplo, no Rio Grande do Sul foram identificados seis tipos diferentes de Planossolos e seis tipos diferentes de Gleissolos, todos eles já mapeados e devidamente caracterizados nos relatórios de levantamentos de solos. Com a análise mais detalhada conduzida, foram atribuídos valores mais específicos para as unidades de mapeamento onde ocorre o arroz irrigado, conforme detalhado anteriormente.

31. Os parâmetros físico-hídricos mais detalhados contribuem para a melhoria da estimativa do uso da água em relação à metodologia anterior (ANA, 2019a) nos dois períodos de irrigação do arroz convencional onde há efetiva retirada de água:

- No período de enchimento dos tabuleiros, que simula o volume necessário para saturação do solo (da superfície à camada impermeável), para formação da lâmina superficial e para suprir a evapotranspiração, os valores fixos de macroporosidade (5,1%) e de profundidade da camada impermeável (100 cm) são substituídos pelos valores médios municipais obtidos.
- No período de demanda normal, que simula o volume para manter e repor o volume formado após o enchimento, a vazão unitária fixa de $1,75 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ é desconsiderada, passando a ser calculada por município, com base nos novos parâmetros físico-hídricos, conforme será detalhado no item E.

32. Todas as considerações feitas acima, principalmente no que diz respeito à parametrização dos solos, quaisquer que sejam, ficam muito prejudicadas em áreas onde o sistema de cultivo é o pré-germinado. O manejo do solo nestas áreas conduz a sua completa desestruturação na superfície, fazendo com que tenham um comportamento distinto em relação às suas características físicas originais, o que também será abordado no item E.

D) PARÂMETROS DA CULTURA

33. Essa etapa teve como objetivo validar ou alterar as informações médias da cultura do arroz e de seu manejo nas principais áreas produtoras. Entre essas informações estão a altura da lâmina de água, o número de dias que definem o ciclo da cultura e os subperíodos dentro do ciclo caracterizados por manejos distintos. Deu-se especial atenção ao número de dias com irrigação.

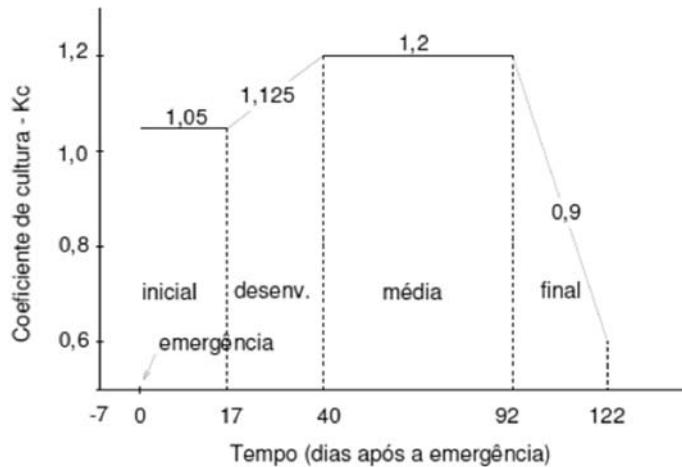
34. Embora tenha sido consultada a literatura disponível, trata-se em geral de informações locais e experimentais, dificultando a obtenção de valores específicos ou médios para grandes áreas. Privilegiou-se, assim, contatos técnicos junto a profissionais e a instituições que atuam nos polos de arroz irrigado, de forma a coletar contribuições e validar qualitativamente as proposições.

35. Dentre os contatos realizados, pode-se destacar: Escritórios Regionais do IRGA/RS na Região Sul (Pelotas), Depressão Central (Cachoeira do Sul) e Fronteira Oeste (Uruguaiana); UNESC e EPAGRI, em SC; Unidades Regionais do IDR/Paraná em Paranavaí e União da Vitória; Embrapa Arroz e Feijão (GO); e Superintendências Regionais da CONAB em GO e MS.

36. Não se obteve indicações de mudanças nos valores médios dos coeficientes de cultura (k_c) dos quatro estágios de desenvolvimento do arroz, mantendo-se, assim, os valores adotados anteriormente no Manual (ANA, 2019a).



Coeficiente de cultura para as diferentes fases de desenvolvimento do arroz inundado



37. Já a distribuição do número total de dias do arroz, em cada estágio/kc e em cada etapa de irrigação foram alteradas para representar as condições atuais de manejo, sempre considerando como referência os cultivares de ciclos médio (convencional) e longo (pré-germinado). O quadro a seguir sintetiza as mudanças adotadas na distribuição de dias/kc.

FASE	I	II	III	IV	Total
Kc	1,05	1,125	1,2	0,9	
Duração de dias (metodologia anterior) - Convencional e Pré-germinado	17	23	52	30	122
Duração de dias atualizada - Convencional	30	50	25	30	135
Duração de dias atualizada - Pré-germinado	30	50	40	30	150

38. Os quadros a seguir detalham a distribuição atualizada do arroz nos períodos de manejo da irrigação, considerando o ciclo atualizado de 135 dias para o arroz convencional e de 150 dias para o pré-germinado.

Períodos para cálculo da necessidade de irrigação no arroz inundado

Período - Convencional	Duração (dias)	
	anterior	atualizada
Pós-emergência	de 1 a 24	de 1 a 15
Enchimento dos tabuleiros	de 25 a 29	de 16 a 22
Demandas normais	de 30 a 97	de 23 a 115
Esvaziamento dos tabuleiros/Colheita	de 98 a 122	de 115 a 135

Período - Pré-germinado	Duração (dias)	
	anterior	atualizada
Enchimento dos tabuleiros	de -25 a -21	de -25 a -21
Pré-semeadura	de -20 a -1	de -20 a -1
Pós-semeadura (= emergência)	de 1 a 3	de 1 a 3

	Duração (dias)	
Retirada da lâmina d'água	de 4 a 10	de 4 a 8
Reposição da lâmina d'água	de 11 a 17	de 9 a 11
Demandas normais	de 18 a 97	de 12 a 135
Esvaziamento dos tabuleiros/Colheita	de 98 a 122	de 136 a 150

Nota: os períodos em azul representam os que demandam retirada de água para irrigação. Nos sistemas pré-germinado, a irrigação inicia-se em média 25 dias antes da semeadura.

39. O impacto da atualização reflete-se em um maior número de dias com irrigação, que passa de 73 para 100 dias no arroz convencional e de 115 para 130 no arroz pré-germinado. Esse aumento não necessariamente refletirá aumento da demanda hídrica, já que as vazões unitárias serão aprimoradas com os desenvolvimentos apresentados nos itens C e E desta Nota.

40. Os valores de ks (coeficiente de umidade do solo) e kt (coeficiente do tanque classe A) permanecem inalterados:

- $ks = 0,9$ no período 1 e $ks = 1$ nos demais períodos.
- $kt = 0,8$ no período 1 e $kt = 1$ nos demais períodos.

41. A lâmina de água acima do solo a ser formada e mantida foi alterada de 10 cm na metodologia anterior para 7 cm na implementação atual, fruto de recomendações obtidas nos contatos técnicos realizados.

E) METODOLOGIA ATUALIZADA

42. Além das mudanças de parametrização apresentadas no item D, outra mudança importante na metodologia consiste na alteração do cálculo da vazão unitária no período de demanda normal do arroz convencional, que concentra 93% dos dias com irrigação e de 85 a 90% da demanda de água.

43. No período de demanda normal, a metodologia anterior considerava um valor fixo constante ($1,75 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$) para todos os municípios, enquanto a metodologia atual propôs sua estimativa média municipal a partir dos parâmetros físico-hídricos do solo, apresentados no item C, e os parâmetros atualizados apresentados no item D. A nova vazão unitária na demanda normal é estimada para duas situações, quando:

- A base dos drenos coincide com a camada impermeável com profundidade de até 1 m; e
- A base dos drenos ocorre acima da camada impermeável (solo de origem sedimentar).

E.1. Convencional – Demanda normal

Base dos drenos coincidindo com a camada impermeável

44. O cálculo do fluxo aos drenos foi feito com a equação derivada por Chahar & Vadodaria (2008). Essa equação, apresentada a seguir, tem aplicação em áreas com formação de lâmina d'água na superfície e presença de drenos paralelos cujas profundidades estendem-se até a camada impermeável. O número '2' que precede o termo do lado direito da equação indica que a área de contribuição aos drenos é formada por duas metades idênticas situadas à esquerda e à direita de drenos consecutivos.

$$Q_d = 2 \cdot \left[\frac{KdL^*}{86,4} \cdot \left[\frac{2}{\pi \cdot (4 - \pi)} \right] \cdot \left[\frac{\left(\frac{L}{d} \right)^{3,44}}{\left(\frac{L}{d} \right)^{3,44} + 4,3} \right]^{(0,28 - y/4d)/(1 - 2y/3d)} \cdot \left[1 - \left(\frac{y}{d} \right)^2 \right]^{0,7} \right] \quad (3), \text{ onde:}$$

Q_d : vazão de drenagem ($L.s^{-1}.ha^{-1}$)

K : condutividade hidráulica ($m.d^{-1}$)

d : profundidade dos drenos (m)

L^* : comprimento dos drenos por unidade de área ($m.ha^{-1}$) = 37,6 m

L : espaçamento entre os drenos (m) = 50 m

y : lâmina d'água nos drenos (m)

45. A Equação 3 foi utilizada para o cálculo da vazão de drenagem em todos os municípios onde prevalecem solos onde a condição de contorno na base foi caracterizada pela presença de camada impermeável (item C e Apêndice A). A profundidade máxima para os drenos nessa situação é de 100 cm.

46. Quando da aplicação da Equação 3, a lâmina d'água no interior dos drenos (y) foi admitida nula. Essa é uma condição teórica que faz com que as vazões sejam maiores do que quando calculadas admitindo-se $y > 0$.

Base dos drenos acima da camada impermeável

47. Diferentemente da Equação 3, na qual Q_d pode ser calculada de forma explícita, as equações que se aplicam para as mesmas condições na superfície e drenos acima da camada impermeável envolvem a solução de integrais complexas.

48. A representação gráfica de uma dessas soluções (Chahar & Vadodaria, 2012) mostra que quando a camada impermeável (pci) é profunda ($pci/d \rightarrow \infty$), quando a altura da lâmina d'água no interior do dreno e a largura de sua base são desprezíveis e quando $d/L \leq 0,2$ a relação $Q_d/K.d.L^*$ é constante e igual a 1, ou seja, deixa de ser dependente do espaçamento entre os drenos. Como essas condições são cumpridas em todas as UM de solo que não apresentam camada impermeável próxima à superfície, a equação apresentada a seguir foi utilizada para estimativa de Q_d nos municípios onde prevalecem essas UM (Equação 4):

$$Q_d = \frac{2.K.d.L^*}{86,4} \quad (4), \text{ onde:}$$

Q_d : vazão de drenagem ($L.s^{-1}.ha^{-1}$)

K : condutividade hidráulica ($m.d^{-1}$)

d : profundidade dos drenos (m)

L^* : comprimento dos drenos por unidade de área ($m.ha^{-1}$) = 37,6 m

49. Na Equação 4 repete-se a condição teórica de que $y = 0$ e supõe-se que a largura dos drenos é muito inferior à sua altura. Enquanto a primeira condição atua no sentido de superestimar Q_d , a segunda atua no sentido de subestimá-la. Como os drenos foram admitidos com profundidade máxima de 100 cm e como o espaçamento entre os drenos foi sempre maior do que 5m, a condição $d/L \leq 0,2$ foi sempre verificada. Por fim, o número '2' que precede o termo do lado direito da Equação 4 tem a mesma interpretação dada anteriormente à sua presença na Equação 3.

50. Os valores de L e L^* nas equações 3 e 4 foram definidos iguais a 50 m e 37,6 m. O primeiro valor tem como referência condições de campo, o segundo foi sugerido por Fietz (1987).



E.2. Convencional – Enchimento e esvaziamento dos tabuleiros

51. Para o período de enchimento dos tabuleiros, as equações expressas no Manual de Usos permanecem as mesmas – as diferenças estão nos parâmetros de solo que passam a ser variáveis, por município (Apêndice Digital A), e não mais fixos para todos o Brasil.

52. No caso do período de esvaziamento dos tabuleiros, quando não há retirada de água para irrigação, a equação que expressa o retorno de água foi reescrita:

$$Q_{retorno} = \left[\frac{(u \cdot p_{imp} + H_{lam}) \cdot 10.000}{T_{esvaz} \cdot 86.400} \right] \cdot A + \frac{P \cdot 10}{86.400} \cdot A - Q_{cons}$$

$Q_{retorno}$: vazão de retorno ($m^3.s^{-1}$)

u : porosidade drenável (adimensional)

p_{imp} : profundidade da camada impermeável ou do nível freático (m)

H_{lam} : altura da lâmina d'água na superfície do tabuleiro (m)

T_{esvaz} : tempo de esvaziamento dos tabuleiros (d)

A : área irrigada (ha)

P : precipitação ($mm.d^{-1}$)

Q_{cons} : vazão de consumo ($m^3.s^{-1}$)

E.3. Pré-germinado

53. Como já citado anteriormente, as características de preparo do solo no sistema pré-germinado não recomendam o emprego da mesma metodologia utilizada neste estudo para cálculo das vazões quando do sistema convencional.

54. A vazão unitária durante o período de pré-semeadura, pós-semeadura e demanda normal deve ser mantida igual a $1,0 L.s^{-1}.ha^{-1}$, o que foi corroborado com os contatos técnicos mais recentes. Com isso, essa é a vazão unitária de retirada adotada em 122 dos 130 dias com irrigação. As demais vazões, de retirada, consumo e retorno, devem ser calculadas com as mesmas equações do Manual de Usos.

55. No caso do período de esvaziamento dos tabuleiros, foi realizada a mesma adequação mencionada para o arroz convencional.

F) RESULTADOS E DISCUSSÃO

56. A figura a seguir apresenta a síntese do método de estimativa de uso da água pelo arroz sob inundação, destacando as principais atualizações realizadas em relação ao Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019). O aumento do ciclo da cultura (tendência de aumentar a demanda) e a redistribuição dos coeficientes de cultivo entre os estágios (tendência de diminuir a demanda) também afetam as estimativas, conforme detalhado no item D.

57. Para comparação entre as metodologias, foram calculadas as demandas do arroz inundado com as áreas da safra 2020/2021, utilizando o clima médio mensal observado nas séries históricas. As análises que se seguem referem-se ao manejo convencional.

SÍNTSE DO MÉTODO DE ESTIMATIVA DE USO DA ÁGUA PELO ARROZ SOB INUNDAÇÃO

1 – número de dias com irrigação de 73 para 100 dias no arroz convencional e de 115 para 130 dias no pré-germinado; 2 – valor fixo de $1,75 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ é substituído pela equação 26 com o cálculo da vazão de drenagem, a partir das características físico-hídricas dos solos com arroz em cada município; 3 – ajuste do cálculo do retorno no período de esvaziamento.

Períodos para cálculo da necessidade de irrigação no arroz inundado - sistema convencional					
Período	Duração (dias)	Vazão Unitária (l/s/ha)	Vazão de Retirada	Consumo Efetivo	Vazão de Retorno
Pós-emergência	de 1 a 15	0	0	0	0
Enchimento dos tabuleiros	de 16 a 22	Equação 25	Equação 27 ou 28	0	
Demandas normais	de 23 a 115	Equação 26 2	Equação 29	Equação 30	
Esvaziamento dos tabuleiros / Colheita	de 115 a 135	0	0		Equação 31 3

Equação 25

$$Q_{unit} = \frac{100[(uP_{imp}) + H_{lam}]}{T_{ench} 864} + \frac{(ET_0 K_c K_s)}{8.640}$$

Equação Qd 1 - Base dos drenos coincidindo com a camada impermeável:

$$Q_d = 2 \left[\frac{k d L^*}{86,4} \left(\frac{2}{\pi(4-\pi)} \right) \left[\frac{\left(\frac{L}{d}\right)^{3,44}}{\left(\frac{L}{d}\right)^{3,44} + 4,3} \right]^{(0,28-y/4d)/(1-2y/3d)} \left[1 - \left(\frac{y}{d}\right)^2 \right]^{0,7} \right]$$

Equação Qd 2 - Base dos drenos acima da camada impermeável:

$$Q_d = \frac{2 k d L^*}{86,4}$$

Equação 27

$$Q_{retir} = \left[Q_{unit} - \left(\frac{P}{8.640} \right) \right] A$$

Equação 28

$$Q_{retir} = 0$$

A Equação 27 é utilizada quando $\left(\frac{P}{8.640} \right) < Q_{unit}$ e a Equação 28 nas demais situações.

Equação 30

$$Q_{retorno} = Q_{retir} - Q_{consumo}$$

se $Q_{retorno} < 0$, então $Q_{retorno} = 0$

Equação 26

$$Q_{unit} = Q_d + \frac{(ET_0 K_c K_s)}{8.640}$$

Soma da vazão de drenagem (**Qd 1 ou 2**) com a demanda de evapotranspiração da cultura, onde:

Equação 29

$$Q_{cons} = \left[\frac{(ET_0 K_c K_s) 10}{86.400} \right] A$$

No período de pós-emergência foi considerado K_s igual a 0,9, enquanto nos demais períodos foi considerado K_s igual a 1,0.

Equação 31

$$Q_{retorno} = \left(\frac{uP_{imp} + H_{lam} 10.000 A}{T_{esvaz} 86.400} + \frac{P 10}{86.400} A \right) - Q_{cons}$$

Períodos para cálculo da necessidade de irrigação no arroz inundado - sistema prégerminado					
Período	Duração (dias)	Vazão Unitária	Vazão de Retirada	Consumo Efetivo	Vazão de Retorno
Enchimento dos tabuleiros	de -25 a -21	Equação 32			0
Pré-semeadura	de -20 a -1			Equação 27 ou 28	
Pós-semeadura	de 1 a 3	1			Equação 34
Retirada da lâmina d'água	de 4 a 8	0			0
Reposição da lâmina d'água	de 9 a 11	Equação 33		Equação 27 ou 28	
Demandas normais	de 12 a 135	1			Equação 30
Esvaziamento dos tabuleiros / Colheita	de 136 a 150	0		Equação 29	Equação 31 3

Equação 32

$$Q_{unit} = \frac{10.000[(uP_{imp}) + H_{lam}]}{T_{ench} 86.400} + \left(\frac{ET_0 10}{K_T 86.400} \right)$$

Equação 33

$$Q_{unit} = \left(\frac{H_{lam} 10.000}{T_{ench} 86.400} \right) + \left(\frac{ET_0 10}{K_T 86.400} \right)$$

Equação 34

$$Q_{cons} = \left(\frac{ET_0 10}{K_T 86.400} \right) A$$

Equações - Legenda

Q_{retir}	= vazão de retirada, $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$;
Q_{unit}	= vazão unitária, $\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{ha}^{-1}$;
Q_d	= vazão de drenagem, $\text{L s}^{-1} \text{ha}^{-1}$;
$Q_{retorno}$	= vazão de retorno, $\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{ha}^{-1}$;
Q_{cons}	= vazão de consumo efetivo, $\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{ha}^{-1}$;
A	= área irrigada, ha;
u	= macroporosidade média do solo, $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$;
P_{imp}	= profundidade da camada impermeável ou do lençol, m;
d	= profundidade dos drenos ($= P_{imp}$);
L^*	= comprimento dos drenos por unidade de área (m ha^{-1}) (admitido 37,6 m);
L	= espaçamento entre os drenos (m) (admitido 50 m);
y	= lâmina d'água nos drenos (m) (admitido = 0);
P	= total precipitado, mm;
H_{lam}	= altura da lâmina d'água superficial, m;
T_{ench}	= duração do período de enchimento dos tabuleiros, dias;
T_{esvaz}	= duração do período de esvaziamento dos tabuleiros, dias;
ET_0	= evapotranspiração potencial da cultura, mm d^{-1} ;
K_c	= coeficientes de cultura para determinada fase de desenvolvimento, adimensional;
K_s	= coeficiente de umidade do solo, adimensional; e
K_t	= coeficiente do tanque classe A, adimensional.

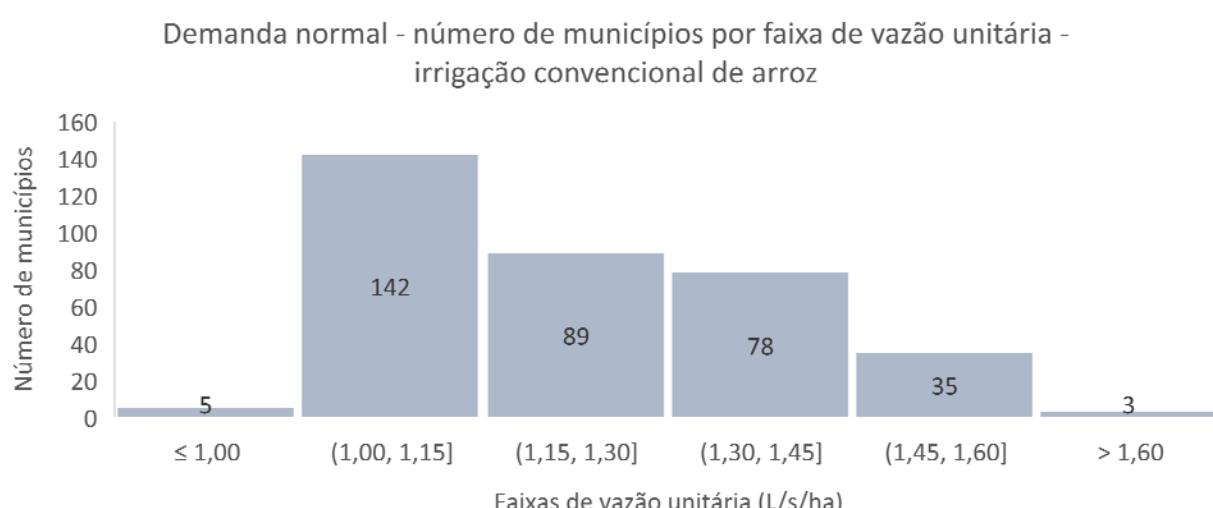
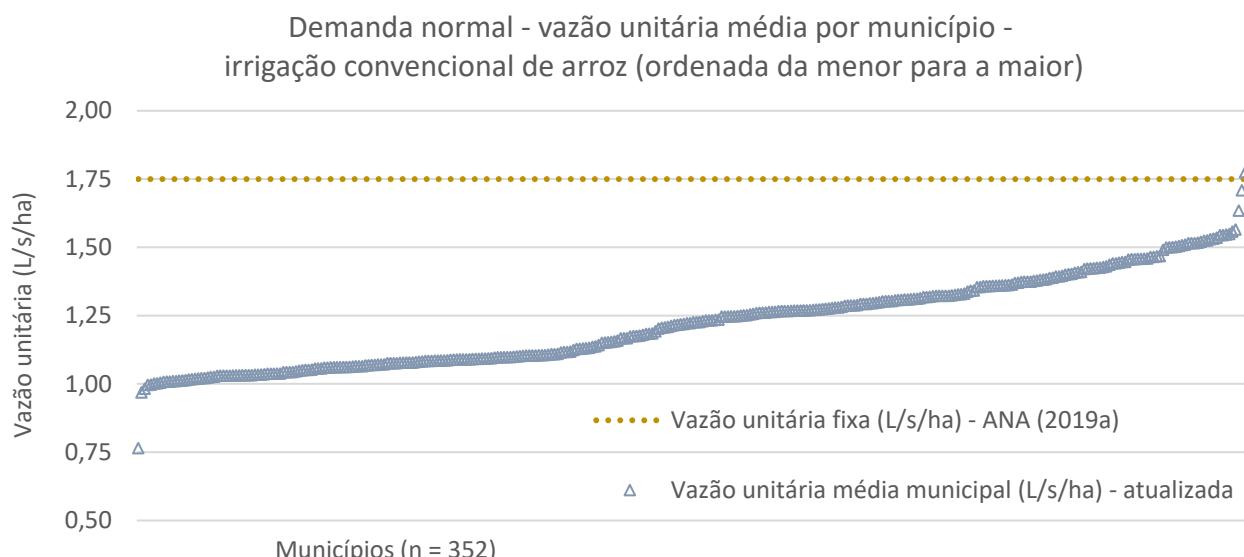


58. As vazões de retirada e retorno não tiveram seus conceitos alterados da metodologia anterior para a atual. Em ambas, a vazão retirada é definida pelo produto da vazão unitária pela área irrigada menos a precipitação ocorrida no período. A diferença pelas duas metodologias está no cálculo da vazão unitária e a duração do número de dias com irrigação e distribuição do ciclo da cultura em seus diferentes estágios (K_c).

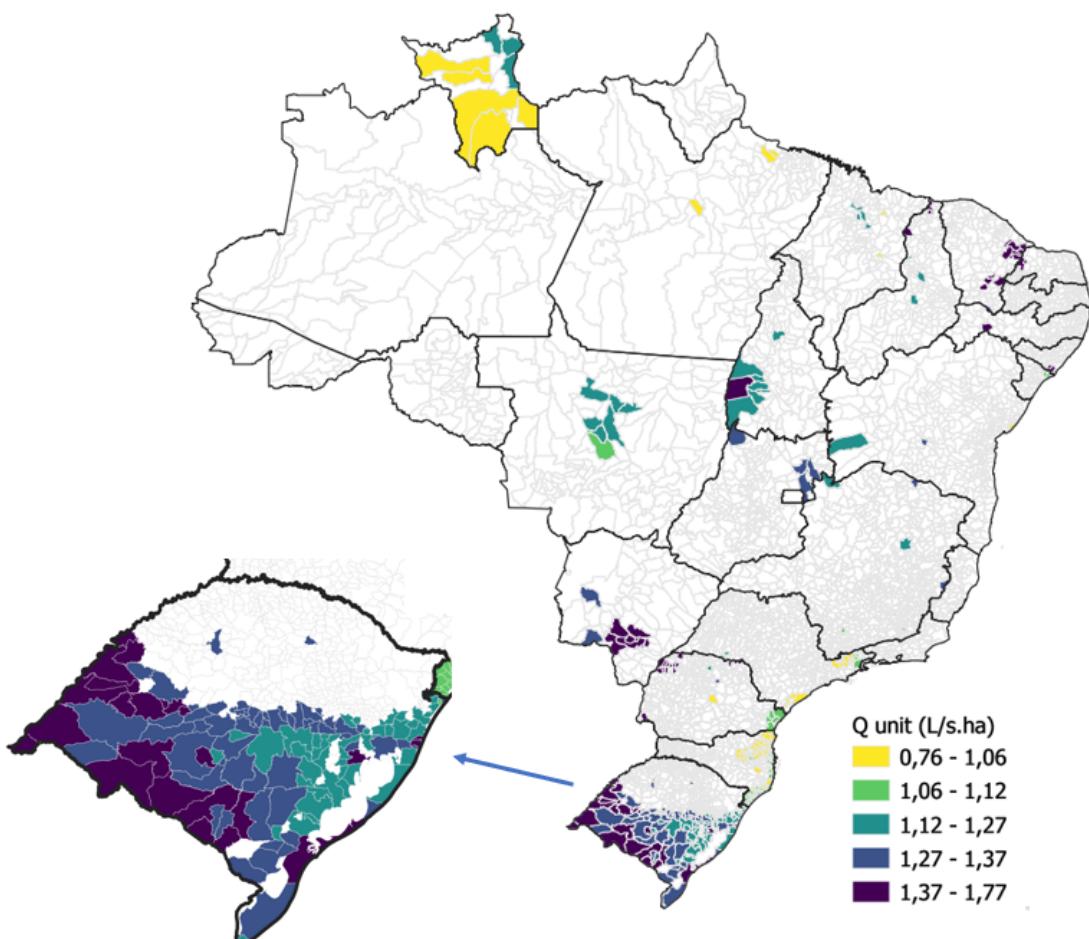
59. A vazão de consumo devida à irrigação, em base mensal, é dada pela diferença entre retirada e retorno. Já o consumo efetivo caracteriza a demanda evapotranspirométrica total, incorporando valores de água aproveitada do ambiente (precipitação).

60. No período de demanda normal, que concentra da ordem de 85% da demanda hídrica da safra, a metodologia anterior adotava vazão unitária constante ($1,75 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$), enquanto a metodologia atual propôs sua estimativa média municipal a partir da caracterização do solo, representada por sua condutividade hidráulica saturada, e da geometria dos sistemas de drenagem existentes nas áreas irrigadas.

61. Os gráficos a seguir mostram a vazão unitária na demanda normal obtida no presente trabalho. Os valores médios para os municípios brasileiros com irrigação convencional de arroz variaram de $0,77$ a $1,77 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$, com média de $1,22 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ e muitos municípios no intervalo entre $1,22$ e $1,33 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$. Para o Rio Grande do Sul, o valor médio foi $1,32 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$.



Nota: os dados individualizados por município encontram-se no Apêndice A.



62. No período de enchimento dos tabuleiros, que concentra da ordem de 15% da demanda hídrica, a metodologia anterior adotava valores constantes para a porosidade drenável e profundidade de saturação (5,1% e 100 cm, respectivamente). Na metodologia atual, esses parâmetros foram definidos a partir da caracterização dos solos com arroz nos municípios. Os ajustes nas vazões anteriores e atuais são relativamente sutis, a depender da diferença entre os valores fixos anteriores e os individualizados atualmente por município.

63. A diminuição das vazões unitárias e do número de dias com coeficiente de cultivo mais alto (fase III) é acompanhada pelo aumento do número de dias com irrigação. Como resultado desse balanço, a vazão de retirada entre as metodologias foi similar em escala nacional, apontando redução média de 7% (de 308,7 para 288,6 m³/s). Dentre os municípios, por outro lado, a vazão pode ser expressivamente superior ou inferior, já que a vazão unitária no período de demanda normal passa a ser individualizada, com importante dispersão no entorno da média de 1,22 L.s⁻¹.ha⁻¹, podendo apresentar em alguns municípios valores acima da média adotada anteriormente de 1,75 L.s⁻¹.ha⁻¹.

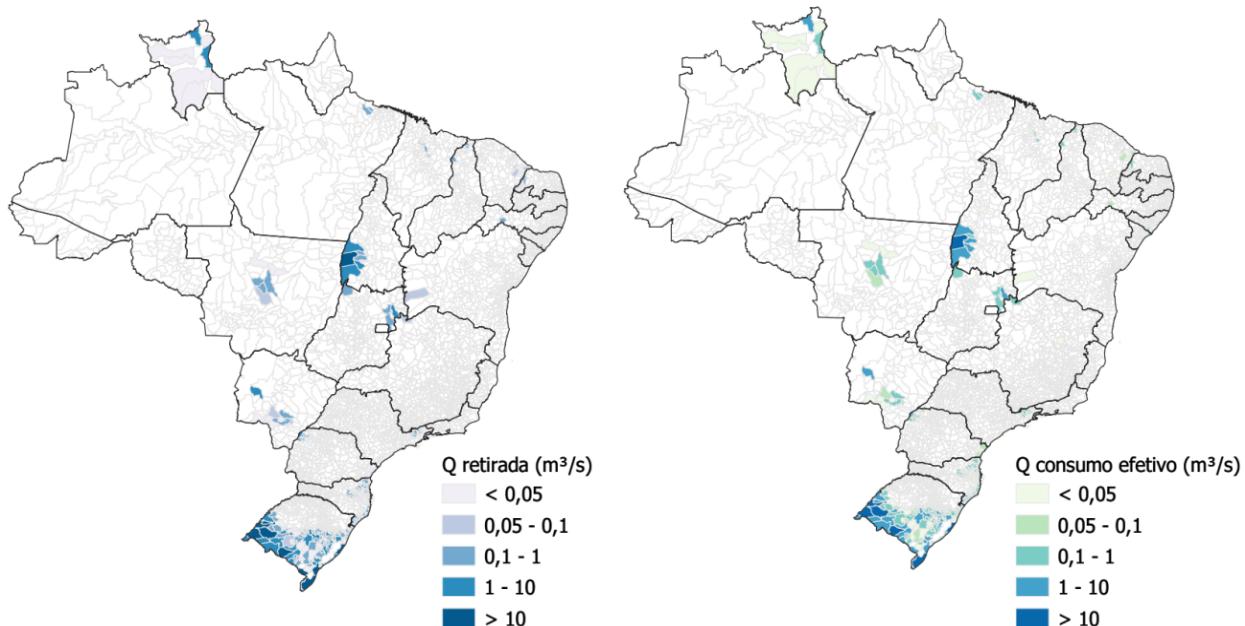
64. A vazão de retorno consiste na diferença entre a vazão retirada e a vazão necessária para atender a demanda atmosférica (consumo efetivo), conceito adotado pelas duas metodologias. Como quando do cálculo da vazão retirada a precipitação é descontada, a vazão de retorno diz respeito unicamente à irrigação.

65. Com o aumento do número de dias do ciclo do arroz e de dias sob irrigação, há um incremento positivo do consumo efetivo em todos os municípios com cultivo de arroz irrigado, com um aumento de 28% em média para o Brasil (de 156,1 para 199,25 m³/s).



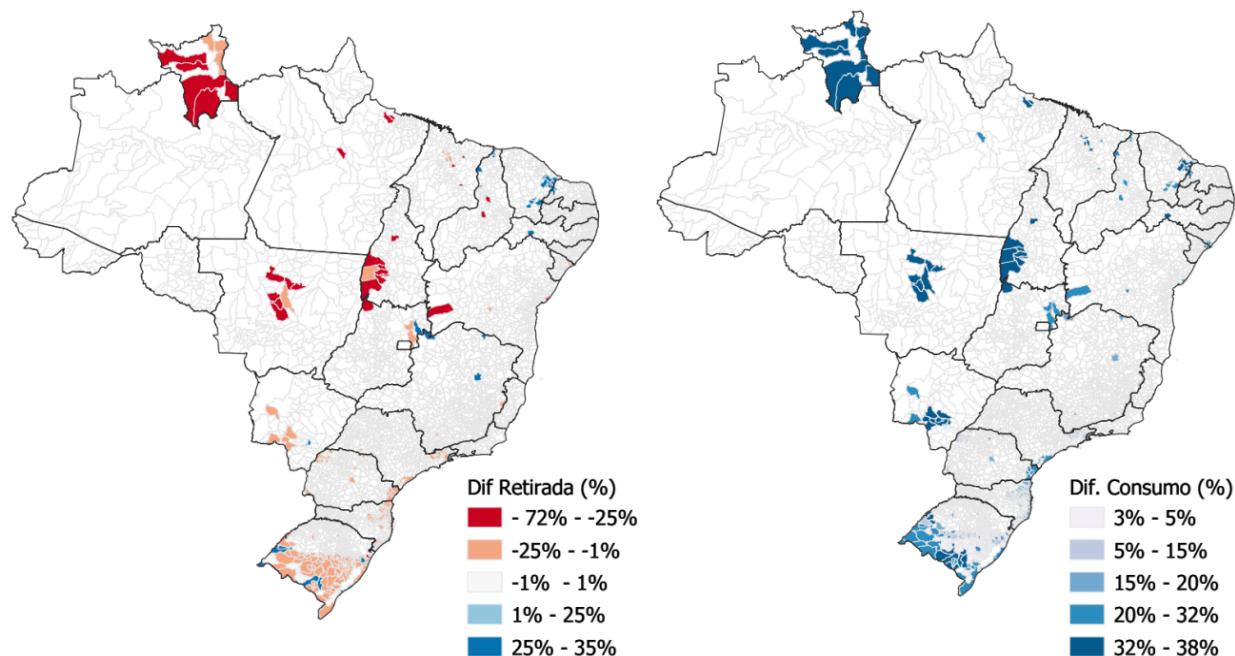
66. Os mapas a seguir mostram a distribuição das vazões médias de retirada (soma dos períodos de enchimento e de demanda normal) e consumo por município com cultivo de arroz irrigado. A distribuição das vazões é influenciada principalmente pela área total com o cultivo de arroz irrigado.

Distribuição das vazões médias de retirada e consumo por município com cultivo de arroz irrigado para a safra 2020/21 (clima médio)



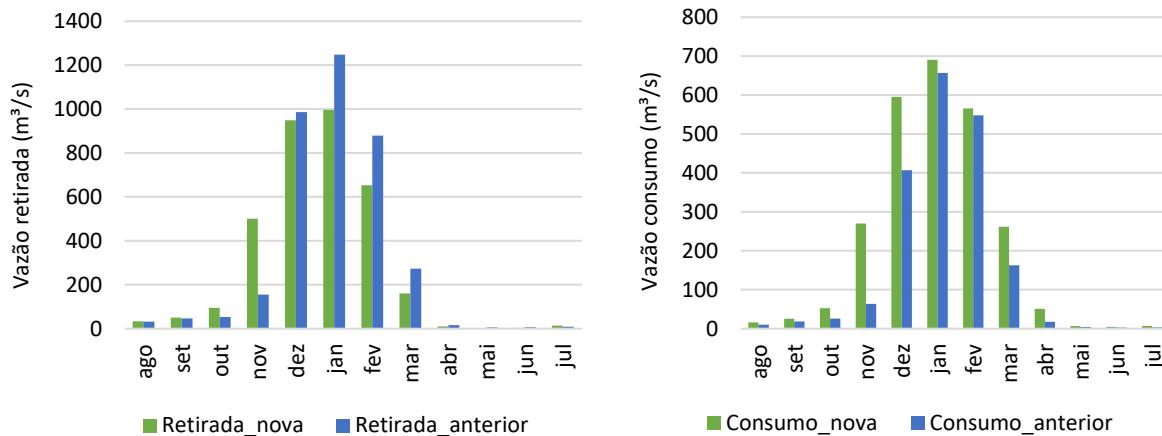
67. Os mapas a seguir ilustram a diferença percentual entre a estimativa anterior e a atual, representando no território onde ocorrem maiores/menores diferenças.

Distribuição das diferenças na estima com o método atual nas vazões médias de retirada e consumo por município com cultivo de arroz irrigado para a safra 2020/21.



68. A redistribuição de vazões unitárias, dos estágios de cultivo e dos períodos de irrigação, também tem impacto claro na sazonalidade média mensal. Nota-se uma redistribuição significativa na sazonalidade destas vazões no método aqui utilizado, com uma distribuição da demanda mais uniforme ao longo do tempo e significativa redução dos picos de retirada nos meses de janeiro e fevereiro e dos picos de consumo em novembro e dezembro.

Sazonalidade nas vazões de retirada e consumo média para os municípios com cultivo de arroz irrigado para a safra 2020/21.



69. Com relação ao manejo pré-germinado, a metodologia atualizada estende o número de dias com irrigação (de 115 para 130 dias ou +13%). A vazão unitária de retirada de $1 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ é mantida para a maior parte desses dias. Por outro lado, há redução do número de dias com coeficiente de cultivo mais alto (fase III) e aumento dos dias com coeficiente mais baixo (fases I e II).

70. Como resultado desse balanço, as retiradas do arroz pré-germinado, em escala nacional, ficaram bastante próximas: de 53,4 para 54,1 m^3/s (+1,3%). Já o consumo, por conta da extensão do ciclo da cultura de 122 para 150 dias, aumenta de 43,3 para 49,6 m^3/s (+14%).

71. Os resultados atualizados apontam que o arroz convencional é responsável por 82% da área cultivada (1.070.000 ha), 84% da demanda de retirada e 80% da vazão de consumo devida à irrigação. Com isso, o pré-germinado ocupa 18% da área (235.000 ha), 16% da vazão retirada e 20% da vazão consumida pelo arroz irrigado no Brasil.

72. Os resultados obtidos pela aplicação do método proposto nesse trabalho, com relativa estabilidade das vazões de retirada e significativo aumento das vazões de consumo, geram, por consequência, redução nas vazões de retorno.

73. O conjunto dos resultados obtidos mostram que o método proposto tem aderência à evolução das práticas adotadas em campo, com aumento da produtividade e eficiência das técnicas de irrigação, além de caracterizar com maior precisão a distribuição espaço-temporal do uso da água no arroz irrigado sob inundação.

Documento assinado digitalmente por: SERGIO RODRIGUES AYRMORAES SOARES;FLAVIO HADLER TROGER;MARCO VINICIUS CASTRO GONCALVES;THIAGO HENRIQUES FONTENELLE;CARLOS ALBERTO PERDIGAO PESSOA;DANIEL ASSUMPÇÃO COSTA FERREIRA

A autenticidade deste documento 02500.015892/2022 pode ser verificada no site <http://verificacao.ana.gov.br/verificacao.aspx> informando o código verificador: D30B34CD.

G) CONSIDERAÇÕES FINAIS

74. O balanço hídrico em áreas irrigadas por inundação é dependente de variáveis climáticas, da caracterização dos solos e do manejo praticado. A interação desses fatores o torna bastante complexo quando realizado em grandes áreas. A variabilidade espacial dos solos e as diferentes práticas de manejo são os principais responsáveis por essa dificuldade.

75. A caracterização dos solos com arroz inundado feita neste estudo, e a subsequente estimativa de parâmetros físico-hídricos, é o principal avanço na metodologia atual em relação aos estudos anteriores. A atualização de parâmetros da cultura em consonância com as práticas de manejo e cultivares predominantes atualmente também trouxe mudanças importantes nas estimativas de vazões e na sua distribuição espacial e temporal, sendo mais aderente ao nível de produtividade atual.

76. Como resultado, a vazão unitária de retirada no período de demanda normal (~80 a 90% da demanda do ciclo) torna-se distribuída e com base física, abandonando o valor fixo de $1,75 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ adotado anteriormente. Agora, o valor passa a ser calculado por município e, como resultado da safra 2020/2021, obteve-se a média de $1,22 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$. Esses valores obtidos com clima médio mensal histórico (Apêndice A), referência para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos e da irrigação, poderão variar quando estimados com o clima observado.

77. Em escala nacional, a diminuição das vazões unitárias de retirada não reflete diminuição da demanda média anual, pois é compensada em grande parte pelo aumento expressivo do número de dias com irrigação – de 73 para 100 dias no arroz convencional. Com isso, também há tendência de aumento do consumo efetivo (demanda evapotranspirométrica) e diminuição do retorno. A diminuição do retorno está condizente com uma maior eficiência das práticas adotadas atualmente.

78. No aspecto temporal, a distribuição mensal da demanda mostra-se mais coerente com as práticas atuais, com atenuação de picos mensais e maior distribuição ao longo dos meses de cultivo e desenvolvimento.

79. Os resultados atualizados foram incorporados à Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água, cuja manutenção e melhoria é atribuição da SPR/ANA, e utilizados no diagnóstico e prognóstico do Conjuntura 2021 – Volume I do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH 2022-2040.



80. Como próximos passos, pode-se destacar:
- O registro da descrição da nova metodologia na segunda edição do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, prevista para 2023;
 - A Incorporação dos resultados na próxima atualização das séries de vazões apresentadas nas Resoluções ANA nº 92 e nº 93/2021, que tratam de usos consuntivos a montante de aproveitamentos hidrelétricos;
 - A recomendação de adoção das vazões unitárias e demais indicadores gerados nesse trabalho no processo de outorga de uso da água para irrigação por arroz inundado no REGLA/ANA e junto aos principais estados produtores.

Subscrevem,

ÉLVIO GIASSON¹
Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

JOSÉ ANTÔNIO LOUZADA¹
Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

IRANI DOS SANTOS¹
Universidade Federal do
Paraná

¹ Coautores – parceiros da ANA no âmbito do Termo de Execução Descentralizada ANA-UFPR.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)
MARCO VINÍCIUS CASTRO GONÇALVES
Especialista em Regulação de Recursos
Hídricos e Saneamento Básico

(assinado eletronicamente)
DANIEL ASSUMPÇÃO COSTA FERREIRA
Especialista em Geoprocessamento

(assinado eletronicamente)
THIAGO HENRIQUES
FONTELLE
Coordenador de Estudos
Setoriais

(assinado eletronicamente)
SÉRGIO RODRIGUES
AYRIMORAES SOARES
Coordenador da
Superintendência de
Planejamento de Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
CARLOS ALBERTO PERDIGÃO
PESSOA
Superintendente Adjunto de
Planejamento de Recursos
Hídricos

De acordo.

(assinado eletronicamente)
FLÁVIO HADLER TRÖGER
Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos



Documento assinado digitalmente por: SERGIO RODRIGUES AYRIMORAES SOARES;FLAVIO HADLER TROGER;MARCO VINICIUS CASTRO GONCALVES;THIAGO HENRIQUES FONTENELLE;CARLOS ALBERTO PERDIGAO PESSOA;DANIEL ASSUMPCAO COSTA FERREIRA

A autenticidade deste documento 02500.015892/2022 pode ser verificada no site <http://verificacao.ana.gov.br/verificacao.aspx> informando o código verificador: D30B34CD.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília. Brasília: ANA, 2017a.

_____. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Brasília: ANA, 2019a.

_____. Coeficientes técnicos de uso da água para a agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2019b.

_____. Estimativas de evapotranspiração real por sensoriamento remoto no Brasil. Brasília: ANA, 2020a.

_____. Polos nacionais de agricultura irrigada: mapeamento de áreas irrigadas por imagens de satélite. Brasília: ANA, 2020b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). Mapeamento do arroz irrigado no Brasil. Brasília: ANA & Conab, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); IBGE. Uso da água na agricultura de sequeiro no Brasil (2013-2017). Brasília: ANA, 2020.

BELTRAME, L. F., LOUZADA, J. A. Caracterização físico-hídrica dos solos formadores da várzea arrozeira do RS. PPG/IPH, 1996 (Texto Técnico).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Desenvolvimento de matriz de coeficientes técnicos para recursos hídricos no Brasil: relatório final dos coeficientes técnicos de recursos hídricos das atividades industrial e agricultura. [S.I. : s.n.], 2011.

CHAHAR, B., VADODARIA, G. Drainage of ponded surface by an array of ditches. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 2008.

CHAHAR, B., VADODARIA, G. Steady subsurface drainage of ponded surface by an array of parallel ditches. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 2012.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1986 a 2018): área, produção e rendimento. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. Disponível em: <<http://www.cnaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 18 jun 2020.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz Irrigado: recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVERA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book: il. color. E-book, no formato ePUB, convertido do livro impresso.

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>

SCHAAP, M.G., FEIKE J.L., van GENYCHETEN, M. Th. ROSETTA. A computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. Journal of Hydrology, v. 251, 2001, Pages 163-176

TOCANTINS. Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Elaboração de estudos e projetos relativos a ações nas bacias dos rios Pium e Riozinho, na região sudoeste do estado do Tocantins. Programa de desenvolvimento da região sudoeste do estado do Tocantins – Prodoeste. 2008.

APÊNDICE A – Parâmetros médios de solo e vazões unitárias por município (clima médio mensal histórico)
– irrigação convencional de arroz por inundação

Notas: a) duração média dos períodos: enchimento de tabuleiros – 7 dias, demanda normal – 93 dias; totalizando média de 100 dias com irrigação. Os períodos sem irrigação (pós-emergência e esvaziamento dos tabuleiros/colheita) somam 35 dias; b) os parâmetros de solo foram calculados individualmente para os municípios sinalizados **em verde**, que totalizam 92% da área irrigada. Nos demais municípios, em cinza, foram adotados os parâmetros médios e as vazões médias variam exclusivamente em função do clima médio local (evapotranspiração potencial e precipitação).

			PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
Código Municipal	Município	UF	Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
1400050	Alto Alegre	RR	16,28	3,72	41,70	1,90	1,03	0,81	1,09
1400159	Bonfim	RR	16,28	3,72	41,70	2,00	1,23	0,95	1,29
1400209	Caracaraí	RR	16,28	3,72	41,70	1,86	1,00	0,79	1,06
1400233	Caroebe	RR	16,28	3,72	41,70	1,86	1,01	0,79	1,07
1400308	Mucajáí	RR	16,28	3,72	41,70	1,90	1,05	0,82	1,11
1400407	Normandia	RR	16,28	3,72	41,70	2,01	1,24	0,95	1,29
1400456	Pacaraima	RR	16,28	3,72	41,70	2,00	1,23	0,95	1,29
1400472	Rorainópolis	RR	16,28	3,72	41,70	1,84	0,98	0,77	1,04
1502004	Cachoeira do Arari	PA	16,28	3,72	41,70	1,85	1,03	0,81	1,09
1506302	Salvaterra	PA	16,28	3,72	41,70	1,85	1,03	0,81	1,09
1508357	Vitória do Xingu	PA	16,28	3,72	41,70	1,85	1,06	0,83	1,12
1706100	Cristalândia	TO	30,00	5,48	25,00	1,93	1,15	0,89	1,21
1706258	Crixás do Tocantins	TO	30,00	5,48	25,00	1,94	1,17	0,90	1,22
1707306	Dueré	TO	26,41	5,10	44,33	2,10	1,25	0,97	1,31
1708205	Formoso do Araguaia	TO	22,92	4,73	58,74	2,18	1,27	0,99	1,33
1709302	Guaraí	TO	26,99	5,13	28,37	1,88	1,13	0,88	1,18
1711902	Lagoa da Confusão	TO	26,99	5,13	28,37	1,96	1,55	1,17	1,58
1717503	Pium	TO	27,52	5,19	27,01	1,94	1,15	0,89	1,21
1718899	Santa Rita do Tocantins	TO	24,21	4,81	29,09	1,94	1,16	0,90	1,21
2101004	Arari	MA	16,28	3,72	41,70	1,95	1,18	0,92	1,24
2107209	Nina Rodrigues	MA	16,28	3,72	41,70	1,91	1,06	0,83	1,12
2111508	São Mateus do Maranhão	MA	16,28	3,72	41,70	1,93	1,14	0,89	1,20
2111748	Senador Alexandre Costa	MA	16,28	3,72	41,70	1,92	1,06	0,83	1,12
2112803	Viana	MA	16,28	3,72	41,70	1,95	1,17	0,91	1,23
2112902	Vitória do Mearim	MA	16,28	3,72	41,70	1,95	1,18	0,92	1,24
2202000	Buriti dos Lopes	PI	16,28	3,72	41,70	1,99	1,46	1,11	1,50
2202653	Caxingó	PI	16,28	3,72	41,70	2,00	1,45	1,11	1,49
2203305	Demerval Lobão	PI	16,28	3,72	41,70	1,93	1,07	0,83	1,13
2203503	Elesbão Veloso	PI	16,28	3,72	41,70	1,96	1,14	0,89	1,20

Documento assinado digitalmente por: SERGIO RODRIGUES AYRMORAES SOARES;FLAVIO HADLER TROGER;MARCO VINICIUS CASTRO GONCALVES;THIAGO HENRIQUES FONTENELLE;CARLOS ALBERTO PERDIGAO PESSOA;DANIEL ASSUMPÇÃO COSTA FERREIRA

A autenticidade deste documento 02500.015892/2022 pode ser verificada no site <http://verificacao.ana.gov.br/verificacao.aspx> informando o código verificador: D30B34CD.



Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
2204659	Ilha Grande	PI	16,28	3,72	41,70	1,99	1,45	1,10	1,48
2206209	Miguel Alves	PI	16,28	3,72	41,70	1,97	1,37	1,05	1,42
2207702	Parnaíba	PI	16,28	3,72	41,70	1,99	1,46	1,11	1,50
2208502	Porto	PI	16,28	3,72	41,70	1,97	1,37	1,05	1,42
2209708	São Francisco do Piauí	PI	16,28	3,72	41,70	1,97	1,17	0,91	1,22
2303303	Cariús	CE	16,28	3,72	41,70	2,01	1,41	1,08	1,45
2305407	Icó	CE	16,28	3,72	41,70	2,01	1,40	1,07	1,45
2305506	Iguatu	CE	16,28	3,72	41,70	2,02	1,42	1,08	1,46
2307007	Jaguaruana	CE	16,28	3,72	41,70	2,04	1,53	1,16	1,56
2307106	Jardim	CE	16,28	3,72	41,70	2,03	1,28	0,99	1,34
2307601	Limoeiro do Norte	CE	16,28	3,72	41,70	2,03	1,50	1,14	1,54
2308708	Morada Nova	CE	16,28	3,72	41,70	1,99	1,42	1,08	1,46
2311355	Quixelô	CE	16,28	3,72	41,70	2,04	1,46	1,11	1,50
2311504	Quixeré	CE	16,28	3,72	41,70	2,04	1,53	1,16	1,57
2311801	Russas	CE	16,28	3,72	41,70	2,03	1,50	1,14	1,54
2312502	São João do Jaguaribe	CE	16,28	3,72	41,70	2,03	1,50	1,14	1,54
2313104	Tabuleiro do Norte	CE	16,28	3,72	41,70	2,04	1,52	1,15	1,56
2401008	Apodi	RN	16,28	3,72	41,70	2,06	1,56	1,18	1,59
2403707	Felipe Guerra	RN	16,28	3,72	41,70	2,06	1,57	1,19	1,60
2603009	Cabrobó	PE	16,28	3,72	41,70	2,02	1,43	1,09	1,47
2703205	Igreja Nova	AL	16,28	3,72	41,70	1,97	1,39	1,06	1,43
2706703	Penedo	AL	16,28	3,72	41,70	1,97	1,39	1,06	1,43
2707503	Porto Real do Colégio	AL	16,28	3,72	41,70	1,92	1,13	0,88	1,18
2800704	Brejo Grande	SE	16,28	3,72	41,70	1,88	1,11	0,86	1,16
2801603	Cedro de São João	SE	16,28	3,72	41,70	1,87	1,09	0,84	1,14
2802700	Ilha das Flores	SE	16,28	3,72	41,70	1,88	1,11	0,86	1,16
2803401	Japoatã	SE	16,28	3,72	41,70	1,88	1,10	0,85	1,15
2804409	Neópolis	SE	16,28	3,72	41,70	1,88	1,10	0,85	1,15
2804904	Pacatuba	SE	16,28	3,72	41,70	1,88	1,10	0,86	1,16
2805703	Propriá	SE	16,28	3,72	41,70	1,87	1,09	0,85	1,15
2807303	Telha	SE	16,28	3,72	41,70	1,87	1,09	0,84	1,14
2900504	Érico Cardoso	BA	16,28	3,72	41,70	2,00	1,33	1,02	1,38
2905701	Camaçari	BA	16,28	3,72	41,70	1,99	1,02	0,80	1,08
2909307	Correntina	BA	16,28	3,72	41,70	1,99	1,25	0,96	1,30
3101102	Aimorés	MG	16,28	3,72	41,70	1,99	1,32	1,01	1,37
3116308	Cipotânea	MG	16,28	3,72	41,70	1,93	1,11	0,86	1,16
3123601	Elói Mendes	MG	16,28	3,72	41,70	1,93	1,12	0,87	1,18

Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
3126208	Formoso	MG	16,28	3,72	41,70	1,98	1,25	0,96	1,30
3132503	Itamarandiba	MG	16,28	3,72	41,70	1,98	1,18	0,92	1,24
3143450	Montezuma	MG	16,28	3,72	41,70	2,12	1,30	1,01	1,36
3162906	São João Nepomuceno	MG	16,28	3,72	41,70	1,93	1,11	0,86	1,16
3502507	Aparecida	SP	16,28	3,72	41,70	1,87	1,09	0,85	1,14
3508504	Caçapava	SP	16,28	3,72	41,70	1,85	1,03	0,80	1,08
3508603	Cachoeira Paulista	SP	16,28	3,72	41,70	1,87	1,09	0,85	1,14
3513603	Cunha	SP	16,28	3,72	41,70	1,87	1,09	0,85	1,14
3518404	Guaratinguetá	SP	16,28	3,72	41,70	1,85	1,04	0,82	1,10
3520301	Iguape	SP	16,28	3,72	41,70	1,87	1,01	0,79	1,07
3524600	Jacupiranga	SP	16,28	3,72	41,70	1,85	0,97	0,76	1,03
3527207	Lorena	SP	16,28	3,72	41,70	1,87	1,09	0,85	1,14
3528809	Maracaí	SP	16,28	3,72	41,70	1,98	1,17	0,91	1,23
3537156	Pedrinhas Paulista	SP	16,28	3,72	41,70	1,98	1,18	0,91	1,23
3538006	Pindamonhangaba	SP	16,28	3,72	41,70	1,85	1,04	0,81	1,09
3540754	Potim	SP	16,28	3,72	41,70	1,85	1,02	0,80	1,08
3542602	Registro	SP	16,28	3,72	41,70	1,86	1,00	0,78	1,06
3549904	São José dos Campos	SP	16,28	3,72	41,70	1,86	1,05	0,82	1,11
3554102	Taubaté	SP	16,28	3,72	41,70	1,85	1,04	0,81	1,09
3554805	Tremembé	SP	16,28	3,72	41,70	1,85	1,04	0,81	1,09
4100905	Amaporã	PR	13,87	3,72	0,14	1,71	1,46	1,09	1,48
4101101	Andirá	PR	13,55	3,68	0,14	1,68	1,39	1,05	1,41
4101200	Antonina	PR	13,55	3,68	0,14	1,57	1,08	0,82	1,11
4103602	Cambará	PR	13,55	3,68	0,14	1,67	1,38	1,04	1,40
4104402	Cândido de Abreu	PR	16,28	3,72	41,70	1,87	0,77	0,62	0,84
4105607	Cidade Gaúcha	PR	16,99	4,12	0,17	1,71	1,51	1,13	1,52
4107256	Douradina	PR	16,11	4,01	0,16	1,72	1,52	1,13	1,53
4109500	Guaraqueçaba	PR	13,55	3,68	0,14	1,57	1,07	0,82	1,11
4109609	Guaratuba	PR	13,57	3,68	0,14	1,58	1,09	0,84	1,13
4109906	Icaraíma	PR	14,71	3,83	0,15	1,74	1,52	1,13	1,53
4111555	Ivaté	PR	16,99	4,12	0,17	1,73	1,54	1,15	1,55
4115705	Matinhos	PR	13,55	3,68	0,14	1,57	1,07	0,82	1,10
4116208	Morretes	PR	13,55	3,68	0,14	1,58	1,10	0,84	1,14
4118204	Paranaguá	PR	13,55	3,68	0,14	1,57	1,08	0,82	1,11
4119707	Planaltina do Paraná	PR	16,99	4,12	0,17	1,73	1,54	1,15	1,56
4119954	Pontal do Paraná	PR	13,55	3,68	0,14	1,57	1,08	0,82	1,11
4121000	Querência do Norte	PR	13,54	3,68	0,14	1,73	1,49	1,12	1,51



Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
4122404	Rolândia	PR	16,28	3,72	41,70	2,01	1,22	0,94	1,28
4123303	Santa Cruz de Monte Castelo	PR	15,92	3,98	0,16	1,73	1,53	1,15	1,55
4123709	Santa Isabel do Ivaí	PR	16,99	4,12	0,17	1,73	1,54	1,15	1,56
4123907	Santa Mariana	PR	13,55	3,68	0,14	1,70	1,41	1,06	1,43
4123956	Santa Mônica	PR	16,99	4,12	0,17	1,72	1,52	1,13	1,53
4125704	São Miguel do Iguaçu	PR	13,55	3,68	0,14	1,72	1,46	1,09	1,48
4126678	Tamarana	PR	13,55	3,68	0,14	1,54	1,27	0,96	1,29
4127304	Terra Rica	PR	13,72	3,70	0,14	1,75	1,52	1,14	1,54
4200200	Agrolândia	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,06	0,83	1,12
4200309	Agronômica	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,06	0,83	1,12
4200705	Alfredo Wagner	SC	16,28	3,72	41,70	1,90	1,02	0,80	1,08
4201257	Apiúna	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,05	0,82	1,11
4201307	Araquari	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,09
4201406	Araranguá	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,12	0,87	1,17
4201703	Ascurra	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,08
4202107	Barra Velha	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,04	0,81	1,09
4202206	Benedito Novo	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,08
4202305	Biguaçu	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,11	0,86	1,16
4202404	Blumenau	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,04	0,81	1,10
4202859	Braço do Trombudo	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,03	0,81	1,09
4202909	Brusque	SC	16,28	3,72	41,70	1,82	1,06	0,82	1,11
4203204	Camboriú	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,08	0,84	1,13
4203709	Canelinha	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,07	0,83	1,12
4203956	Capivari de Baixo	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,08	0,84	1,13
4204251	Cocal do Sul	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,09	0,85	1,15
4204509	Corupá	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,01	0,79	1,07
4204608	Criciúma	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,10	0,86	1,16
4205100	Dona Emma	SC	16,28	3,72	41,70	1,90	1,03	0,81	1,09
4205159	Doutor Pedrinho	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,02	0,79	1,07
4205191	Ermo	SC	16,28	3,72	41,70	1,93	1,12	0,87	1,17
4205456	Forquilhinha	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,11	0,86	1,16
4205704	Garopaba	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,09	0,85	1,15
4205803	Garuva	SC	16,28	3,72	41,70	1,80	1,01	0,79	1,07
4205902	Gaspar	SC	16,28	3,72	41,70	1,82	1,05	0,82	1,11
4206207	Gravatal	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,06	0,82	1,11
4206306	Guabiruba	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,04	0,81	1,10
4206504	Guaramirim	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,02	0,80	1,07

Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
4206900	Ibirama	SC	16,28	3,72	41,70	1,82	1,06	0,83	1,12
4207007	İçara	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,10	0,86	1,16
4207106	Ilhota	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,05	0,82	1,10
4207205	Imaruí	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,07	0,83	1,12
4207304	Imbituba	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,09	0,85	1,15
4207502	Indaial	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,04	0,81	1,10
4208203	Itajaí	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,08	0,84	1,13
4208302	Itapema	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,08	0,84	1,14
4208450	Itapoá	SC	16,28	3,72	41,70	1,80	1,00	0,78	1,05
4208708	Jacinto Machado	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,10	0,86	1,16
4208807	Jaguaruna	SC	16,28	3,72	41,70	1,86	1,12	0,87	1,17
4208906	Jaraguá do Sul	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,08
4209102	Joinville	SC	16,28	3,72	41,70	1,80	1,01	0,79	1,07
4209409	Laguna	SC	16,28	3,72	41,70	1,85	1,11	0,86	1,16
4209508	Laurentino	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,06	0,83	1,12
4209904	Lontras	SC	16,28	3,72	41,70	1,93	1,09	0,85	1,15
4210001	Luiz Alves	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,05	0,82	1,10
4210407	Maracajá	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,10	0,86	1,16
4210605	Massaranduba	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,09
4210803	Meleiro	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,10	0,86	1,16
4210852	Mirim Doce	SC	16,28	3,72	41,70	1,93	1,06	0,83	1,12
4211207	Morro da Fumaça	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,09	0,85	1,15
4211256	Morro Grande	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,09	0,85	1,15
4211306	Navegantes	SC	16,28	3,72	41,70	1,82	1,07	0,83	1,12
4211603	Nova Veneza	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,08	0,84	1,14
4211900	Palhoça	SC	16,28	3,72	41,70	1,85	1,13	0,87	1,18
4212254	Passo de Torres	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,10	0,86	1,16
4212304	Paulo Lopes	SC	16,28	3,72	41,70	1,89	1,08	0,84	1,14
4212403	Pedras Grandes	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,08	0,84	1,13
4212650	Pescaria Brava	SC	16,28	3,72	41,70	1,85	1,09	0,85	1,14
4212809	Balneário Piçarras	SC	16,28	3,72	41,70	1,82	1,07	0,83	1,12
4213203	Pomerode	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,09
4213500	Porto Belo	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,08	0,84	1,14
4213708	Pouso Redondo	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,03	0,81	1,09
4213807	Praia Grande	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,10	0,86	1,15
4214003	Presidente Getúlio	SC	16,28	3,72	41,70	1,90	1,03	0,81	1,09
4214508	Rio do Campo	SC	16,28	3,72	41,70	1,90	1,01	0,80	1,07
4214607	Rio do Oeste	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,04	0,81	1,10
4214706	Rio dos Cedros	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,02	0,80	1,08

Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K ($\text{cm}.\text{dia}^{-1}$)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
4214805	Rio do Sul	SC	16,28	3,72	41,70	1,93	1,09	0,85	1,15
4215109	Rodeio	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,08
4215307	Salete	SC	16,28	3,72	41,70	1,89	1,01	0,79	1,07
4215455	Sangão	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,10	0,86	1,16
4215653	Santa Rosa do Sul	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,10	0,85	1,15
4215703	Santo Amaro da Imperatriz	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,09	0,85	1,14
4216206	São Francisco do Sul	SC	16,28	3,72	41,70	1,80	1,00	0,79	1,06
4216305	São João Batista	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,07	0,83	1,12
4216354	São João do Itaperiú	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,04	0,81	1,09
4216404	São João do Sul	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,10	0,86	1,16
4217402	Schroeder	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,02	0,80	1,08
4217600	Siderópolis	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,06	0,82	1,11
4217709	Sombrio	SC	16,28	3,72	41,70	1,93	1,12	0,87	1,17
4217808	Taió	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,03	0,81	1,09
4218004	Tijucas	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,08	0,84	1,14
4218103	Timbé do Sul	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,09	0,85	1,15
4218202	Timbó	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,03	0,80	1,08
4218350	Treviso	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,06	0,82	1,11
4218400	Treze de Maio	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,08	0,84	1,13
4218608	Trombudo Central	SC	16,28	3,72	41,70	1,92	1,06	0,83	1,12
4218707	Tubarão	SC	16,28	3,72	41,70	1,83	1,06	0,82	1,11
4218806	Turvo	SC	16,28	3,72	41,70	1,91	1,09	0,85	1,15
4219002	Urussanga	SC	16,28	3,72	41,70	1,84	1,07	0,83	1,12
4219358	Vitor Meireles	SC	16,28	3,72	41,70	1,81	1,01	0,79	1,07
4219408	Witmarsum	SC	16,28	3,72	41,70	1,89	1,00	0,79	1,06
4300034	Aceguá	RS	15,18	3,82	54,22	2,14	1,38	1,06	1,43
4300109	Agudo	RS	13,63	3,69	70,00	2,16	1,32	1,02	1,38
4300406	Alegrete	RS	23,39	4,73	30,05	2,04	1,36	1,04	1,41
4300604	Alvorada	RS	13,63	3,69	70,00	2,10	1,26	0,98	1,32
4300638	Amaral Ferrador	RS	18,06	4,23	48,80	2,05	1,22	0,95	1,28
4300851	Arambaré	RS	25,61	4,89	39,81	1,98	1,25	0,96	1,30
4301305	Arroio Grande	RS	19,63	4,24	44,62	2,06	1,30	1,00	1,35
4301602	Bagé	RS	13,59	3,61	51,97	2,10	1,50	1,14	1,54
4301636	Balneário Pinhal	RS	14,29	3,74	69,70	2,14	1,37	1,05	1,42
4301875	Barra do Quaraí	RS	13,43	3,66	34,93	2,01	1,45	1,10	1,49
4301909	Barra do Ribeiro	RS	21,07	4,55	40,07	1,97	1,51	1,14	1,54
4302709	Butiá	RS	13,63	3,69	70,00	2,09	1,25	0,97	1,31

Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
4302808	Caçapava do Sul	RS	13,22	3,62	67,69	2,17	1,33	1,03	1,39
4302907	Cacequi	RS	13,63	3,69	70,00	2,21	1,36	1,05	1,42
4303004	Cachoeira do Sul	RS	12,92	3,57	65,97	2,13	1,27	0,98	1,33
4303509	Camaquã	RS	22,57	4,67	39,19	1,96	1,23	0,95	1,28
4304200	Candelária	RS	13,63	3,69	70,00	2,13	1,31	1,01	1,37
4304358	Candiota	RS	4,98	2,22	21,65	1,87	1,27	0,97	1,31
4304507	Canguçu	RS	19,63	4,43	41,29	2,04	1,27	0,98	1,33
4304606	Canoas	RS	13,63	3,69	70,00	2,10	1,27	0,98	1,33
4304663	Capão do Leão	RS	19,65	4,39	41,41	2,04	1,28	0,99	1,33
4304671	Capivari do Sul	RS	29,03	4,91	63,06	2,22	1,36	1,05	1,42
4304689	Capela de Santana	RS	13,63	3,69	70,00	2,10	1,26	0,98	1,32
4304713	Caraá	RS	13,63	3,69	70,00	2,12	1,21	0,94	1,28
4305124	Cerrito	RS	19,90	4,46	40,00	2,03	1,27	0,98	1,32
4305132	Cerro Branco	RS	13,63	3,69	70,00	2,16	1,32	1,02	1,38
4305355	Charqueadas	RS	14,06	3,74	67,95	2,10	1,27	0,99	1,33
4305439	Chuí	RS	12,22	3,40	49,60	2,02	1,26	0,97	1,31
4305454	Cidreira	RS	58,62	5,50	66,88	2,31	1,63	1,25	1,68
4306056	Cristal	RS	20,46	4,50	40,00	2,01	1,21	0,94	1,26
4306205	Cruzeiro do Sul	RS	13,63	3,69	70,00	2,11	1,29	1,00	1,35
4306379	Dilermando de Aguiar	RS	13,63	3,69	70,00	2,15	1,36	1,05	1,42
4306502	Dom Feliciano	RS	13,63	3,69	70,00	2,08	1,22	0,95	1,28
4306551	Dom Pedro de Alcântara	RS	23,20	4,81	15,83	1,79	1,08	0,84	1,13
4306601	Dom Pedrito	RS	14,25	3,75	64,56	2,21	1,41	1,08	1,46
4306700	Dona Francisca	RS	13,63	3,69	66,59	2,11	1,31	1,01	1,36
4306767	Eldorado do Sul	RS	13,76	3,71	68,30	2,09	1,26	0,98	1,32
4306908	Encruzilhada do Sul	RS	15,50	3,92	61,03	2,13	1,27	0,99	1,33
4307708	Esteio	RS	13,63	3,69	70,00	2,10	1,27	0,98	1,33
4308003	Faxinal do Soturno	RS	13,63	3,69	69,75	2,13	1,31	1,02	1,37
4308409	Formigueiro	RS	13,06	3,59	66,78	2,16	1,26	0,98	1,33
4308656	Garruchos	RS	16,74	3,88	55,53	2,12	1,43	1,10	1,48
4308805	General Câmara	RS	13,63	3,69	70,00	2,12	1,29	1,00	1,35
4309050	Glorinha	RS	16,50	4,03	53,77	2,03	1,25	0,97	1,31
4309209	Gravataí	RS	13,63	3,69	70,00	2,10	1,26	0,98	1,32
4309308	Guaíba	RS	23,58	4,67	46,66	2,03	1,28	0,99	1,33
4309654	Hulha Negra	RS	11,08	3,31	70,00	2,17	1,36	1,05	1,42
4310207	Ijuí	RS	16,28	3,72	41,70	2,05	1,33	1,02	1,38
4310553	Itacurubi	RS	19,39	4,40	20,00	1,90	1,34	1,02	1,38

Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K ($\text{cm}.\text{dia}^{-1}$)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
4310603	Itaqui	RS	33,23	5,59	42,07	2,15	1,50	1,15	1,55
4310751	Ivorá	RS	16,28	3,72	41,70	1,96	1,28	0,98	1,32
4311007	Jaguarão	RS	24,26	4,72	41,66	2,08	1,32	1,02	1,38
4311106	Jaguari	RS	13,68	3,69	69,89	2,16	1,38	1,06	1,44
4311502	Lavras do Sul	RS	13,24	3,63	58,25	2,15	1,37	1,06	1,43
4311718	Maçambará	RS	27,30	5,00	44,87	2,13	1,47	1,12	1,51
4311734	Mampituba	RS	14,75	3,82	63,66	2,06	1,13	0,89	1,20
4311759	Manoel Viana	RS	19,50	4,27	63,78	2,20	1,46	1,12	1,51
4311775	Maquiné	RS	17,40	4,16	33,55	1,92	1,16	0,90	1,21
4311981	Mariana Pimentel	RS	19,78	4,44	40,41	1,96	1,23	0,95	1,28
4312104	Mata	RS	13,63	3,69	70,00	2,16	1,37	1,06	1,43
4312138	Mato Castelhano	RS	16,28	3,72	41,70	2,04	1,30	1,00	1,35
4312252	Minas do Leão	RS	13,46	3,66	69,06	2,09	1,27	0,98	1,32
4312401	Montenegro	RS	13,63	3,69	70,00	2,10	1,27	0,98	1,33
4312443	Morrinhos do Sul	RS	14,19	3,76	66,85	2,07	1,13	0,89	1,20
4312500	Mostardas	RS	19,90	16,20	40,00	2,75	1,27	1,02	1,37
4313037	Nova Esperança do Sul	RS	14,71	3,80	67,40	2,16	1,39	1,07	1,45
4313102	Nova Palma	RS	13,64	3,69	64,04	2,10	1,30	1,01	1,36
4313375	Nova Santa Rita	RS	13,93	3,71	69,86	2,10	1,28	0,99	1,34
4313391	Novo Cabrais	RS	13,63	3,69	70,00	2,16	1,32	1,02	1,38
4313508	Osório	RS	14,68	3,82	59,82	2,08	1,25	0,97	1,31
4313656	Palmares do Sul	RS	18,17	12,22	48,28	2,69	1,25	1,00	1,35
4313953	Pantano Grande	RS	12,15	3,44	60,89	2,03	1,25	0,97	1,31
4314027	Paraíso do Sul	RS	13,63	3,69	70,00	2,16	1,32	1,02	1,38
4314076	Passo do Sobrado	RS	13,63	3,69	70,00	2,12	1,31	1,01	1,37
4314175	Pedras Altas	RS	9,10	3,02	70,00	2,13	1,40	1,07	1,45
4314209	Pedro Osório	RS	26,54	5,07	40,00	2,08	1,32	1,02	1,37
4314407	Pelotas	RS	17,57	4,14	42,91	2,03	1,26	0,97	1,31
4314506	Pinheiro Machado	RS	63,35	7,96	40,00	2,30	1,55	1,18	1,60
4314605	Piratini	RS	15,64	3,84	64,54	2,17	1,32	1,02	1,38
4314902	Porto Alegre	RS	13,63	3,69	70,00	2,10	1,27	0,98	1,33
4315305	Quaraí	RS	18,95	4,35	21,14	1,91	1,37	1,05	1,41
4315503	Restinga Sêca	RS	13,63	3,69	70,00	2,17	1,29	1,00	1,35
4315602	Rio Grande	RS	36,48	4,68	46,62	2,10	1,40	1,07	1,45
4315701	Rio Pardo	RS	13,05	3,59	66,74	2,08	1,27	0,98	1,33
4316006	Rolante	RS	13,63	3,69	70,00	2,12	1,21	0,94	1,27
4316402	Rosário do Sul	RS	13,82	3,71	69,06	2,22	1,38	1,06	1,44
4316808	Santa Cruz do Sul	RS	13,63	3,69	70,00	2,13	1,31	1,01	1,37
4316907	Santa Maria	RS	13,63	3,69	70,00	2,13	1,33	1,02	1,38

Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K (cm.dia-1)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
4316972	Santa Margarida do Sul	RS	11,66	3,36	58,92	2,12	1,47	1,12	1,51
4317004	Santana da Boa Vista	RS	11,93	3,45	49,24	2,05	1,29	0,99	1,34
4317103	Sant'Ana do Livramento	RS	14,54	3,80	64,22	2,13	1,38	1,06	1,44
4317301	Santa Vitória do Palmar	RS	18,54	4,07	46,38	2,06	1,30	1,00	1,35
4317400	Santiago	RS	16,28	3,72	41,70	2,08	1,29	1,00	1,34
4317608	Santo Antônio da Patrulha	RS	13,94	3,73	68,23	2,12	1,23	0,96	1,29
4317707	Santo Antônio das Missões	RS	29,27	5,26	34,94	2,07	1,44	1,10	1,49
4318002	São Borja	RS	22,84	4,47	51,80	2,14	1,71	1,29	1,74
4318101	São Francisco de Assis	RS	13,63	3,69	70,00	2,17	1,40	1,08	1,45
4318309	São Gabriel	RS	11,86	3,39	59,98	2,13	1,36	1,05	1,41
4318408	São Jerônimo	RS	14,64	3,81	65,17	2,07	1,23	0,95	1,28
4318432	São João do Polêsine	RS	13,63	3,69	70,00	2,13	1,31	1,01	1,37
4318507	São José do Norte	RS	19,26	11,29	28,29	2,26	1,52	1,16	1,57
4318804	São Lourenço do Sul	RS	21,69	4,59	40,07	2,02	1,24	0,96	1,29
4319125	São Martinho da Serra	RS	13,63	3,69	70,00	2,13	1,32	1,02	1,38
4319406	São Pedro do Sul	RS	13,68	3,70	69,87	2,20	1,34	1,04	1,40
4319604	São Sepé	RS	11,14	3,27	55,71	2,06	1,30	1,00	1,35
4319802	São Vicente do Sul	RS	13,63	3,69	70,00	2,21	1,36	1,05	1,42
4320354	Sentinela do Sul	RS	19,99	4,47	39,38	1,99	1,18	0,92	1,24
4320552	Sertão Santana	RS	19,87	4,46	38,92	1,95	1,23	0,95	1,28
4321105	Tapes	RS	21,22	4,56	39,49	1,95	1,21	0,93	1,26
4321204	Taquara	RS	13,63	3,69	70,00	2,08	1,22	0,95	1,28
4321303	Taquari	RS	13,63	3,69	70,00	2,11	1,28	0,99	1,33
4321352	Tavares	RS	19,90	17,19	40,00	2,82	1,32	1,05	1,42
4321436	Terra de Areia	RS	13,63	3,69	70,00	2,09	1,15	0,90	1,22
4321493	Toropi	RS	13,63	3,69	70,00	2,15	1,35	1,04	1,41
4321501	Torres	RS	18,75	4,29	41,03	1,94	1,34	1,02	1,38
4321600	Tramandaí	RS	92,61	6,97	53,61	2,32	1,77	1,34	1,81
4321667	Três Cachoeiras	RS	15,41	3,90	59,92	2,05	1,15	0,90	1,21
4322004	Triunfo	RS	17,47	3,99	68,27	2,13	1,31	1,01	1,36
4322327	Turuçu	RS	18,41	4,25	41,86	2,02	1,25	0,96	1,30
4322400	Uruguaiana	RS	18,06	4,21	27,60	1,97	1,42	1,08	1,46
4322525	Vale Verde	RS	13,63	3,69	70,00	2,12	1,30	1,00	1,36

Código Municipal	Município	UF	PARÂMETROS DE SOLO			VAZÕES UNITÁRIAS ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$)			
			Condutividade hidráulica K ($\text{cm}.\text{dia}^{-1}$)	Porosidade drenável μ (%)	Camada impermeável ou nível freático Pimp (cm)	Enchimento dos tabuleiros	Demandas normais	Média da Safra	Média dos Dias com Irrigação
4322533	Vale do Sol	RS	13,63	3,69	70,00	2,13	1,31	1,01	1,36
4322608	Venâncio Aires	RS	13,63	3,69	70,00	2,12	1,29	1,00	1,35
4322707	Vera Cruz	RS	13,63	3,69	70,00	2,13	1,31	1,01	1,37
4323002	Viamão	RS	18,76	4,12	64,51	2,10	1,29	1,00	1,34
4323457	Vila Nova do Sul	RS	4,80	2,19	20,00	1,86	1,26	0,96	1,30
5002100	Bela Vista	MS	16,28	3,72	41,70	2,05	1,36	1,04	1,41
5003454	Deodápolis	MS	15,92	3,99	18,00	1,84	1,47	1,11	1,49
5003504	Douradina	MS	15,92	3,99	18,00	1,85	1,44	1,09	1,47
5003702	Dourados	MS	15,92	3,99	18,00	1,83	1,44	1,09	1,47
5003801	Fátima do Sul	MS	15,92	3,99	18,00	1,84	1,47	1,11	1,49
5004502	Itaporã	MS	15,92	3,99	18,00	1,83	1,44	1,08	1,46
5005400	Maracaju	MS	15,92	3,99	18,00	1,82	1,42	1,07	1,45
5005608	Miranda	MS	45,71	6,47	29,83	1,97	1,36	1,04	1,41
5006606	Ponta Porã	MS	15,92	3,99	18,00	1,82	1,43	1,08	1,45
5007208	Rio Brilhante	MS	15,92	3,99	18,00	1,82	1,43	1,08	1,46
5105259	Lucas do Rio Verde	MT	16,28	3,72	41,70	1,93	1,18	0,91	1,23
5106224	Nova Mutum	MT	16,28	3,72	41,70	1,93	1,08	0,84	1,14
5107248	Santa Carmem	MT	16,28	3,72	41,70	1,95	1,20	0,93	1,26
5107909	Sinop	MT	16,28	3,72	41,70	1,95	1,19	0,92	1,25
5107925	Sorriso	MT	16,28	3,72	41,70	1,95	1,22	0,94	1,27
5107941	Tabaporã	MT	16,28	3,72	41,70	1,92	1,14	0,88	1,19
5108006	Tapurah	MT	16,28	3,72	41,70	1,92	1,17	0,90	1,22
5207907	Flores de Goiás	GO	35,55	5,96	40,85	2,05	1,35	1,04	1,40
5208004	Formosa	GO	34,87	5,90	36,72	2,02	1,30	1,00	1,35
5220009	São João d'Aliança	GO	33,70	5,80	29,64	1,93	1,29	0,99	1,33
5220207	São Miguel do Araguaia	GO	38,72	6,22	60,00	2,29	1,36	1,06	1,43