

COEFICIENTES TÉCNICOS DE
USO DA ÁGUA



PARA A
AGRICULTURA IRRIGADA

República Federativa do Brasil

Jair Bolsonaro

Presidente da República

Ministério do Desenvolvimento Regional

Gustavo Henrique Rigodanzo Canuto

Ministro

Agência Nacional de Águas

Diretoria Colegiada

Christianne Dias Ferreira (Diretora-Presidente)

Ney Maranhão (até 16 de julho de 2019)

Ricardo Medeiros de Andrade

Oscar Cordeiro Netto

Marcelo Cruz

Secretaria Geral (SGE)

Rogério de Abreu Menescal

Procuradoria Federal (PF/ANA)

Emiliano Ribeiro de Souza

Corregedoria (COR)

Maurício Abijaodi Lopes de Vasconcellos

Auditoria Interna (AUD)

Eliomar Ayres da Fonseca Rios

Chefia de Gabinete (GAB)

Thiago Serrat

Gerência Geral de Estratégia (GGES)

Nazareno Marques de Araújo

Superintendência de Planejamento de

Recursos Hídricos (SPR)

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

**Superintendência de Gestão da
Rede Hidrometeorológica (SGH)**

Marcelo Jorge Medeiros

Superintendência de Operações e

Eventos Críticos (SOE)

Joaquim Guedes Correa Gondim Filho

Superintendência de Implementação de

Programas e Projetos (SIP)

Tibério Magalhães Pinheiro

**Superintendência de Apoio ao Sistema
Nacional de Gerenciamento de Recursos**

Hídricos (SAS)

Humberto Cardoso Gonçalves

Superintendência de Tecnologia da

Informação (STI)

Sérgio Augusto Barbosa

Superintendência de Regulação (SRE)

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Fiscalização (SFI)

Alan Vaz Lopes

**Superintendência de Administração,
Finanças e Gestão de Pessoas (SAF)**

Luís André Muniz

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

COEFICIENTES

TÉCNICOS DE

USO DA ÁGUA PARA A

AGRICULTURA

IRRIGADA

BRASÍLIA - DF

ANA

2019

© 2019, Agência Nacional de Águas – ANA.

Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B,
L, M e T.

CEP: 70610-200, Brasília – DF.

PABX: (61) 2109-5400 | (61) 2109-5252

Endereço eletrônico: www.ana.gov.br

COMITÊ DE EDITORAÇÃO

Diretor

Ricardo Medeiros de Andrade

Superintendentes

Humberto Cardoso Gonçalves

Joaquim Guedes Correa Gondim Filho

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Secretário Executivo

Rogério de Abreu Menescal

As ilustrações, tabelas e gráficos sem indicação de fonte foram elaborados pela ANA.

Informações, críticas, sugestões, correções de dados: cedoc@ana.gov.br

Disponível também em: <http://www.ana.gov.br>

Todos os direitos reservados

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

EQUIPE EDITORIAL

Supervisão editorial

Thiago Henriques Fontenelle

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Revisão dos originais

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Carlos Alberto Perdigão Pessoa

Marcus André Fuckner

Fotografias

Banco de Imagens ANA

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda.

Projeto gráfico e Produção

Agência Nacional de Águas

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda.

Agência Nacional de Águas

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

Coordenação Geral

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Coordenação Executiva

Thiago Henriques Fontenelle

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Colaboradores

Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira

Gonzalo Álvaro Vázquez Fernandez

Marco Vinícius Castro Gonçalves

Wagner Martins da Cunha Vilella

Catálogo na fonte - CEDOC/Biblioteca

A265c

Agência Nacional de Águas (Brasil).

Coeficientes técnicos de uso da água para a agricultura irrigada/ Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2019.

29 p.: il.

1. Irrigação Agrícola 2. Água - Uso. I. Título

CDU 631.674

Elaborada por Fernanda Medeiros - CRB-1/1864

An aerial photograph of a rural landscape. The foreground is dominated by a vibrant green field, likely corn, with distinct rows. A dirt road winds through the fields, curving and looping. In the background, there are more fields, some appearing darker green or brown, suggesting different crops or stages of growth. The overall scene is a typical agricultural landscape.

SUMÁRIO

Plantação e estrada rural em Brodowski (SP)
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO | 7 |
| 1 CONTEXTUALIZAÇÃO | 9 |
| 2 METODOLOGIA | 11 |
| 3 ACESSO AOS DADOS E APLICAÇÕES | 19 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 25 |
| APÊNDICE A - CULTURAS ANALISADAS E PARÂMETROS TÉCNICOS ADOTADOS | 27 |

A Agência Nacional de Águas – ANA elabora continuamente estudos sobre os principais setores usuários de recursos hídricos. Essa base técnica é utilizada na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, por meio de instrumentos de planejamento e de gestão, como a outorga de direito de uso da água, a cobrança pelo uso, os planos de recursos hídricos e outros documentos setoriais (Plano Nacional de Segurança Hídrica, Atlas Esgotos, Atlas Brasil: abastecimento urbano, Atlas Irrigação, dentre outros). Os resultados subsidiam tomadas de decisão com vistas à compatibilização dos usos múltiplos e à segurança hídrica da população e das atividades produtivas.

A agricultura irrigada é o maior e mais dinâmico setor usuário de recursos hídricos, sendo responsável por cerca de 50% do volume de água captado em mananciais no Brasil, o que supera a média de um milhão de litros a cada segundo. A ANA vem construindo nos últimos anos uma importante base técnica sobre esse setor, consolidada na primeira edição do Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada (disponível em <http://atlasirrigacao.ana.gov.br>), cuja segunda edição será lançada em 2020.

Além dos estudos de diagnóstico, prognóstico e potencial de expansão da área irrigada e do uso da água associado, verificou-se a necessidade de produzir e disponibilizar uma base de coeficientes técnicos para a agricultura irrigada que possa subsidiar tanto agricultores e o planejamento do setor privado quanto a atuação dos órgãos gestores de recursos hídricos, seja no planejamento geral ou na implementação dos instrumentos de gestão, notadamente a outorga.

Dessa forma, a ANA apresenta na publicação de Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada valores de referência com grande relevância para o planejamento e a gestão da irrigação. Os indicadores de uso da água – mensais, por cultura e município – são resultado de milhões de simulações com dados climáticos e parâmetros técnicos detalhados ao longo do estudo. Os resultados estão acessíveis por meio de painel interativo de indicadores no portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (www.snirh.gov.br > Usos da Água).

APRESENTAÇÃO

Os Coeficientes Técnicos para a Agricultura Irrigada fornecem informações estratégicas ao planejamento e à gestão da agricultura irrigada e dos recursos hídricos, contribuindo para tomadas de decisão sobre a segurança hídrica em diferentes escalas. Os coeficientes são um desdobramento de estudos técnicos da ANA, em especial do Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada e do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil - ambos disponíveis em www.snirh.gov.br > Usos da Água.

Os Coeficientes Técnicos foram obtidos por meio de simulações mensais de áreas colhidas, para 61 culturas identificadas pelo IBGE, para cada município, totalizando aproximadamente 10 milhões de simulações. Foram calculados, mensalmente e por município, os seguintes indicadores:

Necessidade hídrica da cultura: demanda total por hectare, considerando as características da cultura e do clima médio local (demanda evapotranspirométrica total);

Precipitação efetiva: demanda que pode ser atendida pela precipitação, considerando as características da cultura, do solo e do clima médio local (demanda evapotranspirométrica suprida pelas chuvas e pelo solo - “água verde”);

Déficit de consumo: parcela da necessidade hídrica da cultura não atendida pela precipitação efetiva. Representa a necessidade de irrigação para a cultura (demanda evapotranspirométrica não atendida), sem considerar as perdas.

Necessidade de irrigação: déficit de consumo acrescido da ineficiência global do uso da água (perdas). Representa a necessidade de água para a cultura acrescida de perdas totais do sistema de irrigação, ou seja, a necessidade de captação de água superficial ou subterrânea (demanda de captação - “água azul”).

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os indicadores foram calculados em condições de clima médio local (dados da rede hidrometeorológica até dezembro de 2017). As unidades estão expressas em litro(s) por segundo por hectare cultivado (L/s/ha). A Tabela 1 apresenta fatores de conversão de valores para transformação da unidade de referência em outras unidades.

Para as culturas temporárias, as simulações são disponibilizadas por estágio ou fase da cultura, ou com um valor médio, que representa uma média simples da necessidade das quatro fases.

O objetivo principal desse estudo consiste na disponibilização de uma base técnica robusta de valores de referência para a agricultura irrigada, visando subsidiar tomadas de decisão tanto no setor privado quanto no planejamento e na gestão do setor público, notadamente dos atores que atuam na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Política Nacional de Irrigação.

Com a perspectiva de expansão da irrigação sobre 3 milhões de hectares até 2030, resultando em 40% de aumento do uso da água, informações mais precisas e detalhadas tornam-se ainda mais importantes para que essa expansão ocorra de forma sustentável, com segurança hídrica, para o próprio setor e para os demais usos da água. Vale lembrar que a irrigação tem grande relevância na economia agrícola brasileira e na promoção da segurança alimentar e nutricional da população.

Dentre as aplicações potenciais dessa base de dados, destacam-se os mais diversos estudos de planejamento e gestão da agricultura irrigada e dos recursos hídricos envolvendo: demandas hídricas, balanço hídrico, análises de custo-benefício, rendimento da produção, risco climático, suporte a decisão para outorga, cobrança pelo uso da água e mudanças climáticas, dentre outros.

Ao fazer uso de parâmetros técnicos conhecidos e de dados de grande número de estações climatológicas (INMET) e pluviométricas (Hidroweb/ANA) pelo País, os resultados apresentam elevada precisão para a escala de trabalho adotada, sendo passíveis de adoção pelos diversos atores em seus processos de planejamento e gestão. Por outro lado, quando disponíveis dados mais refinados sobre o clima e os parâmetros das culturas na escala da propriedade rural, esses devem ser privilegiados, sendo os valores aqui publicados uma referência de partida para avaliações locais mais detalhadas.

Tabela 1. Fatores de conversão de unidades.

| MULTIPLICAR | POR | PARA OBTER |
|---|------------------------------|---|
| litro(s) por segundo por hectare (L/s/ha) | 3.600 | litro(s) por hora por hectare (L/hr/ha) |
| | 86.400 | litro(s) por dia por hectare (L/dia/ha) |
| | 86.400 x (n° de dias no mês) | litro(s) por mês por hectare (L/mês/ha) |
| | 0,001 | metro(s) cúbico(s) por segundo por hectare (m ³ /s/ha) |
| | 3,6 | metro(s) cúbico(s) por hora por hectare (m ³ /hr/ha) |
| | 86,4 | metro(s) cúbico(s) por dia por hectare (m ³ /dia/ha) |
| | 86,4 x (n° de dias no mês) | metro(s) cúbico(s) por mês por hectare (m ³ /mês/ha) |
| Hectare (ha) | 10.000 | metro quadrado (m ²) |
| | 0,01 | quilômetro quadrado (km ²) |
| | 2,47105 | acres (ac) |

As metodologias de cálculo seguem os procedimentos detalhados no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (Capítulo 6). A mesma metodologia foi adotada para as estimativas do Atlas Irrigação.

Nesses estudos anteriores foram estimadas demandas hídricas totais com base em informações de áreas efetivamente irrigadas. Para a construção dos Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada, foram estimadas demandas específicas (L/s/ha) com a ocorrência potencial de todas as culturas, em todos os municípios e em todos os meses do ano.

O método de cálculo baseia-se na estimativa da necessidade de água pela cultura, em um determinado estágio de desenvolvimento e em um determinado clima local. Assim, é realizado o balanço hídrico nas áreas potencialmente irrigadas, atribuindo à irrigação a fração de água necessária às culturas e não suprida por fontes naturais (chuva e solo), acrescida das perdas globais do sistema de irrigação. A Figura 1 apresenta uma representação esquemática dos principais processos relacionados à irrigação e à estimativa de demandas para uma cultura temporária hipotética.

O balanço hídrico calculado nas áreas potencialmente irrigadas simplifica os processos que ocorrem na interface da agricultura com o ciclo hidrológico, requerendo três grupos de informações, sobre: **clima**, **culturas** e **sistemas de irrigação**.

Os **dados climáticos** informam qual o suprimento potencial de água da chuva para as plantas e qual a evapotranspiração potencial de referência (ET_o) de uma região. A evapotranspiração compreende tanto a evaporação da superfície do solo e da vegetação quanto a transpiração das plantas.

Cada **cultura** necessita de uma quantidade de água, e em cada fase de desenvolvimento da mesma cultura essa quantidade também varia. Essa informação é agregada para se calcular a evapotranspiração real da cultura, ou seja, o suprimento necessário para seus processos fisiológicos naquele clima local.

2 METODOLOGIA

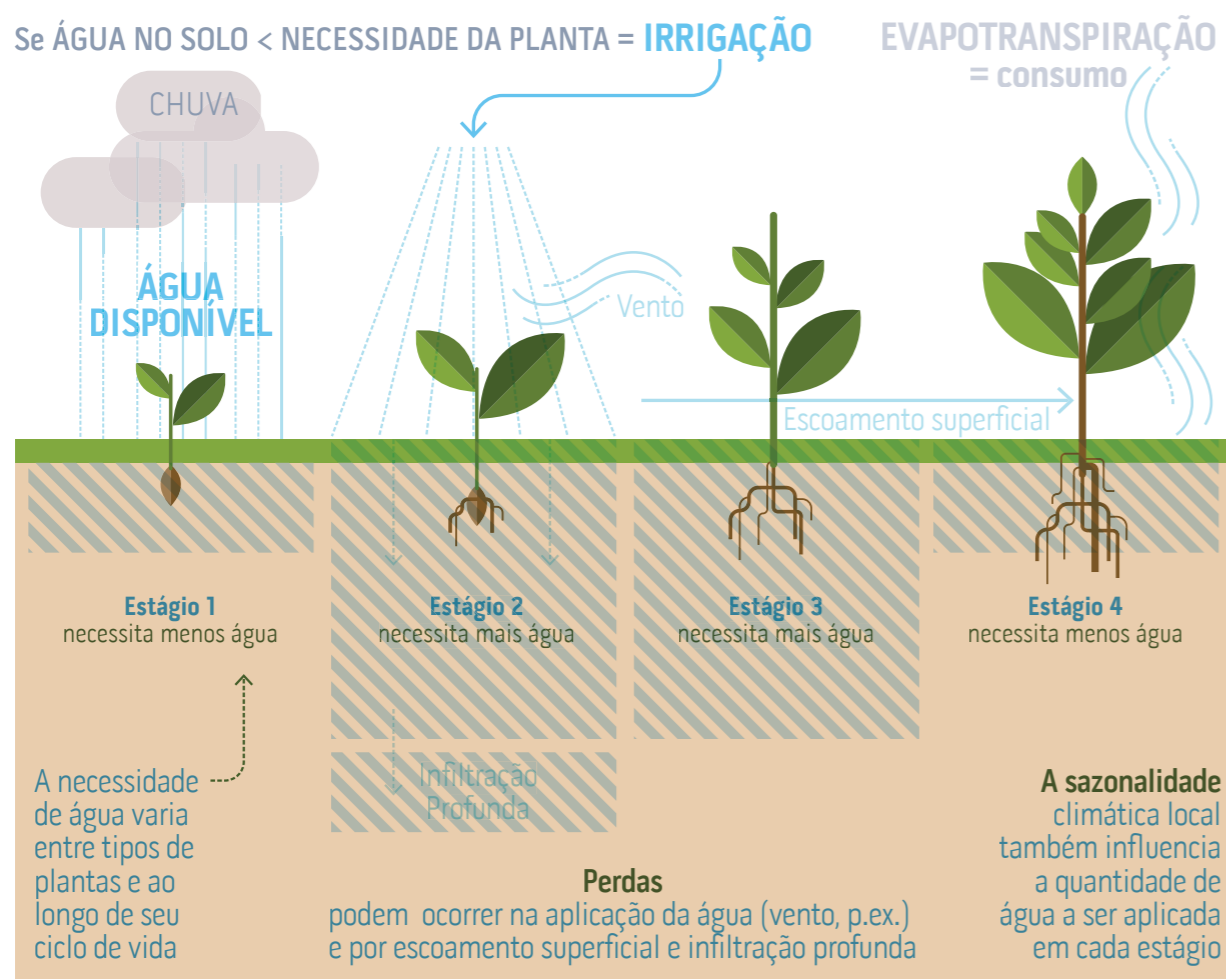


Figura 1. Representação esquemática dos processos relacionados à irrigação.

O **clima e a cultura**, em conjunto com informações sobre o **solo**, auxiliam na estimativa da disponibilidade de água no solo e da precipitação efetiva (água da chuva que a planta consegue efetivamente aproveitar). A irrigação visa suplementar o que a planta necessita, ou seja, complementa o que é fornecido pelas demais fontes (solo e chuva).

Por fim, é necessário conhecer a eficiência do **sistema de irrigação** adotado para que se estime as perdas que ocorrem entre o volume de água captado e o volume de água utilizado pela planta. As perdas são somadas à necessidade evapotranspiométrica suplementar da cultura, resultando na demanda total de captação de água

superficial ou subterrânea, ou simplesmente “necessidade de irrigação”.

A água oriunda de fontes naturais, utilizada pelas plantas e devolvida à atmosfera (evapotranspiração) é comumente chamada de “água verde”. Essa água pode ser melhor aproveitada com boas práticas de manejo realizadas na propriedade rural, em especial aquelas que facilitam a infiltração e o armazenamento da água no solo (aração, plantio direto, adubação, curvas de nível etc.). Já a água captada em corpos hídricos e aplicada artificialmente é chamada de “água azul”. Boas práticas agrícolas e sistemas mais eficientes reduzem a necessidade de irrigação por hectare.

A Figura 2 detalha as etapas específicas para estimativa do balanço hídrico nas áreas irrigáveis, cujo resultado final consiste nos coeficientes técnicos mensais, por cultura e município. A Tabela 1 apresenta um resumo das principais fontes de dados e métodos aplicadas nas estimativas. Destaca-se que foram simuladas 61 culturas, cujos principais parâmetros técnicos são apresentados pelo Boletim FAO 56. O Apêndice A detalha as culturas analisadas e os parâmetros técnicos adotados (coeficientes de cultura, profundidades radiculares efetivas e fatores de disponibilidade de água).

Com relação aos dados climáticos, destaca-se o uso de 10.083 estações da Rede Hidrometeorológica

Nacional (RHN), coordenada pela ANA, e de 524 estações meteorológicas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo 261 automáticas, com dados horários.

A Tabela 3 apresenta indicadores mínimos de eficiência de uso de água por sistema de irrigação adotados pela ANA. Recomenda-se a adoção desses valores de referência nas simulações realizadas pelos usuários.

Maiores detalhes técnicos sobre a metodologia podem ser obtidos no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, acessível em www.snirh.gov.br > Usos da Água.

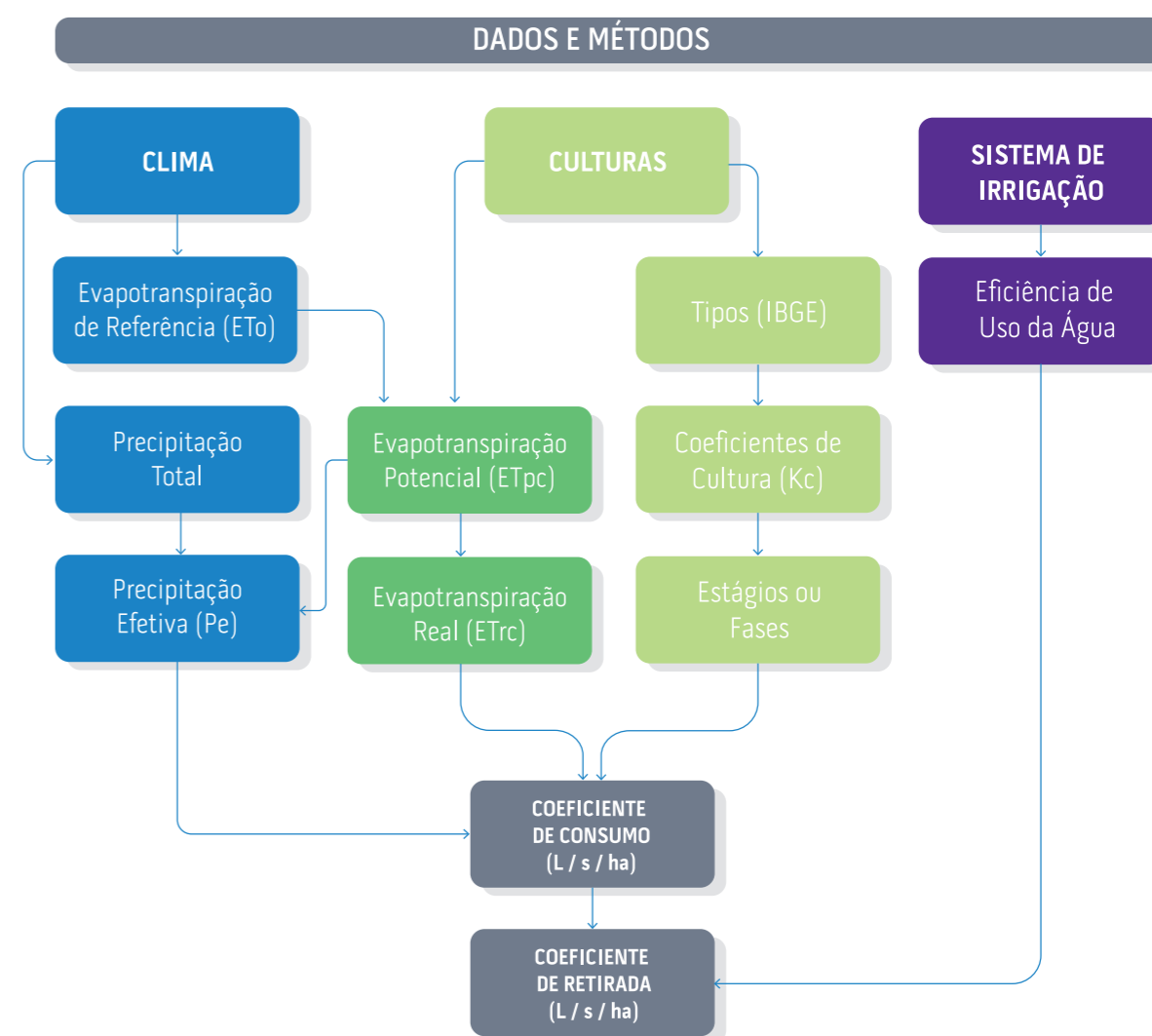


Figura 2. Fluxograma para a estimativa de coeficientes técnicos para a agricultura irrigada

Tabela 2. Principais fontes de dados e métodos aplicados nas estimativas.

| VARIÁVEL/ PARÂMETRO | FONTE PRINCIPAL |
|--|---|
| Precipitação Total | Dados da rede Hidroweb/ANA: 10.083 estações com disponibilidade acima de 60 meses (dados até dezembro de 2017) |
| Culturas | Simuladas as 61 culturas identificadas pelo IBGE em 2017 na pesquisa Produção Agrícola Municipal (Apêndice A) |
| Evapotranspiração Potencial (ET _o) | Dados da rede INMET: 524 estações meteorológicas, sendo 261 automáticas (dados até dezembro de 2017) Método Penman-Monteith: Boletim FAO 56 ¹ |
| Evapotranspiração real da cultura (ET _{rc}) | ET _o x kc x ks |
| Coeficientes de cultura (kc) | Boletim FAO 56 ¹ (Apêndice A) |
| Capacidade de água disponível (CAD) | Adaptado de: Rossato, 2001 ² ; Rossato et al., 2004 ³ ; Tomasella et al., 2000 ⁴ |
| Profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (Z) | Boletim FAO 56 ¹ (Apêndice A) |
| Fator de disponibilidade de água (f) | Boletim FAO 56 ¹ (Apêndice A) |
| Coeficiente de umidade do solo (ks) | Função da CAD, da profundidade radicular (Z) e do fator de disponibilidade (f) |
| Eficiência do sistema de irrigação (%) | Valores de referência do Manual de Outorga da ANA: 80 a 95% para sistemas mecanizados (Tabela 3) |

¹ ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, n. 56. Rome: FAO, 1998.

² ROSSATO, L. Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo do Brasil. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001, 139 p.

³ ROSSATO, L.; ALVALÁ, R. C. S.; TOMASSELLA, J. Variação espaço-temporal da umidade do solo no Brasil: análise das condições médias para o período de 1971-1990. Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, p.113 - 122, 2004.

⁴ TOMASELLA, J., HODNETT, M.G., ROSSATO, L. Pedotransfer functions for the estimation of soil water retention in Brazilian soils. Soil Science Society of America Journal, 64, 327-338, 2000.

Tabela 3. Indicadores de eficiência de uso de água para sistemas de irrigação⁵.

| Método | SISTEMA DE IRRIGAÇÃO | EFICIÊNCIA DE REFERÊNCIA (%) | PERDAS (%) |
|-------------|---|------------------------------|------------|
| Superfície | Sulcos abertos | 65 | 35 |
| | Sulcos fechados ou interligados em bacias | 75 | 25 |
| | Inundação | 60 | 40 |
| Subterrâneo | Gotejamento subterrâneo ou enterrado | 95 | 5 |
| | Subirrigação ou elevação do lençol freático | 60 | 40 |
| Aspersão | Convencional com linhas laterais ou malha | 80 | 20 |
| | Mangueiras perfuradas | 85 | 15 |
| | Canhão autopropelido/Carretel enrolador | 80 | 20 |
| | Pivô central (fixo ou rebocável) | 85 | 15 |
| | Linear | 90 | 10 |
| Localizado | Gotejamento | 95 | 5 |
| | Microaspersão | 90 | 10 |

⁵ Adaptado de ANA (2013) - Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Brasília: ANA, 2013, 252 p.

3 ACESSO AOS DADOS E APLICAÇÕES

Plantações, estradas rurais e mata nativa às margens da rodovia BR-153 em Prata (MG)
Raylton Alves/ Banco de imagens ANA

Os Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada estão disponíveis por meio de Painel Dinâmico de Indicadores, acessível em www.snirh.gov.br > Usos da Água. O Painel permite ao usuário selecionar o município e a cultura de interesse, simulando os coeficientes técnicos de acordo com a garantia da precipitação efetiva e a eficiência do sistema de irrigação. Cabe destacar que quanto menor a precipitação e a eficiência do uso da água, maiores serão os déficits e, conseqüentemente, o requerimento de irrigação.

Os Coeficientes Técnicos fornecem dados mensais, considerando o clima médio da série histórica, por município, para 61 culturas. Estão disponíveis os seguintes indicadores: Necessidade hídrica da cultura; Precipitação efetiva; Déficit de consumo; e Necessidade de irrigação. As Figuras 3 e 4 apresentam instruções de uso comentadas para consulta ao Painel de Indicadores (www.snirh.gov.br > Usos da Água).

Há diversas aplicações potenciais dessa base de dados na esfera do planejamento e da gestão da agricultura irrigada e dos recursos hídricos: desde instrumentos legais de planejamento como os planos de recursos hídricos, os planos de irrigação e os zoneamentos; até instrumentos de gestão, como a cobrança e a outorga de direito de uso da água. Ou seja, qualquer avaliação técnica sobre demandas e balanço hídrico, tanto por parte de gestores quanto de empreendedores, poderá fazer uso dessa base de dados, associadas às demais informações relevantes em cada situação.

As informações geradas são também úteis para estudos sobre mudanças ou variabilidades climáticas e seus impactos na produção agrícola (irrigada ou de sequeiro), tais como em análises de custo-benefício de mitigação às mudanças/variabilidades e em análises de impacto dos déficits e excessos hídricos sobre o rendimento e os custos de produção agrícola.

INSTRUÇÕES DE USO DO PAINEL DE INDICADORES

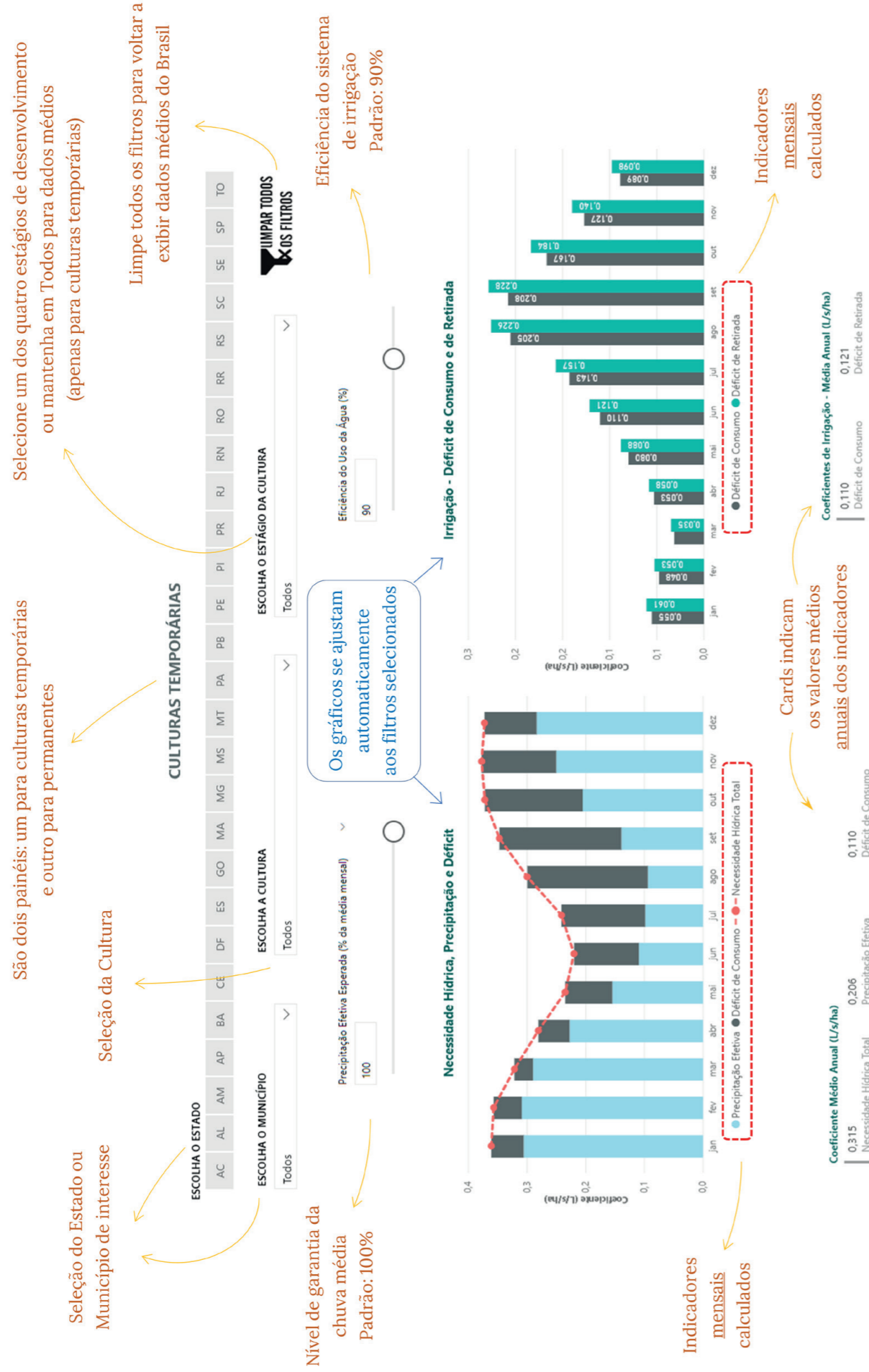


Figura 3. Instruções de uso do Painel Dinâmico de Indicadores (a).

INSTRUÇÕES DE USO DO PAINEL DE INDICADORES

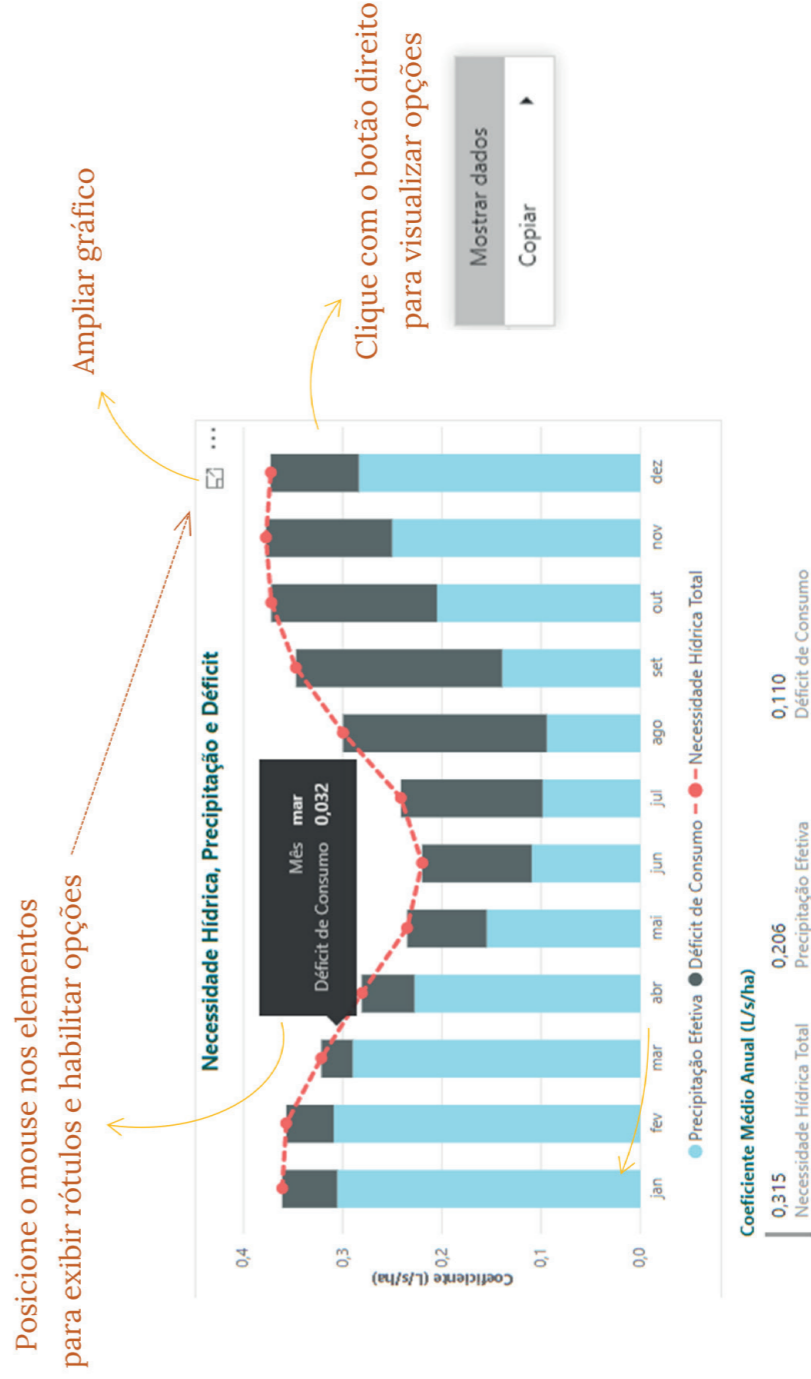


Figura 4. Instruções de uso do Painel Dinâmico de Indicadores (b).

O risco climático associado a diferentes cenários de calendário agrícola (irrigado e de sequeiro) pode ser melhor dimensionado a partir dos resultados disponibilizados, uma vez que os calendários mais adequados à produção maximizam o uso eficiente dos recursos ambientais.

Em suma, os coeficientes permitem o refinamento de qualquer estudo que utilize as estimativas de demanda hídrica para a agricultura irrigada, incluindo dimensionamento de infraestrutura hídrica e concessão de outorga.

As Figuras 5 e 6 apresentam um exercício de estimativa de demanda hídrica (vazões de

consumo e de retirada) a partir dos valores de coeficientes técnicos. Foi considerado o plantio de feijão em 14 de junho (3ª safra) no município de Sorriso-MT em uma área de 40 hectares, duração de 91 dias, precipitação efetiva média mensal com 100% de garantia e eficiência do sistema de irrigação de 90%.

Utilizando esses parâmetros, a Figura 5 ilustra o calendário do feijão com sua sucessão de estágios ao longo dos meses. Em julho e agosto, por exemplo, a cultura passará por diferentes estágios.

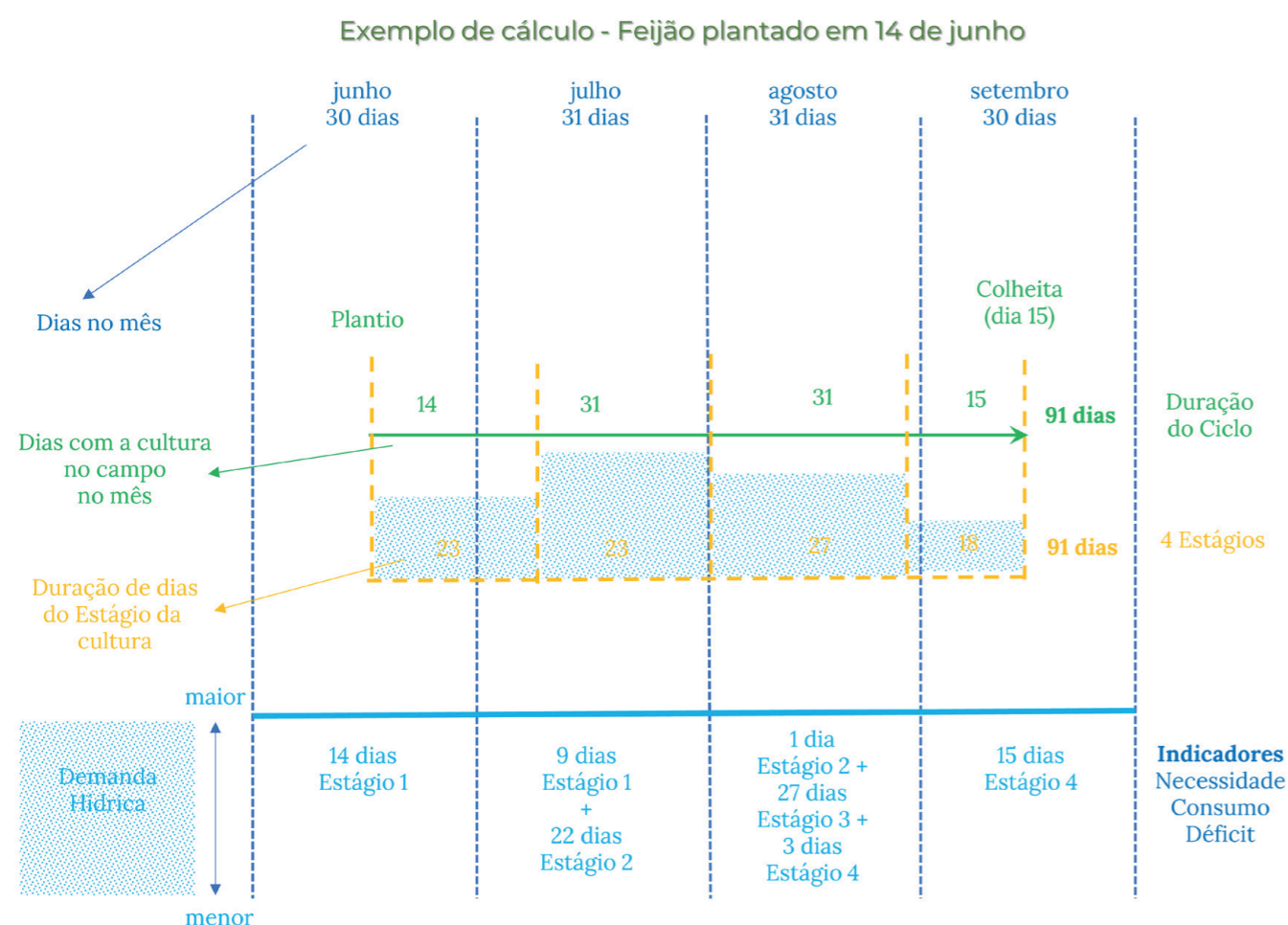


Figura 5. Exemplo esquemático de simulação de demanda hídrica para feijão plantado em 16 de junho.

A Tabela 4 ilustra os cálculos de demanda hídrica com base nas informações mencionadas anteriormente e com os coeficientes técnicos obtidos no Painel de Indicadores do estudo (valores em azul).

Conclui-se que a cultura do feijão plantada na 3ª safra na região de Sorriso/MT – no auge do período seco – demandaria uma vazão média de retirada de 0,0155 m³/s (ou 15,5 litros por segundo) do plantio à colheita (91 dias).

Considerando a ausência de irrigação na mesma área em outras safras, a vazão média anual seria de 0,0039 m³/s (3,9 l/s). O mês de agosto seria o de maior demanda com média mensal de 0,0239 m³/s (23,9 l/s).

Tabela 4. Exemplo de cálculo de demanda hídrica a partir dos coeficientes técnicos de uso da água.

Município: SORRISO-MT

Ciclo: 91 dias

Cultura: Feijão

Eficiência do sistema de irrigação: 90%

Precipitação Efetiva: 100% da média mensal

Área irrigada: 40 hectares

| Mês | DIAS | ESTÁGIO | ÁREA IRRIGADA (HA) | Coeficiente de Consumo (l/s/ha) | Coeficiente de Retirada (l/s/ha) | DEMANDA DE CONSUMO (M³) | | DEMANDA DE RETIRADA (M³) | |
|-----|------|---------|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | | | | | | por estágio e mês | por mês | por estágio e mês | por mês |
| Jun | 14 | I | 40 | 0,144 | 0,158 | 6.967 | 6.967 | 7.663 | 7.663 |
| Jul | 9 | I | 40 | 0,175 | 0,192 | 5.428 | 31.135 | 5.971 | 34.249 |
| | 22 | II | 40 | 0,338 | 0,372 | 25.707 | | 28.278 | |
| Ago | 1 | II | 40 | 0,381 | 0,419 | 1.316 | 58.268 | 1.447 | 64.095 |
| | 27 | III | 40 | 0,569 | 0,626 | 53.135 | | 58.448 | |
| | 3 | IV | 40 | 0,368 | 0,405 | 3.817 | | 4.199 | |
| Set | 15 | IV | 40 | 0,274 | 0,301 | 14.206 | 14.206 | 15.626 | 15.626 |

| TOTAL | VOLUME (M³/ANO) | 110.576 | 110.576 | 121.634 | 121.634 |
|-------|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | MÉDIA NOS 91 DIAS DE IRRIGAÇÃO (M³/S) | 0,0141 | 0,0141 | 0,0155 | 0,0155 |
| | MÉDIA NOS MESES DE IRRIGAÇÃO (M³/S) | 0,0105 | 0,0105 | 0,0115 | 0,0115 |
| | MÉDIA ANUAL (M³/S) | 0,0035 | 0,0035 | 0,0039 | 0,0039 |

Accesse a planilha: <http://bit.ly/exf31j40>

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Plantações e estradas rurais em Ribeirão Preto (SP)
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

A agricultura irrigada gera riquezas, empregos e movimentação de cadeias produtivas agropecuárias e agroindustriais. Dentre os diversos benefícios observados na prática da irrigação, pode-se destacar o aumento significativo da produtividade em relação à agricultura de sequeiro, a diminuição da pressão sobre a abertura de novas áreas para agricultura, a otimização do uso do solo e de insumos (máquinas, implementos, mão-de-obra etc.), o aumento e a regularidade na oferta de produtos agrícolas, o estímulo à implantação de agroindústrias e a minimização de riscos climáticos. Embora seja o maior e mais dinâmico setor usuário de recursos hídricos, a irrigação ainda carece de dados e informações.

Os Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada fornecem dados estratégicos ao planejamento e à gestão da agricultura irrigada e dos recursos hídricos - fornecendo uma base de dados robusta para aplicação nos setores público e privado.

Os indicadores foram calculados para todos os municípios brasileiros utilizando bases de dados amplas, atualizadas e consistentes. Para os dados climáticos, por exemplo, foi utilizada toda a base de monitoramento pluviométrico da Rede Hidrometeorológica Nacional - RHN/ANA (> de 10 mil estações), além de 524 estações da rede INMET para os cálculos de evapotranspiração potencial. O Painel de Indicadores disponibilizado na internet (www.snirh.gov.br > Usos da Água) permite ao usuário recalculá-los com facilidade e em diferentes cenários de garantia da precipitação e de eficiência dos sistemas de irrigação.

Para tomadas de decisão na escala da propriedade rural, como no dimensionamento de equipamentos, os indicadores de referência devem ser analisados com cautela em função de incertezas associadas aos próprios dados climáticos e aos parâmetros adotados para as culturas. Ou seja, dados obtidos localmente, quando disponíveis, devem ser analisados em conjunto com os valores de referência.

A publicação dos Coeficientes Técnicos faz parte do conjunto de estudos que vêm sendo elaborados pela ANA para atualização do Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada, cuja segunda edição será lançada em 2020. Dentre as diversas aplicações potenciais, a base técnica atualizada e ampliada do Atlas Irrigação deverá ser utilizada na elaboração do novo Plano Nacional de Recursos Hídricos e dos estudos de base para o Plano Nacional de Irrigação.

Mais informações sobre a agricultura irrigada brasileira podem ser acessadas em outras

publicações da ANA – como o Atlas Irrigação, lançado em 2017 e em atualização; e o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil e as segundas edições do Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil e do Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada e Fertirrigada no Brasil, lançados em 2019. Mapas interativos, dados desagregados e outros conteúdos podem ser acessados no portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (www.snirh.gov.br > Usos da Água).



Pivô central no município de Igarassu (PE)
Daniel Aguiar / Banco de imagens ANA

APÊNDICE A – CULTURAS ANALISADAS E PARÂMETROS TÉCNICOS ADOTADOS

CULTURAS TEMPORÁRIAS

| Código Prodlis | NOME | Coeficiente de cultura (kc) | | | Profundidade radicular efetiva (Z) (m) | Fator de disponibilidade de água (f) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|-------|--|--------------------------------------|
| | | inicial | médio | final | | |
| 1193010 | Abacaxi ou ananás | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 |
| 1121010 | Algodão herbáceo em caroço | 0,35 | 1,18 | 0,6 | 1 | 0,65 |
| 1194010 | Alho | 0,7 | 1,05 | 0,7 | 0,3 | 0,3 |
| 1160010 | Amendoim em casca | 0,4 | 1,15 | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| 1110020 | Arroz em casca | 1,05 | 1,2 | 0,9 | 0,5 | 0,2 |
| 1110030 | Aveia em grão | 0,3 | 1,15 | 0,25 | 1 | 0,55 |
| 1194020 | Batata-inglesa (tubérculo) | 0,5 | 1,15 | 0,75 | 0,4 | 0,35 |
| 1130010 | Cana-de-açúcar | 0,4 | 1,25 | 0,75 | 1,2 | 0,65 |
| 1194030 | Cebola | 0,7 | 1,05 | 0,75 | 0,3 | 0,3 |
| 1110040 | Centeio em grão | 0,3 | 1,15 | 0,25 | 1 | 0,55 |
| 1110050 | Cevada, inclusive em grão | 0,3 | 1,15 | 0,25 | 1 | 0,55 |
| 1191010 | Ervilha em grão | 0,5 | 1,15 | 1,1 | 0,6 | 0,35 |
| 1191020 | Fava em grão | 0,5 | 1,15 | 0,3 | 0,5 | 0,45 |
| 1191030 | Feijão comum de cor em grão | 0,4 | 1,15 | 0,35 | 0,6 | 0,45 |
| 1140010 | Fumo em folha seca | 0,35 | 0,75 | 1 | 0,3 | 0,5 |
| 1160040 | Girassol (em grão) | 0,35 | 1,15 | 0,35 | 0,8 | 0,45 |
| 1122020 | Juta (fibra) | 0,35 | 1,1 | 0,25 | 0,8 | 0,5 |

Fonte principal dos dados (kc, Z e f): Boletim FAO 56 - ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, n. 56. Rome: FAO, 1998.

| Código Prodlist | NOME | Coeficiente de cultura (kc) | | | Profundidade radicular efetiva (Z) (m) | Fator de disponibilidade de água (f) |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-------|-------|--|--------------------------------------|
| | | inicial | médio | final | | |
| 1122040 | Linho (fibra) | 0,35 | 1,1 | 0,25 | 1 | 0,5 |
| 1122060 | Malva (fibra) - cultivo | 0,35 | 1,1 | 0,25 | 0,8 | 0,5 |
| 1160060 | Mamona (baga) | 0,35 | 1,15 | 0,55 | 1 | 0,5 |
| 1194040 | Mandioca, aipim ou macaxeira | 0,3 | 1,1 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| 1193020 | Melancia (fruto) | 0,4 | 1 | 0,75 | 0,8 | 0,4 |
| 1193030 | Melão (fruto) | 0,5 | 0,85 | 0,6 | 0,8 | 0,4 |
| 1110070 | Milho em grão | 0,3 | 1,2 | 0,35 | 1 | 0,55 |
| 1122080 | Rami (fibra) | 0,35 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,5 |
| 1150010 | Soja em grão | 0,4 | 1,15 | 0,5 | 0,6 | 0,5 |
| 1110090 | Sorgo em grão | 0,3 | 1,05 | 0,55 | 1 | 0,55 |
| 1199040 | Tomate rasteiro | 0,6 | 1,15 | 0,8 | 0,7 | 0,4 |
| 1110100 | Trigo em grão | 0,3 | 1,15 | 0,25 | 1 | 0,55 |
| 1110120 | Triticale em grão | 0,3 | 1,15 | 0,25 | 1 | 0,55 |

CULTURAS PERMANENTES

| Código Prodlist | NOME | Coeficiente de cultura (kc) médio | Profundidade radicular efetiva (Z) (m) | Fator de disponibilidade de água (f) |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1332010 | Abacate | 0,87 | 0,5 | 0,7 |
| 1332020 | Açaí (fruto) - cultivo | 1 | 1 | 0,65 |
| 1332080 | Banana | 1,2 | 0,5 | 0,35 |
| 1392010 | Borracha natural coagulada | 1 | 1 | 0,4 |
| 1350010 | Cacau (em amêndoa) | 1,05 | 0,7 | 0,3 |
| 1340021 | Café arábica (grãos verdes) | 0,9 | 0,9 | 0,4 |
| 1340022 | Café canephora (grãos verdes) | 0,9 | 0,9 | 0,4 |
| 1332120 | Caqui | 1 | 1 | 0,5 |

| Código Prodlist | NOME | Coeficiente de cultura (kc) médio | Profundidade radicular efetiva (Z) (m) | Fator de disponibilidade de água (f) |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1333010 | Castanha de caju - cultivo | 0,55 | 1 | 0,5 |
| 1399020 | Chá-da-índia | 1 | 0,9 | 0,4 |
| 1333030 | Coco-da-baía | 1 | 1 | 0,65 |
| 1394020 | Dendê (cacho de cocos) | 1 | 1 | 0,65 |
| 1399040 | Erva-mate (folha verde) | 1 | 0,9 | 0,4 |
| 1332190 | Figo | 1 | 1 | 0,5 |
| 1332220 | Goiaba | 1 | 1 | 0,5 |
| 1332250 | Guaraná semente | 1 | 1 | 0,5 |
| 1310010 | Laranja lima, pêra, da terra etc. | 0,8 | 1,2 | 0,5 |
| 1331040 | Limão (fruto) | 0,8 | 1,2 | 0,5 |
| 1332320 | Maçã | 0,95 | 1 | 0,5 |
| 1332330 | Mamão | 0,6 | 1 | 0,5 |
| 1332340 | Manga | 0,9 | 1 | 0,5 |
| 1332360 | Maracujá | 0,6 | 1 | 0,5 |
| 1399060 | Palmito de açaí, pupunha etc. | 1 | 0,7 | 0,65 |
| 1332400 | Pêra | 0,95 | 1 | 0,5 |
| 1332410 | Pêssego | 0,9 | 1 | 0,5 |
| 1391060 | Pimenta-do-reino | 1,05 | 0,5 | 0,3 |
| 1393020 | Sisal ou agave (fibra) | 0,7 | 0,5 | 0,8 |
| 1331070 | Tangerina | 0,8 | 1,2 | 0,5 |
| 1391070 | Urucum (semente colorífica) | 1 | 1 | 0,6 |
| 1320010 | Uvas (para mesa) | 0,85 | 1 | 0,35 |
| 1320020 | Uvas (p/ vinho, suco ou passas) | 0,85 | 1 | 0,45 |

