

Capítulo 1

Água na agricultura irrigada

Sara de Almeida Rios
Frederico Ozanan Machado Durães
Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

Introdução

O tema água na agricultura é estratégico para o Brasil, e são vários os pontos críticos que precisam ser conhecidos e gerenciados para que o uso desse recurso na produção agrícola seja realizado com sua máxima eficiência.

A variabilidade espaço-temporal da distribuição pluviométrica nas diferentes regiões brasileiras, além da diversidade e do aumento da demanda hídrica, requer tomadas de decisão relevantes, em nível global, nacional, regional, e também ações de gerenciamento da água na propriedade, que, se não realizadas, poderão inviabilizar, em curto prazo, os sistemas produtivos atuais. As questões de seca e escassez de água no Sudeste, as inundações no Norte e as secas no Nordeste ilustram alguns dos desafios potenciais que o País já enfrenta. Esses desafios crescem exponencialmente quando são consideradas as demandas de água no Brasil e no mundo para outros setores, especialmente o uso municipal (uso doméstico) e usos pelo setor industrial.

Como parte da solução dos desafios na agricultura irrigada, a política de uso dos recursos hídricos demandará especialmente conhecimento técnico para eficiência na gestão de distribuição e uso da água, com necessidade primordial, especialmente para o produtor, de avaliação da disponibilidade hídrica na região e propriedade, avaliação do desempenho e eficiência do sistema de irrigação dimensionado e real viabilidade econômica da produção sob sistema irrigado.

Este capítulo aborda o ciclo hidrológico e o balanço hídrico no sistema de produção agrícola irrigado, a conjuntura hídrica global e nacional, o gerenciamento da água na propriedade agrícola e a legislação de uso da água, todos com o objetivo de trazer para discussão e análise a temática do uso da água na agricultura.

O ciclo hidrológico e o balanço hídrico na agricultura irrigada

A água é a única substância que existe nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso) na natureza, com o seu ciclo, denominado ciclo hidrológico, representado numa escala que vai desde o macroprocesso de ciclagem da água na natureza (ciclo hidrológico) até o microprocesso de ciclagem no sistema de produção agrícola irrigada ou entorno (balanço hídrico na propriedade agrícola).

Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico (Figura 1) integra o aquecimento das regiões tropicais por causa da radiação solar, a qual provoca a evaporação contínua da água dos oceanos, que é transportada sob a forma de vapor pela circulação geral da atmosfera, para outras regiões.

Durante a transferência, parte do vapor de água condensa-se formando nuvens que, em razão do arrefecimento, podem dar origem à precipitação. A água no estado líquido segue o seu fluxo por ação conjunta da infiltração



Ciclo hidrológico



Figura 1. Ciclo hidrológico da água.

Fonte: Agência Nacional das Águas (2020).

Ilustração: Anderson Araújo.

e do escoamento superficial e subterrâneo proveniente dos rios e das correntes marítimas. O ciclo da água constitui, pois, um dos pilares fundamentais do ambiente e de alimentação e renovação dos cursos e reservatórios de água das várias bacias hidrográficas brasileiras, marcadas hoje por disparidades socioeconômicas e vulnerabilidades ambientais.

No conceito do ciclo hidrológico, destaca-se o contexto da transferência de energia, em que o ciclo da água inicia-se com parte da energia solar (parcela de energia dissipada do saldo de radiação denominado de calor latente) que incide na superfície terrestre, responsável pela transferência da água que se encontra nos solos e nas plantas para a atmosfera. Essa alteração do estado físico da água faz com que ela absorva calor, armazenando energia solar na molécula de vapor de água à medida que se transforma pela evapo-

ração. Essa influência da energia solar faz com que a água seja mais evapotranspirada, em particular durante os períodos mais quentes do dia e nas zonas mais quentes (maior temperatura) e secas (baixa umidade relativa) da terra, condições de maior demanda evaporativa da atmosfera.

Ciclo hidrológico em sistemas irrigados

O ciclo hidrológico, para condição de sistemas agrícolas irrigados, é mostrado na Figura 2, onde se encontra representado como se processa esse ciclo, envolvendo toda a dinâmica da água no contínuo solo-planta-atmosfera e evidenciando a interferência desse ciclo no balanço da água no perfil do solo. Também nessa figura é mostrada a relação entre a precipitação/irrigação (entrada de água), a evaporação, a transpiração e a drenagem (saída de água).

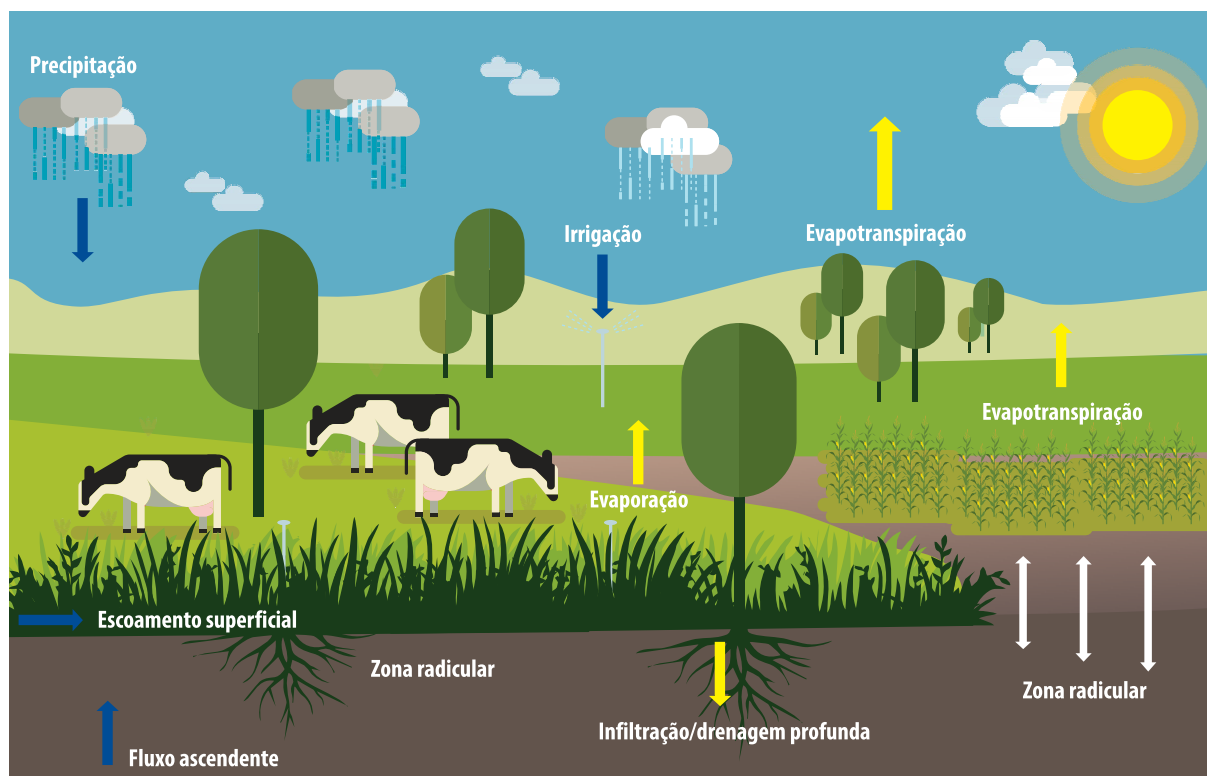


Figura 2. Ciclo hidrológico no contexto de sistemas de produção agrícola irrigados.

Ilustração: Paula Cristina Rodrigues Franco.

A água evapora para o ar de qualquer superfície úmida, seja ela água de lagos, dos cursos de água e do mar, solo ou folhagem, ou superfícies úmidas das células do parênquima esponjoso das folhas. A taxa de evaporação é governada pela energia da radiação incidente e pela temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento imediatamente acima da superfície evaporante.

Nos sistemas agrícolas em que a água de irrigação deve ser bem manejada, a evapotranspiração (*ET*) é mais intensa, independentemente da época do ano e do estágio de desenvolvimento das plantas, uma vez que as culturas não têm restrição hídrica, pelo fato de a aplicação de água de irrigação ser sempre realizada de acordo com a necessidade hídrica das plantas. O excedente da irrigação, quando ocorre em situações de manejo inadequado, passa por infiltração nas camadas mais profundas do perfil do solo, abaixo da zona radicular das plantas, denominada de percolação, e alimenta o lençol freático bem como escoar superficialmente.

No caso de ocorrência de chuvas mais intensas, pode haver escoamento superficial e acúmulo de água nas superfícies dos solos, de onde parte da água evapora e parte sofre também percolação profunda. A parcela da água percolada alimenta as nascentes, que, por sua vez, formam os cursos d'água que alimentam os rios, os quais vão desaguar no mar. A água do ciclo hidrológico, utilizada para a irrigação, pode ser captada direto de fontes dos rios, de reservatórios ou de poços subterrâneos. Os reservatórios podem ser construídos para o acúmulo de água na época das chuvas, de forma a disponibilizar a água armazenada para múltiplos usos na época da escassez hídrica.

Balanço hídrico

O balanço hídrico é o cômputo, a partir de várias escalas espaciais, das entradas e saídas de água de um sistema. Na escala macro, o balanço hídrico é o próprio ciclo hidrológico, cujo resultado nos fornece a água disponível no siste-

ma (no solo, nos rios, nos lagos, na vegetação e nos oceanos), isto é, na biosfera. Em uma escala intermediária, representada por uma microbacia hidrográfica, o balanço hídrico resulta na vazão de água desse sistema, ou seja, o balanço é o cálculo da precipitação diminuindo-se o deflúvio/vazão anual (Q) e a ET (Guandique; Morais, 2015). Para períodos em que a chuva é menor do que a demanda atmosférica por vapor d'água, a vazão (Q) diminui, ao passo em que, nos períodos em que a chuva supera a demanda, a vazão (Q) aumenta.

Na escala local, no caso de uma cultura, o balanço hídrico tem por objetivo estabelecer a variação de armazenamento e, conseqüentemente, a disponibilidade de água no solo. Conhecendo-se qual a umidade do solo ou quanto de água este armazena, é possível determinar se a cultura está sofrendo deficiência hídrica, a qual está diretamente ligada aos níveis de rendimento dessa lavoura.

Balanço hídrico de bacias hidrográficas

A Agência Nacional de Águas (ANA), com base em informações atualizadas de oferta, demandas e qualidade de água, realiza diagnóstico dos principais rios e bacias hidrográficas brasileiras, definindo áreas críticas do ponto de vista do balanço qualitativo e quantitativo, de forma a orientar as ações de planejamento e gestão, previstas na Política Nacional de Recursos Hídricos. A Lei nº 9.433, de 1997 (Brasil, 1997), conhecida como Lei das Águas, é o marco legal da Política Nacional de Recursos Hídricos. Em 2020, o marco legal do saneamento básico no Brasil foi atualizado pela Lei nº 14.026, que trouxe novas competências à agora Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

Em 2020, no Informe Conjuntura da ANA, foram delimitadas e identificadas 47 unidades, correspondentes à área de drenagem das bacias hidrográficas de rios de domínio da União, além de 17 unidades de gestão de bacias de domínio dos estados. Tudo isso com vistas ao

reconhecimento das demandas por gestão e definição de tipologias para as diversas bacias hidrográficas brasileiras (Agência Nacional de Águas, 2020). O balanço hídrico nacional (Figura 3) aponta as mesmas regiões críticas onde se verifica maior estresse hídrico, seja pela baixa disponibilidade (bacias da região semiárida, no Nordeste) seja pela alta demanda (bacias localizadas no Sul do País, com alta demanda para irrigação, principalmente de arroz) ou a combinação dos dois fatores (bacias do Tietê, pela expressiva demanda urbana associada à baixa disponibilidade em áreas de cabeceiras, bem como a região central do País, onde a criticidade ocorre pela alta demanda para irrigação associada à baixa disponibilidade em áreas de cabeceiras) (Agência Nacional de Águas, 2017). Outro aspecto diz respeito à alta demanda em regiões com grande concentração de sistema de irrigação por pivôs, destacando-se os rios Paranaíba, Grande e Paranapanema, uma vez que a região hidrográfica (RH) do Paraná responde por 44,1% do total de áreas ocupadas por pivôs centrais no Brasil. A irrigação também é fator determinante na limitação hídrica das bacias dos rios Grande e Verde Grande, ambas na RH do São Francisco.

Balanço hídrico no sistema de produção agrícola irrigado

Considerando-se um volume controle de solo, os componentes do balanço hídrico nos sistemas irrigados são apresentados na Figura 2.

Equacionando-se as entradas (+) e as saídas (–) de água do sistema, tem-se a variação de armazenamento de água no solo:

$$\Delta ARM = P + I + O + Ri + DLi + AC - ET - Ro - DLo - DP$$

em que P é precipitação; I é irrigação; O é orvalho; Ri é escoamento superficial; DLi é escoamento subsuperficial; AC é ascensão capilar (fluxo ascendente); ET é evapotranspiração; Ro é escoamento superficial; DLo é escoamen-

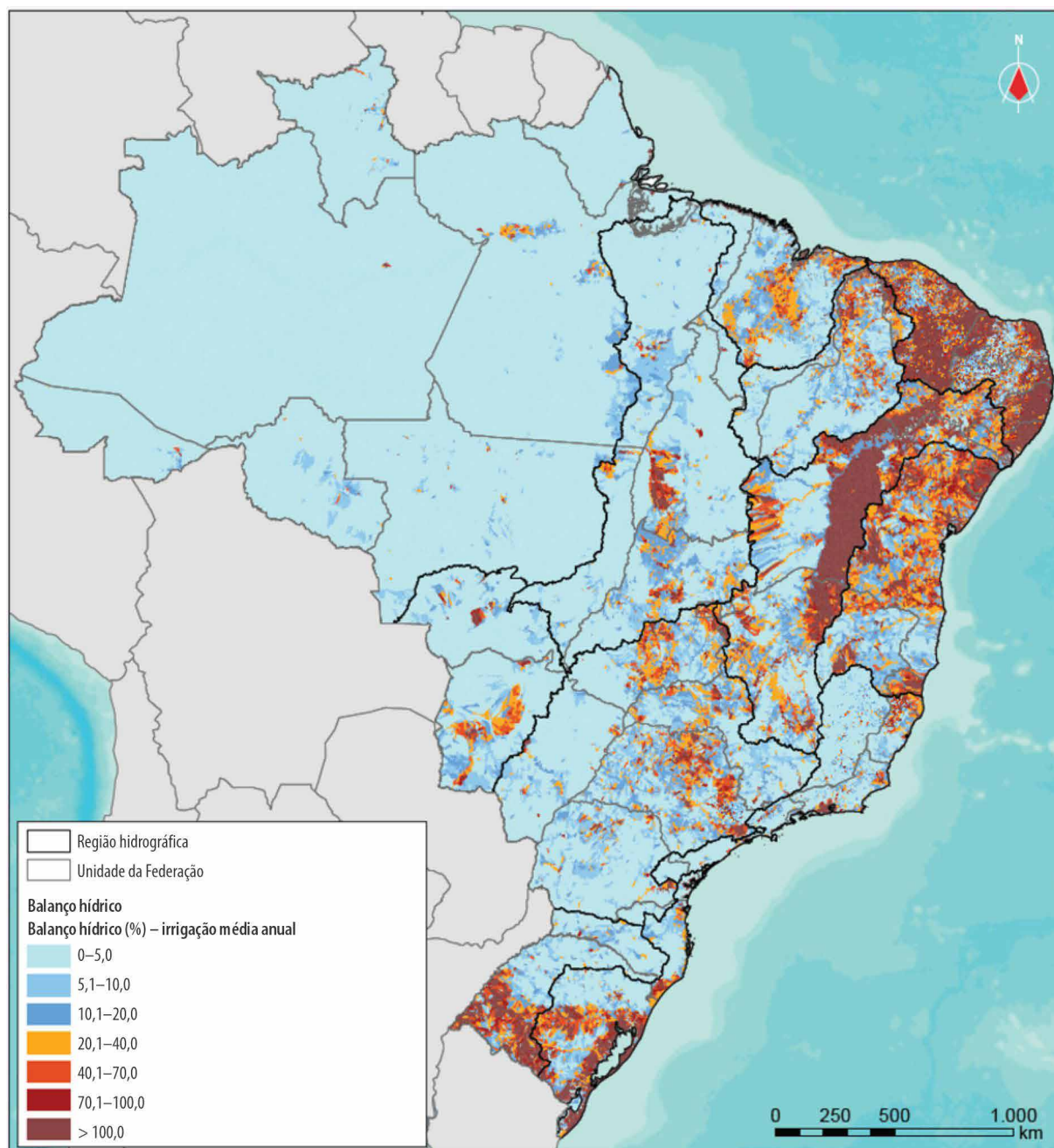


Figura 3. Balanço hídrico nas principais bacias hidrográficas brasileiras, considerando a demanda média anual para irrigação.

Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

to subsuperficial; e *DP* é drenagem profunda (infiltração).

A chuva e a irrigação representam as principais entradas de água em um sistema, ao passo que a contribuição do orvalho só assume papel importante em regiões muito áridas, sendo assim desprezível. As entradas de água pela ascensão capilar também são muito pequenas e somente

ocorrem em locais com lençol freático superficial e em períodos muito secos. Mesmo assim, a contribuição dessa variável é pequena e também desprezível. Já os fluxos horizontais de água (escoamento superficial e subsuperficial, de entradas e de saídas: *Ri*, *Ro*, *DLi* e *DLo*), para áreas homogêneas, se compensam, portanto, anulando-se. A *ET* é a principal saída de água

do sistema, especialmente nos períodos secos, ao passo que a drenagem profunda (*DP*) se constitui em outra via de saída de água do solo nos períodos excessivamente chuvosos (Sentelhas; Angelocci, 2012b).

Pode-se considerar, então, que $R_i \approx R_o$, $DL_i \approx DLo$, O e AC são desprezíveis, o que resulta na seguinte equação geral do balanço hídrico:

$$\Delta ARM = P + I - ET - DP$$

Por meio dessa equação, pode-se determinar a variação da disponibilidade de água no solo e, caso se conheça a capacidade de água disponível (*CAD*) desse solo, pode-se determinar também a quantidade de água armazenada por ele.

Uma das formas de se contabilizar o balanço de água no solo é por meio do método proposto por Thornthwaite e Mather (1957), denominado de Balanço Hídrico Climatológico, no qual, a partir dos dados de precipitação (*P*), de evapotranspiração potencial (*ETp*) e da *CAD*, chega-se aos valores de disponibilidade de água no solo (*ARM*), de alteração do armazenamento de água do solo ($ALT = \Delta ARM$), de evapotranspiração real (*ETr*), de deficiência hídrica (*DEF*) e de excedente hídrico ($EXC = DP$).



Não somente o conhecimento da disponibilidade hídrica, mas também o conhecimento da quantidade de água requerida pelas culturas, juntos, constituem-se em aspectos de grande relevância na agricultura irrigada para que haja uma adequada programação de manejo de irrigação.

Existem várias metodologias e critérios para estabelecer programas de irrigação, que vão desde simples turnos de rega a completos esquemas de integração do sistema solo-água-planta-atmosfera. Entretanto, reconhece-se que, ao agricultor, devem ser fornecidas técnicas simples, mas com precisão suficiente, para possibilitarem, no campo, a determinação criteriosa do momento e da quantidade de água a ser aplicada.

Técnicas de análise espacial podem mapear as demandas e a disponibilidade hídrica em uma região, identificando as bacias hidrográficas com elevado potencial de uso da água e as principais atividades rurais. O cálculo da demanda é feito com base no consumo potencial da água pelas propriedades no meio rural. Em estudo realizado por Conceição et al. (2013), em Santa Catarina, os potenciais usuários da água foram divididos em três grupos: população rural, rebanho animal e agricultura irrigada. A disponibilidade hídrica foi definida como a vazão mínima de 7 dias de duração e período de retorno de 10 anos. E o balanço hídrico foi calculado pela diferença entre a disponibilidade hídrica e a demanda rural. Os resultados foram fundamentados na: a) análise da distribuição espacial da demanda hídrica em escala estadual e local; b) análise dos fatores que impactam essa disponibilidade; e c) estimativa do balanço hídrico rural nas divisões hidrográficas. As análises foram feitas no Sistema de Informações Geográficas – SIG (ArcGis), e os resultados foram apresentados por mapas de superfície contínua e divisões hidrográficas em escala estadual, e de superfície contínua dentro das divisões hidrográficas, em escala local. Constatou-se que a região no extremo sul do estado apresenta os maiores deficits no balanço hídrico, coincidindo com os períodos de intensa atividade agrícola com irrigação, indicando que a demanda da quantidade de água destinada à atividade agrícola supera a capacidade regional das bacias.

No momento de implantar uma dada cultura agrícola, o produtor deve compreender a necessidade hídrica, para quantificar o volume de água necessário durante o seu ciclo de desenvolvimento (de vida ou produtivo). Para tal, determinar os períodos em que a cultura se encontra suscetível à falta de água é, em última análise, essencial para reduzir perdas de produtividade. A *ET* e o coeficiente de cultura (*Kc*) são de grande valia para determinar a demanda hídrica. Essas variáveis estabelecem o momento e a quantidade de água para cada cultura.

O balanço hídrico, dependente diretamente da *ET*, é uma ferramenta para o planejamento de irrigação. Esse parâmetro consiste em apresentar condições hídricas nas diferentes fases do desenvolvimento da planta, e é possível evidenciar a quantidade de água consumida pela cultura e determinar a necessidade de irrigação essencial, no momento adequado. Para adequado manejo da demanda hídrica, é fundamental a compreensão da dinâmica da evapotranspiração real (*ET_r*), em sequeiro ou irrigado. O conhecimento da *ET* máxima ou potencial (*ET_p*) é relevante para determinar a necessidade hídrica da cultura, quando existe água em condições adequadas para a planta crescer, desenvolver-se sem restrições, com teores evaporativos em crescimento e condições ótimas de cultivo. O manejo de irrigação é ferramenta imprescindível para atender às necessidades da cultura, evitar excessos ou a escassez de água. Vários métodos permitem realizar práticas de irrigação, baseados no solo e oriundos de extrações de dados climáticos.

Na irrigação é importante avaliar o sistema solo-planta-atmosfera para obter um panorama da situação e favorecer a tomada de decisão correta de quanto e quando irrigar. O uso de água para irrigação busca alta produtividade, geração de qualidade maior aos produtos e redução de perdas causadas por deficiência hídrica. Na agricultura, a economia de água, medida pelo uso e eficiência de água na cultura e pelo máximo retorno econômico, é meta importante. A irrigação de forma inadequada aumenta os custos de produção, causando desequilíbrio na relação custo-benefício da área irrigada.

A conjuntura hídrica e área agrícola irrigada

Estatísticas de uso mundial de água apontam a agricultura como a principal demandadora, com quase 70% do total de retiradas de água doce (FAO, 2020; Unesco, 2016). No entanto, apesar de figurar aparentemente como vilã, a agricultura irrigada retorna quase 84% do seu consumo hídrico de volta ao sistema (drena-

gem agrícola), de forma mais limpa quando comparada a outros setores usuários, como águas residuais urbanas e industriais. Além disso, o uso de água agrícola é a atividade que traduz o seu consumo na entrega de produção de alimentos, fator extremamente importante se considerado o crescimento da população mundial nos últimos anos e também a qualidade da alimentação e diversificação de dietas, com alimentos mais exigentes em água.

Outro aspecto, como a espacialização das fontes de água, no entanto, destacam a importância do gerenciamento desse recurso em curto, médio e longo prazo. É visível a irregularidade de distribuição geográfica de água no mundo, com destaques pontuais para a Ásia, com quase 60% dos habitantes do globo, mas que detém apenas 31,6% da água doce superficial do planeta, e Américas, que concentram 41% da água doce, tendo apenas 14% da população mundial (Rosso, 2014).

Pelos dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO (2014), 17 países de diferentes continentes são responsáveis pelo uso de mais de 90% da água para a agricultura, sendo que $\frac{2}{3}$ desses países, classificados como industrializados, fazem uso de menos de 10% da água na agricultura.

Considerando a utilização global da água no setor agrícola, em 2012, foram contabilizados 324 milhões de hectares equipados com sistemas de irrigação (FAO, 2016), e, desse total, 85% foram áreas efetivamente irrigadas. Inclusive há controvérsias quanto aos cenários de maior ou menor uso de sistemas e áreas irrigadas até 2050 (FAO, 2017; Grafton; Wheeler, 2018). A FAO (FAO, 2014) contabilizou, em 2014, a distribuição de 86% de hectares com irrigação por superfície, 11% com irrigação por aspersão e outros 3% com irrigação localizada. O Brasil é o país com maior disponibilidade hídrica mundial e concentra 12% da água doce superficial do planeta (Rosso, 2014). No entanto, assim como em outras regiões do mundo, a distribuição desse recurso natural é heterogênea e não

favorece o balanço demanda/oferta para a disponibilidade e o consumo na produção agrícola.

A região geográfica que representa grande percentual do total de água doce superficial do Brasil é a região hidrográfica da Amazônia, que concentra 80% dos atuais 255 mil metros cúbicos de água por segundo que passam pelo território do País (Agência Nacional de Águas, 2020). Essa região apresenta apenas 6,8% de concentração demográfica. O Nordeste, que concentra 30% da população, conta apenas com 5% da água disponível. A região Sudeste, que sofre com períodos sucessivos de secas nos últimos anos, abriga mais de 40% da população brasileira e detém apenas 12,5% do volume disponível de água doce do País (Agência Nacional de Águas, 2017).

Além da heterogeneidade de distribuição fluvial em território brasileiro, é perceptível a variação de regime de chuvas ao longo do ano, com estações secas e chuvosas bem definidas na maior parte do Brasil e com variação entre anos. Nesse aspecto, cabe ao gerente hídrico, como garantia de disponibilidade hídrica, realizar o armazenamento da água do ciclo hidrológico por meio de reservatórios, açudes, lagos

lonados, entre outros, capazes de reservar água nos períodos úmidos para a oferta garantida nos períodos mais secos.

As últimas estimativas apontam 8,2 milhões de hectares de área irrigada, o que corresponde a menos de 10% de todo o potencial nacional para agricultura (Agência Nacional de Águas, 2020). No entanto, são necessários estudos aprofundados da realidade dos sistemas de produção irrigada no Brasil. O maior volume de retirada de água no Brasil é destinado à irrigação (Figura 4). Das áreas equipadas com irrigação, 35,5% da retirada é para uso em fertirrigação com água de reuso (2,9 Mha) e os outros 64,5% é para irrigação com água de mananciais (5,3 Mha). A Embrapa, em parceria com a ANA, tem feito o mapeamento das áreas com sistemas de irrigação por pivôs centrais no País (Figura 5), como forma de aprimorar as estimativas de demanda de água para irrigação.

O relatório da Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (Csei)/Abimaq de 2021 mostra uma tendência de crescimento da área irrigada puxada pelos sistemas de irrigação localizados e por pivôs centrais. Houve um crescimento de áreas com pivô central em 20% de 2019 para

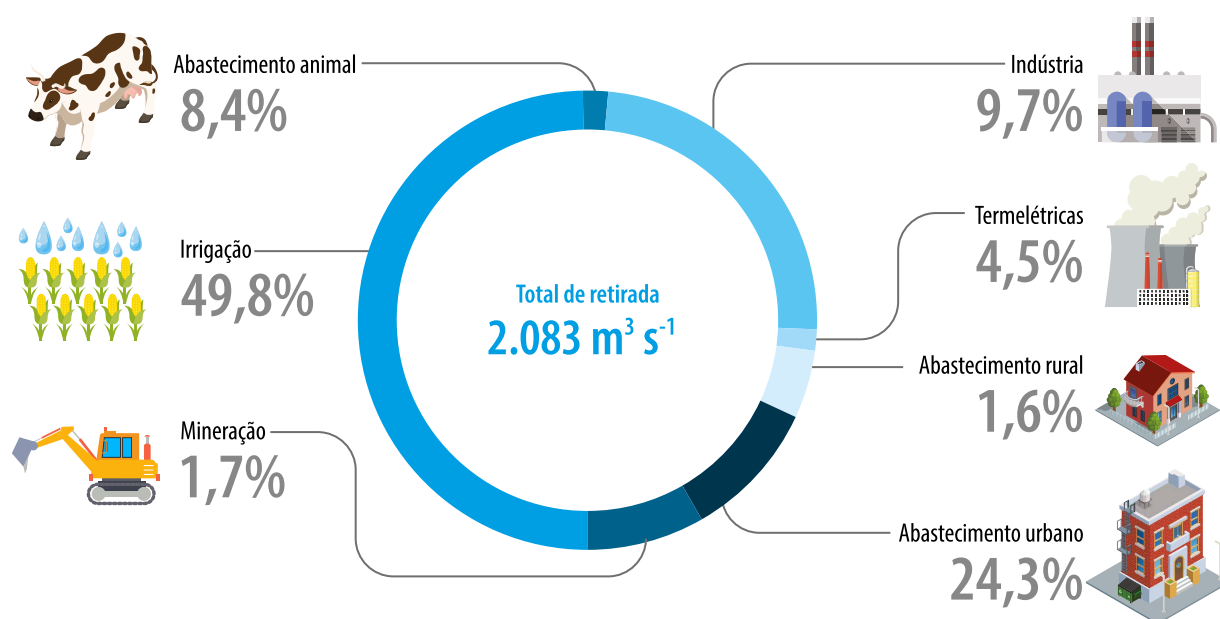


Figura 4. Total de água retirada no Brasil (média anual).

Fonte: Agência Nacional de Águas (2020).

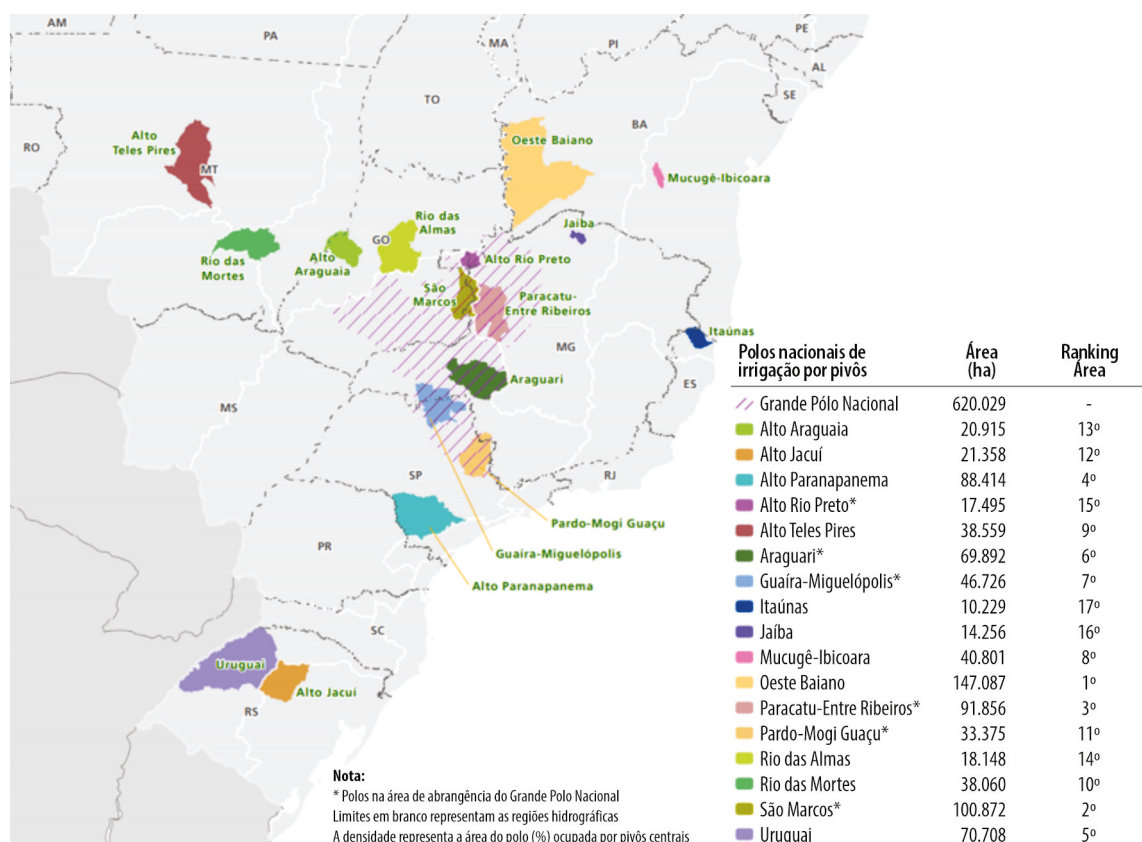


Figura 5. Distribuição das áreas equipadas com irrigação por pivôs centrais nos polos nacionais.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2019).



Agricultura irrigada
brasileira

2020 e, respectivamente, de 30% e 20% de crescimento, neste mesmo período, para os sistemas com carretel e convencional. Nos últimos 6 anos, os pivôs obtiveram desempenho superior ao histórico, com participação igual ou superior a 40% em relação ao incremento total da área irrigada mecanizada (Agência Nacional de Águas, 2019). Em termos de área, o ritmo médio de incremento tem sido de 95 mil hectares ao ano nos últimos anos (2013–2018).

Os investimentos em irrigação contribuem para o aumento da produtividade e do valor da produção agrícola, e também para a redução da necessidade de expansão em áreas ocupadas por outros usos e coberturas (pastagens ou matas nativas, por exemplo). Aplicando boas práticas de manejo do solo e da água, irrigantes alcançam eficiências elevadas de uso dos recursos hídricos.

Importância do gerenciamento da água na propriedade

No conceito de ciclo hidrológico – fenômeno global de circulação da água – estão os fundamentos para compreender a importância da ação humana, quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos, em toda e qualquer natureza ou dimensão, nos campos ou nas cidades. Entretanto, a lei de conservação de massa (Lavoisier: “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”) expressa, além dos ensinamentos físicos, dois aspectos relevantes para a compreensão do cidadão comum: a) a agricultura não é a vilã do desperdício de água, como é anunciado em diferentes veículos de comunicação, nos tempos atuais, embora haja desperdícios de água, por usos indevidos de técnicas de captação, distribuição e manejo

de irrigação, e por perdas de carga em razão de dimensionamentos incorretos de engenharia e de sistemas de usos de água; b) o conceito de ciclo hidrológico deve ser compreendido de forma a permitir o entendimento de que práticas inadequadas em algum local, por certo, implicarão ou trarão impactos locais e alhures.

Desse modo, é importante internalizar que o gerenciamento de água é uma medida útil e necessária, e tem-se conhecimento de técnicas de impactos locais eficazes e eficientes para a sociedade. É preciso compartilhar inteligência, esforços e resultados positivos, com vizinhos locais e regionais, quando se trata de manejo de recursos hídricos. Além disso, por essa razão é que o gerenciamento de recursos hídricos requer fundamentos, sendo, tipicamente, um negócio da iniciativa pública, privada e parceria público-privada, com demonstrado grau de amadurecimento e compromisso com os recursos hídricos para com o presente e o futuro.

O tema envolvendo a disponibilidade de água e seus usos tem ampliado, do ponto de vista técnico, legal e econômico, uma consciência coletiva para a sua gestão integrada. Portanto, os aspectos de quantidade e qualidade da água, para as suas finalidades de utilidade natural e construída pelo homem, requerem uma adequação quanto às diversidades físicas, bióticas, demográficas, ambientais, sociais, econômicas e culturais de diversas localidades e regiões do Brasil ou de qualquer outra região do globo terrestre. A sustentabilidade das atividades humanas, em todos os ambientes – urbano ou campo –, necessita de um conhecimento e uma aplicação de fundamentos, instrumentos e práticas adequadas de gestão dos recursos hídricos, todos apensados ao “pensar global e agir localmente”. Essa máxima de sabedoria requer manejo e uso de água com parcimônia, preservação e adequação de recursos hídricos com inteligência estratégica, eficiência de desempenho e tolerância zero para desperdícios de água, de qualquer natureza.

No Brasil, instituições governamentais, de ciência, tecnologia e inovação, públicas e privadas, se encarregam de captar e analisar dados fornecendo subsídios para políticas públicas de aumento da eficiência de uso da água. A ANA desenvolveu o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos¹ (SNIRH), que é um dos instrumentos de gestão previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas (Brasil, 1997). Trata-se de um amplo sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, bem como fatores intervenientes para sua gestão. Na prática, são disponibilizadas informações sobre a divisão das bacias hidrográficas, quantidade de água (precipitação, disponibilidade hídrica, monitoramento quantitativo de reservatórios), qualidade de água, usos da água e balanço hídrico de bacias hidrográficas.

O portal HidroWeb², integrante do SNIRH, oferece um banco de dados com informações coletadas pela rede hidrometeorológica – dados sobre cotas, vazões, chuvas, evaporação, perfil do rio, qualidade da água e sedimentos. Trata-se de uma importante ferramenta para a sociedade, pois os dados coletados pelas estações de monitoramento são utilizados para produzir estudos, definir políticas públicas e avaliar a disponibilidade hídrica. Por meio dessas informações, a ANA monitora eventos considerados críticos, como cheias e estiagens, disponibiliza informações para a execução de projetos, identifica o potencial energético, de navegação ou de lazer em um determinado ponto ou ao longo da calha do manancial, levanta as condições dos corpos d’água para atender a projetos de irrigação ou de abastecimento público, entre outros. E todos esses relatórios e tomadas de decisão interferem no balanço hídrico e na gestão da água dentro do sistema de produção agrícola.

¹ Disponível em: <http://www.snirh.gov.br>.

² Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb>.

Em 2020, também foi lançado um novo portal do SNIRH³ e, para facilitar o acesso às diferentes bases de dados do SNIRH em formatos de dados abertos, a ANA disponibilizou o portal de Dados Abertos⁴.

Na propriedade, a agricultura é altamente dependente das condições de tempo e clima, e os agricultores na maioria das vezes não têm controle sobre eles, especialmente os recursos hídricos derivados da precipitação anual, os quais são condicionados aos regimes de chuvas e às sazonalidades específicos em cada região. Segundo Sentelhas e Angelocci (2012a), cerca de 80% da variabilidade na produtividade agrícola se deve à variabilidade das condições meteorológicas durante a estação de cultivo, especialmente para as culturas de sequeiro. E, ainda, dentre os fatores responsáveis por colapso na agricultura no mundo, as inundações, os ventos intensos e as secas são os principais, havendo impactos da variabilidade do tempo percebidos não somente sobre o crescimento e a produtividade das culturas, mas também sobre as práticas agrícolas no sistema de produção.

A questão hídrica, extremamente crítica, nos tempos atuais, aponta a necessidade de um produtor agrícola eficiente e também um produtor de águas. É evidente que há urgência nas mudanças conceituais e práticas de usos de água, de forma

direta ou indireta, que impactam positivamente na eficiência do seu uso. Neste contexto, preservação, manutenção, reservação, captação, transporte, tratamento, distribuição e reusos de água, dentre outras, são medidas essenciais (Figura 6).

O gerenciamento de recursos hídricos deverá considerar a implantação de tecnologias pelas águas, a exemplo de manutenção e preservação de nascentes e fontes hídricas, leitos d'água e aquíferos, matas ciliares, cobertura vegetal de solos, práticas de manejo e conservação de solo-água-espécies, adequação de obras de engenharia, formação de barraginhas, dentre outras ações de conservação e usos hídricos na propriedade, com impacto social e relevância para a consciência ecológica e organização produtiva. As práticas de plantio direto, de terraceamento, de plantio em curvas de nível e a formação de barraginhas tornam-se exemplos potenciais de manejo para quaisquer propriedades, com e sem sistema de produção agrícola irrigado. São práticas que reduzem o escoamento superficial e mantêm a reposição contínua das fontes hídricas no perfil do solo, tanto superficiais como subterrâneas.

A função social da propriedade rural e o acesso à terra como respeito à dignidade da pessoa humana estão previstos na Constituição Federal (CF-88) (Brasil, 1988) e no Código Civil

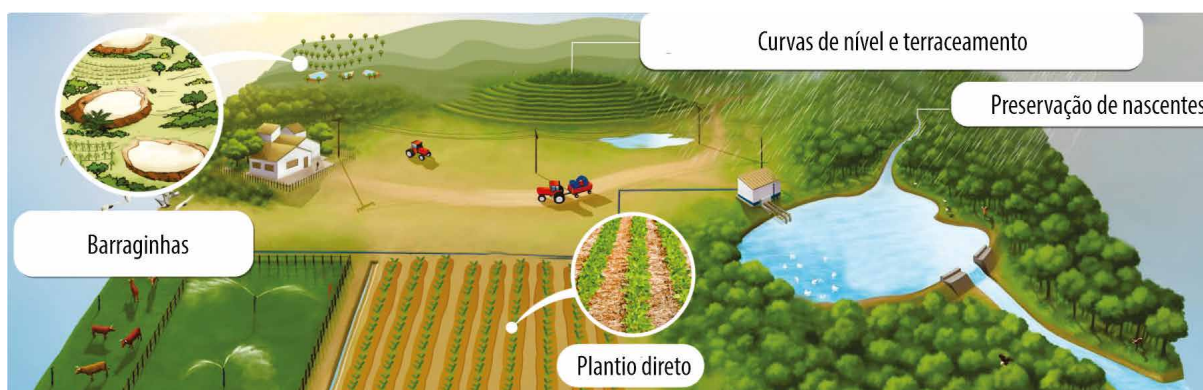


Figura 6. Boas práticas agrícolas de conservação do solo e da água para a gestão eficiente da água na propriedade.

Ilustração: Jasiel Becker Brito Gomes.

³ Disponível em: <http://www.snirh.gov.br>.

⁴ Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br>.

(Lei nº 10.406/2002) (Brasil, 2002), que disciplinam uma visão de sociabilidade, deixando de lado o caráter individualista da propriedade, e indicando a necessidade de se buscar o equilíbrio entre os interesses individuais e os da coletividade, garantindo primazia à dignidade da pessoa humana e todas as consequências e os aportes que seu respeito impõe. As obrigações legais do proprietário rural estão expressas em legislação federal complementar, a exemplo da Lei das Águas; Lei de Uso Sustentável e Conservação de Solos Agrícolas (Lei nº 6.225/1975 – discrimina regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão (Brasil, 1975); Lei nº 8.171/1991 – Lei de Política Agrícola (Brasil, 1991); Código Florestal Brasileiro, regulado pela Lei nº 12.651/2012 – atualiza a Lei nº 4.771/1965, e estabelece limites de uso da propriedade, que deve respeitar a vegetação existente na terra, considerada bem de interesse comum a todos os habitantes do Brasil (Brasil, 2012). Legislações complementares, no âmbito de estado e município, também tratam da ocupação e de usos dos recursos naturais, a exemplo de condutas para manejo e usos de bacias hidrográficas, águas superficiais e temas afins, nos ambientes urbano e rural.

As leis que regem o uso da água na agricultura

No Brasil, a Lei das Águas estabelece os principais argumentos para a outorga de direito de uso da água, esta última como instrumento de política pública de uso de recursos hídricos, assegurando o controle quali e quantitativo dos usos da água e o direito de acesso a ela.

A outorga é emitida pelo poder público outorgante (a União, o Estado ou Distrito Federal) e dá direito de uso da água ao requerente por prazo determinado e nos termos e condições expressos em seu respectivo ato. A autorização deve ser requerida sempre que houver captação de águas superficiais ou subterrâneas, lançamento de efluentes, fins hidrelétricos ou quaisquer ações que interfiram no regime hídrico.

A definição da outorga e da respectiva vazão a ser outorgada deve considerar as opções e as metas de desenvolvimento social e econômico que se pretende atingir, considerando os múltiplos usos, a capacidade de suporte do ambiente e a busca de desenvolvimento sustentável. Para tanto, devem ser observadas as questões técnicas de hidrologia, hidráulica e qualidade da água, as questões legais de competências, direitos e responsabilidades dos usuários bem como as questões políticas referentes a acordos entre setores usuários e governos para o desenvolvimento sustentável da bacia (Agência Nacional de Águas, 2011).

A outorga também está relacionada à cobrança pelo uso das águas, e os usuários sujeitos à outorga são cobrados a partir do volume de água que efetivamente estão autorizados a utilizar. O armazenamento das informações relevantes à análise de pedidos de outorga é feito no SNIRH⁵.

A ANA é responsável pela emissão da outorga em corpos d'água de domínio da União, ou seja, rios, lagos e represas que dividem ou passam por dois ou mais estados, ou ainda aqueles que passam pela fronteira entre o Brasil e outro país (Figura 7). Já as águas subterrâneas e os cursos d'água que banham apenas um estado ou o Distrito Federal são outorgadas pelos poderes públicos estaduais ou distrital.

Os critérios adotados pelas outorgantes são bastante diversificados no País, configurando desafio imenso para a articulação entre os órgãos gestores, na prática da gestão compartilhada das bacias. Estados do Nordeste, por exemplo, outorgam percentuais muito superiores a outros estados da Federação com maior disponibilidade hídrica.

Passos para a obtenção da outorga

A ANA elaborou uma nova ferramenta de solicitação de outorga de direito de uso de recursos

⁵ Disponível em: <http://www.snirh.gov.br>.

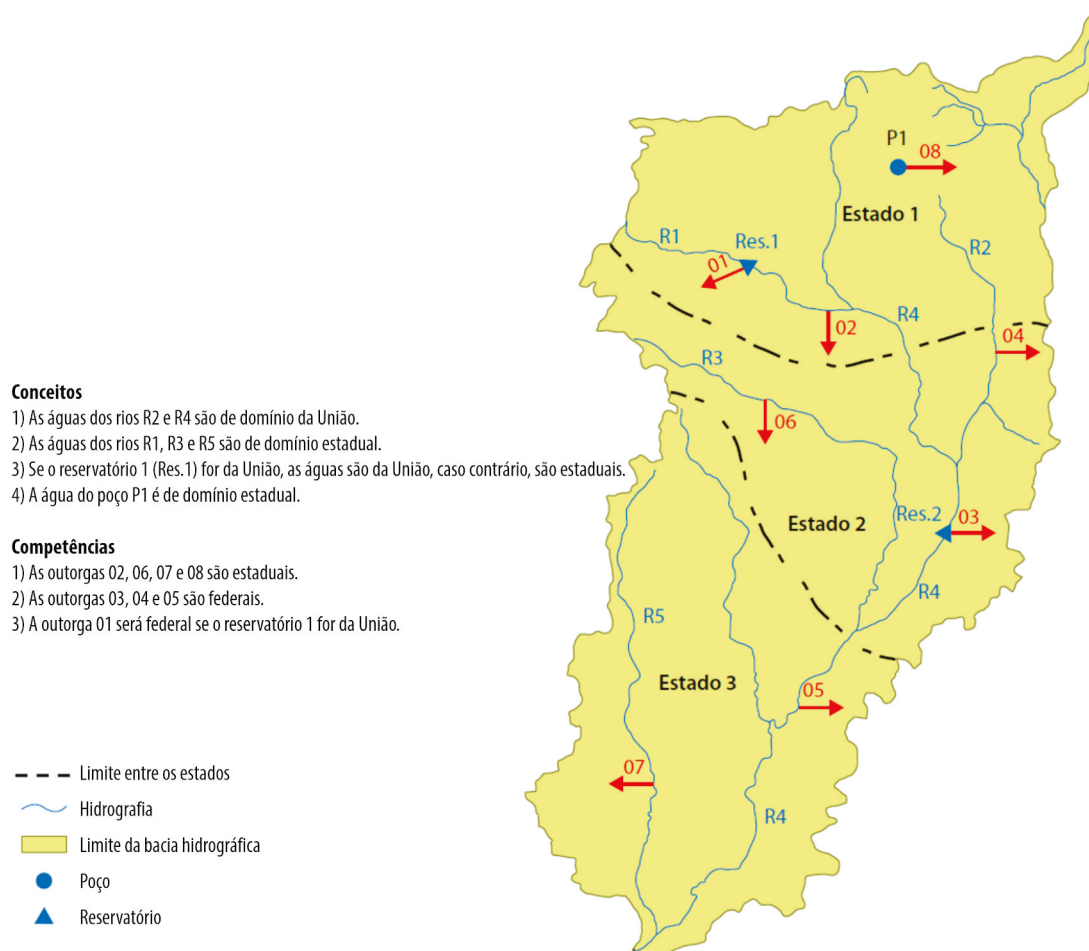


Figura 7. Competências estadual, distrital e federal para domínio de corpos d'água e emissão de outorga no Brasil.

Fonte: Agência Nacional de Águas (2011).

hídricos de domínio da União: Sistema Federal de Regulação de Usos (Regla). Os tutoriais Regla estão disponíveis no site da ANA⁶.

Importante ressaltar que há fiscalização específica para uso de recursos hídricos, consistindo na busca da regularização de usos ainda não outorgados ou na verificação dos usos outorgados, ambas com aplicação de sanções legais para sanar infrações às normas de utilização de recursos hídricos, que, de modo geral, são caracterizadas em casos de:

- Derivar ou utilizar recursos hídricos para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso.

- Iniciar a implantação ou implantar empreendimento de derivação ou utilização de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos que impliquem alterações no regime, quantidade, qualidade, sem autorização.
- Utilizar-se dos recursos hídricos ou executar obras em desacordo com condições da outorga.
- Perfurar poços para extração subterrânea sem autorização.
- Fraudar medições.
- Infringir normas estabelecidas no regulamento da Lei de Recursos Hídricos e regulamentos administrativos.
- Obstar ou dificultar ação fiscalizadora.

⁶ Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-regla/tutoriais-regla>.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil).

Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:

informe 2016. Brasília, DF, 2016. 95 p. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>. Acesso em: 19 maio 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil).

Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017:

recursos plenos. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil).

Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020.

Brasília, DF, 2020. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil).

Levantamento da agricultura irrigada por pivôs

centrais no Brasil (1985-2017). Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://www.ana.gov.br/noticias/ana-e-embrapa-identificam-forte-tendencia-de-crescimento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais-no-brasil/ana_levantamento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais_2019.pdf. Acesso em 16 fev. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Outorga**

de direito de uso de recursos hídricos. Brasília, DF, 2011. 50 p. (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 6). Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/OutorgaDeDireitoDeUsoDeRecursosHidricos.pdf>. Acesso em: 19 maio 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF, 1988.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 maio 2017.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**, 11 jan. 2002. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 14 maio 2017.

BRASIL. Lei nº 6.225, de 14 de julho de 1975. Dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo

e de combate à erosão e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 15 jul. 1975. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6225.htm. Acesso em: 13 maio 2017.

BRASIL. Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 18 jan. 1991. Seção 1, p. 1330. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8171.htm. Acesso em: 13 maio 2017.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 470. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 13 maio 2017.

CONCEIÇÃO, G.; VIANNA, L. F. N.; BACIC, I. L. Z.; KOBIYAMA, M.; BELLI FILHO, P. Análise espacial do balanço hídrico no meio rural de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 4, p. 89-100, out./dez. 2013.

FAO. **Aquastat Infographics.** Rome, 2014. Disponível em: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/infographics/Infographics_all_eng.pdf. Acesso em: 21 maio 2016.

FAO. **Aquastat.** Roma, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>. Acesso em: 21 maio 2016.

FAO. **The future of food and agriculture: Trends and challenges.** Rome, 2017. Disponível em: www.fao.org/3/a-i6583e.pdf. Acesso em: 16 fev. 2021.

FAO. **The State of food and agriculture.** Rome, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/cb1447en/CB1447EN.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021.

GRAFTON, R. Q.; WHEELER, S. A. Economics of water recovery in the Murray-Darling Basin, Australia. **Annual Reviews**, Mar. 2018. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-resource-100517-023039>. Acesso em: 16 fev. 2021.

GUANDIQUE, M. E. G.; MORAIS, L. C. Estudo de variáveis hidrológicas e do balanço hídrico em bacias hidrográficas. In: POMPEO, M.; MOSCHINI-CARLOS, V.; ISHIMURA, P. Y.; SILVA, S. C. da; DOVAL, J. C. L. (org.). **Ecologia de reservatórios e interfaces.** São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2015. p. 437-438. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/reservatorios/PDF/Cap_29_Variaveis_hidrologicas.pdf. Acesso em: 10 jun. 2017.

ROSSO, G. Gestão da água. **Ciência para a vida**, n. 8, p. 30-31, set./dez. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1006730/xxi-ciencia-para-a-vida-embrapa-semeando-agua>. Acesso em: 22 maio 2017.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Balanço hídrico:** climatológico normal e sequencial, de cultura e para manejo da irrigação. Piracicaba: Esalq, 2012b. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/lce306/Aula9_2012.pdf. Acesso em: 10 abr. 2017.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. Uso de modelos de simulação de culturas como ferramentas para identificação dos agentes deflagradores de colapso na produção agrícola: balanço hídrico climatológico normal e sequencial, de cultura e para manejo da irrigação. In: REUNIÃO TÉCNICA DO CEMADEN, 3., 2012 Fortaleza.

Extremos climáticos e colapso de produção agrícola. Fortaleza, 2012a.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance.** Centerton: Drexel Institute of Technology, 1957. 311 p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology, v. 10, n. 3).

UNESCO. World Water Assessment Programme. **The United Nations World Water Development Report 2016:** water and Jobs. Paris, 2016. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002439/243938e.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.

