

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (1)

February 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/1312020801>

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=801&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



A crise hídrica e suas implicações no agronegócio brasileiro: Uma revisão bibliográfica

The water crisis and its implications in Brazilian agribusiness: A bibliographic review

O. S. Fagundes, L. C. A. Oliveira, O. M. Yamashita, I. V. Silva, M. A. C. Carvalho, D. V. Rodrigues

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Alta Floresta

Author for correspondence: lara.alvesoliveira31@gmail.com

Resumo: A escassez hídrica tem se tornado um dos principais problemas globais, uma vez que, de toda a água da superfície terrestre, apenas 2,5% representa a água doce, e desta, somente 0,3% corresponde à água dos rios e lagos que estão disponíveis para suprir a demanda na produção de alimentos e outros usos. O presente trabalho consistiu no levantamento do cenário relativo à crise hídrica mundial, e expor evidências que, mesmo o Brasil sendo farto em quantidade de água disponível, tende a enfrentar sérios problemas por sua escassez, afetando dois dos principais pilares econômicos, o agronegócio e a indústria. Foi observado que os principais efeitos negativos sobre os recursos hídricos, ocorre devido à ocupação urbana e práticas agrícolas de modo desordenado, causando destruição dos recursos naturais, através do despejo de esgotos domésticos, efluentes industriais e agrotóxicos. De modo geral, a falta de controle do uso da água voltada à processos produtivos é um dos maiores geradores da escassez hídrica, uma vez que, 69% da água derivada de rios, lagos e aquíferos subterrâneos é voltada à agricultura irrigada, utilizando-se 70 vezes mais água do que para fins domésticos. Assim, faz-se necessário a adoção de políticas voltadas a conservação e o uso eficiente dos recursos hídricos, valorizar a água como um bem econômico, social e ambiental, visto que, sua escassez pode gerar instabilidade em setores econômicos, como a agropecuária, gerando insegurança de produção, na indústria, além de afetarem o abastecimento de água potável, de saneamento básico e a saúde pública.

Palavras-chave: Agricultura irrigada, Políticas públicas, Saneamento básico.

Abstract: Water scarcity has become one of the main global problems, since of all the water of the terrestrial surface, only 2.5% represents fresh water, and of this, only 0.3% corresponds to the water of the rivers and lakes that are available to supply the demand for food production and other uses. The present work consisted in surveying the scenario related to the global water crisis and presenting evidence that even Brazil being abundant in the amount of water available, tends to face serious problems because of its scarcity, affecting two of the main economic pillars, agribusiness and industry. It was observed that the main negative effects on water resources occur due to urban occupation and agricultural practices in a disorderly way, causing destruction of natural resources through the discharge of domestic sewage, industrial effluents and agrochemicals. In general, the lack of control of the use of the water directed to the productive processes is one of the major generators of the water shortage, since 69% of the water derived from rivers, lakes and aquifers underground is turned to irrigated agriculture, using 70 times more water than for domestic purposes. Thus, it is necessary to adopt policies aimed at the conservation and efficient use of water resources, to value water as a social, social and environmental good, since their scarcity can generate instability in economic sectors such as agriculture, generating production insecurity in industry, as well as affecting the supply of drinking water, basic sanitation and public health.

Keywords: Irrigated agriculture, Public policy, Basic sanitation.

Introdução

A água é um recurso essencial para a sobrevivência das espécies e para o meios de produção de alimento e sua distribuição é fator de grandes divergências e entraves em todo mundo, dada sua escassez, e que tem se tornado o

principal problema global. Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011), interpretando dados de Shiklomanov (1998), apresentam dados da distribuição da água em nosso planeta: 97,5% do total de água da Terra é salgada e apenas 2,5% é água doce. Desse percentual de água doce, uma grande maioria não

se encontra disponível, pois 68,9% está congelada na forma de calotas polares e geleiras, 29,9% são águas subterrâneas e apenas 0,3% corresponde à

água doce dos rios e lagos e que estão disponíveis para consumo humano, suprir a demanda na produção de alimentos e outros usos (Figura 1).



Figura 1. Distribuição de água doce no mundo. Fonte: Organização Nacional das Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO). Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2017.

Os países que mais sofrem com a escassez hídrica se encontram principalmente no continente africano, Oriente médio e Emirados Árabes Unidos, e consomem 66 m³/hab/ano, além disso, enfrentam graves problemas, principalmente sociais e para a produção de alimentos, se comparados com o Brasil, que ocupa a 25^a colocação entre os países que com mais água disponível, dispo de 48.314 m³/hab/ano (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2011).

Apesar do Brasil possuir grande quantidade de água disponível por habitante, abrigando aproximadamente 13% da água doce do mundo e o impressionante volume de 111 trilhões e 661 milhões de metros cúbicos de água em suas reservas subterrâneas (Figura 2), é importante debater sobre os recursos hídricos brasileiros e sua

escassez. A bacia amazônica, por exemplo, onde a densidade populacional é de 2,7 hab/km² (Paz et al., 2000; Geo Brasil, 2007; Lima, 2016;), que corresponde aproximadamente 4% da população nacional, é a região com maior concentração de água, com cerca de 70% do total disponível no país e o restante fica disponível para as demais regiões (Figura 3) (Vieira et al., 2015).

Nota-se que a distribuição desse recurso está desigual quando comparamos com dados demográficos, onde a maior densidade populacional se encontram principalmente na região Sudeste do país e ao longo da faixa litorânea em direção ao Sul e Nordeste (IBGE, 2010, Paz et al., 2000), onde as precipitações, por exemplo, não ultrapassam os 1.500 mm anuais (Ana, 2010).



Figura 2. Países detentores de maiores reservas de água doce do mundo. Fonte: Banco Mundial, 2010.

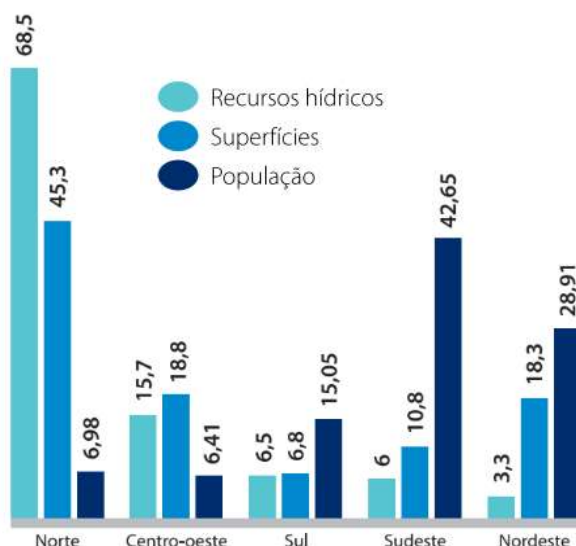


Figura 3. Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população em % do total do Brasil. Fonte: Oliveira et al., 2014.

A água está se tornando cada vez mais escassa; não apenas nas regiões áridas e secas, mas também em regiões onde a precipitação é abundante. Essa escassez diz respeito principalmente à quantidade de água disponível e a qualidade dessa água, pois os recursos hídricos poluídos ficam indisponíveis e impróprios para uso (Barros, 2008). Há um desequilíbrio entre disponibilidade, demanda e conservação da qualidade das águas, sendo notável os conflitos inter-regionais e internacionais sobre posse e direito à uso da água (Pereira et al., 2002).

Diante dos fatos, o objetivo do presente estudo é realizar um levantamento do cenário relativo à crise hídrica mundial, e expor evidências, que mesmo o Brasil sendo farto em quantidade de água disponível, tende a enfrentar sérios problemas por sua escassez, afetando um dos principais pilares econômicos: o agronegócio.

Ação antrópica

As atividades humanas que consomem grande volume de água são inúmeras, desde o consumo em residências, até a produção de alimentos, a recreação e a indústria (Tundisi, 2014), o que vem tornando este recurso natural indispensável e ao mesmo tempo, nos deixa em estado de alerta do quanto estamos interferindo, principalmente na qualidade da água.

Um dos efeitos negativos sobre os recursos hídricos é a desordenada ocupação urbana, que provoca a eliminação das matas ciliares e consequentemente contribui para o assoreamento do leito dos rios, além da poluição, dos desmatamentos nas áreas rurais, alteração da topografia, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, erosão das margens e as práticas agrícolas (Pinto et al., 2009; Rodrigues et al., 2009).

Os esgotos sem tratamento são um dos principais responsáveis pela perda da qualidade de água e, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), estima-se que mais da metade dos rios do mundo está poluída pelos despejos dos esgotos domésticos, efluentes industriais e agrotóxicos. Estima-se ainda, que nove de em cada dez litros de esgoto nos países de Terceiro Mundo são lançados nos rios, sem nenhum tratamento prévio (Rebouças, 2003).

Tundisi (2014) listou os principais impactos causados pelo lançamento de esgotos nas bacias hidrográficas e suas consequências nos recursos hídricos, na biodiversidade aquática, nos custos de tratamento e perna de serviços ecossistêmicos, que são: desmatamento, usos do solo, agricultura, urbanização e indústria. Estes, segundo o autor, são os principais responsáveis pela contaminação e perdas da qualidade da água disponível.

A escassez da água

A escassez de recursos hídricos pode gerar instabilidade em diversos setores da economia, como a agropecuária, gerando insegurança de produção, na indústria, além disso, podem afetar o abastecimento de água potável, de saneamento básico e a saúde pública (Lanna, 2008; Pereira et al., 2002; Tundisi, 2014). A água pode ser um incômodo, na forma de inundações, bem como um salva vidas em situações de seca. O surpreendente é que ambas as condições podem ocorrer em um mesmo local dentro de um único ano (Rijsberman, 2006).

Mas afinal, o que é escassez de água? Há várias vertentes que defendem pontos de vistas diferentes, entre eles Rijsberman (2006) que traz uma breve síntese sobre o assunto, já que não há definição comumente aceita de escassez de água. Há quem trate a escassez como uma relação entre disponibilidade hídrica e a população humana, ou

seja, disponibilidade de água per capita por ano. Para isso, utilizam-se do indicador de Falkenmark, que propõe com base em estimativas de necessidades nos setores doméstico, agrícola, industrial e de energia, a necessidade de 1700 m³ de água per capita por ano. E quando essa oferta cai abaixo de 1000 m³, se considera que o país esteja passando por escassez de água. Finalmente, quando o valor fica abaixo de 500 m³, considera-se escassez absoluta.

Raskin et al. (1997), a partir dos dados de Shiklomanov, explicam que um país sofre escassez de água se as retiradas anuais de água dos rios, lagos e demais fontes variarem entre 20 e 40%. E a situação tende agravar quando as retiradas de água do sistema ultrapassam essas porcentagens. Da quantidade de água retirada no Brasil, 2.057,8 m³/s são retirados dos rios, córregos, lagoas, lagos e reservatórios; sendo que 46,2% vão para irrigação (Tucci et al., 2001; Pires et al., 2008; Ana, 2017).

No contexto nacional, cerca de 48 milhões de pessoas no Brasil foram afetadas por falta d'água entre 2013 e 2016, sendo que a maioria era originária de regiões localizadas no semiárido nordestino, mas também em regiões de São Paulo, Rio de Janeiro e Distrito Federal. Essa situação provocou forte crise de desabastecimento neste período.

De 2003 a 2016, mais de 2.780 municípios decretaram estado de calamidade pública ou situação de emergência devido às constantes estiagens, sendo que 78% de toda região Nordeste do Brasil foi afetada e, de 2013 a 2016, esse número era de 83% (Ana, 2017). No final do ano de 2013, a população da maior cidade da América Latina foi surpreendida com uma iminente crise no abastecimento de água, especialmente na região metropolitana de São Paulo (Figura 4) (Jacobi et al., 2015).

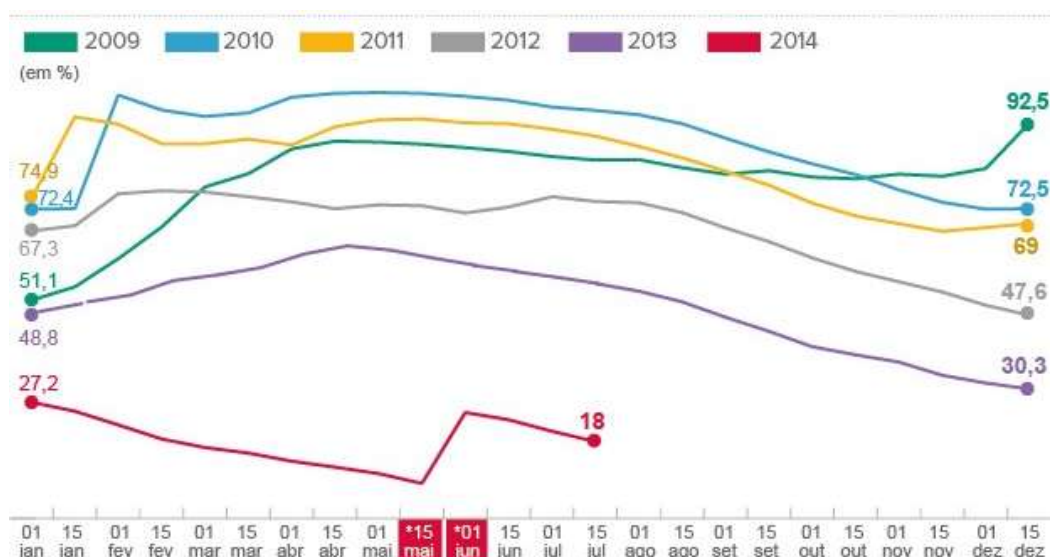


Figura 4. Situação do sistema Cantareira que mostra a variação do volume de água no reservatório de 2009 á metade de 2014. Meses em vermelho denota utilização do chamado “volume morto”. Fonte: G1.com, 2015.

A falta de regulação do uso da água em processos produtivos é vista pela UNESCO como um dos fatores geradores da crise, assim como a perda estimada em 20% de recursos provenientes de aquíferos explorados acima da sua capacidade (Jacobi et al., 2015). Segundo o estudo da ANA 2017, a demanda por uso de água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas.

A conclusão mais óbvia é que a água será escassa em áreas com baixa pluviosidade e densidade populacional relativamente alta. E isso atinge quase dois terços da população brasileira, que será fortemente afetada pela escassez de água nas próximas décadas (Alcamo et al., 1997; Alcamo et al., 2000; Rijsberman, 2006; Wallace, 2000).

A água não está se tornando escassa quando o uso é direcionado para fins domésticos,

mas sim para a produção de alimentos (Pereira et al., 2002; Rijsberman, 2006). Além disso, o descaso político agrava substancialmente a crise da água no mundo em geral, e no Brasil em particular, sobretudo no que se refere ao desenvolvimento necessário e urgente de uma gestão integrada da água disponível (Rebouças, 2003).

A agricultura irrigada

Fornecer água às plantas cultivadas de maneira a atender as exigências hídricas durante todo seu ciclo produtivos é a finalidade básica de quem pratica a irrigação. Busca-se maior produtividade, produto de maior qualidade, agregação de valor, competitividade e lucro (Barros, 2008).

Para isso, utilizam-se de métodos de irrigação, sendo que os principais procedimentos usados no Brasil são: pivô central e localizada

(gotejamento, micro aspersão), irrigação de superfície (inundação e sulcos), aspersão (convencional, canhão, carretel) (Pires et al., 2008). Com relação a esses métodos, cerca de 93% dos quase 3 milhões de hectares irrigados, utilizam-se os métodos menos eficientes como o espalhamento superficial (56% da área), pivô central (19%) e aspersão convencional (18%). De modo global, cerca de 18% da área cultivada é praticada com auxílio de irrigação, o qual é responsável por 44% da produção agrícola do mundo (Pires et al., 2008).

Atualmente, a área irrigada ultrapassa 270 milhões de hectares em todo o mundo, ou seja, cerca de 18% do total das terras cultivadas (Fischer et al., 2007). Segundo Christofidis (2006), a estimativa de aumento da área irrigada no mundo chega a 68%. Neste cenário estimado ressalta-se a potencialidade brasileira de incorporação de 13% de novas áreas para agricultura irrigada (Pires et al.,

2008). Pode-se prever um incremento maior da produção agrícola no hemisfério Sul, especialmente pela possibilidade de elevação da intensidade de uso do solo que e com a prática da irrigação (Paz et al., 2000).

No Brasil, a maior demanda de consumo por água é da agricultura, especialmente para irrigação, com quase 63% de toda a demanda (Rebouças, 2003) e essa porcentagem só aumenta com o passar dos anos (Figura 5). A nível mundial, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada dos rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Mantovani et al. (2007) relatam que a área cultivada e irrigada no Brasil representa 16% da produção total e 35% do valor econômico da produção. Apesar do grande consumo de água, a irrigação representa a maneira mais eficiente de aumento da produção de alimentos (Venancio, 2015).



Figura 5. Total de água consumida no Brasil (Média Anual) por setores. Fonte: Redação Globo Rural, Março de 2018.

Analisando-se a necessidade de consumo de água em termos médios, é possível verificar que, para produzir uma tonelada de grão, são utilizadas mil toneladas de água, sem considerar a ineficiência dos métodos e sistemas de irrigação e o seu manejo inadequado. Deste modo, projetos de irrigação em todo o mundo, indicam que mais da metade da água derivada da irrigação se perde antes de alcançar a zona radicular dos cultivos (Paz et al., 2000).

Para o cultivo de alimentos, em média, se utiliza 70 vezes mais água do que a necessidade humana para fins domésticos. A exigência doméstica é de 50 L per capita diariamente, e a agricultura é de 3500 L por pessoa em cada dia (Siwi & Iwmi, 2004). Além disso, aproximadamente 90% da água fornecida às pessoas para fins domésticos é devolvido após o uso como águas residuais e pode ser reaproveitada. Já na agricultura, entre 40 a 90% que é fornecida para cultivar alimentos é consumida e não pode ser reutilizada (Rijsberman, 2006). Ainda, estima-se que 50% das captações de água agrícola (AWWs) chegam às lavouras, e o restante é perdido principalmente pelas más condições das

infraestruturas de irrigação, por exemplo: a presença de vazamentos nos componentes dos sistemas de irrigação (Fischer et al., 2007).

Uma opção de fornecimento de águas residuais das áreas rurais, industriais e urbanas é o seu uso na irrigação de algumas culturas, o que propicia o aumento das áreas irrigadas. Para adoção de águas residuais na agricultura, alguns fatores importantes necessitam ser levados em consideração, principalmente a presença de patógenos, metais pesados, proporções nutricionais que desfavoreçam o crescimento das plantas, além da necessidade de tratamentos prévios, verificação do efeito da aplicação em um determinado solo e, principalmente, da sustentabilidade econômica e ambiental (Christofidis, 2006).

Na região Sul, o cultivo do arroz em grande escala é por meio de irrigação por inundação, e, decorrente disto, representa a maior área irrigada no Brasil. Em se tratando da região Nordeste, a Bahia representa o estado com a maior área irrigada, com predominância de irrigação por gotejamento. Além disso, o Nordeste e o Suldeste são as regiões que contam com extensas áreas com estruturas de irrigação por microaspersão. Já

na região Norte, a maior parte dos cultivos encontra-se no Estado do Tocantins, utilizando-se o método de irrigação por superfície. Já no Centro-Oeste, a predominância é a irrigação por pivô central e aspersão convencional (Christofidis, 2006).

Agricultura Sustentável

A água é um elemento essencial ao desenvolvimento agrícola, mas que sem o controle e a administração adequados, não permite o desenvolvimento de uma agricultura sustentável (Paz et al., 2000). Faz-se necessário a adoção de políticas que favoreçam a conservação e o uso eficiente da água: valorizar a água como um bem econômico, social e ambiental, inclusive para a conservação da natureza, e que favoreçam a eficiência no uso da água e contribua para evitar desperdícios e perdas (Pereira et al., 2002).

À medida que a população aumenta, ocorre acréscimo na demanda no setor produtivo, e conseqüentemente necessita-se produzir maiores volumes de alimentos. Entretanto, o uso da água na agricultura implica em grandes desafios, uma vez que, a partir de maior demanda de produção, maior será a quantidade de água necessária e, grande parte deste recurso disponível encontra-se escasso, o que interfere diretamente na produção agrícola. Deste modo, a produção depende principalmente de práticas sustentáveis e eficazes de uso e conservação da água (Pereira, 2007).

No contexto de uso sustentável dos recursos hídricos, a compatibilidade ecológica, a adequação das tecnologias apropriadas de uso da água de irrigação, a viabilidade econômica, a aceitabilidade social e questões ambientais, são prioridades para a agricultura moderna, especialmente em regiões com escassez de água (Malano et al., 2004).

Estratégias voltadas à sustentabilidade dos recursos hídricos envolvem práticas importantes, entre as quais se destaca o desenvolvimento e manejo de métodos de irrigação adequados, implantação do sistema de semeadura direta (SSD), combinações de componentes florestais, agrícolas e agropecuários, tais como sistema silvipastoril, silviagrícola, agropastoril e agrossilvipastoril (Kluthcouski et al., 2003).

A Integração Lavoura Pecuária (ILP) ou Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF), são os sistemas mais viáveis economicamente, atuam na conservação do solo por meio da diversificação, rotação, consorciação ou sucessão de forma planejada, promove benefícios para o setor agrícola e agropecuário, influenciando nas características físicas, químicas e biológicas do solo (Carvalho et al., 2014).

A partir do uso de espécies de plantas gramíneas e leguminosas no ILP, tem-se que estas atuam tanto na estruturação de solo, com incorporação de matéria orgânica, que vão

favorecer tanto o armazenamento de água quanto a ciclagem de nutrientes. Além disso, a implantação dos sistemas ILPF e ILP promovem melhorias na penetração da água no solo, contribuindo para o maior armazenamento e para a conservação do solo, uma vez que reduzem as perdas por escoamento (Reddy, 2016).

O manejo adequado da irrigação deve ser realizado visando fornecer água às plantas em quantidade suficiente. Dentre as formas de irrigação, destaca-se o sistema de gotejamento, que visa o incremento produtivo e qualidade da produção, além de minimizar o desperdício de água, a lixiviação de nutrientes e a degradação do meio ambiente (Pereira et al., 2016).

Perspectivas futuras

Segundo Fischer et al. (2007), grandes serão os impactos diretos das mudanças climáticas na produção agrícola, principalmente sobre necessidades futuras de água para a produção de alimentos. As mudanças climáticas provavelmente aumentarão a escassez de água em todo o mundo. As projeções para 2080, indicam um aumento de 22% na quantidade de terras cultivadas globalmente, sendo que a grande maioria está localizada nos países em desenvolvimento, principalmente Sul da Ásia, África e América Latina. Essa projeção também indicou a necessidade de água, revelando um aumento de 45% em todo o mundo e 20% de necessidades globais de água, somente para irrigação.

A irrigação ainda representa a maneira mais eficiente de incremento da produção de alimentos. Desta forma, estima-se que a nível mundial, no ano de 2020 os índices de consumo de água para a produção agrícola serão mais elevados na América do Sul, África e Austrália (Paz et al., 2000). Estimativas também apontam que até 2025, para suprir as necessidades por alimentos, a extensão irrigada deva crescer entre 20 e 30% (Venancio, 2015).

Em 2025, a escassez de água afetará 5 bilhões de pessoas em áreas urbanas (Detoni & Dondoni, 2008). A estimativa de crescimento na demanda por água, é, principalmente devido à pressão da demanda das indústrias, da produção de eletricidade, do uso doméstico, além da produção de alimentos e urbanização (Jacobi et al., 2015).

O "Global Environmental Outlook's Baseline Scenario" de 2012 projetou um aumento no risco de escassez de água até 2050, com uma perspectiva de 2,3 bilhões de pessoas vivendo em áreas com grave restrição hídrica; assim como também, o mundo irá enfrentar um déficit hídrico de 40% em 2030, caso nenhuma ação seja tomada (Un-Water, 2016). Um relatório divulgado pelas Nações Unidas afirma que, se nada for feito, as reservas hídricas do mundo podem encolher 40% até 2030 (Figura 6).

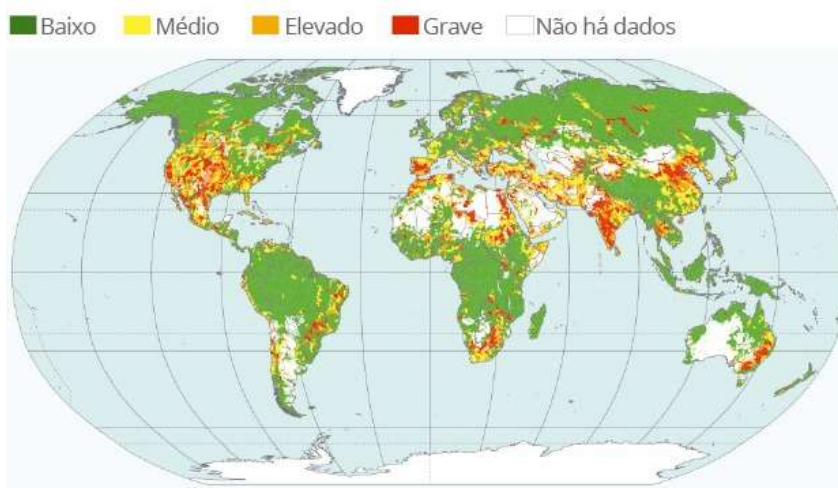


Figura 6. Estresse ambiental gerado por alterações no fluxo dos rios (1981-2010). As regiões Sudeste e Nordeste são as mais afetadas. Fonte: Unesco, 2015.

No futuro, a redução anual global de água irá crescer 10-12% a cada dez anos, chegando a 5.240 km³ em 2025. O consumo irá, por sua vez, aumentar 1,33 vezes e, até 20%, em 2050. Na agricultura, os dados demonstram que as áreas irrigadas em 1995 totalizaram 253 milhões de hectares, e que as estimativas projetam que em 2025 chegarão a 330 milhões de hectares, sendo as áreas irrigadas responsáveis por quase metade da produção agrícola mundial (Goellner, 2015; Un-Water, 2016).

Considerações finais

Atualmente os países do Oriente Médio e da África são os que mais sofrem com a crise hídrica há muito tempo, enfrentando sérios problemas e conflitos derivados da falta de água. Contudo, já existem evidências de crise hídrica em países ao qual são considerados abundantes desse recurso.

Nota-se que a crise é resultado de uma sequência de fatores, que partem da localização geográfica, onde regiões mais secas tendem a ser mais propícias à falta de água em determinado período, da densidade demográfica, que influencia na maior demanda por água e da degradação do recurso disponível, além de outros.

As regiões Nordeste e atualmente a região Sudeste do Brasil sofrem com a falta de água. A primeira, por se tratar de uma região extremamente seca, a segunda principalmente pela grande demanda de produção de alimentos, desencadeando a degradação, fizeram enfrentar uma séria crise no ano de 2013. Em contraste, a região Norte e algumas regiões do Centro-Oeste, em determinadas épocas do ano, enfrentam grandes enchentes que prejudicam a trafegabilidade e a produção, pois a maioria das rotas de escoamento são por estradas sem pavimentação ou hidrovias, além do enchacamento do solo que afeta as grandes áreas plantadas.

A crise hídrica gira em torno de fatores como, o desperdício, poluição e distribuição

inadequada da água, e diante do crescimento da população, maior é sua demanda.

Nesse contexto, se faz necessário a adoção de leis voltadas a redução do desperdício, além de políticas públicas que priorizem a conservação e o uso sustentável desse recurso tão necessário para a humanidade e para a economia, principalmente nas regiões que mais são afetadas pela falta de água, visando o progresso dos pilares do desenvolvimento sustentável: social, econômico e ambiental, visto que a escassez hídrica afeta diretamente o agronegócio e a indústria.

Referências

- ALCAMO, J.; DOLL, P.; HENRICH, T.; KASPAR, F.; LEHNER, B.; RSCH, T.; SIEBERT, S. Estimativas globais de retirada de água e disponibilidade sob condições atuais e futuras de "business as usual". *Revista de Ciências Hidrológicas*, v. 48, n. 3, p. 339-348, 2003.
- ALCAMO, J.; DOLL, P.; KASPAR, F.; SIEBERT, S. *Global change and global scenarios of water use and availability: an application of WaterGAP 1.0*. University of Kassel, Kassel, Germany, 1997.
- ANA – Agência Nacional das Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil*. Brasília, 2010, 76p.
- ANA – Agência Nacional de Águas. *Relatório da ANA apresenta situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica*. 2017. <<http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/noticias/relatori-o-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica/>>. Acesso em: 21 jun. 2018.
- BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 4, n. 1, p. 1-39, 2008.
- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, S.L.; ANGHINONI, I.; SULC, M.R.; BATELLO, C.

- Definitions and terminologies for integrated crop-livestock system. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n.5, p. 1040-1046, 2014.
- CHRISTOFIDIS, D. Agricultura irrigada sustentável no Semiárido e no Rio Grande do Norte. *Irrigação e Tecnologia Moderna*, v. 1, n. 2, p. 74-75, 2007.
- DETONI, T. L.; DONDONI, P. C. A escassez da água: um olhar global sobre a sustentabilidade e a consciência acadêmica. *Revista Ciências Administrativas ou Journal of Administrative Sciences*, v. 14, n. 2, p. 191-204, 2008.
- FISCHER, G.; TUBIELLO, F. N.; VELTHUIZEN, H. V.; WIBERG, D. A. Climate change impacts on irrigation water requirements: Effects of mitigation 1990–2080. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 74, n. 7, p. 1083-1107, 2007.
- GEO Brasil: Recursos hídricos: resumo executivo. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA; Agência Nacional de Águas - ANA, 2007, 60 p.
- GOELLNER, V.; ARMEL, V.; ZITOLO, A.; FONDA, E.; JAOUEN, F. Degradação por peróxido de hidrogênio de catalisadores metal-nitrogênio-carbono para redução de oxigênio. *Jornal da Sociedade Eletroquímica*, v. 162, n. 6, p. 403-414, 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa: Densidade populacional de 2010. <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releasas/14498/>>. Acesso em: 21 de jun. 2018.
- JACOBI, P. R.; CIBIM, J. C.; SOUZA, A. N. Crise da água na região metropolitana de São Paulo–2013/2015. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 3, p. 422-444, 2015.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.
- LANNA, A. E. A economia dos recursos hídricos: os desafios da alocação eficiente de um recurso cada vez mais escasso. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 113-130, 2008.
- LIMA, E. A.; CANO, H.; NASCIMENTO, J. A. S. Uma contribuição à geografia dos recursos hídricos cap. 07, In: IBGE. Brasil: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI. Rio de Janeiro, 2016, 435 p.
- MALANO, H.; BURTON, M. E.; MAKIN, I. Desempenho de benchmarking no setor de irrigação e drenagem: uma ferramenta de mudança. *Irrigação e Drenagem: A revista da Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem*, v. 53, n. 2, p. 119-133, 2004.
- OLIVEIRA, I. R. H.; SANTOS, C. R. B.; RODRIGUES, M. A. L. Desenvolvimento de um aplicativo android para monitoramento microcontrolado do nível de um reservatório de água residencial em tempo real. In: Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, XII CEEL, Uberlândia – MG, 2014.
- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000
- PEREIRA, L. S.; OWEIS, T.; ZAIRI, A. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural water management*, v. 57, n. 3, p. 175-206, 2002.
- PEREIRA, L. Santos. Uso sustentável da água e convivência com a escassez: revisitando conceitos e indicadores. *Ingeniería del agua*, v. 14, n. 3, p. 237-250, 2007.
- PEREIRA, M. E.; LIMA JUNIOR, J. A. D.; SOUZA, R. O. D. M.; GUSMÃO, S. A.; LIMA, V. M. Irrigation management influence and fertilizer doses with boron on productive performance of cauliflower. *Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 5, p. 811-821, 2016.
- PINTO, A. G. N.; HORBE, A. M. C.; SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; PASCOALOTO, D.; SANTOS, H. M. D. C. The human action effects on the hydrogeochemistry of Negro river at the Manaus shoreline. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 3, p. 627-638, 2009.
- PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R.O.; BRUNINI, O. Agricultura irrigada. *Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária*, v. 1, n. 1, p. 98-111, 2008.
- RASKIN, P.; GLEICK, P.; KIRSHEN, P.; PONTIUS, G.; STRZEPEK, K. *Water Futures: Assessment of Long-range Patterns and Prospects*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden. 1997, 77 p.
- REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. *Bahia Análise e Dados*, v. 13, n. 1, p. 341-345, 2003.
- REDDY, P. Parvatha. Integrated Crop–Livestock Farming Systems. In: Sustainable Intensification of Crop Production. Springer, Singapore, p. 357-370, 2016.
- RIJSBERMAN, Frank R. A escassez de água: fato ou ficção?. *Gestão da água agrícola*, v. 80, n. 3, p. 5-22, 2006.
- RODRIGUES, I.; RODRIGUES, T. P. T.; FARIAS,

- M. S. S.; ARAÚJO, A. F. Diagnóstico dos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas na margem do Rio Sanhauá e Paraíba. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 5, n. 1, p. 01-15, 2009.
- SHIKLOMANOV, I. World water resources: A new appraisal and assessment for the 21 century. Unesco, 1998, 40 p.
- TUCCI, C. E. M.; DA MOTA, D. M. M. L. Aspectos institucionais do controle das inundações. Avaliação e controle da Drenagem Urbana, v. 2, n. 1, p. 01-16, 2001.
- TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T. Recursos hídricos no século XXI. Oficina de Textos, São Paulo, 2011, 328 p.
- TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2014, 76 p.
- UN-WATER. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016: Água e emprego, fatos e números. 2016, 12 p.
- VENANCIO, D. F. V.; SANTOS, R. M.; CASSARO, S.; PIERRO, P. C. C. A crise hídrica e sua contextualização mundial. Enciclopédia Biosfera, v. 2, n. 11, p. 1-13, 2015.
- VIEIRA, M. G. A.; KIMURA, S. P. R.; PASCOALOTO, D. Os efeitos das atividades antrópicas na qualidade da água da lagoa da francesa na região amazônica – Parintins/AM. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC, Fortaleza – CE, 2015.
- WALLACE, J. S. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. Agriculture, Ecosystems e Environment, v. 82, n. 3, p. 105-119, 2000.
- GOELLNER, V.; ARMEL, V.; ZITOLO, A.; FONDA, E.; JAOUEN, F. Degradação por peróxido de hidrogênio de catalisadores metal-nitrogênio-carbono para redução de oxigênio. Jornal da Sociedade Eletroquímica, v. 162, n. 6, p. 403-414, 2015.