

# 13

## RECURSO ÁGUA

---

Lineu Neiva Rodrigues<sup>1</sup>  
Paulo Estevão Cruvinel<sup>2</sup>

### 13.1 Características gerais

Existe uma forte inter-relação entre água, alimento e energia, que é intensificada com o aumento da demanda resultante do crescimento populacional, das mudanças climáticas e das mudanças nos padrões de consumo. Será cada vez mais preponderante adotar estratégias de manejo, que considerem os recursos hídricos de forma integrada e que almejem a sua alocação equitativa, considerando os usos múltiplos da água e tendo a bacia hidrográfica como unidade de referência. Essa abordagem integrada dos recursos hídricos demandará soluções científicas inovadoras que mudarão a forma de trabalhar a agricultura e de produzir alimentos.

Na construção de um projeto de ciência para o Brasil, é fundamental considerar as desigualdades hídricas regionais e ter um olhar diferenciado para as bacias hidrográficas críticas, nas quais a disponibilidade hídrica já está comprometida, assim como, já é realidade a ocorrência de conflitos pelo uso da água. As pesquisas em recursos hídricos devem incorporar uma visão sistêmica do complexo

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Cerrados.

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Instrumentação.

hídrico, no qual o curso d'água, em sua qualidade e quantidade, é reflexo das atividades antrópicas que ocorrem na bacia como um todo.

A atividade agrícola é a principal usuária dos recursos hídricos no mundo (Figura 1) e a sua intensificação deve ser feita de forma planejada, evitando os desequilíbrios (UNESCO, 2003; XEVI; KHAN, 2005). Quando se trata, entretanto, de água na agricultura é importante diferenciar a agricultura de sequeiro da agricultura irrigada. A primeira representa cerca de 91,7% da área plantada (CONJUNTURA..., 2013), mas não compete diretamente pelo uso da água do curso de água. A segunda, por outro lado, compete diretamente com outros usuários pelo uso da água, superficial ou subterrânea. Nesse particular, a pesquisa científica tem o desafio de desenvolver conhecimentos e soluções que visem, principalmente, compatibilizar produção de alimento, fibras e energia, com o uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos.

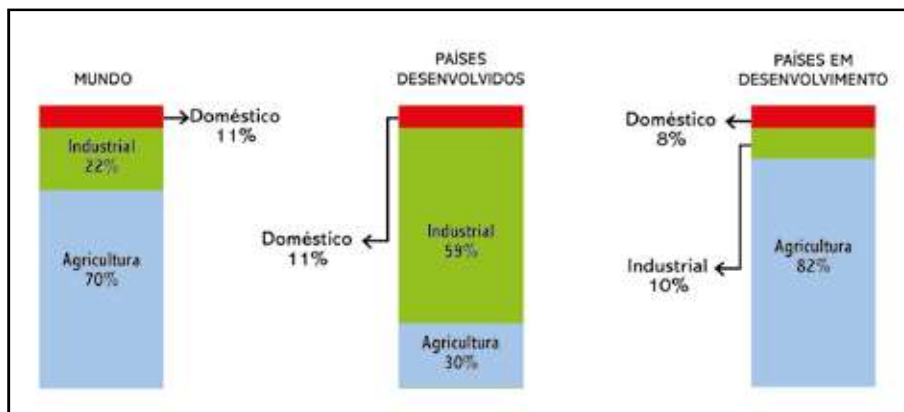
## 13.2 Prioridades de pesquisa

Nas últimas décadas observam-se avanços importantes na pesquisa em recursos hídricos, mas, de maneira geral, as ações são isoladas e difusas. Ainda existem muitas demandas qualificadas em pesquisa e desenvolvimento que são fundamentais para enfrentar os antigos e os novos desafios e fornecer uma base sólida de conhecimentos indispensáveis para o entendimento integrado da dinâmica da água na bacia hidrográfica.

Atualmente se faz necessária a construção de uma estratégia sustentável que vise à evolução da economia baseada no uso e utilização dos recursos renováveis e apoiada no conceito de cadeia de valor (PORTER, 1985). A estratégia de futuro deve levar em conta os paradigmas da bioeconomia, os quais definem uma abordagem coerente, interdisciplinar e transectorial, visando, portanto, uma economia mais inovadora e de baixo carbono, que concilie as necessidades em termos de agricultura e usos das águas e segurança alimentar e do alimento.

A ciência deve gerar conhecimentos no sentido de garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, sendo necessárias novas pesquisas sobre mecanismos que contribuem para aumentar a oferta hídrica na bacia (OCDE, 2018). Entre esses, os sistemas de conservação do solo, que estão em constante adaptação e evolução, são os que apresentam o maior potencial de contribuição para os recursos hídricos, em termos de sua qualidade e quantidade. Vê-se como prioritário o avanço no conhecimento de mecanismos destinados ao controle da erosão, dessalinização, redução da evaporação e aumento da infiltração e da capacidade de retenção da água no solo.

Figura 1. Quantidade de Água Utilizada por Atividade Econômica.



Adaptado de: WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT, 2003.

Estimativas da FAO (2003) apontam que, entre 2001 e 2025, cerca de 80% da produção adicional de alimento, necessária para atender as demandas, serão provenientes de áreas irrigadas, que são as principais usuárias dos recursos hídricos. Assim, será cada vez mais importante gerar conhecimentos que contribuam para melhorar a eficiência de uso de água na irrigação, reduzir perdas na condução, melhorar o manejo do sistema e a eficiência de uso, desenvolver técnicas de gerenciamento da demanda e desenvolver culturas mais resistentes ao estresse hídrico.

Outro importante aspecto que poderá ser considerado, apesar de seu uso atual ser incipiente, são as águas residuárias. Elas têm grande potencial de uso e poderão se tornar uma importante ferramenta para o gerenciamento dos recursos hídricos e de políticas ambientais no Brasil. Há necessidade de avançar, portanto, nas pesquisas relacionadas ao reuso da água no meio rural e aproveitamento de água de chuva. Além disso, é necessário incluir pesquisas para a avaliação e quantificação da poluição difusa, considerando também a contaminação por substâncias tóxicas, metais pesados, fertilizantes etc.

A maior parte dos recursos hídricos ainda continua sendo manejada de maneira fragmentada, desconsiderando relações importantes como aquelas existentes entre as águas subterrâneas e as superficiais. A ciência precisa avançar para entender melhor a dinâmica das águas subterrâneas, ter um melhor conhecimento dos aquíferos, tanto em escala regional quanto local, e sua interação, nos diferentes ambientes, com a água superficial, contribuindo para a gestão integrada dos recursos hídricos.

O efeito das mudanças climáticas no ciclo hidrológico ainda é incerto (OKI; KANAE, 2006). No Brasil, há cenários que projetam mais chuvas em algumas regiões, enquanto outros projetam o oposto. É importante avançar nas pesquisas para compreender melhor o modo de atuação e a magnitude do impacto das mudanças climáticas sobre os processos hidrológicos, bem como os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos nas diferentes regiões do país.

A escassez de chuvas e menor disponibilidade de água para o consumo humano e na agricultura em importantes centros urbanos do país deram impulso às questões de alocação da água. Os processos de tomada de decisão, por outro lado, estão cada vez mais complexos, exigindo decisões mais rápidas e dependendo de análises de quantidade de dados cada vez maiores. Esses fatores aumentam o risco de tomadas de decisão equivocadas. Assim, torna-se importante avançar nas pesquisas relacionadas às tecnologias da informação, da comunicação, de *big-data* (análise e interpretação de grandes volumes de dados de grande variedade) e de modelos de inteligência computacional e simulação que possam viabilizar a emissão de alertas em suporte à decisão.

Adicionalmente, há a necessidade de formalizações de conhecimentos sobre o papel do comportamento humano no uso da água (JURY; VAUX, 2005), ganhando importância a estruturação de programas efetivos de comunicação para o estabelecimento de estratégias abrangentes e integradoras para se enfrentar os vários problemas relacionados ao uso da água. É importante observar que já existem conhecimentos que poderiam ser utilizados de imediato. Os novos avanços científicos prospectados, necessários para manejar o aumento da escassez hídrica e outros problemas emergentes, dependerão fortemente da constituição dessas bases de conhecimentos, de novas tecnologias, de estratégias de manejo e, certamente, de políticas públicas que orientem as interações dos indivíduos com a natureza e em sociedade, incluindo a restauração de áreas produtivas e não produtivas, de conservação de nascentes, tendo em conta que a bioeconomia inclui a biodiversidade e serviços ecossistêmicos em sua base.

### 13.3 Conclusões

Na construção de um projeto de ciência para o Brasil, é fundamental considerar as desigualdades hídricas regionais e ter um olhar diferenciado para as bacias hidrográficas, nas quais a disponibilidade hídrica já está comprometida, assim como, para aquelas regiões onde há ocorrência de conflitos pelo uso da água. As pesquisas em recursos hídricos devem incorporar uma visão sistêmica do complexo hídrico, em que o curso d'água, em sua qualidade e quantidade, seja reflexo das atividades que ocorram na bacia como um todo. As oportunidades e desafios

de ações de PD&I referentes ao recurso água incluem:

- a) Necessidade da preparação de uma estratégia sustentável que vise à evolução da economia baseada na utilização dos recursos renováveis, com ênfase na água e apoiada no conceito de cadeia de valor. A estratégia de futuro deve levar em conta os paradigmas da bioeconomia, que definem uma abordagem coerente, interdisciplinar e transetorial, visando uma economia inovadora e de baixo carbono que concilie as necessidades da agricultura e os usos das águas e segurança alimentar.
- b) A ciência deve gerar conhecimentos no sentido de garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, sendo necessárias mais pesquisas sobre os mecanismos que contribuem para aumentar a oferta hídrica na bacia. Entre esses, os sistemas de conservação do solo e restauração de áreas de recarga, que estão em constante adaptação e evolução, são os que apresentam o maior potencial de contribuir para os recursos hídricos em termos de sua qualidade e quantidade. Vê-se como prioritário o avanço no conhecimento de mecanismos destinados ao controle da erosão, dessalinização, redução da evaporação e aumento da infiltração e da capacidade de retenção da água no solo.
- c) Estimativas da FAO indicam que, de 2001 a 2025, cerca de 80% da produção adicional de alimentos serão provenientes de áreas irrigadas, que são as principais usuárias dos recursos hídricos. Assim, será importante gerar conhecimentos que contribuam para melhorar a eficiência do uso de água na irrigação, reduzir perdas na condução, melhorar o manejo do sistema e a eficiência de uso, desenvolver técnicas de gerenciamento da demanda e desenvolver culturas mais resistentes ao estresse hídrico.
- d) O uso atual incipiente da água, principalmente das águas residuárias, que têm grande potencial de uso e poderão se tornar importante ferramenta para o gerenciamento de recursos hídricos e políticas ambientais. Há necessidade de avançar, portanto, nas pesquisas relacionadas ao reuso da água no meio rural e aproveitamento de água de chuva. Além disso, faz-se necessário incluir pesquisas para a avaliação e quantificação da poluição difusa, considerando também a contaminação por substâncias tóxicas, metais pesados e fertilizantes, entre outros aspectos.
- e) A maior parte dos recursos hídricos ainda continua sendo manejada de maneira fragmentada, desconsiderando-se relações importantes, como aquelas existentes entre as águas subterrâneas e superficiais. A ciência precisa avançar para desvendar a dinâmica das águas subterrâneas, ter um melhor conhecimento dos aquíferos, tanto em escala regional, quanto local, e sua interação, nos diferentes ambientes, com a água superficial, contribuindo para a gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.
- f) O efeito das mudanças climáticas no ciclo hidrológico ainda é incerto. No

Brasil, há cenários que projetam mais chuvas em algumas regiões, enquanto outros projetam o oposto. É importante avançar nas pesquisas para compreender melhor como e em que magnitude as mudanças climáticas afetam os processos hidrológicos e os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos, nas diferentes regiões do país.

- g) Torna-se importante avançar nas pesquisas relacionadas às tecnologias da informação, da comunicação, de *big-data* e de modelos de inteligência computacional e simulação que possam viabilizar a emissão de alertas em suporte à decisão no armazenamento, uso, reúso e monitoramento de cursos d'água e de lençóis freáticos.
- h) Há necessidades de formalizações de conhecimentos sobre o papel do comportamento humano no uso da água, ganhando importância a estruturação de programas efetivos de comunicação para o estabelecimento de estratégias abrangentes e integradoras para se enfrentar os vários problemas relacionados ao uso da água. Os novos avanços científicos prospectados, necessários para manejar o aumento da escassez hídrica e outros problemas emergentes, dependerão da constituição dessas bases de conhecimentos, de novas tecnologias, de estratégias de manejo e, certamente, de políticas públicas que orientem as interações dos indivíduos com a natureza e em sociedade.

Deve-se indicar que as limitações e ações, discutidas no simpósio comemorativo do centenário da Academia Brasileira de Ciência (ABC), em abril de 2017, aportaram subsídios às políticas públicas em CT&I relacionadas a água nas áreas da mineração, agricultura e saúde, destacando-se prioritariamente:

- a) Limitações dos padrões de monitoramento da qualidade microbiológica da água; a relação entre o regime hídrico e doenças de veiculação hídrica; a falta de estudos sobre vírus entéricos na água; as limitações para o monitoramento de patógenos emergentes na água e as possíveis soluções.
- b) Necessidade de desenvolvimento e/ou validação de protocolos e procedimentos para valoração e/ou, pagamento de serviços ecossistêmicos;
- c) Falta de organização e manutenção de programas de PD&I de longo prazo em bacias hidrográficas experimentais.
- d) As ações prioritárias e os desafios a enfrentar, indicam que a ciência para a água deve ser feita com políticas de Estado e não de governo. Devem ser conduzidas de maneira integrada, sem perder de vista as demandas atuais da sociedade e a segurança hídrica para a população.

## Referências bibliográficas

- CONJUNTURA dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2013. 432 p.
- FAO. Water for sustainable food production, poverty alleviation and rural development, In: **Unlocking the Water Potential of Agriculture**, Chapter 2, pp. 7-17, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2003. Disponível em: [ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/unlocking\\_e.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/unlocking_e.pdf) Acesso em: 26 nov. 2016.
- JURY W. A., VAUX JR. H. The role of science in solving the world's emerging water problems, In: **Proceedings** of the National Academy of Science of the United States of America (PNAS), Vol. 102, No. 44, pp.15715–15720, 2005.
- OCDE. Water Security for Better Lives, **OECD Studies on Water**, OECD Publishing, 2013. Disponível em: <http://doi.org/10.1787/9789264202405-en>. Acesso em: 23 ago. 2018.
- OKI T, KANAE S. Global Hydrological Cycles and World Water Resources. **Science**, August, v. 313, pp. 1068-1072, 2006.
- PORTER, M. E. **The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. NY: Free Press, 1985.
- XEVI, E.; KHAN, S. A multi-objective optimisation approach to water management. **Journal of Environmental Management**. v.77, n.4, p.269–277, dez. 2005.
- UNESCO. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, Brasília, DF, 2013.
- WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT. **Water for people, water for life**. Paris: UNESCO, 2003. 576 p.