

ÁGUA E SANEAMENTO

CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA

Maria Sonia Lopes da Silva
Alexandre Matthiensen
Luiza Teixeira de Lima Brito
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Cláudio José Reis de Carvalho

Editores Técnicos



Capítulo 5

Gestão integrada de recursos hídricos

Azeneth Eufrausino Schuler

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Marcus Aurélio Soares Cruz

Introdução

A meta 6.5 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) – Implementação da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos em Todos os Níveis – é tema do presente capítulo e está sendo discutida em quatro tópicos. No primeiro, que constitui a introdução, faz-se uma explanação geral sobre conceito, implementação e ferramentas da gestão integrada dos recursos hídricos (Girh); o segundo trata das condições e dos instrumentos necessários à implementação da Girh e sua adoção pelo Brasil; já o item três apresenta os desafios a serem superados e exemplos de contribuições da Embrapa à implementação da Girh; e, no quarto e último tópico, fazem-se as considerações finais com uma reflexão das perspectivas futuras para ampliar a contribuição da Empresa na efetivação da gestão hídrica integrada, participativa e descentralizada, especialmente no suporte em ciência, tecnologia e informações.

O conceito de gestão integrada desenvolveu-se ao longo da história, incorporando novos significados especialmente a partir das últimas décadas do século 20, quando a escalada de problemas ambientais no planeta levou à proposição da definição de desenvolvimento sustentável (Report..., 1987; Snellen; Schrevel, 2004). A Global Water Partnership (Integrated..., 2000, p. 22)² apresentou a seguinte definição de gestão integrada de recursos hídricos:

[...] um processo que promove o desenvolvimento e a gestão coordenados da água, das terras e dos recursos relacionados, de forma a maximizar o bem-estar social e econômico resultante de modo equitativo e sem comprometer com a sustentabilidade dos ecossistemas vitais.

² "IWRM is a process which promotes the co-ordinated development and management of water, land and related resources, in order to maximize the resultant economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems."

Para implementar a gestão integrada, é necessário o desenvolvimento de um ambiente adequado, com legislação, políticas e planos de gestão, além do estabelecimento de uma infraestrutura institucional onde os instrumentos de gestão, as regras de funcionamento e os papéis dos diferentes atores estejam bem definidos. A Girh preconiza como ferramenta a participação social, o monitoramento e a avaliação da gestão hídrica, bem como a sua aplicação na menor unidade territorial possível, que é de bacia hidrográfica. As estratégias para capacitação das partes e para monitoramento da gestão devem ser estabelecidas, implementadas e constantemente atualizadas. A avaliação da gestão deve ocorrer com base em indicadores selecionados para demonstrar o progresso das medidas adotadas e seus efeitos para a qualidade do gerenciamento do sistema hídrico.

Gestão integrada de recursos hídricos

A gestão integrada de recursos hídricos (Girh), de acordo com Status... (2012), preconiza algumas condições para sua viabilização, como:

- A gestão intersetorial e a consideração aos múltiplos usos da água.
- O desenvolvimento de um ambiente habilitador da gestão.
- A descentralização e participação dos diferentes atores envolvidos.
- A criação de infraestrutura institucional: arcabouço legal e definição de papéis.
- Um sistema de informações sobre recursos hídricos para compartilhamento.

No Brasil, a formação do arcabouço legal e institucional para criação de um ambiente habilitador da Girh deu-se mediante a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Brasil, 1997), conhecida como Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) baseada nos princípios preconizados para a gestão integrada de recursos hídricos pelos documentos das Nações Unidas *The Dublin statement* (International Conference on Water and the Environment, 1992) e *Agenda 21* (United Nations Conference on Environment & Development, 1992). São fundamentos da PNRH (Brasil, 1997):

- A água é um bem de domínio público.
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico.

- Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.
- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.
- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh).
- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Os objetivos e as diretrizes gerais da PNRH fazem menção clara à gestão integrada de recursos hídricos, bem como às necessidades das gerações atual e futuras. A Lei das Águas, ou Lei nº 9.433/97, também estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos e criou o Singreh, tendo como diretriz a gestão integrada, descentralizada e participativa. O caráter descentralizador da PNRH foi expresso pela criação de um sistema nacional que integra União e estados. Já a instalação de comitês de bacias hidrográficas, onde atuam as três instâncias dos poderes públicos (federal, estadual e municipal), usuários e sociedade civil, confere o caráter participativo ao sistema.

Os instrumentos de gestão integrada de recursos hídricos são (Status..., 2012):

- Avaliação de recursos hídricos (redes de monitoramento, técnicas de avaliação e de estudos de impactos ambiental – EIA).
- Comunicação e informação para promover a conscientização dos tomadores de decisão.
- Instrumentos de alocação de água, valoração de custos e benefícios e resolução de conflitos.
- Instrumentos regulatórios diretos (planos diretores de uso, regulamentos, etc.) e econômicos (preços e tarifas, impostos, subsídios, incentivos, multas, etc.).
- Tecnologia (pesquisa e desenvolvimento, diretrizes para avaliação e seleção de tecnologias).
- Financiamento, considerando que o investimento em Girh, pelos governos e setores privados, tem uma alta taxa de retorno para a sociedade.

No Brasil, a PNRH estabeleceu os instrumentos de gestão (Brasil, 1997):

- Os Planos de Recursos Hídricos.
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água.
- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos.
- A cobrança pelo uso de recursos hídricos.
- A compensação a municípios.
- O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Além dos instrumentos, a Lei nº 9.433/97 define o Singreh, os papéis dos diferentes atores e sua participação. Integram o Singreh:

- O Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
- A Agência Nacional de Águas.
- Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal.
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica.
- Os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos.
- As Agências de Água.

O estabelecimento de um sistema de informações para coleta, organização e compartilhamento de dados de recursos hídricos é uma das condições para a gestão integrada. A lei da PNRH estabeleceu o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Snirh), definido como “[...] um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão” (Brasil, 1997, art. 25). Seus princípios incluem a descentralização da obtenção e produção de dados, a coordenação do sistema e a garantia de acesso a dados e informações a toda sociedade.

Desafios para a Girh e a contribuição da Embrapa

Nestes 20 anos da Lei nº 9.433/97 (Brasil, 1997), houve muitos avanços na gestão integrada de recursos hídricos, inclusive com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) pela Lei nº 9.984, em 2000, responsável por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e com a função de órgão gestor dos re-

ursos hídricos da União, integrando o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (Singreh) (Brasil, 2000).

Em face das exigências da Girh de atuação intersetorial e de integração da gestão da água com a gestão do uso do solo, a Embrapa presta uma contribuição fundamental ao gerar conhecimentos e tecnologias que podem favorecer a adequada gestão desses recursos para o desenvolvimento do setor agropecuário, que inclui também a produção florestal, a pesca e a aquicultura.

A agricultura, sendo responsável por 54% do total de retiradas de água (Conjuntura..., 2017), pode representar um impacto importante sobre os recursos hídricos, mesmo com um cenário em que predomina a agricultura dependente de chuva. O relatório *Conjuntura das águas* (Conjuntura..., 2017) aponta que, em 2016, o total de retiradas de água para os diferentes setores alcançou $2.057 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, enquanto o consumo, que é a diferença entre o volume de retiradas e o volume de retorno, foi de $1.081 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. O setor agropecuário responde por 78% desse total de consumo, sendo 67% para irrigação e 11% para abastecimento animal. A maior participação no consumo, em comparação ao percentual de retiradas, diz respeito ao baixo retorno do volume retirado aos corpos hídricos, uma vez que grande parte da água aplicada na irrigação é evapotranspirada.

De acordo com o manejo adotado, os sistemas de produção tanto podem ser prejudiciais como benéficos aos serviços de água, quanto à sua qualidade, à sua disponibilidade e ao seu papel como habitat para a biodiversidade. Cumprindo sua missão como instituição de pesquisa agropecuária, a Embrapa tem gerado tecnologias para o manejo sustentável dos sistemas de produção, visando à melhoria do uso e da gestão integrada dos recursos hídricos. Seguindo a estrutura apresentada no documento *Conjuntura 2017* (Conjuntura..., 2017), foram selecionados alguns desafios sobre os quais a Embrapa tem gerado contribuições (soluções tecnológicas) relevantes, apresentados a seguir.

Gestão ambiental

Considerando os conflitos existentes entre as demandas dos setores usuários e a agenda ambiental, um dos desafios da Girh é aprimorar a relação de gestão de recursos hídricos com a agenda ambiental, buscando a internalização pelos setores econômicos de conceitos ambientais, como sustentabilidade, capacidade de suporte dos ecossistemas e serviços ecossistêmicos, de forma a alcançar uma

gestão realmente integrada e sustentável. Seguem as principais contribuições/soluções tecnológicas:

- [Ferramenta ARAquaGEO](#): análise espacial do risco ambiental de contaminação de recursos hídricos.
- Monitoramento e caracterização quali-quantitativa de bacias rurais (Projeto AgroHidro).
- Caracterização do comportamento hidrológico e parametrização de modelos aplicados em diferentes biomas brasileiros (Projeto SWAT-Cerrado e Projeto Rede Nacional de Bacias Experimentais e Representativas – ReHidro).
- Abordagem explícita para mapeamento de diferentes serviços ecossistêmicos e avaliação de impactos ambientais, inclusive sobre os recursos hídricos (MapES).
- Pagamentos por serviços ambientais: monitoramento e seleção de áreas.
- Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão em rios brasileiros.
- Avaliação de diferentes métodos de tratamento de água para consumo em comunidades rurais do Semiárido brasileiro (Sodis).

Gestão da demanda

Relacionada às práticas de uso racional da água, redução de perdas e controle da demanda, a gestão da demanda pelo setor agropecuário conta com valiosas contribuições da Embrapa na forma de modelos de suporte à decisão e estratégias para uso mais eficiente da água na agricultura. São elas:

- Mapeamento de áreas irrigadas no Brasil.
- IrrigaWeb: capacitação sobre uso e manejo da irrigação via web.
- Manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar no Semiárido.
- Rede de Agricultura de Precisão: desenvolvimento tecnológico para melhorar precisão e uso de recursos na agricultura.

Segurança hídrica e avaliação de risco

Estes desafios são relacionados ao compromisso de garantir a oferta de água para abastecimento humano e para atividades produtivas de modo sustentável, redu-

zindo os riscos de eventos críticos (secas e cheias) associados à variabilidade e à mudança do clima, dentro do conceito de segurança hídrica. Seguem as principais soluções tecnológicas:

- Impactos das mudanças climáticas e da agricultura sobre os recursos hídricos em diversos biomas ([Rede AgroHidro](#) e [Projeto Chuva-Vazão](#)).
- Sistema de indicadores de sustentabilidade hídrica da cana-de-açúcar.
- [Geo-Hidro Pantanal](#): portal de informações hidrológicas da Bacia do Alto Paraguai-Pantanal; notícias locais sobre riscos de cheias, o que permite planejar o deslocamento de rebanhos.
- Zoneamento da disponibilidade e da demanda hídrica para a agricultura no bioma Cerrado (Projeto Chuva-Vazão).
- Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc).
- [Zoneamentos agroecológicos](#), incluindo a aptidão de terras para a irrigação.
- Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação (SiBCTI).
- [Barragem subterrânea](#): tecnologia de captação e armazenamento de água de chuva para produção de alimentos.
- [Barraginhas](#).
- Simulação de mudanças climáticas regionalizadas em culturas de frutas no Semiárido, impactos e adaptação.
- Cisternas rurais.
- Captação de água de chuva in situ.

Águas subterrâneas

Refere-se à integração entre a gestão de águas superficiais e subterrâneas. A Embrapa tem resultados que podem contribuir para a mitigação de impactos da agricultura sobre as águas subterrâneas e melhoria do planejamento territorial em zonas de aquíferos. Seguem as principais contribuições/soluções tecnológicas:

- ARAquá 2014 – ARAquá – Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxico.
- Simulação numérica da presença de contaminantes orgânicos em solo e águas (Paraíba; Pulino, 2003).

Aprimoramento do processo participativo

Vários comitês foram instalados em bacias do País, mas muitas encontram dificuldades operacionais, além de problemas de representatividade. A atuação da Embrapa refere-se ao provimento de informações e conhecimentos técnicos em várias instâncias em que tem sido convidada a participar do Singreh, como a Comissão Nacional de Recursos Hídricos, algumas comissões de recursos hídricos estaduais e do Distrito Federal, e comitês de bacias para a resolução de conflitos de uso da água. Outras atuações:

- Participação no Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em conselhos estaduais e do Distrito Federal de recursos hídricos, e em comitês de bacias (CBH: Paranoá, Baía da Guanabara, Jaguaribe, Afluentes do Preto no Distrito Federal, etc.).
- Aplicação de metodologias participativas e construção de conhecimento em bacias hidrográficas rurais, voltadas à conservação do solo e da água, e manejo dos sistemas de produção.

Considerações finais

Frente aos desafios apontados no relatório *Conjuntura 2017* (Conjuntura..., 2017), e as contribuições atuais da Embrapa à gestão integrada de recursos hídricos, abrem-se muitas oportunidades para a pesquisa agropecuária atuar na melhoria da gestão integrada de recursos hídricos.

Na condição de instrumento de gestão, os planos de recursos hídricos, que devem ser formulados para estados e bacias, podem contar com uma contribuição efetiva da Embrapa. O desenvolvimento de estudos para caracterização de bacias – suas dinâmicas territoriais, ecossistêmicas e biogeoquímicas, bem como seus sistemas de produção – permite a disponibilização de informações importantes para a formulação ou revisão dos Planos de Bacias pelos comitês. Um exemplo dessa contribuição é o [Programa Nacional de Solos \(PronaSolos\)](#), sob coordenação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que tem a Embrapa como braço executivo, por meio da Embrapa Solos. Contando com uma rede de instituições de todo o País, o PronaSolos produzirá informações e mapas de solos em escalas compatíveis com o planejamento de uso das terras no território nacional, iniciando por áreas prioritárias. Muitas das áreas selecionadas como prioritárias são bacias hidrográficas responsáveis pela oferta hídrica às popula-

ções e aos setores produtivos. Mapas de solos em escalas compatíveis para a elaboração de Planos de Bacias é uma demanda antiga do setor de recursos hídricos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Snirh) também abre um grande leque para atuação da Empresa. Algumas das informações e tecnologias sobre recursos hídricos geradas em redes de pesquisa da Embrapa, como a [Rede AgroHidro](#) e os portfólios Mudanças Climáticas, Combate à Seca, Agricultura Irrigada e Aquicultura, por exemplo, poderiam ser integrados à base de informações no Snirh. Esses resultados podem ser utilizados para a capacitação e informação de representantes da sociedade civil e de usuários, utilizados pelos agricultores e pela população em geral, pelos órgãos gestores estaduais e municipais e pelo Ministério Público.

O compartilhamento de informações e conhecimento sobre o funcionamento de bacias hidrográficas e tecnologias de gestão e manejo na agricultura contribui para a formação de capacidades e aprimoramento da participação dos membros em comitês e conselhos de recursos hídricos. Ações conjuntas de capacitação podem ser promovidas cooperativamente pela Embrapa em parceria com a ANA, órgãos gestores estaduais ou comitês de bacias, universidades e outras instituições, possibilitando uma atuação mais efetiva no estabelecimento de ambientes de formação em Girh nas bacias hidrográficas, condição essencial para a gestão descentralizada, participativa e baseada em conhecimento.

Referências

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 da União**, 9 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 8 fev. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 18 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm>. Acesso em: 8 fev. 2018.

CONJUNTURA dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2017. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

INTEGRATED water resources management. Stockolm: Global Water Partnership, 2000. 67 p. (TAC background papers, 4). Disponível em: <<http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/>>

publications/ background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2018.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER AND THE ENVIRONMENT: DEVELOPMENT ISSUES FOR THE 21ST CENTURY, 1992, Dublin. **The Dublin Statement and Report of the Conference**. Geneva: World Meteorological Organization, 1992. Disponível em: <<https://www.ircwash.org/sites/default/files/71-ICWE92-9739.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

PARAÍBA, L. C.; PULINO, P. **Simulação numérica da dispersão-advecção de pesticidas no solo sob efeito da temperatura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 45 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 35). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14527/simulacao-numerica-da-dispersao-adveccao-de-pesticidas-no-solo-sob-efeito-da-temperatura>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

REPORT to the World Commission on Environment and Development: our common future. [S.l.]: United Nations, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

SNELLEN, W. B.; SCHREVEL, A. **IWRM**: for sustainable use of water: 50 years of international experience with the concept of integrated water management. Wageningen: Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, the Netherlands, 2004. (Alterra-report, 1143). Background document to the FAO/ Netherlands Conference on Water for Food and Ecosystems. Disponível em: <<http://edepot.wur.nl/30428>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

STATUS report on the application of integrated approaches to water resources management. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2012. 106 p. Disponível em: <http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/un_water_status_report_2012.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2018.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT & DEVELOPMENT, 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21**. Rio de Janeiro: United Nations Sustainable Development, 1992. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2018.