

## SEGURANÇA HÍDRICA: O PAPEL DA ÁREA RURAL NA ALIMENTAÇÃO DE AQUÍFEROS

FERNANDO ANTONIO RODRIGUEZ<sup>1</sup> e RENATA DEL GIUDICE RODRIGUEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agr. Especialista Responsável Técnico da DELGITEC, Belo Horizonte – MG  
[frdriguez@uol.com.br](mailto:frdriguez@uol.com.br)

<sup>2</sup>Dra. Eng. Agr. Universidade do Estado de Kentucky, Frankfort – KY – USA  
[rdgrodriuez76@gmail.com](mailto:rdgrodriuez76@gmail.com)

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
Salvador, BA. 07 a 10 de outubro de 2024

**RESUMO:** Este trabalho objetivou chamar a atenção da pouca atenção que os gestores dos recursos hídricos do país, que tem uma das mais avançadas lei de política desses recursos do mundo, têm dado à alimentação dos mananciais nas pequenas bacias hidrográficas. A hidrologia nas grandes bacias tem trabalhado com as vazões que já estão nos mananciais, mas o que a experiência tem mostrado, é necessário trabalhar mais as pequenas bacias com o enfoque de melhorar o processamento da água de chuva para alimentar os aquíferos que, por sua vez, alimentam os mananciais na época de estiagem. Os resultados mostram que são necessárias mais pesquisas para inserção do papel das pequenas bacias as quais são a essência do meio rural, portanto, é de onde vem a efetiva contribuição para a segurança hídrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** processamento da água de chuva, capacidade de uso dos solos, manejo de uso do solo.

### WATER SECURITY: THE ROLE OF RURAL AREAS IN AQUIFER SUPPLY

**ABSTRACT:** This study aimed to draw attention of water resources managers in this country, which has one of the most advanced water policy laws in the world, and has few studies on water security in small watershed. Hydrology in large basins has a lot of studies on the water there is already in the river. The few existing experiences here have shown that it is more appropriate to study the behavior of rainwater in small watershed to feed creeks in dry season. The results show that more research is needed to include the role of watershed, which are the essence of rural areas, therefore, where the effective contribution to water security comes from.

**KEYWORDS:** rain water processing, land use capacity, land use management.

### INTRODUÇÃO

A análise de vários planos de recursos hídricos do país, desde pequenas a grandes como o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – 2004-2013, Avaliação de Meio Termo do Programa de Microbacias do Estado de São Paulo (2003-2004), comparando-os com o Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019) elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional e a Agência Nacional de Águas, o qual trabalhou tão somente no conceito de infraestrutura hídrica considerando tão somente na água que já está nos mananciais.

A chuva que cai, por ano, numa bacia é a mesma de há pelo menos dois milênios, com seus ciclos de variação, sendo que na média as que correm nos mananciais, em áreas antropizadas, têm tidos picos mais acentuados na estação chuvosa, sem infiltrar nos aquíferos os quais alimentam os mananciais na época de estiagem. Essa questão levou a questionar, como num país como o nosso, em que somente 0,54% de seu território está em áreas urbanas, era de se esperar que fora dessas áreas ocorressem picos menores, e nas épocas de estiagens as vazões não atingissem níveis tão críticos como estão apontados nos planos analisados.

Essa análise, acompanhado das observações de trabalhos de campo dos seus autores, demonstraram a importância que a área rural pela sua extensão pode ter na alimentação de aquíferos, se bem manejada, muito embora, ainda, exista pouca orientação e atenção ao manejo dessas extensas

áreas. O uso intensivo do solo não é orientado para um manejo capaz de impedir formação de camadas impermeáveis, que tem permitido aumento do escoamento superficial em detrimento da infiltração.

Considerando-se a necessidade de se preservar as condições de tornar mais efetiva as chuvas que caem nos 99,46% de áreas não urbanizadas, torna-se necessário alertar tanto o meio acadêmico como técnico e político da sua necessidade, para que as reais potencialidades hídricas do país possam ser colocadas à disposição da sociedade, considerando que a água não é inesgotável. Dentre as poucas iniciativas encontradas está a do Estado do Paraná ao propor transformar a segurança hídrica da sua agricultura em uma política pública.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os estudos compreenderam uma análise de vários planos de bacias hidrográficas do país, tanto de rios da União como dos Estados, e formulação de políticas afins, quanto ao comportamento do manejo das áreas rurais, como contribuidoras da alimentação dos aquíferos e reduzir as amplitudes de vazões nos mananciais entre a estação chuvosa e a de estiagem, bem como quanto às normas para seu manejo e observação do adequado uso dos solos.

A segurança hídrica visa garantir usos múltiplos da água, minimizar sua escassez e assegurar o suprimento adequado à natureza e sociedade bem como ao setor produtivo, e mais ainda com os riscos a que se está exposto às mudanças climáticas.

Dos mais diversos trabalhos de pesquisas publicados, que se teve acesso, raríssimos foram os que abordaram a questão da redução do escoamento superficial para alimentar aquíferos. Não se corre risco ao se afirmar que ainda é um tema que não despertou a atenção dos pesquisadores e tomadores de decisões no país. Como a agricultura desempenha um papel crucial ao garantir o abastecimento de alimentos, fibras e bioenergéticos, sendo, também, o setor que mais usa água no mundo uma vez que a tendência é que nas próximas décadas esses produtos virão em sua maior parte das áreas irrigadas.

As atividades agrícolas e as pastagens mal manejadas, estas pelo pisoteio dos animais, provocam acentuada compactação do solo, o que prejudica a infiltração da água e a aeração do solo. O excesso do pastoreio favorece a desnudação do solo, contribuindo para que o escoamento superficial arraste o solo. A compactação se deve ao manejo inadequado do solo, sem observar sua capacidade de uso, é um fator limitante ao processamento da água de chuva e não pode ser confundido com o adensamento, que é arranjo de agregados e partículas aumentando a densidade devido a causas naturais no processo de formação do solo.

Trabalhos de campo mostraram quão altas são as infiltrações de água nos solos do cerrado, predominância dos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, tanto os realizados em Pirapora – MG, para o projeto de irrigação da SUVALE no final da década de 1960, como os realizados em Serra do Salitre – MG, para instalação de sistema de tratamento de água residuárias por meio da irrigação do bambu, foram superiores a 400 mm.h<sup>-1</sup>. Valores esses que fogem das referências bibliográficas, mas que são muito bons para o melhor aproveitamento da água de chuva, se bem manejado. De acordo com SÁ & SANTOS JUNIOR (2005) apenas 24 mm de água são disponíveis na camada de 0 a 30 cm dos Latossolos e somente 9 mm nos Neossolos Quartzarênicos, o que passar daí se infiltra.

A utilização intensiva desses solos, sem considerar as suas peculiaridades inclusive o teor adequado de água para o seu preparo, tem agravado suas propriedades físicas devido à compactação. As questões de camadas compactadas no que se refere aos sistemas produtivos e suas produtividades, têm merecido atenção dos pesquisadores, agora, quanto à alimentação dos aquíferos têm sido raros os trabalhos, quase sempre somente voltados à erosão que assoreiam e poluem os mananciais. As abordagens de compactação têm sido muito utilizadas na construção de aterros e pavimentação de estradas, só mais recentemente têm sido aplicadas aos solos agrícolas, e agora mais do nunca precisa ser considerada no processamento da água de chuva para alimentar aquíferos.

O estágio atual dos trabalhos de manejo das pequenas bacias hidrográficas no que concerne a esse comportamento ainda deixa muito a desejar, principalmente quanto à água e sua disponibilidade. A capacidade de retenção de água é específica para cada tipo de solo, e seu comportamento depende de uma série de fatores que atuam simultaneamente, respiração das raízes, temperatura, resistência mecânica que o solo oferece ao desenvolvimento das raízes, entre outros. É, portanto uma questão

muito complexa, pois a maioria desses fatores variam no tempo e no espaço e no perfil do solo, bem como a disponibilidade de água que varia em função da precipitação pluvial, irrigação e evapotranspiração.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos autores abordam disponibilidade hídrica, como BASSOI (2021) sem contemplar, clara e objetivamente, o processamento da água de chuva para alimentar os mananciais no contexto da segurança hídrica.

A agricultura desempenha um papel crucial no abastecimento de alimentos, fibras e bioenergéticos, mas, também, é o setor que mais usa água no mundo, respondendo por cerca de 70%, do total disponível. No Brasil é 44,9%, sendo o consumo 37,8% segundo a ANA (2017), e é a área rural que vai assegurar as disponibilidades hídricas no futuro. A maior parte dessa água volta para a atmosfera pela evaporação e transpiração das plantas. Outra parte fica armazenada no solo e nas fontes hídricas. É o ciclo hidrológico, que é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado pela energia solar associada à gravidade e à rotação da terra. A evapotranspiração depois de formar nuvens, não precipita no mesmo local onde ocorre.

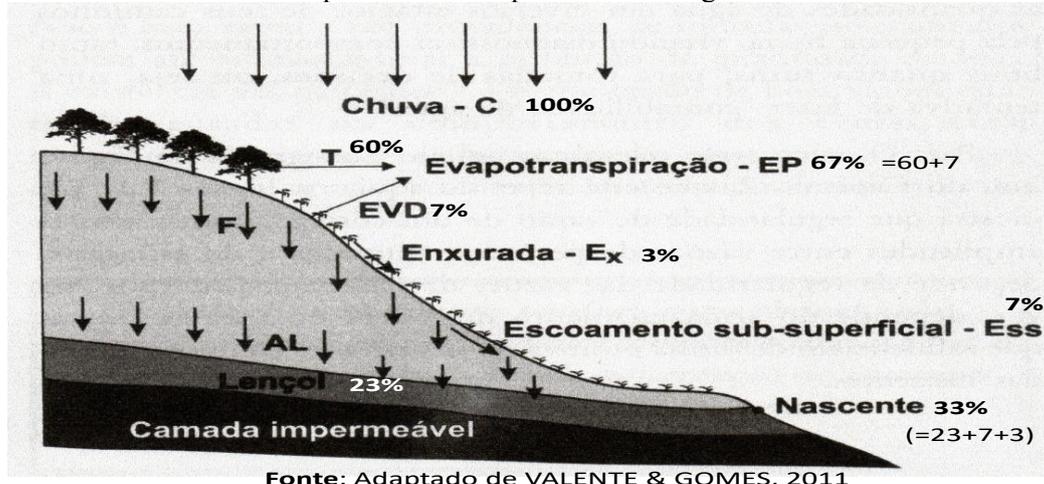
A agricultura irrigada tem sido considerada vilã, é pouco disseminado o verdadeiro desempenho que pode ter como CAMPOS et al. (2020) constataram nos solos arenosos do oeste da Bahia, decorridos 20 anos de uso bem manejado, restabeleceram o nível de carbono orgânico do solo – CCOS ao nível observado na vegetação nativa. Este resultado mostrou que a agricultura irrigada pode sim, se bem manejada, contribuir para o combate aos efeitos das mudanças climáticas e, também para a segurança hídrica, se for bem conduzida para alimentar no período chuvoso o lençol freático ou aquífero que é a fonte de abastecimento dos mananciais e suas nascentes, portanto, é o que assegura as vazões em épocas de estiagens. Esse material orgânico ajuda em muito a infiltração da água no solo.

Ainda é complicado planejar as ocorrências de eventos críticos, porque não é totalmente possível prever quando acontecerá uma estiagem. Além do que, neste processo de mudanças climáticas, fenômenos como La Niña e El Niño trazem mudanças para o clima de diversas regiões do mundo, principalmente no Brasil, influenciando em eventos extremos de diferentes formas e antagônicas nas regiões Nordeste e Sul. Por isso a reservação de água minimiza a possibilidade de ocorrer a escassez física, principalmente se alimentar aquíferos, o que pode ser feito em intervenções no ciclo hidrológico naquilo que é possível e aí a área rural exerce um papel preponderante.

O Estado do Paraná (2024) já avançou neste tema ao promulgar a Lei 21.994/2024, a qual criou o Programa Estadual de Segurança Hídrica na Agricultura. É um marco pioneiro para a segurança hídrica como política pública, incentivando práticas de preservação, conservação e produção de água por parte dos agricultores e suas organizações. Esse instrumento permite a concessão de subvenção econômica a agricultores familiares, cooperativas e empreendedores rurais. Esse Estado pretende utilizar como ferramentas para a realização dos objetivos o zoneamento agrícola de risco climático; proteção de nascentes; reservação de água; irrigação e saneamento rural; a fiscalização sanitária animal, vegetal e de uso do solo; a extensão rural, assistência técnica e pesquisa agrícola; os sistemas de informações agrícolas e climáticas; o crédito rural; a capacitação técnica; monitoramento da qualidade da água; e assistência emergencial aos agricultores em eventos climáticos adversos.

A Figura 1 mostra como todo o processo do ciclo hidrológico depende da água de chuva numa bacia hidrográfica. Os valores foram obtidos, por HEWLETT (1982) apud VALENTE & GOMES (2011), para uma bacia bem conservada, sendo referência para metas que podem ser almejadas, mas, com cuidado porque foram obtidas para condições de país de clima temperado. Encontrou-se trabalhos realizados em pequenas bacias hidrográficas de Minas Gerais que resultaram em valores baixos como 7,58% enquanto que em outras, bem manejadas, atingiram 19,23%, ainda bem abaixo dos 33% encontrado por HEWLETT. Esses trabalhos realizados em Viçosa-MG cujo município tem 94% de sua superfície não urbanizada, bem inferior ao do Estado que são 99,2% e à do país 99,4%.

Figura 1. Vista de uma encosta hipotética do comportamento da água de chuva alimentando o aquífero



Observa-se que só se pode trabalhar com as enxurradas e o escoamento subsuperficial, ou seja, em uma situação ideal se pode trabalhar em 10% da chuva que cai. Este é o campo que a área rural tem para trabalhar na segurança hídrica. Por exemplo: numa pequena bacia chove 1.200 mm/ano, seriam 120 mm, que corresponde 120 l/m<sup>2</sup>, correspondente a uma vazão específica de 3,8 l/s km<sup>-2</sup>. É imprescindível conhecer bem o comportamento da distribuição das chuvas durante o ano. Se essa parte de água de chuva alimentar adequadamente o aquífero, as vazões do riacho serão mais bem distribuídas ao longo do ano, pois os tempos de transferência das águas dos aquíferos para os corpos hídricos são bem mais longos, dada a menor velocidade de deslocamento da água no interior do solo, em relação à da superfície. Já a evapotranspiração é muito difícil de ser trabalhada, pois ela está vinculada às condições da energia do ambiente local, mas, já está sendo objeto de estudos que objetivam orientar um melhor manejo para assegurar o uso de recursos hídricos na agricultura principalmente em regiões áridas.

Por outro lado, as estradas têm sido negligenciadas na gestão das pequenas bacias hidrográficas, funcionando como verdadeiros canais efêmeros durante as chuvas fazendo com que a enxurrada chegue mais rapidamente aos mananciais, aumentando a vazão, com grande produção de sedimentos, não contribuindo para alimentar os aquíferos

Existem poucos trabalhos sobre rede viária rural como o da bacia do Rio das Pedras, em Guarapuava-PR (CUNHA et al., 2013), com uma área de 330 km<sup>2</sup>, onde identificou-se 792 cruzamentos de estradas rurais com cursos d'água. A rede de drenagem tem comprimento total (rios perenes) de 453,34 km, correspondendo a densidade de 1,37 km/km<sup>2</sup>, enquanto que a rede viária (estrada vicinal não pavimentada e caminhos) foi 1.166,6 km, cuja densidade de estradas foi 3,53 km/km<sup>2</sup>, ou seja, quase duas vezes maior que a densidade de drenagem natural. Somando-se as duas redes tem-se 1.619,9 km, elevando a densidade para 4,9 km/km<sup>2</sup>. Os quais são essenciais ao planejamento da segurança hídrica.

Um dos instrumentos capaz de incentivar a área rural trabalhar na segurança hídrica é o Pagamento por Serviços Ambientais – PSA, um instrumento bastante promissor para a implantação de atividades, medidas e alternativas voltadas à garantia de fornecimento ininterrupto da água, conforme se constata nos diversos projetos onde a The Nature Conservancy -TNC (2015) atua no cenário nacional e internacional. São iniciativas em uma escala suficiente que têm garantido a qualidade, a quantidade de água, não apenas para o uso imediato pela sociedade, mas, também para as futuras gerações. O setor privado agrícola, como principal interessado e beneficiário dos serviços ambientais, tem grande potencial e responsabilidade de buscar arranjos financeiros para investir nas pequenas bacias hidrográficas, em conjunto com comitês de bacia, governo e demais elos da sociedade, pois o bom manejo dos solos e dos recursos hídricos beneficia toda a sociedade.

Tem-se que trabalhar com o valor econômico da água que trata da relação entre a disponibilidade de água e a disposição do usuário pagar pelo seu uso, pois quanto mais escassa for, as

pessoas estarão mais dispostas a pagar por ela, desde que tenha renda para tal. Na avaliação de meio termo para o Banco Mundial do Programa de Microbacia do Estado de São Paulo, onde investimento em resfriamento de leite aumentou a renda dos produtores, possibilitando que estes investissem na proteção de nascentes e de mananciais, mostrou essa disposição.

### CONCLUSÃO

Essas experiências mostraram que é possível melhorar a gestão de recursos hídricos em pequenas bacias hidrográficas, por intermédio do uso bem manejado do solo de modo a prover assim o armazenamento de água de chuva nos aquíferos que alimentam os mananciais nas épocas de estiagens e a integração com conservação ambiental. A manutenção de vazões e a prática de serviços ambientais, mostram-se possíveis para a conservação da bacia hidrográfica e do recurso hídrico.

É preciso intensificar pesquisas em pequenas bacias hidrográficas, por região, para estabelecer os parâmetros de metas que podem serem perseguidas, quanto à quantidade de chuva que pode alimentar o aquífero e este os mananciais.

O momento é oportuno para disseminar essas práticas, à medida em que os agricultores tenham renda suficiente para investir nesse segmento que beneficia toda a sociedade, seja ela urbana ou rural, fazendo assim jus ao pagamento por serviços ambientais, ou seja, o fomento das políticas de investimento em segurança e resiliência hídrica.

### REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada Agência Nacional de Águas – Brasília – DF, 86 p. il, 2017.
- BASSOI, L. H. Irrigação no Brasil: necessidade e opção estratégica. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/62692713/artigo-irrigacao-no-brasil-necessidade-e-opcao-estrategica>. In Embrapa Water Resource Management. 04/06/2021. Acesso em 16 de junho de 2024.
- CAMPOS, R; PIRES, G. F.; COSTA, M. H. Soil Carbon Sequestration in Rainfed and Irrigated Productions Systems in a New Brazilian Agricultural Frontier. Disponível em <https://abapa.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Campos-et-al.-Agriculture-2020.pdf>. 2020. Acesso em 27/07/2024
- CUNHA, M. C.; THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. Medidas de Controle de Erosão de Estradas Rurais na Bacia do Rio das Pedras, Guarapuava – PR. Soc. Nat. Uberlândia, 25(1):107-118. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000100009> Acesso em 26/07/2024
- ESTADO do PARANÁ. LEI 21.994/2014 Cria o Programa Estadual de Segurança Hídrica na Agricultura. Disponível em [https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2024-06/pl139.2024lei21.994\\_ass.pdf](https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2024-06/pl139.2024lei21.994_ass.pdf) Acesso em 24/07/2024
- SÁ, M. A. C. de e SANTOS JÚNIOR, J. de D. G. dos. Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, 26 p. 2005.
- THE NATURE CONSERVANCY – TNC. Diálogo sobre boas práticas agrícolas e água, realizado no município de Luís Eduardo Magalhães – BA (LEM) em 2 dezembro de 2015. Disponível em <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/oeste-bahia.pdf> Acesso em 24/07/2024.
- VALENTE, O. F. & GOMES, M. A. Conservação de Nascentes – Produção de Água em Pequenas Bacias Hidrográficas. Viçosa, MG. Aprenda Fácil, 267p. 2011.