

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



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável **6**

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

Embrapa
Brasília, DF
2018

Embrapa

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W3 Norte (Final)

CEP 70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3448-4433

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo

Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

Coordenação técnica da Coleção ODS: *Valeria Sucena Hammes, Andre Carlos Cau dos Santos*

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Renata Bueno Miranda*

Secretária-executiva: *Jeane de Oliveira Dantas*

Membros: *Alba Chiesse da Silva, Assunta Helena Sicoli, Ivan Sergio Freire de Sousa, Eliane Gonçalves Gomes, Cecilia do Prado Pagotto, Claudete Teixeira Moreira, Marita Féres Cardillo, Roseane Pereira Villela, Wyviane Carlos Lima Vidal*

Responsável pela edição

Secretaria Geral

Coordenação editorial: *Alexandre de Oliveira Barcellos, Heloiza Dias da Silva, Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Wyviane Carlos Lima Vidal*

Revisão de texto: *Everaldo Correia da Silva Filho, Maria Cristina Ramos Jubé*

Normalização bibliográfica: *Iara Del Fiaco Rocha, Rejane Maria de*

Oliveira

Projeto gráfico e editoração eletrônica: *Leandro Sousa Fazio*

Tratamento das ilustrações: *Paula Cristina Rodrigues Franco*

Capa: *Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

1ª edição

E-book (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa
Secretaria-Geral

Água e saneamento : contribuições da Embrapa / Maria Sonia Lopes da Silva... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

E-book : il. color.

ISBN 978-85-7035-781-6

1. Objetivos de desenvolvimento sustentável. 2. Nações Unidas.
3. Políticas públicas. 4. Recursos hídricos. I. Matthiensen, Alexandre.
II. Brito, Luiza Teixeira de Lima. III. Lima, Jorge Enoch Furquim Werneck.
IV. Carvalho, Cláudio José Reis de. V. Coleção.

CDD 628.1

© Embrapa, 2018

Capítulo 4

Eficiência do uso e o abastecimento de água na produção agropecuária

*Welson Lima Simões
Luiza Teixeira de Lima Brito
Maria Sonia Lopes da Silva
Alexandre Matthiensen
Eugênio Ferreira Coelho
Rosângela Silveira Barbosa
Gherman Garcia Leal de Araújo
Daniela Ferraz Bacconi Campeche
Rafael Dantas dos Santos
Roseli Freire de Melo*



Introdução

Neste capítulo, são abordados aspectos relativos à eficiência de uso da água na agricultura irrigada e na produção animal, além de apresentar possibilidades de aproveitamento da água da chuva, como forma de reduzir os efeitos das irregularidades climáticas regionais, e

alternativas de uso de águas salobras/salinas, constituindo-se, em mais uma estratégia temporal de aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis. Essas informações, expressas na forma de conhecimentos e tecnologias gerados pela Embrapa, têm potencial para contribuir com o alcance da meta 6.4, que busca, até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água e assegurar o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água no mundo (Nações Unidas, 2017).

Eficiência de uso de água na agricultura irrigada

A produção agrícola depende fundamentalmente da disponibilidade de água dos recursos hídricos, volume este que corresponde a 72% do consumo de água no Brasil (Agência Nacional de Águas, 2018). A demanda de consumo elevado, associada ao cenário de escassez de recursos hídricos crescente, exige comprometimento e responsabilidade de todos para garantir a produção de alimentos da crescente população, de modo que seja utilizada menor quantidade de água sem haver redução do potencial máximo de produção das culturas. No Brasil, a eficiência da irrigação é de aproximadamente 60%. O impacto da melhoria de apenas 1% dessa eficiência é observado quando se avalia seu efeito da aplicação de uma lâmina de 4 mm dia^{-1} em 1 ha, no qual vai se economizar diariamente cerca de $1,3 \text{ mil L ha}^{-1}$ (Coelho; Silva, 2013). No Nordeste, as áreas irrigadas com frutíferas e hortaliças têm aumentado significativamente, uma vez que o clima se destaca pela elevada incidência de radiação solar e baixas e irregulares precipitações. Na prática, o uso eficiente de tecnologias geradas pela Embrapa e parceiros tem proporcionado produções nas diversas épocas do ano. Consciente do problema hídrico da região e com a competência devida, a Embrapa tem disponibilizado conhecimentos e tecnologias adequadas para minimizar o consumo de água nos cultivos irrigados, sem reduzir

sua capacidade produtiva. Seguem algumas soluções tecnológicas geradas e/ou adaptadas pela Embrapa e parceiros que podem contribuir para que o Brasil colabore efetivamente com a meta 6.4 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6).

Manejo da água de irrigação pelo balanço de água no solo

Esta prática consiste em evitar que, entre uma irrigação e outra, o solo não atinja um nível de umidade que comprometa a produtividade máxima das culturas, sendo ideal mantê-lo próximo a sua máxima capacidade de retenção de água, até a profundidade efetiva do seu sistema radicular. A Embrapa tem contribuído com as seguintes técnicas de otimização e praticidade desse manejo:

- Uso do sensor Irrigas: equipamento desenvolvido pela Embrapa Hortaliças, para indicação do momento correto de se irrigar diferentes cultivos (Marouelli et al., 2010). Trata-se de um sistema simples e de baixo custo, bem mais acessível que outros equipamentos disponíveis no mercado para medição da umidade do solo.
- Recomendação do número e do posicionamento de sensores de água no solo para manejo da água de irrigação: solução tecnológica, desenvolvida pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, tem auxiliado os produtores a definir o local ideal de instalação e o número dos sensores de umidade no solo para diferentes culturas, tipos de solo e sistemas de irrigação (Coelho; Coelho Filho, 2007; Silva et al., 2007; Sousa et al., 2011; Coelho et al., 2012; Coelho; Simões, 2015).
- Recomendação do momento de irrigação pelas umidades críticas

do solo: solução tecnológica para indicação do momento e lâmina de irrigação em bananeira e mamoeiro em condições climáticas de Tabuleiros Costeiros, a partir das umidades críticas para diferentes tipos de solo (Sousa et al., 2011; Coelho et al., 2012).

- Descrição da profundidade efetiva do sistema radicular das culturas: solução tecnológica para facilitar o manejo da água de irrigação pelos produtores (Coelho; Simões, 2015; Coelho et al., 2008).

Manejo da irrigação pela evapotranspiração da cultura

O conhecimento da evapotranspiração da cultura é fundamental ao manejo da irrigação, sendo ela resultante do produto entre a evapotranspiração de referência (ETo) e o coeficiente de cultivo (Kc). Na determinação da ETo , são utilizados dados climáticos disponibilizados por estações meteorológicas, como também da evaporação obtida por meio do tanque classe A. Na prática, os dados de ETo disponibilizados para um determinado local podem ser utilizados em áreas de até 40 km de distância da estação (Moura, 2007). O Kc está diretamente relacionado com a variedade, o estágio fenológico, a altura, a coloração das folhas, o local da propriedade, entre outros. Assim, no intuito de melhorar a eficiência de uso da água, a Embrapa tem realizado pesquisas para determinação dos Kcs para as principais culturas exploradas nos polos irrigados do País (Teixeira et al., 1999, 2008; Moreira et al., 2001).

Outras estratégias de manejo da irrigação visando à maior eficiência de uso da água que estão sendo testadas por pesquisadores da Embrapa são a aplicação da irrigação com deficit controlado, que reduz a quantidade de água aplicada numa das fases da cultura; a irrigação

lateralmente alternada, com deficit em partes do sistema de irrigação; e o plantio com cobertura de solo, que minimiza a evaporação, reduzindo a quantidade de água a ser aplicada. Mesmo com a redução da quantidade de água aplicada, essas estratégias não interferem na produção e na qualidade dos produtos finais (Stone et al., 2008; Santos et al., 2014).

Captação e uso eficiente da água da chuva

No Semiárido brasileiro, em geral, a precipitação é a única fonte de realimentação dos reservatórios hídricos, cuja água é utilizada para atender às demandas de consumo das famílias, dos animais e da agricultura. Ela ocorre de forma variável em quantidade, intensidade, no espaço e no tempo. O potencial hídrico subterrâneo é restrito e de baixa qualidade, em razão do predomínio das rochas cristalinas, que apresentam baixas vazões e altos teores de salinidade. Entre as soluções alternativas, citam-se as estratégias de captação de água das chuvas para uma convivência produtiva na região. Essas tecnologias estão consolidadas em políticas públicas, por meio do Programa Cisternas (Brasil, 2017)², com 1,3 milhão de cisternas instaladas em todo o País, especialmente no Semiárido brasileiro.

Captação in situ

A captação in situ é constituída de técnicas de preparo de solo com a finalidade de induzir o escoamento superficial para a área de plantio, aumentando o tempo de infiltração da água no solo (Anjos et al., 2007; Brito et al., 2008).

Cisterna

As pesquisas realizadas na Embrapa Semiárido tiveram como desafio reduzir os custos de construção, suprir a insuficiência de cobertura das instalações rurais que poderiam ser usadas como área de captação e demonstrar sua eficiência técnica como reservatório para o armazenamento de água das chuvas, em condições de semiaridez. Os modelos mais disseminados, que vêm sendo implementados em todo Semiárido brasileiro, pelo Programa Cisternas, são o de 16 m³ destinado para o consumo humano e animal e o de 52 m³ para produção de alimentos (Figura 1). A Embrapa Semiárido vem desenvolvendo pesquisas sobre a eficiência da água aplicada na produção de frutas e hortaliças, para os dois tipos de cisterna (Brito et al., 2012; Brito, 2016). A cisterna rural, por sua importância na dessedentação humana e animal, bem como na produção de alimentos, tem se constituído na principal tecnologia de captação de água para as áreas dependentes de chuvas, da região semiárida brasileira.



Figura 1. Cisterna de produção de alimentos.

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti

Barragem subterrânea

As pesquisas realizadas pela Embrapa Semiárido, a partir de 1982, contribuíram para inovação da tecnologia, com a inclusão de linhas de drenagem/caminhos d'água como mais uma opção de local favorável para construção; com redução nos custos e tempo de construção, cuja escavação passou a ser com retroescavadeira, e como camada de impedimento o uso da lona plástica de PVC ou polietileno de 200 micras de espessura (Brito et al., 1989). Experiências compartilhadas pela Embrapa Semiárido e a Embrapa Solos (UEP Recife) com as famílias agricultoras comprovam que a barragem subterrânea (Figura 2) reduz os riscos da irregularidade climática regional, favorecendo, assim, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o que tem contribuído

com a resiliência socioecológica e econômica, consequentemente com a sustentabilidade dos agroecossistemas da região semiárida brasileira (Melo et al., 2013; Nascimento et al., 2015; Silva, 2017).



Figura 2. Abertura da valada da barragem subterrânea (A); chumbamento do plástico na vala impermeabilizando a parede (B); fechamento da vala (C); barragem subterrânea pronta, com parede, poço, sangradouro e área de plantio (D).

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva

Eficiência do uso da água na produção animal

No contexto da pecuária, o tema água deve ser trabalhado em todos os pontos da cadeia produtiva das diferentes espécies e em diversas frentes do sistema de produção. A água deve ser computada para dessedentação dos animais, produção de alimentos, higiene dos

animais, dentre outras, sendo o livre acesso à água de qualidade condição básica e essencial para as boas práticas de produção e para o bem-estar animal. Nesse sentido, a Embrapa vem trabalhando com orientações para auxiliar produtores, técnicos, extensionistas e gestores a manejar os recursos naturais e conservar o meio ambiente, por meio de publicações sobre a quantidade a ser oferecida para cada categoria animal, dimensionamento adequado dos bebedouros de acordo com o número e categoria animal, adequado fluxo de água para abastecimento dos bebedouros, distribuição adequada dos bebedouros (Campos, 2000); soluções práticas na redução do desperdício de água e ração em granjas de suínos (Lima et al., 2012); boas práticas hídricas relacionadas à atividade de produção de bovinos de leite (Palhares, 2016b); qualidade da água na produção animal (Palhares, 2014), captação de água de chuva e uso na produção animal (Brito et al., 2007; Palhares, 2016b), desafios hídricos para a produção animal (Palhares, 2016c), dentre outras.

Uma fonte de água importante que contribui para a redução do seu consumo pelos animais são os alimentos que possuem na sua composição 40% a 90% de água. Como exemplo, temos as forragens suculentas como palma forrageira, mandacaru, gramíneas, leguminosas e melancia forrageira (Araújo et al., 2010). Outra importante fonte está nas forragens conservadas na forma de silagem, tais como milho, sorgo e milheto. Os coprodutos agroindustriais (resíduos de cervejaria, desfibramento do sisal e do processamento de frutas) também são alternativas viáveis para o aporte de água aos rebanhos do Semiárido, pois podem contribuir para o atendimento de até 80% da demanda hídrica dos animais. O aporte adicional de água contida nos alimentos é especialmente importante aos animais criados em regiões e comunidades com pouco acesso à água de beber.

Usos múltiplos da água salina

Estima-se que, na região Nordeste, existam mais de 100 mil poços profundos, com vazões médias em torno de 2 mil L por hora. É importante ressaltar que, na maioria dos casos, as águas desses poços apresentam teores de sais superiores a 1 g L^{-1} , tornando-as impróprias ao consumo humano. Entretanto, essas fontes de água são essenciais aos animais, em especial, para os caprinos, cuja demanda de água para dessedentação de todo o rebanho da região é da ordem de 40 milhões de m^3 por ano. A Embrapa Semiárido, em parceria com outras instituições, desenvolveu um sistema de produção integrado em que foram estabelecidos parâmetros para o aproveitamento das águas salobras ou salinas, tanto para os consumos humano e animal, como para a produção vegetal e a aquicultura (Porto et al., 2004).

Várias pesquisas no tema foram desenvolvidas envolvendo manejo da irrigação com água salobra/salina nas culturas feijão, beterraba, sorgo forrageiro e granífero, milho e erva-sal (forrageira) (Nogueira Filho et al., 2003; Assis Júnior et al., 2007; Carvalho Júnior et al., 2010; Guimarães et al., 2016; Simões et al., 2016), com informações sobre técnicas de manejo da água como: as frações de lixiviação (FL) ideais, sendo esta uma quantidade de água superior à necessária, que se aplica para proporcionar a redução da quantidade de sais da zona radicular da cultura; e as variedades adaptadas ao meio salino, destacando-se a escolha do solo com boa drenagem para facilitar a lixiviação dos sais no período chuvoso, o que facilita novos ciclos de cultivo.

Em relação à ingestão pelos animais, do ponto de vista da salinidade, águas com altos teores de sais, assim como aquelas que contêm elementos tóxicos, representam perigo, podendo afetar a qualidade da carne e do leite produzido. O manejo do consumo animal com relação à salinidade da água tem como base a classificação de

Runyan e Bader (1994). Ressalta-se que a utilização ou a ingestão de água pelo animal pode estar diretamente relacionada a diferentes variáveis, além da qualidade (Nutrient..., 2007).

Outra alternativa é o uso de águas salobras/salgadas para a aquicultura. Espécies como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e o camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*) são próprios para serem cultivados em águas salobras, uma vez que são rústicas e de manejo dominado no Brasil. Atualmente, há a possibilidade de produzir tilápia e camarão de forma intensiva usando água proveniente de poços salinizados. Nesse sistema, os rejeitos da piscicultura estão sendo indicados para o cultivo de culturas tolerantes à salinidade que servem para alimentação humana e animal (Dias et al., 2012). Entretanto, conforme descrito anteriormente, esse modelo de agricultura bioessalina exige que o manejo seja sustentável de forma racional, econômica e ambiental.

Considerações finais

A eficiência do uso da água é ferramenta indispensável para sustentabilidade dos agroecossistemas. Em se tratando de agricultura bioessalina, a escolha do manejo da irrigação e da cultura é fundamental para uma sustentabilidade socioeconômica e ambiental do meio. As tecnologias de captação de água de chuva respondem às demandas do meio rural do Semiárido brasileiro, tanto no contexto do consumo familiar, enfocando aspectos de qualidade, quantidade e regularidade, no atendimento ao consumo dos animais, como também para reduzir os riscos da exploração agrícola diante à variabilidade climática. Muito precisa ser feito para dotar as famílias dessa região de tecnologias de captação de água de chuva capazes de superar anos de seca, à

semelhança de 2011–2012 a 2017, e permitir uma convivência produtiva da população com a adversidade climática. Para isso, o aproveitamento da água das chuvas, acompanhado por um conjunto de tecnologias adaptadas às condições locais, aliado à capacitação das famílias e dos técnicos de Ater, poderá contribuir para a mudança desse cenário. No contexto socioeconômico, a maioria dessas tecnologias está inserida no conceito de tecnologias sociais.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **ANA e Embrapa concluem levantamento sobre irrigação com pivôs centrais no Brasil**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12669>. Acesso em: 5 mar. 2018.

ANJOS, J. B. dos; CAVALCANTI, N. de B.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. Captação “in situ”: água de chuva para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p.141-155.

ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI, M. L.; TURCO, S. H. N.; CARVALHO, F. F. R. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 326-336, 2010. Suplemento especial.

ASSIS JÚNIOR, J. O. de; LACERDA, C. F. de; SILVA, F. B. da; SILVA, F. L. B. da; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p.702-713, set./dez. 2007. DOI: 10.1590/S0100-69162007000400013.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. **Programa cisternas**. 2017. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/seguranca->

[alimentar/acesso-a-agua-1/programa-cisternas>](#). Acesso em: 5 mar. 2018.

BRITO, L. T. de L.; ARAÚJO, J. O. de; CAVALCANTI, N. de B.; SILVA, M. J. da. Água de chuva armazenada em cisterna produz frutas e hortaliças para o consumo pelas famílias rurais: estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. **Aproveitamento da água de chuva em diferentes setores e escalas: desafio da gestão integrada**. Campina Grande: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 1 CD-ROM.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; ANJOS, J. B. dos; SILVA, A. de S.; PEREIRA, L. A. Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação in situ no semi-árido brasileiro. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 507-515, jul./set. 2008.

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; CAVALCANTI, N. de B. Cisterna rural: água para o consumo animal. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 105-116.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; MACIEL, J. L.; MONTEIRO, M. A. R. **Barragem subterrânea I: construção e manejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 38 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de pesquisa, 36).

CAMPOS, A. T. de. **Importância da água para bovinos de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. (Embrapa Gado de Leite. Instrução técnica, 31).

CARVALHO JÚNIOR, G. S.; PEREIRA, J. R.; QUESADO, F. C.; CASTRO, M. A. N.; SOUZA, D. F.; ABDALA, C. S.; ARAÚJO, W. P.; LIMA, F. V. Comportamento da mamoneira brs energia em diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Inclusão social e energia: anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1053-1059.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação da mangueira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular técnica, 87).

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P. da. **Manejo, eficiência e uso da água em sistemas de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 26 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 206).

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; DONATO, S. L. R.; MAROUELLI, W. A.; ARANTES, A. M.; SOUZA CRUZ, A. J.; COTRIM, C. E.; COSTA, S. F.; SANTANA, J. A.V.; MARQUES, P. R. R.; OLIVEIRA, P. M. **Irrigação da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012. 280 p.

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L. **Onde posicionar sensores de umidade e de tensão de água do solo próximo da planta para um manejo mais eficiente da água de irrigação**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 109).

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; CARVALHO, J. E. B. de; COELHO FILHO, M. A. **Distribuição de raízes e extração de água do solo em fruteiras tropicais sob irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 80 p.

DIAS, N. S.; COSME, C. R.; SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F. Gestão das águas residuárias provenientes da dessalinização da água salobra. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2012. p. 176-187.

GUIMARÃES, M. J. M.; SIMÕES, W. L.; TABOSA, J. N.; SANTOS, J. E. dos; WILLADINO, L. Cultivation of forage sorghum varieties irrigated with saline effluent from fish-farming under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 5, p. 461-465, May 2016. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p461-465.

LIMA, G. J. M. M. de; AMARAL, A. L. do; PALHARES, J. C. P.; MANZKE, N. E.; DALLA COSTA, O. A. Como racionalizar o uso da água e evitar desperdícios de ração em granjas de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 7., Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2012. p. 233-248.

MARQUELLI, W. A.; FREITAS, V. M. T.; COSTA JÚNIOR, A. D. **Guia prático para uso do Irrigação na produção de hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 32 p.

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; SILVA, M. S. L. da; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L. **Barragem subterrânea: tecnologia para armazenamento de água e produção de alimentos.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. 8 p. (Embrapa Semiárido. Circular técnica, 104).

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; ANDRADE, R. da S. **Manejo da irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto: coeficiente de cultura.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em foco, 63).

MOURA, M. S. B. de. **Dados climáticos estação meteorológica automática do campo experimental de Bebedouro, 2005.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 42 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 200).

NAÇÕES UNIDAS. Água potável e saneamento: objetivo 6: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>>. Acesso em: 7 mar. 2018.

NASCIMENTO, A. F. do; SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B. V.; AMARAL, A. J. do. **Caracterização geoambiental em áreas com barragem subterrânea no Semiárido brasileiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 54 p. (Embrapa Solos. Documentos, 180).

NOGUEIRA FILHO, H.; SANTOS, O.; BORCIONI, E.; SINCHAK, S.; PUNTEL, R. Aquaponia: interação entre alface hidropônica e criação

superintensiva de tilápias. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 280, jul. 2003. Suplemento 2.

NUTRIENT requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC: National Research Council, 2007. 384 p.

PALHARES, J. C. P. A experiência brasileira no manejo hídrico das produções animais. In: PALHARES, J. C. P. (Org.). **Produção animal e recursos hídricos**. São Carlos, SP: Cubos, 2016a. v. 1, p. 11-32.

PALHARES, J. C. P. **Boas práticas hídricas na produção leiteira (versão 2)**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016b. 14 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 105).

PALHARES, J. C. P. **Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso em produção animal**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016c. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 122).

PALHARES, J. C. P. **Qualidade da água na produção animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2014. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 103).

PORTO, E. R.; ARAÚJO, O. de; ARAUJO, G. G. L. de; AMORIM, M. C. C.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. **Sistema de produção integrado usando efluentes da dessalinização**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 22 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 187).

RUNYAN, C.; BADER, J. Water quality for livestock and poultry. In: AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Rome: FAO, 1994. (FAO. Irrigation and drainage paper, 29).

SANTOS, M. R. dos; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F. Fruit yield and root system distribution of Tommy Atkins mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 362-369, 2014. DOI: 10.1590/S1415-43662014000400002.

SILVA, A. de S.; MOURA, M. S. B. de; BRITO, L. T. de L. Irrigação de salvação em culturas de subsistência. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 159-179.

SILVA, M. S. L. da. Avaliação socioambiental de um agroecossistema no sertão do Araripe, Pernambuco. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2., 2017, Campina Grande. **Saberes do semiárido**: desafios às pesquisas científicas: anais. Campina Grande: Realize, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171021/1/2017-108.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2018.

SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; COELHO, D. S.; SANTOS, D. B. dos; SOUZA, M. A. de. Growth of sugar cane varieties under salinity. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 265-271, mar./abr. 2016.

SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. v. 1, 769 p.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da; MOREIRA, J. A. A. **Efeito de palhadas de culturas de cobertura na evapotranspiração do feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 158).

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3. n. 3, p. 413-416, 1999.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSSEN, W. G. M.; MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; AHMAD, M. D.; BOS, M. G. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 148, n. 10, p. 1524-1537, Sept. 2008. DOI: 10.1016/j.agrformet.2008.05.004.

Literatura recomendada

BENOLIEL, M. A.; TAVARES, J. M. R.; COLDEBELLA, A.; TURMINA, L. P.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Influência do sistema de alojamento na concentração de gases de efeito estufa e amônia, em unidades de gestação de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 17., 2015, Campinas. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. p. 509-511.

GOPINGER, E.; KRABBE, E. L.; BAVARESCO, C.; AVILA, V. S. de; CONTREIRA, C. L.; SUREK, D.; MATTHIENSEN, A. Condicionamento da água de chuva e efeito no desempenho de frangos de corte. In: SALÃO INTERNACIONAL DE AVICULTURA E SUINOCULTURA, 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABPA, 2017. p. 294-296.

MATTHIENSEN, A.; BORDIN, F. B.; BRINGHENTI, I.; WASKIEWIC, M. E.; OLIVEIRA, M. de M.; COMASSETTO, V. **Gestão da água subterrânea**. Concórdia: Comitê do Rio Jacutinga, 2016. 46 p.

MATTHIENSEN, A.; COMASSETTO, V.; ALVES, J.; FAVASSA, C. T. A.; WASKIEWIC, M. E.; BÓLICO, J. Diagnóstico dos poços tubulares profundos e da qualidade das águas subterrâneas no município de Concórdia, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 18.; ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 19.; FEIRA NACIONAL DA ÁGUA-FENÁGUA, 8., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABAS, 2014. 1 CD ROM.

MATTHIENSEN, A.; OLIVEIRA, M. de M. **Principais problemas de qualidade da água subterrânea da região do Alto Uruguai Catarinense (e subsídios para resolvê-los)**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. 9 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 531).

MAZZUCO, H.; HENN, J. D.; JAENISCH, F. R. F.; ABREU, P. G. de; MATTHIENSEN, A.; NICOLOSO, R. da S.; DUARTE, S. C.; AVILA, V. S. de; ROSA, P. S.; KLEIN, C. H.; KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M. **Boas práticas na produção de ovos comerciais para poedeiras alojadas**

em gaiolas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 60).

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L.; COELHO, L. C. Efeito do esterco de caprino na produtividade do inhame da costa (*Dioscorea cayennensis*) em barragem subterrânea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. **Aproveitamento da água de chuva em diferentes setores e escalas: desafio da gestão integrada.** Campina Grande: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, P. A. V. de; MATTHIENSEN, A.; ALBINO, J. J.; BASSI, L. J.; GRINGS, V. H.; BALDI, P. C. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. 38 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 157).

OLIVEIRA, P. A. V. de; WOLOSZYN, N. **PNMA II - Racionalização do uso da água na produção de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 1 folder.

PALHARES, J. C. P. Produção animal e recursos hídricos. In: ZOOTECNA NA AMAZÔNIA LEGAL, 1.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. **Sustentabilidade e produção animal: anais.** Palmas: UFT: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2010. p. 167-173. Projeto/Plano de Ação: 01.06.10304-04.

PALHARES, J. C. P. **Qualidade da água em cisternas utilizadas na dessedentação de animais.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 481).

PALHARES, J. C. P.; COLDEBELLA, A. Monitoramento da qualidade da água no sistema integrado piscicultura-suinocultura em propriedades do Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 1, p. 58-62, 2012.

PALHARES, J. C. P.; COLDEBELLA, L.; CURIOLETTI, F.; MULINARI, M. R. Monitoramento da qualidade da água da chuva em sistema de

produção de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 2., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. v. 2., 1 CD-ROM.

PALHARES, J. C. P. Água: desafios hídricos na produção animal. **Agroanalysis**, v. 35, n. 3, p. 26-28, mar. 2015.

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do tropico semi-árido do Brasil**: tecnologias de baixo custo. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).

SOUZA, J. C. P. V. B.; OLIVEIRA, P. A. V. de; TAVARES, J. M. R.; BELLI FILHO, P.; ZANUZZI, C. M. das S.; TREMEA, S. L.; PEIKAS, F.; SQUEZZATO, N. C.; ZIMMERMANN, L. A.; SANTOS, M. A.; AMARAL, N. do. **Gestão da água na suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. 32 p.

TAVARES, J. M. R.; OLIVEIRA, P. A. V. de; BELLI FILHO, P. Sustentabilidade da suinocultura: reduções de consumo de água e de dejetos na produção animal. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 15., 2012, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2012.

² Mensagem enviada por e-mail, em 16 de novembro de 2017, pelo coordenador do Programa Cisternas.
