

ESTRATÉGIA PARA O USO RACIONAL E SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA AGRICULTURA

P. S. Lobo Rodrigues¹; P. L. de Menezes²

RESUMO: Na agricultura, a importância da água para o sucesso das lavouras é inquestionável. No entanto, necessita-se buscar o equilíbrio entre os interesses da produção com os critérios socioambientais. A irrigação de lavouras deve demandar controles eficientes do conteúdo de água no solo, primando pelo uso racional e ecologicamente sustentável. Foi desenvolvido nesta pesquisa uma aplicação Web-Mobile, adaptada para que dispositivos computacionais (computadores e smartphones) pudessem acessar o atual teor de água no solo. A leitura da umidade do solo era registrada por sensor e os dados armazenados em determinado banco de dados. A estação de controle dedicada não ultrapassou seus limites de processamento e armazenamento volátil, onde nesse aproximou-se da marca de 90% de utilização de memória RAM e naquele, 62% de uso do processador. O trabalho permitiu visualizar tanto o nível atual da umidade no solo, quanto o pretérito em gráfico dinâmico.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação automatizada, umidade do solo, monitoramento em tempo real.

STRATEGY FOR RATIONALIZED AND SUSTAINABLE WATER USE IN AGRICULTURE

SUMMARY: The importance of water for the success of crops in agriculture is unquestionable. However, it is necessary to find a balance between productivity requirements and socio-environmental aspects. Crop irrigation requires efficient controls of water in the soil, seeking a rationalized and ecologically sustainable use. A Web-Mobile application was developed for this research, adapted so that computer devices (computers and smartphones) could access current water levels in the soil. The soil humidity reading was recorded by a sensor and the data stored in specialized database. The dedicated control station did not exceed its volatile storage and processing limits, where the first it was close to 90% RAM memory use and in the later, 62% of processor use. The study allowed the visualization of both current and past soil humidity levels on a dynamic graph.

¹ Mestrando, PPGTCA/UTFPR, Medianeira – Paraná. E-mail: paulinhofoz@yahoo.com.br

² Doutor, Coordenador do PPGTCA / UTFPR, Medianeira – Paraná. E-mail: plopes@utfpr.edu.br

KEYWORDS: Automated irrigation, soil moisture, real-time monitoring.

INTRODUÇÃO

O agronegócio alcançou posição estratégica na economia brasileira, representando 23% do Produto Interno Bruto – PIB e assumindo a fatia de 48% das exportações totais do país. (CNA, 2016).

De acordo com o último Censo Agropecuário realizado – 2006 – a agricultura familiar apresentou presença em 84,4% dos estabelecimentos agropecuários, mesmo ocupando a menor área, 24,3%, ou seja, 80,25 milhões de hectares (Brasil, 2006). Denota-se a importância que a agricultura familiar possui na economia brasileira.

Conhecimentos agroecológicos direcionam a agricultura a um patamar mais elevado. Destarte, a preocupação com a qualidade dos produtos consumidos pela sociedade e a degradação dos mananciais, estimularam o Governo do Estado do Paraná a analisar em 2017, ações que venham promover uma agricultura mais sustentável e saudável, refletindo na erradicação do uso de defensivos (Paraná, 2016).

As intensas variações climáticas têm causado grandes problemas nas atividades agrícolas. Nos últimos cinco anos, os agricultores familiares no estado do Piauí registraram expressivos prejuízos, na ordem de 70% das lavouras em decorrência de estiagem (Bonfim, 2016).

Nos últimos anos, esse fenômeno vem atacando ferozmente o Semiárido brasileiro, sendo que nos anos de 2012 e 2013, aproximadamente 1.400 municípios da região nordeste do país e norte do estado de Minas Gerais foram afetados com a estiagem (Brasil, 2015).

Não por acaso, a água é um dos principais insumos para a agricultura, e a sua escassez pode provocar grave limitação na produção de alimentos em virtude de seu papel no desenvolvimento da cultura cultivada (Beyruth, 2008). Em 2014 no estado do Paraná, foram registradas perdas por estiagem na ordem de R\$ 2 bilhões (Ric Rural, 2014).

É sabido que a irrigação de lavouras traz grandes benefícios, inclusive o de otimizar o uso da área produtiva por meio do plantio de entressafras (Setti et al., 2000). No entanto, necessita-se do correto dimensionamento, pois uma vez equivocado, pode acarretar danos à produção e o desperdício de água. (Testezlaf, 2011).

A agricultura irrigada é a maior usuária de água doce no mundo, representando 69% de consumo (Pires et al., 2008). Somente no Brasil, são 70% de utilização da vazão derivada dos

rios (Reynol, 2014). Esses percentuais merecem atenção especial quando confrontados ao grande desperdício no manejo deste recurso.

A busca descontrolada pelo lucro na produção atinge negativamente o meio ambiente. Na agricultura irrigada moderna, o sucesso de produção não deve ser buscado a todo custo, mas convergir com soluções que promovam a sustentabilidade com o adequado manejo da água (Souza, 2002).

Existem grandes investimentos em pesquisas de campo, bem como avanços e contribuições computacionais que agregam valor no levantamento da movimentação de água e soluto no solo (Silva et al., 2015).

Ferramentas computacionais contribui neste cenário de forma satisfatória, como por exemplo as aplicações web, sendo possível visualizar a leitura de sensores em tempo real; da mesma forma que possibilita decidir o momento certo para irrigar. Essas aplicações são softwares que são executados dentro de um ambiente web, acessíveis por navegadores (browser) de internet (Gonçalves et al., 2005).

A presente pesquisa buscou preparar um ambiente computacional com intuito de monitorar, em tempo real, o teor de água contido no solo, e visualizá-lo através de ferramenta web desenvolvida para esse fim.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Foz do Iguaçu, região oeste do estado do Paraná, no período das 00:35 horas do dia 21/01/2017 até as 18:00 horas do dia 23/01/2017. O solo utilizado nas leituras foi o Latossolo Vermelho Distroférico. O material foi peneirado e secado, e em seguida colocado em recipiente de material de policloreto de polivinila (PVC) de 100 mm de diâmetro e 40 cm de profundidade, conforme é mostrado na Figura 1.



Figura 1. Solo peneirado (A); Recipiente de PVC preenchido com solo (B).

Fonte: Autoria Própria.

Para o experimento, fez-se necessário o uso do sensor de umidade do solo YL-69, responsável por realizar as leituras da umidade no solo, sendo este penetrado na amostra de solo à 4,8 cm de profundidade. O dispositivo NodeMCU, o qual possui em seu núcleo o microcontrolador ESP8266-12E, foi utilizado para realizar a busca dos valores lidos pelo sensor de umidade, e em seguida, enviá-los para a estação de controle, tecnicamente chamada de servidor web. Essa estação é um minicomputador Banana PI-M1, com processador Dual-core de 1 gigahertz, memória DDR3 de 1 gigabyte e armazenamento de 8 gigabyte (cartão de memória flash), portátil e que cabe na palma da mão de uma pessoa adulta. Nela foi instalado o banco de dados Mysql (onde os dados das leituras eram armazenados) e o servidor web Apache. Para essa mesma estação foi desenvolvida uma aplicação Web-Mobile, projetada para ser acessada por qualquer dispositivo computacional que tivesse acesso à navegador (browser) de internet. No desenvolvimento da aplicação Web-Mobile, foi utilizado as linguagens de programação HTML, PHP, bem como a utilização do framework Bootstrap, buscando melhorar a visualização em qualquer dispositivo. Os dados eram coletados a cada cinco minutos, onde somente nesse período o sensor era ligado e logo após, desligado. Essa ação contribui para eliminação da corrosão das hastes pelo fenômeno da eletrólise.

A Figura 2 ilustra os equipamentos tecnológicos utilizados no experimento.

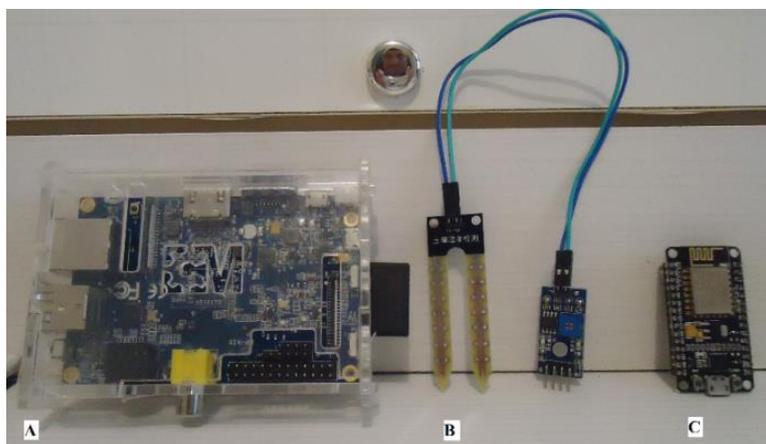


Figura 2. Estação de controle (A), Sensor de umidade do solo (B) e Módulo NodeMCU (C).
Fonte: Autoria Própria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O leitor de umidade do solo mostrou-se útil, realizando leituras de acordo com o tempo programado. A estratégia de energizar o sensor somente no período de leitura (a cada 5 minutos) foi com o intuito de eliminar o risco da eletrólise sobre o equipamento, existindo a relação sensor + carga elétrica + solo somente no referido período. Os dados coletados e transportados

para o banco de dados sofrerem ínfimo atraso, na proporção de 1,5 a 2 segundos, não comprometendo a análise. De acordo com a Figura 1, a aplicação Web-Mobile permitiu a visualização dos dados com 2 (dois) enfoques: i) umidade do solo atual, sendo atualizada a cada 5 minutos, através do item “A” da legenda; ii) detalhamento pretérito da umidade do solo em forma de gráficos dinâmicos, conforme item “B”.

Cabe esclarecer que as visualizações que compõe a Figura 3 foram capturadas em momentos distintos, não havendo neste caso em específico, relação entre ambas. Restringiu-se aqui em ilustrar as informações em cada uma, mesmo que em momentos diversos.

No item “A”, existem duas formas de atualizar a página de visualização, sendo de forma manual através do clique no botão e outra de forma automática, a qual é realizada a cada 10 segundos. Na busca de detalhes, buscou a visualização pelo item “B”. Os dados foram ilustrados em gráfico para facilitar o entendimento do teor de água presente no solo, bem como em momentos pretéritos. As variações foram desenhadas no gráfico conforme sua ocorrência. Entre os horários 00:59:23 até as 05:19:27, ocorreu a redução de água no solo correspondente a 1% (valor final do período de 61% de água no solo). Sabe-se que nesse período houveram várias leituras conforme o tempo programado (cinco minutos), todavia o gráfico projetou a visualização somente dos dados que sofreram variação, sendo o mais importante no estudo. Dinamicamente, a página é atualizada a cada 10 segundos, redesenhando o gráfico tela.

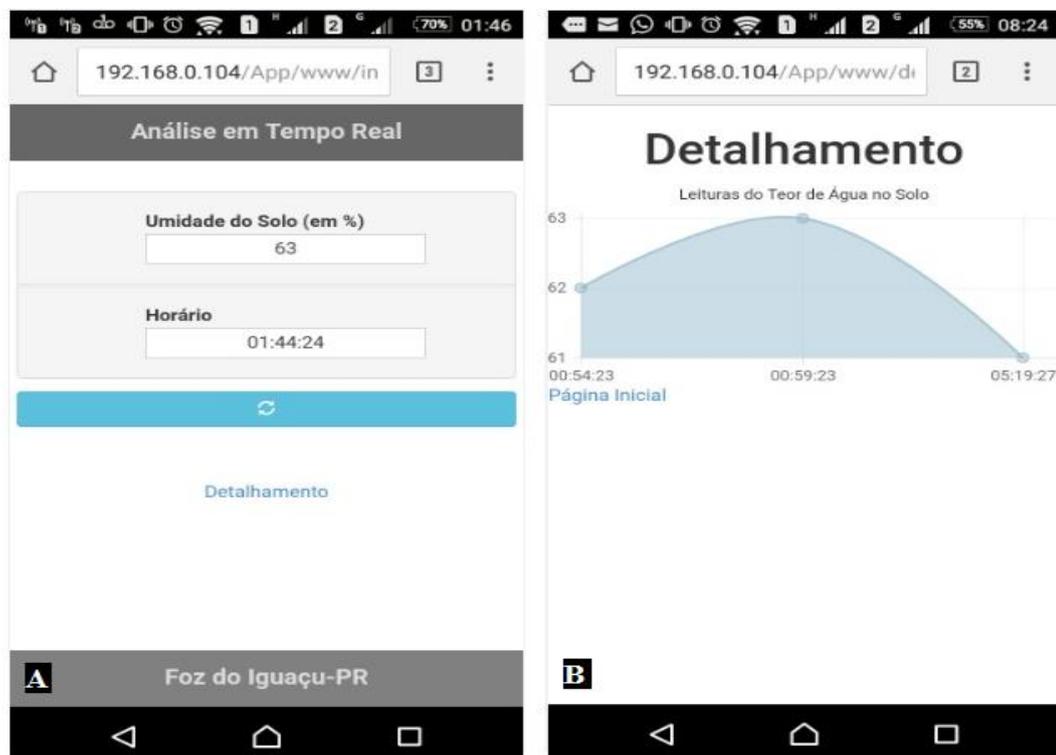


Figura 3. Visualizações em dois aspectos: Umidade atual (A); Detalhamento (B).

Fonte: Autoria Própria.

Os parâmetros de tempo de leitura são flexíveis, possibilitando a alteração conforme a necessidade do pesquisador. A aplicação permitiu ser visualizada tanto em microcomputadores desktop e notebook, quanto em tablet e smartphone, como também nos sistemas operacionais Windows, Linux (Ubuntu e Raspbian) e Android Lollipop. Com isso, a aplicação demonstrou ser multiplataforma, tanto no quesito hardware, quanto em software operativo. Com mínimas alterações, o sistema proposto pode ser acesso remotamente pela internet em qualquer parte do planeta. A utilização do framework Bootstrap possibilitou o redimensionamento da aplicação, moldando-a em qualquer dispositivo computacional, bem como possibilitando a ampliação da camada de apresentação (telas) para assistir àqueles que possuem restrições acentuadas de visão.

A estação de controle se manteve estável pelo período de experimento. Para ratificar essa afirmação, faz-se necessário a análise de algumas variáveis, tais como processamento (CPU) e uso da memória RAM. Quanto ao processamento, compreende-se como a média da carga da fila de processos destinada ao (s) processador (es), a chamada “Load Average”. Trata-se da análise da quantidade média de execução de processos e recursos demandados pelo sistema operacional ao processador. Para tanto, de acordo com Gunther (2010) e Red Hat (2005), o sistema operacional realiza a coleta dessas informações por intermédio da série de três momentos distintos: 1 (último minuto – passado recente), 5 (passado mediano) e 15 últimos minutos (passado distante), com a intenção de informar uma tendência.

Enfatiza-se que a estação de controle era composta por um processador de dois núcleos (dual core). Foi utilizado para a análise dos dados o software Monitorix. Conforme ilustrado na Figura 4, os dados coletados foram das 00:00 às 18:00 horas do dia 22 de janeiro de 2016, sendo visualizados as informações da carga média do sistema com base nos três momentos citados, onde os maiores valores em cada momento foram os seguintes:

- em azul escuro, refere-se ao parâmetro do último minuto analisado da série ao longo do período em questão (1 “max average”) = 1.24 (62% do tempo utilizando o processador), sendo que a leitura atual (“Current”) daquele parâmetro já registrava 0.90 (45%);

- em amarelo, ao parâmetro 5 últimos minutos (5 “max average”) = 1.04 (52%), sendo a leitura no momento da captura das informações de 0.69 (35%);

- em verde, ao parâmetro dos últimos 15 minutos de cada série analisada (15 “max average”) = 0.62 (31%), e o valor atual/corrente de 0.47 (24% do tempo utilizando o processador/CPU).

Quando uma CPU (processador) de dois núcleos registra o valor médio de 2.00, significa que a CPU está sendo utilizada na sua totalidade (100%), e todo valor que passar disso gera-se a sobrecarga do processador, causando atrasos e travamentos do sistema.

A média geral da carga do sistema no período analisado foi de 0.28 nos três momentos (1; 5 e 15 últimos minutos). Com base nessa média, o processador não foi utilizado em sua totalidade, considerando que as raras variações não ultrapassaram o valor de 1.24, e a média geral se manteve em 0.28, ou seja, 14% do tempo utilizando a CPU.

Outro ponto interessante é o de alocação de memória RAM. A Figura 4 demonstra 874 megabytes de memória RAM alocada, colocada à disposição para uso do sistema operacional, processos, recursos de entrada e saída, servidor de aplicação e do software web-mobile, sendo que o valor máximo utilizado não chegou a 800 megabytes. A memória virtual é caracterizada pela reserva de um espaço do disco rígido (HDD) para suprir a possível necessidade de armazenamento temporário que a memória RAM vier precisar, o que pode gerar dispêndios de desempenho do sistema. Converging com Hed Hat (2005), ter memória RAM suficiente é fundamental para minimizar efeitos indesejáveis de desempenho, bem como abrandar o uso da memória virtual. Portanto, a estação de controle não necessitou requisitar o uso de memória virtual.

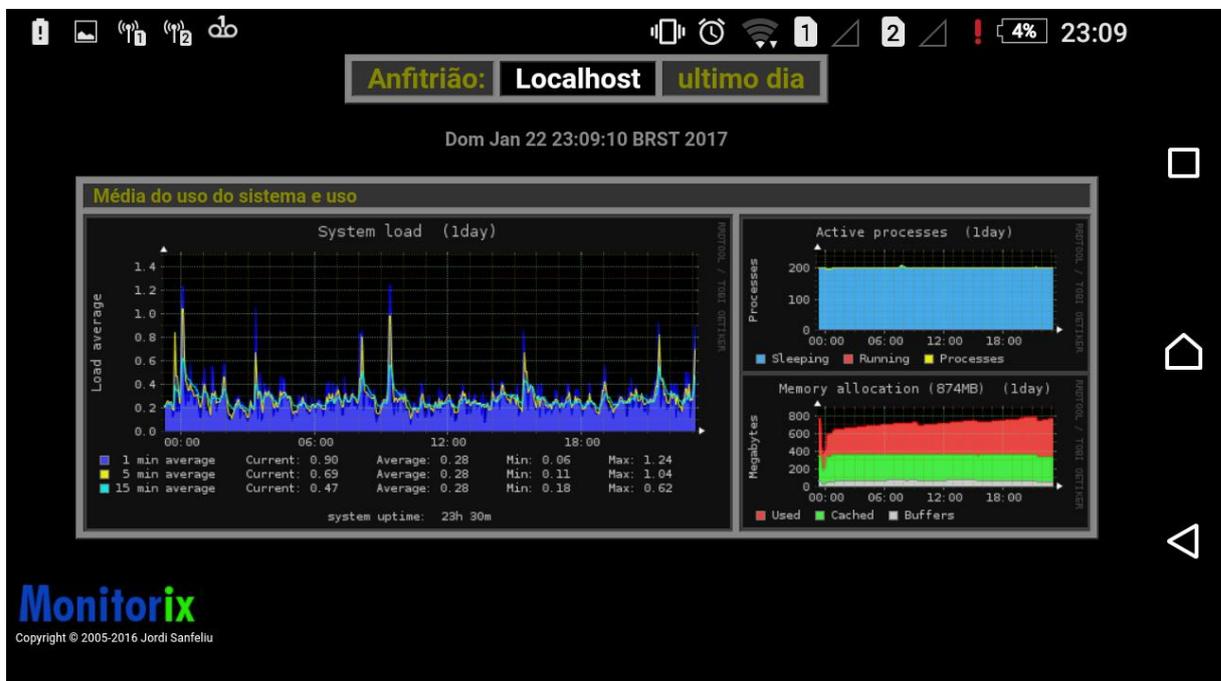


Figura 4. Análise da carga média do sistema e da Alocação de Memória. Aplicativo de monitoramento da estação - Monitorix.

Fonte: Autoria Própria.

De posse do teor de água no solo, torna-se aplicável a integração com sistemas de irrigação automatizada, utilizando as informações coletadas como parâmetro essencial para apoio à decisão.

O custo para o desenvolvimento do protótipo correspondeu à 10% do valor de um computador convencional, não muito diferente do comparativo realizado por Pietro et al. (2016), que computou a redução de custo entre 70 a 85% com o uso de tecnologias semelhantes ao utilizado neste trabalho, aplicado ao desenvolvimento de sistema de controle doméstico de baixo custo.

CONCLUSÕES

Os dados coletados não são descartados, permanecendo armazenados no banco de dados para pesquisas. A aplicação WEB-Mobile proporciona visualização personalizada ao usuário, dando opção de redimensionar a tela conforme a necessidade. A estação de controle apresenta vantagem técnica e econômica. O baixo custo do sistema proposto, o qual foi registrado como 10% de um computador convencional, básico, viabiliza a aquisição pelos pequenos produtores. A funcionalidade do monitoramento em tempo real da umidade do solo, atrelada à análise do histórico de leituras, possibilita o planejamento e auxilia na tomada de decisões. A ferramenta fornece aos interessados subsídios para controlar o uso da água na área produtiva, cabendo ao detentor da informação gerenciar a distribuição de forma adequada e consciente, sempre primando pela sustentabilidade deste precioso recurso natural. O protótipo demonstrou-se eficiente e útil para a geração de economia de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

- BEYRUTH, Z. Água, Agricultura e as Alterações Climáticas Globais. Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária, v.1, n.1, p.74-89, 2008.
- BONFIM, J. Alternativas para convivência com a seca. Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. Brasília, DF, 2016. Disponível em: < <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/alternativas-para-conviv%C3%A2ncia-com-seca> >. Acesso em: jan. 2017.

BRASIL. Convivência com a seca. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/tema-convivencia-com-a-seca/sobre-o-tema> >. Acesso em: jan. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Agropecuário 2006 – Agricultura Familiar. Rio de Janeiro, RJ, 2006. 267p.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA, Estádio Conteúdo. PIB do agronegócio deve crescer de 2,5% a 3% em 2016, diz CNA. 2016. Disponível em: < <http://www.cnabrasil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-deve-crescer-de-25-3-em-2016-diz-cna> >. Acessado em 10 jan. 2017.

GONÇALVES, R. F.; GAVA, V. L.; PESSÔA, M. S. de P.; SPINOLA, M. de M. Uma proposta de processo de produção de aplicações Web. Revista Produção, v.15, n.3, p.376-389, 2005.

GUNTHER, N. J. UNIX Load Average Part 1: How It Works, TeamQuest Corporation, Clear Lake, Iowa – EUA, v.1, p.1-14, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Agricultura e Abastecimento – SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura vai intensificar a agroecologia no Paraná. Curitiba, PR: Agência de notícias do Paraná, 2016. Disponível em:

<<http://www.aen.pr.gov.br/modules/debaser/visualizar.php?audiovideo=1&xfid=68691>>.

Acesso em: jan. 2017.

PRIETO, E. A. P.; BUSTOS, M. J. I.; MORA, S. B. S.; IBARRA, D. G.; DELGADO, B. M. Sistema de control domótico de bajo costo: un respaldo a la generación ecológica de energía eléctrica en Colombia. Revista Tecnura, v.20, n.49, p.120-132, 2016.

PIRES, R. C. de M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R. de O.; BRUNINI, O. Agricultura Irrigada. Água na Agropecuária. Apta - Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária, v.1, n.1, p.98-111, 2008.

RED HAT, Inc. Red Hat Enterprise Linux 4: Introdução à Administração de Sistemas. Raleigh, EUA, 2005. 204p.

REYNOL, F. Semeando água: As armas da agropecuária para ajudar a matar a sede do planeta. XXI Ciência para a Vida, n.8, p.15-17, 2014.

RIC RURAL. Estiagem preocupa pesquisadores e produtores de soja no Paraná. Ric Mais Paraná, 2014. Disponível em: < <http://pr.ricmais.com.br/ric-rural/videos/estiagem-preocupa-pesquisadores-e-produtores-de-soja-no-parana/> > Acesso em: mar. 2015.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M; PEREIRA, I. de C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. Agência Nacional de Energia Elétrica. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2ª Ed. Brasília, 2000. 207p.

SILVA, J. R. L.; MONTENEGRO, A. A. de A.; MONTEIRO, A. L. N.; JUNIOR, V. de P. e S. Modelagem da dinâmica de umidade do solo em diferentes condições de cobertura no semiárido pernambucano. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.10, n.2, p.293-303, 2015.

SOUZA, C. F. A utilização da reflectometria no domínio do tempo (TDR) na modelagem do bulbo molhado do solo irrigado por gotejamento. 2002. 115 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

TESTEZLAF, R. IRRIGAÇÃO: Métodos, Sistemas e Aplicações. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2011. 409p.