

Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais 7

**Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)**

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)

Ensaio nas Ciências Agrárias
e Ambientais 7

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 Ensaios nas ciências agrárias e ambientais 7 [recurso eletrônico] /
Organizador Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa (PR):
Atena Editora, 2019. – (Ensaios nas Ciências Agrárias e
Ambientais; v. 7)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-150-3

DOI 10.22533/at.ed.503192702

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária -
Brasil. 4. Tecnologia sustentável. I. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

DOI O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais” surgiu da necessidade de reunir e divulgar as mais recentes e exitosas experiências obtidas por pesquisadores, acadêmicos e extensionistas brasileiros quanto à temática. Nos volumes 7 e 8, pretendemos informar, promover reflexões e avanços no conhecimento com um compilado de artigos que exploram temas enriquecedores e que utilizam de diferentes e inovadoras abordagens.

O Brasil, em sua imensidão territorial, é capaz de nos proporcionar grandes riquezas, seja como um dos maiores produtores e exportadores de produtos agrícolas, seja como detentor de uma grande e importante biodiversidade. Ainda, apesar das Ciências Agrárias e Ciências Ambientais apresentarem suas singularidades, elas podem (e devem) caminhar juntas para que possamos assegurar um futuro próspero e com ações alinhadas ao desenvolvimento sustentável. Portanto, experiências que potencializem essa sinergia precisam ser encorajadas na atualidade.

No volume 7, foram escolhidos trabalhos que apresentam panoramas e experiências que buscam a eficiência na produção agropecuária. Muitos destes resultados possuem potencial para serem prontamente aplicáveis aos mais diferentes sistemas produtivos.

Na sequência, no volume 8, são apresentados estudos de caso, projetos, e vivências voltadas a questões ambientais, inclusive no tocante à transferência do saber. Ressalta-se que também são exploradas experiências nos mais variados biomas e regiões brasileiras e que, apesar de trazerem consigo uma abordagem local, são capazes de sensibilizar, educar e encorajar a execução de novas ações.

Agradecemos aos autores vinculados a diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, pelo empenho em apresentar ao grande público as especialidades com que trabalham em sua melhor forma. Esperamos, portanto, que esta obra possa ser um referencial para a consulta e que as informações aqui publicadas sejam úteis aos profissionais atuantes nas Ciências Agrárias e Ambientais.

Carlos Antônio dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O MERCADO DOS FERTILIZANTES AGRÍCOLAS QUE ABASTECEM O AGRONEGÓCIO NO BRASIL E SUAS ESTRATÉGIAS DE VENDAS	
Fernanda Picoli	
Suélen Serafini	
Marcio Patrik da Cruz Valgoi	
Leonardo Severgnini	
Alexandre Henrique Marcelino	
Gabriela Rodrigues de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.5031927021	
CAPÍTULO 2	14
EFICIÊNCIA NA SEMEADURA DIRETA COM DIFERENTES MANEJOS DA PALHADA CONSTRUÍDA	
Felipe Nonemacher	
Renan Carlos Fiabane	
César Tiago Forte	
Carlos Orestes Santin	
Gismael Francisco Perin	
DOI 10.22533/at.ed.5031927022	
CAPÍTULO 3	19
VIGOR E DESEMPENHO PRODUTIVO DE PESSEGUEIRO UTILIZANDO DIFERENTES PORTA-ENXERTOS	
Maíke Lovatto	
Alison Uberti	
Gian Carlos Girardi	
Adriana Lugaresi	
Gerarda Beatriz Pinto da Silva	
Clevison Luiz Giacobbo	
DOI 10.22533/at.ed.5031927023	
CAPÍTULO 4	28
MACROFAUNA EDÁFICA EM SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO COM UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E BIOESTIMULANTE	
Elston Kraft	
Daniela Cristina Ramos	
Edpool Rocha Silva	
Dilmar Baretta	
Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta	
DOI 10.22533/at.ed.5031927024	
CAPÍTULO 5	46
PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE COUVE MANTEIGA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO	
Raiane Lima Oliveira	
Rayla Mirele Passos Rodrigues	
Kaique da Silva França	
Natalia Teixeira de Lima	
Tayná Carvalho de Holanda Cavalcanti	
Rubens Silva Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.5031927025	

CAPÍTULO 6 51

MATURAÇÃO DE SEMENTES DE *Senna multijuga*: GERMINAÇÃO E VIGOR

Matheus Azevedo Carvalho
Gabriel Azevedo Carvalho
Paula Aparecida Muniz de Lima
Gardênia Rosa de Lisbôa Jacomino
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5031927026

CAPÍTULO 7 61

BIOATIVIDADE DO LODO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE RIO NEGRO EM PLANTAS DE ARROZ

Gladys Julia Marín Castillo
Edevaldo de Castro Monteiro
Mayan Blanc Amaral
Andrés Calderín García
Ricardo Luis Louro Berbara

DOI 10.22533/at.ed.5031927027

CAPÍTULO 8 67

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES TEMPOS DE REPOUSO DE AMOSTRAS DE SOLO PARA MEDIÇÃO DE TENSÕES ATRAVÉS DO PSICRÔMETRO WP4

Diana Soares Magalhães
Franciele Jesus de Paula
Victória Viana Silva
Lídicy Macedo Tavares
Antonio Fabio Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.5031927028

CAPÍTULO 9 74

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO E TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AIB NA RIZOGÊNESE DO *Eucalyptus urograndis*

Francisco Jose Benedini Baccarin
Valeria Peres Lobo
Felipe Diogo Rodrigues
Eduardo Valim Ferreira
Lívia de Almeida Baccarin

DOI 10.22533/at.ed.5031927029

CAPÍTULO 10 87

MANEJO DA MOSCA-DAS-FRUTAS EM POMARES DOMÉSTICOS

Alexandre C. Menezes-Netto
Cristiano João Arioli
Janaína Pereira dos Santos
Joatan Machado da Rosa
Dori Edson Nava
Marcos Botton

DOI 10.22533/at.ed.50319270210

CAPÍTULO 11 99

MASTITE GANGRENOSA EM UMA CABRA SAANEN: RELATO DE CASO

Maria Clara Ouriques Nascimento
Francisco César Santos da Silva
Ana Lucrécia Gomes Davi
Vitor Araújo Targino
Guilherme Santana de Moura
Michele Flávia Sousa Marques

DOI 10.22533/at.ed.50319270211

CAPÍTULO 12 103

FATORES ANTE E POST MORTEM QUE INFLUENCIAM A MACIEZ DA CARNE OVINA

Arthur Fernandes Bettencourt
Daniel Gonçalves da Silva
Bruna Martins de Menezes
Angélica Tarouco Machado
Angélica Pereira dos Santos Pinho
Bento Martins de Menezes Bisneto

DOI 10.22533/at.ed.50319270212

CAPÍTULO 13 115

CALIBRAÇÃO DE SENSORES CAPACITIVOS DESENVOLVIDOS PARA ESTIMATIVA DE UMIDADE DO SOLO

Caroline Batista Gonçalves Dias
Anderson Rodrigues de Moura
Wesley Vieira Mont'Alvão
Larissa Almeida Pimenta
Edinei Canuto Paiva
Gracielly Ribeiro de Alcantara

DOI 10.22533/at.ed.50319270213

CAPÍTULO 14 122

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Elizângela Nunes Borges
Lária de Jesus Gomes
Joelino da Silva Pereira
Antonio Sousa Silva

DOI 10.22533/at.ed.50319270214

CAPÍTULO 15 129

DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO COOPERATIVISMO: ESTUDO DE CASO DE UMA COOPERATIVA EM SÃO LUÍS - MA

Waldemir Cunha Brito
Paulo Protásio de Jesus
Leuzanira Furtado Pereira
Sidney Jorge Moreira Souza
Alexsandra Souza Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.50319270215

CAPÍTULO 16 138

MICROORGANISMOS EFICAZES: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A MELHORIA DE PRODUTIVIDADE VEGETAL E MANUTENÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Nathalia Hiratsuka Camilo
Adriano Guimaraes Parreira

DOI 10.22533/at.ed.50319270216

CAPÍTULO 17 154

MORFOMETRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Senna macranthera* DURANTE A MATURAÇÃO

Gabriel Azevedo Carvalho
Matheus Azevedo Carvalho
Paula Aparecida Muniz de Lima
Gardênia Rosa de Lisbôa Jacomino
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.50319270217

CAPÍTULO 18 163

PREÇO DA TERRA AGRÍCOLA NO RIO GRANDE DO SUL: EFEITOS DA EXPANSÃO DA SOJA E DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Lilian Cervo Cabrera

DOI 10.22533/at.ed.50319270218

CAPÍTULO 19 176

VERIFICAÇÃO DO USO INTERCAMBIÁVEL DOS TERMÔMETROS DE MERCÚRIO E DIGITAL NA AFERIÇÃO DA TEMPERATURA RETAL DE GATOS

Marcelo Manoel Trajano de Oliveira
Ivia Carmem Talieri
Thiene de Lima Rodrigues
Edlaine Pinheiro Ferreira
Maria Caroline Pereira Brito

DOI 10.22533/at.ed.50319270219

CAPÍTULO 20 183

AVALIAÇÃO DA PARASITOSE GASTROINTESTINAL EM OVINOS DA RAÇA CORRIEDALE NATURALMENTE COLORIDOS

Arthur Fernandes Bettencourt
Daniel Gonçalves da Silva
Bruna Martins de Menezes
Larissa Picada Brum
Anelise Afonso Martins
Marcele Ribeiro Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.50319270220

CAPÍTULO 21 190

ARMAZENAMENTO NO NITROGÊNIO LÍQUIDO DE SEMENTES DE JABUTICABA: TEOR DE ÁGUA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Patricia Alvarez Cabanez
Nathália Aparecida Bragança Fávaris
Arêssa de Oliveira Correia
Nohora Astrid Vélez Carvajal
Verônica Mendes Vial
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.50319270221

CAPÍTULO 22 200

AValiação DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE *BERBERIS LAURINA* BILLB. OBTIDOS DE DIFERENTES PARTES DA PLANTA

Michael Ramos Nunes
Jefferson Luis de Oliveira
Cleonice Gonçalves da Rosa
Murilo Dalla Costa
Ana Paula Zapelini de Melo
Ana Paula de Lima Veeck

DOI 10.22533/at.ed.50319270222

CAPÍTULO 23 205

A EXPERIÊNCIA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO NA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DENTRO DAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS

Laiane Aparecida de Souza Silva
Cristina Pereira dos Santos
Lígia Mirian Nogueira da Silva
Alaécio Santos Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.50319270223

CAPÍTULO 24 216

A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS NUMA PERSPECTIVA BIOECONOMICA

Ângela Rozane Leal de Souza
Letícia de Oliveira
Marcelo Silveira Badejo

DOI 10.22533/at.ed.50319270224

CAPÍTULO 25 225

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE FISALIS PRODUZIDAS EM SUBSTRATOS PROVENIENTES DE CASCA DE PINUS

Letícia Moro
Marcia Aparecida Simonete
Maria Tereza Warmling
Maria Izabel Warmling
Diego Fernando Roters
Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra

DOI 10.22533/at.ed.50319270225

SOBRE O ORGANIZADOR..... 231

CALIBRAÇÃO DE SENSORES CAPACITIVOS DESENVOLVIDOS PARA ESTIMATIVA DE UMIDADE DO SOLO

Caroline Batista Gonçalves Dias

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, Fazenda São Geraldo, S/N, Km 06 - 39480-000000 - Januária-MG, Brasil

Anderson Rodrigues de Moura

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, Fazenda São Geraldo, S/N, Km 06 - 39480-000000 - Januária-MG, Brasil

Wesley Vieira Mont'Alvão

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, Fazenda São Geraldo, S/N, Km 06 - 39480-000000 - Januária-MG, Brasil

Larissa Almeida Pimenta

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, Fazenda São Geraldo, S/N, Km 06 - 39480-000000 - Januária-MG, Brasil

Edinei Canuto Paiva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, Fazenda São Geraldo, S/N, Km 06 - 39480-000000 - Januária-MG, Brasil

Gracielly Ribeiro de Alcantara

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, Fazenda São Geraldo, S/N, Km 06 - 39480-000000 - Januária-MG, Brasil

solo é um processo de fundamental importância para assegurar a qualidade final dos produtos, pois a falta ou o excesso de água são fatores limitantes para uma boa produção agrícola. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho o desenvolvimento de um sensor capacitivo para a leitura do teor de água do solo e correlacionar com dados obtidos em laboratório pelo método padrão de estufa a 105°C/24h. O protótipo foi desenvolvido utilizando fio de cobre, cimento, argila e cano de PVC de 32 mm e 50 mm, sendo dois sensores de cada diâmetro. Os dados foram coletados durante um mês com o auxílio de uma ferramenta do Arduino e posteriormente submetidos à análise de regressão. O modelo ajustado que expressou a melhor correlação entre os protótipos desenvolvidos e o método de estufa foi $y = -0,0001x^2 + 0,2968x - 198,7$ com $R^2 = 0,985$. Portanto, o sensor desenvolvido mostrou-se eficaz para a determinação da umidade do solo sendo necessária a calibração do mesmo para outros tipos de solo.

PALAVRAS-CHAVE: Aparato; Agricultura de precisão; Teor de água; Sensor capacitivo.

ABSTRACT: The monitoring of soil drying is a process of fundamental importance to ensure the final quality of the products, since the lack or excess of water are limiting factors for a good agricultural production. The objective of this work was to develop a capacitive sensor to read

RESUMO: O monitoramento da secagem do

the water content of the soil and to correlate with data obtained in the laboratory by the standard oven method at 105°C / 24h. The prototype was developed using copper wire, cement, clay and PVC pipe of 32 mm and 50 mm, two sensors of each diameter. The data were collected during one month with the aid of an Arduino and later submitted to regression analysis. The adjusted model that expressed the best correlation between the developed prototypes and the greenhouse method was $y = -0.0001x^2 + 0.2968x - 198.7$ with $R^2 = 0.985$. Therefore, the developed sensor proved to be effective for the determination of soil moisture and it is necessary to calibrate it for other types of soil.

KEYWORDS: Apparatus; Precision agriculture; Water content; Capacitive sensor.

1 | INTRODUÇÃO

O déficit hídrico é o principal fator de limitação da produção vegetal, assim uma pequena redução na disponibilidade de água ou sua falta podem afetar da mesma maneira no crescimento e desenvolvimento, interferindo na produtividade da cultura (PIZETTA, 2015). A identificação do teor de água no solo é uma variável importantíssima para que não ocorra falta de água durante as etapas de desenvolvimento da cultura e também para reduzir a aplicação desnecessária evitando prejuízos financeiros e ambientais devido ao uso inadequado de recursos hídricos (COSTA, 2009).

O conhecimento desse dado possibilita a elaboração de projetos de irrigação mais eficientes, pois ao conhecer a quantidade de água disponível no solo, o produtor rural irá irrigar somente quando for necessário. Além de possibilita um gerenciamento detalhando das áreas dentro da propriedade, mostrando quais possuem maior facilidade ou dificuldade de reter água, para realizar o manejo adequando da irrigação (SANTOS, 2015).

Esse monitoramento geralmente é realizado com o uso de sensores devido à rápida resposta e resultados coerentes (COSTA, 2014). Os sensores do tipo capacitivos, por exemplo, possuem boas respostas, pois a umidade tem uma relação estável com a capacitância, onde a variação da dela ocasiona a mudança da frequência ou da tensão do sinal de saída do sensor. Sua aplicação tem-se difundido bastante para o seu uso no monitorar do controle da secagem do solo. Em virtude dos sensores serem métodos indiretos de determinação do conteúdo de água no solo é imprescindível à realizada da calibração para o solo que o sensor será utilizado (MORAIS et al., 2015).

Porém, o custo da maioria desses equipamentos no mercado é elevado, ficando essa tecnologia restrita a poucos produtores, mas é necessário que todos os produtores tenham acesso para que ocorra uma melhor gestão dos recursos hídricos. Com essa melhor gestão a irrigação não será mais conhecida como a vilã no consumo de água. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para leitura de umidade do solo e correlaciona-lo com os dados obtidos pelo método padrão de estufa.

2 | METODOLOGIA

Esse trabalho foi conduzido no período de fevereiro a março de 2017, no laboratório de física do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, campus Januária. Os sensores foram desenvolvidos utilizando argila, cimento, fio de cobre e cano de PVC de 32 mm e 50mm, sendo confeccionados dois sensores de cada diâmetro.

Para o preparo dos sensores, cortou-se 30 cm de comprimento do cano de PVC de cada diâmetro e utilizou-se 0,9m de fio de cobre que foi dobrado ao meio, enrolado e colocado no centro do cano de PVC. Em seguida realizou-se a mistura do cimento com a argila na proporção de $\frac{1}{4}$, sendo uma parte de cimento e quatro partes de argila vermelha, e adicionou água a mistura, em seguida a mistura foi colocada no cano de PVC. Após a secagem natural o protótipo foi retirado do cano de PVC e levado para a estufa a 100 °C para completar o processo de secagem. Em cada protótipo soldou-se dois jumper, um no lado positivo e o outro no lado negativo.

Cada protótipo foi instalado verticalmente no centro de um recipiente com dimensões nominais 0,323x0,234x0,348(m), respectivamente comprimento, largura e altura, contendo um latossolo-vermelho amarelo umedecido (UFV,2010). A leitura da frequência foi coletada diariamente, utilizando a ferramenta IDE (Integrated Development Environment) do Arduino, onde os comandos foram introduzidos para a obtenção da frequência.

No momento que realizou o primeiro teste de leitura com o uso do Arduino, os dados não conseguiram ser identificados, assim com o uso de um multímetro digital, verificou-se valores muito baixos. Por isso, foi necessário utilizar um oscilador para possibilitar a leitura dos dados pelo Arduino. O circuito do oscilador é apresentado na Figura 1.

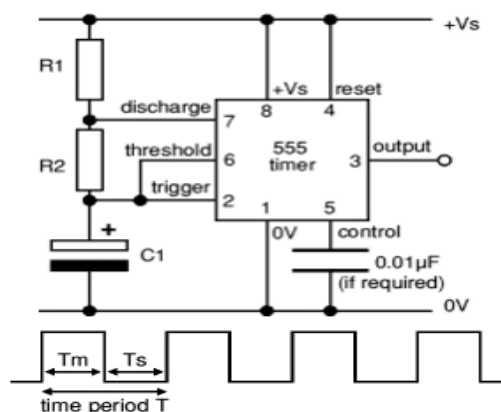


Figura 1- Circuito oscilador

Fonte: LABORATÓRIO DE GARAGEM (2012)

No circuito apresentado o C1 foi substituído pelo protótipo desenvolvido. O processo de coleta dos dados da frequência ocorreu durante dois minutos em cada recipiente, sendo que de dois em dois segundos era enviado um novo valor. Com os

valores da frequência calculou-se a média e o desvio padrão para cada sensor por dia. Após a coleta da frequência retirava-se em cada recipiente duas amostras de solo, uma a 10 e outra a 20 cm de profundidade para análise em estufa.

As amostras de solo foram coletas intercaladamente e conduzidas para a realização da análise do teor de água do solo, através da diferença de peso, seguindo as regras propostas pela EMBRAPA (1997), no método padrão de estufa 105°/24h. O resultado das coletas dos dados foram submetidos à análise de regressão linear para construção da curva de calibração dos sensores desenvolvidos.

3 | RESULTADOS

O processo de calibração dos sensores utilizou um solo de textura arenosa, com umidade média na capacidade de campo em torno de 16%. Os valores da umidade do solo obtida pelo método padrão de estufa em função dos valores da frequência, as equações de ajuste e o coeficiente de determinação dos protótipos desenvolvidos são apresentados na Figura 1 e 2.

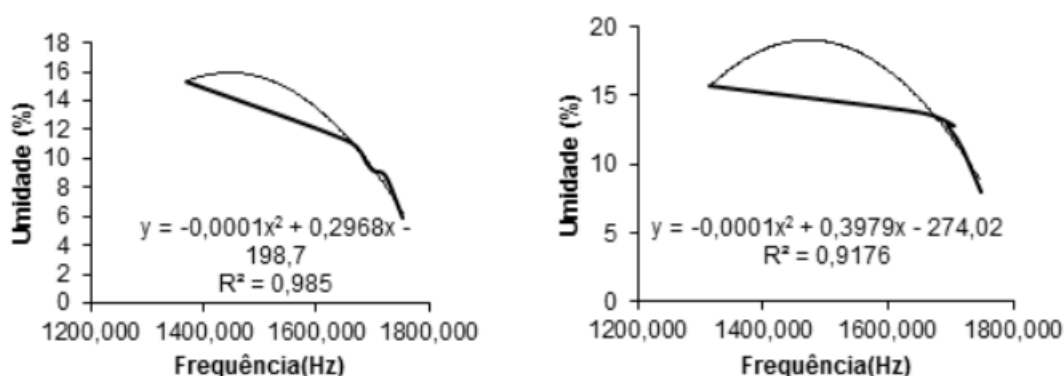


Figura 2 – Correlação entre os valores da frequência de resposta do sensor capacitivo desenvolvido de 50 mm em função da umidade.

Fonte: o autor.

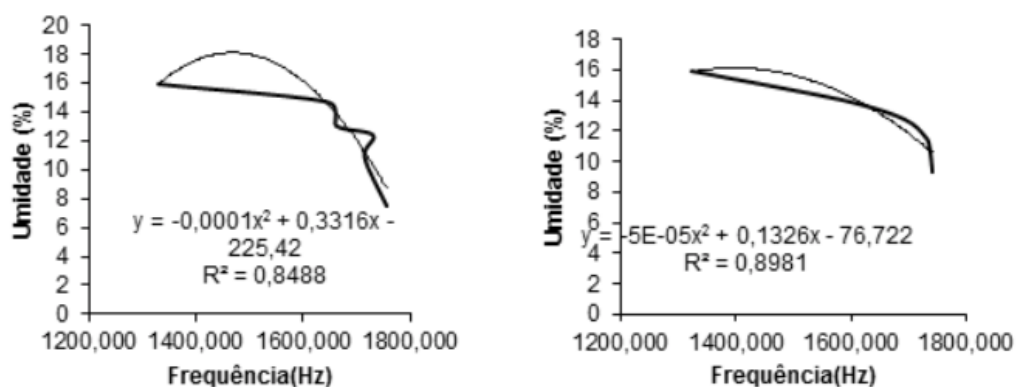


Figura 3 – Correlação entre os valores da frequência de resposta do sensor capacitivo desenvolvido de 32 mm em função da umidade.

Fonte: o autor.

O comportamento da umidade nos recipientes onde foram realizadas a calibração dos sensores e mostrado na Figura 4.

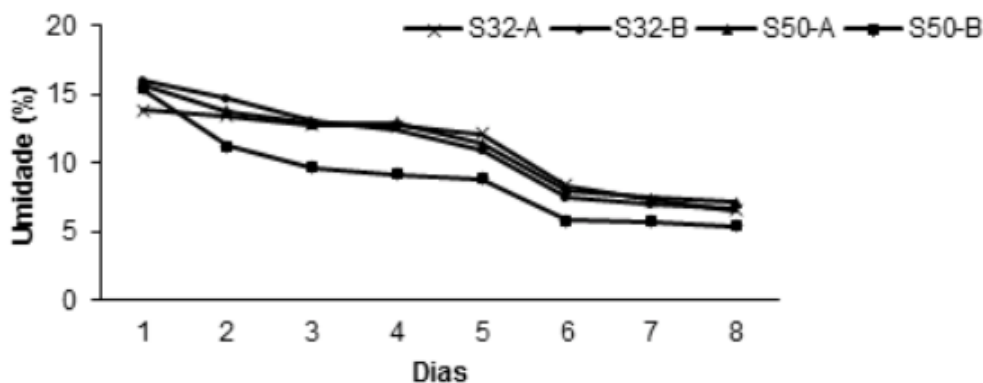


Figura 4 – Comportamento da umidade nos recipientes

Fonte: o autor.

4 | DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 2 e 3, os resultados indicam que os sensores desenvolvidos possuem correlação quando comparado com o método padrão de estufa. Os coeficientes de determinação (R^2) ficaram bem próximos de um, isso demonstra que a variação da umidade é sentida pela frequência nos protótipos, indicando uma boa precisão dos modelos capacitivos desenvolvidos. Os valores de R^2 obtidos para o sensor de 32 mm foram inferiores quando comparados com o de 50 mm, atingindo diferenças significativas. Os sensores de 50 mm responderam melhor as alterações do teor de água, devido a maior área de contato com o solo.

A redução da água no solo foi o motivo para a alteração dos valores da frequência e através da análise estatística identificou se resposta do sensor em função da alteração do conteúdo de água. O comportamento dos sensores desenvolvidos seguiu um padrão semelhante e as curvas de ajuste dos sensores indicam uma relação inversamente proporcional, conforme visto nas Figuras 2 e 3.

Rêgo Segundo (2010), ao desenvolver um sensor capacitivo com hastes recobertas por verniz também observou o aumento da capacitância com a diminuição do teor de água no solo sendo associado a fenômenos de perdas capacitivas. Ele realizou a sua calibração e obteve coeficiente de determinação igual a 0,9317, resultado próximo aos encontrados.

A utilização da argila vermelha foi devido a suas propriedades e características por ser um material resistente, com plasticidade e por ter a capacidade de troca de cátions. Os íons infiltram e saem facilmente das partículas de argila, devido a ligações químicas fracas, assim a argila é capaz de absorver e perder água, permitindo o seu uso para o desenvolvido do sensor. Na Figura 4 é possível observar que os valores obtidos para a variação da umidade nos recipientes de acordo com o tempo alcançou o

decréscimo conforme previsto, garantindo a calibração dos protótipos desenvolvidos.

O coeficiente de determinação obtidos nas duas calibrações dos sensores de 50 mm do presente trabalho alcançaram valores próximos aos observados por Souza; Pires; Miranda & Varallo (2013), Andrade Junior (2007) e Silva et al. (2007) ao calibrar o sensor capacitivo FDR. Os resultados também foram semelhantes aos encontrados por Costa (2014) na calibração do sensor capacitivo IRRIGAP para profundidade de 20 a 30 cm. Morais et al. (2015) encontrou valores próximos para os dois diâmetros de protótipos desenvolvidos ao calibrar o sensor FDR.

No trabalho realizado por Costa et al. (2014) ao calibrar o sensor ECH_2O no solo arenoso apresentou respostas inferior em relação aos encontrados nesse trabalho. Segundo Souza (2016) e Silva et al.(2008), os sensores com princípios capacitivos fornecem leituras seguras, rápidas e com menor custo, essa características foram também observadas no presente trabalho.

Conforme mostrado o protótipo desenvolvido possui valores semelhantes e próximos aos de sensores encontrados no mercado e calibrados por diferentes autores na literatura, além de possuir baixo custo de desenvolvimento. O protótipo de 50 mm alcançou respostas melhores que o de 32 mm, sendo mais indicado para a determinação da umidade em solos com textura argilosa. Portanto, o sensor desenvolvido mostrou-se eficaz para a determinação da umidade do solo sendo necessária a calibração do mesmo para outros tipos de solo

5 | CONCLUSÃO

Os sensores capacitivos desenvolvidos apresentaram boa resposta à variação do teor de água do solo, permitindo sua utilização para monitoramento do controle da secagem do solo. Sendo que os resultados da calibração dos protótipos apresentaram resultados superiores e semelhantes ao de sensores disponibilizados no mercado. Com os dados obtidos nesse trabalho é possível mostram que o uso desse protótipo é viável, principalmente porque, além de responder adequadamente a variação umidade o mesmo possui baixo custo de fabricação. Essas características garantem uma boa aceitabilidade desse produto no mercado.

6 | AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerias (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, A. S.; SILVA, C. R.; DANIEL, R. **Calibração de um sensor capacitivo de umidade em Latossolo Amarelo na microrregião do Litoral Piauiense**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 2, p. 303-307, 2007.
- COSTA, B. R. S. **Calibração de sensor de capacitância para medida da umidade em solos do semiárido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2014.
- COSTA, F. M.; OLIVEIRA, J. M.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. **Classificação do coeficiente de variação da umidade do solo em experimentação agrícola**. Universidade Federal de Uberlândia. Revista Famt. 2009.
- CRUZ, T. M. L.; TEXEIRA, A. S.; CANAFÍSTULA, F. J. F.; SANTOS, C. C.; OLIVEIRA, A. D. S.; DAHER, S. **Avaliação de sensor capacitivo para o monitoramento do teor de água do solo**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.3, p. 33-45, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.212p.
- MORAIS, M. S.da, CRUZ, T. M. L., TEXEIRA, A. dos S. , DANTAS, L. A., ARAUJO, D. C. C. de. **Calibração de sensor capacitivo de umidade do solo destinado ao cultivo de hortaliças**. XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 08 a 13 de novembro de 2015, UFS - São Cristóvão/SE, 2015
- PIZETTA, S. C. **Calibração de sensores de capacitância (FDR) para estimativa da umidade em diferentes solos**. Dissertação , universidade Federal de Lavras, 2015
- RÊGO SENDO, Alan Kardek. **Desenvolvimento de sensor de teor de água do solo e de controle e automação em malha fechada para uso em irrigação**. Viçosa, MG, 2010.
- SANTOS, K. D.; SOUZA, E. F.; SORES, K. J. **Desenvolvimento e calibração de sensores de umidade do solo por dissipação térmica**. Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica. 2010
- SILVA, C. R.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; ALVES JÚNIOR, J.; SOUSA, A. B. de.; MELO, F. B. de.; COELHO FILHO, M. A. **Calibration of Diviner 2000® capacitance probe in a Rhodic Paleudult**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 64, p. 636-640, 2007.
- SOUZA, J. M. F. **Aplicação do algoritmo SAFER na obtenção da evapotranspiração atual das culturas em condições de cerrado**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás. Escola de Agronomia, Goiânia 2016.
- SOUZA, C. F.; PIRES, R. C. M.; MIRANDA, D. B; VARALLO, A. C. T. **Calibração de sondas FDR e TDR para a estimativa da umidade em dois tipos de solo**. Irriga, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 597-606, outubro-dezembro, 2013.
- UFV, UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS; FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2010, 4p

SOBRE O ORGANIZADOR

CARLOS ANTÔNIO DOS SANTOS Engenheiro-agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal, SP; Mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFRRJ; Doutorando em Fitotecnia (Produção Vegetal) na UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: Olericultura, Cultivos Orgânicos, Manejo de Doenças de Plantas, Tomaticultura e Produção de Brássicas. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-150-3



9 788572 471503