



*“TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA ENGENHARIA AGRÍCOLA”*

 **II MOSTRA DE TRABALHOS ACADÊMICOS**

# **CADERNO DE RESUMOS**

## **II MOSTRA DE TRABALHOS ACADÊMICOS**

### **SEMANA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 2017**



**UEM**

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA AGRÍCOLA



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**XI SEMANA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**II MOSTRA DE TRABALHOS ACADÊMICOS**

**Organizador:** José Gabriel Vieira Neto

**Editores:** José Gabriel Vieira Neto e Giuliani do Prado

**Arte:** Elieser Lagos

**COMO CITAR OS TRABALHOS?**

SOBRENOME, Nome Autor; Sobrenome, Nome Autor. Título do trabalho. In: II Mostra de Trabalhos Acadêmicos - XI Semana de Engenharia Agrícola, Cidade Gaúcha, 2017. pg. XX-YY. **Caderno de Resumos (on-line)**. Disponível em: <http://www.dea.uem.br/sea2017>. Acesso em \_\_/\_\_/\_\_\_\_\_.

**COMISSÃO ORGANIZADORA DA  
XI SEMANA DE ENGENHARIA  
AGRÍCOLA**

- Prof. Dr. Rafael de Almeida Schiavon  
(Presidente)
- Prof. Dr. Carlos Henrique Wachholz  
de Souza
- Profa. Dra. Denise Mahl Porcel
- Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoletto
- Prof. Dr. Giuliani do Prado
- Prof. M. Sc. José Gabriel Vieira Neto
- Ana Maria Chiodi Barbosa
- Beatriz Furlan Fonseca
- Carlos Cesar Sanpedro
- Claudio Ribeiro Benetão Junior
- Eduarda Neves Favarão
- Elieser Lagos
- Emily Carolina Valerio Bacon
- Ithalo Souza Nogueira
- Lucas Mendes Cardoso
- Matheus Berger
- Matheus Palma Vieira Lima
- Miguel Becker Heleno

**COMISSÃO CIENTÍFICA DA II  
MOSTRA DE TRABALHOS  
ACADÊMICOS**

- Prof. M. Sc. José Gabriel Vieira Neto  
(Presidente)
- Prof. Dr. Carlos Henrique Wachholz  
de Souza
- Profa. Dra. Denise Mahl Porcel
- Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoletto
- Prof. Dr. Giuliani do Prado
- Prof. Dr. Rafael de Almeida Schiavon

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>PÁGINAS</b>
AFERIÇÃO DE VERTEDOR TRIANGULAR TIPO THOMPSON Rafael Rech Bruscagin; Giuliani do Prado; Adriano Catossi Tinos	1 – 4
COMPARAÇÃO ENTRE O KC SIMPLES POR ESTÁDIO E O KC DIÁRIO PARA ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE DAS PRINCIPAIS CULTURAS DE VERÃO E INVERNO NO ESTADO DO PARANÁ Paloma Pamela Siqueira; Jonathan Richetti; Jerry Adriani Johann	5 – 8
CARACTERIZAÇÃO DE MEDIDOR DE VAZÃO TIPO PLACA DE ORIFÍCIO Rafael Rech Bruscagin; Giuliani do Prado; Adriano Catossi Tinos	9 – 12
PERDA DE CARGA DEVIDO AO FECHAMENTO PARCIAL DE REGISTRO DE GAVETA Rafael Rech Bruscagin; Giuliani do Prado; Adriano Catossi Tinos	13 – 16
SENSOR DE UMIDADE DO SOLO RESISTIVO DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO ARDUINO® COMPARADO COM TDR NO MANEJO DA IRRIGAÇÃO Jeison Junior Pinto; Marcio Antonio Vilas Boas; Vander Fabio Siqueira	17 – 20
AVALIAÇÃO DE <i>WETLAND</i> EM ESCALA DE BANCADA PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS João Vitor Costa de Almeida; Edmilson Cesar Bortoletto, Gustavo Pazinato Cuco; João Paulo Sierakowski; Vitor Prampero	21 – 24
TRATAMENTO DO EFLUENTE GERADO NA PARBOILIZAÇÃO DO ARROZ POR <i>WETLAND</i> CONSTRUÍDO UTILIZANDO <i>Canna indica</i> João Vitor Costa de Almeida; Edmilson Cesar Bortoletto	25 – 28
AVALIAÇÃO DO USO DE EQUIPAMENTO DE PREPARO PROFUNDO E CANTEIRIZADO SOBRE PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO, EM UM CANAVIAL DE TERCEIRO CICLO, NO NOROESTE DO PARANÁ Gislaine Silva Pereira; Vitor Prampero; Denise Mahl	29 – 32
PERDA VISÍVEL TOTAL NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE- AÇÚCAR EM DIFERENTES ROTAÇÕES DO EXTRATOR PRIMÁRIO Lucas de Oliveira Donaire; Reny Adilmar Prestes Lopes	33 – 36
PERDA VISÍVEL TOTAL NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE- AÇÚCAR EM DIFERENTES VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO Lucas de Oliveira Donaire; Reny Adilmar Prestes Lopes	37 – 40
RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO APÓS A COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR NO PERÍODO DE ESTIAGEM Danielle Dantas de Paula Vieira; Denise Mahl; Adriano Catossi Tinos	41 – 44
MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O MUNICÍPIO DE RONDON-PR Emily Carolina Valerio Bacon; Higor Tálío De Medeiros; Carlos Henrique Wachholz De Souza	45 – 48
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS Claudio Ribeiro Benetão Junior; Elias Augusto Ferrarezi Sartori; Emily Valério Caroline Bacon; Elieser Lagos; Jose Gabriel Viera Neto	49 – 52
RESISTÊNCIA DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE BAMBU ( <i>Bambusa vulgaris</i> ) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS Lazaro de Oliveira Netto; José Gabriel Vieira Neto	53 – 56

EFEITO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICOS DOS GRÃOS DE SOJA Rayane Vendrame da Silva; Larissa Kathleen de Castro; Ithalo Souza Nogueira; Rafael de Almeida Schiavon; Gislaine Silva Pereira	<b>57 - 60</b>
EFEITO DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO SOBRE A QUALIDADE DO ÓLEO DE SOJA Íthalo Souza Nogueira; Larissa Kathleen de Castro; Gabriel Batista Borges; Rayane Vendrame da Silva; Rafael de Almeida Schiavon	<b>61 - 64</b>
EFEITO DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO SOBRE A QUALIDADE DAS PROTEÍNAS DE SOJA Larissa Kathleen de Castro; Ithalo Souza Nogueira; Rayane Vendrame da Silva; Vitória Trivilin de Freitas; Rafael de Almeida Schiavon	<b>65 - 68</b>
COMPORTAMENTO DOTEOR DE ÁGUA E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO CULTIVADO COM CAPIM TANZÂNIA ( <i>Panicum maximum cv</i> ) Gessyka Roberti Volpato; Daniela D’Orazio Bortoluzzi; Jhésmila Ingridy Bueno; Renata Cristiane Pereira; Solange Langer Fenner Pinheiro	<b>69 - 72</b>
ESTUDO DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM DIFERENTES ÁREAS Gessyka Roberti Volpato; Daniela D’Orazio Bortoluzzi; Jhésmila Ingridy Bueno; Renata Cristiane Pereira; Solange Langer Fenner Pinheiro	<b>73 - 76</b>

# AFERIÇÃO DE VERTEDOR TRIANGULAR TIPO THOMPSON

**Rafael Rech Bruscag<sup>1</sup>; Giuliani do Prado<sup>2</sup>; Adriano Catossi Tinos<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: rafaelrechbruscagin@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

## RESUMO

Vertedores são equipamentos empregados na determinação de vazão de descargas em condutos livres. Dessa forma, o presente trabalho, desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha –PR, objetivou aferir um vertedor triangular tipo Thompson ( $\theta = 90^\circ$ ) instalado no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Agrícola. Para a aferição do vertedor foram levantados 10 pares de valores de vazão e carga hidráulica. A vazão foi medida pelo método volumétrico e a carga hidráulica (H) com auxílio de piezômetro instalado a uma distância maior que 5H em relação ao vertedor. Na calibração avaliaram-se o expoente, o coeficiente de descarga (Cd) e o coeficiente (k) da equação reduzida da vazão de vertedores triangulares, que apresentaram, respectivamente, valores iguais a: 2,5334; 0,621 e; 1,466. Os valores encontrados são muito próximos aos apresentados na literatura, mostrando que seguindo as normas construtivas e de instalação de vertedores fica desnecessária a calibração experimental do equipamento.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A mensuração da vazão em condutos livres é relevante para o controle da aplicação de água em sistemas irrigados por superfície, bem como, para o planejamento e gestão de recursos hídricos (TUCCI e SILVEIRA, 2009). Para outorga de direito do uso de água, os órgãos gestores empregam vazões de referência dos cursos de água que são definidas a partir de séries históricas de dados de vazões medidos em estações fluviométricas.

Dentre os medidores empregados na quantificação da vazão de descarga em condutos livres, os vertedores caracterizam-se como orifícios incompletos por não possuírem a borda superior e pela qual escoam toda a corrente fluida (AZEVEDO NETTO et al., 1998). Esses medidores de vazão apresentam baixo custo e têm seu empregado na elevação do nível de água, na mensuração da vazão de cursos hídricos e no estudo do regime hídrico em bacias hidrográficas.

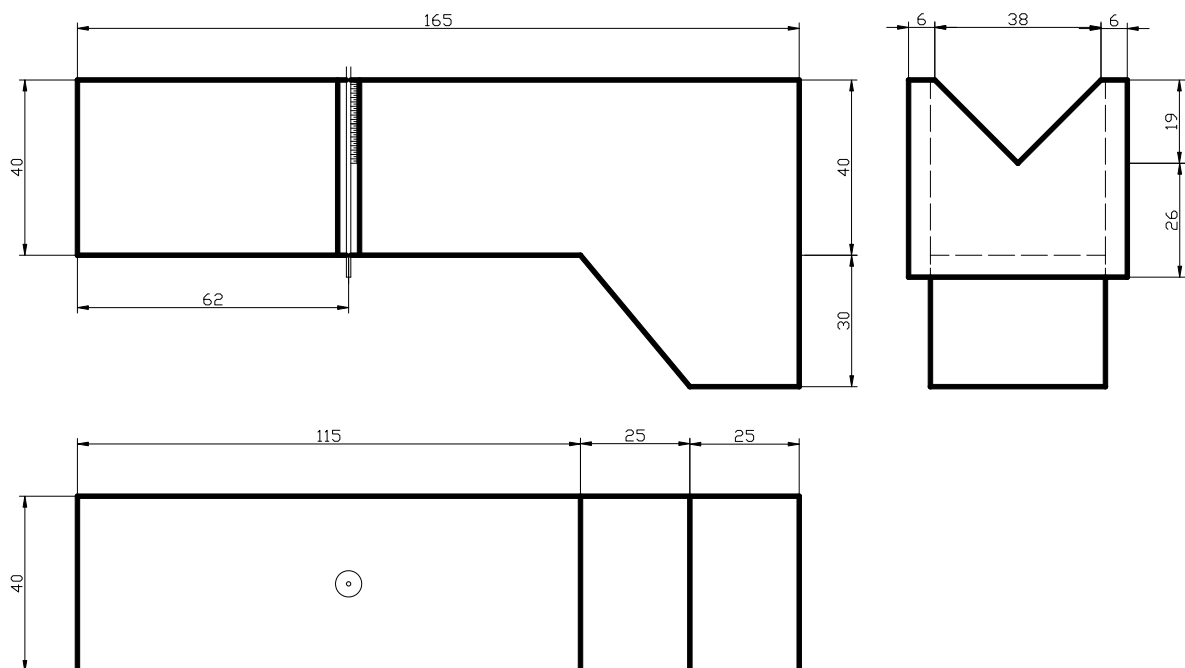
Segundo Bernardo et al. (2006), os vertedores triangulares apresentam maior precisão na medida de cargas correspondentes a vazões reduzidas. Esses equipamentos, geralmente, são construídos em chapas metálicas e os mais usuais possuem um ângulo de abertura de  $90^\circ$  (vertedor tipo Thompson).

Os vertedores apresentam equações características de vazão com coeficiente de descarga (Cd) específico, que dependem dos aspectos construtivos e instalação. Condições inadequadas de construção e de uso de medidores de vazão alteram os coeficientes que caracterizam as equações de vazão. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo

avaliar os coeficientes da equação característica de um vertedor triangular tipo Thompson instalado no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Agrícola da UEM.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A calibração do vertedor foi realizada no Laboratório de Hidráulica da Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha – PR. Esse vertedor triangular, tipo Thompson e com ângulo de abertura de 90° foi construído em chapa metálica de 1/10" e montado em estrutura metálica, conforme apresentado na Figura 1. Para evitar o efeito da turbulência nas medidas de nível de água, a estrutura onde o vertedor foi instalado apresenta um rebaixo para a regularização do fluxo de água.



**Figura 1.** Vertedor triangular tipo Thompson e estrutura metálica construída para sua instalação e operação. Dimensões em centímetros.

Fonte: O autor.

A vazão de descarga (Equação 1) de um vertedor triangular, é função, principalmente, da carga hidráulica sob o vértice, visto que os demais parâmetros da equação permanecem constantes. Para medir essa carga hidráulica foi instalado um piezômetro a uma distância maior que cinco vezes a carga hidráulica máxima de operação ( $H_{\text{máx}} = 12 \text{ cm}$ ) para evitar à depressão da lâmina vertente junto ao vertedor (Figura 1).

$$Q = \frac{8}{15} \cdot Cd \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \text{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot H^{\frac{5}{2}} \quad (1)$$

em que, Q é a vazão de descarga do vertedor ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ); Cd o coeficiente de descarga (decimal); g a aceleração da gravidade ( $9,81 \text{ m s}^{-2}$ );  $\theta$  o ângulo de abertura do vertedor (graus) e; H a carga hidráulica sob o vértice do vertedor (m).

Os coeficientes de descarga e o coeficiente k, dados pelas Equações 2 e 3, respectivamente, são valores característicos do vertedor. Para determinação desses coeficientes foi levantado, a partir de ensaio, 10 pares de valores de vazão em função da carga hidráulica do vertedor. A vazão foi determinada pelo método volumétrico e a respectiva carga hidráulica sob o vértice do vertedor foi medida com piezômetro.

$$C_d = \frac{15 \cdot Q}{8 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \text{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot H^{\frac{5}{2}}} \quad (2)$$

$$k = \frac{Q}{H^{\frac{5}{2}}} \quad (3)$$

em que, k é o coeficiente característico do vertedor.

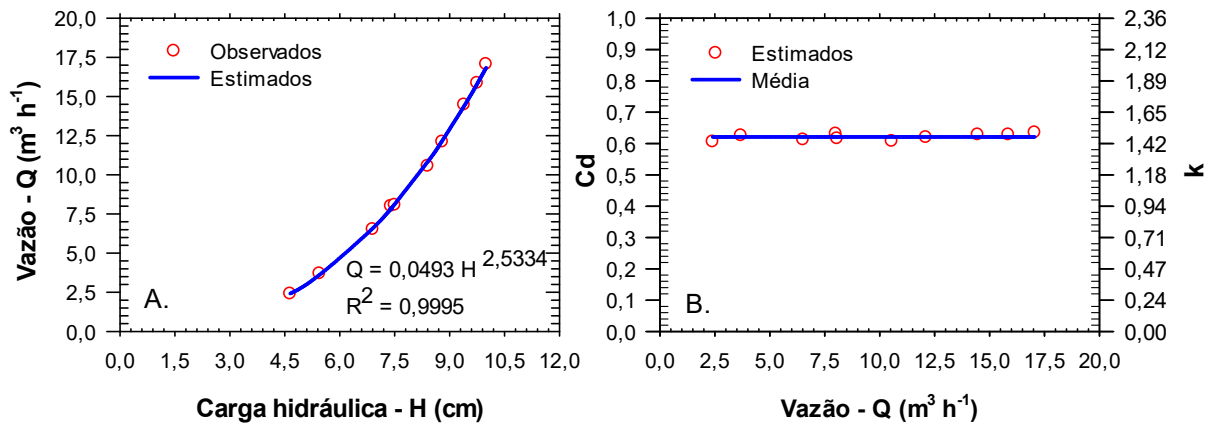
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de vazão em função da carga hidráulica sob o vértice do vertedor são apresentados na Figura 2A. Como a vazão apresenta um comportamento potencial crescente com o incremento na carga hidráulica, o ajuste dessa equação aos dados observados apresentou coeficiente de determinação próximo a unidade ( $R^2 = 99,95\%$ ) e um expoente igual a 2,5334. O valor de expoente encontrado está muito próximo ao valor de 2,5 para vertedores triangulares (BERNARDO et al., 2006).

Na Figura 2B são apresentados os coeficientes de descarga (Cd) e os coeficientes da equação reduzida (k) de vertedores triangulares, em função da vazão. Observa-se nessa figura que com o incremento da vazão, os coeficientes apresentam pouca variação em torno da média de 0,621 e 1,466, respectivamente para Cd e k. Como descrito por Azevedo Netto et al. (1998), vertedores são orifícios incompletos e apresem Cd próximo a 0,62 e o coeficiente k de vertedores triangulares tipo Thompson pode variar entre 1,40 a 1,46.

Os valores de expoente de vazão e dos coeficientes da equação de vertedores triangulares foram muitos próximos aos apresentados na literatura. Essa similaridade revela que, obedecendo aos aspetos construtivos e de instalação de vertedores as calibrações não se fazem necessárias.





**Figura 2.** Relação carga hidráulica e vazão do vertedor (A.) e coeficientes de descarga (Cd) e k da equação do vertedor (B.).

Fonte: O autor.

#### 4. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos conclui-se: a) a vazão apresentou um comportamento potencial; b) o expoente e os coeficientes da equação de vazão estão de acordo com os sugeridos na literatura e; c) construção e instalação de vertedores seguindo as recomendações da literatura técnica dispensa a calibração do equipamento.

#### 5. REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J. M. et al. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 670 p.

BERNARDO, et al. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

TUCCI, C. E. M; SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2009. 943 p.

# COMPARAÇÃO ENTRE O KC SIMPLES POR ESTÁDIO E O KC DIÁRIO PARA ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE DAS PRINCIPAIS CULTURAS DE VERÃO E INVERNO NO ESTADO DO PARANÁ

**Paloma Pamela Siqueira<sup>1</sup>; Jonathan Richetti<sup>2</sup>; Jerry Adriani Johann<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluna de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – PR. E-mail: Paloma\_loh@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: J\_richetti@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual do Oeste do Paraná – PR.

## RESUMO

O Brasil é considerado um dos principais países a nível mundial na produção de grãos, portanto demanda de um constante monitoramento de suas áreas agrícolas. Estimativas precisas da evapotranspiração são primordiais para identificar as variações temporais sobre a necessidade hídrica das culturas, o que impacta diretamente na produtividade das mesmas. Para estimar a evapotranspiração têm-se duas metodologias propostas: i) metodologia do coeficiente de cultivo (Kc) simples, que consiste no efeito da transpiração da cultura e evaporação do solo que são combinados em um único valor de Kc e; ii) a metodologia do Kc duplo, que consiste na conjunção do coeficiente basal da cultura e do coeficiente de evaporação do solo testados diariamente. O objetivo do estudo foi determinar a melhor forma de estimar a evapotranspiração das principais culturas de verão e inverno, utilizando-se de estimativas de produtividade. Para o mapeamento das culturas foram utilizadas máscaras das culturas de milho, trigo, e soja do ano safra 2013-2014. O Kc simples apresenta patamares, em cada estágio fenológico da cultura e se mantém constante, já o Kc diário apresenta uma suavidade nos patamares diminuindo a probabilidade de erros. Portanto, através das curvas diárias ficou mostrado que é possível observar que a sazonalidade dos coeficientes fica melhor capturada pelo índice diário.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos principais países na produção de grãos do mundo. Devido a esta importância das culturas agrícolas para a economia brasileira, é de essencial importância o estudo dos fatores que afetam a sua produção, sendo um dos principais fatores, ou senão, o principal fator de produtividade é a água presente no solo, devido a isto vêm à importância de se estudar a evapotranspiração da cultura (ETc).

A evapotranspiração da cultura (ETc) estabelece quanto de água está sendo evaporada do solo e quanto de água a planta está transpirando (ALLEN et al., 1998). Já a evapotranspiração real é definida por Kassam et al. (1977), como a quantidade de água perdida para a atmosfera na forma de vapor, por uma superfície vegetada em quaisquer condições de umidade do solo.

O coeficiente da cultura (Kc) está relacionado ao estágio fenológico da cultura e varia de acordo com seu crescimento e desenvolvimento, ele depende da área foliar, da arquitetura (parte aérea e sistema radicular), da cobertura vegetal e da transpiração da planta (ALLEN et

al., 1998). Dessa forma, este trabalho apresenta os resultados obtidos de coeficientes de cultivo (Kc) para as principais culturas de verão e inverno para o ano safra 2013/2014 no estado do Paraná.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE no laboratório de Estatística Aplicada - LEA, em Cascavel, PR. A abrangência do estudo correspondeu a área do estado do Paraná, que está localizado na região sul do Brasil.

No desenvolvimento do trabalho foi utilizado as máscaras do ano-safra 2013-2014 para o mapeamento da soja, milho 2º safra e trigo, para conhecer a localização da cultura no Estado do Paraná correspondente ao ano safra específico. Em seguida, foram determinados os balanços hídricos e as estimativas de produtividade para as culturas deste ano-safra.

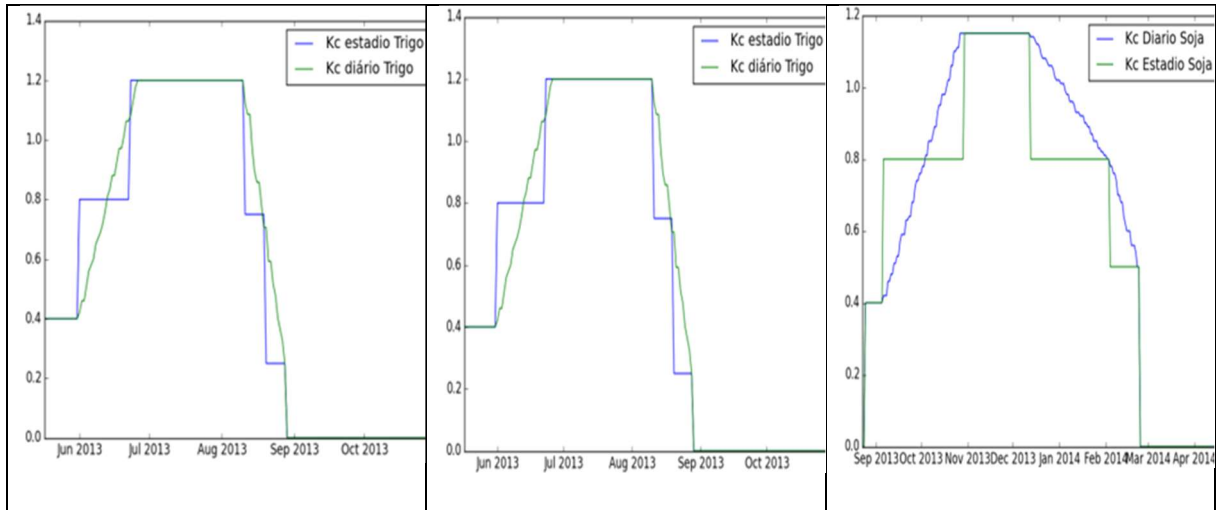
A partir das máscaras, foram inicialmente estimadas as datas de semeadura, de máximo desenvolvimento vegetativo e de colheita médios por município, com base em séries espectro-temporais do índice de vegetação EVI, gerados segundo Becker (2013) e Johann et al. (2016). Estas informações foram utilizadas na determinação dos decêndios para realização dos balanços hídricos (BH) e estimativas de produtividade. Os fatores da cultura, como ciclo fenológico, profundidade de raiz (Zr), coeficiente da cultura (Kc), os dados de evapotranspiração de referência (ETo) e precipitação que foram obtidos do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), foram essenciais para determinação dos balanços hídricos: i) BH-FAO determinados por Allen et al (1998) e; ii) BH-TM determinado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955).

O procedimento deste cálculo consistiu em: i) identificar os estádios da cultura, determinando seu período de desenvolvimento, e selecionar os coeficientes de cultivo (Kc) correspondentes; ii) adaptar os Kc selecionados para frequência de irrigação ou condições climáticas durante o estágio fenológico; iii) construir a curva de coeficiente de cultura (permitindo que se possa determinar os valores de Kc para qualquer período durante a fase de desenvolvimento da cultura); iv) calcular a evapotranspiração da cultura; v) calcular a evapotranspiração real e; vi) calcular a produtividade atingível.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

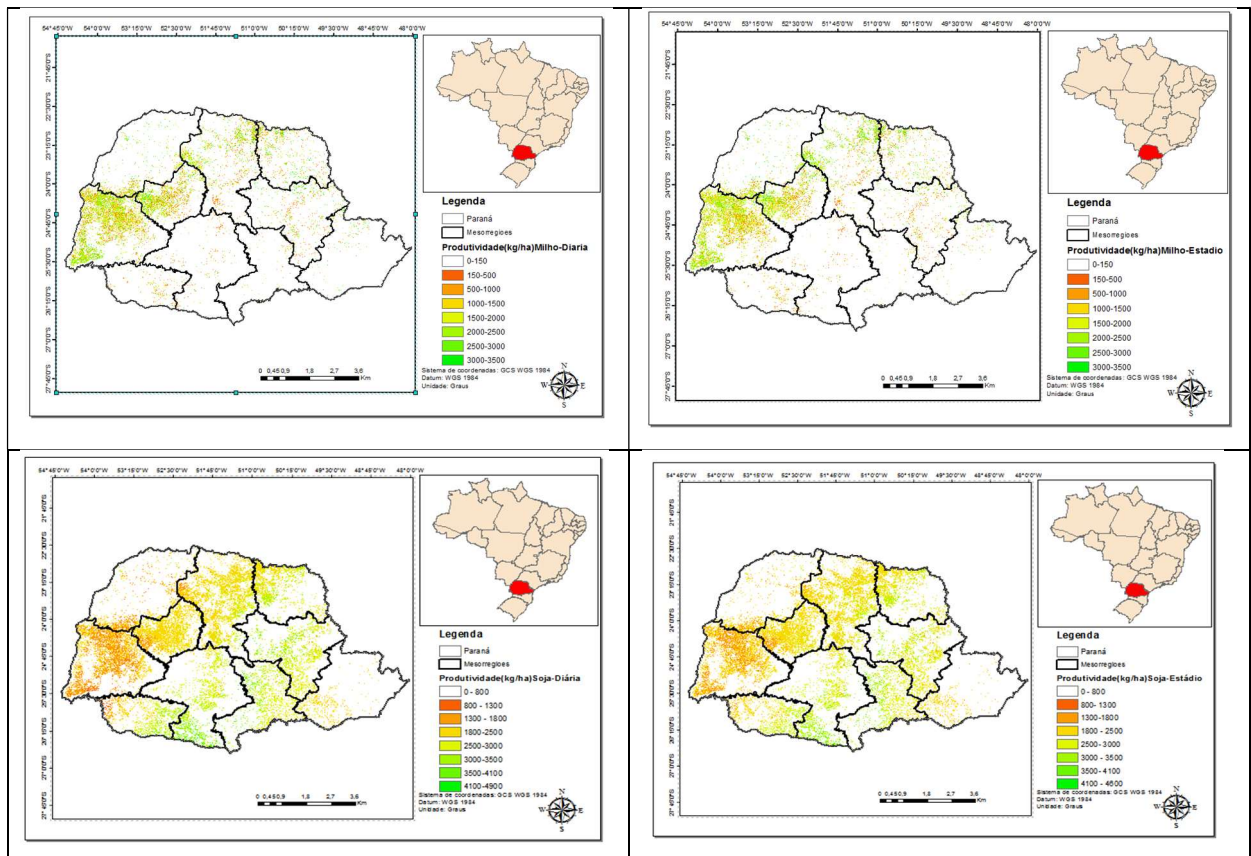
Na Figura 1 são apresentadas as curvas do Kc utilizado de forma simples obtidos através do boletim da FAO-56, por estádios fenológicos e os Kc simples diários calculados segundo o *paper* da FAO-56 elaborados no software *eclipse workspace*.

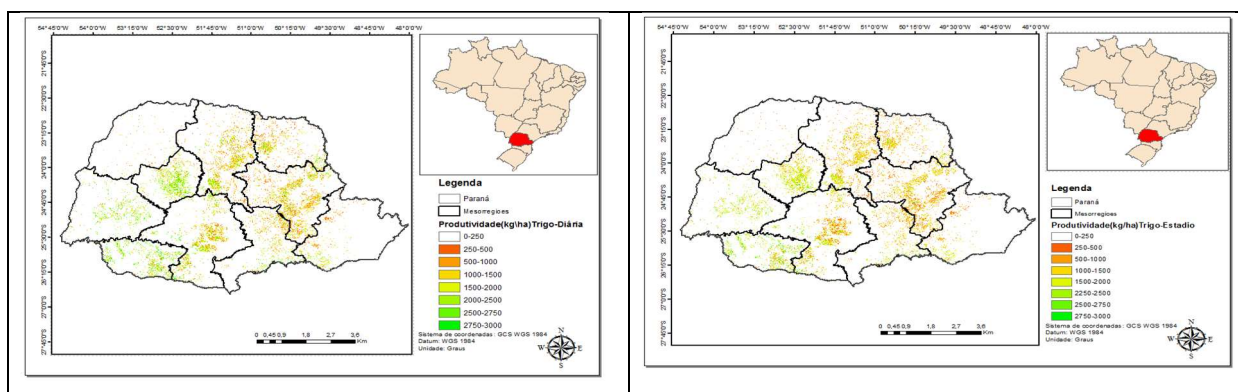
O Kc simples apresenta patamares (Figura 1) e em cada estágio fenológico esse se mantém constante. Já o Kc diário apresenta uma suavidade nos patamares diminuindo a probabilidade de erros na estimativa da produtividade por meio da evapotranspiração das culturas.



**Figura 1.** Coeficiente da cultura do trigo, milho 2º safra e soja diária e por estágio fenológico. Fonte: O autor.

Na Figura 2 são apresentados os mapas de produtividade, visualmente não apresentam muita diferença entre si, mas ao se analisar os talhões pode observar diferenças de valores entre as metodologias.





**Figura 2.** Mapa de produtividade do milho 2º safra, soja e trigo a partir do coeficiente de cultura diário e por estágio.

Fonte: O autor.

#### 4. CONCLUSÃO

A metodologia empregada no estudo desenvolvido demonstrou-se eficaz na estimativa da evapotranspiração das culturas ao longo do período estudado. Sendo possível observar que a sazonalidade dos coeficientes fica melhor capturada pelo índice diário, mesmo que de maneira elementar.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration** - Guidelines for computing crop water requirements - Irrigation and drainage paper FAO-56. Rome, 1998.
- BECKER, W. **Estimativa de datas do ciclo da cultura da soja, no estado do Paraná, por meio de imagens MODIS**. 95p. TCC (Graduação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel/PR, 2013
- JOHANN, J. A. et al. Uso de imagens do sensor orbital modis na estimação de datas do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja para o estado do Paraná - Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 1, p. 126-142, 2016.
- KASSAM, A. H. **Net biomass production and yield of crops. Present and potential land use by agro-ecological zones project**. Rome: FAO, 1977.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R., **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p, 1955.

## CARACTERIZAÇÃO DE MEDIDOR DE VAZÃO TIPO PLACA DE ORIFÍCIO

**Rafael Rech Bruscagin<sup>1</sup>; Giuliani do Prado<sup>2</sup>; Adriano Catossi Tinos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: rafaelrechbruscagin@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

### RESUMO

O medidor de vazão tipo placa de orifício apresenta baixo custo, é de fácil construção e operação e pode ser empregado na medição de líquidos em uma ampla faixa de pressão. Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha, PR e objetivou determinar as características hidráulicas de uma placa de orifício. Essa placa, construída em material metálico com diâmetro do orifício de 28,5 mm, foi instalada em uma tubulação com diâmetro interno (D) de 54,1 mm. Na condução do ensaio foram levantados 10 pares de valores de vazão em função do diferencial de pressão. A vazão foi mensurada pelo método volumétrico e o diferencial de pressão com auxílio de manômetro diferencial com tomadas de pressão alocadas a 1D e 0,5D, respectivamente, a montante e a jusante da placa de orifício. Os dados de vazão versus diferencial de pressão apresentaram bom ajuste ( $R^2 = 99,96\%$ ) ao modelo potencial com expoente da equação de 0,501. O coeficiente de descarga médio da placa de orifício foi de 0,648 e apresentou uma amplitude máxima de 0,024 com o incremento do número de Reynolds. A placa de orifício avaliada apresenta um coeficiente de descarga superior aos valores de 0,60 e 0,62 apresentados na literatura.

---

### 1. INTRODUÇÃO

A Hidrometria é uma das partes mais importantes da Hidráulica, justamente porque ela cuida de questões tais como medidas de profundidade, de variação do nível da água, das seções de escoamento, das pressões, das velocidades, das vazões ou descargas; e trata também, de ensaios de equipamentos hidráulicos (AZEVEDO NETTO et al., 1998).

Existem diversos métodos de medida da vazão em condutos forçados, a eleição do mais adequado depende de vários fatores: precisão requerida, permanência da estrutura de medida, economia, simplicidade de operação e perdas provocadas pela própria estrutura. Dentre esses métodos de medida da vazão, a placa de orifício é um medidor diferencial, que funciona restringindo a tubulação onde a medição é realizada (BAPTISTA e COELHO, 2003). Esta restrição é provocada pelo orifício que é feito em uma placa de pouca espessura que é inserida no tubo. Com a restrição da placa, o fluxo é obrigado a mudar de velocidade, e, em consequência, provocar um diferencial de pressão.

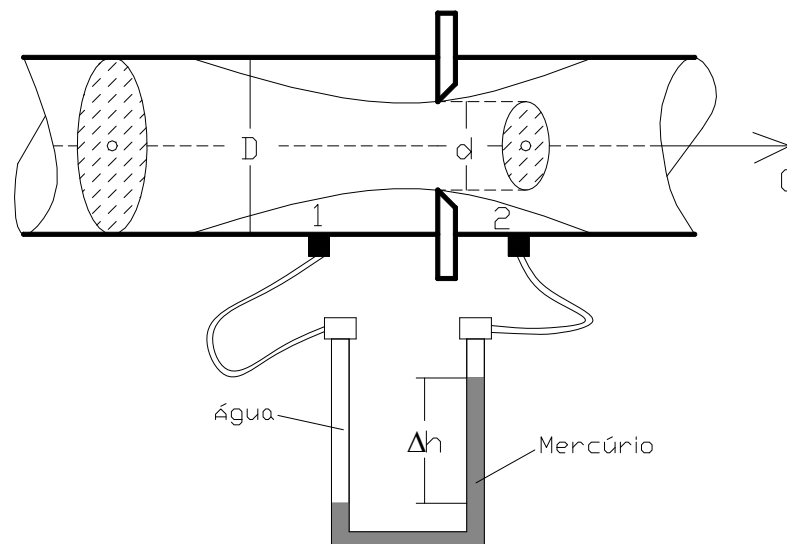
Conforme Carvalho e Oliveira (2008), a grande vantagem dos medidores de vazão diferenciais é sua aplicação na medição de gases e líquidos em uma faixa de temperatura e pressão bastante ampla. Entretanto, os mesmos apresentam elevada perda de carga e a placa de orifício, apesar do baixo custo é a que apresenta a maior perda de pressão.

A calibração é uma comparação entre os valores de um equipamento de medição e os estabelecidos por padrões sob condições específicas, sua importância é verificar se o equipamento possui algum impedimento para o funcionamento. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi a caracterização hidráulica de uma placa de orifício.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar as características hidráulicas de um medidor de vazão tipo placa de orifício, foram determinados 10 pares de valores de vazão versus diferencial de pressão no Laboratório de Hidráulica da Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha, PR.

A placa de orifício avaliada, que foi construída em material metálico e apresenta diâmetro ( $d$ ) igual a 28,5 mm foi instalada em uma tubulação de aço galvanizado de diâmetro interno ( $D$ ) de 54,1 mm (Figura 1). As tomadas de pressão, a montante e a jusante da placa de orifício foram instaladas, respectivamente, a uma distância de  $1D$  e  $0,5D$ .



**Figura 1.** Placa de orifício instalada em tubulação e manômetro diferencial.  
Fonte: Prado e Silva (2013).

A vazão de descarga da placa de orifício é calculada em função do coeficiente de descarga, dos diâmetros do tubo e da placa e do diferencial de pressão (Equação 1). Para uma placa de orifício instalada, o diferencial de pressão representa a única variável dependente, os demais termos da equação são constantes. Entretanto, para avaliar o aspecto construtivo e de instalação o coeficiente de descarga deve ser levantado (Equação 2).

$$Q = \frac{3,48 \cdot Cd \cdot D^2 \sqrt{h}}{\sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^4 - 1}} \quad \therefore \quad h = 12,6 \cdot \Delta h \quad (1)$$

$$C_d = \frac{Q \cdot \sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^4 - 1}}{3,48 \cdot D^2 \sqrt{h}} \quad (2)$$

em que, Q é a vazão de descarga ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ );  $C_d$  o coeficiente de descarga da placa de orifício (decimal); D o diâmetro interno da tubulação (m); d o diâmetro da placa de orifício (m); h diferencial de pressão (m.c.a.) e;  $\Delta h$  a deflexão manométrica (m.c.Hg)

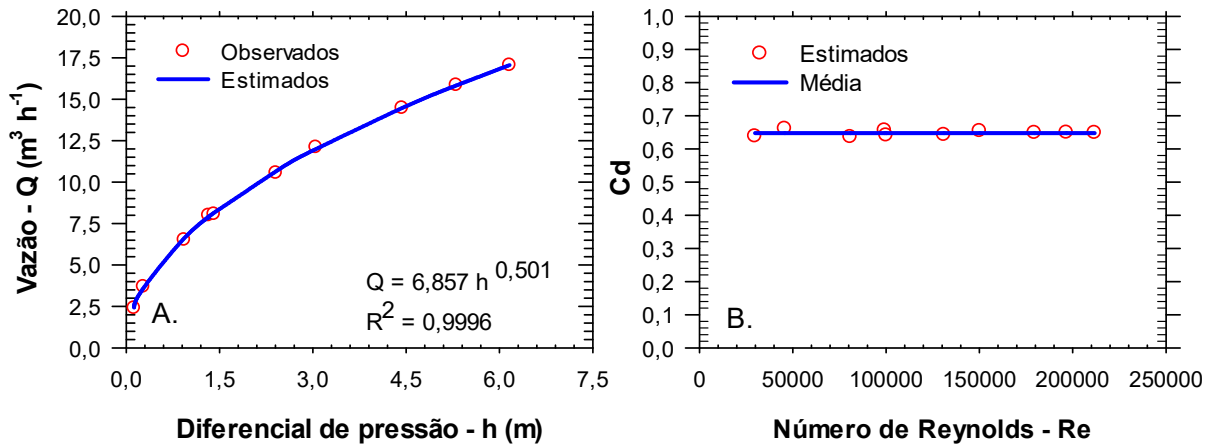
Na determinação do  $C_d$  (Equação 2) é preciso levantar os valores de vazão e o respectivo diferencial de pressão em ensaio. Na condução do ensaio, a vazão foi determinada pelo método volumétrico e o diferencial de pressão foi estabelecido a partir de um manômetro diferencial de mercúrio. Os coeficientes de descarga foram correlacionados ao número de Reynolds para uma viscosidade cinemática de  $10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2A. é apresentado o comportamento da vazão em função do diferencial de pressão. Nessa figura, observa-se que o comportamento da vazão da placa de orifício apresentou adequado ajuste ( $R^2 = 99,96\%$ ) ao modelo potencial com um expoente do diferencial de pressão igual a 0,501, característico de medidores diferenciais. Prado e Silva (2013), ao ensaiar uma placa de orifício construída em termoplástico (Technyl®), obtiveram um expoente da equação potencial igual a 0,5147.

O coeficiente de descarga da placa de orifício, em função do número de Reynolds, é apresentado na Figura 2B. Nessa figura, verifica-se que o  $C_d$  apresentou uma amplitude de variação máxima de 0,024 em torno da média de 0,648. Todavia, esse valor de  $C_d$  está um pouco acima dos valores entre 0,60 a 0,62 apresentados na literatura para placas de orifícios (CARVALHO e OLIVEIRA, 2008; AZEVEDO NETTO et al., 1998). Essa discrepância entre o valor de  $C_d$  encontrado e apresentado na literatura deve estar relacionada ao aspecto construtivo ou de instalação da placa de orifício.





**Figura 2.** Vazão em função do diferencial de pressão (A.) e coeficiente de descarga ( $C_d$ ) em função do número de Reynolds (B.).

Fonte: O autor.

#### 4. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos conclui-se que: i) a vazão em função do diferencial de pressão apresenta um comportamento potencial; ii) o coeficiente de descarga de placa de orifício apresenta um valor praticamente constante com o aumento do número de Reynolds e; iii) o coeficiente de descarga médio da placa de orifício apresentou valor superior ao apresentado na literatura.

#### 5. REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J. M. et al. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 670 p.

BAPTISTA, M. B.; COELHO, M. M. L. P. **Fundamentos de engenharia hidráulica**. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003. 440p.

CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, L.C. **Instalações de bombeamento para irrigação**. Lavras: Editora UFLA. 2008. 354 p.

PRADO, G.; SILVA, T. B. Avaliação de duas bombas centrífugas associadas em série e paralelo. *Irriga*, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 13-24, 2013.

## PERDA DE CARGA DEVIDO AO FECHAMENTO PARCIAL DE REGISTRO DE GAVETA

**Rafael Rech Bruscajin<sup>1</sup>; Giuliani do Prado<sup>2</sup>; Adriano Catossi Tinos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: rafaelrechbruscagin@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

### RESUMO

O trabalho desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha, PR, objetivou determinar a perda de carga localizada devido ao fechamento parcial de um registro de gaveta de 1¼” da marca Deca®. O registro foi instalado em um ponto intermediário de uma tubulação de 6 m de comprimento e diâmetro interno de 34,59 mm. Os ensaios de vazão versus perda de carga foram conduzidos para quatro condições de manobra do registro: totalmente aberto, 2, 4 e 6 voltas no volante. A vazão foi mesurada com medidor de vazão hidromagnético e a perda de carga com auxílio de manômetro diferencial de coluna de mercúrio. A perda de carga devido ao fechamento parcial do registro, em função da vazão, apresentou comportamento potencial com expoentes entre 1,75 a 2,00, característicos das equações de perda de carga. Os coeficientes de perda de carga localizada (K), comprimento equivalente (Leq) e número de diâmetro (Nd), para o registro totalmente aberto apresentou valores superiores aos informados na literatura. Para as demais condições de manobra do registro, os valores de K, Leq e Nd aumentaram, porém permaneceram constantes com o incremento no número de Reynolds.

### 1. INTRODUÇÃO

O estudo da perda de carga em condutos forçados é de suma importância para o correto dimensionamento de sistemas de abastecimento de água e irrigação. O fluido ao escoar em um conduto é submetido a forças resistentes exercidas pelas paredes da tubulação e do próprio líquido (CARVALHO e OLIVEIRA, 2008). Assim, há o surgimento de forças cisalhantes (atritos) que dissipam energia principalmente em forma de calor.

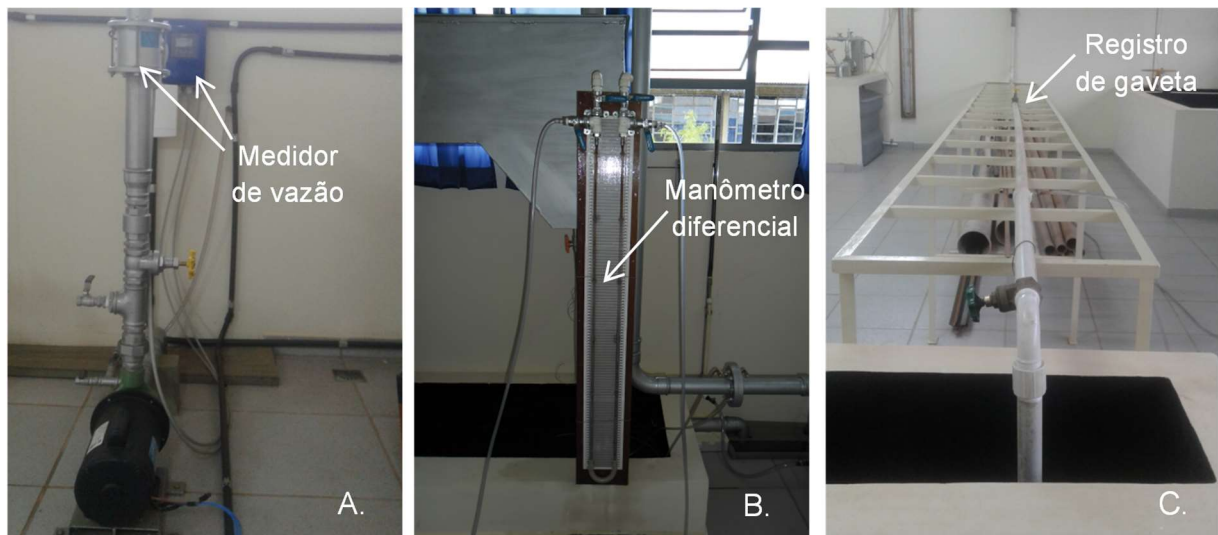
A perda de carga em condutos pode ser linear, que ocorre ao longo das tubulações, ou localizada, que é ocasionada pela presença de conexões ou peças especiais instaladas nas tubulações (PRADO, 2015). Na literatura (AZEVEDO NETTO et al., 1998; CARVALHO e OLIVEIRA, 2008) existem dados de perda de carga localizada para peças especiais de forma generalizada. Entretanto, não há informações de perda de carga para condições operacionais de peças especiais instaladas nas tubulações.

Registros de gaveta são muito empregados na irrigação para o controle de vazão e pressão e para a derivação de fluxo de água. Na derivação de fluxo, a exemplo de injeção de fertilizantes com tubo Venturi em paralelo (FRIZZONE et al., 2012), o fechamento parcial do registro de gaveta provoca uma perda de carga que acarreta em redução de pressão dos emissores no sistema de irrigação.

Para a correta operação de sistemas irrigados, a perda de carga devido ao fechamento parcial de registros de gaveta deve ser mensurada. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a perda de carga devido ao fechamento parcial de um registro de gaveta.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para determinar a perda de carga, devido ao fechamento parcial de um registro de gaveta de 1¼" da marca Deca®, foram conduzidos quatro ensaios no Laboratório de Hidráulica da Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha, PR. Os ensaios de perda de carga, em função da vazão, foram realizados para quatro manobras no volante do registro de gaveta: inteiramente aberto, 2, 4 e 6 voltas. A vazão foi mensurada com medidor de vazão hidromagnético e a perda de carga com manômetro diferencial de coluna de mercúrio (Figura 1).



**Figura 1.** Componentes da bancada empregada para ensaio do registro de gaveta.  
Fonte: O autor.

O registro de gaveta foi inserido em um ponto intermediário de uma tubulação que apresentava 6 m de comprimento entre as tomadas de pressão e diâmetro interno de 34,59 mm. Para cada condição de vazão, a perda de carga determinada com auxílio do manômetro diferencial é constituída por perda de carga linear do tubo e perda de carga localizada do registro de gaveta (Figura 1). Dessa forma, a perda de carga provocada pelo registro de gaveta é dada por:

$$hf_{loc} = hf_{total} - 0,0258 \cdot Q^{1,7071}$$

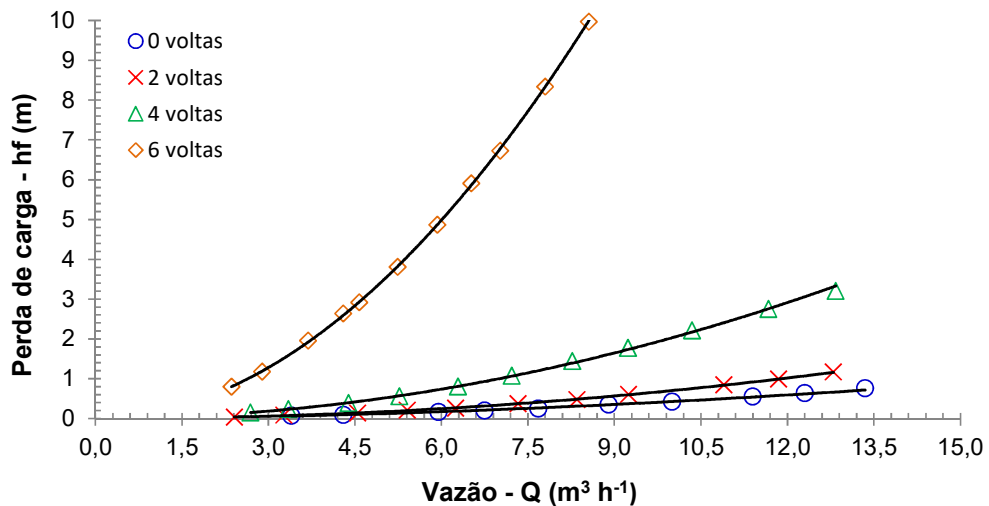
$$hf_{total} = 0,0126 \cdot \Delta h \quad (1)$$

em que,  $hf_{loc}$  é a perda de carga localizada do registro de gaveta (m);  $hf_{total}$  a perda de carga total (m);  $Q$  a vazão ( $m^3 h^{-1}$ ) e;  $\Delta h$  deflexão manométrica (mmHg).

Os valores de perda de carga localizada obtidos nos ensaios do registro de gaveta, conforme apresentado por Prado (2015), foram empregados para calcular: i) o coeficiente de perda de carga (K); ii) o comprimento equivalente (Leq) e; iii) número de diâmetro de tubulação (Nd). Os dados de K, Leq e Nd médio foram determinados para número de Reynolds superiores a 50.000 (AZEVEDO NETTO et al., 1998).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é apresentado o comportamento da perda de carga localizada do registro, em função do fechamento parcial e da vazão de descarga. Com o incremento da vazão e a redução da seção, a perda de carga aumenta e obedece a uma equação do tipo potencial ( $R^2 > 99\%$ ), apresentadas na Tabela 1, para o número de voltas no registro de gaveta. Os expoentes das equações variaram entre 1,75 a 2,00, valores característicos de equações de perda de carga (CARVALHO e OLIVEIRA, 2008).



**Figura 2.** Perda de carga localizada do registro de gaveta em função da vazão e do fechamento parcial.

Fonte: O autor.

Os valores médios de coeficientes de perda de carga localizada (K), comprimento equivalente (Leq) e número de diâmetros (Nd), para o número de voltas no registro de gaveta, são apresentados na Tabela 1. Para o registro completamente aberto, os valores de K, Leq e Nd que são disponíveis na literatura (AZEVEDO NETTO et al., 1998) estão aquém aos valores determinados nesse trabalho. Para o fechamento parcial do registro de gaveta há um aumento nos valores de K, Leq e Nd devido à redução da área disponível, entretanto, para a mesma condição de manobra no registro, esses valores permanecem praticamente constantes a partir de números de Reynolds superior a 50.000.

**Tabela 1.** Coeficiente de perda de carga (K), comprimento equivalente (Leq), número de diâmetros, equações de perda de carga localizada (hf em m.c.a), em função da vazão (Q em m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>), e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) das equações.

<b>Voltas</b>	<b>K</b>	<b>Leq</b>	<b>Nd</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>0</b>	0,967	1,92	55,5	hf = 0,0070 Q <sup>1,7864</sup>	0,9954
<b>2</b>	1,563	3,06	88,4	hf = 0,0064 Q <sup>2,0411</sup>	0,9974
<b>4</b>	4,577	8,91	257,5	hf = 0,0211 Q <sup>1,9832</sup>	0,9994
<b>6</b>	31,094	54,70	1581,3	hf = 0,1486 Q <sup>1,9607</sup>	0,9999

Fonte: O autor.

#### 4. CONCLUSÃO

Com os resultados conclui-se que: i) a perda de carga localizada devido ao fechamento parcial do registro apresenta comportamento potencial; ii) os valores de coeficientes de perda de carga localizada para o registro totalmente aberto apresentam valores superiores aos informados na literatura; iii) os coeficientes de perda de carga localizada permanecem constantes com o incremento do número de Reynolds.

#### 5. REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J. M. et al. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 670 p.

CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, L.C. **Instalações de bombeamento para irrigação**. Lavras: Editora UFLA. 2008. 354 p.

FRIZZONE, J. A. et al. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012. 356p.

PRADO, G. Decréscimo da energia de pressão devido a instalação de conexões e peças especiais nas tubulações. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 2542-2554, 2015.

# SENSOR DE UMIDADE DO SOLO RESISTIVO DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO ARDUINO® COMPARADO COM TDR NO MANEJO DA IRRIGAÇÃO

**Jeison Junior Pinto<sup>1</sup>; Marcio Antonio Vilas Boas<sup>2</sup>; Vander Fabio Siqueira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Agrícola e Bolsista CNPq – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel – PR. E-mail: jeison.junior@gmail.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel – PR. E-mail: marcio.vilasboas@unioeste.br.

<sup>3</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel – PR. E-mail: vfabios@hotmail.com.

## RESUMO

Monitorar a quantidade de água no solo é uma forma de saber o momento que a cultura necessita de água de forma a evitar estresse hídrico, o que reflete na produtividade. Este trabalho, desenvolvido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Cascavel, PR, buscou correlacionar as leituras analógicas, feitas pelo sensor de baixo custo, com o método da TDR (Time Domain Reflectometry). A umidade do solo foi obtida utilizando sensor de umidade do solo resistivo e um Arduino® modelo UNO R3, comparado com a TDR, de forma que as sondas de ambos equipamentos foram colocadas em colunas de terra fina seca ao ar utilizando Latossolo Vermelho Distroférrico Típico. As leituras feitas para cada equipamento foram empregadas para obtenção de um modelo matemático que explicasse a correlação entre os equipamentos. O sensor alternativo apresentou correlação satisfatória evidenciando a importância do seu uso no manejo da irrigação.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo da água no solo é de grande interesse para a agricultura devido a influência no desenvolvimento e produção das culturas. O armazenamento de água no solo é deplecionado pela evapotranspiração e recomposto pela precipitação ou irrigação. A importância do armazenamento e da disponibilidade de água do solo na produção das culturas é reconhecida e muitas pesquisas são realizadas para caracterizar as propriedades do solo responsáveis pela absorção e retenção de água (FRIZZONE, 2017).

A agricultura irrigada apresenta reflexos expressivos na produtividade (MANTOVANI et al., 2007); e como a irrigação é responsável por utilizar 70% da água doce do planeta, cada vez mais torna-se necessário buscar métodos que visam determinar quando e quanto irrigar (GERVÁSIO e MELO JÚNIOR, 2014).

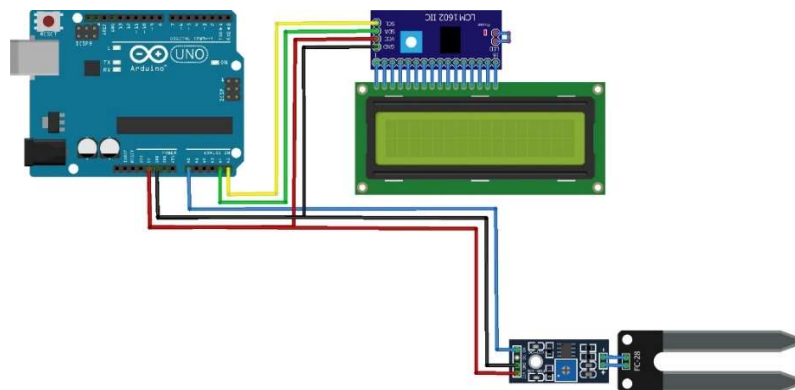
Com o intuito da inserção de tecnologia acessível à agricultura familiar, o objetivo deste trabalho foi correlacionar a variável de leitura de umidade do solo de dois equipamentos distintos: o sensor de umidade do solo resistivo de baixo custo e a constante dielétrica ( $K_a$ ) do *Time Domain Reflectometer* (TDR), equipamento já consolidado no mercado pela metodologia e confiabilidade de seus resultados (SOUZA, 2013).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A determinação da relação entre a leitura do sensor de baixo custo e a constante dielétrica ( $K_a$ ) do TDR foi realizada em um Latossolo Vermelho Distroférico Típico (EMBRAPA, 2006), no Laboratório de Irrigação e Fertirrigação no Núcleo Experimental em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Na avaliação dos dois procedimentos foi empregada a metodologia proposta por Villwock (2003) e Soncela (2009) adaptada, consistindo de um segmento de tubo de PVC com diâmetro de 15 cm e altura de 30 cm com terra fina seca ao ar (TFSA). Nesse recipiente foram inseridos o sensor alternativo e a sonda do TDR da marca Trase® modelo 6050X1, em profundidades de 5 e 20 cm, respectivamente. As leituras iniciaram logo após a saturação da coluna de solo, posteriormente foram realizadas leituras diariamente durante 27 dias.

O protótipo foi elaborado sobre a plataforma Arduino® modelo UNO R3 juntamente com sensor de umidade de solo resistivo e um display de cristal líquido (12 x 2 cm) com um módulo I2C para facilitar a conexão com a plataforma (Figura 1).

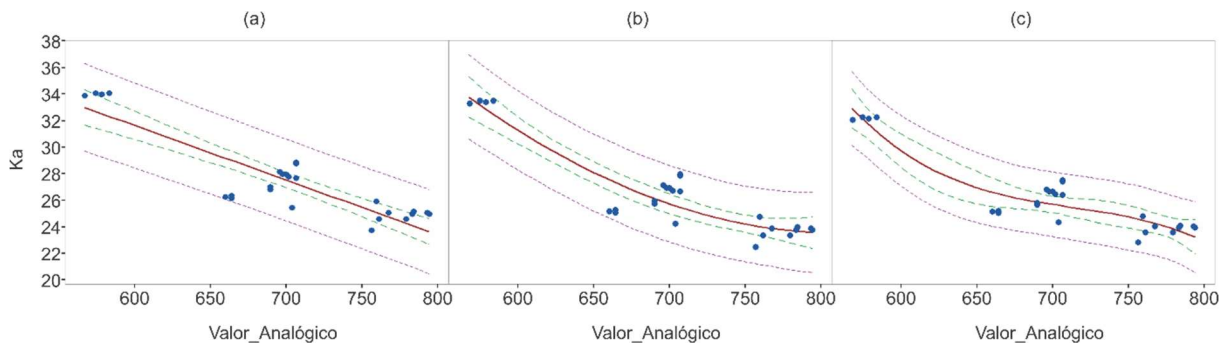


**Figura 1.** Esquema detalhado da ligação do protótipo.  
Fonte: O autor.

Para analisar a correlação das leituras de resistência do sensor em estudo com a  $K_a$  do TDR fez-se uso de ferramentas estatísticas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o comportamento dos dados do valor analógico do sensor e a  $K_a$  do TDR. A linha pontilhada verde correspondente ao intervalo de confiança e a linha pontilhada roxa ao intervalo de predição.



**Figura 2.** Modelos de regressão linear (a), quadrático (b) e cúbico (c) entre as leituras de valor analógico do sensor e o Ka do TDR.

Fonte: O autor.

Na Tabela 1 são apresentadas as equações dos modelos ajustados, onde VA é o valor analógico do sensor. A proximidade do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) a 100% demonstra a alta correlação entre os dados. Portanto é possível afirmar que o modelo que melhor se ajustou à relação, foi o polinomial quadrático, conforme a calibração feita por Diniz (2017). O modelo cúbico apresentou menor erro padrão (S) seguido do quadrático e linear, porém apresentou P-valor de 0,905, não se rejeitando a hipótese nula.

**Tabela 1.** Equações dos modelos ajustados aos dados obtidos em condições de laboratório.

Modelo	S	P-Valor	$R^2$	$R^2$ aj
			%	
$Ka=57,36-0,04408*VA$	1,577	0,000	79,4	78,6
$Ka=134,0-0,2707*VA+0,000166*VA^2$	1,357	0,008	84,5	83,2
$Ka=710,6-2,838*VA+0,003947*VA^2-0,000002*VA^3$	1,334	0,905	84,5	82,5

Fonte: O autor.

#### 4. CONCLUSÃO

Existe correlação entre o sensor alternativo e a Ka do TDR.

Os resultados deste estudo são auspiciosos, pois levando em consideração o erro gerado, o sensor alternativo apresentado pode substituir o TDR, já consolidado no mercado, desta forma gastando-se menos com equipamentos no manejo da irrigação.

#### 5. REFERÊNCIAS

DINIZ, A, M. **Sistema Automatizado de aquisição, em tempo real, de umidade e temperatura do solo na irrigação**. 2017. 60 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UNIOESTE, Cascavel, PR.

EMPRESA BRASILEIRA DE PERQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA): **Sistema de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2006. 2 Ed. P. 306.



FRIZZONE, J. A. **Métodos de Irrigação**, 2017. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LEB\\_1571/TEXTO\\_COMPLEMENTAR\\_1\\_-\\_METODOS\\_DE\\_IRRIGACAO.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_1_-_METODOS_DE_IRRIGACAO.pdf)>. Acesso em: 23 out 2017, 11:23.

GERVÁSIO, E; MELO JÚNIOR, J. Utilização de técnica de lisimetria de pesagem na automação de um sistema de irrigação localizada para uso no manejo da irrigação de cultivos em recipientes. **Irriga**, Botucatu - SP, v.19, n. 4, p. 626-640, outubro-dezembro, 2014.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação**: princípios e métodos. Viçosa: Editora UFV, 2007. P. 319-322.

MILANI, D. I. C.; TAVARES, M. H. F.; SCHERPINSKI, C. Calibração de sondas TDR em condições de laboratório. **Ambi-Agua**. Taubaté – SP, v. 3, n. 1, p. 68-75, 2008.

SMANHOTTO, A. **Aplicação de água residuária tratada de suinocultura em solo cultivado com soja**. 2008. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP, Botucatu, SP.

SONCELA, R. **Técnica da TDR na estimativa da umidade e condutividade elétrica de solo irrigado com água residuária da suinocultura**. 2009. 49 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – UNIOESTE, Cascavel, PR.

SOUZA, C. F.; PIRES, R. C. M.; MIRANDA, D. B.; VARALLO, A. C. T. Calibração de sonda FDR e TDR para a estimativa da umidade em dois tipos de solo. **Irriga**. Botucatu – SP, v. 18, n. 4, p. 597-606, 2013.

VILLWOCK, R. **Construção, calibração e avaliação de sondas de TDR em condições de laboratório e de campo**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – UNIOESTE, Cascavel, PR.

# AVALIAÇÃO DE *WETLAND* EM ESCALA DE BANCADA PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

**João Vitor Costa de Almeida<sup>1</sup>; Edmilson Cesar Bortoletto<sup>2</sup>, Gustavo Pazinato Cuco<sup>3</sup>;  
João Paulo Sierakowski<sup>3</sup> e Vitor Prampero<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: juaovitor1996@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

<sup>3</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o uso de *wetland* para tratamento de águas cinzas oriundas de máquinas de lavar roupas, como alternativa para tratamento de esgotos em comunidades rurais. O experimento foi conduzido no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola (UEM/Campus do Arenito). Primeiramente foi montado o sistema com pedra brita, areia, solo e plantas em um recipiente de 14 litros. O período do experimento foi 21 dias, utilizado tempo de detenção hidráulica de 3 dias, totalizando 6 coletas. Utilizou-se uma vazão constante durante o experimento, controlada por uma bomba peristáltica. As amostras foram retiradas em intervalos de 3 dias, e armazenadas sob refrigeração. Foram analisados os parâmetros NTK, Sólidos totais e pH. O processo de *wetland* de fluxo subsuperficial utilizando a planta *Begonia cucullata* apresentou elevada remoção de nitrogênio, atingindo 66,7%. O sistema foi eficiente na remoção de sólidos totais, promovendo até 63,9 % de remoção. Em relação ao pH, o tratamento não provocou grandes variações ao longo do experimento. Dessa forma, o tratamento de águas cinzas oriundas de máquinas de lavar roupas, por *wetland* em escala de bancada, pode ser uma alternativa para tratamento de esgotos em comunidades rurais.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Os dejetos de esgoto doméstico representam grande parte da poluição que contamina os lenções freáticos locais e grande parte da contaminação das reservas hídricas do país causando danos à biota local. Águas cinzas referem-se a águas residuárias oriundas de chuveiro e lavagem de roupa, e estão inseridas no esgoto doméstico, juntamente com o esgoto proveniente de pias e privadas (TIM et al.2013).

Tratamento de esgoto utilizando plantas é uma tecnologia emergente, que vem sendo revelada como uma alternativa eficiente e de baixo custo, tais sistemas podem se implantados no mesmo local onde a água residuária é produzida. Segundo Presznuk et al., 2003, citado por Almeida (et al., 2013), estes sistemas integram-se ao meio ambiente e são caracterizados como uma tecnologia sustentável.

Aliar o sistema de tratamento de efluente, ao uso de plantas ornamentais é uma forma de agregar um valor paisagístico com uma forma de tratamento de água residuária (ZANELA, 2008).

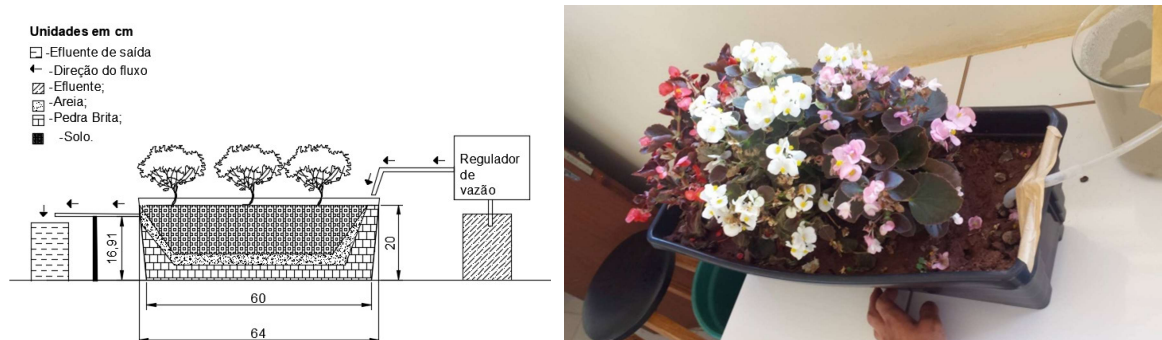
Segundo Veloso et al. (2013), os *wetlands* podem ser destacados como sistemas com grande potencial de aplicação em escala descentralizada, tanto para o tratamento de esgotos domésticos convencionais quanto para o tratamento de águas cinzas. Em comunidades rurais pode ser uma alternativa promissora para o tratamento do esgoto.

Conforme Zanela (2008), a planta ornamental Begônia (*Begonia cucullata*) é uma planta que pode ser usada em sistemas *wetlands* construídos, pela sua ótima adaptação ao sistema: condições de saturação do substrato e resistência ao clima local.

Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar o tratamento de águas cinzas oriundas de máquinas de lavar roupas por *wetlands* em escala de bancada, utilizando a planta Begônia (*Begonia cucullata*).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para tratamento de águas cinzas oriundas de máquinas de lavar roupas foi montado um *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal com a planta *Begonia cucullata* (Figura 1) em leito composto por pedra brita, areia e solo, utilizando uma tela (1mm) para separar a areia e as pedras (Figura 1A), com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 3 dias. O sistema foi instalado no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola-Campus do Arenito utilizando um recipiente de 14 litros (Figura 1B).



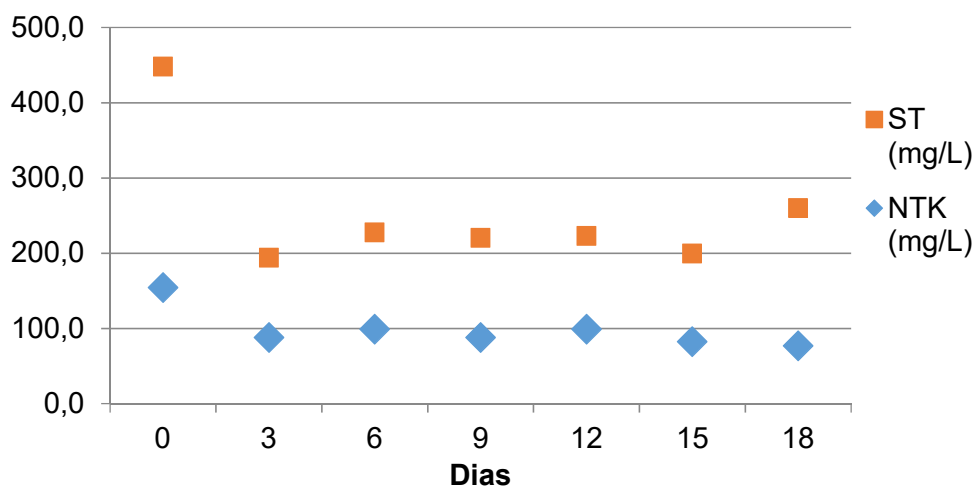
**Figura 3.** [A] Esboço do *wetland* montado; [B] *Wetland* em escala de bancada montado. Fonte: O autor.

O reator apresentava entrada e saída contínua, mantendo-se nível constante de efluente no *wetland* de bancada. Uma amostra inicial foi coletada para a comparação com as amostras retiradas posteriormente. As coletas foram realizadas em intervalos de 3 dias e armazenadas sob refrigeração.

Nas análises de ST efetuadas nas amostras foi utilizado o método gravimétrico e o teor de NTK foi obtido pela metodologia de Kjeldahl (APHA, 2005). Para análise de pH foi utilizado o equipamento pHmetro Tec-3MP.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em relação ao parâmetro Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Sólidos totais (ST) no ensaio de tratamento de águas cinzas provenientes de máquinas de lavar roupas, em *wetland* de bancada, estão apresentados na Figura 2.



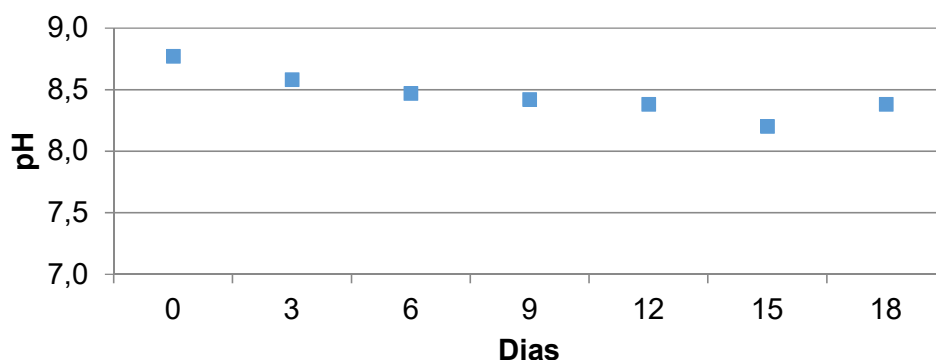
**Figura 4.** NTK e ST observados ao longo do experimento.

Fonte: O autor.

Verifica-se na Figura 2 uma tendência de redução da concentração de NTK do efluente após passar pelo sistema *wetland*, atingindo valores em torno de 100,0 mg/L.

Em relação à concentração de sólidos totais pode-se perceber tendência de redução até o 15º dia, com leve aumento após esse período. O que pode ter contribuído para uma boa remoção de ST, é o fato do orifício de saída estar localizado na parte superior do reator, o que faz com os sólidos não sejam carregados junto com o efluente, vistos que os mesmos tendem a sedimentar no leito.

Os valores obtidos durante o experimento quanto ao pH estão apresentados na Figura 3.



**Figura 5.** Variações de pH ao longo do experimento.

Fonte: O autor.

Nota-se a partir da Figura 3 que, o pH não apresentou grandes variações ao longo do experimento, permanecendo com valores em torno de 8,5.

#### 4. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos conclui-se que: O processo de *wetland* de fluxo subsuperficial utilizando a planta *Begonia cucullata* apresentou elevada remoção de nitrogênio, atingindo 66,7%; O sistema foi eficiente na remoção de sólidos totais, promovendo até 63,9 % de remoção. Em relação ao pH, o tratamento não provocou grandes variações ao longo do experimento. Dessa forma, o tratamento de águas cinzas oriundas de máquinas de lavar roupas, por *wetland* em escala de bancada, pode ser uma alternativa para tratamento de esgotos em comunidades rurais.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rogério de Araújo; Felipe João Carvalho. Flutuador para pesquisas com capim vetiver (*Vetiveria zizanioides*) em lagoas de tratamento de esgoto de esgotos domésticos no sul do Brasil. In Simpósio Brasileira sobre aplicação de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias, 1º,2013. **Anais...** Florianópolis-SC.pg 12-16.

APHA. **Standard methods for examination of water and waste-water**. 21 th ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1.368 p.

TIMM, Jeferson Muller; GOMES, Luciana Paulo; MALUF, Rage Weidner; Desempenho de jardins filtradores (*wetlands*) no tratamento descentralizado de esgotos domésticos no sul do Brasil. In Simpósio Brasileira sobre aplicação de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias, 1º,2013. **Anais...** Florianópolis-SC.pg 246-256.

VELOSO, T. M.; MAGRI, M. E.; SILVA, G.; FRANCISCO, J. G. Z.; PHILIPPI, L. S. Caracterização microbiológica de filtros plantados com macrófitas utilizados no tratamento de esgotos domésticos e águas cinzas. In: Simpósio Brasileiro sobre aplicação de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias, 1º, 2013. **Anais...** Florianópolis, p. 272-300, 2013.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós tratamento de efluentes sanitários: Wetlands Construídos utilizando brita e bambu como suporte**. 2008. 189 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

# TRATAMENTO DO EFLUENTE GERADO NA PARBOILIZAÇÃO DO ARROZ POR *WETLAND* CONSTRUÍDO UTILIZANDO *Canna indica*

**João Vitor Costa de Almeida<sup>1</sup>; Edmilson Cesar Bortoletto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: juaovitor1996@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do tratamento do efluente gerado na parboilização do arroz por *wetland* de fluxo subsuperficial em escala de bancada utilizando *Canna indica*, por meio da avaliação dos parâmetros Nitrogênio total Kjeldahl (NTK), Sólidos totais (ST) e pH. O experimento foi realizado no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola (UEM/Campus do Arenito). O sistema foi montado em um recipiente de 20 L utilizando pedra brita, areia e plantas. Na execução dos ensaios foi adotado o tempo de detenção hidráulica (TDH) de 3 dias, sendo a vazão de efluente constante e controlada por uma bomba peristáltica. As amostras foram coletadas em intervalos de 3 dias e armazenadas sob refrigeração. Os resultados obtidos demonstram que este sistema é eficiente no tratamento do efluente gerado na parboilização do arroz. O sistema apresentou elevada eficiência na remoção de NTK, atingindo 79,4% aos 33 dias do início do processo. Em relação ao ST a remoção foi baixa, apresentando uma média de 41,1% de eficiência. Pode-se concluir que o tratamento do efluente gerado na parboilização do arroz por *wetland* em escala de bancada utilizando *Canna indica* foi eficiente.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A parboilização consome muita água em seu processo, cerca de 4 litros por quilograma de arroz, gerando assim grande quantidade de efluente, o qual provém da retirada da cinza da casca do arroz (SOUZA, 2007).

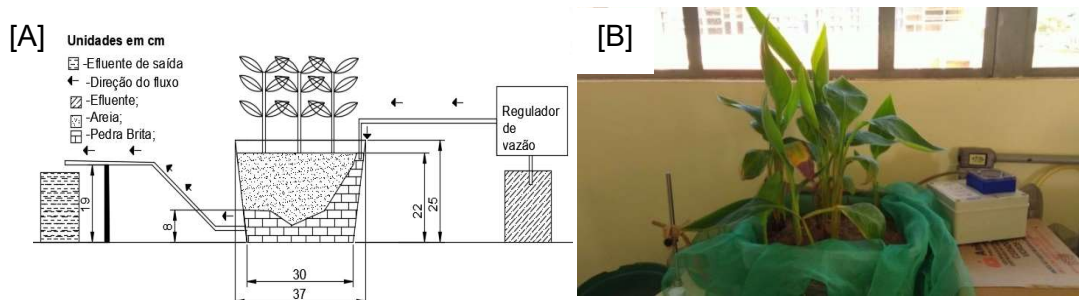
O sistema de *wetlands* construídos tem sido muito usado por ser um método de tratamento de tecnologia simples, de fácil operação e de baixo custo, que minimiza os riscos das águas residuárias e, também, reduz a contaminação microbiana (AMELIA, citado por ARAÚJO et al., 2013). Outra vantagem dos *wetlands* é a incorporação da estação de tratamento à paisagem local, quando são utilizadas plantas ornamentais (KONNERUP, citado por WEBER et al., 2015).

A macrófita *Canna indica* (Berí), tem sido amplamente utilizada nestes sistemas, a qual possui floração bastante vistosa e deve ser cultivada em pleno sol e solo úmido rico em matéria orgânica (ZANELLA, 2008).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do tratamento do efluente de parboilização de arroz por *wetland* em escala de bancada utilizando *Canna indica*, a partir da análise da remoção de sólidos totais, nitrogênio total Kjeldhal e do efeito do sistema *wetland* nas mudanças de pH do efluente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para tratamento do efluente gerado no processo de parboilização do arroz foi montado um *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal com a planta *Canna indica* (Figura 1) em leito composto por pedra brita (40%) e areia (60%), conforme demonstra a Figura 1A. utilizando uma tela (1mm) para separá-los. O sistema foi instalado no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola-Campus do Arenito utilizando um recipiente de 20 litros, conforme demonstra a Figura 1B.



**Figura 6.** [A] Esboço do sistema *wetland* montado; [B] Sistema *wetland* em escala de bancada.

Fonte: O autor.

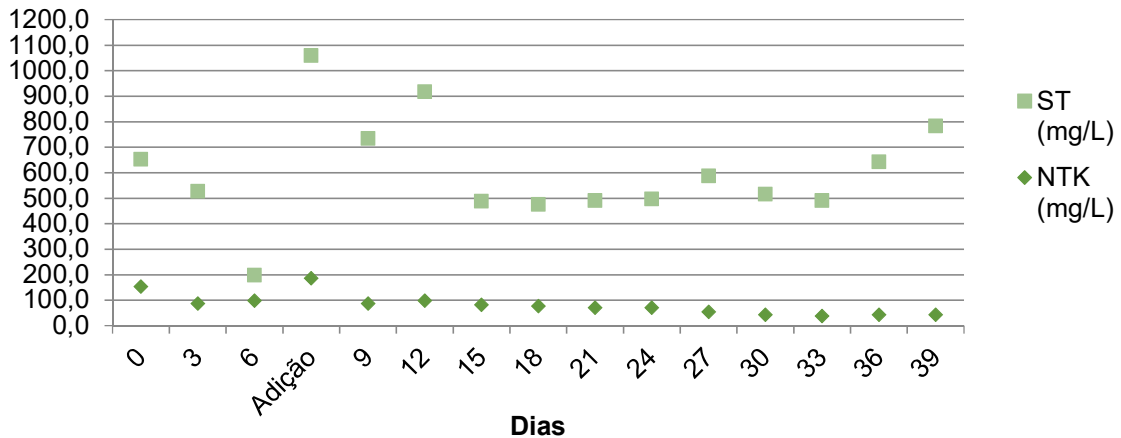
Após o sistema montado, foi realizado o teste do volume de água necessário para atingir o nível das raízes da planta, momento em que a água começa a sair pelo orifício do sistema, com isto a vazão foi calculada para o TDH estabelecido e regulada em uma bomba peristáltica.

Assim, o reator apresenta entrada e saída contínua, mantendo-se sempre o nível constante de efluente no *wetland* de bancada. Uma amostra inicial foi coletada para a comparação com as amostras retiradas posteriormente. As coletas foram realizadas em intervalos de 3 dias e armazenadas sob refrigeração.

As análises de pH e ST foram feitas no Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola-DEA. Para a análise de ST foi utilizado o método gravimétrico (APHA, 2005) e para análise de pH foi utilizado o equipamento pHmetro Tec-3MP. As análises de NTK foram realizadas no Laboratório de Química do DEA, utilizando a metodologia de Kjeldahl (APHA, 2005).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 estão apresentados os resultados obtidos em relação ao parâmetro Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Sólidos totais (ST) no ensaio de tratamento do efluente de parboilização do arroz em *wetland* de bancada.



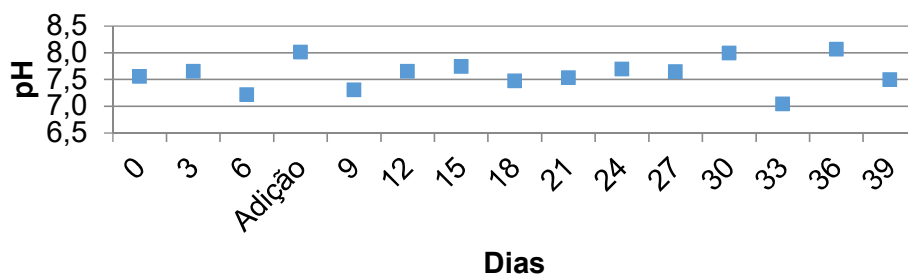
**Figura 7.** Concentração de NTK e ST ao longo tempo no efluente tratado em wetland de bancada.

Fonte: O autor.

Por meio da Figura 2 verifica-se uma tendência de redução da concentração de NTK do efluente após passar pelo sistema *wetland*, atingindo valores em torno de  $40,0\text{mg.L}^{-1}$  a partir do 30º dia de ensaio.

A partir da Figura 2 pode-se perceber que houve uma grande variação ao longo do experimento, não havendo uma tendência de redução da taxa de sólidos totais. Esta variação pode ocorrer pelo fato de que o efluente pode carregar os sólidos presentes no meio filtrante, reduzindo assim a remoção de sólidos na saída. Outro fator que pode contribuir para o aumento de sólidos na saída do reator é a localização do orifício de saída no fundo do *wetland*, o que promove maior transporte de partículas junto com o efluente.

Os valores obtidos durante o experimento quanto ao pH estão apresentados na Figura 3.



**Figura 8.** Variações de pH ao longo do experimento.

Fonte: O autor.

A partir da Figura 3 pode-se perceber que o pH ficou em torno do pH neutro tendendo ao pH básico, não apresentando grandes variações ao longo do experimento.



#### 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos conclui-se que: O uso de *wetland* subsuperficial horizontal com a macrófita *Canna indica* foi eficiente na remoção de NTK, apresentando 79,4% de eficiência máxima e média de 63,5%, entretanto para ST a eficiência média de remoção foi 41,1%, não demonstrando uma tendência de aumento da eficiência ao longo do experimento; O sistema *wetland* não causou grandes variações de pH no efluente tratado ao longo do experimento. Dessa forma, o tratamento do efluente gerado na parboilização do arroz por *wetland* em escala de bancada utilizando *Canna indica* foi eficiente.

#### 5. REFERÊNCIAS

- APHA. **Standard methods for examination of water and waste-water**. 21 th ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1.368 p.
- ARAÚJO, R. B.; NETO, J. W. S.; CATTONY, E. B. M. Avaliação de leitos cultivados com macrófitas no pós tratamento de vinhaça oriunda de reator anaeróbico. In: Simpósio brasileiro sobre aplicação de wetlands construídos de águas residuárias, 1º, 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Auditório da Reitoria-UFSC, 2013. 300 pg.
- SOUZA, Q. **Avaliação da utilização do efluente tratado no processo produtivo de parboilização do arroz**. 2007. 67 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental). Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Criciúma.
- WEBER, C. F.; PRADO, M. R.; KAICK, T. S. V. Dimensionamento de *wetlands* construídos em sistemas individuais de tratamento de esgoto sanitário. In: Simpósio brasileiro sobre wetlands construídos, 2º, 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba.
- ZANELLA, L. Plantas ornamentais no pós tratamento de efluentes sanitários: *wetland* construídos utilizando brita e bambu como meio suporte. 2008. 219 f. Tese de doutorado (Engenharia Civil- Saneamento Ambiental). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

# **AValiação DO USO DE EQUIPAMENTO DE PREPARO PROFUNDO E CANTEIRIZADO SOBRE PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO, EM UM CANAVIAL DE TERCEIRO CICLO, NO NOROESTE DO PARANÁ**

**Gislaine Silva Pereira<sup>1</sup>; Vitor Prampero<sup>2</sup>; Denise Mahl<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mestranda do curso de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina. Londrina – PR. E-mail: gislainepereira-@hotmail.com

<sup>2</sup>Aluno do curso de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: prampero\_18@hotmail.com

<sup>3</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: demahl@gmail.com.

## **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação de parâmetros físicos em função do tempo (25, 100 e 175 DAC - dias após a colheita da cana-de-açúcar) para a obtenção de respostas do manejo do solo em lavoura de exploração canavieira, em terceiro ciclo de desenvolvimento. O experimento foi realizado em uma área experimental, no município de Cidade Gaúcha, PR. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, sendo que o preparo do solo para a implantação do canavial foi realizado com a utilização de equipamento de preparo profundo e canteirizado. As coletas foram realizadas em pontos georreferenciados, no perfil de 0,0 a 0,5 m de profundidade, em intervalos de 0,1 m. Foram avaliados parâmetros de densidade do solo, macro, micro e porosidade total do solo. Os valores de densidade do solo aumentaram em função do tempo, na camada superficial (0,0 a 0,1 m), não possuindo diferença significativa entre 100 e 175 DAC, enquanto que a porosidade do solo foi maior para 100DAC e 175DAC, também em camada superficial. A macroporosidade do solo foi maior para camada superficial aos 25DAC, quando comparada aos demais períodos e a microporosidade não variou significativamente entre os períodos avaliados, nem no perfil do solo (0 a 0,5 m). A utilização do equipamento de preparo profundo e canteirizado para o manejo do solo influenciou nas propriedades físicas do solo sob cultivo de cana-de-açúcar, durante o terceiro ciclo da cultura.

---

## **1. INTRODUÇÃO**

A cultura da cana-de-açúcar possui grande importância para a economia brasileira, sendo esta introduzida no país no período colonial. O Brasil destaca-se como o maior produtor de cana-de-açúcar, atuando também em grande escala na produção dos subprodutos da cultura, como açúcar e etanol (MAPA, 2016).

O preparo do solo é visto como a etapa de maior importância para o desenvolvimento e produção de cana-de-açúcar, em que o uso de maquinários agrícolas de forma intensiva pode vir a ocasionar respostas negativas a cultura, devido a compactação do solo e diminuição hídrica, favorecendo a ocorrência de processos erosivos (ANDRÉ, 2009).

Desta maneira, de acordo com Kiehl (1979), o aumento da densidade do solo tende a diminuir a porosidade do mesmo, restringindo assim o desenvolvimento e crescimento de plantas. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação de parâmetros

físicos do solo em função do tempo, para a obtenção de respostas da influência do manejo do solo em lavoura de exploração canavieira, em terceiro ciclo de desenvolvimento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

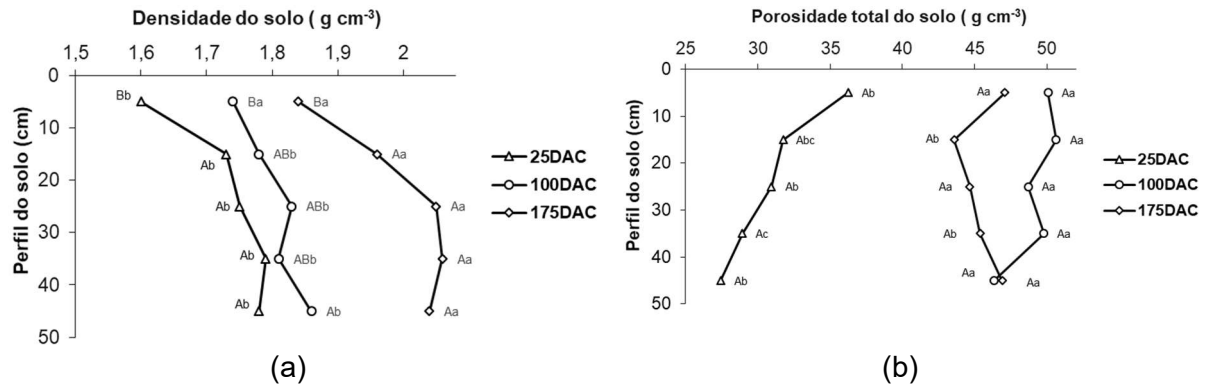
O presente trabalho foi realizado em lavoura de exploração canavieira, no município de Cidade Gaúcha, PR. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distrófico. O talhão utilizado como área experimental possui 12,50 hectares, sendo a cultura implantada em espaçamento combinado de 0,90 x 1,50 m entre linhas de cultivo. A variedade utilizada foi a RB966928, plantada em abril de 2013. O preparo do solo para a implantação do canavial foi realizado com a utilização de equipamento de preparo profundo e canteirizado (denominado penta), realizando a mobilização do solo no canteiro com a haste subsoladora a aproximadamente 0,50 m de profundidade, e também com enxada rotativa (canteiro de 1,20 m de largura e 0,3 m de profundidade).

Foram definidos 7 pontos com 1 repetição em toda área experimental, sendo estes georreferenciados para a realização de coletas com 3 intervalos de 75 dias, com início aos 25 dias, depois aos 100 e posteriormente aos 175 dias após a colheita do segundo ciclo da cultura (25DAC, 100DAC e 175DAC). Para a determinação de densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, foram coletadas amostras de solo em todo o perfil do solo (0,0 a 0,5 m) com intervalos de 0,1 m, o que totalizou 5 pontos amostrados dentro de cada ponto georreferenciado, obtendo no total 35 amostras.

Para a coleta de amostras de solo, foi utilizado um trado para amostras indeformadas e as determinações foram feitas pelo método do anel volumétrico. Estas amostras também foram utilizadas para a obtenção do volume de poros (macroporos, microporos e porosidade total), os quais foram obtidos pelo método da mesa de tensão a 0,60 m de altura de coluna d'água, de acordo com Embrapa (1997). Os dados foram analisados estatisticamente com a utilização do *software* Sisvar 5.4, sendo submetidos à análise de variância para verificação de homocedasticidade dos resíduos e nos casos de variações significativas ( $P < 0,05$ ) realizou-se o teste de Tukey a 5% de significância, para a comparação de médias.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade do solo (Figura 1a) foram aumentando com o passar do tempo, em camada superficial (0 a 10 cm), não possuindo diferença significativa entre 100DAC e 175DAC. Um fator que pode ter influenciado para a obtenção de menores valores de densidade na camada superficial do solo, é a utilização de enxada rotativa para mobilização da camada, fato que está de acordo com Brancalião et al. (2011), que afirmam que o preparo do solo com a utilização do penta causa a pulverização da camada mobilizada pelo uso do equipamento.



**Figura 1.** Resultados obtidos em um Latossolo Vermelho Distrófico em três períodos de coleta, durante o terceiro ciclo de cultivo de cana-de-açúcar: a) Densidade do solo; b) Porosidade total do solo.

Fonte: O autor.

A porosidade total do solo (Figura 1b) se mostrou maior para 100DAC e 175DAC ao avaliar a camada superficial (0 a 10 cm). Com o aumento de profundidade no perfil do solo, houve poucas diferenças significativas, para camadas sub-superficiais avaliadas aos 25DAC e 100DAC.

A macroporosidade do solo (Tabela 1) foi maior para camada superficial, aos 25DAC, quando comparada aos demais períodos, não demonstrando diferenças significativas em profundidade para 100DAC e nas profundidades entre 10 a 40 cm do perfil do solo para cada um dos três períodos.

**Tabela 1.** Macro e microporosidade do solo em Latossolo Vermelho Distrófico em três períodos de coleta, durante terceiro ciclo de cultivo de cana-de-açúcar.

Profundidade (m)	Período de coleta			Média
	25DAC	100DAC	175DAC	
Macroporosidade do solo (%)				
0,00 – 0,10	22,63Ab	35,90 Aa	32,59 Aa	30,37 A
0,11 – 0,20	17,18 Bc	34,63 Aa	27,91 Bb	26,60 B
0,21 – 0,30	13,49 BCc	32,65 Aba	27,10Bb	24,40 BC
0,31 – 0,40	12,85 BCc	33,07 Aba	28,29 ABb	24,74 BC
0,41 – 0,50	11,37Cb	30,17 Aa	29,29 Aba	23,61 C
Média	15,50 c	34,00 a	29,02 b	26,20
CV (%)	11,34			
Microporosidade do solo (%)				
0,00 – 0,10	13,62 Aa	14,17 Aa	14,52 Aa	14,10 A
0,11 – 0,20	14,56 ABa	16,02 Aa	15,68 ABa	15,42 AB
0,21 – 0,30	17,45 Aa	16,05 Aa	17,61ABa	17,04 A
0,31 – 0,40	16,09 ABa	16,71 Aa	17,04 Aa	16,61 A
0,41 – 0,50	16,05 Aba	16,16 Aa	17,61 Aa	16,61 A
Média	15,55 a	15,82 a	16,49 a	15,96
CV (%)	12,26			

\* Letras maiúsculas comparam as médias nas colunas pelo Teste de Tukey a 5% de significância e letras minúsculas comparam as médias nas linhas.

Para a microporosidade não houve diferença significativa para os dias avaliados e também em relação a profundidade do perfil (0 a 50 cm), não houve diferenças estatisticamente significativas.

#### 4. CONCLUSÃO

A utilização do equipamento de preparo profundo para o manejo do solo, influenciou nas propriedades físicas do solo sob cultivo de cana-de-açúcar durante o terceiro ciclo da cultura.

#### 5. REFERÊNCIAS

ANDRÉ, J. A. **Sistemas de preparo de solo para cana-de-açúcar em sucessão com amendoim**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. Botucatu, 2009. 32p.

BRANCALIÃO, S. R.; REIS, V. V.; ROSSETTO, R. BIDÓIA, M. A et al.; Oportunidades de preparo do solo: Influência nos atributos físicos e químicos do solo cultivado com a cultura da cana. In: X Workshop Agroenergia: Matérias primas. Junho de 2016. Ribeirão Preto. 8p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo-planta**. São Paulo, Ceres. 1979, 262 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO. Cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

# PERDA VISÍVEL TOTAL NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DIFERENTES ROTAÇÕES DO EXTRATOR PRIMÁRIO

**Lucas de Oliveira Donaire<sup>1</sup>; Remy Adilmar Prestes Lopes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: lucas\_donaire@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

## RESUMO

A cana-de-açúcar vem passando por uma grande mudança em seu sistema de colheita, do manual e semi-mecanizado para o totalmente mecanizado por pressões trabalhistas e ambientais. A análise das perdas ocasionadas pelo processo de colheita mecanizada é de grande importância, pois esse fator é responsável por cerca de 35% do custo total de produção da cana-de-açúcar. O presente trabalho avaliou as perdas classificadas como visíveis e utilizou-se como parâmetro de análise a metodologia Centro de Tecnologia Canavieira. Áreas no município de Nova Olímpia, região noroeste do Paraná, realizou o levantamento das perdas visíveis de cana-de-açúcar na forma de toco, cana inteira, cana ponta, tolete, lascas, pedaço e broto em função de três diferentes rotações do extrator primário (500, 900 e 1500 rpm) da colhedora de duas linhas John Deere modelo 3522. A partir dos estudos realizados, observou-se que a variação de rotação do extrator primário a da máquina influenciaram nas perdas visíveis de cana-de-açúcar. A rotação 500rpm proporcionou menores valores de perda total visível.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de máquinas agrícolas para a colheita de cana-de-açúcar é cada vez mais utilizado principalmente em áreas mecanizáveis, ou seja, área fácil de ser trabalhada com máquinas agrícolas. A interação entre máquina-solo-planta resulta em melhor eficiência na colheita de cana-de-açúcar, mas também pode causar na indústria a diminuição da qualidade da matéria-prima para a moagem, diminuição da longevidade do canavial e principalmente aumento de perdas no campo. As perdas visíveis podem ser detectadas visualmente no campo após a ação da colhedora e são divididas em frações de lascas, tocos, pedaços, cana inteira, tolete, cana ponta e perdas de broto, parte basal do colmo que permanece enterrada no solo após o corte da cana.

De acordo com Benedini et al. (2009), as perdas visíveis estão associadas às características da área a ser colhida, produtividade, tombamento, teor de fibra, comprimento, quantidade de palha, preparação da área (padronização e sistematização da área), e também a operação em si da colheita que envolve o treinamento dos profissionais, velocidade da colhedora compatível com o estado do canavial, situação dos equipamento da colhedora (facas do corte de base e do rolo picador de toletes, velocidade do extrator primário, altura de corte, desponte, horário da colheita, altura de carga, etc. Com isso é de fundamental importância o conhecimento de perdas para o gerenciamento, visando minimiza-las.

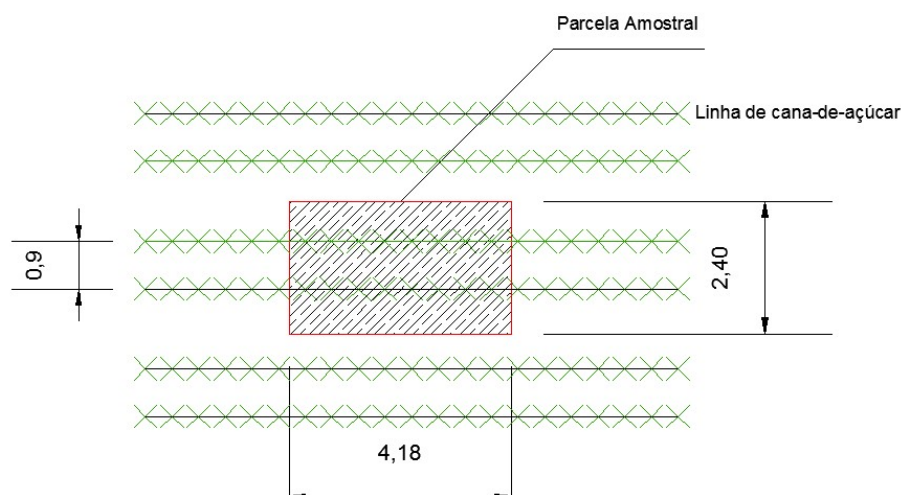
Para Benedini et al. (2009), a perda levantada a campo compreende a perdas de cana-de-açúcar na forma de frações de cana tipo: lascas (fragmento de cana-de-açúcar dilacerado no corte); cana inteira (fração de cana com tamanho igual ou superior a 2/3 do comprimento médio estimado dos colmos do local, esse colmo pode ou não estar preso ao solo pelas raízes), tolete (fração do colmo com corte característico do facão picador ou do corte de base, em ambas as extremidades); broto (fração com raiz arrancada da touceira); cana ponta (fração de colmo deixada no solo e agregada ao ponteiro, a retirada de cana ponta é efetuada quebrando-se manualmente o colmo, no ponto de menor resistência); toco (fração do colmo cortada acima da superfície do solo presa a raízes não arrancadas, com comprimento menor ou igual a 0,20m, comprimentos maiores são considerados pedaços); pedaço (todas as variações visíveis de colmos sem as características que definam tocos, colmos inteiro, rebolos, lascas e cana ponta e que, portanto, não se encaixam em nenhuma das definições anteriormente citadas).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a perda visível total de cana-de-açúcar em função da variação da rotação do extrator primário colhedora de duas linhas John Deere modelo 3522.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Em uma colhedora John Deere 3522, variou-se três velocidades de rotação do extrator primário da máquina em operação de colheita: VR1-500 rpm, VR2-900 rpm e VR3-1500. Para evitar o pisoteio das cabeceiras, cada parcela amostral, estava a 30,00m do carreador principal, adotando uma distância de 6,00 m entre parcelas, evitando-se a sobreposição de linhas a ser colhidas. A produtividade média de 112,75 t ha<sup>-1</sup> foi disponibilizada por meio de pesagem dos transbordos na indústria.

As parcelas amostrais foram montadas e adaptadas segundo a metodologia descrita por Benedini et al. (2009), sendo que cada parcela teve uma área de 10,03 m<sup>2</sup>, comprimento de 4,18m e largura de 2,40 m duas linhas de cana-de-açúcar Figura 1.



**Figura 1.** Parcela amostral nas linhas de cana-de-açúcar (unidade em metro).  
Fonte: Adaptado de Benedini et al. (2009).

Para a obtenção da perda total de cana-de-açúcar em porcentagem, dividiu-se o valor da perda total pela produtividade média do canavial somada com a perda de cana-de-açúcar no campo, como descrito na equação 1.

$$PV = \frac{P \text{ campo}}{P \text{ cana} + P \text{ campo}} \times 100 \quad (1)$$

em que:

PV = Perda total de cana-de-açúcar (%);

P campo = Perda de cana-de-açúcar no campo (t ha<sup>-1</sup>);

P cana = Produtividade média da cana-de-açúcar (t ha<sup>-1</sup>).

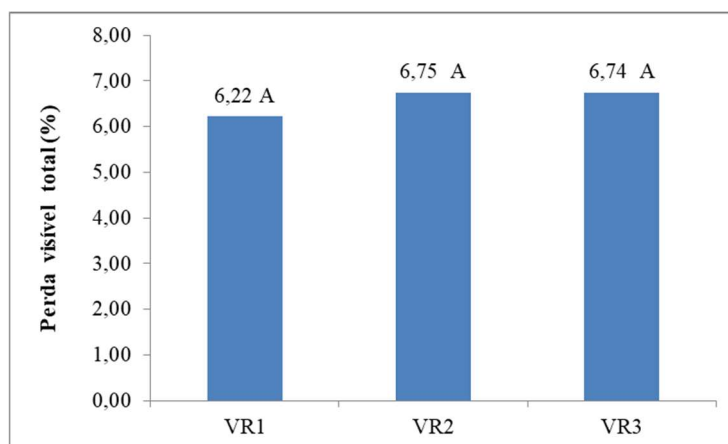
Com o percentual de perda visível total, fez-se a classificação de perdas visíveis matéria prima (PV), segundo metodologia de Benedini et al. (2009), considerando-se:

- Perda baixa (PV ≤ 2,50%),
- Perda média (2,50% ≤ PV ≤ 4,50%) e;
- Perda alta (PV ≥ 4,50%).

Para avaliar a perda visível total utilizaram-se como critério estatístico o teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa computacional SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, são apresentados valores de perdas visíveis totais de cana-de-açúcar em porcentagem (%).



**Figura 2:** Perda visível total de cana-de-açúcar.

Fonte: O autor.

A perda visível total é classificada conforme Benedini et al. (2009) em altas (maior que 4,5%). Contatou-se que as três velocidades de rotação VR1, VR2 e VR3 pode ocasionar perdas estatisticamente iguais.

Porém, Segundo Ramos (2013) outro fator que está diretamente relacionado às perdas é a velocidade dos extratores que fazem a limpeza da matéria prima, pois na tentativa de



diminuir os índices de matéria estranha na cana-de-açúcar colhida, o aumento da rotação dos extratores das colhedoras acaba elevando as perdas em níveis economicamente inaceitáveis.

#### 4. CONCLUSÕES

A velocidade de rotação do extrator primário da máquina influenciou nas perdas totais de cana-de-açúcar. É mais vantajoso aplicar nessa colhedora a rotação de 500 rpm pois proporcionou menor perda total no campo após a colheita.

#### 5. REFERÊNCIAS

BENEDINI, M. S.; BROD, F. P. R.; PERTICARRARI, J. G. Perdas de cana e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada. **Revista Canavieiros**, Sertãozinho, p. 28 - 30, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

RAMOS, C. R. G. **Desempenho operacional da colheita mecanizada de cana-de-açúcar (*saccharum spp.*) em função da velocidade de deslocamento e rotação do motor da colhedora**. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2013.

SALVI, J. V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar**. 2006. 89 f. Dissertação (Doutorado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

# PERDA VISÍVEL TOTAL NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DIFERENTES VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO

**Lucas de Oliveira Donaire<sup>1</sup>; Reny Adilmar Prestes Lopes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: lucas.donaire@outlook.com

<sup>2</sup>Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

## RESUMO

A interação entre máquina-solo-planta resulta em melhor eficiência na colheita de cana-de-açúcar, mas também pode causar na indústria a diminuição da qualidade da matéria-prima para a moagem, diminuição da longevidade do canavial e principalmente aumento de perdas no campo. Com isso é de fundamental importância o conhecimento de perdas para gerenciamento, visando minimizá-las. O presente trabalho avaliou as perdas classificadas como visíveis e utilizou-se como parâmetro de análise a metodologia Centro de Tecnologia Canavieira Benedini et al. (2009). Em áreas de cultivo no município de Nova Olímpia, região noroeste do Paraná, realizou o levantamento das perdas visíveis de cana-de-açúcar na forma de toco, cana inteira, cana ponta, tolete, lascas, pedaço e broto em função de três velocidades de deslocamento (2,50, 3,50 e 5,00 km h<sup>-1</sup>) da colhedora de duas linhas John Deere modelo 3522. A partir dos estudos realizados, observou-se que a velocidade de deslocamento da máquina influenciou nas perdas visíveis de cana-de-açúcar. A velocidade de deslocamento da colhedora de 3,50 km h<sup>-1</sup> proporcionou menores valores de perda visível total.

## 1. INTRODUÇÃO

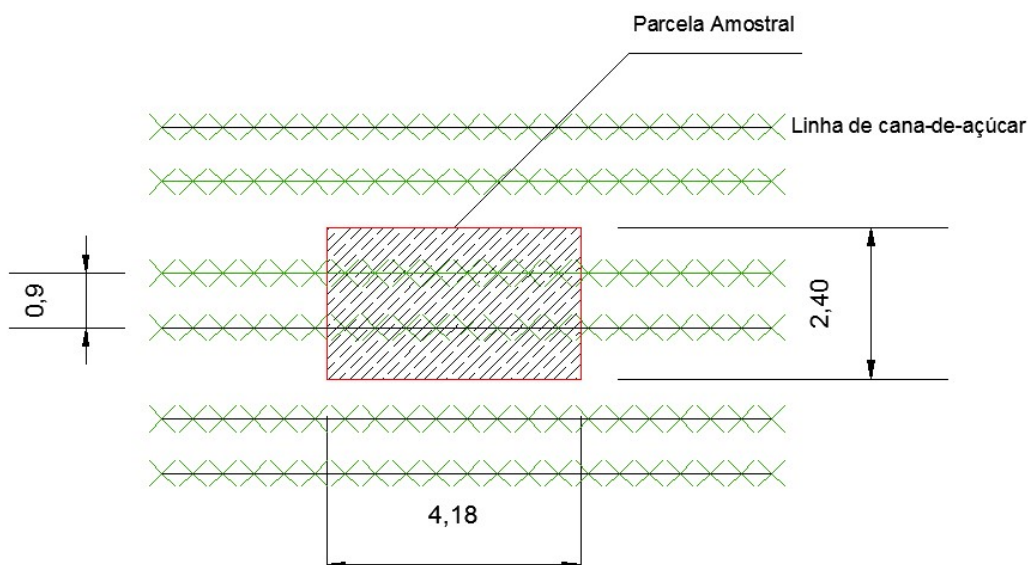
Para Benedini et al. (2009), a perda levantada a campo compreende a perdas de cana-de-açúcar na forma de frações de cana tipo: lascas (fragmento de cana-de-açúcar dilacerado no corte); cana inteira (fração de cana com tamanho igual ou superior a 2/3 do comprimento médio estimado dos colmos do local, esse colmo pode ou não estar preso ao solo, pelas raízes), tolete (fração do colmo com corte característico do facão picador ou do corte de base, em ambas as extremidades); broto (fração com raiz arrancada da touceira); cana ponta (fração de colmo deixada no solo e agregada ao ponteiro, a retirada de cana ponta é efetuada quebrando-se manualmente o colmo, no ponto de menor resistência); toco (fração do colmo cortada acima da superfície do solo presa a raízes não arrancadas, com comprimento menor ou igual a 0,20m, comprimentos maiores são considerados pedaços); pedaço (todas as variações visíveis de colmos sem as características que definam tocos, colmos inteiro, rebolos, lascas e cana ponta e que, portanto, não se encaixam em nenhuma das definições anteriormente citadas).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a perda visível total de cana-de-açúcar em função da variação da velocidade de deslocamento da colhedora de duas linhas John Deere modelo 3522.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Em uma colhedora John Deere 3522, variou-se três velocidades de deslocamento da máquina em operação de colheita: VD1-2,50 km h<sup>-1</sup>, VD2-3,50 km h<sup>-1</sup> e VD3-5,00 km h<sup>-1</sup>. Para evitar o pisoteio das cabeceiras, cada parcela amostral estava a 30,00m do carregador principal, adotando uma distância de 6,00 m entre parcelas, evitando-se a sobreposição de linhas a ser colhidas. A produtividade média de 112,75 t ha<sup>-1</sup> foi por meio de pesagem dos transbordos na indústria.

As parcelas amostrais foram montadas e adaptadas segundo a metodologia descrita por Benedini et al. (2009), sendo que cada parcela teve uma área de 10,03 m<sup>2</sup>, comprimento de 4,18m e largura de 2,40m abrangendo duas linhas de cana-de-açúcar (Figura 1).



**Figura 1.** Parcela amostral nas linhas de cana-de-açúcar (unidade em metro).  
Fonte: Adaptado de Benedini et al. (2009).

Para a obtenção da perda total de cana-de-açúcar em porcentagem, dividiu-se o valor da perda total pela produtividade média do canavial somada com a perda de cana-de-açúcar no campo, como descrito na equação 1.

$$PV = \frac{P \text{ campo}}{P \text{ cana} + P \text{ campo}} \times 100 \quad (1)$$

em que:

PV = Perda total de cana-de-açúcar (%);

P campo = Perda de cana-de-açúcar no campo (t ha<sup>-1</sup>);

P cana = Produtividade média da cana-de-açúcar (t ha<sup>-1</sup>).

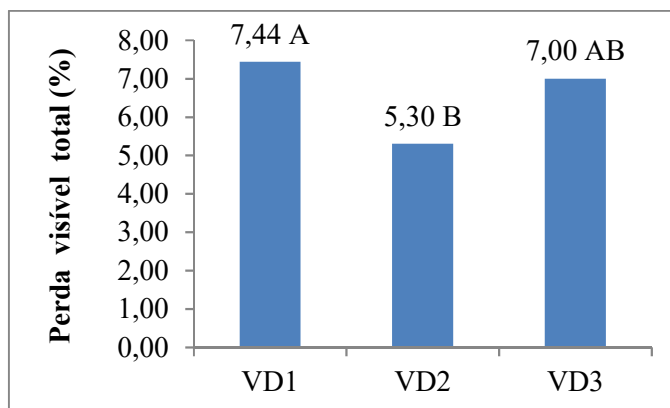
Com o percentual de perda visível total, fez-se a classificação das perdas visíveis de matéria prima (PV), segundo metodologia de Benedini et al. (2009), considerando-se:

- Perda baixa (PV ≤ 2,50%),
- Perda média (2,50% ≤ PV ≤ 4,50%) e;
- Perda alta (PV ≥ 4,50%).

Para avaliar a perda visível total utilizaram-se como critério estatístico o teste F e teste Tukey com 5% de significância. As análises foram realizadas pelo programa computacional SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, são apresentados valores de perdas visíveis totais de cana-de-açúcar em porcentagem (%).



**Figura 2:** Perda visível total de cana-de-açúcar.  
Fonte: O autor.

A velocidade de deslocamento da colhedora VD2 se difere estatisticamente em relação a VD1 e VD3. É mais vantajoso aplicar nessa colhedora velocidade de 3,50 km h<sup>-1</sup> pois proporcionou menor perda no campo após a colheita. Segundo Silva et al. (2013) que realizaram um levantamento das perdas visíveis de cana-de-açúcar em função da velocidade de deslocamento da colhedora John Deere 3520, com velocidades de deslocamento 3,2 km h<sup>-1</sup>; e 3,6 km h<sup>-1</sup>, as perdas visíveis totais foi influenciada pela velocidade de deslocamento.

De acordo com Benedini et al. (2009) a perda visível total é classificada como alta (maior que 4,5%) nas três condições de velocidade da máquina.

### 4. CONCLUSÕES

A velocidade de deslocamento da máquina influenciou nas perdas totais de cana-de-açúcar. A velocidade de deslocamento da colhedora de 3,50 km h<sup>-1</sup> proporcionou menores valores de perda visível total.

### 5. REFERÊNCIAS

BENEDINI, M. S.; BROD, F. P. R.; PERTICARRARI, J. G. Perdas de cana e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada. **Revista Canavieiros**, Sertãozinho, p. 28 - 30, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

RIPOLI, T. C. C. Ensaio & certificação de máquinas para colheita de cana-de-açúcar. In: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos “Luiz de Queiroz”. p. 635-730. 1996.

SILVA, L. A. P.; CREPALDI, L. D.; STEINER, FABIO. **Custos relacionados com as perdas visíveis de cana-de-açúcar em colheita mecanizada**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2013, Ourinhos. Anais... Ourinhos: Faculdades Integradas de Ourinhos, 2013. v. 5, p. 1 – 9.

# RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO APÓS A COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR NO PERÍODO DE ESTIAGEM

**Danielle Dantas de Paula Vieira<sup>1</sup>; Denise Mahl<sup>2</sup>; Adriano Catossi Tinos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola. Cidade Gaúcha – PR. danyddpaula@hotmail.com

<sup>2</sup> Professora de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

## RESUMO

A colheita mecanizada de cana-de-açúcar vem sendo empregada em todos os períodos da safra, até mesmo quando há grande ocorrência de precipitações e nessas situações o solo encontra-se muitas vezes com conteúdo de água inadequado para operações agrícolas mecanizáveis, podendo ser responsável pelo aumento da compactação do solo. Este trabalho teve como objetivo determinar a umidade ótima de compactação e a resistência do solo à penetração após o tráfego de colhedoras e transbordos na colheita mecanizada de cana-de-açúcar, depois da ocorrência de precipitações, em um solo arenoso na região Noroeste do Paraná. Foram realizadas avaliações de umidade ótima de compactação, teor de água e resistência do solo à penetração em pontos aleatórios da área experimental. As avaliações foram realizadas em quatro dias consecutivos após a precipitação, em intervalos de 0,15 m para o teor de água e de 0,05 m para a resistência do solo à penetração, ambos até a profundidade de 0,60 m. Os resultados permitem concluir que é possível utilizar o valor obtido de umidade ótima de compactação deste solo como indicativo para a não realização de operações agrícolas nestas áreas, pois o tráfego de máquinas pode proporcionar maior compactação do solo. Para as condições avaliadas, a recomendação seria de retomar a colheita mecanizada no quarto dia após a estiagem.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Além do constante crescimento da produção de cana-de-açúcar no país, a área mecanizada desta cultura vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, e, de acordo com os dados publicados por Unica (2015), no ano de 2014 a área mecanizada de colheita de cana-de-açúcar foi de 93,40% na região Centro-Sul do país. Richart (2005) relatou que um dos maiores problemas encontrado em áreas mecanizadas é a compactação do solo, que está relacionada com o alto peso das máquinas sobre os rodados.

Neste sentido é importante o estudo da relação solo-máquina, visando conhecer as condições de solo desejáveis e adequadas para o bom desempenho operacional das máquinas em campo. Esse trabalho tem por objetivo estudar a umidade ótima de compactação e a resistência do solo à penetração após o tráfego de colhedoras e transbordos (caminhões) para a colheita mecanizada de mudas de cana-de-açúcar após a ocorrência de precipitação, em um solo de textura arenosa na região Noroeste do Paraná.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em área de colheita de mudas de cana-de-açúcar, localizada no município de Santa Mônica – PR. O solo da área experimental foi caracterizado como sendo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Alico, de textura muito arenosa.

A colheita mecanizada foi feita em cana soca de terceiro ciclo, sendo que o último revolvimento de solo foi realizado com preparo convencional e ocorreu antes do plantio da cultura no ano de 2013. O trabalho foi iniciado após a ocorrência de precipitações consecutivas, sendo que a que ocorreu no dia que antecedeu o início das coletas foi de cerca de 20 mm. Foram coletadas, no mesmo talhão, amostras diárias de teor de água e determinada a resistência do solo à penetração, durante um período de 4 dias subsequentes a estiagem. Além disto, foi também determinada a umidade ótima de compactação deste solo, a qual foi realizada pelo ensaio de Proctor, seguindo a NBR 7182 (1986).

Para a análise do teor de água, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4X4 e quatro repetições, sendo quatro dias consecutivos após a precipitação, em quatro intervalos de profundidade (0,00-0,15; 0,15-0,30; 0,30-0,45; 0,45-0,60 m), conforme método da umidade atual, segundo a Embrapa (1997). Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico software RStudio, sendo submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para a determinação da resistência do solo à penetração foi utilizado um penetrômetro analógico com ponteira cônica de 130 mm<sup>2</sup> e 12,83 mm de diâmetro de base, conforme método sugerido por ASABE S313.3. Considerou-se um valor médio para cada intervalo de 0,05 m até a profundidade de 0,60 m. Após obter em campo os valores de índice de cone, utilizou-se uma equação para ajustá-los de acordo com a curva de calibração do penetrômetro e obtiveram-se os valores de resistência do solo à penetração. Adotou-se o critério de Gravetter e Wallnau (1995) para diferenciar estatisticamente os tratamentos, o que ocorre quando não há sobreposição dos limites superior e inferior dos erros padrão na comparação das médias.

Neste trabalho foi utilizado a colhedora de mudas de cana-de-açúcar da marca John Deere, modelo 3522, que possui potência de 380 cv. A colhedora pesa aproximadamente 19,30 toneladas e possui tanque de combustível com capacidade de até 605 litros. A colhedora possui rodados de esteira, com espaçamento entre as linhas de colheita de até 1,10 m. Os caminhões que acompanhavam a colhedora, quando carregados com cana-de-açúcar picada, possuem aproximadamente 24 toneladas. O sistema de colheita de mudas possui tráfego controlado das máquinas, de modo que a bitola dos pneus dos caminhões coincide com a da colhedora, visando reduzir a compactação da área agrícola mecanizada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

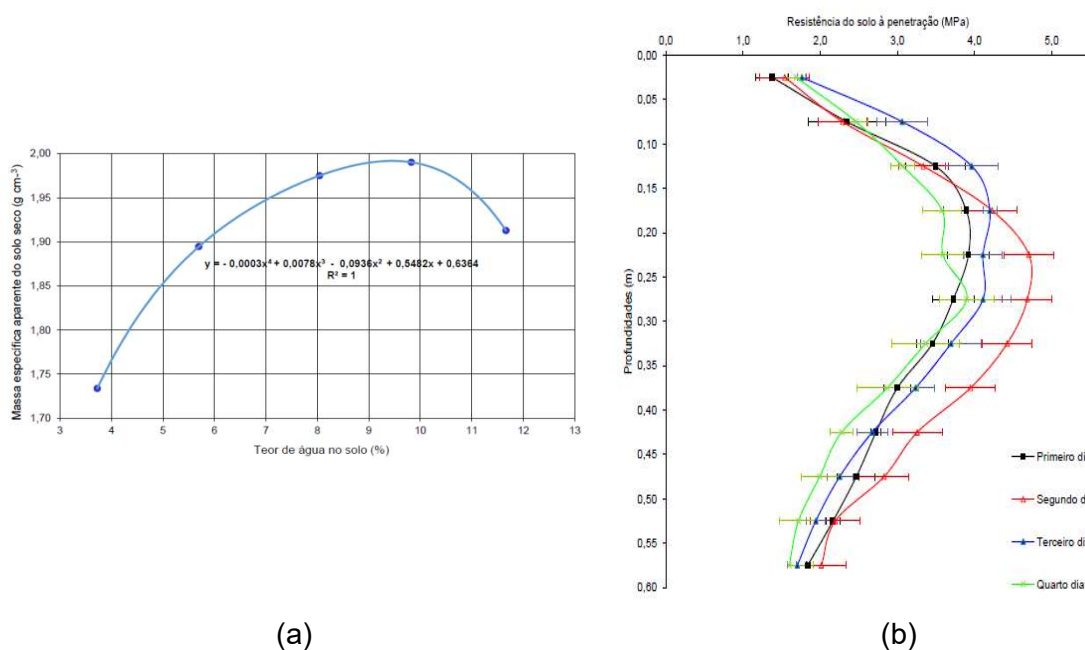
Na Tabela 1 estão apresentados os resultados do teor de água do solo nos 4 dias subsequentes à estiagem e, na Figura 1 são apresentados a curva de compactação (obtida pelo Ensaio de Proctor) e os resultados de resistência do solo à penetração.

**Tabela 1.** Teor de água no solo após a colheita mecanizada da cana-de-açúcar, em função das classes de profundidades no solo.

Profundidade (cm)	Número de dias após a estiagem				Média
	1	2	3	4	
01   15	9,38	8,91	8,54	7,87	8,68
15   30	9,67	9,12	8,65	8,21	8,91
30   45	9,47	9,22	9,14	8,29	9,03
45   60	9,41	9,18	9,23	8,46	9,07
Média	9,48 a	9,11 a	8,89 a	8,21 b	8,92
C.V. (%)	3,29	5,37	5,90	7,47	5,64

\* Letras minúsculas comparam as médias nas linhas. A ausência de letras após as médias significa que estas não diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: O autor.



**Figura 1.** Resultados obtidos na área experimental: a) Curva de compactação; Resistência do solo à penetração (MPa) após o tráfego da colheita mecanizada.

Fonte: O autor.

Observou-se na Tabela 1 que a média do teor de água (entre as camadas do solo) no quarto dia após a precipitação foi significativamente inferior aos obtidos nos três dias anteriores, cujos teores de água não diferiram entre si. Por outro lado, verificou-se que os valores de teor de água obtidos no primeiro, segundo e terceiro dia depois da estiagem e após a realização da colheita mecanizada, mostraram-se semelhantes ao valor obtido para a umidade ótima de compactação (Figura 1a) deste solo que foi 9,45%. Nesta umidade ocorreu a máxima compactação, a qual proporcionou uma massa específica do solo de 1,99 g cm<sup>-3</sup>.



Resultados semelhantes foram encontrados para o solo do município de Cidade Gaúcha – PR por Vieira Neto (2012) que obteve respectivamente 9,30% e 1,99 g cm<sup>-3</sup> de umidade ótima de compactação e peso específico do solo seco.

Analisando a Figura 1b, é possível observar que os valores de resistência do solo à penetração após o tráfego das máquinas, apresentaram-se crescente até a camada de solo de 0,30 m e, a partir desta profundidade, os valores foram decrescendo em todos os dias de coletas. Também se observou que, após a camada de 0,20 m, o segundo dia após o início da estiagem proporcionou valores de resistência do solo à penetração superiores aos obtidos no quarto dia após o início da estiagem.

#### 4. CONCLUSÃO

É possível utilizar o valor obtido de umidade ótima de compactação deste solo como indicativo para a não realização de operações agrícolas nestas áreas, pois o tráfego de máquinas pode proporcionar maior compactação do solo. Para as condições avaliadas, a recomendação seria de retomar a colheita mecanizada no quarto dia após a estiagem.

#### 5. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7182/1986**: Solo – Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GRAVETTER, F.J.; WALLNAU, L.B. **Statistics for the behavioral sciences**. 2. ed. St. Paul: West Publishing, 1995. 429p.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.

VIEIRA NETO, J. G. **Análise da utilização de diferentes misturas de solo-cimento com vistas à produção de tijolos maciços**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha, 50 p., 2012.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **CTC: Mecanização deve alcançar 97% dos canaviais no centro-sul em 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/namidia/25950095920333453814/ctc-por-cento3A-mecanizacao-deve-alcancar-97-por-cento-dos-canaviais-no-centro-sul-em-2015/>>. Acesso em: 09 novembro 2017.

# MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O MUNICÍPIO DE RONDON-PR

**Emily Carolina Valerio Bacon<sup>1</sup>; Higor Tálío De Medeiros<sup>2</sup>; Carlos Henrique Wachholz De Souza<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluna de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: emilybacon16@gmail.com

<sup>2</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

<sup>3</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

## RESUMO

Os dados de sensores de satélite são uma ferramenta indispensável para pesquisadores a fim de desenvolver análises relacionada ao uso e ocupação da superfície terrestre. Assim, por meio algoritmos de classificação, é possível identificar áreas espectralmente semelhantes dentro de uma imagem e criar mapas temáticos de acordo o interesse. Neste estudo, foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 8 /OLI, que abrange o município de Rondon – Pr. A imagem foi processada no software QGIS Desktop 2.18.9 onde foi realizada uma classificação digital supervisionada. A identificação dos alvos de interesse (Mata, Solo exposto, Pastagem, Cana-de-Açúcar e Água) foi realizada por interpretação visual utilizando composição RGB 564. A avaliação da acurácia da classificação se deu por meio da matriz de erros e posterior elaboração da exatidão global (G), índice Kappa(K) e as acurácias do produtor e usuário. Os resultados obtidos demonstraram que a classificação pode ser considerada confiável, com uma exatidão global de 76% e índice Kappa de 0,7.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento dos recursos naturais (solos, clima e vegetação) e das características sócio econômicas (fronteira agrícola e uso atual), constituem o embasamento indispensável para a avaliação do potencial no uso das terras e de identificação das áreas utilizadas com atividades agrícolas (MACEDO, 1998).

Assim, os dados de sensores de satélite representam uma ferramenta para pesquisas relacionados ao uso e ocupação da superfície terrestre. Através de levantamentos realizados por sensoriamento remoto, interpretação de fotografias aéreas ou em imagens de satélite, pode-se estimar a área de cada classe de ocupação do solo para uma determinada região.

Além do mais, o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e tomada de decisões. Deste modo, os mapas de uso da terra e de cobertura do mesmo são instrumentos que auxiliam a cumprir essa função, constituindo-se em mecanismos bastante adequados e são imprescindíveis para o planejamento regional ou local do terreno.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento do uso e ocupação do município de Rondon-PR, analisar a acurácia da classificação e por fim calcular as áreas das classes de interesse.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange o município de Rondon – PR que possui área de 550.855 km<sup>2</sup> e está localizada com Latitude de 23° 24' 39" S, e Longitude de 52° 45' 41" W, estando a uma altitude média de 400 metros.

A imagem utilizada para realizar o presente trabalho é proveniente do satélite Landsat 8 sensor OLI. A mesma foi adquirida no Banco de imagens da USGS (Geological Survey) disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> no formato TIFF. A imagem utilizada corresponde a data de 1 de Abril de 2017, *tile* 223/076.

Os alvos de interesse dentro dos limites do município foram: Mata, Solo exposto, Pastagem, Cana-de-Açúcar e Água. A identificação desses alvos foi realizada por meio de interpretação visual utilizando composição RGB 564 (infravermelho próximo (R), infravermelho médio (G) e vermelho (B)).

A classificação supervisionada foi realizada por meio do algoritmo Spectral Angle Mapping (SAM). Para isto, realizou-se primeiramente amostragens representativas de cada classe com o auxílio da composição RGB 564.

Após a classificação, para avaliar a acurácia da mesma foi criada uma matriz de erros utilizando o método do painel amostral. Assim, foi realizada uma distribuição aleatória de 93 pontos amostrais na imagem. A classificação do uso do solo de cada ponto foi confirmada por inspeção visual, e os erros e acertos de cada classe foram utilizados para construir a matriz de erros.

Por meio da matriz de erros foi possível calcular índices e métricas de acurácia. A exatidão global, expressa pela Equação 1, representa o número total de acertos relativos (*xii*) em relação ao número total de amostras na imagem classificada (*n*). A Equação 2 calcula o coeficiente Kappa (COHEN, 1960), que é uma medida da concordância real (indicado pelos elementos diagonais da matriz de confusão (*xii*)) menos a concordância por chance (indicado pelo produto total da linha (*xi*) e coluna (*x + i*)).

$$G = \frac{\sum_{i=1}^C x_{ii}}{n} * 100 \quad (1)$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^C x_{ii} - \sum_{i=1}^C x_{i * x+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^C x_{i * x+i}} \quad (2)$$

A acurácia do produtor (AP), como mostrado na Equação 3, também foi usada para avaliar as classificações e representa a probabilidade de um pixel de referência ter sido classificado corretamente. A acurácia do usuário (AU), Equação 4, indica a probabilidade de um pixel classificado na imagem realmente representar essa em terra (CONGALTON, 1991).

$$AP = \frac{x_{ii}}{x+i} \quad (3)$$

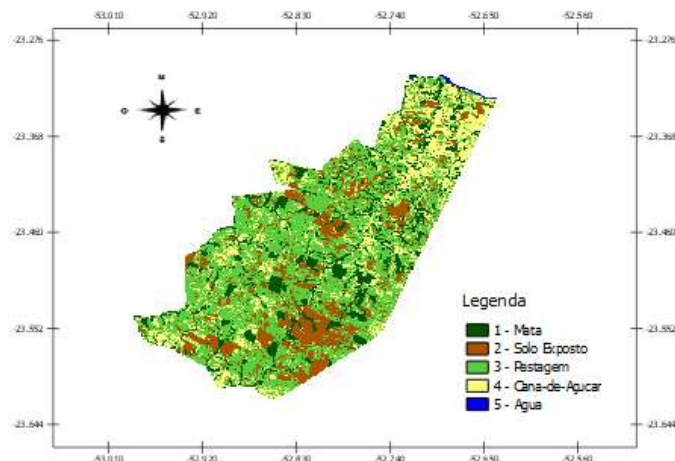
$$AU = \frac{x_{ii}}{x_i} \quad (4)$$

Por fim, a área de cada classe foi obtida pela função de área fornecida pelo programa. Todos os procedimentos descritos acima, foram realizados no software QGIS Desktop

2.18.9(Quantum GIS Development Team 2017, Quantum GIS Geographic Information System, Open Source Geospatial Foundation Project, <http://qgis.osgeo.org>).

### 3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de uso e ocupação do solo obtido para o município de Rondon-PR é apresentado da Figura 1.



**Figura 1.** Mapa de uso e ocupação do solo obtido por meio de classificação digital supervisionada.

Fonte: O autor.

Os resultados da análise de acurácia por meio da matriz de erros, foi uma exatidão global de 76% e índice Kappa de 0,7. Segundo Fonseca (2000) um índice de Kappa maior que 0,6, a classificação por ser considerada muito boa. Já a acurácia do produtor e do usuário, são úteis para avaliar a precisão da classificação nas classes individuais, apresentados na Tabela 1, juntamente com a área.

**Tabela1.** Valores da acurácia do produtor e do usuário e a área por classe.

Classe	Ac. Produtor (%)	Ac. Usuário (%)	Área (ha)
Mata	100	100	7992,2
Solo Exp.	91	62,5	10377,4
Água	100	100	143,2
Pastagem	78,7	65	30267,8
Cana	55	81,82	11772,7

Fonte: O autor.

Na Tabela 1 é possível estabelecer algumas relações da acurácia do produtor e do usuário. Como o caso da Pastagem que obteve uma acurácia do produtor de 78,7%, indicando a proporção de pixels que realmente foram classificadas como Pastagem. Também foi observado uma acurácia de usuário de 65%, indicando a proporção de pixels que realmente representam esta classe em campo ou no caso deste trabalho representavam a classe na

imagem de referência. O classificador não conseguiu classificar cerca de 21,3% (erro de omissão) dos pixels pertencentes a essa classe, e 35% (erro de comissão) dos pixels classificados como pastagem, na realidade pertenciam a outras classes. As classes melhores classificadas foram “Mata” e “Água”.

Já a classe “Cana-de-açúcar” obteve um erro de omissão de 45%. Isso pode ser explicado em partes devido a áreas em estágio inicial de desenvolvimento da cultura, o que pode ter levado o classificador a classificar essas áreas erroneamente como “Solo Exposto”, dado erro de comissão de 37,5% dessa classe.

#### **4. CONCLUSÃO**

O mapa de uso e ocupação obtido pelo procedimento revelou que o município de Rondon-PR, tem 50% ocupado por pastagens e 19,4% pela atividade canavieira. Além do mais, o método de classificação digital supervisionada utilizado é capaz de produzir um mapa temático com boa acurácia.

#### **5. REFERÊNCIAS**

COHEN, J.A. Coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement** 20:37-46, 1960.

CONGALTON, R.G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment** 37:35-46, 1991.

FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000.

MACEDO, J. Apresentação. In: **Sistemas de Informações Geográficas – aplicações na agricultura**. 2. Ed. Brasília: Embrapa, 1998.

# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS

**Claudio Ribeiro Benetão Junior<sup>1</sup>; Elias Augusto Ferrarezi Sartori<sup>2</sup>; Emily Valério Caroline Bacon<sup>2</sup>; Elieser Lagos<sup>2</sup>; Jose Gabriel Viera Neto<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

E-mail: [claudiobenetao10@hotmail.com](mailto:claudiobenetao10@hotmail.com)

<sup>2</sup> Aluno(a) de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

<sup>3</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

## RESUMO

O uso de sistemas de aquisição de dados e controle de instalações zootécnicas está cada vez mais interligado com a necessidade de rentabilizar recursos energéticos e garantir padrões da qualidade do produto final. Desenvolveu-se neste estudo um sistema de baixo custo capaz de obter estes dados, através da plataforma de código aberto Arduino. O algoritmo compilado registra a coleta das informações de temperatura e umidade de um ambiente, através do emprego de um sensor DHT 22, também de baixo custo, disponíveis no mercado nacional. O sistema de automação foi desenvolvido para um protótipo em madeira, onde tem-se interligado ao sensor o sistema de placa evaporativa e um exaustor, ambos para controle de temperatura e umidade dentro do protótipo. Os resultados foram satisfatórios do ponto de vista técnico e econômico. A ativação dos atuadores (exaustor e placa evaporativa) ocorreu sem interferências e com eficiência.

---

## 1. INTRODUÇÃO

No mundo atual, com o aumento e diversificação dos processos industriais e das pesquisas científicas, além da utilização das mais diversas tecnologias, incluindo as comunicações por meio da internet, os equipamentos de coleta de dados adquirem cada vez mais importância, pois são eles que permitem converter para o mundo digital, de maneira prática e confiável, os valores das grandezas reais monitoradas, como temperatura, umidade, pressão, vazão, concentração de gases, entre outras dezenas de variáveis importantes para a área agrícola, por exemplo.

Baseado na produção atual de pequenos e médios produtores de granjas avícolas, estufas de vegetais e outras instalações, observa-se que em alguns casos se faz necessário um incentivo para a automação, visando facilitar o controle das condições ambientais. No entanto, as tecnologias comercialmente disponíveis possuem alto valor de investimento, dificultando o acesso de produtores com menor poder aquisitivo.

Nesse contexto, se propôs neste estudo desenvolver um sistema de automação de baixo custo para instalações zootécnicas de pequeno e médio porte, visando caracterizar o ambiente térmico relacionando as variáveis que influenciam o sistema de produção, determinando as condições favoráveis ao melhor desempenho animal.

## 2. MATERIAL E METODOS

O projeto foi realizado nas dependências do Campus do Arenito (CAR), na Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Cidade Gaúcha – PR. O sistema desenvolvido foi implementado em um modelo reduzido (Figura 1), com dimensões de 1,20 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,5 m de altura.



**Figura 9.** Modelo reduzido utilizado para instalação dos componentes de automação.  
Fonte: O autor.

Para desenvolvimento do sistema, foi utilizado a plataforma de código aberto Arduino, disposto do micro controlador ATmega 328. Optou-se por esta placa devido ao seu baixo custo de aquisição, facilidade de programação em sua interface e extensa disponibilidade de bibliotecas e de funções pré-desenvolvidas.

A aquisição dos dados, que compete às variáveis abordadas neste estudo, foi realizada através do sensor de umidade relativa e temperatura DHT22. Este sensor opera num intervalo de -40 a +80°C para temperatura e de 0 a 100% para umidade, possuindo resolução de medição:  $\pm 2,0\%$  para umidade e:  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  para temperatura.

Outros componentes necessários para o desenvolvimento do sistema foram: *protoboard*, cabos e fios (jumpers) e relés de acionamento.

Para os atuadores serem acionados, inseriu-se no código do sistema as equações para cálculo do índice térmico de temperatura e umidade (ITU). Este índice relaciona a temperatura de bulbo seco e a umidade relativa em uma equação, definido por Buffington et al. (1982).

$$ITU = (0,8 \cdot TBS) + \left( \frac{UR}{100} (TBS - 14,3) \right) + 46,3$$

onde: TBS é a temperatura de bulbo seco ( $^\circ\text{C}$ ); e TBU a temperatura de bulbo úmido ( $^\circ\text{C}$ ).

Segundo Gates (1995), para frangos de corte, os valores do ITU menores que 74 representam ambiente confortável, entre 74 e 79 a situação é de alerta e perigo para a produção, e entre 79 e 84 situação de emergência podendo ocasionar perda do plantel.

No caso de suínos, Lima et al. (2007) afirmam que valores de ITU iguais ou menores que 75 caracterizam situação normal, de 75 a 79 alerta, de 79 a 83 perigo e de emergência quando for maior que ou igual a 84, podendo ocorrer perda do plantel.

Neste sistema desenvolvido, foi determinado como valores limites:

- ITU abaixo de 74, o sistema permanece desligado (situação de conforto);
- ITU entre 74 e 78, o sistema aciona os exaustores (situação de alerta);
- ITU acima de 78, o sistema aciona, além dos exaustores, a placa evaporativa (situação de perigo).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema proposto funcionou adequadamente, sendo que os atuadores foram acionados em situações de desconforto térmico (calor excessivo). Com o funcionamento do sistema de arrefecimento completo (exaustores e placa evaporativa), percebe-se que houve decréscimo na temperatura e acréscimo na umidade relativa interna do protótipo.

Os custos dos componentes do sistema estão discriminados na Tabela 1. Os valores aplicados são referentes a novembro de 2017, com valores determinados em pontos comerciais físicos e e-commerce.

**Tabela 1:** Valores dos componentes utilizados no projeto.

<b>Componente</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Placa de Arduino UNO R3	44,90
Sensor DHT22	34,90
Cabos para instalação	12,90
Protoboard pequena	9,50
Relés de acionamento	12,90
<b>Total</b>	<b>115,10</b>

Fonte: O autor.

Há a possibilidade de importação dos itens eletrônicos através do mercado chinês, na qual o custo poderia ser reduzido em até 70% do custo no mercado nacional.

Segundo Belem (2011) tem-se vários tipos de controladores no mercado atual, mas a maioria destes controladores demonstram um difícil manuseio e desenvolvimento devido a sua complexidade de entendimento, decorrente de certas exigências técnicas. Além do que já foi destacado, o preço dos controladores comerciais (conhecidos por CLP – controlador lógico programável) são muito elevados, e dessa forma, dificulta o acesso a produtores de pequeno e médio porte.

O sistema desenvolvido tem a capacidade de atuar em qualquer ambiente de até porte médio, devido às limitações dos componentes utilizados. Um dos itens que se destaca como limitação é o sistema de cabeamento, que pode interferir no sinal do sensor, conforme seu comprimento aumenta, pois cria-se um campo magnético no cabo de sinal. Como solução



para parte desta interferência, Vieira Neto et al. (2017) aplicaram cabos blindados para transmissão dos sinais dos sensores, diminuindo os ruídos e interferências.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir do desempenho observado do sistema no estudo, bem como o custo total do sistema, pode-se concluir que há viabilidade técnica e econômica para aplicação em instalações zootécnicas.

O sistema possui capacidade para aumentar o número de atuadores, como por exemplo, acionamento de lâmpadas, alimentadores e sistema de aquecimento.

#### 5. REFERÊNCIAS

BELEM, A. R. Z. **Sistema de monitoramento de temperatura e umidade em aviários**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia da Computação) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 67p., 2011.

BUFFINTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shede management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 1982 16p. (PAPER 82-4061).

GATES, R.S. et al. Regional variation in temperature index for poultry housing. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.38, n.1, p.197-205, 1995.

LIMA, K.A.O.; MOURA, D.J.; NAAS, I.A.; PERISSINOTTO. Estudo da influência das ondas de calor sobre a produção de leite no Estado de São Paulo. **Bio Eng**, Campinas, v.1, p.70-81, 2007.

# RESISTÊNCIA DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE BAMBU (*Bambusa vulgaris*) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS

Lazaro de Oliveira Netto<sup>1</sup>; José Gabriel Vieira Neto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: aluno@email.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. jgvneto@uem.br

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar a resistência do concreto com aplicação de colmos de bambu (*Bambusa vulgaris*) como reforço em corpos de prova de concreto, resultando em uma alternativa para a substituição do aço no concreto armado. Os colmos de bambu foram submetidos a dois tratamentos, sendo um convencional com o bambu mantido em sentido vertical à sombra, e outro alternativo no qual o bambu foi inserido numa câmara de vapor e na sequência embebido com óleo mineral usado. Os bambus foram seccionados de duas diferentes formas, diferindo a área de seção transversal, sendo uma forma com a seção transversal do bambu seccionado ao meio, com uma taxa média de 1,04%; e outra com seção de 1/4 do diâmetro com uma taxa média de 0,94%. Constatou-se que o tratamento alternativo demonstrou grande influência na absorção de água, mostrando-se eficiente para tal fim, além de dificultar a proliferação de fungos no bambu. Observou-se que quanto maior a taxa de bambu adicionado menor foi a resistência a compressão, onde os bambus de 1/4 de diâmetro a uma taxa média de 0,94% mostraram-se mais resistentes.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a escassez de recursos naturais tem levado ao desenvolvimento e aplicação de materiais de baixo custo de produção e que por sua vez agridam menos o meio ambiente e a biodiversidade. Um exemplo seria a utilização do bambu como substituição total ou parcial do aço no concreto armado (SILVA, 2007.; LOPES et al., 2002).

Em países da Ásia, assim como no Peru, Equador, Costa Rica e Colômbia, o uso do bambu como material construtivo é difundido, sendo amplo sua aplicação. Porém, o bambu possui limitações, tais como uma estrutura de fácil ataque de insetos, além de poder sofrer um processo de degradação natural. Uma alternativa para prevenir estas desvantagens é a associação do bambu com outros materiais e/ou o seu tratamento (SILVA, 2007).

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar a resistência de corpos-de-prova de concreto com adição de bambu da espécie *Bambusa vulgaris*, sob duas maneiras de tratamento de baixo investimento. Esta seria uma alternativa para substituição do aço em pequenas construções de concreto armado, pois o aço possui um maior valor de aquisição e gera muitos resíduos na sua produção.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no laboratório de materiais e técnicas de construção da Universidade Estadual de Maringá, Campus do Arenito, de acordo com os itens seguintes.

## 2.1 Coleta dos colmos de bambu

Os colmos de bambu da espécie *Bambusa vulgaris* foram coletados dentro das instalações do Campus do Arenito – UEM Cidade Gaúcha – PR.

Após a retirada, os colmos foram destinados aos cortes, realizados no sentido longitudinal do colmo e procederam de duas formas: dividindo a seção transversal do bambu ao meio (1/2) e dividindo a seção transversal do bambu em quatro partes (1/4).

## 2.2 Cura e tratamento das taliscas de bambu

Após os cortes das seções transversais, os colmos foram mantidos em local arejado e com sombra, pois esta é uma das formas de tratamento (convencional) utilizada no experimento. Estes ficaram dispostos em sentido vertical e assim permaneceram por 60 dias.

O outro tratamento proposto neste estudo, também de baixo custo, decorreu a partir de um sistema desenvolvido, que transfere uma massa de vapor d'água quente para as taliscas de bambu, com a finalidade das mesmas dilatarem seus parênquimas e depois disto, serem submetidas a um banho de óleo mineral de descarte (óleo de motor usado), para que estes parênquimas sejam preenchidos por óleo, e dificulte a entrada de água futuramente. A temperatura foi controlada com um termômetro digital da marca Instrutemp, que possui uma capacidade de leitura de temperatura entre -32 a 380°C, com uma precisão de 2%, e mantida a 200 °C no interior da câmara de vapor. As taliscas foram mantidas em sentido vertical para a cura e permaneceram por 60 dias nesta posição, em local protegido do sol e da chuva.

## 2.3 Moldagem e cura dos corpos de prova

Utilizou-se o traço de referência para o concreto de 1:2:3,5:0,60 – referente a partes de cimento, areia, brita e relação água por cimento (a/c), definidor por Santos (2016), que apresentou resistência a compressão simples de 21 MPa.

## 2.4 Ensaio de compressão

O ensaio de compressão simples teve por base a norma NBR - 5739 (1994). Para padronização das faces dos CP's foi feito o capeamento com enxofre, a fim de estabelecer uma uniformidade na base e no topo.

A resistência a compressão foi realizada com o auxílio da prensa de testes da marca EMIC, modelo PCE 100 D, a qual tem capacidade de carga de 1 MN (Mega Newton).

## 2.5 Delineamento experimental

Os dados analisados foram de resistência à compressão simples (em MPa), obtidos em cada corpo-de-prova pela relação força/área. Foi utilizado um esquema fatorial de 2 x 2 x 2, pois neste experimento tem-se três fatores de variação: 1° tratamento alternativo ou convencional do bambu; 2° área de seção transversal de 1/2 ou 1/4 do bambu; 3° e a presença ou ausência de nós. Cada tratamento teve 5 repetições.

Com os valores das médias para cada tratamento, realizou-se a análise de variância para verificar se houve interação entre os tratamentos, com uma significância de 5%. No caso

dos tratamentos que tiveram interação, realizou-se o desdobramento da interação e gerou-se uma nova análise de variância, aplicando-se o teste Tukey (a 5% de significância) para verificar se houve ou não diferença significativa entre as médias. Utilizou-se para as análises estatísticas o software R 3.4.1.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando verificado a interação entre os fatores, observou-se que em todas as comparações houveram diferenças significativas, sendo estas: - interação tratamento e nó; - interação tratamento e área; - interação nó e área; - interação tratamento e nó e área.

Após o desdobramento da análise, foi verificado pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância que os resíduos podem ser considerados normais. Como houve interação entre os fatores, aplicou-se o teste Tukey a 5% de significância (Tabela 1) para comparar as médias.

**Tabela 1.** Resultados obtidos das interações dos diferentes tratamentos.

Parâmetros de variação	Presença de nós			
	(CN)		(SN)	
	Seção transversal			
	(1/2)	(1/4)	(1/2)	(1/4)
Tratamento do bambu	Médias (MPa)			
Sem	14,64aA	24,51aBx	15,12aA	21,73aBy
Com	16,52bAy	20,64bBx	20,29bAx	17,83bBy

Letras minúsculas (a e b) comparam as médias na coluna;

Letras maiúsculas (A e B) comparam as medias na linha;

Letras x e y comparam as medias na linha do fator presença/ausência de nó (ausência de letras indica que são estatisticamente diferentes).

Fonte: O autor.

As taxas de densidade de bambus (área da seção transversal do bambu em razão da área de concreto) usadas nos corpos de prova procederam-se de duas formas: os corpos de prova com  $\frac{1}{2}$  bambu de diâmetro tiveram uma taxa média de 1,04%, seguido de 0,94% para os corpos de prova com  $\frac{1}{4}$  de bambu.

Silva (2007) ensaiou vigas de concreto com reforço de bambu, em três diferentes percentuais densidade de bambu nas vigas, sendo uma com  $\rho = 1\%$ , outra com  $\rho = 2\%$  e outra com  $\rho = 3\%$ . Todas as vigas mostraram-se satisfatórias quanto a deformação dentro dos limites estabelecidos, fazendo com que a substituição do aço pelo bambu seja possível. O autor determinou maior resistência com  $\rho = 3\%$ , diferentemente do que foi observado neste trabalho exceto em um dos casos que o corpo de prova com bambu de 1/2 mostrou-se mais resistente.

Lima Junior et al. (2005) observaram em seu trabalho que as vigas com taxas maiores de armadura longitudinal feitas com bambu mostraram-se cerca de 80% superior às vigas com menor porcentagem de bambu. Os autores testaram vigas de referência armadas com

aço e as demais com diferentes proporções de bambu, sendo parte com 3,2% de taxa de armadura e outra com 1,6% da taxa de armadura.

#### 4. CONCLUSÃO

O tratamento do bambu com o vapor d'água e óleo ou a presença e ausência dos nós dos colmos de bambu não tiveram interferência na resistência do concreto.

A adição de uma taxa muito elevada de bambu resulta numa resistência à compressão inferior, visto que a menor taxa utilizada foi para os bambus de 1/4 de seção, a qual mostrou-se mais resistente comparando com outras densidades maiores.

A presença de nós nos colmos de bambu não interferiu na resistência, mostrando-se que o uso de colmos com a presença dos nós faz-se irrelevante na compressão.

O tratamento com vapor e óleo fez-se muito eficiente para minimizar parte do problema de absorção de água nos colmos de bambu.

#### 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 1994. 4 p.

LOPES, W. G. R.; FREIRE, W. J.; FERREIRA, G. C. S. Ensaio de arrancamento e de empuxamento aplicados a taliscas de bambu encravadas em corpos-de-prova de solo-cimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.504-510, 2002.

SILVA, O. S. **Estudo sobre a substituição do aço liso pelo bambusa vulgaris, como reforço em vigas de concreto, para o uso em construções rurais**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

SANTOS, A. R. O. **Incorporação de cinza de bagaço de cana-de-açúcar no concreto em diferentes dosagens**. 2016. 34 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha/PR. 2016.

LIMA JÚNIOR, H. C., MESQUITA, L. P.; FABRO, G., WILLRICH, F. L., CZARNIESKI, C. J. Vigas de concreto reforçadas com bambu *Dendrocalamus giganteus*. I: Análise experimental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.642-651, 2005.

# EFEITO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICOS DOS GRÃOS DE SOJA

**Rayane Vendrame da Silva<sup>1</sup>; Larissa Kathleen de Castro<sup>1</sup>; Ithalo Souza Nogueira<sup>1</sup>; Rafael de Almeida Schiavon<sup>2</sup>; Gislaine Silva Pereira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluno (a) de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: ray.vendrame@hotmail.com;

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá.

<sup>3</sup> Estudante de pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR. E-mail: gislainepereira-@hotmail.com.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar a temperatura de armazenamento ideal para os grãos de soja através da avaliação de parâmetros físicos de umidade, defeitos e peso de mil grãos. A temperatura para secagem dos grãos foi de 50°C. Os grãos foram armazenados em sacos de polietileno, sob diferentes temperaturas de armazenamento (10, 16, 22°C e ambiente). As análises foram realizadas inicialmente, após 90, 180 e 270 dias após armazenamento. Para a determinação de umidade se utilizou a metodologia da ASAE, o peso de mil grãos foi determinado segundo o método descrito nas regras para Análise de Semente, e a classificação dos grãos foi realizada conforme instrução normativa do MAPA. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Com o estudo pode-se concluir que as menores temperaturas de armazenamento (10 e 16°C) se mostraram mais indicadas por apresentarem maior uniformidade na umidade dos grãos no decorrer do armazenamento bem como menores índices de avarias nos grãos.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Com uma demanda irregular e o consumo aumentando a cada ano que passa, utilizar redes armazenadoras para que o produto seja armazenado de um ano para o outro, é uma forma de garantir que o abastecimento para consumo interno e externo (PUZZI, 2010). O objetivo de armazenar os grãos, é garantir que sua matéria seca seja conservada, para assim evitar o desenvolvimento de microrganismos vivos (SILVA, 2005).

O Brasil é um país que possui regiões de clima tropical e subtropical, que favorece a proliferação dos microrganismos, e o resfriamento artificial é uma técnica econômica e eficaz que vem sendo aplicada, a fim de inibir essa proliferação e reduzir o metabolismo dos grãos. O que por sua vez, acarreta no menor consumo de substâncias de reserva do grão no decorrer do armazenamento (LACERDA FILHO e DEMITO, 2009).

Segundo Bocatti et al. (2014) o controle de qualidade dos grãos é de extrema importância, pois nestas normas está a identificação dos defeitos, que estabelece limites para o enquadramento da soja que será comercializada.

Objetivou-se com este estudo determinar qual a temperatura de armazenamento mais indicada, avaliando a umidade, o peso de mil grãos e os defeitos dos grãos de soja no período de 270 dias.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos foram secados em um silo secador protótipo, sendo a temperatura de secagem de 50°C, até os grãos alcançarem umidade próxima a 10%.

As amostras foram armazenadas em câmaras com controle de temperatura, onde as temperaturas analisadas foram 10, 16, 22 e ambiente ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ). As análises foram feitas no início do armazenamento (inicial), 90, 180 e 270 dias.

A umidade foi determinada segundo normas da ASAE (2000), durante 24 horas a 105°C. O peso de mil grãos foi determinado seguindo a metodologia descrita nas Regras para Análise de Semente (BRASIL, 2009).

A classificação dos grãos foi determinada de acordo com a Instrução Normativa N° 11 de 15 de maio de 2007, e N° 37 de 25 de julho de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007a; 2007b). A análise estatística foi realizada com a utilização do software Sisvar, através de análise de variância e aplicando-se o teste de Tukey a 5% de significância para comparação de médias entre os tratamentos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da Tabela 1 são apresentados os valores de umidade dos grãos de soja, secados a 50°C e armazenados em 4 condições diferentes no decorrer de nove meses.

**Tabela 1.** Umidade (%) dos grãos no decorrer de nove meses de armazenamento.

Temp. Arm.(°C)	Umidade (%)			
	1º Mês	3º Mês	6º Mês	9º Mês
30	9,43 a	8,95 a	8,87 a	10,15 a
22	9,43 a	8,02 b	7,64 b	7,75 b
16	9,43 a	8,91 a	9,18 a	8,85 a
10	9,43 b	9,53 ab	10,79 a	9,39 b

As letras minúsculas comparam as médias nas linhas.

Fonte: O autor.

As condições de armazenamento influenciaram na umidade dos grãos no decorrer do armazenamento, onde os grãos armazenados a 22°C reduziram gradativamente seus teores de água no decorrer do armazenamento. Essa redução pode ter sido influenciada pelo sistema semi-hermético por permitir trocas de ar com o ambiente externo de armazenamento. Silva, Nogueira e Roberto (2005) afirmam que a umidade ideal para os grãos serem armazenados de forma segura é de 10%, pois neste nível, a atividade respiratória dos grãos é reduzida e dificulta o ataque de insetos e fungos.

A Tabela 2 apresenta o peso de mil grãos de soja, secados a 50°C, armazenados em quatro condições diferentes no decorrer de nove meses. Os grãos armazenados a 10 e 16°C apresentaram um peso maior ao longo do armazenamento em relação às outras temperaturas de armazenamento, isso indica que houveram alterações devido a influência do metabolismo, temperatura e umidade dos mesmos.

**Tabela 2.** Peso de mil grãos de soja no decorrer de nove meses de armazenamento.

Temp. Arm.(°C)	Peso de mil grãos (g)							
	1º Mês		3º Mês		6º Mês		9º Mês	
Secagem 50 °C								
30	116,89	a	119,00	a	117,26	a	116,91	a
22	116,89	a	114,45	a	116,31	a	116,17	a
16	116,89	b	115,41	b	115,31	a	117,79	a
10	116,89	b	114,55	b	112,25	b	118,01	a

As letras minúsculas comparam as médias nas linhas.

Fonte: O autor.

A Tabela 3 apresenta as porcentagens de bandinhas, defeitos metabólicos e defeitos não metabólicos dos grãos de soja, ao longo de nove meses de armazenamento.

**Tabela 3.** Defeitos dos grãos de soja no decorrer de nove meses de armazenamento.

Temp. Arm.(°C)	Bandinha (%)							
	1º Mês		3º Mês		6º Mês		9º Mês	
30	3,48	a	3,19	a	3,11	a	3,25	a
22	3,48	a	3,4	a	3,19	a	2,99	a
16	3,48	a	3,03	a	3,4	a	3,41	a
10	3,48	a	3,59	a	4,07	a	3,77	a
Defeitos não metabólicos (%)								
30	4,88	a	2,89	b	2,62	b	2,86	b
22	4,88	a	2,89	b	2,98	b	3,05	b
16	4,88	a	3,21	b	3,89	ab	2,98	b
10	4,88	a	2,75	b	3,06	b	3,41	b
Defeitos metabólicos (%)								
30	2,08	c	2,9	b	3,3	b	5,05	a
22	2,08	c	2,68	b	2,74	b	4,89	a
16	2,08	c	2,65	b	3,42	a	3,74	a
10	2,08	b	2,77	a	3,27	a	3,37	a

As letras minúsculas comparam as médias nas linhas.

Fonte: O autor.

Para as bandinhas não houve variações ao longo do armazenamento, entretanto, os defeitos metabólicos e não metabólicos, variaram ao longo do armazenamento.

Houve uma redução de defeitos não metabólicos e conseqüentemente, um aumento dos defeitos metabólicos, resultado este que já era esperado, pois os defeitos metabólicos evoluem no decorrer do armazenamento, e por conseqüência, os outros reduziram, pois são mais susceptíveis ao ataque de fungos e insetos devido suas avarias.



#### 4. CONCLUSÃO

As menores temperaturas (10 e 16°C) se mostraram mais indicadas para o armazenamento, por apresentarem maior uniformidade na umidade dos grãos, bem como menores índices de avarias nos grãos.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Moisture measurement-unground grain and seeds. In: Standards, 2000. St. Joseph: **ASAE**, p. 563, 2000.
- BOCATTI, C.R.; LORINI, I.; QUIRINO, J.R.; ROSA, E.E.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, M. A. Defeitos da classificação comercial da soja devido a infestação de percevejos na lavoura e sua evolução no armazenamento. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 6., 2014, Maringá. **Anais...** Londrina: ABRAPÓS, 2014. p. 162-169.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007a.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 37, de 27 de julho de 2007 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- LACERDA FILHO, A.F.; DEMITO, A. Resfriamento de grãos (Nota técnica). Viçosa, 2009. 8p. Disponível em:  
<http://www.coolseed.com.br/images/artigosbeneficios/triticales%20aveia%20cevada%20trigo/resfriamento%20de%20gros.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2017.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2010. 666 p.
- SILVA, L. C. **Secagem de grãos**. Boletim Técnico: AG: 04/05. Departamento de Engenharia Rural, UFES. 2005. 9p.
- SILVA, J.S.; NOGUEIRA, R.M.; ROBERTO, C.D. **Tecnologia de secagem e armazenagem para agricultura familiar**. Viçosa, MG: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2005. 138p.

## EFEITO DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO SOBRE A QUALIDADE DO ÓLEO DE SOJA

**Íthalo Souza Nogueira<sup>1</sup>; Larissa Kathleen de Castro<sup>1</sup>; Gabriel Batista Borges<sup>1</sup>; Rayane Vendrame da Silva<sup>1</sup>; Rafael de Almeida Schiavon<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aluno (a) de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.  
E-mail: ithalo\_nogueira@outlook.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

### RESUMO

Devido à grande demanda do mercado consumidor por alimentos de melhor qualidade, e buscando otimizar a pós-colheita. E é de um fator conhecido que o preparo da matéria prima para o beneficiamento, os efeitos dos métodos aplicados podem ser transferidos ao produto final e influenciar em seu comportamento tecnológico e em outros parâmetros de qualidade. Neste sentido o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito de quatro diferentes temperaturas de armazenamento dos grãos e suas influencias sobre o teor e qualidade do óleo no decorrer do armazenamento dos grãos. Para estudar esta influência foram analisados o teor de óleo e o índice de acidez do mesmo, com estes parâmetros pode ser analisado a melhor forma de conservar suas propriedades, garantindo assim melhor qualidade e agregando maior valor ao produto. Pode-se concluir que a temperatura de 10°C foi a que mais manteve as características do grão da soja, como foi possível analisar no teor de lipídios e na acidez do óleo da soja.

---

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. Na safra 2015/2016, a cultura ocupou uma área de 33,17 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,63 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 2.882 kg por hectare (EMBRAPA, 2017).

A qualidade dos grãos é um parâmetro muito importante, para a sua comercialização. Apesar de toda tecnologia disponível ainda há muitas perdas qualitativas e quantitativas, durante o processo de pós-colheita, devido à falta de manutenção ou até mesmo pela forma como as tecnologias empregadas nos silos é utilizada. (ELIAS, 2009; MARTINS et al., 2002).

Em outros trabalhos realizados com armazenamento de grãos, verificaram alterações no conteúdo de óleo e no índice de acidez. Toci et al. (2013), verificaram redução no teor de triacilgliceróis no armazenamento de grãos de café, com seis meses de armazenamento. Park et al. (2012), trabalhando com o armazenamento de grãos de arroz verificaram aumento do índice de ácidos graxos livres, já com quatro meses de armazenamento, com crescente evolução nos meses seguintes. Da mesma forma, Rehman, Habib e Zafar (2002) relataram aumento da acidez no armazenamento de milho em diferentes condições de temperatura.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito de quatro diferentes temperaturas de armazenamento dos grãos e suas influências sobre o teor e qualidade do óleo no decorrer do armazenamento dos grãos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se grãos de soja, produzidos no município de Cidade Gaúcha lavoura comercial, os quais foram colhidos com umidade aproximada de 20%, colheita mecanizada, e transportados para o Laboratório de Secagem e Armazenamento de Grãos, no Departamento de Engenharia Agrícola, no Campus do Arenito, da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Onde foi realizado a secagem em secador estacionário na temperatura de 50°C, sendo os mesmos armazenados sobre quatro temperaturas de armazenamento (10, 16, 22 e 30°C) durante seis meses, realizando-se as análises (Teor de lipídeos e índice de acidez) a cada 3 meses.

O teor lipídeos foi determinado de acordo com metodologia descrita pela AOAC (2006) e o índice de acidez do óleo segundo as normas da AOCS (2011). Para comparação dos resultados foi aplicado teste de Tukey a 5% de significância através de um teste de variância ANOVA.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os teores de óleo dos grãos de soja nas diferentes temperaturas de armazenamento observadas ao longo do tempo de armazenamento.

**Tabela 1.** Lipídeos (%) de grãos de soja no decorrer do armazenamento com secagem a 50°C, e variações de temperatura no armazenamento.

Temperaturas Armazenamento(°C)	Lipídeos (%)		
	1º Mês	3º Mês	6º Mês
30	21,18 aA	19,74 bB	20,02 bB
22	21,18 aA	19,80 bB	20,12 bAB
16	21,18 aA	20,50 bA	20,44 bA
10	21,18 aA	20,54 bA	20,82 bA

As letras minúsculas comparam as médias nas linhas e maiúsculas na coluna.

Fonte: O autor.

Observa-se que o teor de lipídeos sofre uma redução tanto ao longo do tempo de armazenamento como também entre as temperaturas de secagem sendo este mais evidente quanto maior for a temperatura de armazenamento.

Hou e Chang (2004b), ao analisarem a composição química de grãos de soja durante o armazenamento a 30°C e 84% de umidade relativa do ar, verificaram aumento no teor de lipídios durante o tempo de armazenamento, todavia os autores não explicaram os fatos que teriam ocasionado esse aumento. Por outro lado, Toci et al. (2013) verificaram, já aos seis meses, reduções nos teores de triacilgliceróis no armazenamento de grãos de café em

temperatura de 30°C. Rupollo et al. (2004) armazenando grãos de aveia também verificaram reduções ao longo do armazenamento, e afirmaram que a degradação dos lipídios durante o armazenamento ocorre em virtude dos processos bioquímicos como a respiração, ou processos de oxidação, que podem ser ocasionados por enzimas como as lipases, as fosfolipases e as peroxidases, presentes nos próprios grãos ou estarem associadas a microflora associada.

Na tabela 2 estão apresentados os índices de acidez d óleo dos grãos de soja nas diferentes temperaturas de armazenamento observadas ao longo do tempo de armazenamento.

**Tabela 2.** Acidez do óleo de soja (mg de KOH.100g<sup>1</sup> de óleo) no decorrer do armazenamento nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Temperaturas Armazenamento(°C)	Acidez do óleo de soja (mg de KOH.100g <sup>1</sup> de óleo)		
	1º Mês	3º Mês	6º Mês
30	20,35 bA	26,74 aA	27,23 aA
22	20,35 cA	22,98 bB	24,71 aB
16	20,35 bA	22,18 aB	23,50 aC
10	20,35 aA	20,92 aC	21,64 aD

As letras minúsculas comparam as médias nas linhas e maiúsculas na coluna.

Fonte: O autor.

Observa-se que a acidez lipídica aumenta ao longo do tempo de armazenamento conforme Tabela 2, no entanto ela é potencializada pela temperatura de secagem dos grãos e principalmente pela temperatura de armazenamento dos mesmos, sendo a combinação das duas um variável que pode influenciar muito na qualidade dos grãos armazenados.

Park et al. (2012) verificaram aumento significativo da acidez no armazenamento de grãos de arroz polido durante quatro meses. Resultados semelhantes com armazenamento de milho em diferentes condições de temperatura foram relatados por Rehman, Habib, Zafar (2002). As reduções nos teores de lipídios (Tabelas 1) e os aumentos de acidez (Tabelas 2) resultam da ação de lípases e fosfolipases presentes nos próprios grãos ou produzidas pela microflora associada, que contribuem para o rompimento das ligações éster dos triglicerídeos e da oxidação de cadeias carbônicas insaturadas nos ácidos graxos (NAZ et al., 2004).

#### 4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a temperatura de 10°C foi a que mais manteve as características do grão da soja, como foi possível analisar no teor de lipídios e na acidez do óleo da soja. Concluindo assim, que o mais importante no armazenamento é a temperatura que os grãos ficaram armazenados, sendo pouco significativa a variação das propriedades do óleo analisadas posterior seis meses de armazenamento do grão.

## 5. REFERÊNCIAS

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC US, 2006.
- AOCS - American oil Chemists Society. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**, 6th Edition, 2011.
- ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, S. A. A.; DIAS, A. R. G.; ANTUNES, P. L.; VAN DER LAAN, L. F. **Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade**. 1. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária da UFPel, v.1, 424p., 2009.
- EMBRAPA. **Soja**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso: 08 nov. 2017.
- HOU, H. J.; CHANG, K. C.  
Structural characteristic of purified glycinin from soybeans stored under various conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, p.3792–3800, 2004b.
- NAZ, S.; SHEIKH, H.; SIDDIQI, R.; SAYEED, S. A. Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions. **Food Chemistry**. v.88, p.253-259, 2004.
- PARK, C. E.; KIM, Y. S.; PARK, K. J.; KIM, B. K. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**. v.48, p. 25-29, 2012.
- REHMAN, Z.; HABIB, F.; ZAFAR, S. Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures. **Food Chemistry**. v. 77, p.197–201, 2002.
- RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M.C. Sistemas de armazenamento hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**. v.34, n.6, p.1715-1722, 2004
- TOCI, A.; NETO, V.; TORRES, A.; FARAH, A. Changes in triacylglycerols and free fatty acids composition during storage of roasted coffee. **LWT - Food Science and Technology**. v.50, p.581-590, 2013.

## EFEITO DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO SOBRE A QUALIDADE DAS PROTEÍNAS DE SOJA

**Larissa Kathleen de Castro<sup>1</sup>; Ithalo Souza Nogueira<sup>1</sup>; Rayane Vendrame da Silva<sup>1</sup>; Vitória Trivilin de Freitas<sup>1</sup>; Rafael de Almeida Schiavon<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aluno (a) de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR. E-mail: laricastro11@gmail.com

<sup>2</sup> Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Maringá. Cidade Gaúcha – PR.

### RESUMO

Estudos no aprimoramento dos processos agroindustriais têm se intensificado objetivando preservar a qualidade dos alimentos e otimizar o setor. No preparo da matéria prima para o beneficiamento, os efeitos dos métodos aplicados podem ser transferidos ao produto final e influenciar em seu comportamento tecnológico e em outros parâmetros de qualidade. Objetiva-se com este trabalho evidenciar possíveis alterações na proteína da soja em diferentes condições de armazenamento possibilitando desta forma a melhor utilização da tecnologia de resfriamento. Para tanto foram realizadas análises de proteína total e proteína solúvel dos grãos no decorrer do armazenamento, sendo estas análises realizadas a cada 3 (três) meses nos grãos secados a 50°C e armazenados à 10, 16, 22 e 30°C. Sendo possível observar que as temperaturas mais baixas mantiveram melhores os teores de proteína total e de proteína solúvel dos grãos, podendo-se concluir que o armazenamento refrigerado possibilita melhor manutenção dos teores de proteínas total e solúvel dos grãos de soja mantendo assim melhor sua qualidade, no decorrer do armazenamento.

---

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor e o segundo maior exportador mundial de soja, mas para que possa ser atendida a demanda interna e que possam ser aproveitados os melhores momentos de venda e de compra no mercado internacional há necessidade de que a estrutura interna de armazenamento conte com conhecimentos e tecnologias que permitam armazenamento por médios e longos períodos, o que não ocorre atualmente.

No aprimoramento dos processos agroindustriais tem sido intensificada a implantação de tecnologias que visem preservar a qualidade dos alimentos e aumentar a eficiência do setor. O valor comercial dos grãos destinados à alimentação humana e/ou dos animais depende das propriedades tecnológicas e dos parâmetros de avaliação nutricional, e ambos podem ser alterados ao longo do tempo, dependendo das condições de armazenamento, que se expressam em sua qualidade.

O objetivo real do armazenamento é manter as características que os grãos possuem imediatamente após o pré-processamento, tais como a viabilidade de sementes, a qualidade industrial e as propriedades nutritivas. Entretanto, independentemente da espécie, do depositante ou das características do local, perdas poderão ocorrer durante a permanência do produto no armazém (BROOKER et al., 1992).

Nesse contexto, a redução da temperatura de armazenamento a níveis de refrigeração, pode ser uma tecnologia promissora na manutenção da qualidade dos grãos, desde que possua métodos adequados para cada situação, retardando o desenvolvimento de insetos-praga e da microflora presente, independentemente das condições climáticas da região (REHMAN et al., 2002; DEMITO e AFONSO, 2009).

Objetiva-se com este trabalho evidenciar possíveis alterações na proteína da soja em diferentes condições de armazenamento possibilitando desta forma a melhor utilização da tecnologia de resfriamento, no que diz respeito à conservação, otimização do sistema de resfriamento dos grãos de soja e a agregação de valor em subprodutos de sua industrialização.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O material utilizado foi grãos de soja, produzidos nas proximidades de Cidade Gaúcha, colhidos mecanicamente e transportados para o Laboratório de Secagem e Armazenamento de Grãos, no Departamento de Engenharia Agrícola, no Campus do Arenito, da Universidade Estadual de Maringá – UEM, onde foi realizada a secagem a 50°C até a umidade de estudo ( $\pm 12\%$ ), bem como o armazenamento nas temperaturas estudadas (10, 16, 22 e 30°C).

O teor de proteína foi determinado pelo método descrito pela AACC (2000) e teor de proteína solúvel foi determinado segundo método descrito por Liu, Mcwatters & Phillips (1992), com modificações. Em cada amostra de 2g foram adicionados 50ml de água destilada, sendo as amostras e a água misturadas com o auxílio de agitador magnético durante 1 hora, após o que elas foram centrifugadas a 5300g durante 20min. em 24°C de temperatura em centrífuga Eppendorf Centrifuge 5430R. Uma alíquota de 1mL do sobrenadante foi coletada e a determinação do teor de proteína solúvel foi feita pelo método descrito pela AACC (2000), o mesmo utilizado para avaliação do teor de proteína bruta.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na tabela 1 estão apresentados os teores de proteína total dos grãos de soja nas diferentes temperaturas de armazenamento observadas ao longo do tempo de armazenamento.

**Tabela 1.** Proteína total (%) de grãos de soja no decorrer do armazenamento nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Temperaturas Armazenamento(°C)	Proteína total (%)		
	1º Mês	3º Mês	6º Mês
30	37,56 aA	37,51 aB	37,75 aB
22	37,56 aA	37,86 aB	37,09 bB
16	37,56 aA	38,00 aAB	37,69 aB
10	37,56 bA	38,78 aA	38,44 abA

As letras minúsculas comparam as médias nas linhas e maiúsculas na coluna.

Fonte: O autor.

A observação dos dados da Tabela 1 permite verificar que os grãos de soja apresentaram aproximadamente 37 a 38% de proteínas, estando de acordo com a literatura para a espécie (FARHOOSH, EIRNAFCHAR, SHARAYER, 2009). A redução da temperatura de armazenamento proporciona menores reduções no teor de proteína total.

Os resultados de solubilidade proteica estão apresentados na Tabela 2. Sendo organizados separadamente de acordo com cada temperatura de secagem, e são observados ao longo do período de armazenamento.

**Tabela 2.** Solubilidade da proteína (%) de grãos de soja no decorrer do armazenamento nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Temperaturas Armazenamento(°C)	Solubilidade da proteína (%)		
	1º Mês	3º Mês	6º Mês
30	20,42 aA	16,71 bB	15,57 bA
22	20,42 aA	17,1 bB	15,56 bA
16	20,42 aA	18,64 abA	16,65 bA
10	20,42 aA	18,94 abA	16,72 bA

As letras minúsculas comparam as médias nas linhas e maiúsculas na coluna.

Fonte: O autor.

Durante o armazenamento verifica-se que as maiores reduções ocorrem nos grãos armazenados nas maiores temperaturas, principalmente a 22 e 30°C. A redução da temperatura de armazenamento é importante para a preservação da solubilidade. Os maiores índices de solubilidade ao final do armazenamento foram mantidos quando os grãos foram armazenados a 10 e 16°C.

Liu et al. (2008), armazenando soja em 88% de umidade relativa do ar e 30°C, relataram redução na solubilidade proteica durante o tempo de armazenamento, sendo similar aos estudos realizados por Hou e Chang (2004).

Mudanças no conteúdo de proteínas (Tabela 1) bem como da solubilidade (Tabela 2) são explicadas na literatura (CHEN et al., 2011; STANOJEVIC et al., 2011) pela ocorrência de desnaturação proteica durante o armazenamento, bem como por alterações moleculares na estrutura  $\beta$ -pregueada e das pontes dissulfeto. Este fenômeno sugere que as proteínas



podem ser degradadas em pequenos peptídeos e aminoácidos, com o passar do tempo, devido à necessidade metabólica dos grãos, para formar compostos de defesa, em geral mais voláteis.

#### 4. CONCLUSÃO

O armazenamento refrigerado possibilita melhor manutenção dos teores de proteínas total e solúvel dos grãos de soja mantendo assim melhor sua qualidade, no decorrer do armazenamento.

#### 5. REFERÊNCIAS

- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and Storage of Grains and Oilseeds**. New York. p.450, 1992
- CHEN, L.; CHEN, J.; REN, J.; ZHAO, M. Effects of ultrasound pretreatment on the enzymatic hydrolysis of soy protein isolates and on the emulsifying properties of hydrolysates. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 59, 2600-2609, 2011.
- DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**. v.17, p.7-14, 2009.
- FARHOOSH, R.; EINAFSHAR, S.; SHARAYEI, P. The effect of commercial refining steps on the rancidity measures of soybean and canola oils. **Food Chemistry**. v. 115, p.933-938, 2009.
- HOU, H. J.; CHANG, K. C. Storage affects color and chemical composition and tofu making quality. **Journal of Food Processing and Preservation**. v.28, p.473-88, 2004.
- LIU, C.; WANG, X.; MA, H.; ZHANG, Z.; GAO, W.; XIAO, L. Functional properties of protein isolates from soybeans stored under various conditions. **Food chemistry**. v.111, p.29-37, 2008.
- LIU, K.; MCWATTERS, K.H.; PHILLIPS, R.D. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-cook defect in cowpeas. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. v.40, p.2483-2487, 1992.
- REHMAN, Z.; HABIB, F.; ZAFAR, S. Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures. **Food Chemistry**. v. 77, p.197–201, 2002.
- STANOJEVIC, S. P.; BARAC, M. B.; PESIC, M. B.; VUCELIC-RADOVIC, B. V. Assessment of soy genotype and processing method on quality of soybean tofu. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.59, p.7368-7376, 2011.

# COMPORTAMENTO DO TEOR DE ÁGUA E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO CULTIVADO COM CAPIM TANZÂNIA (*Panicum maximum cv*)

**Gessyka Roberti Volpato<sup>1</sup>; Daniela D'Orazio Bortoluzzi<sup>2</sup>; Jhésmila Ingridy Bueno<sup>3</sup>;  
Renata Cristiane Pereira<sup>4</sup>; Solange Langer Fenner Pinheiro<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Aluna de Pós Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Maringá. Umuarama – PR. E-mail: gessyka\_volpato@hotmail.com

<sup>2</sup> Aluna de Pós Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Maringá.

<sup>3</sup> Aluna de Pós Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Maringá.

<sup>4</sup> Aluna de Pós Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola – UEM.

## RESUMO

Devido a compactação dos solos agrícolas causadas pelos vários tipos de manejo do solo, que poderá intervir na densidade do solo e conseqüentemente na interação água-solo-planta, pode haver o impedimento do desenvolvimento do sistema radicular, resultando assim em baixas produções no campo. Neste sentido, o trabalho objetivou-se relacionar o a resistência a penetração e o teor de água em um latossolo vermelho distrófico sob cultivo de pastagem. O experimento foi realizado no Campus do Arenito – UEM em Cidade Gaúcha, noroeste do Paraná, onde obteve-se os dados de densidade do solo, teor de umidade e resistência a penetração (RP) nas profundidades de 0,0m a 0,5m com as camadas variando de 0,1m. Os resultados médios demonstram que os maiores índices de RP foram nas profundidades de 0,0 - 0,1 m e 0,4 – 0,5 m, sendo a profundidade de 0,0 – 0,1m a camada que apresentou menor teor de água no solo.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A grande preocupação nas áreas agrícolas é a elevação constante da compactação do solo. Isso se deve a realizações de operações mecanizadas sem considerar o teor de água em que o solo se encontra, ocasionando compressões nos solos agrícolas, alterando as propriedades físicas do solo, aumentando a densidade e resistência à penetração, impossibilitando o crescimento do sistema radicular (MENDONÇA, 2008).

Para Gubiane (2008), os fatores como densidade, porosidade, teor de água e resistência à penetração estão relacionadas à intensidade de rigidez da estrutura do solo, de modo que o teor de água e, resistência do solo à penetração são os principais fatores causadores de perda de rendimento, na cultura.

Segundo Tormena et al. (2002), com o aumento do teor de água no solo, ocorre, a redução da resistência à penetração, de forma que o teor de água interfere na resistência que o solo oferece à penetração, ou seja, à medida que o solo perde água a resistência do solo à penetração do mesmo aumenta.

O trabalho teve por objetivo avaliar o teor de umidade do solo e resistência a penetração num latossolo vermelho distrófico sob cultivo de pastagem.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus do Arenito – UEM, situado no município de Cidade Gaúcha. As coordenadas geográficas do local estão entre 23° 22'30" sul e 52°56'00" oeste e altitude média de 404 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico originado do Arenito Caiuá (EMBRAPA, 1999).

O experimento foi realizado em área sob pastagem com 5,1ha, que possuía o capim Tanzânia (*Panicum maximum cv*), como predominante. Ao decorrer dos anos a área passou por algumas reformas de pastagem, utilizando grade aradora e niveladora como implementos nas operações de reforma. A área era dividida em piquetes, abrigando ovinos adultos e jovens, durante 10 anos, porém, durante o experimento a área encontrava-se em pousio.

Na área experimental foi demarcado uma parcela de 3m<sup>2</sup>, na qual foi determinado o teor de água e a resistência a penetração (RP) nas camadas de 0,0m à 0,5m com profundidades variando de 0,1m. Foram ainda coletadas amostras de solo com cilindro volumétrico em cada profundidade para mensuração da densidade do solo.

Afim de determinar a porosidade do solo, foi mensurada a densidade real do solo por meio do método do balão volumétrico, tal como a metodologia descrita por Kiehl (1979).

O experimento foi iniciado após uma precipitação de 48 mm, ou seja, a parcela recebeu um volume de 144 L (3 m<sup>2</sup>x 48 L m<sup>2</sup>) de água proveniente de precipitação. Para elevar a umidade do solo próximo do estado de saturação foi adicionado ainda, um volume de água (570 L), para isso, foram feitas barreiras físicas no solo (com uso de enxada) delimitando a área de forma que a lâmina aplicada não escorresse fora dos limites da parcela.

Imediatamente após a saturação do solo, iniciou-se as coletas de amostras de solo utilizando um trado holandês e as medidas de RP utilizando o penetrômetro de anel dinamométrico nas profundidades mencionadas. O teor de umidade foi determinado através do método gravimétrico. As medidas de RP foram realizadas em 5 pontos diferentes da área e as de umidade em apenas um ponto. As mensurações foram duas vezes ao dia (período matutino e vespertino) em 19 dias consecutivos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

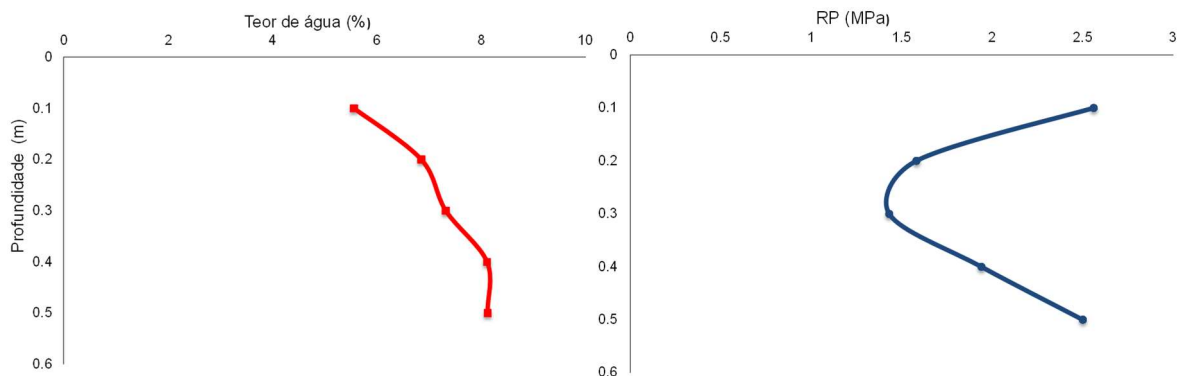
Na Tabela 2 e Figura 1 são apresentados os valores médios do teor de água solo dos 19 dias avaliados nas cinco profundidades analisadas.

**Tabela 2.** Valores de densidade do solo (Ds), valores médios de teor de água no solo e RP nas diferentes profundidades

Profundidade (m)	Teor de água (%)	RP (Mpa)	Ds (g cm <sup>3</sup> )
0,0 - 0,1	5,56	2,56	1,21
0,1 - 0,2	6,85	1,58	1,42
0,2 - 0,3	7,32	1,43	1,48
0,3 - 0,4	8,11	1,94	1,34
0,4 - 0,5	8,12	2,50	1,28

Fonte: O autor.

Analisando a Tabela 2, observa-se que o menor valor de teor de água está na profundidade de 0,0 – 0,1m, tendo a mesma camada com o maior valor de RP. Para Araujo et al., (2004), valores de RP acima de 2 MPa podem impedir o desenvolvimento radicular. As camadas de 0,1 à 0,3 m são as mais adensadas, respectivamente 1,42 e 1,48 g cm<sup>3</sup>. Segundo Reinert et al., (2007), estes valores de densidade estão abaixo dos níveis considerados críticos, pois os valores que possuem probabilidade de impedir o crescimento radicular em solos arenoso situa-se em torno de 1,65 g cm<sup>3</sup>.



**Figura 1.** Teor de água e resistência a penetração do solo.

Fonte: O autor.

A perda do teor de água no solo na profundidade de 0,0 – 0,1 m pode ser devido à porosidade da mesma (52,22%), sendo nesta profundidade a porosidade mais elevada do que as das demais áreas analisadas, subentende-se que há um maior número de macroporos, devido a maior porosidade total.

Os valores de resistência do solo à penetração sofreram uma forte influência do teor de água no solo, e na profundidade 0,0 – 0,1m houve uma perda do teor de água no solo acentuada durante os 19 dias de análise. A partir do décimo terceiro dia após ter iniciado os ensaios de resistência do solo a penetração, quando o teor de água se manteve abaixo de 3,5%, não foi mais possível realizar os ensaios de RP, devido à dificuldade de introduzir a haste do penetrômetro no solo. Conforme Silveira et al. (2010), quando o solo está seco ou apresenta baixo conteúdo de água, suas partículas apresentam-se mais próximas e difíceis de serem separadas por qualquer força externa.

#### 4. CONCLUSÃO

O maior índice de resistência do solo a penetração foi de 2,56 MPa na profundidade de 0,0 - 0,1 m, onde ocorreu maior perda do teor de água, o que pode ocasionar dificuldade no desenvolvimento radicular.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades Físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, V. 28, N. 2, 337-345, Abril. 2004.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA. **Serviço nacional de levantamento e conservação de solos**. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA. 1999, 412p.
- GUBIANI, P. I. **Tempo para a ocorrência da resistência à penetração restritiva ao feijoeiro em solo com diferentes estados de compactação**. 2008. 110 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2008.
- KIEHL, E. J. In: **Manual de edafologia**. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 1979, 264 p.
- MENDONÇA, Ã. J. **Determinação da resistência à penetração como indicador da compactação do solo a partir da umidade e densidade**. 2008. 28 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha, 2008.
- REINERT, D. J.; COLLARES, G. L.; REICHERT, J. M. Penetrômetro de cone com taxa constante de penetração no solo: desenvolvimento e teste de funcionalidade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal v.27, n.1, 304-316, jan./abr. 2007.
- SILVEIRA, D. C.; MELO, J. F. F.; SACRMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência á penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciências do solo**. V.34, p. 659-667, 2010.
- TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GOLÇALVES, C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em um latossolo cultivado sobre diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**, v.59, n.4, p.799, Maringá, 2002.

## ESTUDO DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM DIFERENTES ÁREAS

**Gessyka Roberti Volpato<sup>1</sup>; Daniela D’Orazio Bortoluzzi<sup>2</sup>; Jhésmila Ingridy Bueno<sup>3</sup>; Renata Cristiane Pereira<sup>4</sup>; Solange Langer Fenner Pinheiro<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Aluna de Pós Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Maringá. Umuarama–PR. E-mail: gessyka\_volpato@hotmail.com

<sup>2</sup> Aluna de Pós Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Maringá.

<sup>3</sup> Aluna de Pós Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Maringá.

<sup>4</sup> Aluna de Pós Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Maringá.

<sup>5</sup> Engenharia Agrícola – UEM.

### RESUMO

As propriedades físicas do solo têm grande importância para caracterização dos mesmos quanto ao uso e manejo. A resistência mecânica do solo à penetração é um termo utilizado para descrever a resistência física que o solo oferece a algo que tenta se mover através do mesmo, como uma raiz em crescimento ou uma ferramenta de cultivo, sendo influenciada pelas condições do manejo do solo, intensidade de tráfego de máquinas agrícolas ou até mesmo pelo pisoteio animal sobre o solo que aumenta o grau de compactação. Diante disso o objetivo foi avaliar a resistência à penetração em Latossolo Vermelho Distrófico comparando uma área cultivada com coco e uma cultivada com mandioca. Para mensurar a resistência do solo à penetração foi utilizado um penetrômetro de anel dinamométrico nas seguintes profundidades 0,0 - 0,1 m; 0,1 - 0,2 m; 0,2 - 0,3 m; 0,3 - 0,4 m e 0,4 - 0,5 m. Analisando as médias de resistência do solo à penetração nas duas áreas, foi observado que a área cultivada com coco (C) apresentou maior resistência do solo à penetração em relação à área cultivada com mandioca.

---

### 1. INTRODUÇÃO

As propriedades físicas do solo têm grande importância para caracterização dos mesmos quanto ao uso e manejo. As mudanças resultantes que acontecem no solo inserem aumento na densidade, decréscimo no volume de macroporos, infiltração e movimento interno de água mais lentos, aeração mais pobre e maior resistência mecânica do solo ao crescimento de raízes (SEIXAS, 1988).

Segundo Pedrotti et al. (2001), a resistência mecânica do solo à penetração é um termo utilizado para descrever a resistência física que o solo oferece a algo que tenta se mover através do mesmo, como uma raiz em crescimento ou uma ferramenta de cultivo.

Quando a resistência do solo é maior que a pressão celular, as raízes crescem na direção em que o solo apresenta menor resistência e mudam sua distribuição, apresentando deformação do sistema radicular (REINERT e REICHERT, 2006).

Para Silva et al. (2004), a resistência do solo à penetração varia bastante, sendo influenciada pelas condições do manejo do solo e a intensidade de tráfego de máquinas agrícolas ou até mesmo pelo pisoteio animal sobre o solo.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à penetração em Latossolo Vermelho Distrófico comparando uma área cultivada com coco e uma cultivada com mandioca.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Campus do Arenito – UEM, situado no município de Cidade Gaúcha, na região noroeste do Estado do Paraná.

O Campus está localizado na rodovia PR 482, km 45, sentido Cidade Gaúcha a Tapira com uma área total de 48.400 m<sup>2</sup>. As coordenadas geográficas do local estão entre 23° 22'30" Sul e 52°56'00" Oeste e altitude média de 404 m. O clima predominante da região é subtropical úmido mesotérmico. O solo é classificado como um Latossolo Vermelho Distrófico originado do Arenito Caiuá (EMBRAPA, 1999).

O experimento foi realizado em duas áreas: uma cultivada com mandioca e outra cultivada com coco.

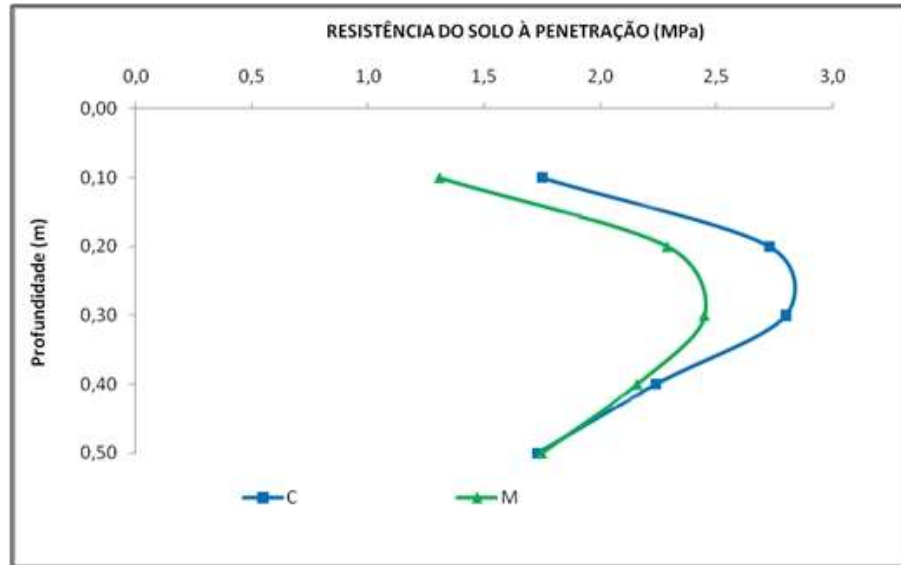
A área cultivada com mandioca é de 6,1 hectares, a cultura foi implantada por meio de preparo convencional do solo (operações com grades e arado) e o plantio realizado mecanicamente.

Na área cultivada com coco estão implantados 450 pés espaçados de 7x7 m, onde o cultivo é realizado há mais de 13 anos. Sendo que nos sete primeiros anos da implantação da cultura realizavam-se adubações a cada seis meses com cama de frango. Devido à vegetação existente na superfície do solo era necessário o corte utilizando trator com roçadora nas entre linhas.

Para a mensuração da resistência do solo à penetração foi utilizado um penetrômetro de anel dinamométrico nas seguintes profundidades 0,0 - 0,1 m; 0,1 - 0,2 m; 0,2 - 0,3 m; 0,3 - 0,4 m e 0,4 - 0,5 m, sendo os valores expressos em Mega Pascal (MPa).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para os valores de resistência do solo à penetração nas cinco profundidades, foi observado que os maiores valores de resistência do solo a penetração estão nas camadas P20 e P30 para as duas áreas (Figura 1).



**Figura 1.** Dados da resistência do solo à penetração na área de coco (C) e na área de mandioca (M).

Fonte: O autor.

Analisando as médias de resistência do solo à penetração nas duas áreas, foi observado que a área cultivada com coco (C) apresentou maior resistência do solo à penetração em relação à área cultivada com mandioca (M), respectivamente 2,25 MPa e 1,99 MPa.

Segundo Araujo et al. (2004), os valores acima de 2 MPa podem ser considerados impeditivos ao desenvolvimento radicular das culturas.

#### 4. CONCLUSÃO

O maior valor médio de resistência à penetração foi encontrado na área de coqueiro. Nesta área ocorre periodicamente o tráfego de trator com roçadora, essa atividade persiste desde o início da cultura, ou seja, a mais de 10 anos, o que pode justificar o maior valor de resistência do solo à penetração.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um latossolo distrófico cultivado sobre mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p.337-345, 2004.
- PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANAS, S. FERREIRA, M. M.; DIAS, M. S.; GOMES, A. S.; TURATTI, A. L. Resistência mecânica a penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, n. 3, p. 521-529, 2001.
- REINERT, J. D.; REICHERT, J. M. Propriedades físicas do solo. 2006. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em:



[http://www.cesnors.ufsm.br/professores/vanderlei/fundamentos\\_da\\_ciencia\\_solo/propriedades\\_fisicas\\_do\\_solo\\_i\\_semestre\\_2006.pdf](http://www.cesnors.ufsm.br/professores/vanderlei/fundamentos_da_ciencia_solo/propriedades_fisicas_do_solo_i_semestre_2006.pdf)>. Acesso em: 20 de Agosto de 2017.

SEIXAS, F. Compactação do solo devido à mecanização florestal: Causas, efeitos e práticas de controle. Piracicaba, IPEF, 1988. 11p. (**Circular Técnica, 163**).

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.399-406, mar./abr. 2004.



## **SEMANA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

*“TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA ENGENHARIA AGRÍCOLA”*



**II MOSTRA DE TRABALHOS ACADÊMICOS**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**BLOCO L 025**  
**CAMPUS DO ARENITO - CAR**

**FONE/FAX: (44) 3675-1779 / 3675-1879**  
**RODOVIA PR 482, KM 45**  
**CIDADE GAÚCHA - PARANÁ**