

## MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMA PARA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE LÍQUIDO

MARCELO JOSÉ DA SILVA<sup>1</sup>, SÉRGIO LUIZ SARAIVA DOS REIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Professor na Universidade Federal do Paraná - UFPR, Campus de Jandaia do Sul – PR, Fone: (43) 34324561, marcelo.jose@ufpr.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola e Ambiental, Estudante na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Montes Claros – MG, Fone: (38) 2101-7728, sergioreis140@ufmg.br

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** O aumento da eficiência da adubação pode ser alcançado por “boas práticas de manejo”, como: (i) deposição em local que facilite a absorção pelas raízes, e (ii) taxa de aplicação alinhada com a recomendação espacializada. O objetivo do trabalho foi desenvolver modelagem de um sistema para aplicação de fertilizantes líquidos, utilizando jato em ambos os lados da linha de cultivo. Para tanto, considerou-se a estrutura um pulverizador, o qual pode viabilizar a adubação ou a pulverização de defensivos. A modelagem e simulação foram realizadas em ambiente Simulink, vinculado ao Matlab (MathWorks, R2012a, Natick, MA, USA). Os resultados das simulações (pressão, vazão e estimativas para o coeficiente de variação) foram utilizados para definir parâmetros da máquina. Em especificação de limite máximo ao coeficiente de variação (10%), estabeleceu-se dimensões ao sistema de aplicação de fertilizante líquido, como: o diâmetro do bico injetor (3 mm), número de linhas por seção (8 linhas), e pressão de trabalho (1.5 a 4 bar) para a manutenção da regularidade de aplicação. **PALAVRAS-CHAVE:** adubação nitrogenada, boas práticas de manejo, simulação.

### MODELING AND SIMULATION OF A LIQUID FERTILIZER APPLICATION SYSTEM

**ABSTRACT:** Fertilizer efficiency can be increased by “better management practices”, such as: (i) local placement nutrients that ease uptake by the roots, and (ii) an application rate according to the spatial recommendation. Here, the objective was performing a modeling and simulation of liquid nitrogen fertilizer system, that apply a fertilizer jet at both sides of rows. For this, the propose considered a sprayer structure to make possible the nitrogen fertilization or pesticides spraying. The modeling and simulation was performed in Simulink environment, linked to the Matlab (MathWorks, R2012a, Natick, MA, USA). The simulation results (pressure, flow and coefficient of variation) were used to define some machine parameters. As result, considering a maximum limit to the coefficient of variation (10%), the primary dimensions were established to the liquid fertilizer application system, such as: injector nozzle diameter (3 mm), size of section (8 rows), and working pressure (1.5 to 4 bar) for application regularity.

**KEYWORDS:** nitrogen fertilization, better management practices, simulation.

**INTRODUÇÃO:** Atualmente, os fertilizantes líquidos são menos utilizados do que as fontes de fertilizantes granulados na agricultura brasileira. No entanto, os fertilizantes líquidos apresentam vantagens como menor demanda de energia na fase de produção, homogeneidade

da mistura, controle de dosagem e qualidade de aplicação (KORNDÖRFER et al., 1995). Para a aplicação de fertilizantes líquidos, alguns parâmetros do sistema devem ser observados com maior cautela, como a pressão e a vazão. O controle de vazão é realizado para que a aplicação do fertilizante líquido seja uma função da recomendação agrônômica, pré-definida em etapa anterior a adubação. A proposta do presente trabalho é que o sistema de pulverização também realize a aplicação de fertilizante líquido. Desse modo, o equipamento poderá realizar duas operações, em etapas distintas: a pulverização direcionada ao dossel das plantas, ou a adubação na base das linhas de cultivo. A proposta é que a aplicação de fertilizante líquido nitrogenado será realizada em faixas paralelas as linhas de cultura, para desse modo, favorecer a absorção do nutriente pelas plantas e evitar a fitotoxicidade nas folhas (VARGAS et al., 2015). Neste trabalho, o objetivo foi desenvolver um modelo de simulação do sistema hidráulico dosador de fertilizante, para desse modo, analisar as características de funcionamento e fundamentar a seleção dos componentes hidráulico.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Considerando a aplicação localizada de fertilizante, a proposta foi o desenvolver um protótipo para adubação nitrogenada por meio de fertilizantes líquidos utilizando um jato em ambos os lados da linha de cultivo. A base do circuito hidráulico para a aplicação considerou a estrutura de um pulverizador (Figura 1). Tal projeto deve otimizar o processo de produção agrícola, já que a máquina pode viabilizar operações distintas (a adubação e a pulverização), melhorando assim, a relação custo versus benefício.

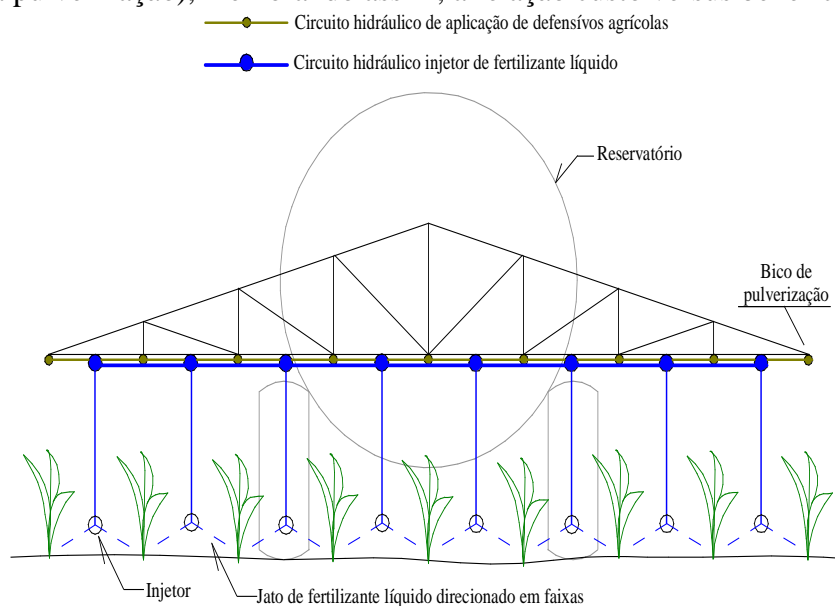


FIGURA 1. Circuitos hidráulicos para a aplicação de defensivos e fertilizantes líquidos.

A modelagem, simulação e análise do sistema hidráulico proposto à aplicação de adubo líquido foram utilizadas para fundamentar o dimensionamento e especificação dos elementos hidráulicos. A modelagem e simulação foram realizadas em ambiente Simulink, vinculado ao Matlab (MathWorks, R2012a, Natick, MA, USA). O Simulink possui bibliotecas customizáveis para a programação por meio de diagramas de blocos. Para tanto, a principal biblioteca utilizada foi a Simscape, na qual, blocos programáveis representam válvulas, tubulações, bombas e motores hidráulicos, cilindros hidráulicos, sensores de velocidade, força e pressão. A Figura 2 mostra a montagem do sistema hidráulico em diagrama de blocos do Simulink.

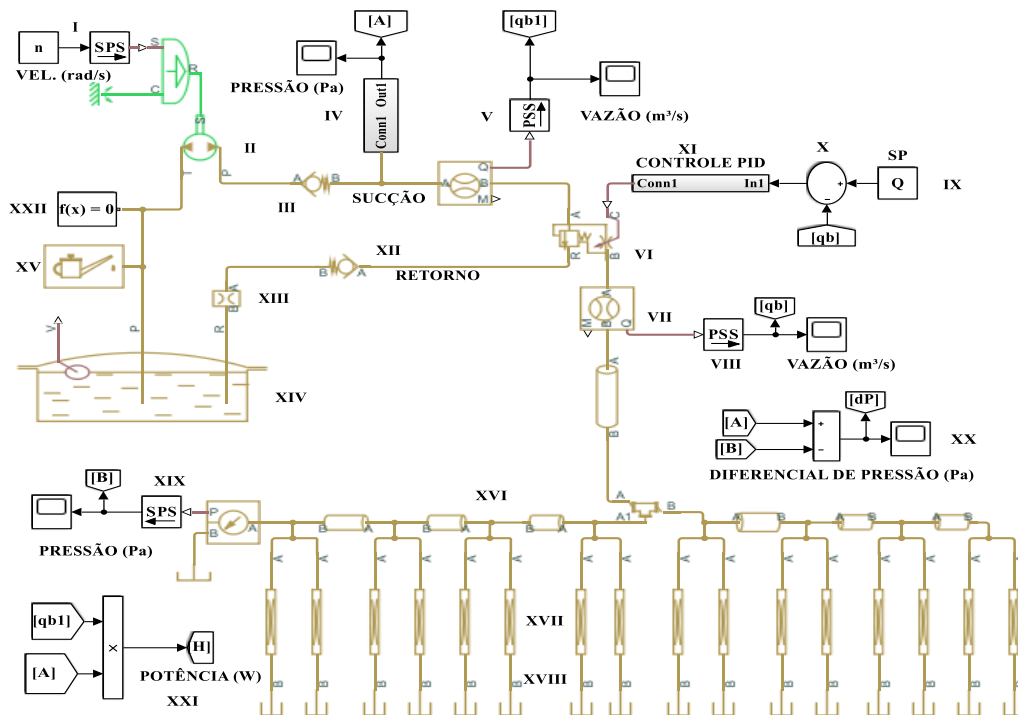


Figura 2. Modelo de sistema hidráulico para taxa de aplicação de fertilizante líquido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Em simulação do processo de aplicação de fertilizante líquido considerando número de linhas por seção (6 a 11 linhas), observou-se resultados distintos para o coeficiente de variação (Figura 3a). Em geral, para um número maior de linhas por seção, houve uma maior variação na vazão (Figura 3a) e um decréscimo na pressão (Figura 3b). O aumento do coeficiente de variação para um número maior número de bicos por seção foi associada a perda de carga através da tubulação, uma diferença de pressão do centro da seção em relação as extremidades. Essa diferença influencia diretamente a vazão de cada bico, onde podemos perceber que a partir de 10 bicos, o coeficiente de variação excede um limite proposto de 10%. A Figura 3a também mostra que o diâmetro do bico também possui efeito no coeficiente de variação (c.v.), sendo que o diâmetro de 3 mm apresentou um menor coeficiente de variação, se comparado ao injetor de  $\varnothing 4$  mm. A aplicação da quantidade correta de adubo líquido é importante, pois garante uma maior qualidade na operação. Uma dosagem precisa, com valores em torno da recomendação agrônômica, pode beneficiar o desenvolvimento uniforme da lavoura. Na aplicação mecanizada comum utilizando a distribuição à lanço, a alta variação na dosagem (20 a 35%, de acordo com Campbell et al., 2015; Fulton et al., 2001; e Virk et al., 2013). Além disso, em aplicações mecanizadas sem direção assistida por piloto automático é comum as sobreposições ou falhas entre as passadas da aplicação. Em análise do sistema de aplicação proposto (Figura 3), os menores níveis alcançados para os coeficientes de variação (abaixo de 10%) podem indicar dimensões para melhorar a qualidade da operação. Equipamentos que utilizam as tecnologias para a aplicação localizada de fertilizantes, geralmente alcançam um menor coeficiente de variação (~10%, Ning et al., 2015; e Reyes et al., 2015). Ademais, a aplicação em ambos os lados da linha pode favorecer a absorção dos nutrientes, através da distribuição em ambos os lados da linha de cultivo. Quando o fertilizante é aplicado utilizando o método de aplicação a lanço, o excesso de adubo no dossel da planta pode atrapalhar o seu desenvolvimento, limitando assim a qualidade da produção na lavoura (VARGAS et al., 2015). Os menores níveis do coeficiente de variação (abaixo de 10%) foram observados até 9-10 injetores por seção, quando considerado o

diâmetro dos bicos em  $\varnothing 3$  mm. O melhor resultado em relação aos bicos com diâmetro de  $\varnothing 4$  mm pode ser relacionado ao maior nível de pressão alcançado, o qual possibilita uma maior regularidade na aplicação. Em geral, um maior número de injetores por seção de aplicação produziu um decaimento no nível de pressão, causado pela limitação da potência disponível sob a velocidade de  $3,5 \text{ m s}^{-1}$ . A redução do nível de pressão no sistema também foi considerada como responsável pelo aumento na desuniformidade na aplicação entre os bicos injetores. Com um coeficiente de variação limitado em até 10%, nota-se que até 8 linhas por seção o valor está no limite da boa precisão para ambos os bicos ( $\varnothing 3$  e  $\varnothing 4$  mm, Figura 3).

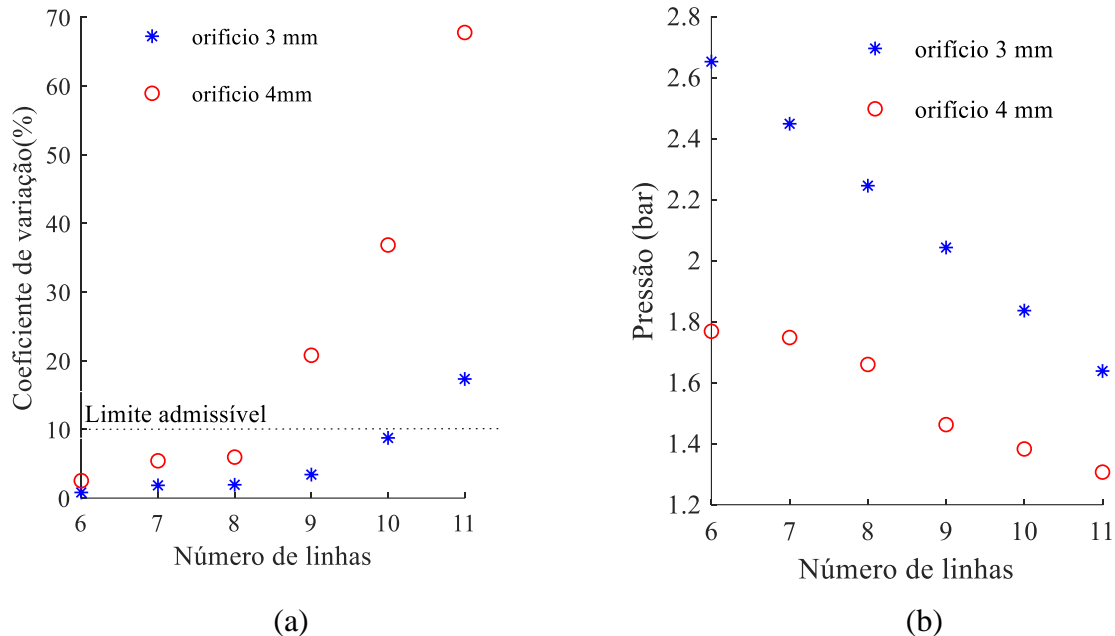


Figura 3. Número de linhas por seção (velocidade de  $3,5 \text{ m s}^{-1}$  e coeficiente de descarga 0.4).

**CONCLUSÕES:** A simulação do modelo contribuiu nas especificações do sistema hidráulico, como na observação do tamanho adequado da seção de aplicação (8 linhas) e diâmetro do orifício injetor ( $\varnothing 3$  ou  $\varnothing 4$  mm).

**REFERÊNCIAS:** CAMPBELL, C. M.; FULTON, J. P.; WOOD, C. W.; MCDONALD, T. P.; ZECH, W. C. Utilizing nutrient over mass distribution patterns for assessment of Poultry litter spreaders. **Transactions of the ASAE**, v. 53, n. 3, p. 659–666, 2015.

FULTON, J. P.; SHEARER, S. A.; CHABRA, G.; HIGGINS, S. F. Performance assessment and model development of a variable-rate, spinner-disc fertilizer applicator. **Transactions of the ASAE**, v. 44, n. 5, p. 1071–1081, 2001.

KORNDÖRFER, G. H.; ANDERSON, D. L.; MUNDIM, V. C.; SIMÕES, M. S. Produção de adubos fluidos para cana-de-açúcar. **Revista STAB**, v. 14, n. 2, p. 25–29, 1995.

NING, S.; TAOSHENG, X.; LIANGTU, S.; RUJING, W.; YUANYUAN, W. Variable rate fertilization system with adjustable active feed-roll length. **International Journal of Agriculture & Biological Engineering**, v. 8, n. 4, p. 19–26, 2015.

REYES, J. F.; ESQUIVEL, W.; CIFUENTES, D.; ORTEGA, R. Field testing of an automatic control system for variable rate fertilizer application. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 113, p. 260–265, 2015.

VARGAS, V. P.; SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; PICOLI, G. J.; CANTARELLA, H. Maize leaf phytotoxicity and grain yield are affected by nitrogen source and application method. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 2, p. 671–679, 2015.

VIRK, S. S.; MULLENIX, D. K.; SHARDA, A.; et al. Case study: distribution uniformity of a blended fertilizer applied using a variable-rate spinner-disc spreader. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 29, n. 5, p. 627–636, 2013.