

MODELAGEM NEURO-FUZZY DO DESEMPENHO OPERACIONAL DA COLHEITA MECÂNICA DO CAFEIEIRO COM COLHEDORA KTR®

F.C. Silva – Eng. Agrícola, Mestrando, UFLA/Lavras - MG, flavioufla@globocom.com; F.M. Silva – Prof. Dr. Departamento de Engenharia UFLA/Lavras; M.C. Alves – Eng. Agrônomo, Dr. Pesquisador da UFLA/Lavras.

Na cafeicultura uma das dificuldades encontradas pelos produtores se resume em determinar o momento adequado de se iniciar a colheita mecanizada, bem como determinar os níveis de vibração e velocidade operacional adequadas. Essas determinações normalmente são feitas de forma empírica, que normalmente resulta em menor eficiência de colheita. Portanto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o desempenho operacional da colheita mecânica de frutos de cafeeiro com uma colhedora KTR® por meio de um sistema ‘neuro-fuzzy’ considerando-se a variação da vibração das varetas e do índice de maturação dos frutos. Avaliaram-se quinzenalmente durante 70 dias os tratamentos com níveis de vibração de 13,34, 15,00 e 16,50 Hz, num total de 5 avaliações. Contabilizou-se o volume colhido em cada período para avaliar a eficiência da colheita mecanizada em relação a carga pendente determinado através da colheita manual. O índice de maturação dos frutos foi determinado retirando-se amostras do volume colhido manualmente em cada período. Com base no sistema ‘neuro-fuzzy’ foi possível descrever 92% da eficiência de colheita da colhedora KTR®, constatando-se aumento de eficiência de colheita com o aumento da vibração das varetas da colhedora e do índice de maturação dos frutos de café.

Os ensaios foram realizados na Fazenda Capetinga, município de Boa Esperança – MG. A cultivar avaliada no experimento foi a Novo Mundo, plantada no espaçamento 4,0 x 1,0 m, com uma população média de 2,5 mil plantas por hectare plantadas em curvas de nível, em terreno com declividade de 10%. Os dados analisados são referentes a primeira passada da colhedora em talhão que seria realizada a colheita com duas passadas da máquina. Em todas as avaliações foi utilizada a colhedora modelo Jacto KTR® Advance tracionada por um trator modelo cafeeiro de 75cv com tração dianteira auxiliar. A velocidade pretendida para os ensaios era de 1600 m/h, contudo a carga pendente das lavouras variou de 12 a 23 litros/planta, sendo assim foi mais adequado operar com velocidade de 1350 m/h, aumentando a eficiência de colheita. Esta velocidade foi mantida constante para cada um dos tratamentos, que constaram da variação da vibração em 800, 900 e 1000 ciclos/minuto (13,34, 15 e 16,5 Hz), em três distintos estágios de maturação: início, meio e fim de safra com as seguintes datas: 10/06; 24/06, 08/07, 20/07 e 19/08 do ano de 2006. Em atenção aos objetivos propostos os ensaios foram realizados com três repetições, dentro de uma mesma gleba, em parcelas aleatórias contendo no mínimo 40 plantas. Os dados foram processados utilizando o programa (Microsoft Excel) e para análise dos dados o programa Matlab R2006b®. Durante a colheita mecanizada com a colhedora KTR Advance foi determinado o volume colhido em litros/hora e percentagem de frutos nos diferentes estágios de maturação (verde, cereja, passa e seco) para as distintas vibrações. O volume de frutos foi determinado utilizando uma medida graduada em função do tempo. Realizou-se 5 repetições em cada vibração. Para a obtenção da carga pendente foi necessário realizar a colheita manual em cinco plantas aleatórias no

talhão. O índice de maturação foi obtido através da soma da percentagem dos frutos cereja, seco e passa.

Na fase de desenvolvimento do sistema 'neuro-fuzzy', definiram-se as funções de pertinência e as regras de inferência por meio de redes neurais. O sistema utilizou o operador de implicação "Sugeno", pela facilidade em adaptar a técnica de redes neurais na construção de sistemas de lógica 'fuzzy' e pela melhor aplicação desse método na modelagem de sistemas não-lineares. As redes neurais foram treinadas com o método híbrido considerando-se 35 nós, 9 parâmetros lineares, 12 parâmetros não-lineares, 3 funções de pertinência (fp) para a vibração, 3 fp para o índice de maturação e 9 regras para se estimar a eficiência de colheita. O sistema 'neuro-fuzzy' foi configurado com os seguintes operadores: 'AndMethod' = 'prod', 'OrMethod' = 'probor', 'ImpMethod' = 'prod', 'AggMethod' = 'sum', 'DefuzzMethod' = 'wtaver' e o erro de treinamento foi de 0,063.

Os valores observados e estimados pelo sistema 'neuro-fuzzy' foram comparados por meio de regressão linear, de modo a se observar a acurácia do modelo para descrever o desempenho operacional da colheita mecanizada.

Resultado e Conclusões:

Verificou-se aplicação satisfatória do sistema 'neuro-fuzzy' para descrever o desempenho operacional da colhedora KTR, constatando-se aumento de eficiência de colheita com o aumento da vibração das varetas da colhedora e do índice de maturação da cultura (Figura 1) de forma a descrever 92% da eficiência de colheita ao comparar os valores observados e os estimados pelo modelo desenvolvido (Figura 2).

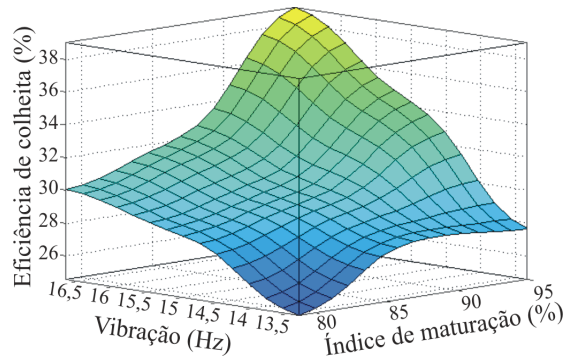


Figura 1 - Superfície de resposta do sistema 'neuro-fuzzy' (SNF) utilizado para descrever a eficiência de colheita da colhedora KTR.

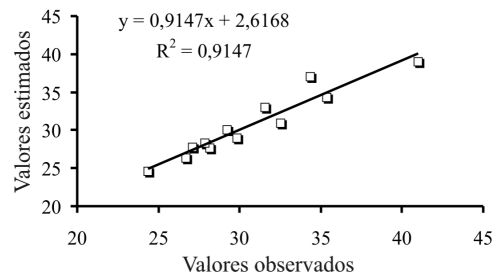


Figura 2 - Relação linear entre os valores observados e estimados pelo modelo 'neuro-fuzzy' utilizado para descrever a eficiência de colheita da colhedora KTR.

Foi possível descrever o desempenho operacional da eficiência de colheita de frutos de cafeeiro pela colhedora KTR sob interação da vibração das varetas e do índice de maturação da cultura por meio de um sistema 'neuro-fuzzy'.

Constatou-se aumento de eficiência de colheita com o aumento da vibração das varetas da colhedora e do índice de maturação da cultura.