Comparação entre métodos para determinação das propriedades físicas de grãos de milho

Atila Neves Ghiraldi Garcia\*1 (IC), Ivano Alessandro Devilla2 (PQ)

E- mail: atilaghiraldi15@gmail.com

1,2 – Universidade Estadual de Goiás, Campus Central - Ciências Exatas Henrique Santillo, Anápolis, Goiás, Brasil.

Resumo: O milho é uma cultura bastante importante no landscape agrícola mundial. No Brasil faz parte do ciclo normal de plantio. Este trabalho visou implementar e testar um algoritmo de análise de imagem e documentar as propriedades físicas do milho em diversos teores de água. Os grãos de milho foram secos em uma estufa de convecção forçada de ar até atingirem teores de água na faixa de 21 até 11%b.u. Posteriormente, os três eixos ortogonais dos grãos foram medidos com auxílio de paquímetro digital. Os grãos, também foram fotografados com uma câmera digital. As imagens foram utilizadas pelo algoritmo implementado no Matlab visando determinar os eixos ortogonais dos grãos. Foi calculado o erro entre as leituras de dimensões ortogonais dos grãos pelo paquímetro e as obtidas pela análise de imagens. Concluiu-se que : o método de análise de imagem subestimou os valores dos eixos b e c; e não foi satisfatório na do eixo c dos grãos, devendo ser refinado.

Palavras-chave: Imagens. Grãos. Matlab. Zea Mays.

|  |
| --- |
| **Introdução** |

O Milho é uma cultura da família das poáceas, sendo uma das plantas mais evoluídas e domesticadas, variando entre 0,5 a 5 metros de altura dependendo da cultivar (FAO, 2003). O Brasil é o terceiro produtor de milho do mundo, na safra 2020/2021 é estimado uma produção de 108,068,7 mil toneladas (CONAB, 2021). A importância vem do uso por diversas indústrias para a alimentação e possui grande importância na dieta da população de baixa renda e das famílias da agricultura familiar (CRUZ et al.,2013).

A secagem dos produtos agrícolas proporciona a redução do teor de água, diminuindo a atividade biológica e possibilitando a conservação do produto por longos períodos. O processo de secagem é um fenômeno de troca de calor e massa, alterando o tamanho e a forma do grão consideravelmente (CORREA et al., 2005). Durante o processo ocorre o encolhimento do produto proporcionando alterações no volume, área superficial, massa específica, entre outros. O estudo destas alterações é importante para o dimensionamento e construção de equipamentos de secagem e de separação (ARAUJO et al., 2014).

Em face do exposto o trabalho objetivou determinar as propriedades físicas dos grãos de milho nos diferentes teores de água, e comparar o método de paquímetro com o método de análise de imagem.

|  |
| --- |
| **Material e Métodos** |

As amostras foram inicialmente homogeneizadas e selecionadas para determinação dos teores de água, pelo método padrão da estufa, segundo BRASIL (2009). A estufa da marca Ethik Technology foi ajustada para a temperatura de 105±3ºC. Amostras dos grãos, em três repetições, de milho permaneceram durante 24 horas na estufa.

Amostras de grãos úmidos de, aproximadamente, 50 gramas foram dispostas em três bandejas de chapa galvanizada e perfurada (ø = 2,5 mm) para secagem em estufa. A temperatura de secagem foi de 40ºC, com circulação forçada de ar. As amostras foram pesadas periodicamente em intervalos de 15 minutos, até atingir à massa correspondente aos teores de água, a saber: 21, 19, 15, 13, 11% b.u. Para as pesagens foi utilizado uma balança da marca Gehaka de precisão de 0,01g.

Para cada teor de água foram determinados o tamanho e a forma dos grãos. Foram numerados vinte grãos em cada bandeja, desta forma quando atingidos os teores de água, os grãos foram fotografados, na posição de repouso (comprimento e largura), e na posição do eixo c (espessura). A máquina fotográfica Canon SX50 HS foi utilizada na captura das imagens. Em seguida os eixos a, b, e c foram medidos utilizando-se um paquímetro digital, marca Power Fix, com precisão de 0,01mm.

As fotos foram utilizadas como dado de entrada num algoritmo implementado no software Matlab para obter as dimensões dos grãos. Como padrão foi utilizado uma moeda de 50 centavos de real com diâmetro conhecido. A circularidade, a esfericidade e o erro relativo foram estimados confore as equações 1,2,3, respectivamente.

 $Circularidade=\frac{a}{b}$ (1)

 $Esfericidade=\frac{\sqrt[3]{a\*b\*c}}{a}$ (2)

$Erelativo=\frac{1}{n}\left|\frac{Valordopaquimetro-Valordaanalisedeimagem}{Valordopaquimetro}\right|$\*100 (3)

Em que: a= comprimento; b= largura; e c= espessura dos grãos; n= número de observações.

|  |
| --- |
| **Resultados e Discussão** |

Na Tabela 1 são mostrados os eixos a, b, c, com a utilização do paquímetro, e as estimativas de circularidade e de esfericidade dos grãos de milho nos diferentes teores de água obtidos.

Tabela 1- Dimensões dos eixos a, b, c, circularidade e esfericidade em diferentes teores de água determinados por medição com paquímetro.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Teor de água(b.u%) | a(mm) | b(mm) | c(mm) | Circularidade (%) | Esfericidade (%) |
| 21 | 12,42±1,33 | 10,28±0,84 | 4,54±0,58 | 83,58±10,41 | 67,36±5,98 |
| 19 | 12,35±1,26 | 10,12±0,84 | 4,46±0,62 | 54,95±9,61 | 44,67±5,87 |
| 15 | 12,28±1,23 | 10,11±0,85 | 4,35±0,55 | 81,90±9,56 | 65,91±5,37 |
| 13 | 12,25±1,29 | 10,10±0,86 | 4,40±0,61 | 82,28±10,44 | 66,25±6,02 |
| 11 | 11,75±1,46 | 10,90±4,11 | 4,32±0,67 | 90,66±13,60 | 68,30±10,21 |

Na Tabela 2 são mostradas as estimativas dos eixos a, b, c, com a utilização da análise de imagens, e as estimativas de circularidade e de esfericidade dos grãos de milho nos diferentes teores de água obtidos.

Tabela 2- Dimensões dos eixos a, b, c, circularidade e esfericidade em diferentes teores de água estimados por análise de imagem.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Teor de água(b.u%) | a(mm) | b(mm) | c(mm) | Circularidade (%) | Esfericidade (%) |
| 21 | 12,51±2,01 | 9,49±1,32 | 3,59±0.61 | 75,86±13,21 | 58,21±6,12 |
| 19 | 12,32±1,93 | 9,35±0,90 | 3,51±0.69 | 75,88±12,55 | 62,65±5,61 |
| 15 | 12,18±2,10 | 9,12±1,05 | 3,47±0.82 | 74,88±14,40 | 60.21±6,12 |
| 13 | 12,10±1,85 | 9,08±0,96 | 3,39±0.74 | 75,04±12,41 | 55,12±6,56 |
| 11 | 11,81±1,38 | 8,97±3,20 | 3,38±0.53 | 75,95±14,63 | 62,13±12,11 |

Verifica-se, na Tabela 2, que o algoritmo implementado subestimou os resultados obtidos para os eixos b e c em relação aos medidos pelo paquímetro. Este fato pode ser explicado devido o algoritmo não ter levado em consideração toda dimensão do grão por problemas no tratamento da imagem.

Na Tabela 3 é mostrado o erro relativo em porcentagem entre o método de imagem e do paquímetro. Nota-se que os maiores erros para os eixos ortogonais foram encontrados no eixo C (espessura), possivelmente pelo algoritmo não ter levado em consideração partes da imagem. Ainda, verifica-se que para os eixos a e b os erros relativos foram abaixo de 10%, o que segundo Mohapatra & Rao (2005), valores inferiores a 10% são aceitáveis para a engenharia. Exceção é feita para o eixo b nos teores de água de 13 e 11%b.u. Já a circularidade e a esfericidade, como são estimativas dependentes dos três eixos tiveram erro na faixa de 8,57 até 40,25%.

Tabela 3-Erros observados comparando a análise de imagem a medição no paquímetro.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Teor de água(b.u%) | a(%) | b(%) | c(%) | Circularidade(%) | Esfericidade(%) |
| 21 | 0.72 | 7,68 | 26,46 | 9,24 | 13,58 |
| 19 | 0.24 | 7,61 | 27,07 | 38,09 | 40.25 |
| 15 | 0.81 | 9,79 | 25,36 | 8,57 | 8,65 |
| 13 | 1,22 | 10.10 | 29,79 | 8,80 | 16,80 |
| 11 | 0.51 | 17,71 | 27,81 | 16,23 | 9,03 |

|  |
| --- |
| **Considerações Finais** |

Foi possível observar que: (a) o método de análise de imagem subestimou os valores dos eixos b e c; (b) o método de análise de imagem não foi satisfatório para estimativa do eixo c dos grãos; e (c) o algoritmo implementado deve ser refinado, objetivando a redução dos erros na estimativa dos parâmetros físicos do milho, devido ao seu formato e a grande variabilidade de formato entre os grãos. Dificultando a obtenção correta dos eixos dos grãos pelo software dessa maneira aumentando a possibilidade de erros.

|  |
| --- |
| **Referências** |

ARAUJO, W.D.; GONELI, A.L.D.; SOUZA, C.M.A.; GONÇALVES, A.; VILHASSANTI, H.C.B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.18, n.3, p.279-286, 2014,

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA, 2009, 395p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; PIMENTEL, M. A. G.; COELHO, A. M.; KARAM, D.; CRUZ, I.; GARCIA, J. C.; MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, M. F. de; GONTIJO NETO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; VIANA, P. A.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V. da; ALVARENGA, R. C.; MATRANGOLO, W. J. R. Produção de milho na agricultura familiar. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011, 45 p.

CAMARGO, Â. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Campinas, v.5, n.1, p.87–97, 1997,

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Brasília, março de 2021,

CORREA, P.C.; RIBEIRO, D.M.; RESENDE, O.; BOTELHO, F.M. Determinação e modelagem das propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo, durante a secagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.3, p.665–670, 2005,

FAO; Maize: Post-harvest operation, 2003,

GODOY, L.J.G.; YANAGIWARA, R.S.; VILLAS BÔAS, R.L.; BACKES, C.; LIMA, C.P. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja “pêra”. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.29, n.3, p.420-424, 2007,

GUEDES, M.A. Características físicas de grãos utilizando processamento digital de imagens. 2010. 376p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

MOHAPATRA, D.; RAO, P.S. A thin layer drying model of parboiled wheat. Journal of Food Engineering, London, v.66, n.4, p.513-18, 2005,

WILLMONT, C.J. On the validation of models. Physical Geography, Palm Beach, v.2, n.2, p.184-194, 1981,