

USO DE ANÁLISE DE IMAGENS NA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA ISO 17491-4 APLICADA EM VESTIMENTAS DE PROTEÇÃO PARA RISCOS QUÍMICOS

ANTONIO C. L. LINO¹, HAMILTON H. RAMOS²,
WILLIAN C. CAMARGO³, VIOLETA F. LINO⁴, VIVIANE C. A. RAMOS⁵,

¹Engenheiro Agrícola, Pesquisador Científico, Centro de Engenharia e Automação (CEA), Instituto Agrônomo (IAC), Jundiaí/SP, Brasil, (11) 45828155, email: lino@iac.sp.gov.br

²Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Científico, CEA, IAC, Jundiaí/SP, Brasil, email: hhramos.iac@gmail.com.

³Engenheiro Mecânico, Mestrando em Eng. Civil, Unicamp, email: williamjcamargo@yahoo.com.br

⁴Engenheira Mécânica, Doutoranda em Eng. Civil, Unicamp, email: violetalino@hotmail.com.

⁵Engenheira Agrônoma e de Segurança do Trabalho, CEA, IAC, Jundiaí/SP, Brasil, email: aguiar_vivil@hotmail.com.

RESUMO: A ISO 17491-4 é atualmente a norma utilizada na avaliação da qualidade de vestimentas de proteção para risco químico em pulverizações. Em condições normalizadas, uma calda contendo corante e tensão superficial padronizados é pulverizada sobre o corpo de uma pessoa utilizando a vestimenta em análise e, sob esta, um macacão absorvente, utilizado como amostrador, durante um minuto. Para que a vestimenta seja aprovada, a somatória das manchas no amostrador não deve ser maior que 3 vezes a de uma mancha calibrada. O dimensionamento adequado destas manchas em laboratório nem sempre é fácil, podendo constituir em fonte de erro do método. O objetivo deste trabalho foi criar e validar uma rotina no ImageJ capaz de determinar com precisão a área das manchas obtidas pela aplicação da ISO 17491-4. Para testar a precisão do método foram confeccionados quadrados de 1, 2, 3, 4 e 5 cm, cujas áreas calculadas pelo software quando comparadas as calculadas manualmente obtiveram um R2 de 0,996. A reprodutibilidade do método foi analisada por meio da aquisição da imagem de um quadrado de 3 x 3 cm, fotografado juntamente com o padrão, por três pessoas a dez alturas diferentes. Para testar o programa produziu-se manchas com 1, 2, 3 e 4 gotas em três tecidos usados na confecção da vestimenta internas. Concluiu-se que a rotina desenvolvida se adéqua a utilização com a ISO 17491-4.

PALAVRAS-CHAVE: agrotóxicos, segurança no trabalho, vestimenta de proteção individual.

ABSTRACT: The ISO 17491-4 is used for protective clothing testing against chemical risk with pesticides consisting in spray under controlled conditions, carrier containing dye and standardized surface tension on the body using the garment in question and, under this, cotton overalls, used as a sampler. So that the garment is approved, the sum of the spots should not be more than 3 times higher than a standard disc on. Proper sizing of these laboratory in patches

is not always easy, and may be an error source method. The objective was to create and validate a routine in ImageJ able to accurately determine the area of the spots obtained by the application of ISO 17491-4. To test the accuracy of the method were prepared squares of 1, 2, 3, 4 and 5 cm, those areas are calculated by the software compared the calculated handle obtaining an R^2 of 0.996. The reproducibility of the method was assessed by means of the image acquisition of a square 3 x 3 cm photographed, along with the standard, by three persons and ten different heights. To test the program was produced spots with 1, 2, 3 and 4 drops on three fabrics used in the manufacture of the inner garment. The data showed that the developed routine fits the use as a tool in the approval or disapproval of protective clothing subjected to testing by ISO 17491-4.

KEYWORDS: pesticides, worker safety, personal protective clothing.

INTRODUÇÃO:

A ISO 17491-4 é atualmente a norma utilizada na avaliação da qualidade de vestimentas de proteção para risco químico em pulverizações. Em condições normalizadas, uma calda contendo corante e tensão superficial padronizados é pulverizada sobre o corpo de uma pessoa utilizando a vestimenta em análise e, sob esta, um macacão absorvente, utilizado como amostrador, durante um minuto. Após a finalização da pulverização, a vestimenta é retirada e procura-se por manchas do corante no macacão. Para que a vestimenta seja aprovada, a somatória das manchas não deve maior que 3 vezes a de uma área calibrada, obtida pela liberação de uma gota de 25 μ L sobre o tecido absorvente. No que tange o dimensionamento adequado destas manchas em laboratório, a tarefa pode ser árdua, podendo constituir em fonte de erro do método.

Por sua vez, o software livre ImageJ, com código-fonte aberto, em linguagem Java, é um programa multiplataforma capaz de ser executado em Windows, MAC OS e Linux. Ele exibe, edita, analisa, processa, salva e imprime imagens em diversos formatos, incluindo: TIFF, PNG, GIF, JPEG, BMP e DICOM. É capaz de medir distâncias e ângulos, o valor da área e do pixel selecionado pelo usuário e criar gráficos estatísticos (ABRAMOFF et al., 2004, SCHNEIDER, 2012). Utilizando-se destas ferramentas, Lino et al. 2015, desenvolveram uma macro (rotina) para o software ImageJ, utilizando os canais B (Azul) e R (Vermelho), de imagens no espaço de cor RGB, para calcular a área de manchas em tecido, conforme ensaio realizados segundo a norma ISO 17491-4. Um espaço de cores é uma organização específica de cores, e que permite a sua representação reprodutível, tanto analógica quanto digital. O mais utilizado é o RGB, que armazena valores individuais para vermelho, verde e azul. No entanto, outros são possíveis. O espaço de cor YCbCr, por exemplo, é codificado não linearmente com base em primários RGB, onde o Y é a luminância, ou seja, a intensidade da luz e Cb e Cr são os componentes de croma (cor) em azul e vermelho respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi a criação e validação uma rotina no ImageJ, utilizando o espaço de cor YCbCr, capaz de determinar com precisão a área das manchas obtidas pela aplicação da ISO 17491-4.

MATERIAL E MÉTODOS:

Este trabalho foi realizado no Centro de Engenharia e Automação (CEA) do Instituto Agrônomo (IAC), localizado em Jundiaí, SP. As manchas padrão para cada teste foram obtidas dispensando, um volume de 25 μL de solução do corante azul de metileno com tensão superficial de $52 \pm 7,4 \text{ mN m}^{-1}$, de 5 cm de altura, sobre o tecido empregado na confecção das vestimentas internas utilizadas como amostradores no ensaio da ISO 17491-4, pelo Laboratório de Programa de Qualidade de Equipamentos de Proteção Individual na Agricultura (QUEPIA) do CEA/IAC. Para a medição das manchas, foi colocado junto a elas um disco de calibração de área, na cor preto fosco, com 12,1 mm de diâmetro, como forma de calibração do processo, eliminando erros devido a alterações no tamanho da imagem em função da variação na distância da câmera ao alvo no momento da aquisição. As imagens foram obtidas a diferentes distâncias, em função do tamanho das manchas, com uma câmera Sony Cyber-shot DSC-H400 de 20.1 MP, zoom óptico de 63x e $f = 4,4$ a 277 mm. Para realizar automaticamente o tratamento e análise das imagens dos tecidos, uma rotina computacional (macro) foi desenvolvida para o *software* ImageJ. Ela primeiramente solicita ao operador o diâmetro do padrão utilizado, com isto calculando sua área real. A seguir ela abre e faz o tratamento sequencial de cada uma das imagens contidas em uma pasta, onde estão colocadas todas as imagens de manchas resultantes da análise de um amostrador. Ela então transforma cada imagem do espaço de cor RGB (Vermelho, Verde e Azul) para o YCbCr. Uma vez que o canal Y, mede o brilho da imagem, ele permite, com mais facilidade, identificar o padrão e medir a sua área, já que o mesmo é preto fosco. Para isso é feita a operação de limiarização (*Threshold*), que a transforma em uma imagem binária, em que o padrão passa a ter o valor 0 e o resto da imagem o valor 1. E então é feita a medição da área do padrão. Comparando-se a área do padrão medido pelo programa e o real é calculado um fator de correção, que irá corrigir as áreas das manchas para uma mesma escala. Para identificar as manchas, utiliza-se os canais Cb e Cr. O primeiro canal mede o nível de azul da imagem, fazendo com que elas fiquem mais claras que o tecido, enquanto que o segundo mede o nível de vermelho da imagem, tornando as manchas (azuis) mais escuras que o tecido. Para aumentar o contraste entre elas e o tecido, e, portanto, proporcionar uma melhor identificação e medição, é processada a subtração do canal Cb pelo Cr. Como o tecido tem tons com valores muito próximos nos dois canais, o resultado desta operação, faz com que tais valores fiquem próximos de zero (preto) e as manchas fiquem com tons mais claros. Isto facilita a identificação das diferentes tonalidades de azul, proporcionadas por um deslocamento não uniforme das gotas nos sentidos da trama e urdume, tornando mais precisa a sua medição. As áreas das manchas são então corrigidas pelo fator de correção, somadas, a somatória comparada com a área da mancha calibrada e os resultados são apresentados em um quadro de resultados, que determina a aprovação ou reprovação da amostra segundo os critérios estabelecidos na ISO 17491-4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Figura 1 mostra a imagem original da mancha padrão e do disco de calibração de área, adquiridas pela câmera no espaço de cor RGB. Já na Figura 2, vê-se o canal Y da mesma imagem convertida para o espaço de cor YcbCr. Ele é aqui apresentado em 256 tons de cinza, onde 0 representa a cor preta e 255 a cor branca. Pode-se observar que o disco padrão, por estar pintado de preto fosco, fica bastante evidenciado, tendo os seus valores próximos de zero. Já a mancha é mostrada em cinza escuro e o tecido em cinza claro. Este canal foi usado para calcular a área do disco de calibração, através da binarização (*threshold*) desta imagem.

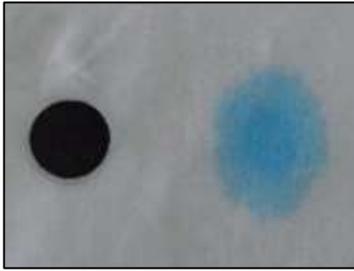


Figura 1. Imagem original de mancha e padrão no espaço de cor RGB.

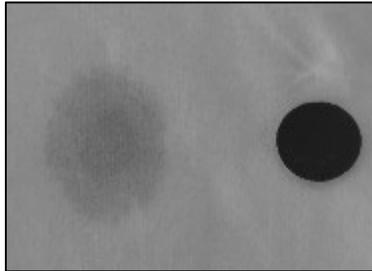


Figura 2. Canal Y da imagem original.

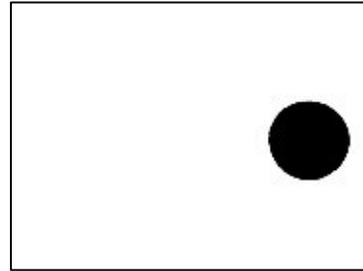


Figura 3. Binarização do canal Y

As Figuras 4 e 5 mostram os canais Cb e Cr da imagem original convertida para o espaço de cor YCbCr, também apresentado em 256 tons de cinza. Como se pode observar, nelas o disco de calibração, por não apresentar as cores azul e vermelho, tem os seus valores tão próximos dos valores do tecido, que praticamente não aparece nestas imagens. Na Figura 4, canal Cb, a mancha, por ser azul, apresenta valores maiores (mais claros) que os do tecido, ficando assim evidenciada. E na Figura 5, canal Cr, a mancha apresenta valores menores (mais escuros) que os do tecido, ficando também evidenciada, porém com valores inversos.

Ao fazer a subtração do canal Cb pelo Cr, na imagem resultante (Figura 6), o tecido, por ter, em ambas as imagens, valores muito próximos, fica com valores próximos de zero (preto). E a mancha, por ter valores bastante distantes, obtém valores mais altos (mais claros), facilitando a sua identificação e consequente medição. Esta medição é feita após a binarização da imagem (Figura 7).



Figura 4. Canal Cb da imagem original.

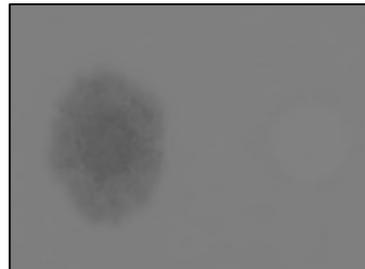


Figura 5. Canal Cr da imagem original.

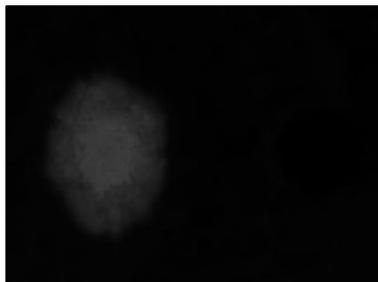


Figura 6. Subtração do canal Cb pelo Cr.



Figura 7. Binarização da imagem resultante da subtração do canal Cb pelo Cr.

A mesma operação é repetida para todas as imagens das manchas encontradas no tecido das vestimentas absorventes. As áreas das manchas são corrigidas pela área do disco de calibração e somadas. A somatória delas é comparada com a área da mancha padrão calibrada, colocada sempre como a primeira imagem na pasta de trabalho. Segundo a norma ISO 1741-4, a aprovação de uma vestimenta de proteção para risco químico com agrotóxicos não é dada pela somatória das áreas das manchas, mas sim pela proporcionalidade entre ela e à área da mancha calibrada, como forma de excluir qualquer variabilidade produzida pelo uso de diferentes tecidos amostradores. Assim, quando esta proporcionalidade for menor que 3 x 1, a vestimenta será aprovada, se for maior será reprovada.

A Tabela 1 mostra um exemplo do quadro de saída dos dados produzido pela macro (rotina) do ImageJ.

Tabela 1. Quadro de resultados gerado pela macro

Image	Area (mm ²)
Standard stain	149
St1.jpg	11
St2.jpg	108
St3.jpg	21
Sum	140
Proportion	0.94
Garment	Accepted
Developed by CEA/IAC - SP/Brazil	

CONCLUSÃO:

Os dados permitem concluir que a rotina desenvolvida se adéqua a utilização como ferramenta na análise e interpretação de dados para vestimentas de proteção submetidas a ensaio pela ISO 17491-4.

REFERÊNCIAS:

ABRÀMOFF, M.D.; MAGALHÃES, P.J.; RAM, S.J. Image processing with ImageJ. **BiophotonicsInternational**, Berkshire Common, v.11, n.7, p. 36-42, 2004.

ISO – INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO 17491-4:2008 Protective Clothing – Test methods for clothing providing protection against chemicals. Part 4 – Determination of resistance to penetration by a spray of liquid (spray test). Switzerland, 2008. 14 p.

LINO, A. C. L.; RAMOS, H. H.; AGUIAR, V. C.; VILLA, A. F.; DOS SANTOS, F. G. Avaliação dos Resultados obtidos na ISO 17491-4 por meio de análise de imagens. In: VII SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, 2015, Uberlândia - SP. Anais do VII SINTAG, 2015.

SCHNEIDER, CA, Rasband, WS, Eliceiri, KW "NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis". *Nature Methods* 9, 671-675, 2012.