

AGROTECNOLOGIA Novo sistema digital, barato e confiável, quantifica adulterações no pó de café

Na tela, as fraudes do café

A insistência de certos produtores e comerciantes em fraudar café levou uma equipe de pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) a criar um novo método para detectar contaminantes em pós torrados de café. O processo baseia-se em técnicas de análise de imagens de sensoriamento remoto, e pesquisas mostraram que ele é confiável, barato e rápido. Por **Edson Eyji Sano, Eduardo Delgado Assad e Sílvia Aída Rodrigues da Cunha**, da *Embrapa Cerrados*, e **Tânia Barreto Simões Corrêa e Hilda da Rosa Rodrigues**, da *Embrapa Agroindústria de Alimentos*.

Quando se pensa em um produto tipicamente brasileiro, o café é o primeiro a ser lembrado. Isso não acontece por acaso: o Brasil é o maior produtor de café do mundo (cerca de 25 milhões de sacas por ano) e o segundo maior consumidor do produto, desde 1995. Tomado de manhã, à noite ou nos intervalos do trabalho, o cafezinho faz parte da rotina diária da maioria dos brasileiros. Para preparar um bom café, no entanto, algumas regras são fundamentais. Uma delas é usar pó de boa qualidade, livre de contaminações que possam alterar o sabor ou causar danos à saúde e ao bolso do consumidor.

As adulterações no pó de café à venda no comércio podem ser intencionais ou não. Existem três tipos básicos de fraude: a adição de cascas e paus do próprio café ou de outros produtos, como cevada, milho, açúcar mascavo e soja; a mistura de duas espécies diferentes de café, sendo uma mais barata do que a outra; e a mistura com grãos da mesma espécie, mas provenientes de regiões diferentes.

Como as alterações do primeiro grupo são as mais prejudiciais ao consumidor, os estudos de desenvolvimento do novo método concentraram-se na sua identificação. Para os especialistas, cascas e paus encontrados no pó de café são 'impurezas', já que na maioria dos casos se originam do processo de colheita, armazenamento e beneficiamento do grão. Essa contaminação é considerada não intencional. No entanto, a presença de produtos como cevada, milho, açúcar mas-

cavo e soja é vista como intencional e, por isso, classificada como 'mistura'.

As impurezas e misturas no café torrado e moído são imperceptíveis a olho nu, o que permite a ocorrência de fraudes e compromete a qualidade do produto consumido. No Brasil, as impurezas e misturas mais comuns são cascas e paus, milho, soja, açúcar mascavo, centeio, cevada, trigo e arroz. O limite de tolerância de misturas permitido pelas leis nacionais é de 1%. Qualquer valor acima desse percentual é considerado fraude.

Os métodos de análise tradicionais

A Associação Brasileira das Indústrias de Café (Abic) utiliza, desde 1989, um método químico para testar ▶

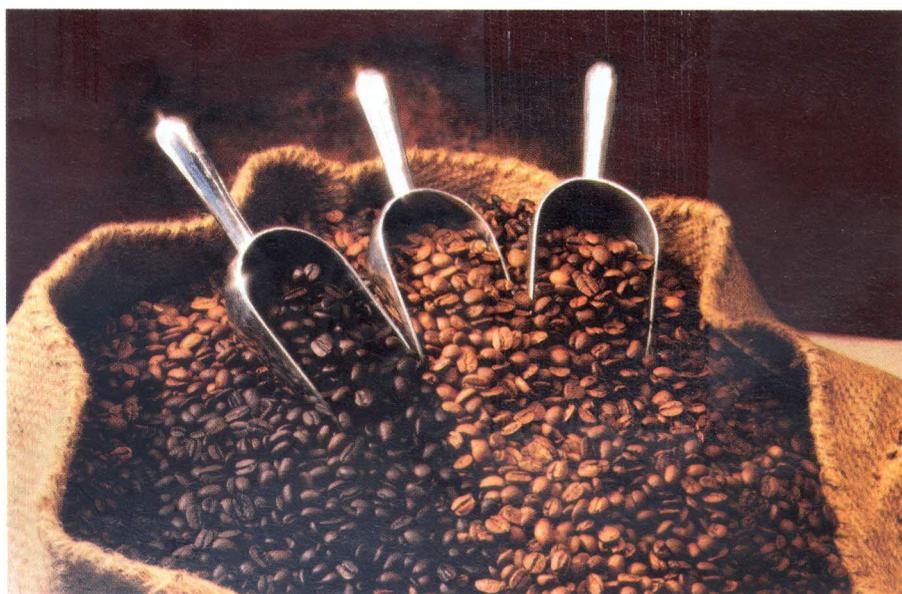


Figura 1. Percentuais de extrato aquoso obtidos, após ebulição e filtração, em diferentes misturas de milho e café

CAFÉ (%)	MILHO (%)	EXTRATO AQUOSO (%)
100	0	30,0
90	10	34,1
80	20	38,2
70	30	42,3
60	40	46,4
50	50	50,5
40	60	54,6
30	70	58,7
20	80	62,8
10	90	66,9
0	100	71,0

cerca de 2.800 marcas de café em pó disponíveis nas prateleiras dos supermercados, e concede um selo de pureza às aprovadas. Para o teste, são recolhidas quatro amostras de cada marca: uma fica lacrada no estabelecimento comercial, duas são mantidas intactas para contra-prova e a quarta é analisada.

As análises, feitas pela Abic no laboratório da Fundação Bio-Rio, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, começam com uma imersão das amostras em clorofórmio para desengordurá-las e desagregá-las. Em seguida, cada amostra é secada e examinada com lupa (aumento de 12 vezes). O exame inicial levanta a suspeita de fraude, que em seguida pode ser confirmada e quantificada através de extratos aquosos. Esses extratos são obtidos por meio da ebulição, por uma hora, de uma mistura com 5 gramas de pó de café e 300 ml de água destilada. Depois de fervida, a mistura é filtrada. O extrato aquoso é a substância que fica retida no filtro de papel.

Se a amostra é pura, a quantidade de extrato retida no filtro representa cerca de 30% do peso original do pó de café adicionado à água. Nas contaminadas, os percentuais são em geral superiores a 30% (figura 1). Outro método é a separação manual dos contaminantes com uma pinça. Nesse caso, pesam-se os dois materiais – grãos de café e grãos do(s) contaminante(s) – para obter a porcentagem de contaminação da amostra.

Esses dois processos apresentam algumas desvantagens. Em primeiro lugar, a obtenção de extratos aquosos destrói a amostra, inviabilizando sua reutilização. Além disso, existem casos em que o per-

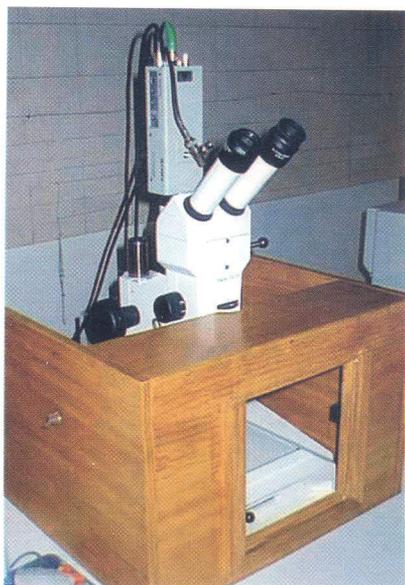


Figura 2. Lupa eletrônica conectada a uma câmera CCD e a um suporte escuro, que evita a dispersão da luminosidade sobre a amostra a ser ampliada

centual do extrato aquoso da amostra sob análise é inferior ao valor predeterminado para o café puro (30%) – isso acontece, por exemplo, se o café está contaminado com soja. Esses métodos também são demorados e de alto custo, pois são executados manualmente.

Inspiração no sensoriamento remoto

Para desenvolver o novo processo, os autores basearam-se nos conhecimentos que já dominavam sobre sensoriamento remoto aplicado à agricultura. Há algum tempo, a Embrapa

Cerrados usa imagens de satélite para fazer o monitoramento agrícola de várias culturas. As imagens são transferidas para um computador, onde um *software*, o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Spring), criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), consegue distinguir áreas de plantio, vegetação natural, rios, cidades etc., já que materiais diferentes refletem de modo também diferente a radiação (luz solar, por exemplo) que recebem. Esse *software* foi adaptado para indicar, em imagens microscópicas de amostras de pó torrado, o que é ou não café. O sistema adaptado foi batizado de SpringCafé.

A etapa seguinte foi estabelecer uma correspondência entre as misturas ou impurezas encontradas nas imagens microscópicas com seus respectivos pesos em gramas. Após estudar várias amostras de pó, fraudadas em laboratório pela própria Abic, com quantidades de contaminantes previamente conhecidas, foi possível obter curvas de ajuste que permitem estimar o percentual de peso dos materiais misturados ao café a partir do percentual da área calculado pelo SpringCafé.

Como no método tradicional, o primeiro passo do novo sistema de identificação e quantificação das impurezas e misturas é coletar o pó de café em supermercados, ao acaso, e retirar uma amostra. O material é então submetido às etapas convencionais de homogeneização, peneiramento, remoção do óleo superficial (através de imersão em clorofórmio) e filtração. Em seguida, com uma lupa eletrônica binocular, verifica-se a presença ou não de fraude. A partir daí, utiliza-se o novo método. Caso o material mostre algum tipo de impureza ou mistura, as imagens coloridas e ampliadas (em 12 vezes) do café contaminado vistas na lupa são transferidas, através de uma câmera CCD (*charge coupled device*) conectada a ela (figura 2), para um microcomputador, onde o programa SpringCafé as analisa.

Como já dito, a interpretação dessas imagens coloridas baseia-se no fato de que materiais diferentes apresentam 'assinaturas' espectrais próprias. Quando, por exemplo, olhamos para a superfície da Terra através da janela de um avião, notamos que corpos d'água (rios, represas, lagoas etc.) aparecem escuros, enquanto as culturas agrícolas ou as pastagens cultivadas são esverdeadas e os solos expostos ricos em óxidos de silício surgem esbranquiçados. Essas diferenças na cor ocorrem porque os lagos, as pastagens e os solos refletem a radiação eletromagnética na faixa espectral do visível (400 a 700 nm) com intensidades distintas, pois têm composições físicas, químicas e estruturais diferentes. Assim, é de se esperar que os grãos de café também apresentem colorações diferentes das dos grãos de milho, soja, açúcar mascavo etc.

Na época em que microcomputadores não existiam ou não eram muito comuns, os analistas colocavam folhas transparentes sobre as imagens em papel fotográfico e desenhavam os limites das classes espectrais ali presentes. Essa técnica é conhecida como 'interpretação visual' e vem sendo gradativamente substituída pela 'classificação digital', isto é, interpretação feita por *softwares* de processamento digital de imagens.

Existem duas maneiras de classificar imagens. Na primeira, conhecida como classificação não-supervisionada, a análise detecta apenas o número de classes espectrais presentes na imagem. Na segunda, a supervisionada, o usuário usa um cursor para definir na imagem, na tela do computador, áreas representativas de cada classe espectral – em seguida, com base nessa definição, o programa quantifica as áreas totais de cada classe e o percentual correspondente a cada área. O novo método utiliza a classifi-

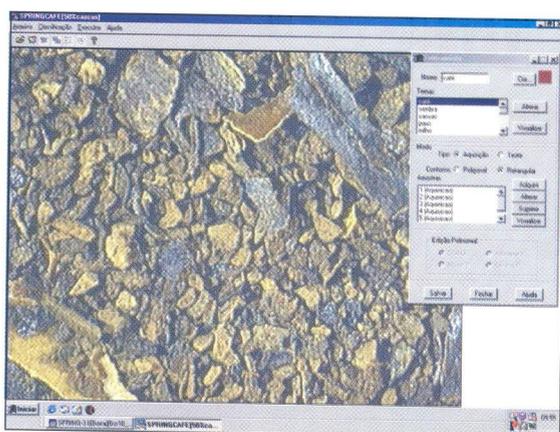


Figura 3. Tela do SpringCafé durante a definição de amostras representativas das classes espectrais presentes na imagem: café puro, cascas e paus do próprio café e sombras dos próprios grânulos do pó

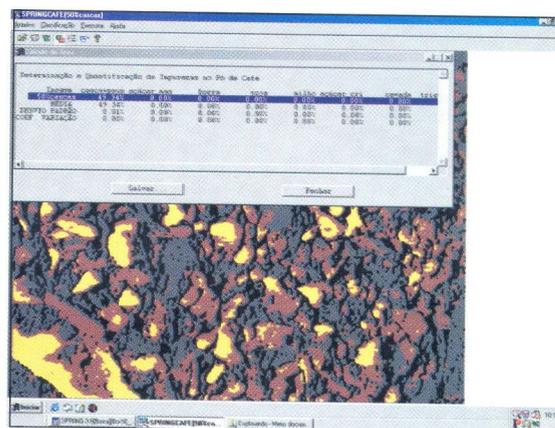


Figura 4. Tela do SpringCafé ao final do processo, mostrando o percentual (em peso) de impureza – no caso, cascas e paus – encontrado na amostra

cação supervisionada, e a definição das áreas representativas de cada contaminante (figura 3) é a única etapa sem automação.

A análise é finalizada pela quantificação dos contaminantes (figura 4), com base em equações de conversão dos percentuais em área para peso – tais equações, uma para cada tipo de impureza ou mistura, são previamente inseridas no SpringCafé. A equação abaixo, por exemplo, mostra a relação entre o percentual em área e o peso de cascas e paus, obtida após a análise de 15 imagens coloridas geradas para pós de café puros aos quais foram acrescentados diferentes percentuais (zero, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40 e 50), em peso, desse tipo de contaminante:

$$y = 15,539 \ln(x) + 5,445$$

Nessa equação, 'y' é o percentual em área de cascas e paus, 'ln' é o logaritmo neperiano (usado para facilitar o cálculo) e 'x' é o percentual em peso de cascas e paus.

O novo método apresenta uma série de vantagens em relação aos convencionais. Uma delas é que, por se basear na análise de imagens, ele não é destrutivo, ou seja, as amostras permanecem inalteradas e o procedimento pode ser repetido quantas vezes for necessário. Outra vantagem é a rapidez: pode ser realizado grande número de análises em tempo relativamente curto. Um terceiro aspecto importante é o caráter objetivo do método: exceto a fase de definição de amostras representativas, todo o procedimento de classificação é automático, o que minimiza a possibilidade de erros.

Vale ressaltar que esse método também poderá ser usado para a identificação e quantificação de impurezas orgânicas em outros alimentos, como trigo, macarrão e ração animal. Desse modo, seriam evitadas fraudes que afetam a qualidade do produto e podem causar prejuízos econômicos e danos à saúde dos consumidores.