

# Do computador para a ciência forense

Tese propõe três métodos computacionais que podem ser úteis em procedimentos tradicionais

CARMO GALLO NETTO  
carmo@reitoria.unicamp.br

As gerações mais antigas se lembram de Sherlock Holmes, personagem criado pelo médico e escritor escocês Arthur Conan Doyle, precursor dos métodos científicos de pesquisa policial, muito lido no Brasil no século passado. Nos anos de 1970, foi sucesso na televisão a famosa série estrelada pelo ator Peter Falk, protagonista do tenente Columbo, que desvendava crimes utilizando um raciocínio dedutivo e aparecia sempre na cena do crime com um gabardine surrado e encardido, conduzindo um Peugeot velho. Em um futuro muito próximo, para deleite de futuras gerações, é provável que as investigações de Sherlock Holmes sejam mostradas no interior de um laboratório de informática e Columbo apareça na cena do crime acompanhado por um sofisticado e compacto sistema de computação, conduzido por um veículo de linhas espaciais.

Fantasia à parte, é para essa direção que apontam as pesquisas realizadas por Fernanda Alcântara Andaló, bacharel em ciência da computação pela Universidade de Brasília (UnB) e mestre e doutora pelo Instituto de Computação (IC) da Unicamp, para onde veio para a pós-graduação atraída pelo renome da instituição e pelo fato de já conhecer e admirar o trabalho desenvolvido pelo professor Siome Klein Goldenstein, seu orientador no doutorado.

Bolsista de doutorado sanduíche do CNPq, ela passou o ano de 2011 na Brown University, em Providence, RI, EUA, em que trabalhou com o professor Gabriel Taubin, da Escola de Engenharia, quando desenvolveu dois dos três métodos apresentados no seu trabalho. Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado no Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), no Rio de Janeiro, convite que recebeu do professor Luiz Velho logo depois do doutorado.

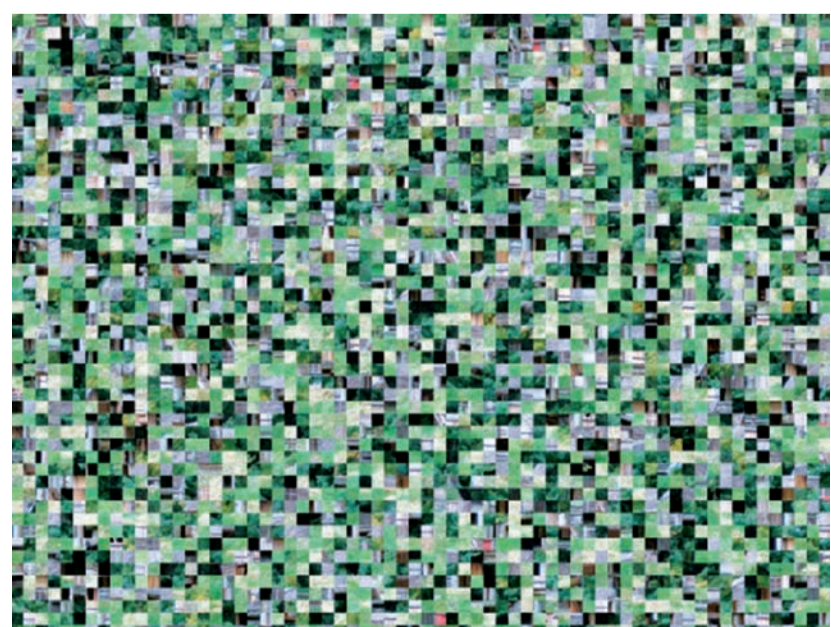
A crescente criminalidade, com seus métodos cada vez mais sofisticados, determina a necessidade de aplicação de processos científicos que possam ser usados em sua prevenção e investigação. Essas tarefas movem governos e pesquisadores. A investigação forense de um crime envolve um processo complexo, que se inicia na sua ocorrência e continua no laboratório de forma que os tribunais sejam supridos de informações e argumentos necessários à materialização da ocorrência do delito e à identificação dos culpados. Para que os resultados alcançados sejam os mais eficientes e eficazes possíveis, os investigadores precisam de suporte técnico e de conhecimento.

Com vistas a essas necessidades, o foco da tese de doutorado de Fernanda concentrou-se na ciência forense, área multidisciplinar que, além de várias disciplinas, agrega conhecimentos da ciência da computação que permitem o uso de métodos computacionais e de computadores na investigação forense. A computação forense, resultante da junção da ciência forense e da computação, estuda métodos que auxiliam o investigador na análise mais acurada de vestígios, além de fornecer bases científicas para procedimentos forenses tradicionais, permitindo a representação digital do conhecimento e das habilidades do especialista, de forma a possibilitar-lhes o uso automatizado. Em vista disso, diz ela, “o objetivo geral da minha tese é propor métodos computacionais que possam auxiliar procedimentos tradicionais da ciência forense. Proponho, então, três métodos distintos, associados a três temas da ciência forense: fotogrametria, reconstrução tridimensional de vestígios e reconstrução de imagens fragmentadas”.

Fernanda explica que no mestrado dedicou-se ao processamento de imagens, estudando e propondo descritores, que são funções utilizadas para extrair delas características de cor, forma e textura, o que torna possível compará-las para determinar o quanto são ou não semelhantes. Já no doutorado estudou inicialmente a reconstrução tridimensional (3D) a partir de imagens. Nessas reconstruções, o principal problema é a recuperação de informações de profundidade, perdidas na passagem do mundo 3D para o plano bidimensional da imagem. A partir disso, começou a estudar outros temas forenses que foram sendo agregados à tese.



Fernanda Alcântara Andaló, autora da tese: dados selecionados para experimentos foram cuidadosamente testados



Terceiro método: reconstrução de imagem a partir de 3,3 mil fragmentos, com 100% de acurácia



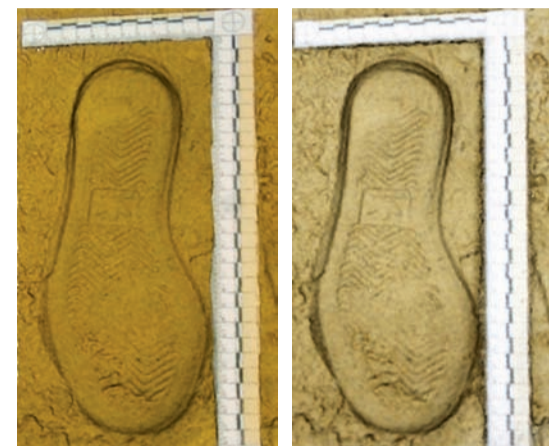
## MÉTODOS

O primeiro método estudado por ela foi o da fotogrametria, que é o processo de fazer medições no plano da imagem para relacioná-las com a altura de objetos e pessoas. A obtenção de medidas de objetos em imagens é um requisito consuetudinário em computação forense, pois a altura estimada de uma pessoa pode ser usada como evidência corroborativa. Para tanto é necessário recuperar a profundidade dos pontos tridimensionais correspondentes a cada ponto da imagem. Isso é possível pela detecção na imagem dos pontos de fuga: pontos na imagem em que as linhas paralelas projetadas se encontram. O objetivo, neste caso, é o da detecção eficaz de tais pontos de fuga em uma única imagem. A pesquisadora esclarece que atualmente existem diversos métodos de fotogrametria que utilizam pontos de fuga, mas que o detector por ela proposto se mostrou mais eficaz comparativamente aos mais recentes propostos na literatura, permitindo a medição de alturas com erro de mais ou menos 0,41 cm, o que determinou a sua incorporação em conhecido método de fotogrametria, aumentando-lhe a acurácia.

O segundo método atende às necessidades das investigações forenses que dependem da coleta e análise de vestígios encontrados na cena do crime. Neste caso, assume importância a impressão de calçado, particularmente sobre terra, areia ou neve. O desafio da perícia é a reconstrução tridimensional deste tipo de vestígio a partir de fotografia ao seu redor, de forma que possa gerar um modelo 3D digital da impressão do calçado a partir apenas de fotografias. Atualmente o método mais utilizado é o da modelagem em que um material como o gesso é derramado sobre a



Primeiro método: a partir da altura de um objeto de referência (59 cm), a altura de uma pessoa foi calculada (171,5 cm) na imagem



Segundo método: modelos tridimensionais gerados por (a) digitalização 3D e (b) o método da pesquisadora; os resultados são comparáveis.

impressão da qual, uma vez seco o material utilizado, resulta um molde. Esse processo, além de destruir o vestígio, é lento e gera custos com o transporte do molde.

Embora de emprego menor, outro método utilizado nesses casos envolve a digitalização por meio de scanners 3D. Apesar de bastante eficaz, rápido e não intrusivo, exige disponibilidade local do equipamento, o que nem sempre é possível devido ao custo e ao difícil manuseio. Além do método proposto por Fernanda exigir a utilização de apenas de uma câmera fotográfica, oferece a vantagem da rapidez e da não intrusão, apresentando ainda acurácia comparável ao do modelo gerado pela digitalização.

O terceiro método envolve a reconstrução de imagens a partir de fragmentos retangulares, a exemplo de um quebra-cabeça. É empregado quando há necessidade de reconstruir imagens fragmentadas, inclusive propositalmente a fim de ocultar informações. Através de uma formulação matemática que permite a atomização dos parâmetros envolvidos é possível descobrir a combinação dos fragmentos que levam à imagem original. A autora lembra que existem dois outros métodos recentes na literatura que tratam do mesmo problema, utilizando abordagens diferentes. Mas considera que atualmente “o nosso método é o estado da arte na reconstrução de imagens, por exigir menor tempo computacional e apresentar acurácia mais elevada”.

Fernanda realizou experimentos práticos para os três métodos propostos, embora sem testá-los em situações reais como as das investigações forenses. Entretanto, segundo ela, os dados selecionados para esses experimentos foram cuidadosamente criados e devidamente utilizados para que a acurácia dos métodos propostos fosse passível de comparação com os descritos na literatura.

A pesquisadora se preocupou em explorar métodos computacionais aplicáveis à ciência forense. Para ela o trabalho se justifica pois, embora já exista um certo grau de automação em métodos forenses tradicionais, uma grande parte do que é utilizado hoje envolve habilidade e arte ao invés de ciência.

Sobre a aplicação imediata dos métodos ela esclarece: “Nenhum método proposto para aplicações de alto risco pode ser utilizado sem que tenha sido extensivamente testado em situações reais e controladas. Os métodos propostos foram analisados e testados com embasamento científico e tiveram o desempenho comparado a outros existentes. Porém, para os seus empregos há necessidade que sejam testados com dados reais, obtidos por investigadores forenses. Estamos buscando parcerias para esse estudo”.

## Publicações

Tese: “Métodos de visão computacional aplicáveis à ciência forense”

Autora: Fernanda Alcântara Andaló

Orientador: Siome Klein Goldenstein

Unidade: Instituto de Computação (IC)