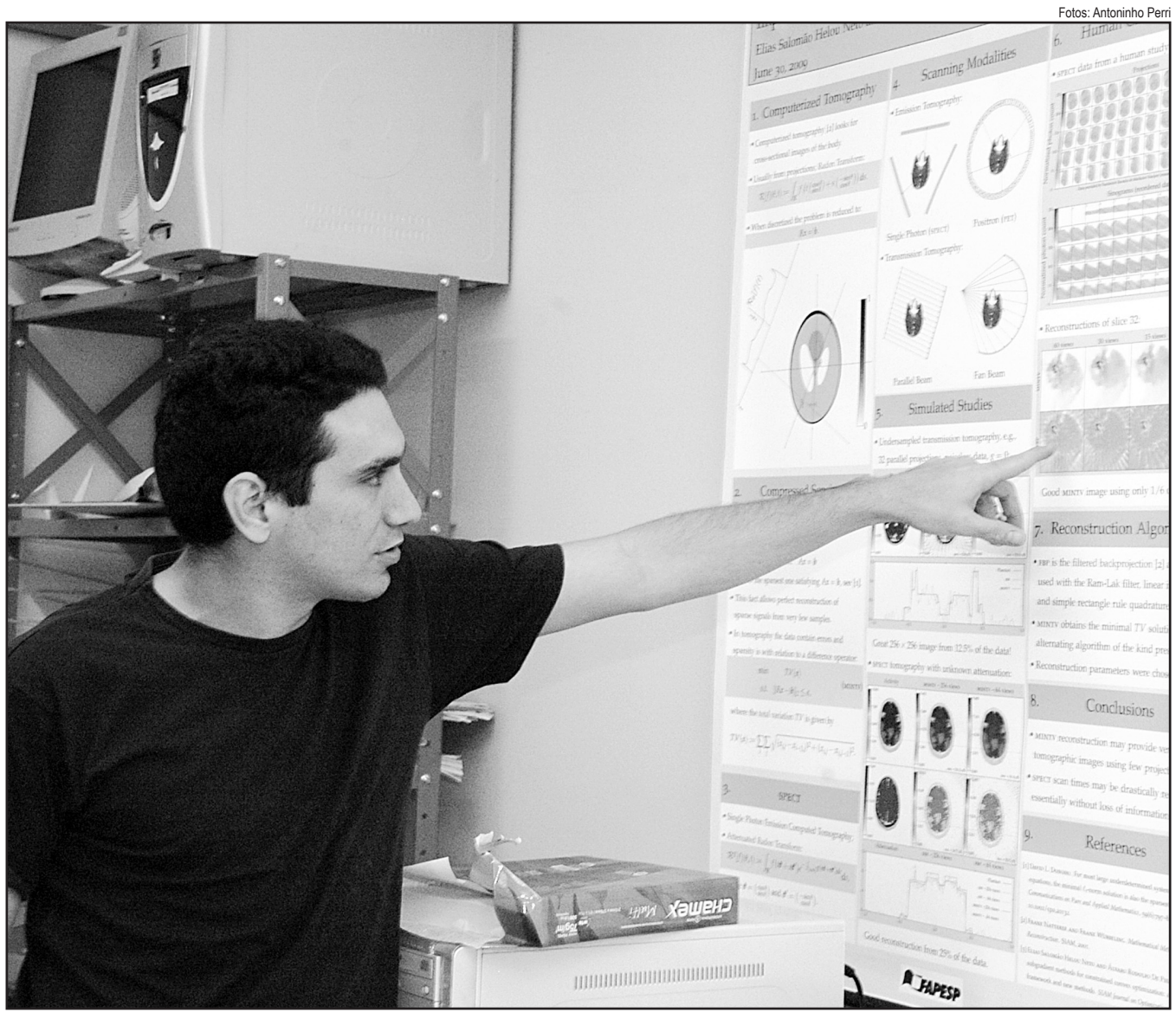
Matemático desenvolve método de reconstrução de imagens tomográficas

Tempo de obtenção de dados pode ser reduzido de meia hora para 5 minutos

LUIZ SUGIMOTO
sugimoto@reitoria.unicamp.br

Fotos: Antoninho Perri



Elias Salomão Helou Neto, autor da tese: método desenvolvido exige apenas dez ângulos para construir uma imagem

O professor Alvaro De Pierro, orientador da pesquisa:"Fizemos matemática aplicada e buscamos uma relação direta com necessidades concretas"

Trinta minutos é o tempo médio que o paciente fica exposto a uma modalidade de exames por imagem denominada Spect (sigla em inglês para tomografia por emissão de fóton único), utilizada para detectar, por exemplo, se o músculo cardíaco está ou não adequadamente irrigado. Um método de reconstrução das imagens tomográficas que está sendo desenvolvido na Unicamp, a partir de algoritmos numéricos, permitiria reduzir esse tempo de obtenção de dados para até 5 minutos: seria uma imagem com a mesma qualidade, mas com muito menos dados e diminuindo o tempo de aquisição.

O método é fruto da tese de doutorado de Elias Salomão Helou Neto, apresentada no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (Imecc), com orientação do professor Alvaro Rodolfo De Pierro. "Grande parte da tese se relaciona com algoritmos para otimização convexa, um tema bastante matemático e um tanto abstrato. O que deve interessar mais ao leigo é esta aplicação imediata para reconstrução em tomografia", afirma o autor do estudo.

Elias Helou Neto explica que a Spect serve principalmente para exames de perfusão cardíaca, mas também para diagnósticos cerebrais e oncológicos. No paciente é injetado um radioisótopo (marcador), geralmente o Tecnécio-99, que não é processado pelo organismo e permanece no sangue, possibilitando a análise do fluxo sanguíneo. "Ao decair, o radioisótopo gera o raio gama que é detectado por uma ou até três câmeras posicionadas em torno do paciente. Feita a leitura pelo tomógrafo, é necessário um método matemático para transformar esses dados em imagens do processo metabólico".

O pesquisador apresenta reconstruções a partir de dados reais de um paciente com problemas cardíacos, por meio de imagens obtidas por métodos tradicionais, em 60 ângulos diferentes. "Um software controla o giro da câmera, que ficou meio minuto em cada posição para gerar os dados completos. Nosso método exige apenas dez ângulos para construir uma imagem muito semelhante, com razoável nível de não-degradação. É uma redução para 1/6 do tempo de leitura, ou seja, de 30 para 5 minutos. A ideia é que o paciente fique menos tempo no tomógrafo, mas sem diminuir a qualidade do exame".

Esta aplicação direta é a parte mais visível do estudo, mas o autor observa que o trabalho mais intenso envolveu a busca de algoritmos flexíveis que se encaixassem no ferramental para resolver o problema da obtenção das imagens. "Pessoalmente, acho que o estudo da teoria matemática recente para desenvolver esses métodos numéricos é o aspecto mais importante. A aplicação vem em seguida, quando programamos os métodos no computador e observamos o resultado".

A diminuição dos dados, ou seja, do número de equações usadas na reconstrução (muito menor que o número de incógnitas) é possível e fundamentada por uma nova teoria matemática, conhecida como *Compressed Sensing*. Essas idéias – também denominadas novos Princípios de Incerteza ou novos Teoremas de Amostragem – estão revolucionando a matemática aplicada, especialmente em todas as áreas relacionadas com a teoria de sinais (compressão, processamento, transmissão). O objetivo do Grupo de Problemas Inversos do Imecc é a extensão dessas novas teorias à reconstrução, essencialmente de diferentes tipos de tomografia.

Agora no pós-doutorado, Elias Helou Neto segue desenvolvendo métodos matemáticos com algoritmos numéricos para otimização e trabalha também na análise estatística dos resultados para definir qual seria a redução possível no tempo de leitura do exame por Spect. "A redução que conseguimos é mais que suficiente, mas precisamos da comprovação estatística de que isso não prejudicará um diagnóstico mais sensível. Ainda que o método seja aprovado apenas para determinados exames, já vai representar um grande avanço".

Na Argentina

O professor Alvaro De Pierro, orientador da tese de doutorado e que supervisiona este trabalho de *pós-doc*, informa que o estudo estatístico tem a colaboração do pesquisador Roberto Isoardi, da Fundación Escuela de Medicina Nuclear, de Mendoza (Argentina). "Evidentemente, poderíamos desenvolver apenas a parte teórica, que é a matemática, sem os dados reais. Mas fazemos matemática aplicada e buscamos uma relação direta com necessidades concretas".

O docente do Imecc explica que o grupo argentino, que possui o equipamento de Spect, tem se encarregado de enviar tomografias de pacientes para reconstrução das imagens na Unicamp. Caberá aos médicos e físicos de Mendoza avaliar a qualidade das imagens produzidas a partir da redução de dados. Uma vantagem é que este método não pede adaptações no tomógrafo, apenas no software que reconstrói as imagens.

De Pierro, que trabalha na área de reconstrução em tomografia há mais de 20 anos, lamenta a falta de interação mais efetiva com grupos de pesquisa brasileiros. "Participamos de um projeto temático com o InCOR envolvendo outra modalidade, a PET [tomografia por emissão de pósitrons], que é a melhor ferramenta para diagnóstico de metástases e essencial para se saber, por exemplo, se uma cirurgia é viável ou não, entre outras aplicações. Mas não conseguimos dados reais de pacientes em cinco anos de projeto e trabalhamos apenas com dados simulados".

Elias Helou Neto discorre na tese sobre dois tipos de tomografia, por transmissão e por emissão. "Métodos de tomografia por transmissão costumam ter como objetivo estudar a constituição física de um objeto. Em aplicações médicas da tomografia por raios x, por exemplo, a anatomia dos órgãos internos pode ser investigada, pois eles possuem, entre si, coeficientes de atenuação diferentes e isso nos permite identificá-los em imagens obtidas por essa técnica".

O autor do estudo acrescenta que a tomografia por emissão (como a Spect e a PET) vai além da anatomia. "Em muitas circunstâncias pode haver maior interesse sobre o metabolismo, assim como no acompanhamento da dinâmica de um medicamento *in vivo*. A ideia é detectar eventos ocorridos no interior do objeto de estudo, por meio de sinais detectáveis do lado de fora. Em aplicações médicas, as emissões são causadas por decaimento radioativo de algum marcador introduzido no paciente".

A matemática

De acordo com Alvaro De Pierro, modalidades tomográficas como Spect e PET são classificadas como não-difrativas, ou seja, o sinal é emitido em linha reta, sem espalhamento ou desvio. "Em relação à Spect, uma das aplicações mais importantes é a análise do fluxo sanguíneo, a fim de localizar uma região infartada através dos sinais emitidos pelo tecnécio. Quando a câmera gama detecta o sinal, determina um conjunto de retas, ou seja, as equações para cada ângulo fixo".

O professor afirma que o objetivo, no caso, é diminuir o número de ângulos utilizados para detectar a emissão de tecnécio, o que implica aumentar os espaçamentos no giro da câmera. "Matematicamente, isso é uma questão de otimização, com muitas incógnitas e muitas soluções possíveis. Aplicamos então a teoria que já mencionamos (*Compressed Sensing*), que considero a mais importante da matemática aplicada neste século: havendo um milhão de equações para um milhão de incógnitas, tratamos basicamente de encontrar a solução, digamos, com 50 mil equações".

Aplicabilidade

A pesquisa de Elias Helou Neto já rendeu duas publicações em revistas científicas, referentes aos aspectos teóricos, sendo que o pesquisador aguarda novas avaliações do grupo de Mendoza sobre a qualidade das tomografias, antes de produzir artigo com os resultados diretamente aplicáveis.

Quanto à aplicação do método desenvolvido no Imecc, o autor atenta para a impossibilidade de qualquer previsão. "Entre a pesquisa na universidade e a aplicação prática há sempre o fator econômico. Isso pode acontecer caso uma empresa se interesse em lançar uma nova geração de equipamentos dotada com este método. Os tomógrafos já viriam com um protocolo programado, cabendo ao técnico inserir os parâmetros no software para controlar o giro da câmera".

A respeito da aplicabilidade, o professor Alvaro De Pierro observa que este e outros produtos gerados nas universidades podem levar anos para chegar ao público. "Trabalhamos de forma totalmente independente. Nosso papel é fazer pesquisa e publicá-la para discussão. Nesse caso, demos um bom exemplo de como resolver problemas teóricos de otimização, com base numa teoria nova, demonstrando ao mesmo tempo uma aplicação prática".