

Projeto 4 – Tomografia Computadorizada

Introdução¹

Em 1971, Godfrey Hounsfield, um programador britânico, trabalhando junto com um neurorradiologista, conseguiu mostrar as partes internas de um cérebro humano. Foram esses dois que batizaram o processo que acabavam de inventar com o nome pomposo de *tomografia computadorizada axial transversa*. Vem a ser uma técnica para reconstruir imagens bidimensionais de seções transversais de pacientes a partir de um conjunto de fluxos de *Raios X* unidimensionais. As vantagens de tal facilidade são óbvias: ao invés de examinar vagas sombras em um fotograma (chapa) de *Raios X* convencional, os médicos podem examinar alterações patológicas na anatomia com o mesmo grau de clareza que teriam se tivessem cortado o paciente em duas partes.

Para construir cada imagem, são emitidos feixes de *Raios X* que ultrapassam o corpo do paciente e são captados por detectores. A fração de fótons da radiação que não é absorvida ou desviada pelo corpo é captada por detectores dotados de um "*cristal cintilador*" ou um "*fotomultiplicador*" que converte a energia incidente em corrente elétrica, proporcional à potência dos *Raios X* originais, que por sua vez é convertida em sinais eletrônicos que são enviados a um computador, que constrói as imagens.

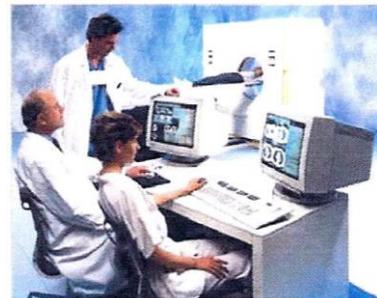


FIGURA 1: Tomógrafo.

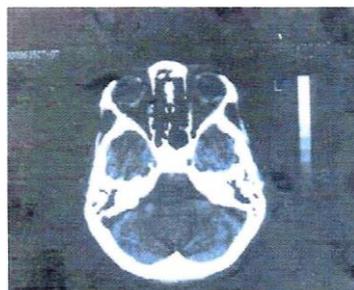


FIGURA 2: Uma imagem da base de um crânio obtida por tomografia computadorizada.

¹ Retirada da referência [2]

A construção de uma imagem requer encontrar soluções aproximadas de sistemas muito grandes de equações lineares. Neste trabalho apresentamos o modo como são montadas essas equações e apresentamos um algoritmo que se enquadra na chamada classe de *Técnicas de Reconstrução Algébrica* (TRA), que é utilizado para encontrar soluções aproximadas desses sistemas lineares, soluções essas que são úteis na construção das imagens das seções transversais do corpo em formato digital.

Existem dois modos de "escanear" a seção transversal: o *modo paralelo* e o *modo leque*, conforme as Figuras 3 e 4.

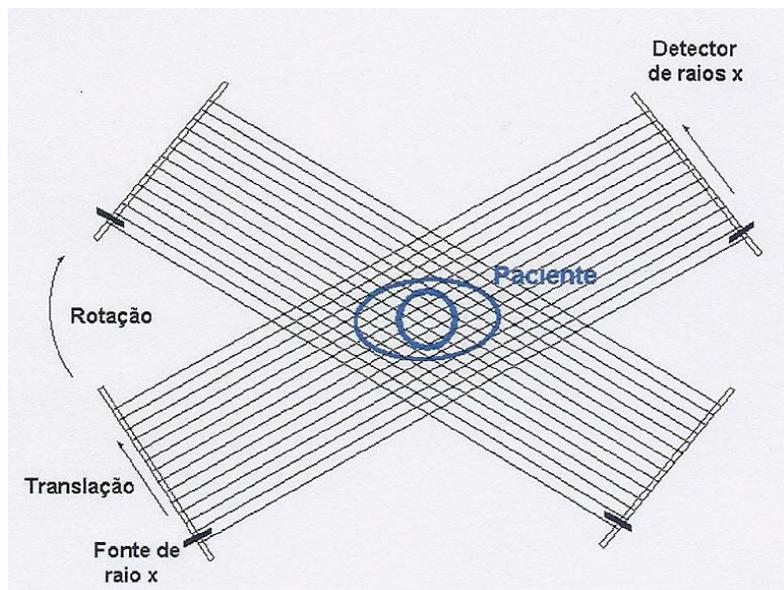


FIGURA 3: "Escanear" por meio de Raios X em modo paralelo.

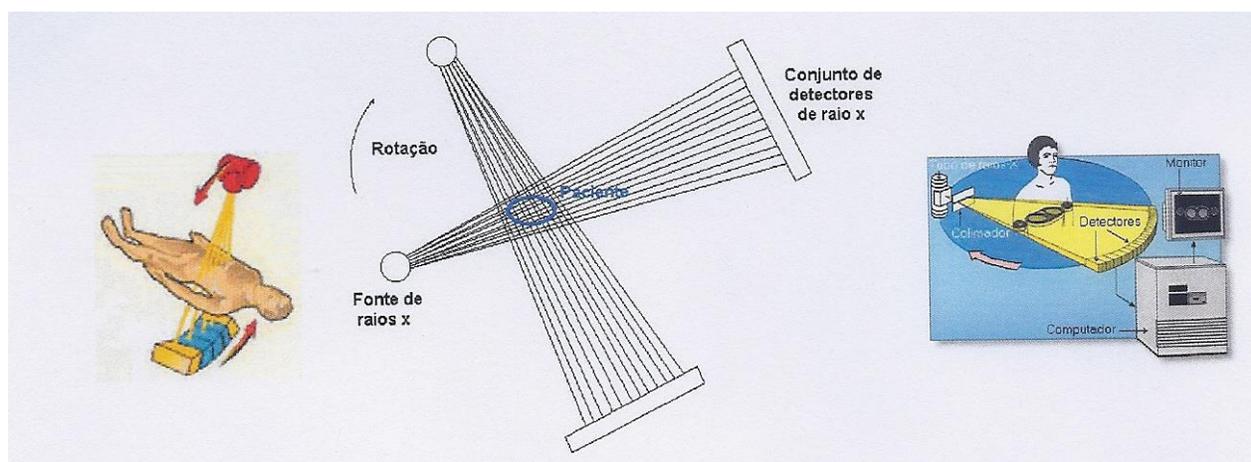


FIGURA 4: "Escanear" por meio de Raios X em modo leque.

No modo paralelo, a fonte de *Raios X* emite feixes de raios paralelos que ultrapassam o paciente e a radiação que não foi absorvida ou desviada é captada pelos detectores de *Raios X*. Em seguida, o par fonte-detector é girado de um pequeno ângulo e é feito um novo conjunto de medidas. Esse processo é repetido até ser obtido o número de medidas desejado. Analogamente, no modo leque, a fonte de *Raios X* gera um leque de raios e o que não foi absorvido ou desviado pelo paciente é captado pelo detector de *Raios X*. A fonte e o detector são girados e são feitas novas medidas. Esse processo é repetido até que o número de medidas seja suficiente. A Figura 5 mostra um dos feixes de *Raios X* transpassando um paciente. Na mesma figura temos, ao fundo, os *pixels* da imagem da seção transversal desejada. Os *pixels* são pequenos quadrados monocromáticos que formam a imagem, ou seja, são os "elementos básicos" da imagem. Na tomografia, a cada *pixel* é atribuída uma tonalidade de cinza.

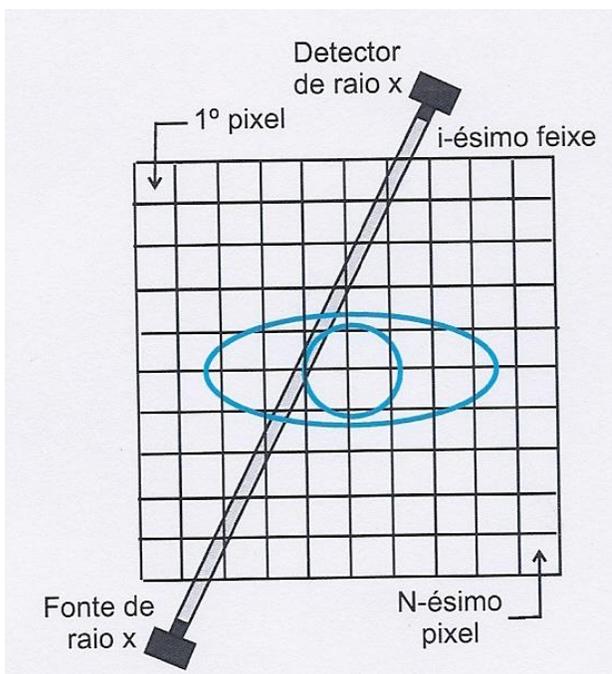


FIGURA 5: Um dos feixes de Raios X transpassando o paciente.

Referências

- [1] Anton & Rorres, Álgebra Linear com Aplicações, 10ªed, Bookman, 2012
- [2] Costa, F.M. & Agustini, E. , Álgebra Linear e Formação de Imagens: a Tomografia Computadorizada, FAMAT em Revista – Número 05 – Setembro de 2005.

O projeto

1. Leia o artigo [2] ou o capítulo correspondente em [1], faça um pequeno resumo. Verifique todas as passagens e provas para se certificar que estão corretas. Complete com informações mais atuais e reais.
2. Implemente os algoritmos descritos, inclusive com a reconstrução da imagem.
3. Considere um exemplo simples onde temos uma malha 3x3, dada pela figura abaixo. As densidades do feixe medido estão representadas representadas na figura.

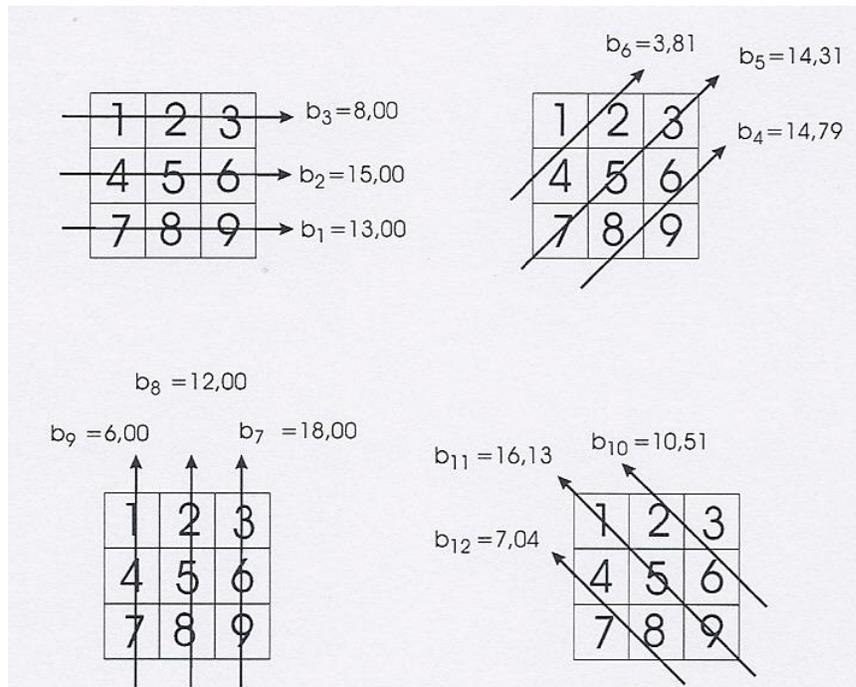


FIGURA 6: Os feixes de Raios X e suas medidas no detector.

Construa as 12 equações a partir da densidade dos 9 pixels, utilizando o método do centro do pixel, da reta central e da área. Suponha que a distância entre a reta central de feixes adjacentes é igual ao comprimento de um único pixel. Suponha ainda que a largura de cada feixe seja igual ao comprimento do pixel. (Vide [2])

4. Aplique o algoritmo generalizado para reconstruir a imagem do exemplo.
5. No primeiro sistema comercial, construído por Hounsfield da empresa EMI, Ltda., utilizava-se um sistema com 6400 pixels, ordenados em uma grade de 80 x 80 pixels. O catscan da G.E. utiliza 262.144 pixels em uma grade de 512 x 512. Desafio: Vocês conseguem construir dois exemplos simulando a reconstrução da imagem nesses dois sistemas? Ou seja, simule para diferentes vetores de densidade e desenhe a imagem.