5 Conclusão e Trabalhos Futuros

Os resultados obtidos mostraram que a estratégia de modelagem 3D proposta neste trabalho apresentou uma boa precisão quando comparado às distâncias entre os vértices dentro de um mesmo bloco. Já quando comparado às medidas entre vértices de blocos diferentes, esse valor tendeu a cair um pouco em relação à primeira comparação. Porém, na média geral, a precisão obtida mostrou ser satisfatória, apesar de ainda não estar na faixa aproximada de 1 mm à 2 mm, obtida pelo métodos que utilizam dados de TC [28,29].

Uma comparação direta com o sistema proposto em [4] talvez não seja muito adequada, tanto pelo fato do desenvolvimento não possuir as mesmas características, em relação aos dados de entrada, quanto pela diferença de casos testados. Porém, focando apenas no que cada trabalho se propõe a fazer, o sistema proposto fica bem próximo. Enquanto em [4] a precisão atingida está numa faixa aproximada de 3 mm à 4 mm, neste trabalho atingimos uma faixa aproximada de 4 mm (valor referente a distância da precisão obtida com raios-x da TC, acompanhando a forma em que o artigo esboça seus resultados).

A vantagem de se ter um sistema de visualização 3D para exames de coluna vertebral, é a identificação mais clara e detalhada da estrutura da coluna vertebral do paciente. Ficam mais evidentes os pontos de compressão e tração das vértebras. Além disso, o acompanhamento dos segmentos vertebrais em 3D torna o processo mais preciso, porque o movimento humano é sempre em 3D. Essa identificação da *artrocinemática*, que é a trajetória articular de pequenos movimentos, não é fornecida pelas imagens de raios-x.

A partir daí, consegue-se identificar pontos de maior compressão e tensão dos discos intervertebrais, possibilitando realizar intervenções preventivas. O que infere sobre o grau de tensão dos ligamentos e músculos intervertebrais (profundos), que não são capazes de identificar através da palpação no exame físico do local afetado.

No tratamento a vantagem está no seu monitoramento devido à possibilidade de realizar comparações entre as fases em que o paciente é submetido. A comparação do antes e depois, para avaliar o ganho do tratamento, permite analisar correções referentes à rotação que não são possíveis de se ver nas radiografias. E na maioria das vezes o ganho maior se tem nesse ponto.

Contudo, algumas melhorias futuras são necessárias para aumentar cada vez mais a precisão do método de recuperação dos pontos 3D. A principal delas é investigar o motivo para a perda de precisão quando distâncias maiores são medidas e comparadas, como no caso da comparação de vértices entre os blocos. Sugere-se algum método de minimização possa ser aplicado a fim de minimizar esse erro.

Um fator que certamente melhoraria os resultados obtidos seria um exame de raios-x que realmente utilizasse dois dispositivos que capturariam as imagens do paciente simultaneamente. Entretanto, essa característica é muito mais incomum de se ter nas clínicas, principalmente pela questão financeira. Provavelmente, apenas uma minoria composta pelas grandes clínicas especializadas neste tipo de pesquisa deve possuir tal estrutura.

Já em relação à qualidade visual dos exames de raios-x, o ideal é que sejam utilizados equipamentos que forneçam realmente imagens digitais, onde a radiação é captada por sensores, que ligados diretamente ao computador, gerem a radiografia digitalmente. Isso porque, tais radiografias oferecem uma definição muito melhor dos seguimentos vertebrais, sendo possível marcar os pontos em todas as vértebras da coluna.

A maioria dos equipamentos que existem nas clínicas especializadas nesse tipo de exame, possuem um equipamento “semi-digital”. Esse equipamento utiliza um filme composto por uma composição de fósforo que possui uma reação à radiação diferente dos raios-x tradicionais. O filme então é digitalizado num scanner especial e a imagem gerada é processada por um programa de computador, que realiza ajustes no contraste da imagem. O raio-x computadorizado, como é chamado esse exame, apesar de apresentar uma definição bastante superior em relação ao exame tradicional, ainda é inferior comparado ao equipamento digital.

Seria interessante também uma tentativa de tirar mais informações das imagens de raios-x, a fim de recuperar a forma geométrica de cada vértebra. Uma idéia inicial seria iniciar o processo com um modelo 3D genérico, e a partir dele realizar deformações com base nas informações extraídas das radiografias. Uma interface no final deste processo poderia ser disponível para que o usuário do sistema possa fazer um ajuste fino, caso haja necessidade.

Um ponto importante a ser destacado, é que a característica do sistema projetado neste trabalho permite que o método seja facilmente adaptado para atender à pesquisas envolvendo outras partes do corpo humano. O fato das técnicas não dependerem do objeto em estudo, ajudam nesse processo de adaptação.

Diante disto uma idéia que vêm logo à cabeça, obviamente indo bem mais além no caminho dos trabalhos futuros, seria estudar uma forma de tentar integrar a esse processo de modelagem, um processo de captura de movimento para simular internamente o funcionamento de uma estrutura óssea em questão. A idéia seria criar uma animação, por exemplo, para o modelo 3D da coluna vertebral, seguindo um modelo que definisse o comportamento padrão das vértebras diante de um movimento feito pela pessoa.

Concluindo, os resultados obtidos mostram que sistemas de reconstrução 3D baseadas em imagens de raios-x podem ser uma boa alternativa para uma avaliação postural mais precisa e efetiva. Mesmo que ainda exista um longo caminho de melhorias a seguir, as ferramentas propostas e desenvolvidas neste trabalho permitem que o profissional da área médica tenha um suporte maior para tomar certas decisões clínicas.