

# SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DE MARCHA EM LABVIEW

SCHNEIDER, Fábio A. (Eng. Mecânica / UNIBRASIL)

FARIA, Alexandre P. de (Eng. Mecânica / UNIBRASIL)

A modelagem computacional é uma ferramenta atual e de uso em grande escala na engenharia. Os softwares de modelagem 3D permitem reduzir o tempo de projeto e o custo de experimentação pois, pode-se simular o comportamento de sistemas cada vez mais complexos em menor espaço de tempo. O avanço dos recursos computacionais impulsiona o desenvolvimento de ferramentas de simulação cada vez mais específicas e dinâmicas. Neste trabalho desenvolve-se um software educacional para a área da biomecânica, usando a linguagem de programação LabView, para modelar a marcha humana normal e sua visualização dinâmica. O simulador permite que o usuário visualize graficamente o movimento da marcha normal em três dimensões e suas projeções. Também são apresentados gráficos da variação temporal das coordenadas de cada articulação, neste caso, quadril, joelho e tornozelo. Durante a animação da marcha normal, o usuário no futuro poderá introduzir em tempo real, um grau de anomalia e visualizar seu efeito em marcha, como por exemplo a hiperextensão do joelho. O software apresentado neste trabalho é um primeiro passo para o desenvolvimento de um simulador mais completo. Em desenvolvimentos futuros pretende-se validar as simulações com dados mais precisos, fazer aquisição de marcha personalizada e realizar o carregamento das articulações em função do peso corporal imposto à articulação. Também será possível simular o carregamento em próteses de quadril e joelho.

**Palavras-chave:** simulação de marcha, patologia de marcha, fisioterapia da marcha

Atualmente a simulação computacional tem papel fundamental no desenvolvimento de projetos de engenharia. Instâncias de modelagem geométrica, simulação e visualização se tornaram ferramentas essenciais para tomada de decisão do engenheiro permitindo tanto a redução de tempo quanto de custos. O avanço dos recursos computacionais tem impulsionado o desenvolvimento de ferramentas cada vez mais específicas e dinâmicas. A modelagem geométrica 3D antecipa decisões acerca do design, enquanto a simulação de propriedades mecânicas possibilita a alteração da geometria contribuindo para a otimização de recursos e melhoria contínua do projeto.

Na área da biomecânica, que integra pesquisadores tanto da engenharia mecânica quanto da área da saúde, o uso de aplicativos computacionais permite a realização de diversos experimentos comuns as duas áreas. Por meio de softwares torna-se possível a simulação e análise de dados do movimento, auxiliando profissionais de várias especialidades na obtenção

de resultados antecipados, contribuindo para o auxílio no diagnóstico de patologias e prescrição terapêutica (Trilha Jr., 2006).

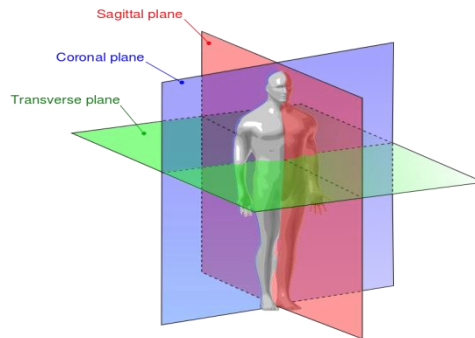
Neste trabalho desenvolveu-se um software educacional na linguagem LabView para a modelagem, simulação e visualização da marcha humana normal, e futuramente patologias simples.

Segundo Perry (2005) a marcha humana é considerada o meio natural e versátil por meio do qual o ser humano se desloca de um lugar para outro. O contato permanente de pelo menos um dos pés com a superfície diferencia a marcha de outros modos de locomoção como, por exemplo, a corrida. Na marcha considerada “normal” a conservação de energia do corpo humano é considerada ótima pois minimiza os esforços e mantém o indivíduo sempre numa posição estável. Ainda de acordo com Perry (2005), indivíduos que porventura tenha comprometido algumas das funções de locomoção apresentam compensações para manter a estabilidade e sobrecarga de alguns músculos. Assim a alteração do padrão da marcha normal altera a mobilidade do indivíduo afetando sua qualidade de vida e autoestima e passando o indivíduo a uma marcha denominada “patológica”.

De acordo com Barbosa (2011) ao longo dos séculos inúmeros esforços foram realizados no sentido de caracterizar a marcha humana. O primeiro estudo biomecânico da marcha foi apresentado por Giovanni Borelli (1608 – 1679). No século XIX, Marey e Muybridge apresentaram o estudo cinemático e cinético do movimento utilizando técnicas de registros de imagens por meio fotografias. No século seguinte foram utilizados dispositivos eletrônicos e computacionais tornando o processo mais rápido e acurado os quais forneceram um conjunto de técnicas e instrumentos que ajudaram a fundar a metodologia clínica conhecido como “análise da marcha”. Os objetivos da análise da marcha são descrever e mensurar quantitativa e qualitativamente os parâmetros cinemáticos e cinéticos do padrão da marcha de um indivíduo.

A análise cinemática dos movimentos durante a marcha é realizada tendo em vista a caracterização temporal e espacial dos deslocamentos lineares e angulares do corpo humano e suas articulações. Estes deslocamentos são relativos a um sistema de referência local normalmente parametrizados segundo três planos coordenados perpendiculares entre si, conhecidos como planos anatômicos: sagital, coronal e transversal (Figura 2).

Figura 1- Planos anatômicos. Fonte: <https://commons.wikimedia.org>



O plano sagital faz a seção transversal do corpo humano segundo sua simetria bilateral, esquerda e direita, o plano transverso secciona transversalmente o corpo humano em anterior e posterior e, o plano coronal secciona o corpo humano transversalmente em relação ao sistema locomotor e passageiro, inferior e superior.

Estudos clássicos sobre a marcha humana como o de Perry (2005), procuram decompor a marcha em termos de um ciclo, descrito como uma passada, composto por períodos, tarefas e fases. Segundo a autora, a caracterização do ciclo da marcha provém de três abordagens: o contato recíproco dos pés com a superfície, a relação de tempo e distância da passada e o significado funcional dos eventos presentes na marcha. O ciclo da marcha tem dois períodos chamados apoio e balanço. As tarefas, em número de três, são divididas em aceitação do peso, apoio simples e avanço do membro. E as oito fases são contato inicial, resposta à carga, apoio médio, apoio terminal, pré-balanço, balanço inicial, balanço médio e balanço terminal. Os períodos, tarefas e fases se relacionam entre si e proporcionalmente segundo a tabela a seguir.

Figura 2 - Ciclo da marcha. Adaptado de Perry (2005)

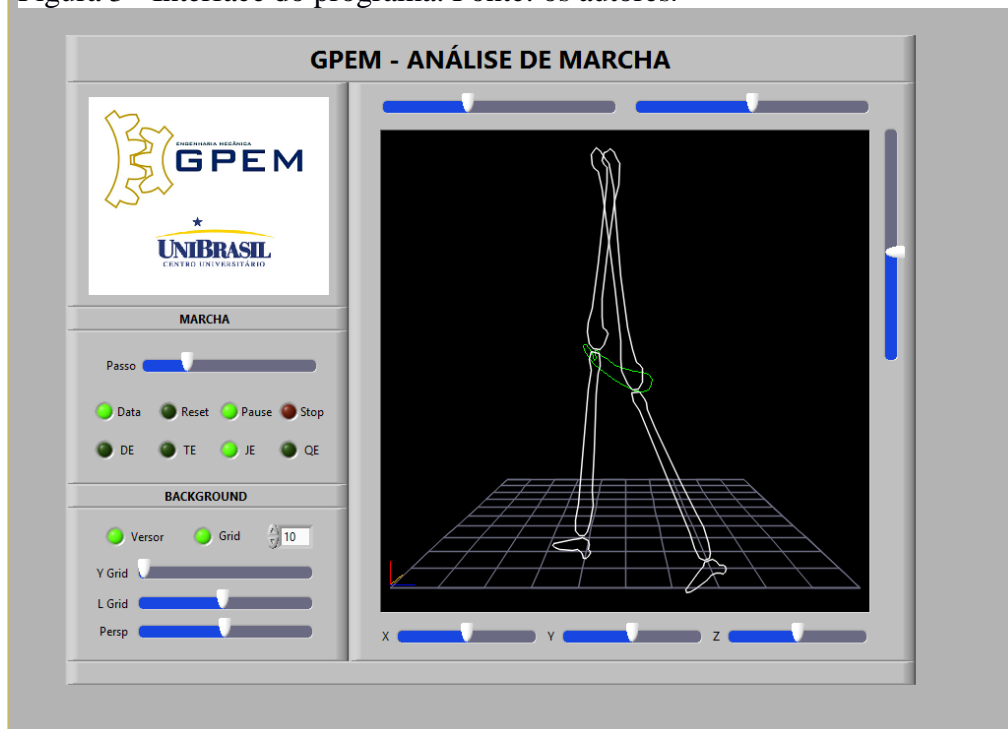
PASSADA (CICLO DA MARCHA)							
PERÍODOS							
APOIO				BALANÇO			
TAREFAS							
ACEITAÇÃO DO PESO		APOIO SIMPLES			AVANÇO DO MEMBRO		
FASES							
CONTATO INICIAL	RESPOSTA À CARGA	APOIO MÉDIO	APOIO TERMINAL	PRÉ-BALANÇO	BALANÇO INICIAL	BALANÇO MÉDIO	BALANÇO TERMINAL

Neste trabalho apresenta-se o estudo cinemático do sistema locomotor associado a um padrão de marcha normal. O objetivo foi desenvolver um aplicativo 3D de simulação de

dados paramétricos lineares do deslocamento de quatro pontos do sistema, a saber, dedão do pé (hálux), a articulação do tornozelo (maléolo lateral), a articulação do joelho (epicôndilo lateral) e a articulação do quadril (espinha ilíaca). Os dados utilizados foram obtidos experimentalmente por meio da captura de movimentos baseada em vídeo. O desenvolvimento da marcha para essa captura foi realizado sobre esteira ergométrica e a reconstrução 3D dos parâmetros geométricos em termos de coordenadas retangulares foi realizada computacionalmente por meio do aplicativo SkillSpector® da Video4Coach.

O desenvolvimento do aplicativo foi realizado com os recursos de programação visual do LabView da National Instruments. O ambiente de desenvolvimento do LabView permitiu rápido desenvolvimento do aplicativo dado que as estruturas típicas de uma linguagem de programação como entrada e saída de dados, estruturas de controle e looping, assim como geração de gráficos são facilmente manipuladas e combinadas por meio de blocos e conectores. No primeiro estágio de desenvolvimento foram estabelecidos os seguintes requisitos: gráficos 3D, controles de arrasto e rotação, escalonamento, velocidade da animação, traço do deslocamento (trajetória) dos pontos de referência do sistema locomotor, controle de camadas de visualização e reset dos controles para um estado inicial pré-definido. No atual estágio foi realizada a modelagem de uma referência bidimensional do sistema locomotor incluindo a representação dos pés e da perna.

Figura 3 - Interface do programa. Fonte: os autores.



Numa segunda etapa de desenvolvimento do aplicativos estão previstas a implementação de padrões da marcha patológica que deverão ser configuradas pelo usuário como a alteração dos parâmetros associados a algumas patologias simples, por exemplo, a movimentação excessiva ou inadequada e rotação excessiva das articulações que compõem os membros inferiores em relação aos planos anatômicos. Pretende-se impantar um sistema de captura de dados em tempo real, particularizado para cada indivíduo, permitindo a análise da marcha do paciente. Enfim, espera-se que seja possível realizar o carregamento de forças sobre as articulações possibilitando estender o espectro de aplicações do software.

O aplicativo desenvolvido neste trabalho pertence a linha de pesquisa em biomecânica do GPEM – Grupo de Pesquisa em Engenharia Mecânica do UniBrasil. O trabalho em curso pretende contribuir com os estudos sobre a marcha humana e no desenvolvimento de tecnologias próprias de modelagem, simulação e visualização 3D. Cientes dos limites do protótipo alcançado até o momento, novas frentes de investigação poderão implementar outras funcionalidades inserindo-o num contexto mais amplo de utilização da ferramenta por pesquisadores na área da biomecânica.

## **REFERÊNCIAS**

BARBOSA, C. P. F. M.. Modelação biomecânica do corpo humano: aplicação na análise da marcha.. Universidade do Minho, Braga, Portugal. 2011. Dissertação ( Mestrado)

COMPLETO, A. M. G.. Estudo numérico e experimental da biomecânica da prótese do joelho. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2006. Tese (Doutorado)

MATA, H. T. C.. Estudo Biomecânico da Articulação do Joelho. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal. 2009. Tese (Doutorado)

PERRY, J. Análise de Marcha. Monole, 3 volumes, São Paulo, 2005

TRILHA JR, M.. Construção e validação qualitativa de um modelo de elementos finitos para a simulação mecânica do joelho humano. UFSC Florianópolis, SC. 2006. Dissertação(Mestrado)