

**SOFTWARE PARA ANÁLISE DE MARCHA: UMA ALTERNATIVA AO AUXÍLIO TERAPÊUTICO**  
GAIT ANALYSIS SOFTWARE: AN ALTERNATIVE TO THERAPEUTIC AID

**Esp. Vicente Aguiar Sousa**

Faculdade Única (ÚNICA)

**Manoel Miqueias Maia**

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

**Me. Cássio Pinheiro Oliveira**

Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)

**Dr. Michel Barbosa de Araújo**

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

**RESUMO**

Diversas valências do ser humano podem ser diagnosticadas a partir da análise de marcha, podendo ela ser analisada por meio de características que podem ser notadas por métodos mais subjetivos, como o olhar, ou através de equipamentos de laboratórios de análise de marcha, podendo ser quantificada a eficiência de um processo de reabilitação. Contudo, a eliminação da subjetividade na análise de marcha pode ter custos elevados. Este trabalho teve como objetivo a concepção de um software que, associado ao Microsoft Kinect, auxilia na coleta dos dados da marcha, primando pelo baixo custo e alinhado à qualidade do processo terapêutico. Os procedimentos metodológicos dividiram-se no estudo da literatura, o desenvolvimento do software e os testes. A pesquisa resultou na construção de uma solução para auxiliar ao processo terapêutico de análise de marcha que apresentou comportamento satisfatório no procedimento de testes, com característica custo-eficiente para gerar informações para o especialista, sem marginalizá-lo no processo terapêutico. Em suma, os resultados deste estudo indicam que existem possibilidades alternativas que podem suprir a carência financeira do sistema público de saúde e de clínicas de pequeno porte para atender ao tratamento.

**Descritores:** Marcha. Design de software. Software.

**ABSTRACT**

Several valences of the human being can be diagnosed from gait analysis, and it can be analyzed through characteristics that can be noticed by more subjective methods, such as the look, or through equipment of gait analysis laboratories, and the efficiency of a rehabilitation process can be quantified. However, the elimination of subjectivity in gait analysis can have high costs. This paper aimed to design a software that, associated with Microsoft Kinect, assists in the collection of gait data, seeking for low cost and linked with the quality of the therapeutic process. The methodological procedures were divided in the study of the literature, the development of the software, and the tests. The research resulted in the construction of a solution to assist the therapeutic process of gait analysis that presented satisfactory behavior in the testing procedure, characterized by a cost efficiency to generate information for the specialist, without marginalizing it in the therapeutic process. The results of this study indicate that there are alternative possibilities that can fulfill the financial deficiency of the public health system and small clinics to assist the treatment.

**Keywords:** Gait. Software design. Software.

## 1 INTRODUÇÃO

O andar é uma habilidade humana cíclica caracterizada por um padrão básico de deslocamento rítmico das partes inferiores do corpo e que mantém o indivíduo em constante movimento (ALONSO *et al.*, 2002; ÁVILA *et al.*, 2017). Esse padrão demonstra diversas valências do ser humano, as quais, por meio de suas características, podem ser avaliadas a partir da marcha (RIBAS *et al.*, 2007).

Hoje têm-se a oportunidade de ter a marcha como um objeto de estudo em diferentes tipos de condições e ambientes, e a sua análise se dá sob parâmetros, tais como o tempo de ciclo, comprimento do passo e ângulo das articulações (PASSOS *et al.*, 2016). Estes dados podem ser utilizados para identificar marchas patológicas que trazem limitações ao movimento, quantificar a eficiência de uma reabilitação, assim como apoiar a tomada de decisão terapêutica.

Dentre as técnicas de análise de marcha (AM), Passos e colaboradores (2016) destacam dois tipos: a análise visual que, também apontada por Silva, Santos e Tavares (2011), pode ser realizada diretamente ou por vídeo, mas que possui várias limitações; e o exame físico em equipamentos sensoriais, tais como marcadores associados a sistemas de vídeo, eletromiografia, plataformas de força e pressão. Todavia, a medida que se pretende diminuir a margem de erro no diagnóstico, mais recursos de captura de dados são utilizados. Além disso, como apontam Silva, Santos e Tavares (2011), cada produto de AM possui um fabricante, o que pode elevar os custos terapêuticos. No Brasil esta experiência ainda é deficitária (PASSOS *et al.*, 2016), contando apenas com cinco centros de reabilitação de grande porte.

Em detrimento da capacidade das instalações de um Laboratório de AM e dos custos que o inclui, trabalhos correlatos já destacaram uma alternativa mais próxima das universidades e dos centros de terapêuticos locais: a utilização do Kinect (CAMPOS, 2013; CARDOSO, 2016; DIAS, 2017; GONZALEZ, 2017; MÜLLER *et al.*, 2017; CARVALHO, 2018; FRITISCH *et al.*, 2018). O equipamento *Open Source* foi desenvolvido pela Microsoft para tornar os videogames mais sofisticados e imersivos. Ele possui cinco fluxos de dados relacionados a vídeo, fluxos de dados coloridos (1920x1080 a 30Hz) e infravermelhos (512x424 a 30Hz), imagens de profundidade (512x424 a 30Hz), imagens de índice corporais (512x424 a 30Hz) e informações de esqueleto para cada pessoa rastreada (25 juntas a 30Hz). O volume de rastreamento dos sensores é definido pelo campo de visão (FOV, 70 ° na horizontal, 60 ° na vertical) e na faixa de detecção da profundidade (0,5 a 4,5 m) (Müller *et al.*, 2017, p. 2).

Toda a sua potencialidade vem sendo empregada em diversos projetos de treino, análise biomecânicas e recuperação de movimentos (FLORES *et al.*, 2014). Neste sentido, observando as lacunas brasileiras na análise de marcha, este trabalho teve como objetivo a concepção de um *software* que, associado ao Microsoft Kinect, auxilia na coleta dos dados da marcha, primando pelo baixo custo e alinhado à qualidade do processo terapêutico.

A aplicação do produto em testes fez parte do processo de avaliação de sua contribuição na análise de marcha.

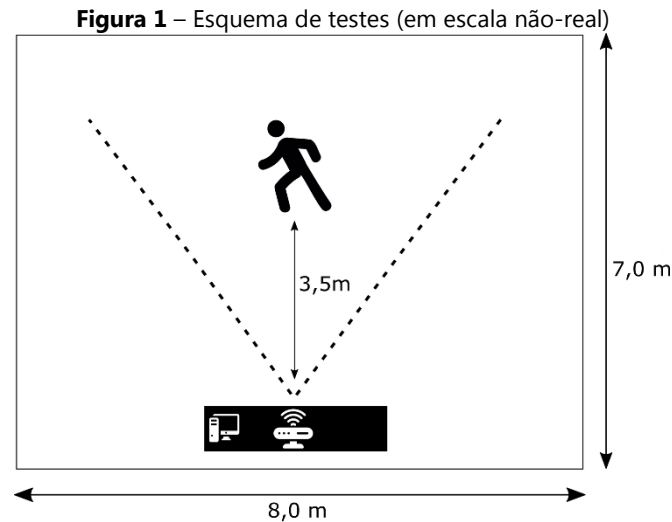
## 2 MÉTODOS

A pesquisa dividiu-se em três procedimentos, sendo: o estudo da literatura, o desenvolvimento do *software* e testes.

O embasamento teórico disposto na literatura foi encontrado nas bases de dados Lilacs, Scielo, Pubmed e Redalyc através da busca pelos descritores DeCS "gait" e "marcha", e do Google Scholar com o termo chave "análise de marcha", sendo eliminados da leitura trabalhos sem títulos e/ou resumos sem relação lógica com o fenômeno que se pretendeu analisar.

O desenvolvimento do *software* seguiu os preceitos de Pressman e Maxim (2016) para a técnica de desenvolvimento ágil, utilizando linguagem de programação C# na IDE *Visual Studio* 2017 com a biblioteca *Skeleton* e o *Kinect SDK* para o sistema operacional *Windows*. Os testes foram realizados pela própria equipe de pesquisa, onde foram aplicadas sessões de análise de marcha utilizando o *software* desenvolvido na pesquisa. Utilizou-se, ainda, o MS Kinect e um microcomputador pessoal container do programa e do seu processamento de dados.

Para a realização dos testes e análise dos dados, o *software* desenvolvido foi implantado em um notebook com processador Intel i5 e 4 GB RAM, sem dedicação exclusiva à aplicação, utilizando o MS Kinect v2 conectado ao microcomputador e um ambiente com 8,0 m de largura, viabilizando o andar dos participantes a uma distância de 3,5 m do sensor, como ilustra a Fig. 1.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A análise de marcha foi aplicada em 10 sessões em três sentidos para cada participante: lateral direita (extraindo dados do quadril direito, joelho direito, tornozelo direito e pé direito), lateral esquerda (extraindo dados do quadril esquerdo, joelho esquerdo, tornozelo esquerdo e pé esquerdo) e frontal, totalizando 30 análises por participante. Os dados captados para o par ordenado (X, Y) pelo Kinect para cada sessão foram armazenados em uma planilha eletrônica do MS Excel.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa resultou na construção de uma solução para auxiliar ao processo terapêutico de análise de marcha. O embasamento teórico adquirido no estudo da literatura forneceu a base para a compreensão da análise de marcha, suas peculiares, e, concomitante ao desenvolvimento, deu o suporte da aplicabilidade do *software* na área de estudo, despontando no quesito de viabilidade financeira, uma vez que os equipamentos de um centro de análise de marcha podem custar cerca de € 145.8 mil (SILVA; SANTOS; TAVARES, 2011).

A análise da marcha com o uso do *software* permitiu a obtenção e armazenamento dos dados dos indivíduos, conforme apresentado nas figuras 2 e 3.

**Figura 2 – Visão do paciente durante a captura de dados**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Figura 3 – Armazenamento de dados no MS Excel

ANÁLISE DE MARCHA UTILIZANDO O KINECT																	
DESENVOLVEDOR:																	
FISIOTERAPEUTA:		XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXX															
PACIENTE:		PESO:		83kgs		IDADE:		26 anos		SEXO:		M					
DATA DA AVALIAÇÃO:		25/10/2017		ALTURA:		1,77cm		PROFISSÃO:		Prof. Dr.		TELEFONE: XXXXXXXXXXXX					
ANÁLISE DE MARCHA - VISÃO FRONTAL																	
MEMBRO	PRINT 01		PRINT 02		PRINT 03		PRINT 04		PRINT 05		PRINT 06		PRINT 07		PRINT 08		
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
1	Quadril Central	-0,0855	-0,7654	-0,0843	-0,7642	-0,0831	-0,7630	-0,0753	-0,0161	-0,0221	0,0371	0,0311	0,0903	0,0843	0,1435	0,1375	0,1967
2	Quadril Direito	-0,1120	0,3790	-0,1108	0,3802	-0,1096	0,3814	-0,1120	0,3790	-0,0588	0,4322	-0,0056	0,4854	0,0476	0,5386	0,1008	0,5918
3	Quadril Esquerdo	-0,0753	0,0161	-0,0741	0,0173	-0,0729	0,0185	-0,1120	0,3790	-0,0588	0,4322	-0,0056	0,4854	0,0476	0,5386	0,1008	0,5918
4	Joelho Esquerdo	-0,1314	-0,3767	-0,1302	-0,3755	-0,1290	-0,3743	-0,1314	-0,3767	-0,0782	-0,3235	-0,0205	-0,2703	0,0327	-0,2171	0,0859	-0,1639
5	Joelho Direito	-0,1991	-0,4419	-0,1979	-0,4407	-0,1967	-0,4395	-0,1991	-0,4419	-0,1459	-0,3887	-0,0927	-0,3355	-0,0395	-0,2823	0,0137	-0,2291
6	Tornozelo Esquerdo	-0,3187	-0,7172	-0,3175	-0,7160	-0,3163	-0,7148	-0,3187	-0,7172	-0,2655	-0,664	-0,2123	-0,6108	-0,1591	-0,5576	-0,1059	-0,5044
7	Tornozelo Direito	-0,1382	-0,8122	-0,1370	-0,8110	-0,1358	-0,8098	-0,1382	-0,8122	-0,0816	-0,759	-0,0284	-0,7058	0,0248	-0,6526	0,078	-0,5994
8	Pé Esquerdo	-0,2686	-0,7722	-0,2674	-0,7710	-0,2662	-0,7698	-0,2686	-0,7722	-0,2154	-0,719	-0,1622	-0,6658	-0,1045	-0,6126	-0,0513	-0,5594
9	Pé Direito	-0,1664	-0,8914	-0,1652	-0,8902	-0,1640	-0,8890	-0,1664	-0,8914	-0,1132	-0,8382	-0,0544	-0,785	-0,0012	-0,7318	0,052	-0,6786

Fonte: Captura de tela obtida no MS Excel pelos autores (2018).

A aplicação apresentou comportamento satisfatório no procedimento de testes, como mostram os procedimentos das Figuras 2 e 3. Com a captura de dados obtida, a ferramenta é custo-eficiente para gerar informações para o especialista, tais como o deslocamento, distância euclidiana e padrão de desvio rítmico. Tais informações permitem a identificação de marchas patológicas e tratamento dos pacientes. Mesmo em um computador sem dedicação de processamento, o *software* destaca-se como uma ferramenta rápida e precisa, o que irá facilitar o procedimento clínico.

Com todas as suas características funcionais ativas, o *software* corrobora com as técnicas de análise destacadas por Passos *et al.* (2016) e não marginaliza a importância do profissional, fornecendo, contudo, dados para a diminuição da taxa de erros dos métodos precisos aos mais subjetivos. Ele também não substitui completamente o exame por equipamentos sensoriais, como os dos centros de análise de marcha, mas o seu custo de aplicação torna-se inferior ao de uma estrutura maior, embora não possua acurácia quantificada, como a de um equipamento de grande porte. Ainda como no *software* e configuração de câmeras proposto por Müller *et al.* (2017), a captura ideal de dados para este software e equipamento depende de um ângulo que evite a má-oclusão.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, os resultados deste estudo indicam que existem possibilidades alternativas com melhor custo-benefício que podem suprir a carência financeira do sistema público de saúde e de clínicas de pequeno porte para atender ao tratamento de marchas patológicas. Corrobora ainda para a expansão da fronteira do conhecimento e do impacto social da tecnologia na saúde, em especial da motricidade humana. Mais estudos serão realizados, unindo outras tecnologias de realidade virtual e processamento de dados, bem como com maior amplitude de validação para analisar a acurácia de diferentes dispositivos para efetuar análise de movimento.

#### REFERÊNCIAS

ALONSO, V. K.; OKAJI, S. S.; PINHEIRO, M. T.; RIBEIRO, C. M.; SOUZA, H. P.; SANTOS, S. S.; GARANHANI, R. M. Análise cinemática da marcha em pacientes hemiparéticos. **Revista Fisio Brasil**, v. 55, p. 16-23, 2002.

ÁVILA, D. C. D. C.; BOM, F. S. P.; JUSCHAKS, L. M.; RIBAS, D. I. R. Avaliação da marcha em ambiente terrestre em indivíduos com síndrome de Down. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 4, 2017.

CAMPOS, G. P. **Sistema para fisioterapia baseado na plataforma Kinect**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013.

CARDOSO, V. F. **Análise de um sistema de reabilitação para membros superiores utilizando ambiente de realidade virtual baseado em Kinect e SEMG**. 2016. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

- CARVALHO, T. **Sistema para Análise da Marcha Humana Baseado em Múltiplos Sensores Kinect v2**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.
- DIAS, L. W. **Análise comparativa entre a primeira e a segunda versão do Kinect na biometria do caminhar**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.
- FLORES, J. C. C.; SOUZA, A. C.; VIEIRA, M. L. H.; BRAVIANO, G. Uso do Microsoft Kinect na Saúde: Características e Limitações da Ferramenta. **Human Factors in Design**, v. 2, n. 4, p. 104-114, 2014.
- FRITSCH, L. N.; FERREIRA, L. D. P. Q.; MARTINS, R. C.; GUASSIERI, T. F.; CARNEIRO, V. D. C. P. Reabilitação motora na doença de Parkinson: uma revisão de literatura a respeito das intervenções mediadas por realidade virtual. *In*: Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre, 2., 2018, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UEADSL, 2018.
- GONZALEZ, D. R. G. **Avaliação do Microsoft Kinect v2 como instrumento de medição das oscilações posturais**. Dissertação (Mestrado Engenharia Biomédica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- MÜLLER, B.; ILG, W.; GIESE, M. A.; LUDOLPH, N. Validation of enhanced kinect sensor based motion capturing for gait assessment. **PloS One**, v. 12, n. 4, 2017.
- PASSOS, P. C. D.; LEITE, S. P.; LESSA, K. M. R.; BEZERRA, M. R. S. A importância da análise da Marcha e seu uso nas ciências aplicadas à educação física e motricidade humana. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT**, v. 3, n. 2, p. 119-124, 2016.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. **Engenharia de Software**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- RIBAS, D. I. R.; ISRAEL, V. L.; MANFRA, E. F.; ARAÚJO, C. D. Estudo comparativo dos parâmetros angulares da marcha humana em ambiente aquático e terrestre em indivíduos hábitos adultos jovens. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 6, p. 371-5, 2007.
- SILVA, A. F. F.; SANTOS, I.C.T.; TAVARES, J.M.R.S. **Projecto de Bioengenharia Projecto de uma clínica de análise biomecânica do movimento**. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2011.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Vicente Aguiar Sousa**

Graduado em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário Católica de Quixadá, UNICATÓLICA, Brasil. Especialista em Gestão de Tecnologia da Informação pela Faculdade Única (ÚNICA).  
Contato: vicenteaguarsousa@gmail.com

### **Manoel Miqueias Maia**

Graduado em Sistemas de Informação. Especialização em andamento em Ciência de Dados pelo Descomplica Cursos Livres Via Web S.A. (DES). Mestrado em andamento em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela Universidade Estadual do Ceará, UECE, Brasil.  
Contato: miqueias.maia@aluno.uece.br

### **Cássio Pinheiro Oliveira**

Graduado em Sistemas de Informação. Especialista em Gestão Educacional pela Faculdade Entre Rios do Piauí (FAERPI). Mestre em Informática Aplicada pela Universidade de Fortaleza, UNIFOR, Brasil. Doutorado em andamento em Biociências e Biotecnologia pela Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Brasil.  
Contato: cassiopo7@gmail.com

**Michel Barbosa de Araújo**

Graduado em Educação Física e Pedagogia. Especialista em Nutrição e Atividade Física na Saúde e Tratamento de Doenças pela Faculdade Unyleya (UNYLEYA). Mestre e Doutor em Ciências da Motricidade pela Universidade Estadual Paulista, UNESP, Brasil.

Contato: mbujob@gmail.com