

Uma Abordagem de Monitoramento dos Sinais Motores da Doença de Parkinson Baseada em Jogos Eletrônicos

Defesa de Tese

Aluno: Leonardo Melo de Medeiros

Orientador: Leandro Dias da Silva

Orientador: Hyggo Oliveira de Almeida

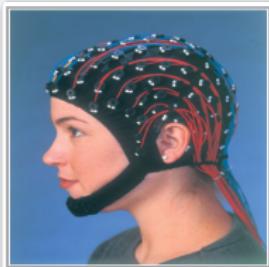
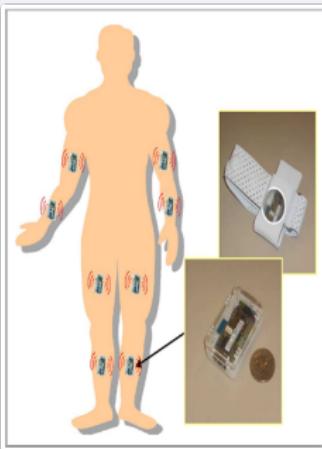
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

14 de Maio de 2016

Roteiro

- 1 Introdução
- 2 Estudo de Caso
- 3 Abordagem JOGUE-ME
- 4 Experimentos
- 5 GQM
- 6 Finalização

Sistemas de Monitoramento de Saúde



A computação aplicada ao contexto de saúde permite monitorar remotamente o estado de saúde dos usuários. Entretanto, a concepção de um sistema não invasivo de monitoramento é um grande desafio [Alemdar & Ersoy, 2010].

Estratégias de Monitoramento da Saúde



As tecnologias de monitoramento para serem aceitas precisam preservar a privacidade do usuário e integrar-se à sua rotina diária [Aarhus & Ballegaard, 2010].

Estratégias de Monitoramento da Saúde



As tecnologias de monitoramento para serem aceitas precisam preservar a privacidade do usuário e integrar-se à sua rotina diária [Aarhus & Ballegaard, 2010].

Estratégias de Monitoramento da Saúde



As tecnologias de monitoramento para serem aceitas precisam preservar a privacidade do usuário e integrar-se à sua rotina diária [Aarhus & Ballegaard, 2010].

Estratégias de Monitoramento da Saúde



As tecnologias de monitoramento para serem aceitas precisam preservar a privacidade do usuário e integrar-se à sua rotina diária [Aarhus & Ballegaard, 2010].

Pois, o maior desafio dessas abordagens é a aceitação do usuário e

o uso regular da tecnologia diária [Aarhus et al., 2015].

Aplicações dos Sistemas de Monitoramento da Saúde (SMS)

Atualmente, os Sistemas de Monitoramento da Saúde (SMS) permitem ao médico acompanhar:

- Tratar preventivamente e pró-ativamente o estado de saúde [Arnrich *et al.*, 2010];

Aplicações dos Sistemas de Monitoramento da Saúde (SMS)

Atualmente, os Sistemas de Monitoramento da Saúde (SMS) permitem ao médico acompanhar:

- Tratar preventivamente e pró-ativamente o estado de saúde [Arnrich *et al.* , 2010];
- Reabilitar o paciente [Graziadio *et al.* , 2014];

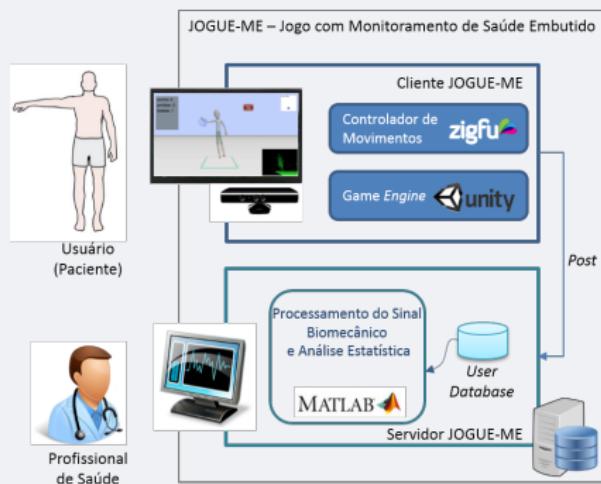
Aplicações dos Sistemas de Monitoramento da Saúde (SMS)

Atualmente, os Sistemas de Monitoramento da Saúde (SMS) permitem ao médico acompanhar:

- Tratar preventivamente e pró-ativamente o estado de saúde [Arnrich *et al.*, 2010];
- Reabilitar o paciente [Graziadio *et al.*, 2014];
- Melhorar a qualidade de vida [Chen *et al.*, 2014].

Abordagem Proposta

Uso de Jogos Eletrônicos Para Monitorar a Saúde



A abordagem proposta nesta Tese permite integrar a arquitetura dos SMS a jogos eletrônicos para capturar as ações cinéticas do usuário e monitorar a saúde motora.

SMS da Saúde Motora

Atualmente, os SMS da saúde motora permitem:

- quantificar as habilidades motoras dos usuários [Friedman *et al.* , 2014, Patel *et al.* , 2009];

SMS da Saúde Motora

Atualmente, os SMS da saúde motora permitem:

- quantificar as habilidades motoras dos usuários [Friedman *et al.* , 2014, Patel *et al.* , 2009];
- analisar a marcha dos usuários [Liao *et al.* , 2014]

SMS da Saúde Motora

Atualmente, os SMS da saúde motora permitem:

- quantificar as habilidades motoras dos usuários [Friedman *et al.* , 2014, Patel *et al.* , 2009];
- analisar a marcha dos usuários [Liao *et al.* , 2014]
- identificar sinais de bradicinesia (lentidão dos movimentos) presente no Parkinson [Zwartjes *et al.* , 2010].

Jogos Aplicados à Saúde

Nos últimos anos, houve o surgimento de jogos para apoiar a prática de atividade física. Como por exemplo:

- Jogos para a melhoria da saúde do idoso com: visado a reabilitação motora dos idosos [Brox *et al.* , 2011] e para a reeducação motora da Doença de Parkinson (Parkinson) [Atkinson & Narasimhan, 2010, Synnott *et al.* , 2012, Graziadio *et al.* , 2014];

Jogos Aplicados à Saúde

Nos últimos anos, houve o surgimento de jogos para apoiar a prática de atividade física. Como por exemplo:

- Jogos para a melhoria da saúde do idoso com: visado a reabilitação motora dos idosos [Brox *et al.*, 2011] e para a reeducação motora da Doença de Parkinson (Parkinson) [Atkinson & Narasimhan, 2010, Synnott *et al.*, 2012, Graziadio *et al.*, 2014];
- Jogos que utilizam sensores hápticos para quantificar a habilidade motora do paciente com Parkinson [Atkinson & Narasimhan, 2010].

Jogos Aplicados à Saúde

Nos últimos anos, houve o surgimento de jogos para apoiar a prática de atividade física. Como por exemplo:

- Jogos para a melhoria da saúde do idoso com: visado a reabilitação motora dos idosos [Brox *et al.*, 2011] e para a reeducação motora da Doença de Parkinson (Parkinson) [Atkinson & Narasimhan, 2010, Synnott *et al.*, 2012, Graziadio *et al.*, 2014];
- Jogos que utilizam sensores hápticos para quantificar a habilidade motora do paciente com Parkinson [Atkinson & Narasimhan, 2010].
- Jogos para identificaram efeitos positivos para a reabilitação através do uso do jogo *Wii Sports* e um potencial mecanismo de prevenção e reeducação motora com o uso do *Wii Fit*

Jogos Aplicados à Saúde

Nos últimos anos, houve o surgimento de jogos para apoiar a prática de atividade física. Como por exemplo:

- Jogos para a melhoria da saúde do idoso com: visado a reabilitação motora dos idosos [Brox *et al.*, 2011] e para a reeducação motora da Doença de Parkinson (Parkinson) [Atkinson & Narasimhan, 2010, Synnott *et al.*, 2012, Graziadio *et al.*, 2014];
- Jogos que utilizam sensores hápticos para quantificar a habilidade motora do paciente com Parkinson [Atkinson & Narasimhan, 2010].
- Jogos para identificaram efeitos positivos para a reabilitação através do uso do jogo *Wii Sports* e um potencial mecanismo de prevenção e reeducação motora com o uso do *Wii Fit*
- Jogos comerciais para prática de exercício físico com monitoramento dos sinais vitais(Batimento cardíaco) [Graziadio *et al.*, 2014]

Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que usam jogos em sua rotina diária (27% acima dos 50 anos [Association, 2015]);

Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que usam jogos em sua rotina diária (27% acima dos 50 anos [Association, 2015]);
- As tecnologias de sensores de movimento presentes nos jogos eletrônicos;

Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que usam jogos em sua rotina diária (27% acima dos 50 anos [Association, 2015]);
- As tecnologias de sensores de movimento presentes nos jogos eletrônicos;
- Reprodução de movimentos específicos em um ambiente lúdico.

Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que usam jogos em sua rotina diária (27% acima dos 50 anos [Association, 2015]);
- As tecnologias de sensores de movimento presentes nos jogos eletrônicos;
- Reprodução de movimentos específicos em um ambiente lúdico.

Monitorar os sinais em permite um melhor gerenciamento da doença e, por consequência, uma melhora na qualidade de vida.

Objetivo Principal

Conceber um SMS embutido num jogo eletrônico para motivar e abstrair o monitoramento dos sinais motores de uma maneira não invasiva.

Etapas do Trabalho

A metodologia deste trabalho consistiu de três etapas sequenciais:

ETAPA 1 Quais os benefícios de acompanhar os sinais motores do paciente diariamente, do ponto de vista do profissional da saúde?

Etapas do Trabalho

A metodologia deste trabalho consistiu de três etapas sequenciais:

ETAPA 1 Quais os benefícios de acompanhar os sinais motores do paciente diariamente, do ponto de vista do profissional da saúde?

ETAPA 2 Como melhor adquirir e quantificar sinais motores utilizando sensores de movimento para monitorar os sinais do Parkinson?

Etapas do Trabalho

A metodologia deste trabalho consistiu de três etapas sequenciais:

ETAPA 1 Quais os benefícios de acompanhar os sinais motores do paciente diariamente, do ponto de vista do profissional da saúde?

ETAPA 2 Como melhor adquirir e quantificar sinais motores utilizando sensores de movimento para monitorar os sinais do Parkinson?

ETAPA 3 Na perspectiva dos usuários, a abordagem de quantificar os sinais motores é considerada não-invasiva e aplicável à rotina diária?

Estudo de Caso

Doença de Parkinson

Como estudo de caso, escolhemos Parkinson por ser uma doença neurodegenerativa crônica, progressiva e com causa desconhecida. É uma doença mais comum em idosos; no entanto, existem casos precoces em indivíduos antes dos 40 anos ou até mesmo abaixo dos 21.

Doença de Parkinson (Parkinson)

O Parkinson é uma afecção do sistema nervoso central, a qual é expressa de forma crônica e progressiva.

- Causada pela morte dos neurônios produtores de dopamina da substância negra [Picon *et al.*, 2010].

Doença de Parkinson (Parkinson)

O Parkinson é uma afecção do sistema nervoso central, a qual é expressa de forma crônica e progressiva.

- Causada pela morte dos neurônios produtores de dopamina da substância negra [Picon *et al.*, 2010].
- Caracterizada pelos sinais cardinais de rigidez, bradicinesia, tremor e instabilidade postural [Teive, 2003].

Doença de Parkinson (Parkinson)

O Parkinson é uma afecção do sistema nervoso central, a qual é expressa de forma crônica e progressiva.

- Causada pela morte dos neurônios produtores de dopamina da substância negra [Picon *et al.*, 2010].
- Caracterizada pelos sinais cardinais de rigidez, bradicinesia, tremor e instabilidade postural [Teive, 2003].

Termos: Tremor de Repouso e Bradicinesia

- **Tremor de Repouso:** sintoma mais frequente e perceptível;
- **Bradicinesia:** lentidão na execução do movimento;

Doença de Parkinson

Bradicinesia

- Enquanto que o sintoma de tremor é o mais visível do Parkinson, a bradicinesia é o sintoma motor mais incapacitante.

Doença de Parkinson

Bradicinesia

- Enquanto que o sintoma de tremor é o mais visível do Parkinson, a bradicinesia é o sintoma motor mais incapacitante.
- A bradicinesia consiste numa lentidão do movimento voluntário e num comprometimento de todos os movimentos associados a ele.

Doença de Parkinson

Bradicinesia

- Enquanto que o sintoma de tremor é o mais visível do Parkinson, a bradicinesia é o sintoma motor mais incapacitante.
- A bradicinesia consiste numa lentidão do movimento voluntário e num comprometimento de todos os movimentos associados a ele.
- a bradicinesia é acompanhada de: rigidez dos músculos, assimetria dos movimentos entre os membros e dificuldade nos movimentos (por exemplo, levantar de uma cadeira, virar na cama ou andar).

Estágios da Doença

Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS)

A escala UPDRS [Fahn & Elton, 1987] avalia tanto o nível de estrutura e função corporal quanto o nível das atividades. A escala contém itens referentes a:

- Mental, comportamento e humor;

Estágios da Doença

Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS)

A escala UPDRS [Fahn & Elton, 1987] avalia tanto o nível de estrutura e função corporal quanto o nível das atividades. A escala contém itens referentes a:

- Mental, comportamento e humor;
- atividades da vida diária;

Estágios da Doença

Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS)

A escala UPDRS [Fahn & Elton, 1987] avalia tanto o nível de estrutura e função corporal quanto o nível das atividades. A escala contém itens referentes a:

- Mental, comportamento e humor;
- atividades da vida diária;
- exame motor;

Estágios da Doença

Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS)

A escala UPDRS [Fahn & Elton, 1987] avalia tanto o nível de estrutura e função corporal quanto o nível das atividades. A escala contém itens referentes a:

- Mental, comportamento e humor;
- atividades da vida diária;
- exame motor;
- complicações no tratamento.

Escala (UPDRS)

Fenômeno (*On/Off*)

Disease Data Form



Name _____

Unit Number

Escala (UPDRS)

Impacto nas Atividades Diárias

16. Tremor	
17. Sensory symptoms	
Subtotal 5 – 17 (maximum = 52)	
18 Speech	
19. Facial expression	
20. Tremor at rest: face,lips,chin	
Hands: right	
left	
Feet: right	
left	
21. Action tremor: right	
left	
22. Rigidity: neck	
Upper extremity: right	
left	
Lower extremity: right	
left	

Entrevista Semi-Estruturada com Profissionais de Saúde

Objetivo da Pesquisa

O objetivo da entrevista semiestruturada foi entender como é feito o acompanhamento do paciente com sintomatologia do Parkinson, juntamente aos profissionais de saúde.

Participantes

LEGENDA	PROFISSÃO	EXPERIÊNCIA (ANOS)
FIS_01	Fisioterapeuta	10
FIS_02	Fisioterapeuta	10
NEU_01	Neurologista	15
NEU_02	Neurologista	30

Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre a importância do monitoramento da bradicinesia para acompanhar a evolução do Parkinson.

Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre a importância do monitoramento da bradicinesia para acompanhar a evolução do Parkinson.
- Para o acompanhamento e monitoramento da doença, os profissionais de saúde citaram a importância de calcular:

Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre a importância do monitoramento da bradicinesia para acompanhar a evolução do Parkinson.
- Para o acompanhamento e monitoramento da doença, os profissionais de saúde citaram a importância de calcular:
 - ➊ amplitude dos movimentos de abdução e adução dos braços;

Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre a importância do monitoramento da bradicinesia para acompanhar a evolução do Parkinson.
- Para o acompanhamento e monitoramento da doença, os profissionais de saúde citaram a importância de calcular:
 - ① amplitude dos movimentos de abdução e adução dos braços;
 - ② a velocidade angular desse movimento.

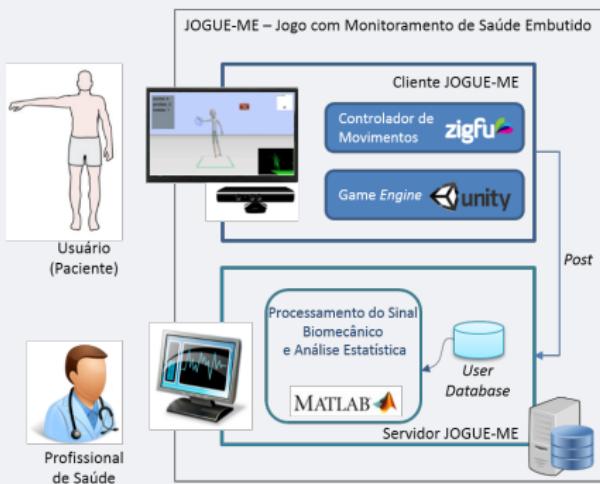
Abordagem JOGUE-ME

A abordagem **JOGUE-ME** faz uso de jogos eletrônicos como interface de aquisição de sinais, tornando os usuários mais motivados a fornecer seus dados motores, em comparação ao uso dos dispositivos vestíveis.

Este trabalho pretende usar um ambiente de jogo para a execução de movimentos específicos com o propósito de quantificar os sinais motores dos usuários e consequentemente realizar o monitoramento.

Abordagem Proposta

Visão Geral da Abordagem *JOGUE-ME*



JOGUE-ME - *Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido*

- **REQ-JOGUE-ME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;

JOGUE-ME - Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido

- **REQ-JOGUE-ME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;
- **REQ-JOGUE-ME-02** - Progresso e Evolução do Jogador e dos Desafios;

JOGUE-ME - *Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido*

- **REQ-JOGUE-ME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;
- **REQ-JOGUE-ME-02** - Progresso e Evolução do Jogador e dos Desafios;
- **REQ-JOGUE-ME-03** - Estado de Fluxo;

JOGUE-ME - *Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido*

- **REQ-JOGUE-ME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;
- **REQ-JOGUE-ME-02** - Progresso e Evolução do Jogador e dos Desafios;
- **REQ-JOGUE-ME-03** - Estado de Fluxo;
- **REQ-JOGUE-ME-04** - Preocupação com Integridade Física do Jogador;

JOGUE-ME - Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido

- **REQ-JOGUE-ME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;
- **REQ-JOGUE-ME-02** - Progresso e Evolução do Jogador e dos Desafios;
- **REQ-JOGUE-ME-03** - Estado de Fluxo;
- **REQ-JOGUE-ME-04** - Preocupação com Integridade Física do Jogador;
- **REQ-JOGUE-ME-05** - Aquisição e Armazenamento de Sinais Motoress;

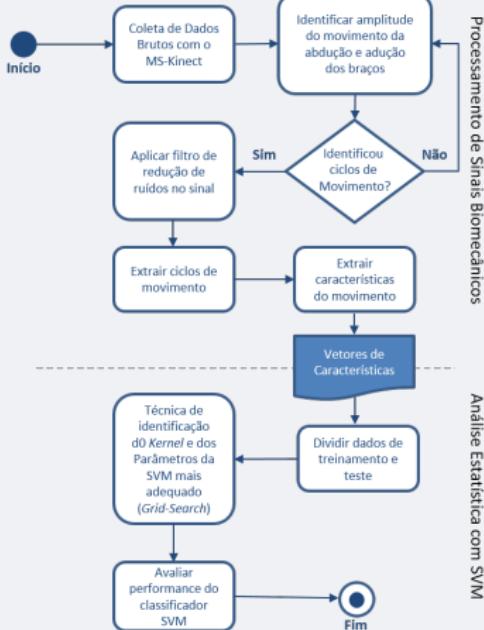
JOGUE-ME - Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido

- **REQ-JOGUE-ME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;
- **REQ-JOGUE-ME-02** - Progresso e Evolução do Jogador e dos Desafios;
- **REQ-JOGUE-ME-03** - Estado de Fluxo;
- **REQ-JOGUE-ME-04** - Preocupação com Integridade Física do Jogador;
- **REQ-JOGUE-ME-05** - Aquisição e Armazenamento de Sinais Motoress;
- **REQ-JOGUE-ME-06** - Mecanismo de Identificação de Sintomas Motores;

JOGUE-ME - Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido

- **REQ-JOGUE-ME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;
- **REQ-JOGUE-ME-02** - Progresso e Evolução do Jogador e dos Desafios;
- **REQ-JOGUE-ME-03** - Estado de Fluxo;
- **REQ-JOGUE-ME-04** - Preocupação com Integridade Física do Jogador;
- **REQ-JOGUE-ME-05** - Aquisição e Armazenamento de Sinais Motoress;
- **REQ-JOGUE-ME-06** - Mecanismo de Identificação de Sintomas Motores;
- **REQ-JOGUE-ME-07** - Mecanismo de Visualização dos Parâmetros Motores do Usuário.

Processamento dos Sinais Biomecânicos



Processamento de Sinais Biomecânicos

Análise Estatística com SVM

Cinemetria

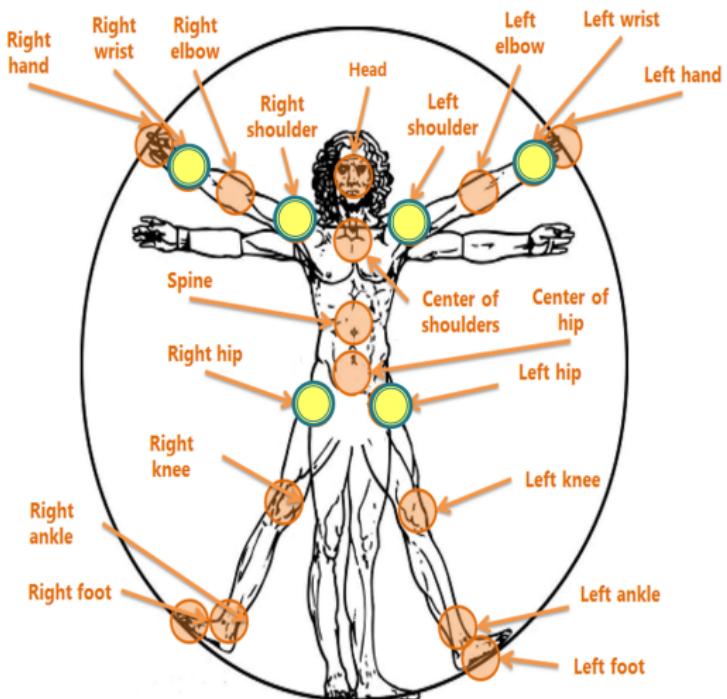
- A Cinemetria consiste de um conjunto de métodos para medir os valores dos parâmetros cinematográficos;

Cinemetria

- A Cinemetria consiste de um conjunto de métodos para medir os valores dos parâmetros cinemáticos;
- Movimento Cinético é o estudo das forças e momentos que resultam no movimento do corpo e seus segmentos.

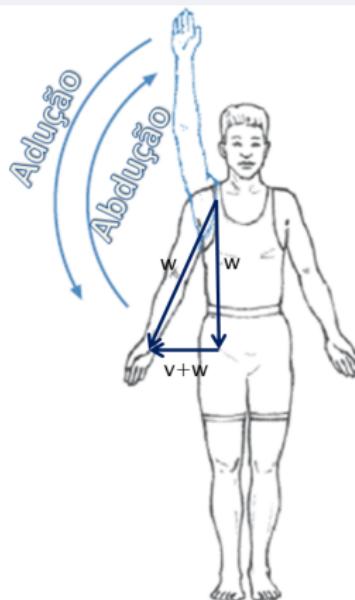
Sensor de Captura de Movimentos

Ms-Kinnect 1.0 e os Pontos Selecionados

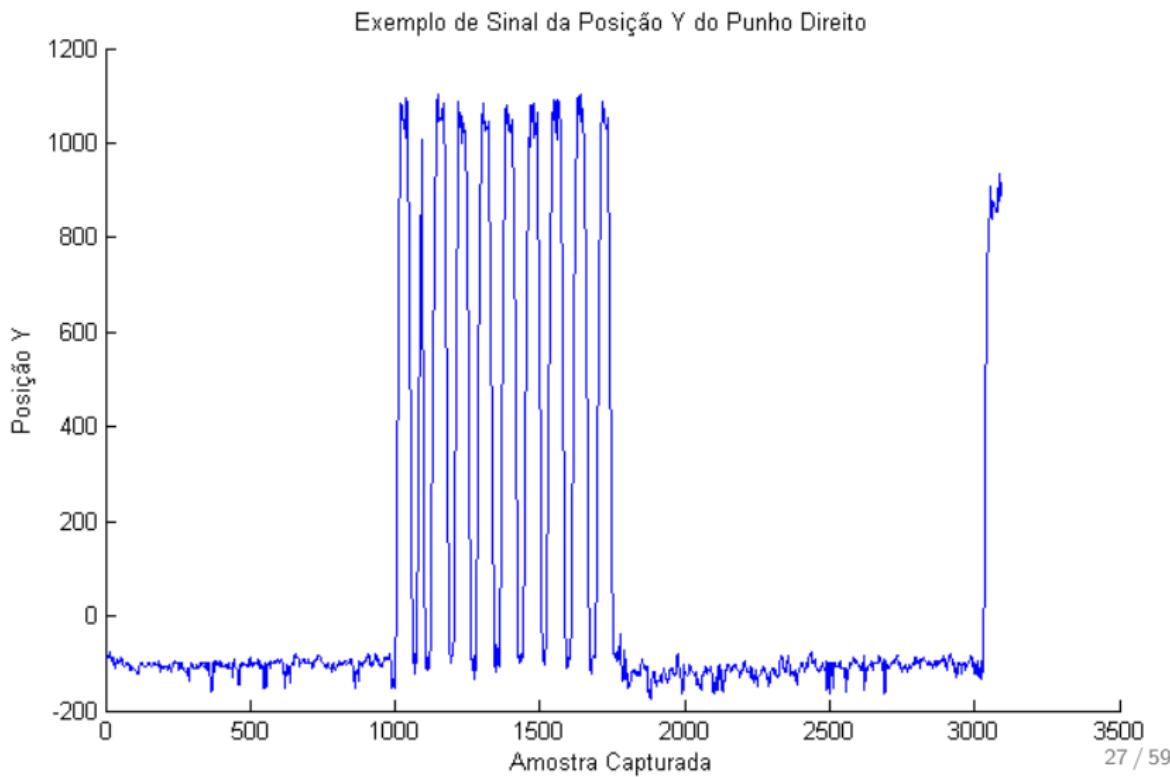


Movimento Angular

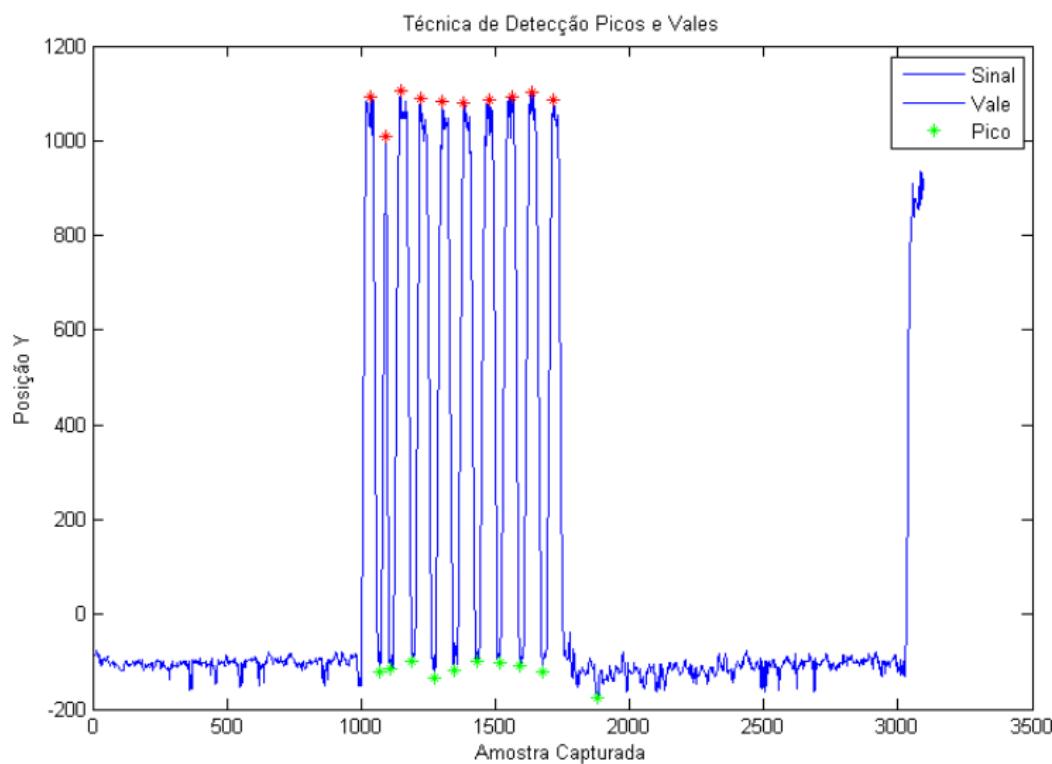
Movimento de Abdução e Adução do Braço [McGinnis, 2013]



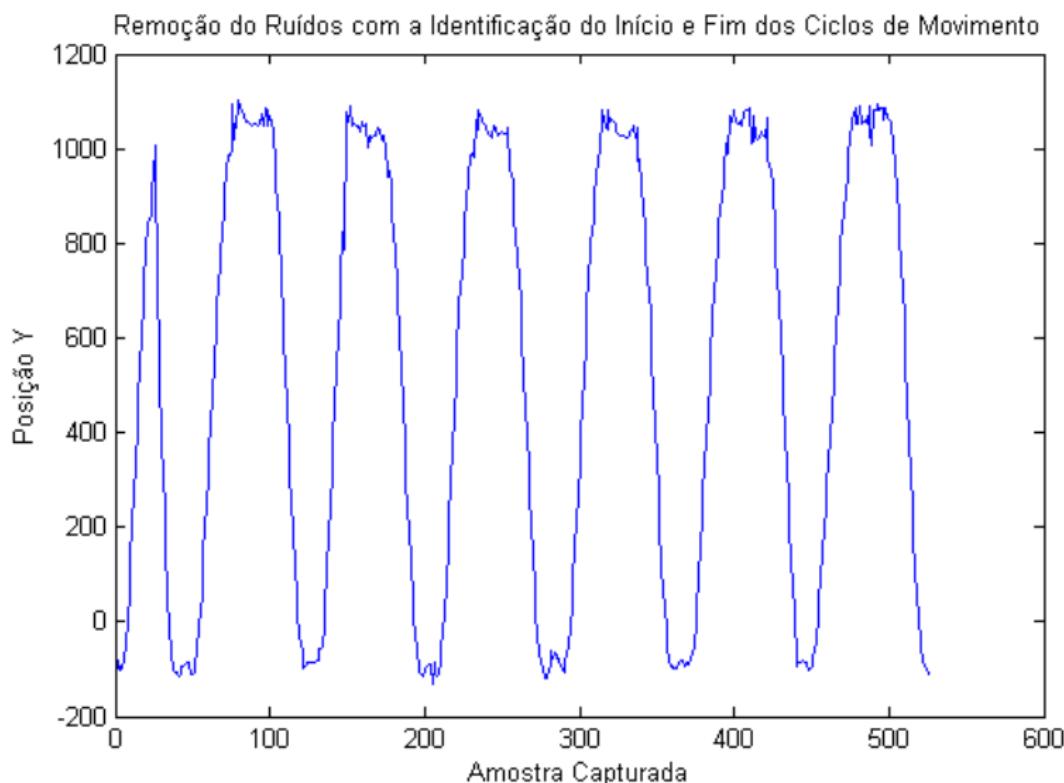
Mecanismo de Identificação de Sintomas Motores



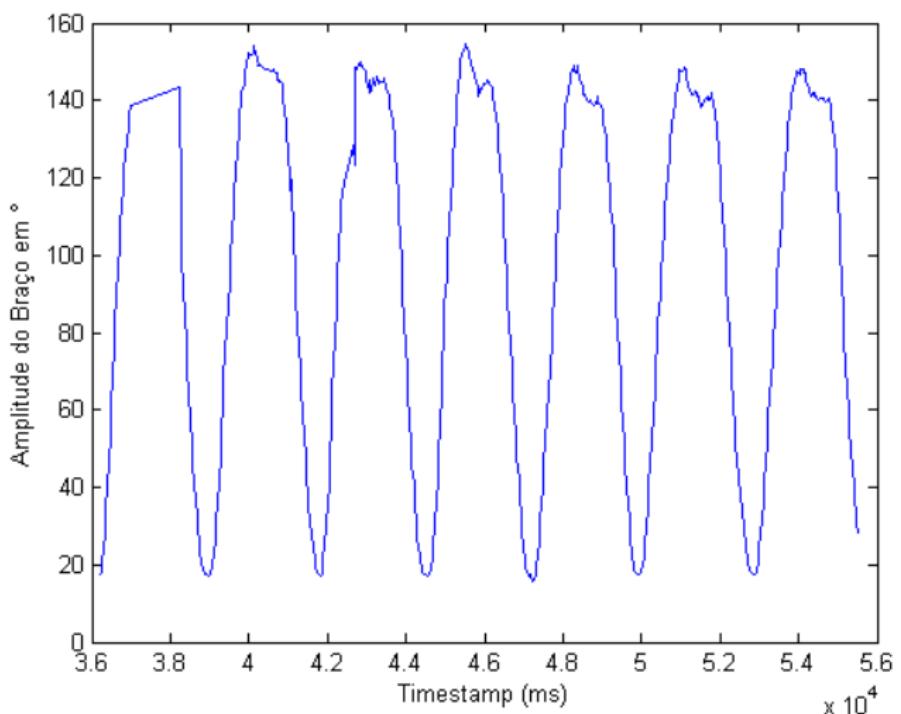
Técnicas de Picos e Vales do Sinal



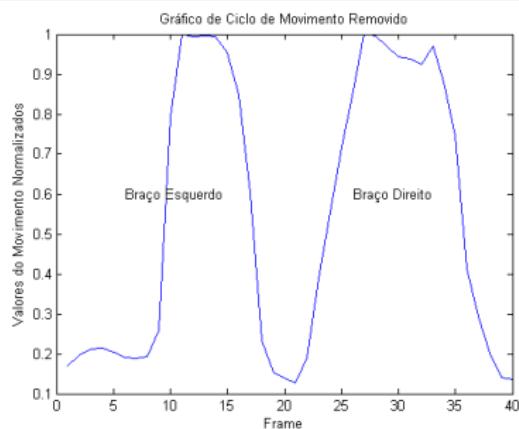
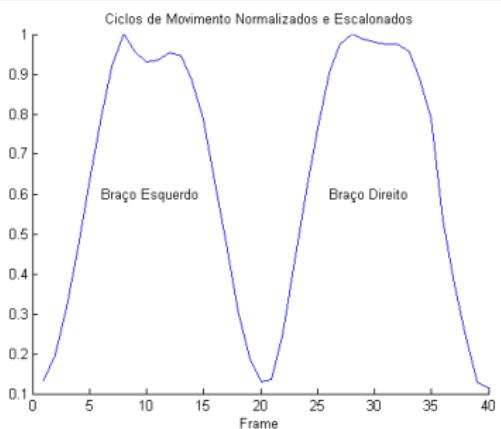
Extração de Início e Fim dos Ciclos de Movimento



Cálculo da Velocidade Angular do Movimento de Abdução e Adução



Filtragem de Dados: Remoção de Ciclos Incompletos

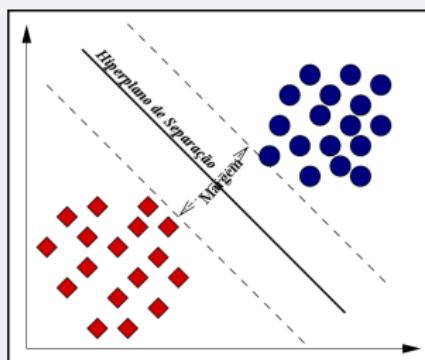


Classificador de Dados

O classificador de dados, é utilizado na abordagem para identificar de possíveis usuários com problemas motores. Desta forma, o classificador irá auxiliar o profissional de saúde no acompanhamento de seus pacientes.

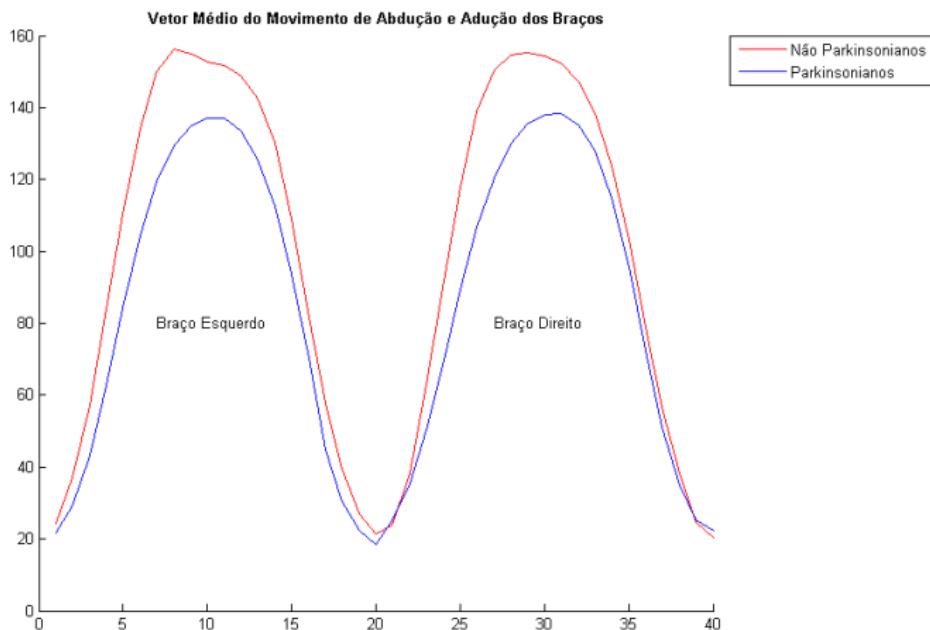
Máquina de Vetor de Suporte (SVM)

- Uma SVM utiliza vetores de separação através de uma técnica de hiperplano de separação ótima.
- Formalmente, classificadores que separam os dados por meio de um hiperplano utilizam um discriminante linear 1.



$$f(x) = w^T x + b \quad (1)$$

Visualização do Vetor Médio do Movimento de Abdução e Adução do Braço



Visualização das Características do Movimento

Velocidades °/S				Amplitudes	
Abdução Esquerda	Abdução Direita	Adução Esquerda	Adução Direita	Esquerda	Direita
78,95	77,82	83,06	106,42	130,00	124,72
79,94	34,68	104,69	39,98	131,50	132,44
81,05	47,05	107,38	56,52	132,22	123,66
74,73	47,09	109,05	47,75	132,33	122,20
72,01	56,02	102,36	76,00	131,40	119,75

Tabela 3.1: Extração das Características de Indivíduo Com Diagnóstico da DP

Velocidades °/S				Amplitudes	
Abdução Esquerda	Abdução Direita	Adução Esquerda	Adução Direita	Esquerda	Amplitude
129,35	61,59	78,74	176,30	159,39	143,50
115,67	118,15	71,72	79,46	156,37	153,97
120,96	135,27	66,70	78,17	154,30	149,91
125,96	137,43	64,75	81,57	153,18	154,58
139,99	117,60	69,96	84,08	151,68	148,90
120,51	111,92	75,85	75,18	152,58	148,35

Estudo Analítico de Caso-Controle: Identificação da Bradicinesia

Objetivo da Pesquisa

Como melhor adquirir e quantificar sinais motores utilizando sensores de movimento para monitorar os sinais do Parkinson?

Esta etapa da pesquisa foi pautada pelo protocolo de pesquisa avaliado pelo Comitê de Ética da UFCG (CAAE:
14408213.9.1001.5182)

Estudo Analítico de Caso-Controle: Identificação da Bradicinesia

Objetivo da Pesquisa

Como melhor adquirir e quantificar sinais motores utilizando sensores de movimento para monitorar os sinais do Parkinson?

Coleta de Dados

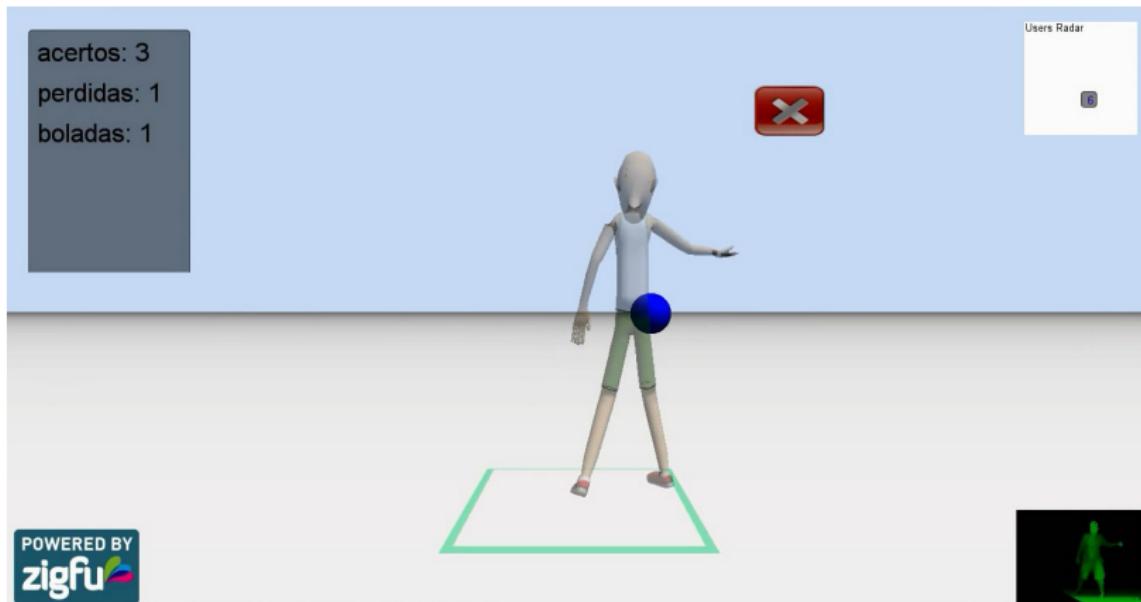
- Protocolo de pesquisa submetido aprovado junto ao CEP da UFCG (**CAAE: 14408213.9.1001.5182**)
- Coleta realizada nas instituições:
 - 1 Hospital Universitário da UFAL;
 - 2 Fundação Pestalozzi;
 - 3 Clínica Fisioterapia do CESMAC;

Esta etapa da pesquisa foi pautada pelo protocolo de pesquisa avaliado pelo Comitê de Ética da UFCG (CAAE: 14408213.9.1001.5182)

Amostra

- A técnica de amostragem utilizada para seleção, foi por conveniência, composta por:
 - ① 15 indivíduos portadores do Parkinson entre 51 e 65 anos (média de idade : 58 anos);
 - ② 15 sem o diagnóstico, como grupo controle entre 50 e 65 anos (média : 57 anos).
- No grupo de portadores do Parkinson, foram inclusos indivíduos até o Estágio 3 (Doença bilateral leve a moderada com alguma instabilidade postural e capacidade para viver independente), segundo a UPDRS.

Coleta dos Dados Utilizando o Jogo: *Catch the Spheres*



Processo de Coleta de Dados

- Voluntário se posiciona a 2m. do sensor de movimento;



Processo de Coleta de Dados

- Voluntário se posiciona a 2m. do sensor de movimento;
- Voluntário inicia o jogo;



Processo de Coleta de Dados

- Voluntário se posiciona a 2m. do sensor de movimento;
- Voluntário inicia o jogo;
- Voluntário abduz e aduz o braço esquerdo, e depois o direito 10 vezes o mais amplo e rápido possível;

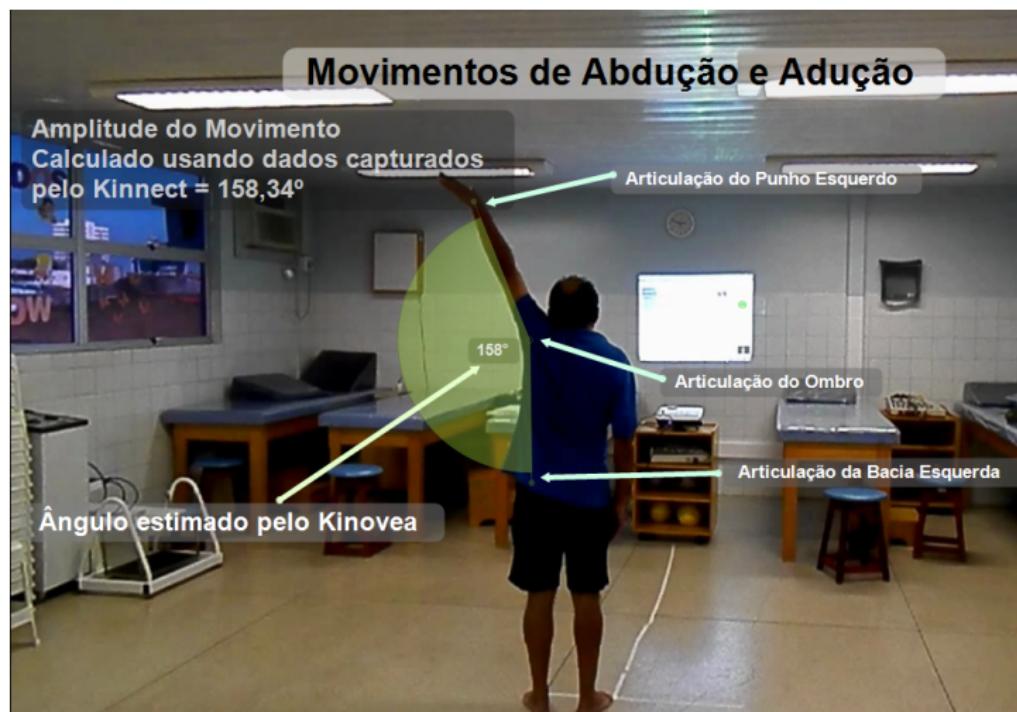


Processo de Coleta de Dados

- Voluntário se posiciona a 2m. do sensor de movimento;
- Voluntário inicia o jogo;
- Voluntário abduz e aduz o braço esquerdo, e depois o direito 10 vezes o mais amplo e rápido possível;
- Voluntário fecha o jogo.



Processo de Coleta de Dados



Características Extraídas do Movimento

Descrição do vetor de características extraído da coleta de dados

Característica	Descrição
MaxAmpEsquerdo	Amp. máxima do braço esquerdo.
MaxAmpDireito	Amp. máxima do braço direito.
AngVelAbdEsquerdo	Vel. ang. abdução do braço esquerdo.
AngVelAbdDireito	Vel. ang. da abdução do braço direito.
AngVelAdEsquerdo	Vel. ang. da adução do braço esquerdo.
AngVelAdDireito	Vel. ang. de adução do braço direito.

Classificação dos Dados

- Com os dados coletados, realizou-se uma classificação usando SVM com núcleo linear e *bias* de 0,10.

Classificação dos Dados

- Com os dados coletados, realizou-se uma classificação usando SVM com núcleo linear e *bias* de 0,10.
- O resultado com o núcleo linear foi o mais expressivo ante o Polinomial, Radial e MLP.

Definição dos Parâmetros

Aplicação do Método de *Grid-Search*

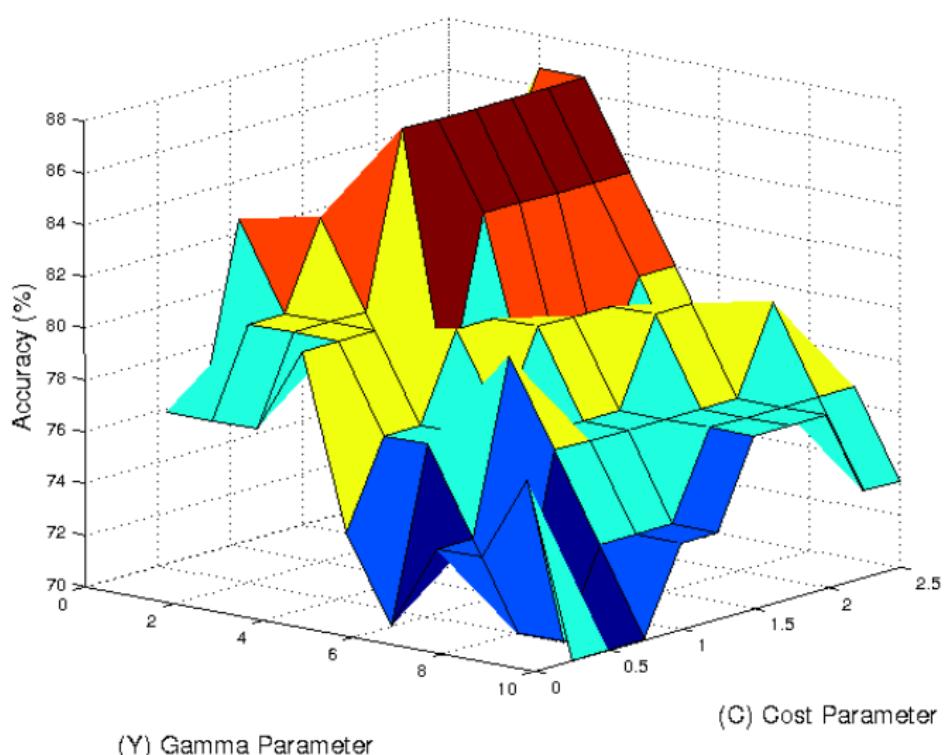
Para identificar os melhores parâmetros svm, foi aplicado o método *Grid-Search* [Li et al. , 2010] usando validação cruzada *Leave-One-Out* (LOOCV) [Kantardzic, 2011]. Este método avalia a precisão do modelo previsto, evita o problema do superajuste na classificação binária e é um método prático para identificar os parâmetros SVM.

Definição dos Parâmetros

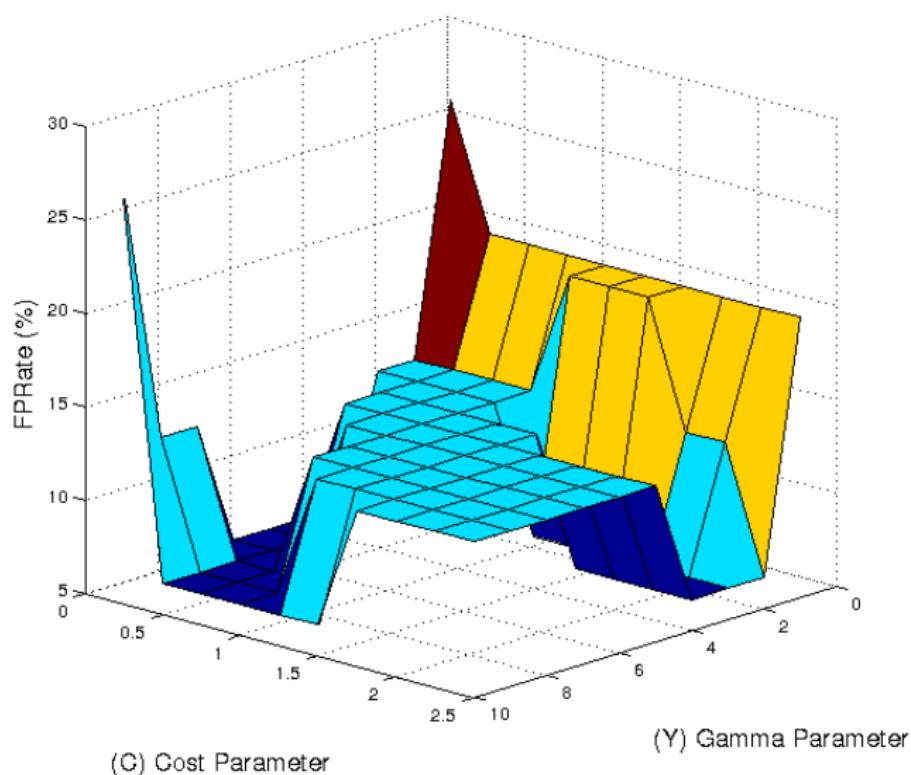
Parâmetros utilizados no *Grid-Search*

Os valores dos parâmetros de pesquisa do *grid-search* foram de: $C = [2^5, \dots, 2^2]$ e $\gamma = [2^{15}, \dots, 2^3]$, usando assim uma exponencial de base 2. Por meio deste método, foi possível identificar uma região em que o classificador possuía a melhor acurácia e a menor taxa de *FpRate*. Após identificar essa região, realizamos uma busca mais detalhada com os seguintes parâmetros: $C = [0.25, 0.5, \dots, 2.5]$; e $\gamma = [1, 2, \dots, 10]$.

Grid-Search - Acurácia da Classificação



Grid-Search - FpRate



Matriz de Confusão

Resultado da Matriz de Confusão do Estudo Analítico
Caso-Controle Usando SVM Linear

		Classe Preditiva	
		Parkinson	Controle
Parkinson	12	3	
Controle	1	14	

Métricas da Classificação

Métricas	
TpRate	80,00%
FpRate	6,67%
Precision	92,31%
Accuracy	86,67%
F-Measure	85,71%

TpRate : taxa de acerto obtido;

FpRate : taxa de falso alarme obtido;

Precision : taxa de acerto de uma instância em determinada classe;

Accuracy : taxa de acerto de todo o classificador;

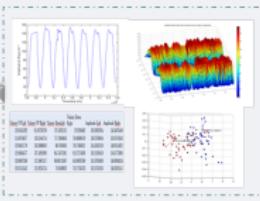
F-Measure : análise de classificador binário que mede a acurácia.

Limitações do Método

A aprendizagem estatística deste trabalho é apenas um indicador, o qual necessita da interpretação do profissional de saúde.



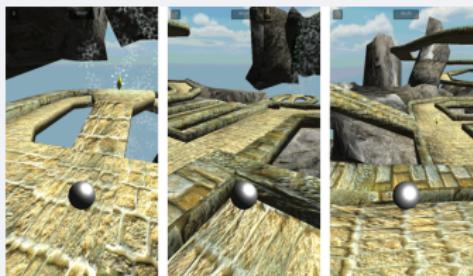
Profissional de Saúde



Visualização da Informação

Outros Experimentos

Uso de Jogo em *Smartphone* Para Detecção de Tremor

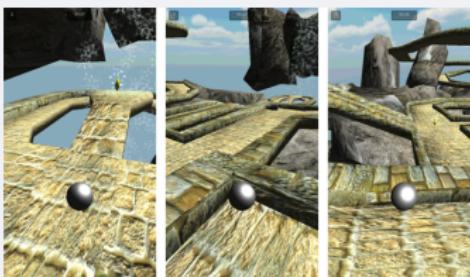


Insucesso na Quantificação

- Tremor do Parkinson é de repouso.

Outros Experimentos

Uso de Jogo em *Smartphone* Para Detecção de Tremor

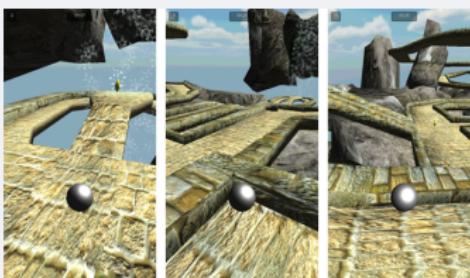


Insucesso na Quantificação

- Tremor do Parkinson é de repouso.
- Indivíduos quando utilizavam o jogo reduziam drasticamente o sintoma.

Outros Experimentos

Uso de Jogo em *Smartphone* Para Detecção de Tremor



Insucesso na Quantificação

- Tremor do Parkinson é de repouso.
- Indivíduos quando utilizavam o jogo reduziam drasticamente o sintoma.
- Como os dados não seriam satisfatórios, logo a coleta tornou-se inviável.

Análise GQM com Usuários

Objetivo da Pesquisa

Validar a Hipótese **H3**: É possível desenvolver um jogo que tenha mecanismos de captura de dados motores embutidos, e que permita monitorar e quantificar esses dados de maneira não-invasiva.

Participantes

Foram entrevistados um total de 24 indivíduos das seguintes instituições:

- Universidade Federal de Campina Grande;
- Instituto Federal de Alagoas;
- Clínica de Fisioterapia do CESMAC;
- Fundação Pestalozzi.

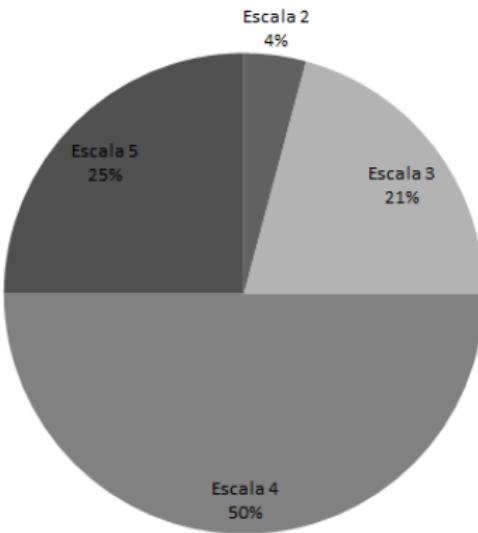
Questões da Pesquisa

- ① Se o usuário integraria a abordagem GAHME à sua rotina diária.
- ② Se a segurança com a integridade física está de acordo com a faixa etária do usuário.

Integrar a Abordagem à Rotina Diária

Métrica 1.1: Escala de Diversão do Jogo

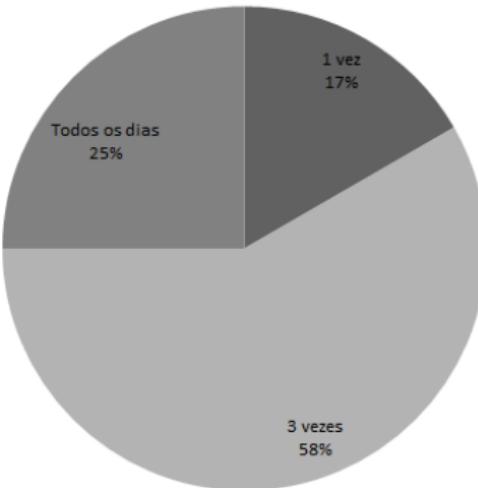
Numa escala de 1 a 5 qual o grau de diversão do jogo?



Integrar a Abordagem à Rotina Diária

Métrica 1.3: Integrar o Jogo À Rotina Diária

Se você tivesse adquirido esse jogo, com que frequencia você o utilizaria durante a semana?



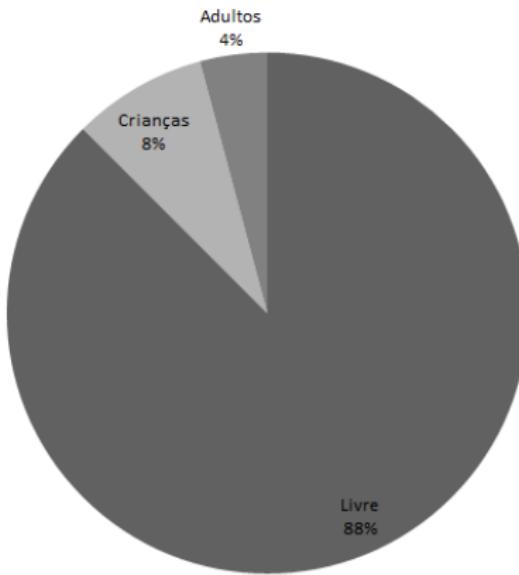
Integrar a Abordagem à Rotina Diária

Métrica	Sim	Não
1.2: O jogo traz motivação ao usuário?	91,67%	8,33%
1.4: O usuário considera o jogo simples, sem muitas regras e de fácil entendimento? Ele pode ser aplicado em diferentes idades?	91,67%	8,33%
1.5: O usuário tem o costume de jogar esses jogos casuais em casa?	41,67%	58,33%
1.6: O usuário agregaria um jogo desse estilo em sua rotina diária?	75%	25%

Segurança à Integridade Física

Métrica 2.4: Faixa Etária do Jogo

Qual a sua opinião sobre a faixa etária do jogo?



Segurança à Integridade Física

Métrica	Sim	Não
2.1: Uma criança estaria segura jogando esse jogo, ao efetuar os movimentos dos braços?	100%	0%
2.2: Um adulto estaria seguro ao jogar esse jogo, ao efetuar os movimentos dos braços?	100%	0%
2.3: Um idoso estaria seguro ao jogar esse jogo, ao efetuar os movimentos dos braços?	75%	25%

Publicações

Foram publicados três artigos, em conferências internacionais, relacionados à tese:

- *Abstract: Monitoring Parkinson related Gait Disorders with Eigengaits*, no, *XX World Congress on Parkinson's Disease and Related Disorders* (2013) [Medeiros et al. , 2013];
- *Full Paper: A Game-Based Approach to Monitor Parkinson's Disease: The bradykinesia symptom classification*, no, *International Symposium on Computer-Based Medical Systems* (CBMS 2016) [Medeiros et al. , 2016b];
- *Full Paper: A Gait Analysis Approach to Track Parkinson's Disease Evolution Using Principal Component Analysis*, no, *International Symposium on Computer-Based Medical Systems* (CBMS 2016) [Medeiros et al. , 2016a].

A partir dos resultados apresentados nesta tese e extensão da mesma, alguns trabalhos futuros são propostos para contribuição científica:

- Coletar uma amostra maior de pacientes com Parkinson, e agrupá-los de acordo com o estágio da doença [Goulart & Pereira, 2005];
- Usar técnicas de multi-classificação de dados [Chamasemani & Singh, 2011] para identificar o progresso do dp de acordo com as escalas de avaliação (ex.: UPDRS [B. Post & Speelman, 2005]);
- Avaliar o sinal da bradicinesia em diferentes momentos do dia, para verificar a eficácia do tratamento medicamentoso [Picon *et al.*, 2010].

Introdução
oooooooooo

Estudo de Caso
oooooooooo

Abordagem JOGUE-ME

Experimentos
oooooooooooooooooooo

GQM
oooooooooo

Finalização
oo●

DÚVIDAS ?

-  Aarhus, Rikke, & Ballegaard, Stinne Aaløkke. 2010.
Negotiating boundaries: managing disease at home.
Pages 1223–1232 of: Proceedings of the 28th international conference on human factors in computing systems.
CHI '10.
New York, NY, USA: ACM.
-  Alemdar, Hande, & Ersoy, Cem. 2010.
Wireless sensor networks for healthcare: A survey.
Computer networks, 54(15), 2688–2710.
-  Alemdar, Hande, Tunca, Can, & Ersoy, Cem. 2015.
Daily life behaviour monitoring for health assessment using machine learning: Bridging the gap between domains.
Personal ubiquitous computing.
-  Arnrich, Bert, Mayora, Oscar, Bardram, Jakob, & e Tröster, Gerhard. 2010.

Pervasive healthcare - paving the way for a pervasive, user-centered and preventive healthcare model.

Methods of information in medicine.

 Association, Entertainment Software. 2015.

Essential facts about the u.s. computer and video game industry: Sales, demophahy and usage data.

 Atkinson, S.D., & Narasimhan, V.L. 2010.

Design of an introductory medical gaming environment for diagnosis and management of parkinson's disease.

In: Trendz in information sciences computing.
IEEE.

 B. Post, M. P. Merkus, R. M. de Bie R. J. de Haan, & Speelman, J. D. 2005.

"unified parkinson's disease rating scale motor examination: Are ratings of nurses, residents in neurology, and movement disorders specialists interchangeable?,".

Mov. disord, 20, 1577–1584.

 Brox, E., Luque, L.F., Evertsen, G.J., & Hernandez, J.E.G. 2011.

Exergames for elderly: Social exergames to persuade seniors to increase physical activity.

Pages 546–549 of: Pervasive computing technologies for healthcare (pervasivehealth), 2011 5th international conference on.

 Chamasemani, F. F., & Singh, Y. P. 2011.

Multi-class support vector machine (svm) classifiers - an application in hypothyroid detection and classification.

In: Sixth international conference on bio-inspired computing: Theories and applications.

IEEE.

 Chen, Huan, Liao, Guo-Tan, Fan, Yao-Chung, Cheng, Bo-Chao, Chen, Cheng-Min, & Kuo, Ting-Chun. 2014.

Design and implementation of a personal health monitoring system with an effective svm-based pvc detection algorithm in cardiology.

In: Symposium on applied computing.
ACM.

 Fahn, S., & Elton, R. 1987.

Unified parkinson's disease rating scale.

Pages 153–63 of: et al Fahn, S. (ed), Recent developments in parkinson's disease.

New Jersey: Macmillan Health Care Information.

 Friedman, N., Rowe, J.B., Reinkensmeyer, D.J., & Bachman, M. 2014.

The manumeter: A wearable device for monitoring daily use of the wrist and fingers.

ieee journal of biomedical and health informatics.

 Goulart, Fátima, & Pereira, Luciana Xavier. 2005.

Uso de escalas para avaliação da doença de parkinson em fisioterapia.

Fisioterapia e pesquisa, Volume II.

-  Graziadio, S., Davison, R., Shalabi, K., Sahota, K. M. A., Ushaw, G., Morgan, G., & Eyre, J. A. 2014.
Bespoke video games to provide early response markers to identify the optimal strategies for maximizing rehabilitation.
In: Proceedings of the 29th annual acm symposium on applied computing.
ACM.
-  Kantardzic, M. 2011.
Data mining: Concepts, models, methods, and algorithms. 2nd edn.
Piscataway, NJ, USA: John Wiley & Sons.
-  Li, Cheng-Hsuan, Lin, Chin-Teng, Kuo, Bor-Chen, & Ho, H.-H. 2010.

An automatic method for selecting the parameter of the normalized kernel function to support vector machines.

In: International conference on technologies and applications of artificial intelligence.

IEEE.

 Liao, Chien-Ke, Lim, Chung Dial, Cheng, Ching-Ying, Huang, Cheng-Ming, & Fu, Li-Chen. 2014.

Vision based gait analysis on robotic walking stabilization system for patients with parkinson's disease.

In: International conference on automation science and engineering (case).

IEEE.

 McGinnis, P. 2013.

Biomechanics of sport and exercise.

Human Kinetics.

 Medeiros, Leonardo, Fischer, Robert, Almeida, Hyggo, Silva, Leandro, & Perkusich, Angelo. 2013.

Monitoring parkinson related gait disorders with eigengaits.

In: Xx world congress on parkinson's disease and related disorders.

Keynes International.



Medeiros, Leonardo, Almeida, Hyggo, Silva, Leandro, Perkusich, Mirko, & Fischer, Robert. 2016a.

A gait analysis approach to track parkinson's disease evolution using principal component analysis.

In: The 29th international symposium on computer-based medical systems (cbms 2016).

IEEE.



Medeiros, Leonardo, Almeida, Hyggo, Silva, Leandro, Perkusich, Mirko, & Fischer, Robert. 2016b.

A game-based approach to monitor parkinson's disease: The bradykinesia.

In: The 29th international symposium on computer-based medical systems (cbms 2016).

IEEE.

 Patel, S., Lorincz, K., Hughes, R., Huggins, N., Growdon, J., Standaert, D., Akay, M., Dy, J., Welsh, M., & Bonato, P. 2009.

Monitoring motor fluctuations in patients with parkinson's disease using wearable sensors.

IEEE transactions on information technology in biomedicine, 13(6), 864–873.

 Picon, Paulo Dornelles, Gadelha, Maria Inez Pordeu, & Beltrame, Alberto. 2010.

Protocolo clínico e diretrizes terapêutica - doença de parkinson.

Ministério da Saúde.

 Sinclair, Jeff, Hingston, Philip, Masek, Martin, & Nosaka, Kazunori (Ken). 2009.

Using a virtual body to aid in exergaming system development.

ieee comput. graph. appl., 29(2), 39–48.

-  Synnott, J., Chen, Liming, Nugent, C.D., & Moore, G. 2012.
Wiipd objective home assessment of parkinson's disease using the nintendo wii remote.
IEEE transactions on information technology in biomedicine, 16(6), 1304–1312.
-  Teive, Hélio A. G. 2003.
Doença de parkinson - meneses.
Guanabara Koogan.
-  Zwartjes, D.G.M., Heida, T., van Vugt, J.P.P., Geelen, J.A.G., & Veltink, P.H. 2010.
Ambulatory monitoring of activities and motor symptoms in parkinson's disease.
Biomedical engineering, ieee transactions on, 57(11), 2778–2786.