

# 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

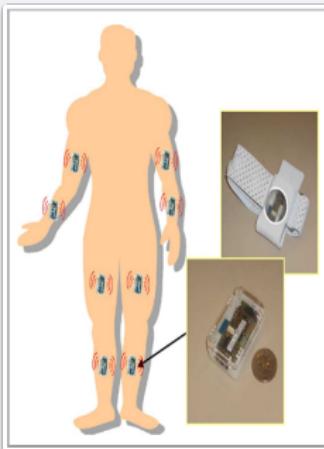
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

16 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 *et al.* , 2015].

# 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 [Alemdar 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 [Mobyen Uddin Ahmed & Loutfi, 2013];

# 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 [Mobyen Uddin Ahmed & Loutfi, 2013];
- Reabilitar o paciente [Graziadio *et al.* , 2014];

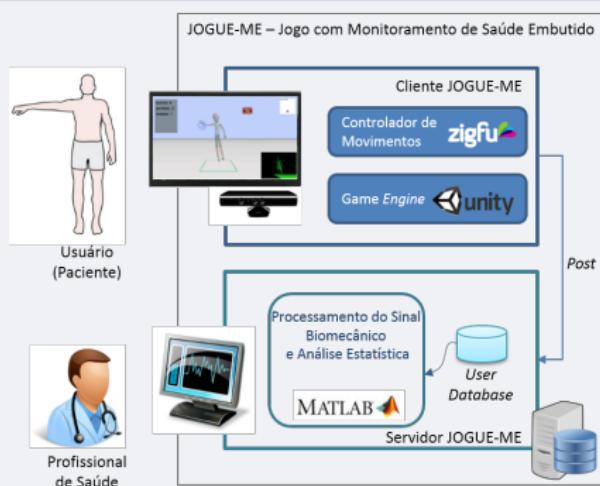
# Aplicações dos Sistemas de Monitoramento da Saúde (SMS)

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

- Tratar preventivamente e pró-ativamente o estado de saúde [Mobyen Uddin Ahmed & Loutfi, 2013];
- 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 os benefícios dos SMS a jogos eletrônicos para capturar as ações cinéticas do usuário para monitorar a saúde.

# 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:

- Melhoria da saúde do idoso com: visado a reabilitação motora dos idosos [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:

- Melhoria da saúde do idoso com: visado a reabilitação motora dos idosos [Graziadio *et al.*, 2014];
- Jogos com 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:

- Melhoria da saúde do idoso com: visado a reabilitação motora dos idosos [Graziadio *et al.*, 2014];
- Jogos com sensores hápticos para quantificar a habilidade motora do paciente com Parkinson [Atkinson & Narasimhan, 2010];
- Jogos para o monitoramento dos sinais vitais(Batimento cardíaco) [Sinclair *et al.*, 2009].

# 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 [Jankovic, 2008].

# 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 [Jankovic, 2008].

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 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 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 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 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	
<b>Subtotal 5 – 17 (maximum = 52)</b>	
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.

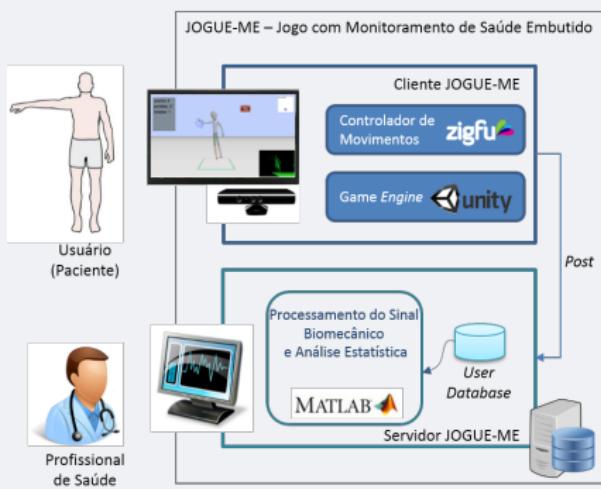
# Abordagem JOGUE-ME

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;

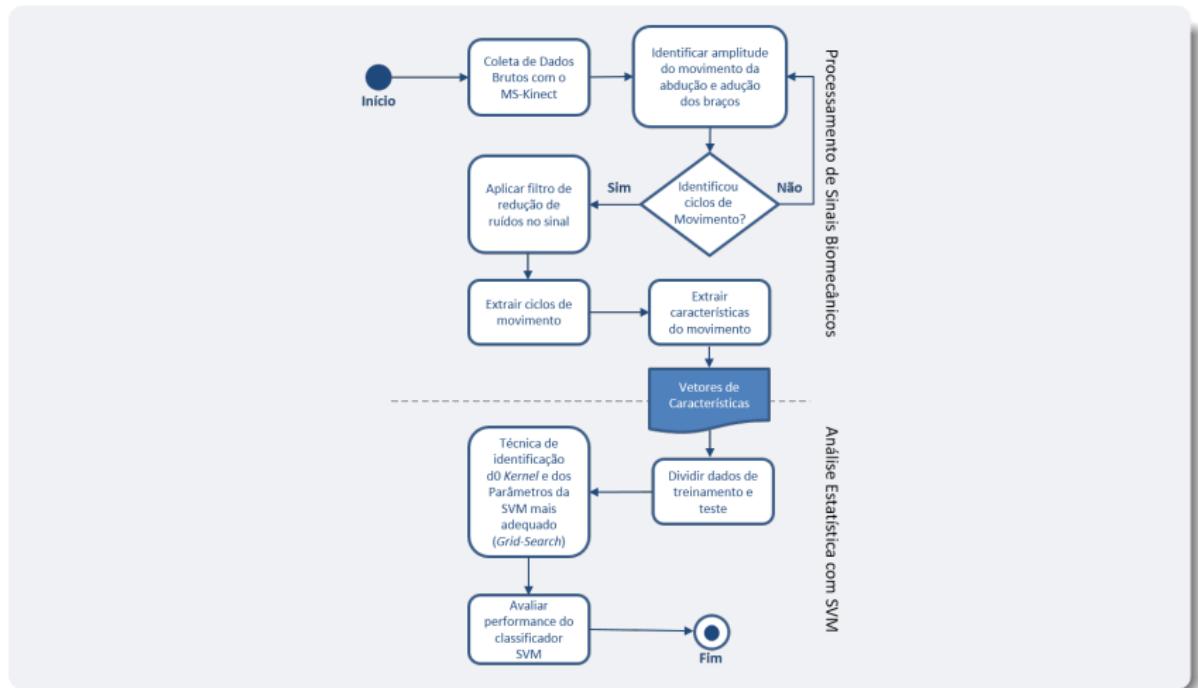
# JOGUE-ME - Jogo com Monitoramento de Saúde Embutido

- **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



# Cinemetria

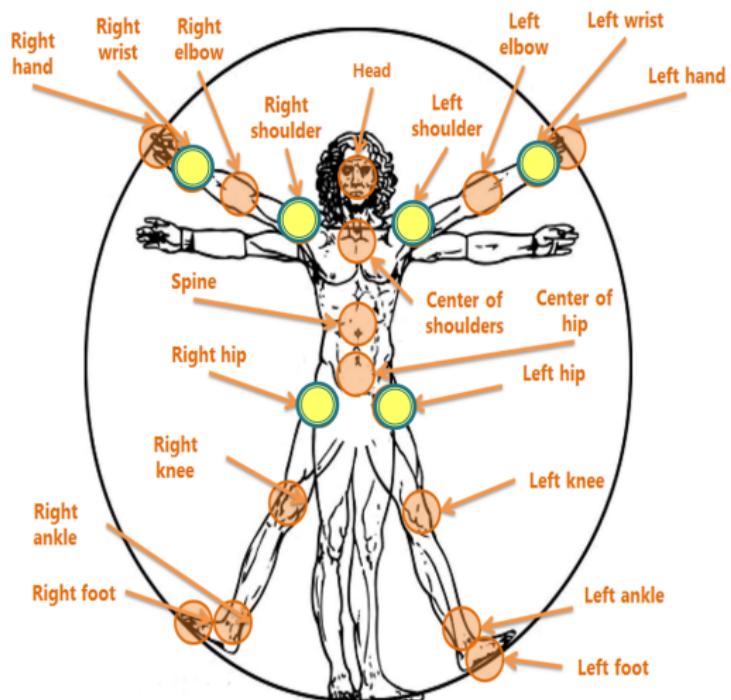
- A Cinemetria consiste de um conjunto de métodos para medir os valores dos parâmetros cinematográficos;

# 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.

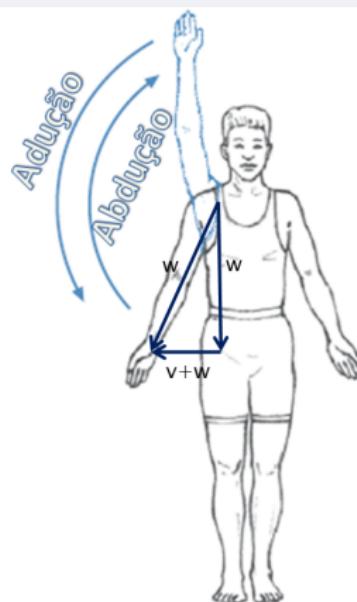
# Sensor de Captura de Movimentos

## Ms-Kinnect 1.0 e os Pontos Selecionados

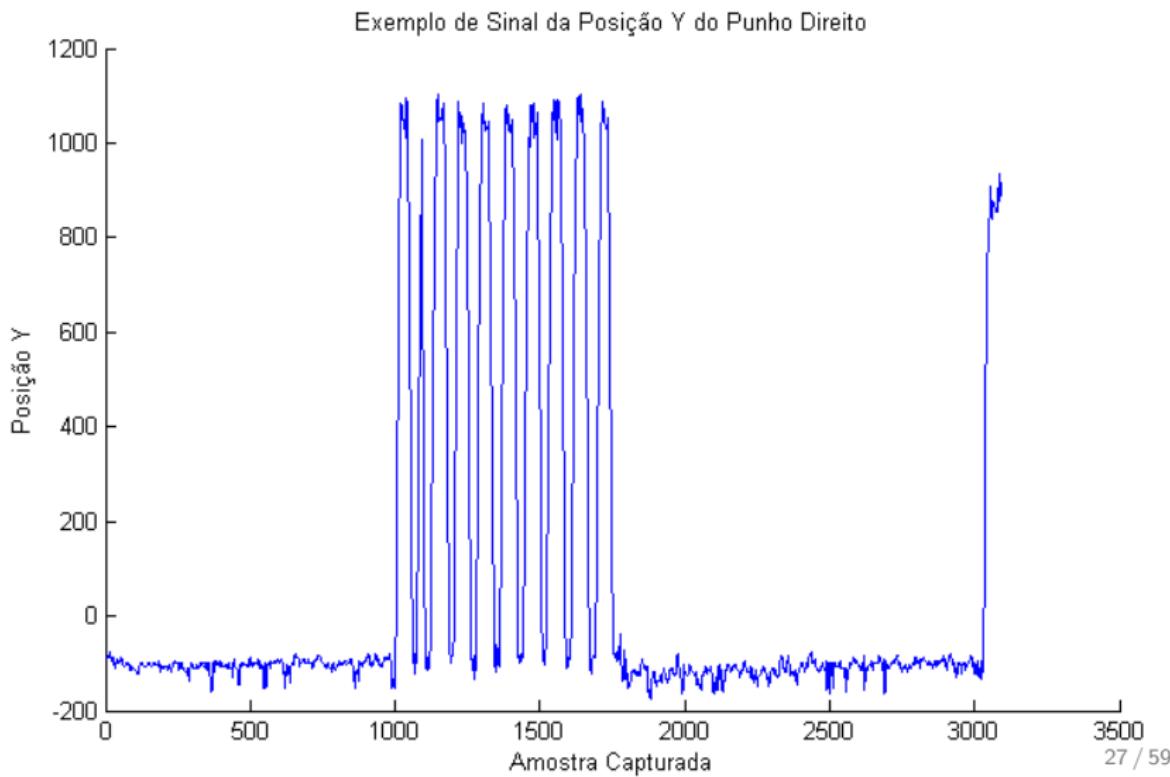


# Movimento Angular

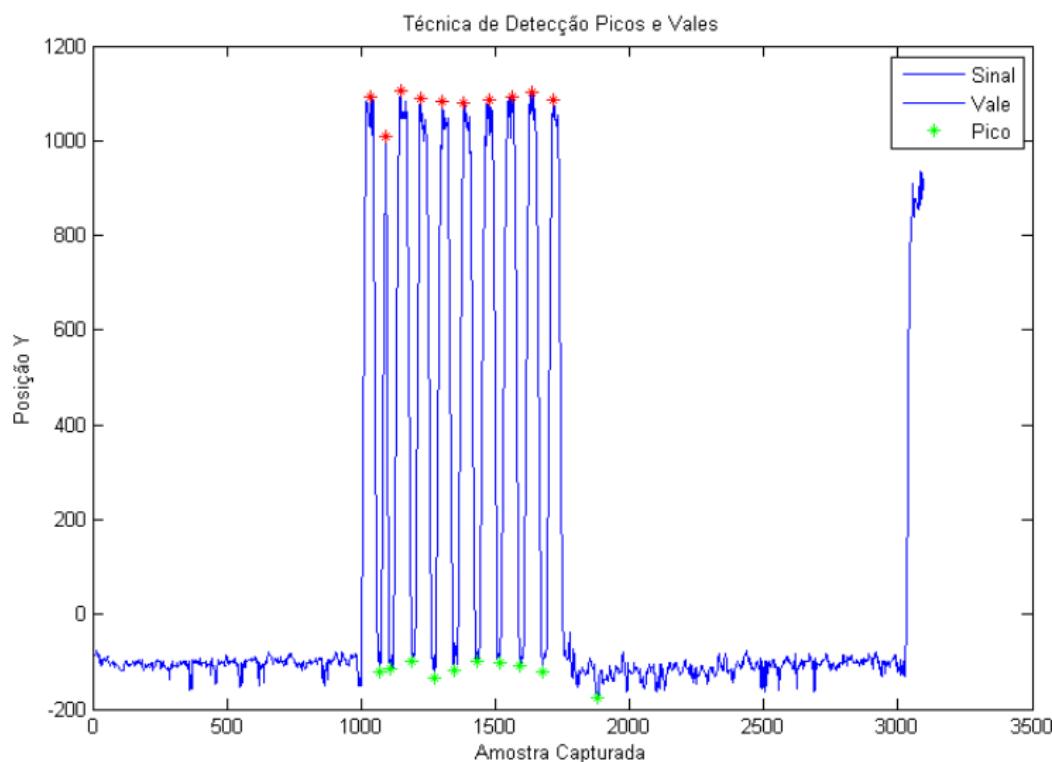
Movimento de Abdução e Adução do Braço [McGinnis, 2013]



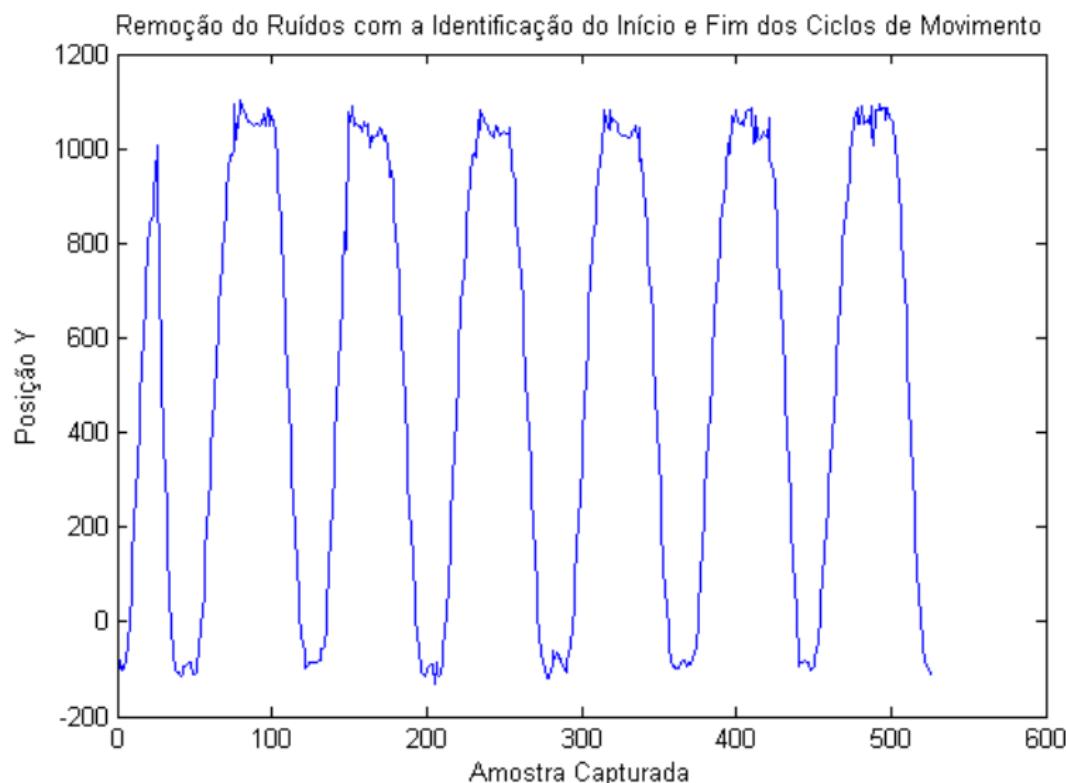
# Mecanismo de Identificação de Sintomas Motores



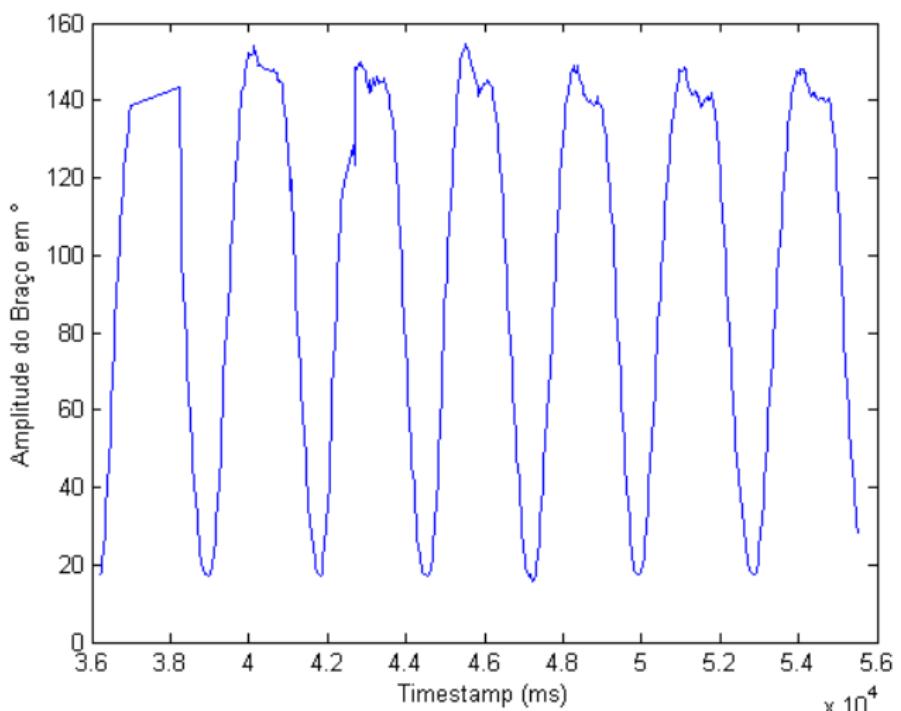
# Técnicas de Picos e Vales do Sinal



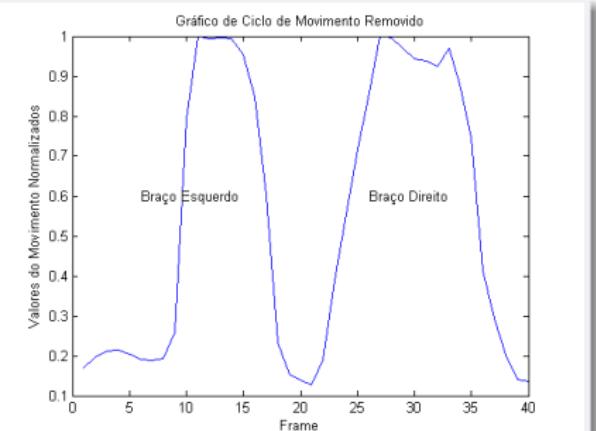
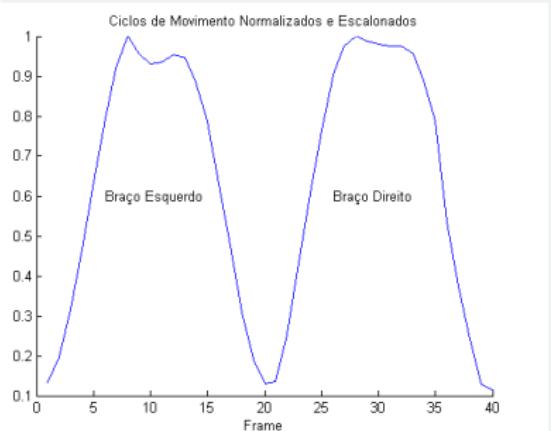
# Extração de Início e Fim dos Ciclos de Movimento



# Cálculo da Velocidade Angular do Movimento de Abdução e Adução



# Filtragem de Dados: Remoção de Ciclos Incompletos

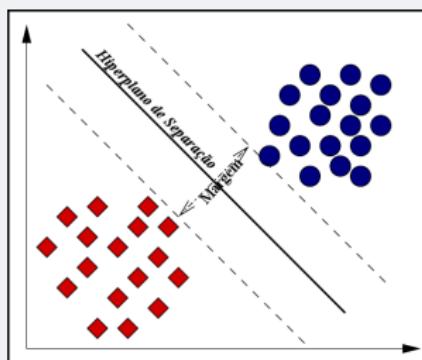


# Classificador de Dados

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.

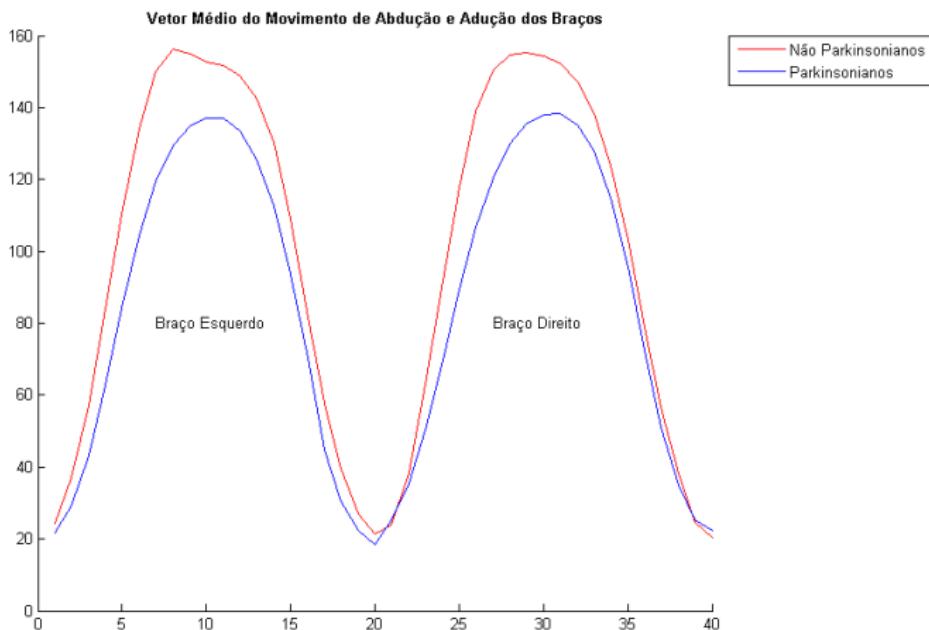
# Máquina de Vetor de Suporte (SVM)

- 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?

# 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;

# Amostra

- A técnica de amostragem utilizada para seleção, foi por conveniência, composta por:

# 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);

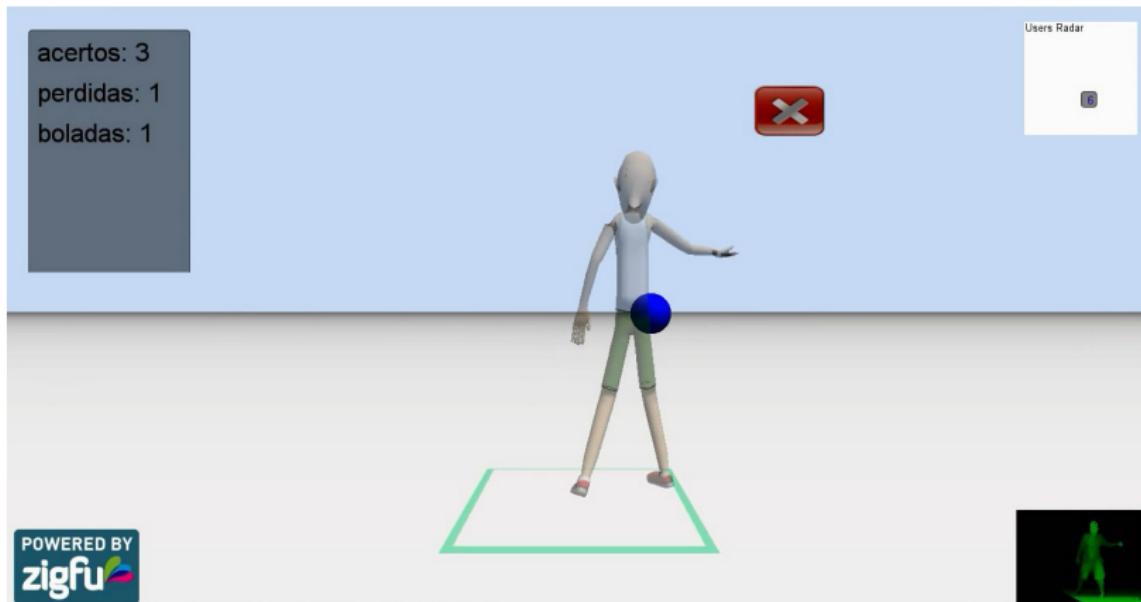
# Amostra

- 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).

# 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;

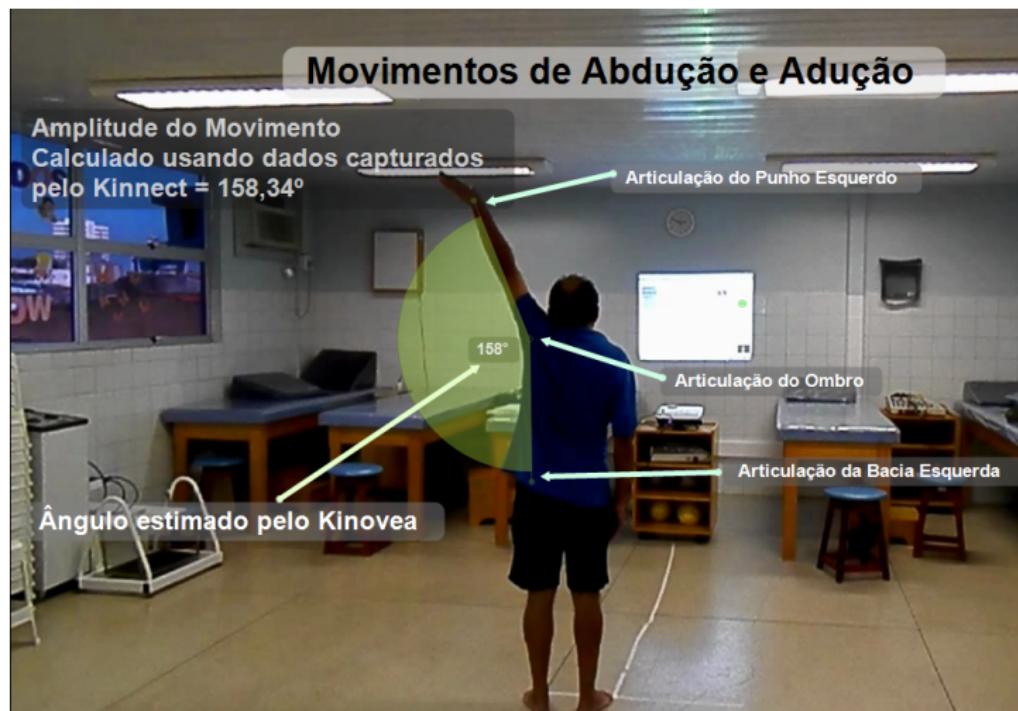


# Processo de Coleta de Dados

- 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*

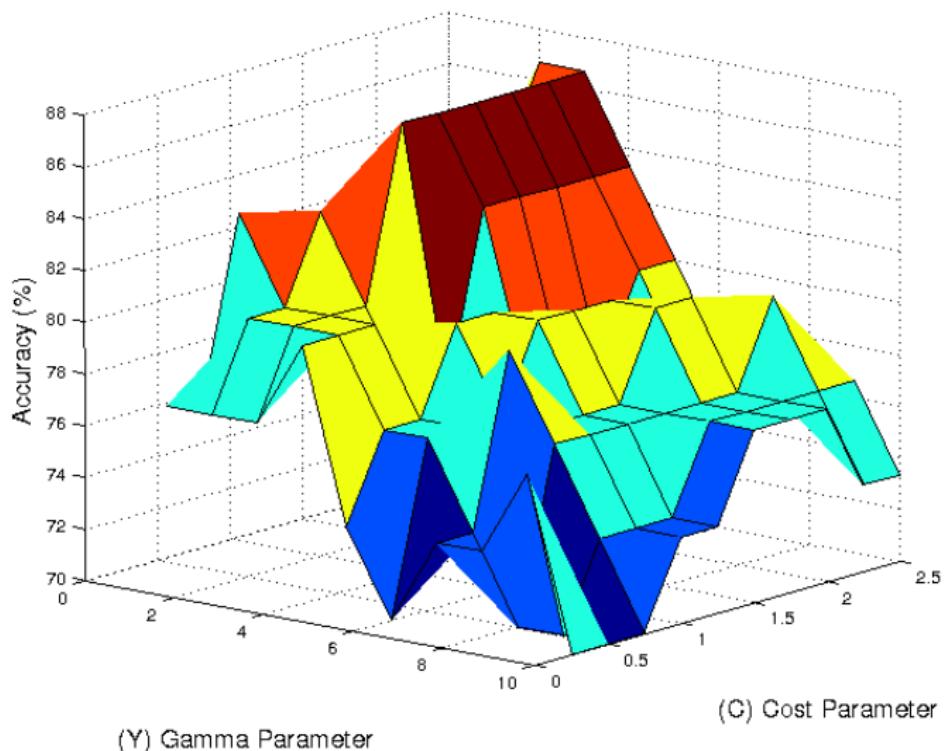
Para identificar os melhores parâmetros svm, foi aplicado o método *Grid-Search* [Li et al. , 2010] usando validação cruzada *Leave-One-Out* (LOOCV) [Kantardzic, 2011]. Este método avalia a precisão do modelo previsto, evita o problema do superajuste na classificação binária e é um método prático para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

# Definição dos Parâmetros

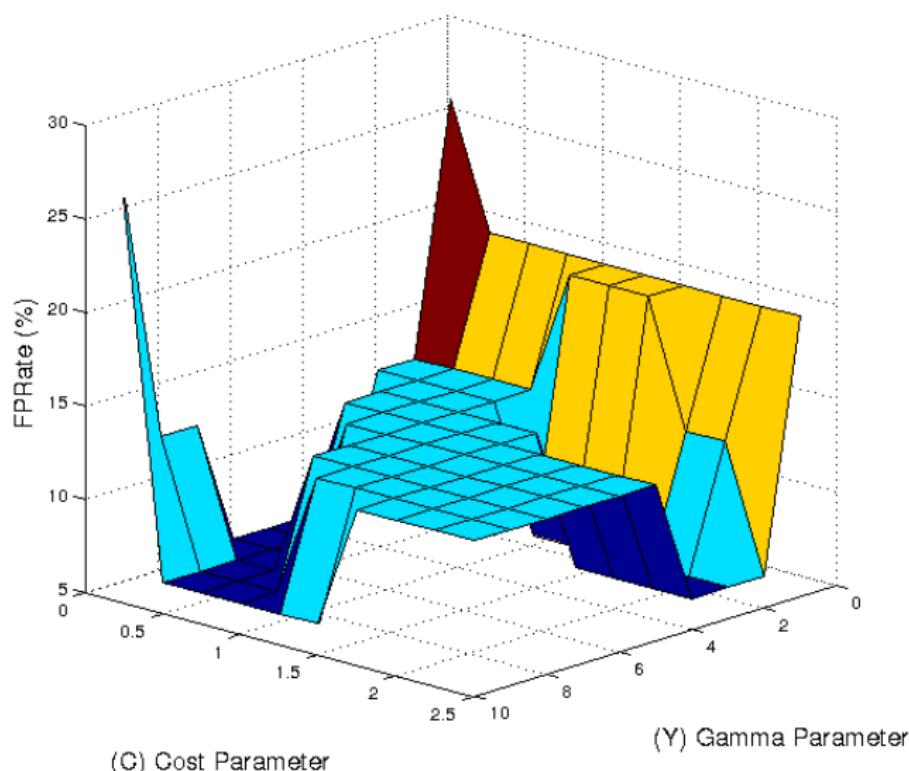
## Parâmetros utilizados no *Grid-Search*

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	
<b>TpRate</b>	80,00%
<b>FpRate</b>	6,67%
<b>Precision</b>	92,31%
<b>Accuracy</b>	86,67%
<b>F-Measure</b>	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;

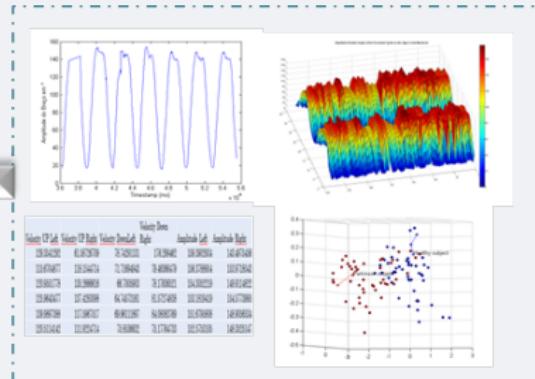
*F-Measure* : análise de classificador binário que mede a acurácia.

# Limitações do Método

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



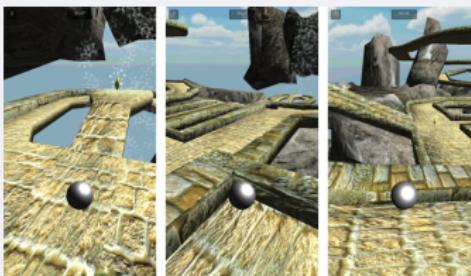
Profissional de Saúde



Visualização da Informação

# Outros Experimentos

## Uso de Jogo em *Smartphone* Para Detecção de Tremor

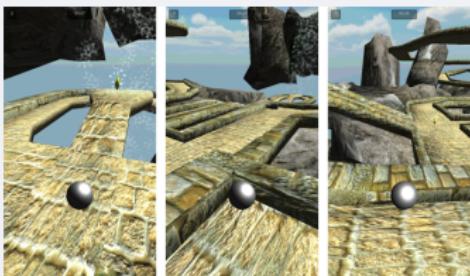


## Insucesso na Quantificação

- Tremor do Parkinson é de repouso.

# Outros Experimentos

## Uso de Jogo em *Smartphone* Para Detecção de Tremor

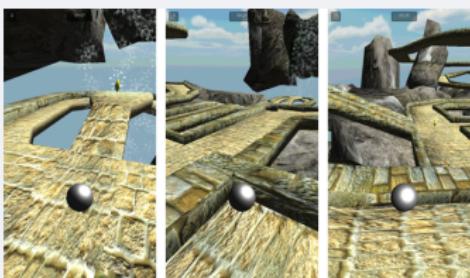


## Insucesso na Quantificação

- 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.

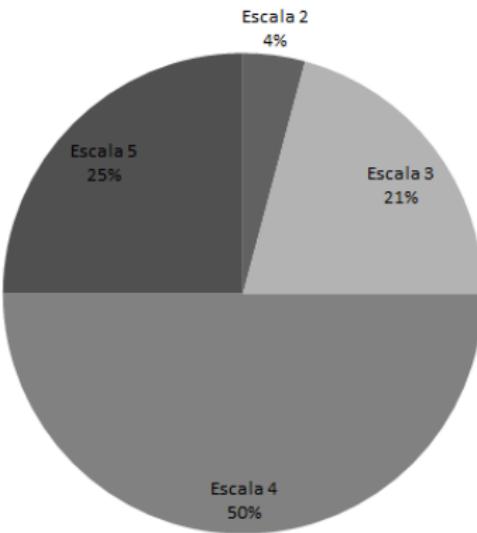
# Questões da Pesquisa

- 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

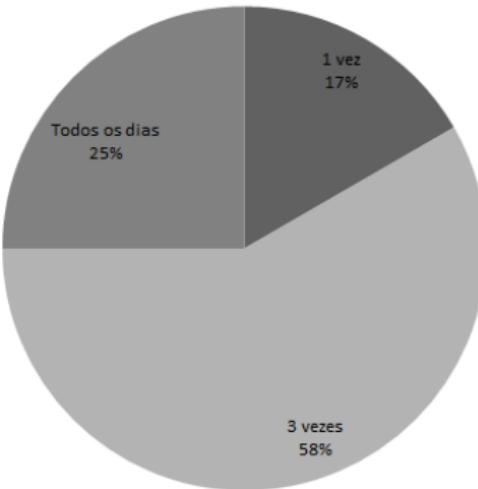
**Numa escala de 1 a 5 qual o grau de diversão do jogo?**



# 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?**



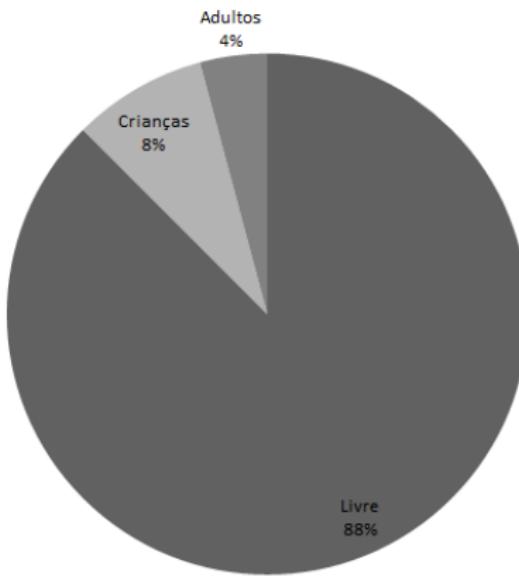
# Integrar a Abordagem à Rotina Diária

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 [?]);
- 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  
oooooooooooooooooooo

Experimentos  
oooooooooooooooooooo

GQM  
ooooooo

Finalização  
oo●

DÚVIDAS ?



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.*



Association, (ESA) 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.



Chamasemanji, 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.

 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.*

-  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.
-  Jankovic, J. 2008.  
Parkinson's disease: clinical features and diagnosis.  
*Journal of neurology, neurosurgery & psychiatry.*
-  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, Peter. 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.



Mobyen Uddin Ahmed, Hadi Banaee, & Loutfi, Amy. 2013.

Health monitoring for elderly: An application using case-based reasoning and cluster analysis.

*Isrn artificial intelligence.*



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.*



Picon, Paulo, Gadelha, Maria, & 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 computer graphics applications.*



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.

*ieee transactions on biomedical engineering.*