

# 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

9 de Maio de 2016



# Roteiro

- 1 Introdução
- 2 Estudo de Caso
- 3 Desenv. de Jogos
- 4 GAHME
- 5 Experimentos
- 6 GQM
- 7 Finalização

Sistemas de Monitoramento de Saúde



A computação pervasiva 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].

## Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que são usuários de jogos, e os utiliza em sua rotina diária (29% acima dos 50 anos);

# Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que são usuários de jogos, e os utiliza em sua rotina diária (29% acima dos 50 anos);
  - O jogo é uma experiência autotélica, logo o usuário joga por puro prazer, sem esperar qualquer benefício por seu uso [Sweetser & Wyeth, 2005];

# Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que são usuários de jogos, e os utiliza em sua rotina diária (29% acima dos 50 anos);
  - O jogo é uma experiência autotélica, logo o usuário joga por puro prazer, sem esperar qualquer benefício por seu uso [Sweetser & Wyeth, 2005];
  - As tecnologias de sensores de movimento estão presentes no contexto dos jogos eletrônicos;

# Motivação para uso de jogos para monitoramento dos dados motores

- Percentual expressivo de adultos e idosos que são usuários de jogos, e os utiliza em sua rotina diária (29% acima dos 50 anos);
  - O jogo é uma experiência autotélica, logo o usuário joga por puro prazer, sem esperar qualquer benefício por seu uso [Sweetser & Wyeth, 2005];
  - As tecnologias de sensores de movimento estão presentes no contexto dos jogos eletrônicos;
  - Possibilita a reprodução de movimentos específicos em um ambiente controlado, o qual permite a aquisição de dados motores.

## Objetivo Principal

Neste trabalho, tem-se como objetivo a concepção de uma abordagem computacional para o monitoramento de dados motores. Pretende-se usar jogos eletrônicos como forma de motivar e abstrair o monitoramento de dados de saúde de uma maneira não invasiva e longe do contexto de tratamento de saúde.

# Hipóteses do Trabalho

- **H1** - O acompanhamento de sintomas motores, integrados à rotina diária do paciente traz benefícios ao tratamento e qualidade de vida do mesmo do ponto de vista do profissional da saúde.

# Hipóteses do Trabalho

- **H1** - O acompanhamento de sintomas motores, integrados à rotina diária do paciente traz benefícios ao tratamento e qualidade de vida do mesmo do ponto de vista do profissional da saúde.
- **H2** - É possível capturar dados motores por meio de sensores de movimento utilizados em jogos eletrônicos. Esses dados auxiliam no acompanhamento de doenças com comprometimento motor.

# Hipóteses do Trabalho

- **H1** - O acompanhamento de sintomas motores, integrados à rotina diária do paciente traz benefícios ao tratamento e qualidade de vida do mesmo do ponto de vista do profissional da saúde.
- **H2** - É possível capturar dados motores por meio de sensores de movimento utilizados em jogos eletrônicos. Esses dados auxiliam no acompanhamento de doenças com comprometimento motor.
- **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.

# Objetivos Específicos

- Identificar a importância de realizar monitoramento de dados junto a profissionais de saúde;

# Objetivos Específicos

- Identificar a importância de realizar monitoramento de dados junto a profissionais de saúde;
- Usar bases de dados de saúde já consolidadas para testar abordagens de monitoramento;

# Objetivos Específicos

- Identificar a importância de realizar monitoramento de dados junto a profissionais de saúde;
- Usar bases de dados de saúde já consolidadas para testar abordagens de monitoramento;
- Identificar viabilidade técnica da aquisição de sintomas por sensores de movimento utilizados em jogos eletrônicos;

# Objetivos Específicos

- Identificar a importância de realizar monitoramento de dados junto a profissionais de saúde;
- Usar bases de dados de saúde já consolidadas para testar abordagens de monitoramento;
- Identificar viabilidade técnica da aquisição de sintomas por sensores de movimento utilizados em jogos eletrônicos;
- Definir e implementar a arquitetura de software da abordagem;

# Objetivos Específicos

- Identificar a importância de realizar monitoramento de dados junto a profissionais de saúde;
- Usar bases de dados de saúde já consolidadas para testar abordagens de monitoramento;
- Identificar viabilidade técnica da aquisição de sintomas por sensores de movimento utilizados em jogos eletrônicos;
- Definir e implementar a arquitetura de software da abordagem;
- Realizar experimentos para validar as hipóteses.

# Doença de Parkinson

A doença de Parkinson (DP) 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

A doença de Parkinson (DP) 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

A doença de Parkinson (DP) 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;

# 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**



## Escala (UPDRS)

## Impacto nas Atividades Diárias

PD WORKBOOK—THE WE MOVE CLINICIANS' GUIDE TO PARKINSON'S DISEASE | UNIFIED PD DATA FORM | ©WE MOVE 2006

20

# Entrevista Semi-Estruturada com Profissionais de Saúde

## Objetivo da Pesquisa

Validar a Hipótese **H1**: O acompanhamento de sintomas motores, integrados à rotina diária do paciente, traz benefícios ao tratamento e qualidade de vida do mesmo, do ponto de vista do profissional da 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:

# Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre:
  - 1 tremor;

# Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre:
  - 1 tremor;
  - 2 bradicinesia;

# Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre:
  - ① tremor;
  - ② bradicinesia;
  - ③ análise da marcha.

# Resultado da Entrevista

- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre:
  - 1 tremor;
  - 2 bradicinesia;
  - 3 análise da marcha.
- 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:
  - ① tremor;
  - ② bradicinesia;
  - ③ análise da marcha.
- 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;

# Resultado da Entrevista

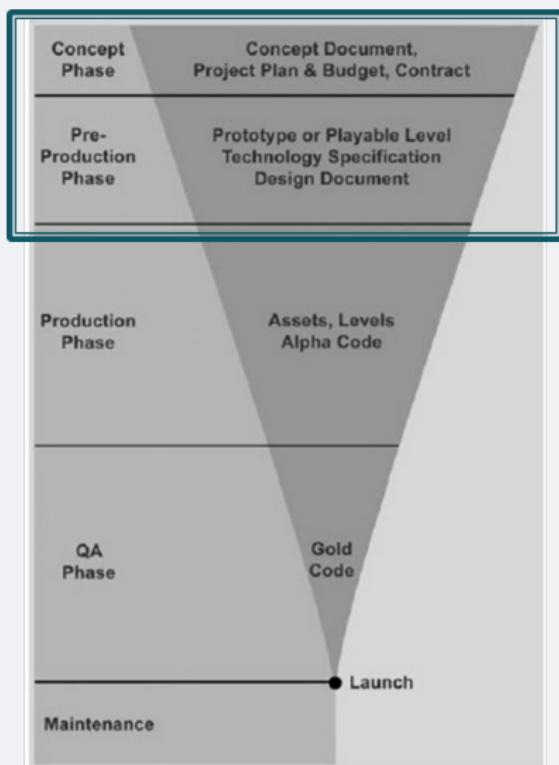
- Com base na rastreabilidade dos fragmentos da entrevista, pode-se concluir que existiram muitas ocorrências sobre:
  - ① tremor;
  - ② bradicinesia;
  - ③ análise da marcha.
- Para o acompanhamento e monitoramento da doença, os profissionais de saúde citaram a importância de calcular:
  - ① amplitude dos movimentos de abdução e adução dos braços;
  - ② a velocidade angular desse movimento.

# Processo de Desenvolvimento de um Jogo para Monitoramento de Dados de Saúde

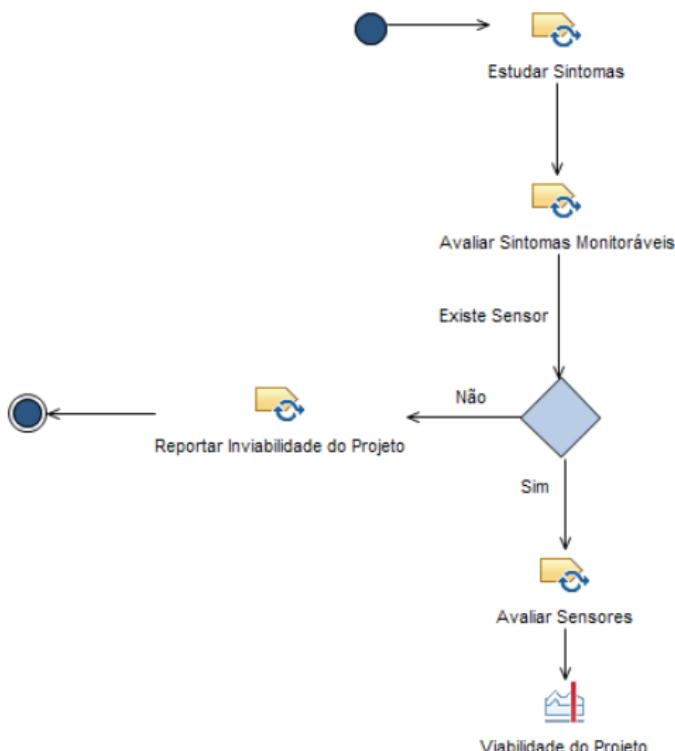
Este trabalho pretende usar um ambiente de jogo para a execução de movimentos específicos com o propósito de quantificar os sinais motores dos usuários e consequentemente realizar o monitoramento.

O ambiente será denominado de **GAHME**.

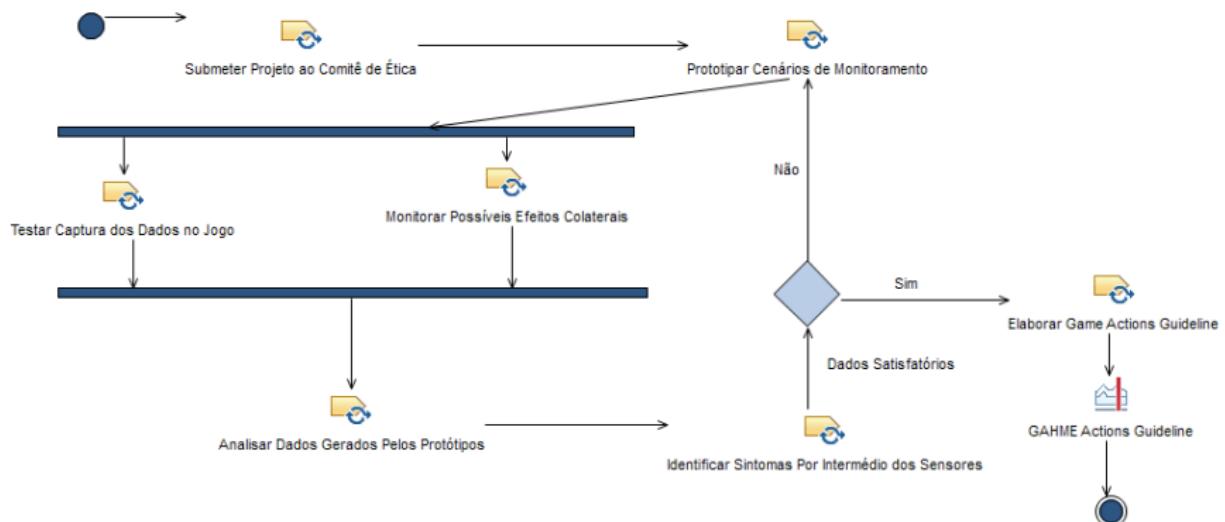
# Fases de Um Processo de Desenvolvimento de Jogos



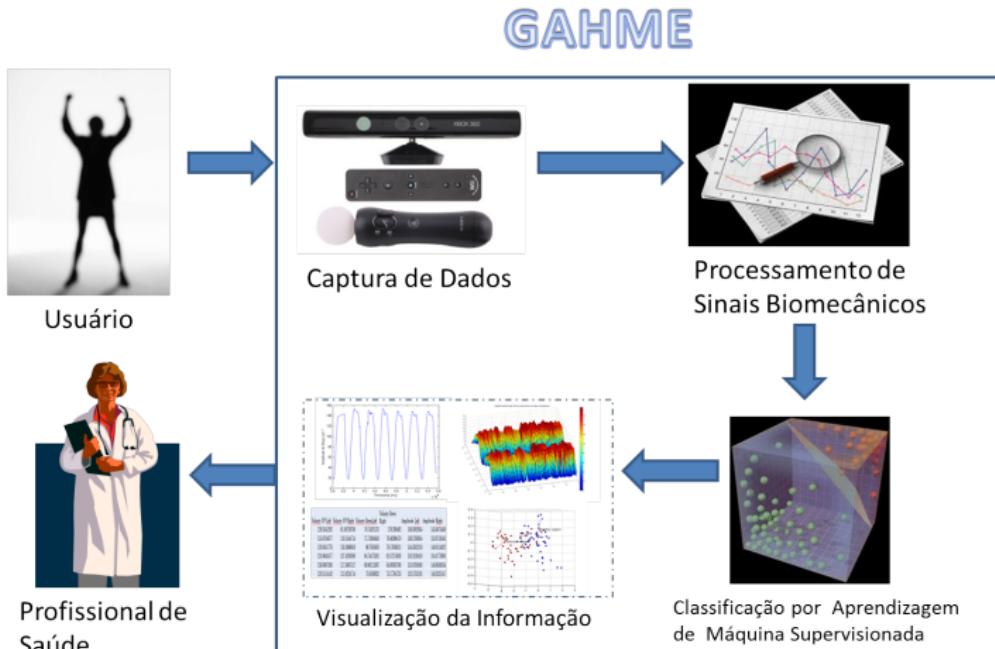
# Fase de Conceito de um GAHME



# Fase de Pré-Produção de um GAHME



# GAHME – *Health Monitor Environment*



T

# GAHME – *Health Monitor Environment*

- **REQ-GAHME-01** - Pontuação e Taxa de Acerto;

# GAHME – *Health Monitor Environment*

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

# GAHME – *Health Monitor Environment*

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

# GAHME – *Health Monitor Environment*

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

# GAHME – *Health Monitor Environment*

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

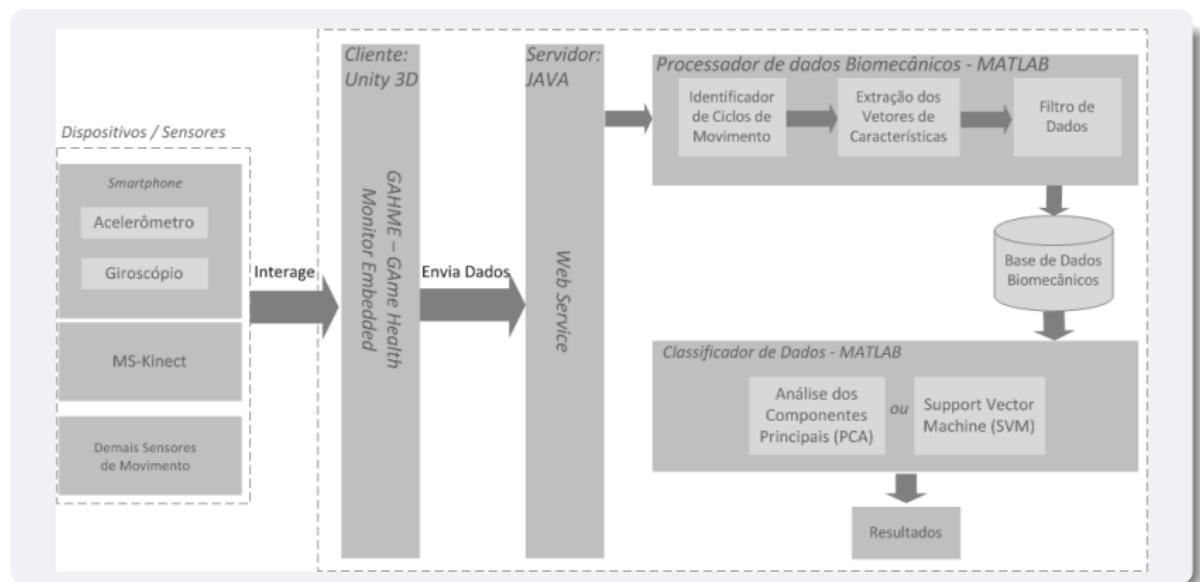
# GAHME – *Health Monitor Environment*

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

# GAHME – *Health Monitor Environment*

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

Arquitetura GAHME

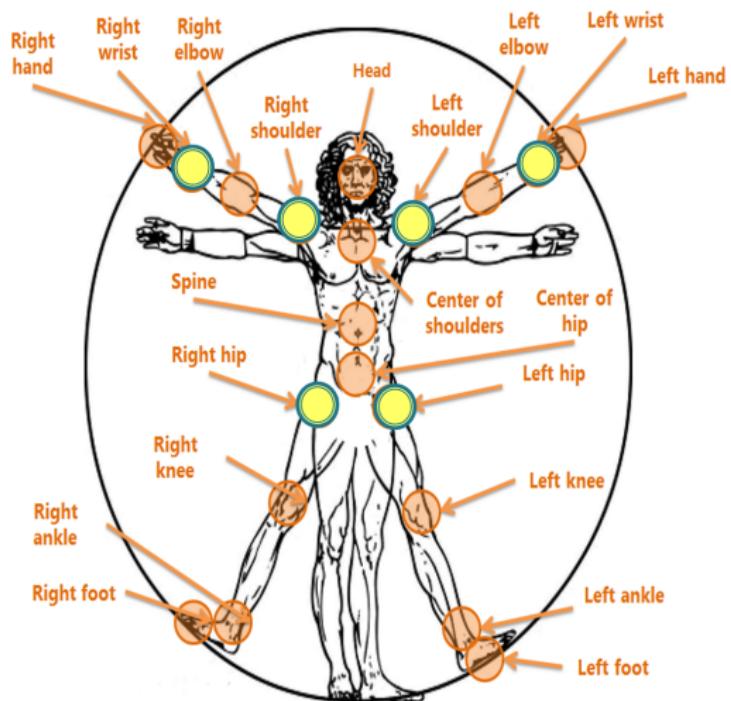


# Cinemetria

- A Cinemetria consiste de um conjunto de métodos para medir os valores dos parâmetros cinematográficos;
- Movimento Cinético é o estudo das forças e momentos que resultam no movimento do corpo e seus segmentos, incluindo a mensuração da Força Vertical de Reação ao Solo (FVRS) e análise cinética.

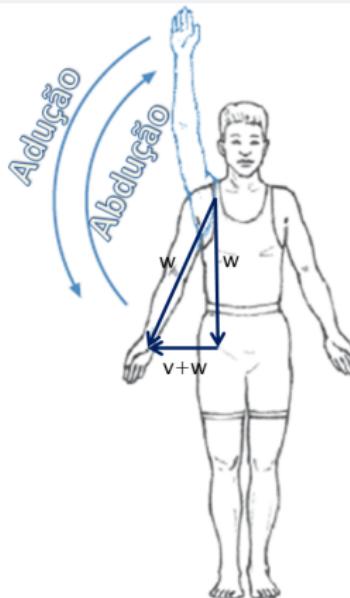
# Sensor de Captura de Movimentos

## Ms-Kinnect 1.0 e os Pontos Selecionados

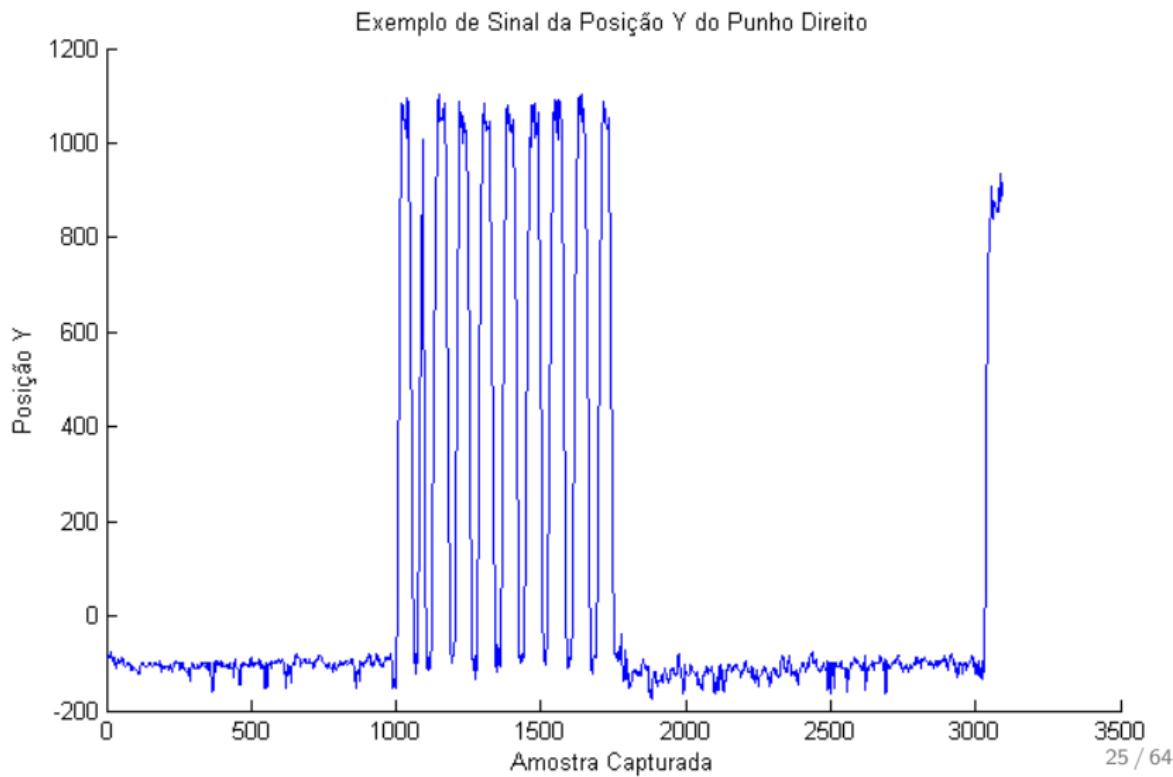


# Movimento Angular

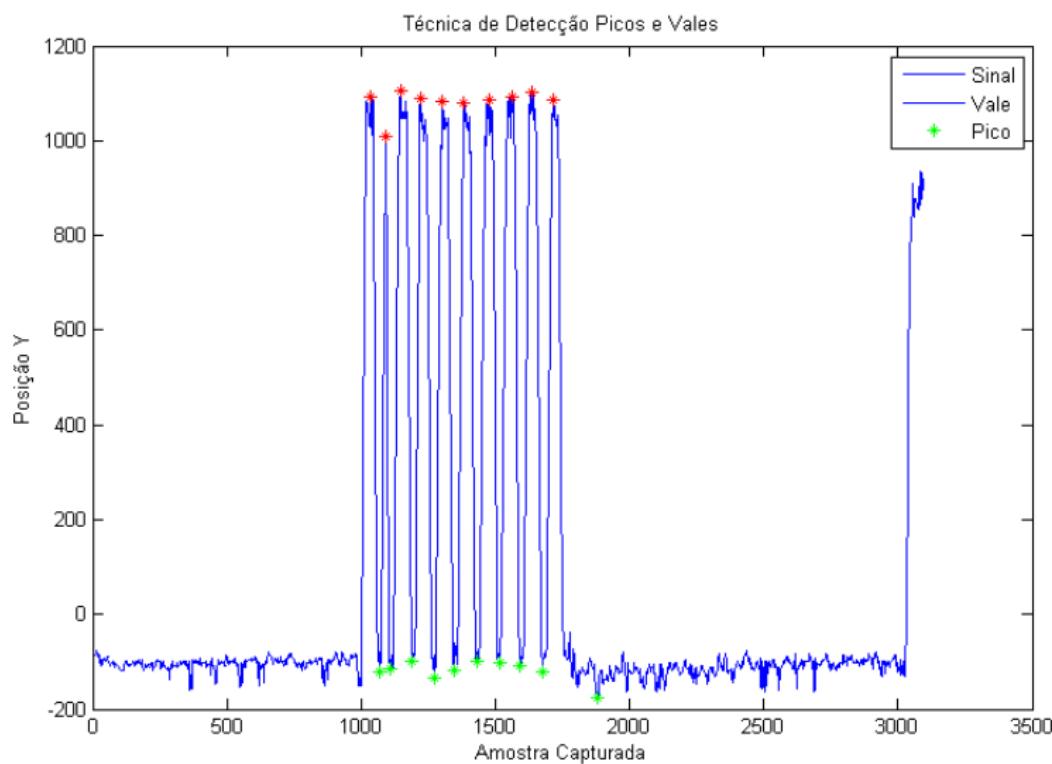
Movimento de Abdução e Adução do Braço [McGinnis, 2013]



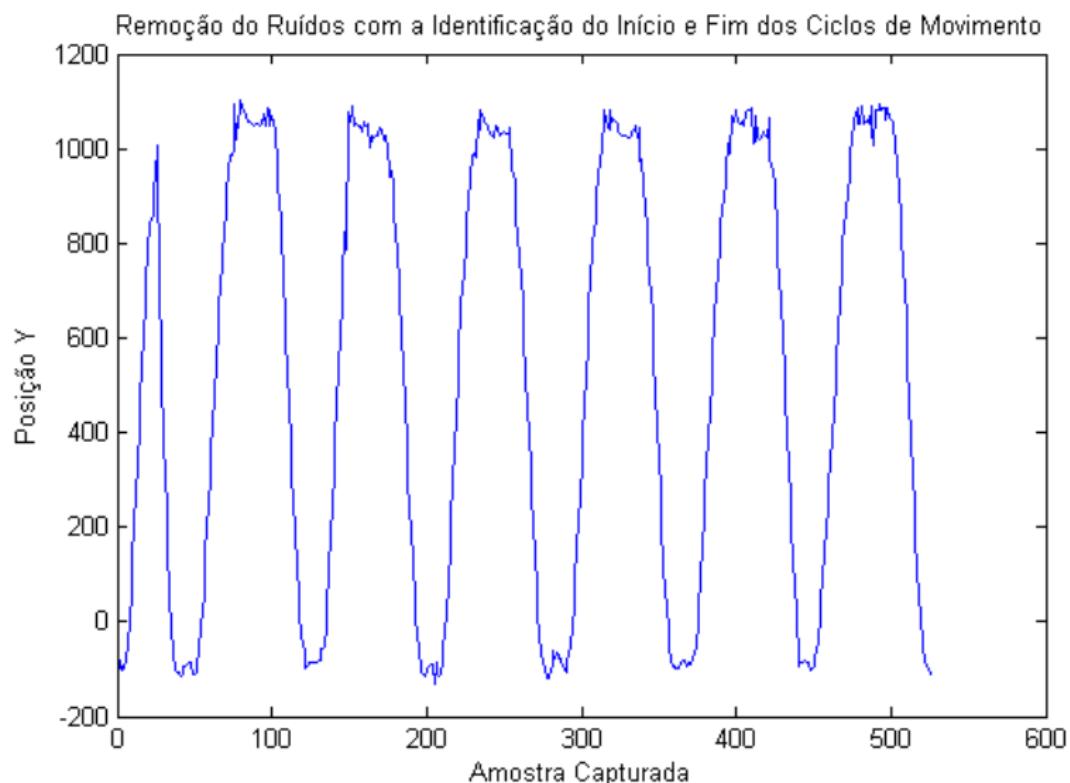
# Mecanismo de Identificação de Sintomas Motores



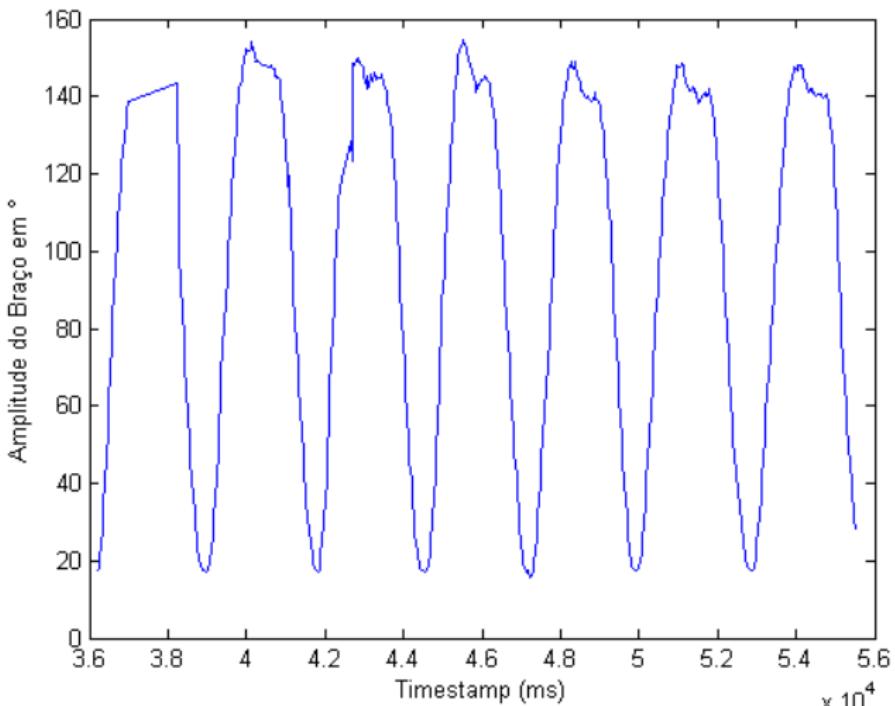
# Técnicas de Picos e Vales do Sinal



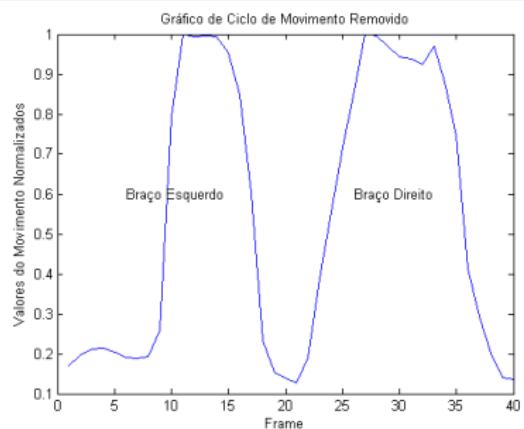
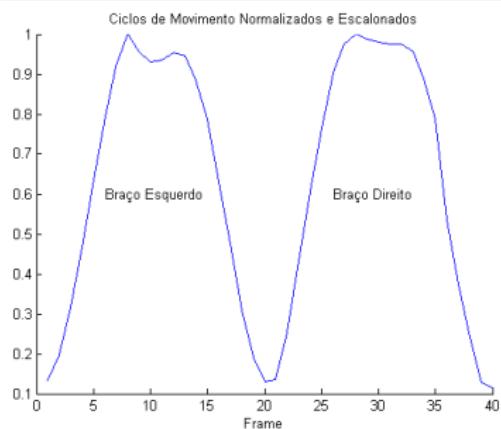
# Extração de Início e Fim dos Ciclos de Movimento



# Cálculo da Velocidade Angular do Movimento de Abdução e Adução



# Filtragem de Dados: Remoção de Ciclos Incompletos

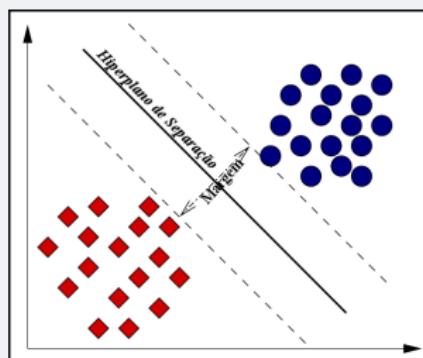


# Classificador de Dados

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.

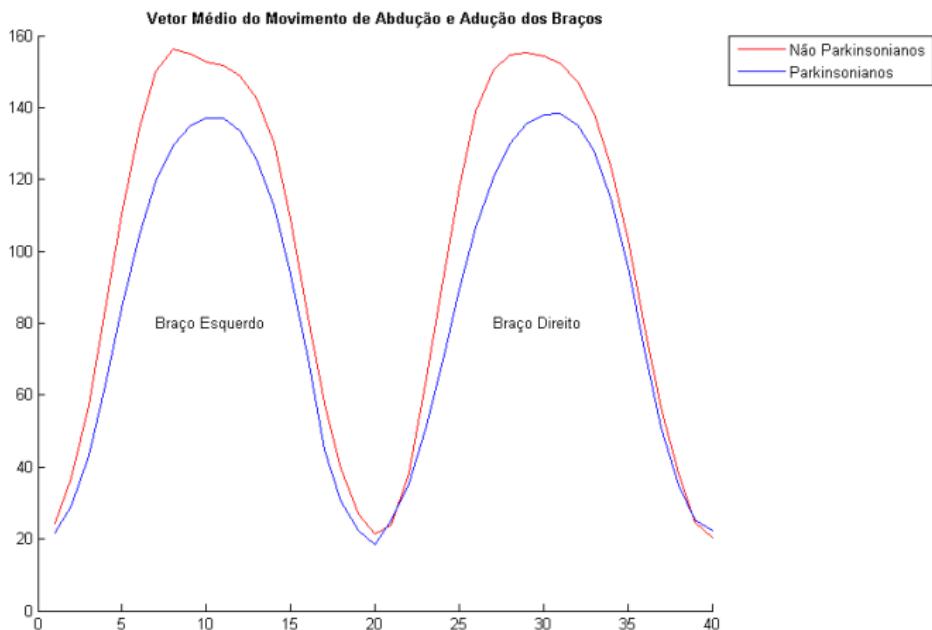
# Máquina de Vetor de Suporte (SVM)

- 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.

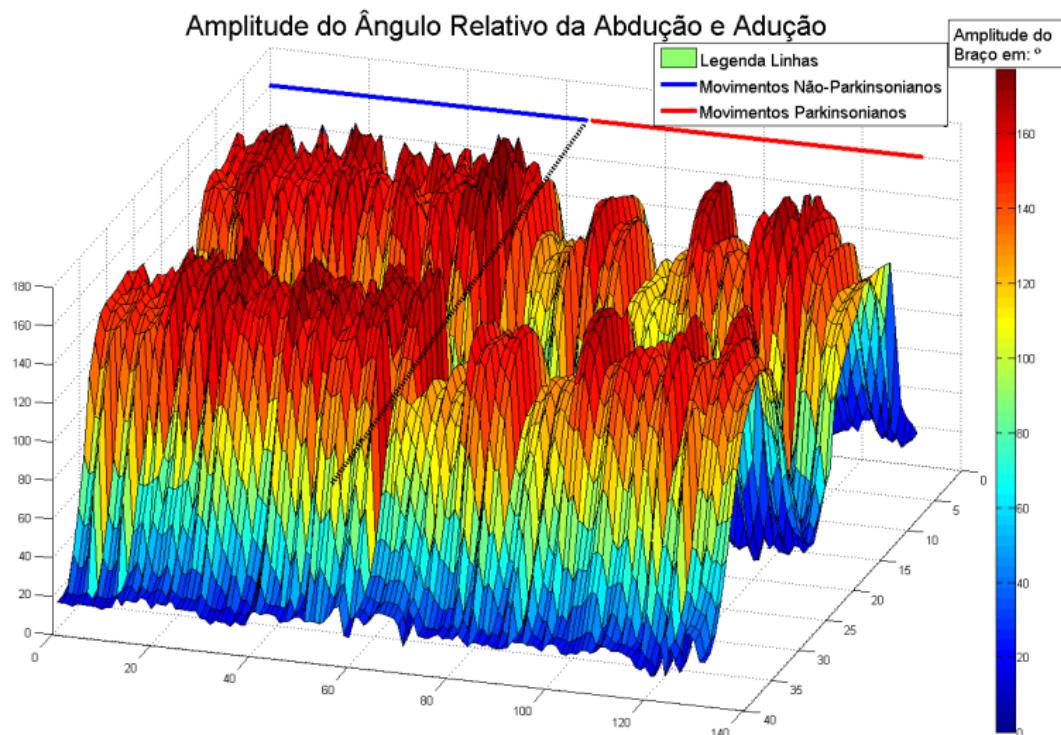


$$f(x) = w^T x + b \quad (1)$$

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



# Ciclos de 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

Tabela 3.2: Extração das Características de Indivíduo Sem Diagnóstico da DP

# Estudo Analítico de Caso-Controle: Identificação da Bradicinesia

## Objetivo da Pesquisa

Validar a Hipótese **H2**: É possível capturar dados motores por meio de sensores de movimento utilizados em jogos eletrônicos. Esses dados auxiliam nocompanhamento de doenças com comprometimento motor.

# Estudo Analítico de Caso-Controle: Identificação da Bradicinesia

## Objetivo da Pesquisa

**Validar a Hipótese H2:** É possível capturar dados motores por meio de sensores de movimento utilizados em jogos eletrônicos. Esses dados auxiliam nocompanhamento de doenças com comprometimento motor.

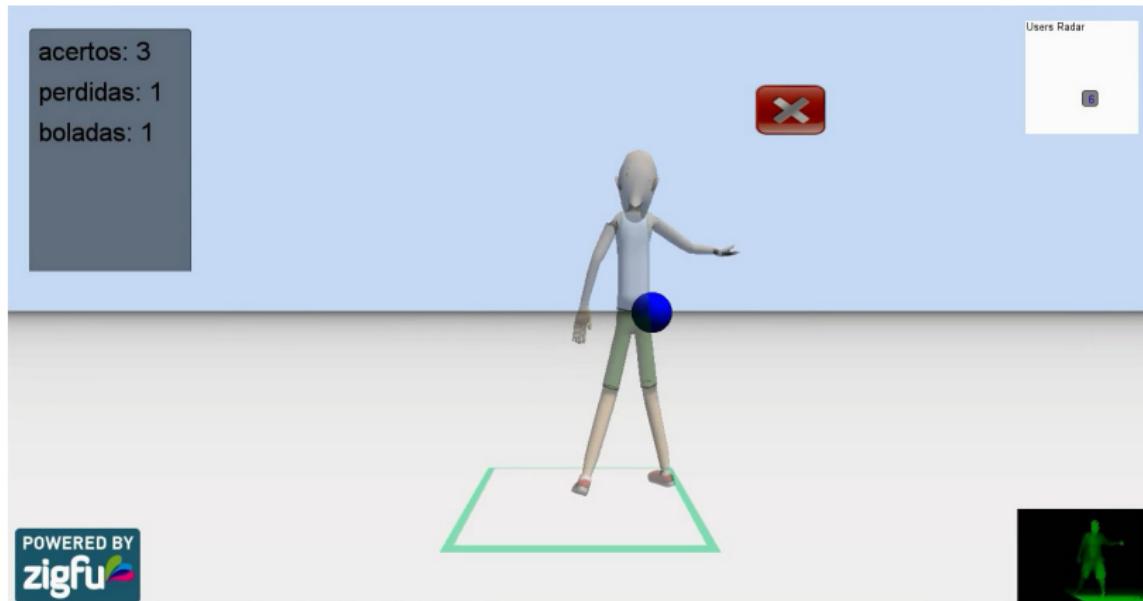
## Coleta de Dados

- 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;
    - ④ Instituto Federal de Alagoas;
    - ⑤ Universidade Federal de Campina Grande.

# Amostra

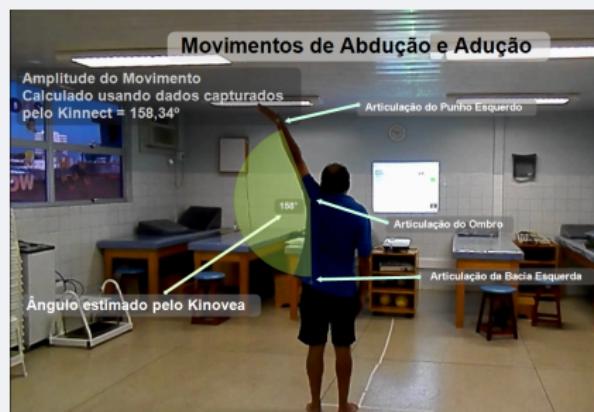
- A técnica de amostragem utilizada para seleção, foi por conveniência, composta por:
  - ① 15 indivíduos portadores de DP;
  - ② 12 sem o diagnóstico, como grupo controle.
- No grupo de portadores de DP, foram inclusos indivíduos até o Estágio 3 (Doença bilateral leve a moderada com alguma instabilidade postural e capacidade para viver independente), segundo a UPDRS.

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



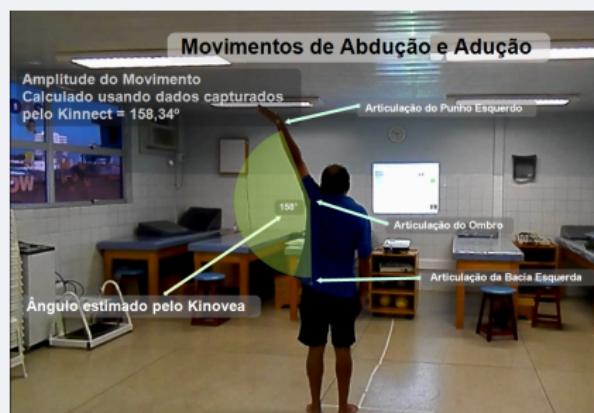
# Processo de Coleta de Dados

- 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 rápido possível;

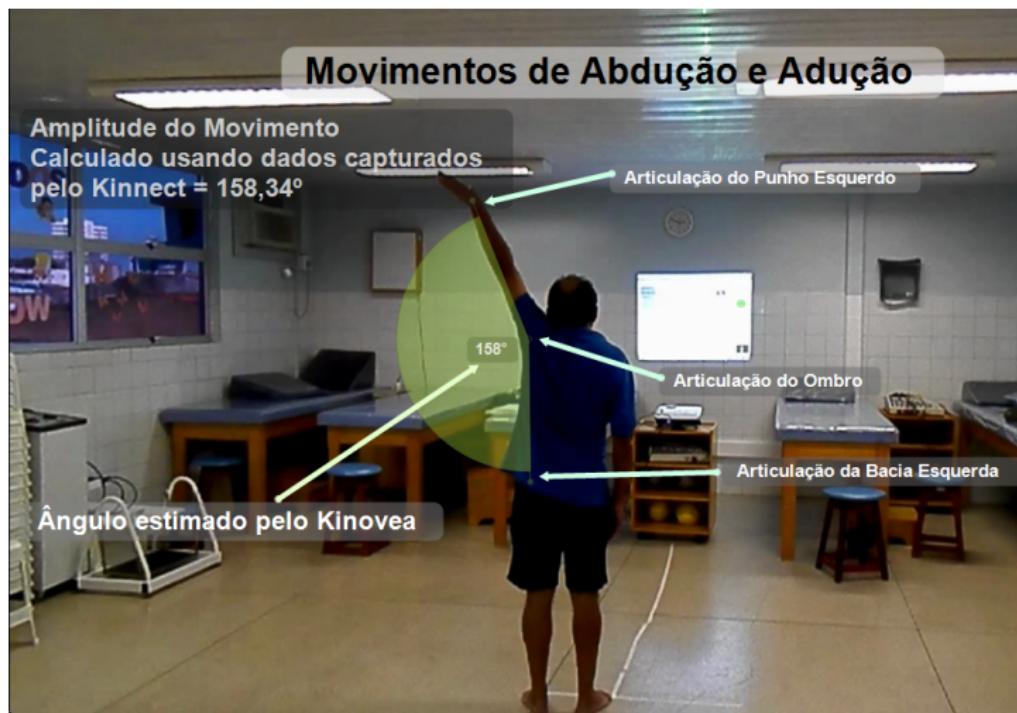


# Processo de Coleta de Dados

- 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 rápido possível;
- Voluntário fecha o jogo.



# Processo de Coleta de Dados



# Características Extraídas do Movimento

- Ciclo de movimento, normalizado e escalonado em 20 amostras;

# Características Extraídas do Movimento

- Ciclo de movimento, normalizado e escalonado em 20 amostras;
- amplitude do movimento de abdução do braço esquerdo e direito;

# Características Extraídas do Movimento

- Ciclo de movimento, normalizado e escalonado em 20 amostras;
- amplitude do movimento de abdução do braço esquerdo e direito;
- velocidade angular de abdução dos braços esquerdo e direito;

# Características Extraídas do Movimento

- Ciclo de movimento, normalizado e escalonado em 20 amostras;
- amplitude do movimento de abdução do braço esquerdo e direito;
- velocidade angular de abdução dos braços esquerdo e direito;
- velocidade angular de adução do braço esquerdo e 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.

# Matriz de Confusão

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

		Classe Preditiva	
		Parkinson	Não-Parkinson
Parkinson	12	3	
Não Parkinson	2	10	

# Métricas da Classificação

Métricas	
<b>TpRate</b>	80,00%
<b>FpRate</b>	16,67%
<b>Precision</b>	85,71%
<b>Accuracy</b>	81,48%
<b>F-Measure</b>	82,76%

*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;

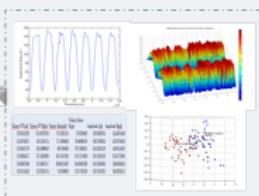
*F-Measure* : análise de classificador binário que mede a acurácia.

# Limitações do Método

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



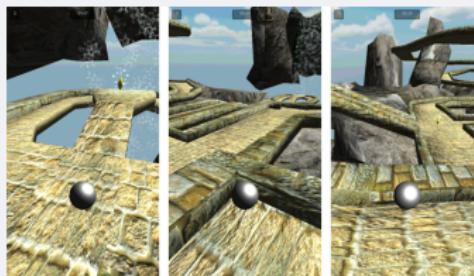
Profissional de Saúde



Visualização da Informação

# Outros Experimentos

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



## Insucesso na Quantificação

- Tremor da DP é de repouso.

# Outros Experimentos

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

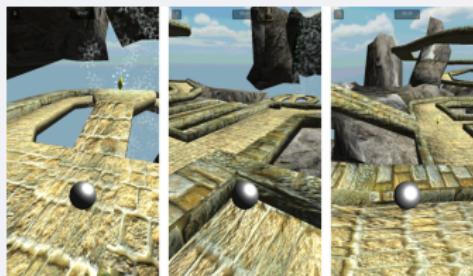


## Insucesso na Quantificação

- Tremor da DP 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 da DP 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 da Marcha por Base de Dados Pública (*Parkinson Disease* [Goldberger et al. , 2004, Novembro])

## Objetivo do Estudo

- Aumentar o número de indivíduos da amostra;

# Análise da Marcha por Base de Dados Pública (*Parkinson Disease* [Goldberger et al. , 2004, Novembro])

## Objetivo do Estudo

- Aumentar o número de indivíduos da amostra;
  - 50 Indivíduos Parkinsonianos;

# Análise da Marcha por Base de Dados Pública (*Parkinson Disease* [Goldberger et al. , 2004, Novembro])

## Objetivo do Estudo

- Aumentar o número de indivíduos da amostra;
  - 50 Indivíduos Parkinsonianos;
  - 50 Indivíduos Grupo Controle.

# Análise da Marcha por Base de Dados Pública (*Parkinson Disease* [Goldberger et al. , 2004, Novembro])

## Objetivo do Estudo

- Aumentar o número de indivíduos da amostra;
  - 50 Indivíduos Parkinsonianos;
  - 50 Indivíduos Grupo Controle.
- estudo de um movimento característico da doença;

# Análise da Marcha por Base de Dados Pública (*Parkinson Disease* [Goldberger et al. , 2004, Novembro])

## Objetivo do Estudo

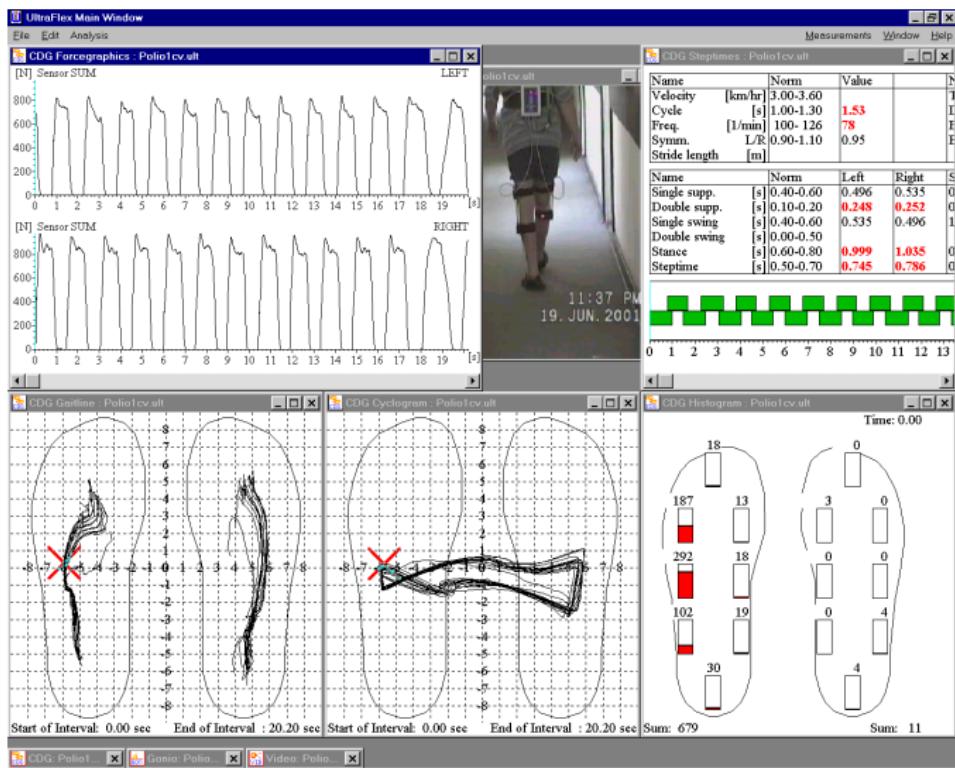
- Aumentar o número de indivíduos da amostra;
  - 50 Indivíduos Parkinsonianos;
  - 50 Indivíduos Grupo Controle.
- estudo de um movimento característico da doença;
- preservar a integridade física dos indivíduos;

# Análise da Marcha por Base de Dados Pública (*Parkinson Disease* [Goldberger et al. , 2004, Novembro])

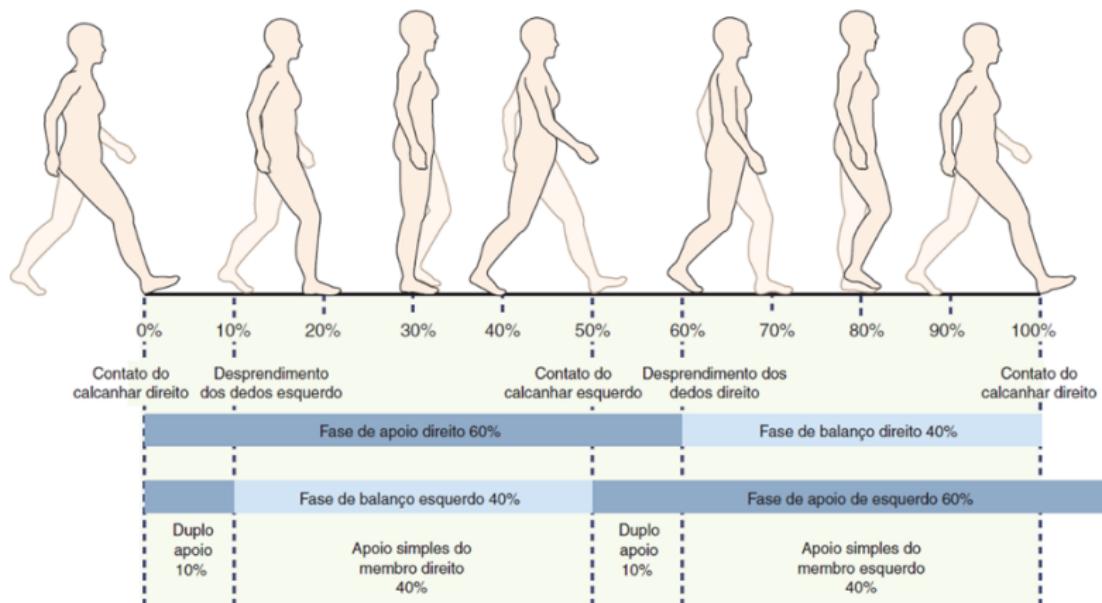
## Objetivo do Estudo

- Aumentar o número de indivíduos da amostra;
  - 50 Indivíduos Parkinsonianos;
  - 50 Indivíduos Grupo Controle.
- estudo de um movimento característico da doença;
- preservar a integridade física dos indivíduos;
- comparar os resultados obtidos.

# Sensor de Captura da FVRS Ultraflex Computer Dyno Graphy



Análise da Marcha [Neumann, 2012]



# Classificador: Análise de Componentes Principais (PCA)

A PCA consiste em aplicar uma transformação linear nos dados de modo que o resultado desta transformação demonstre suas componentes mais relevantes [Smith, 2002].

## Passos Para Execução:

- 1 Obter dados;

# Classificador: Análise de Componentes Principais (PCA)

A PCA consiste em aplicar uma transformação linear nos dados de modo que o resultado desta transformação demonstre suas componentes mais relevantes [Smith, 2002].

## Passos Para Execução:

- ① Obter dados;
- ② subtrair a média;

# Classificador: Análise de Componentes Principais (PCA)

A PCA consiste em aplicar uma transformação linear nos dados de modo que o resultado desta transformação demonstre suas componentes mais relevantes [Smith, 2002].

## Passos Para Execução:

- 1 Obter dados;
- 2 subtrair a média;
- 3 calcular a matriz de covariância;

# Classificador: Análise de Componentes Principais (PCA)

A PCA consiste em aplicar uma transformação linear nos dados de modo que o resultado desta transformação demonstre suas componentes mais relevantes [Smith, 2002].

## Passos Para Execução:

- 1 Obter dados;
- 2 subtrair a média;
- 3 calcular a matriz de covariância;
- 4 calcular autovalores e autovetores da matriz de covariância;

# Classificador: Análise de Componentes Principais (PCA)

A PCA consiste em aplicar uma transformação linear nos dados de modo que o resultado desta transformação demonstre suas componentes mais relevantes [Smith, 2002].

## Passos Para Execução:

- 1 Obter dados;
- 2 subtrair a média;
- 3 calcular a matriz de covariância;
- 4 calcular autovalores e autovetores da matriz de covariância;
- 5 escolher os componentes e formar os vetores de características;

# Classificador: Análise de Componentes Principais (PCA)

A PCA consiste em aplicar uma transformação linear nos dados de modo que o resultado desta transformação demonstre suas componentes mais relevantes [Smith, 2002].

## Passos Para Execução:

- 1 Obter dados;
- 2 subtrair a média;
- 3 calcular a matriz de covariância;
- 4 calcular autovalores e autovetores da matriz de covariância;
- 5 escolher os componentes e formar os vetores de características;
- 6 projetar no autoespaço;

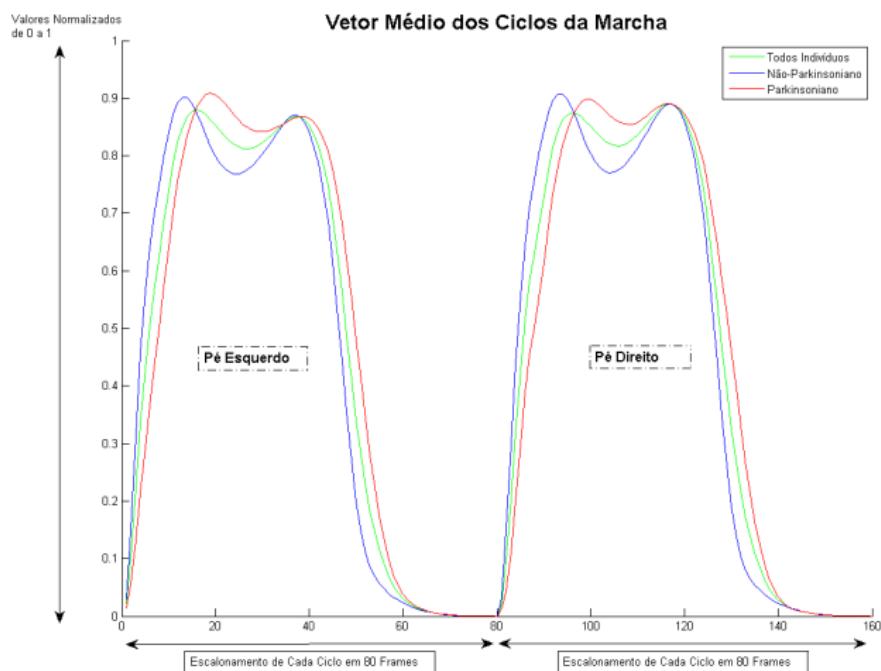
# Classificador: Análise de Componentes Principais (PCA)

A PCA consiste em aplicar uma transformação linear nos dados de modo que o resultado desta transformação demonstre suas componentes mais relevantes [Smith, 2002].

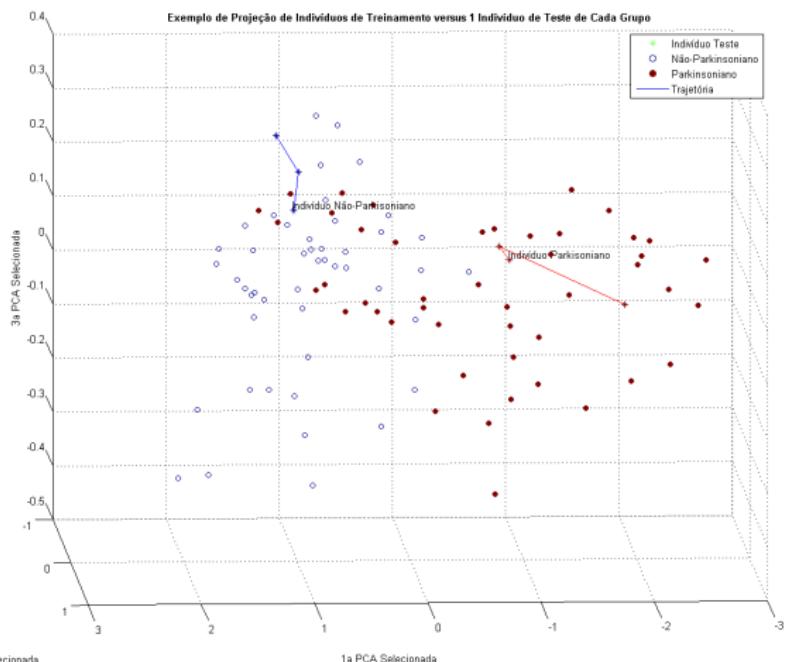
## Passos Para Execução:

- 1 Obter dados;
- 2 subtrair a média;
- 3 calcular a matriz de covariância;
- 4 calcular autovalores e autovetores da matriz de covariância;
- 5 escolher os componentes e formar os vetores de características;
- 6 projetar no autoespaço;
- 7 identificar indivíduo mais próximo por distância euclidiana.

## Vetor Médio dos Ciclos da Marcha

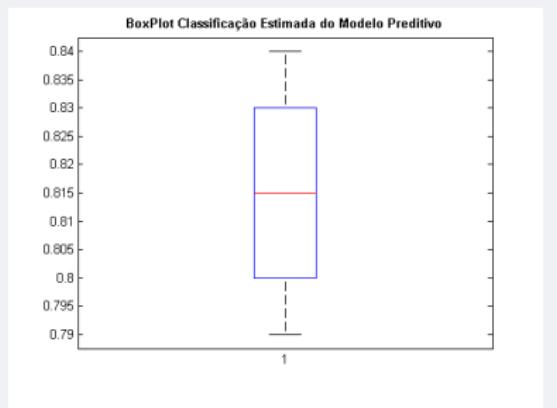
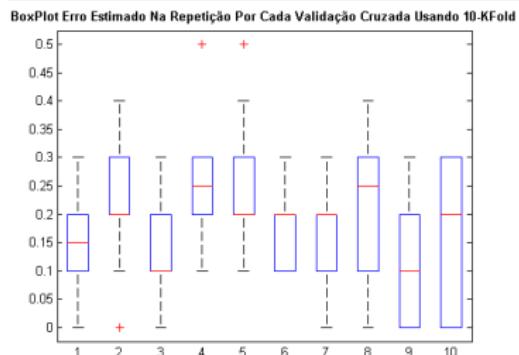


# Projeção dos Indivíduos no Autoespaço



# Resultado da Classificação

PCA com validação cruzada com a repetição de 10 vezes o 10-K-Fold



# Matriz de Confusão

Resultado da Matriz de Confusão da PCA na Base de Dados  
*Parkinson Disease*

		Classe Preditiva	
		Parkinson	Não-Parkinson
Parkinson		429	71
Não Parkinson		114	386

# Validação Hipótese H2 - Matriz Confusão (Marcha-PCA e Movimento Adução-SVM)

Métricas - PCA Base de Dados	
<b>TpRate</b>	85,80%
<b>FpRate</b>	22,80%
<b>Precision</b>	79,01%
<b>Accuracy</b>	81,50%
<b>F-Measure</b>	82,26%

Métricas - SVM Caso-Controle	
<b>TpRate</b>	80,00%
<b>FpRate</b>	16,67%
<b>Precision</b>	85,71%
<b>Accuracy</b>	81,48%
<b>F-Measure</b>	82,76%

# 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.

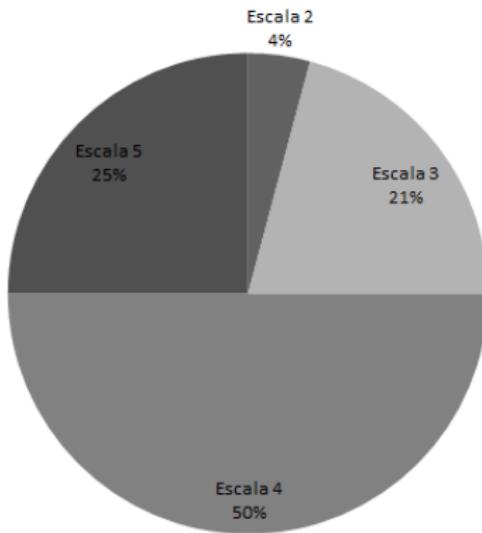
# Questões da Pesquisa

- 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

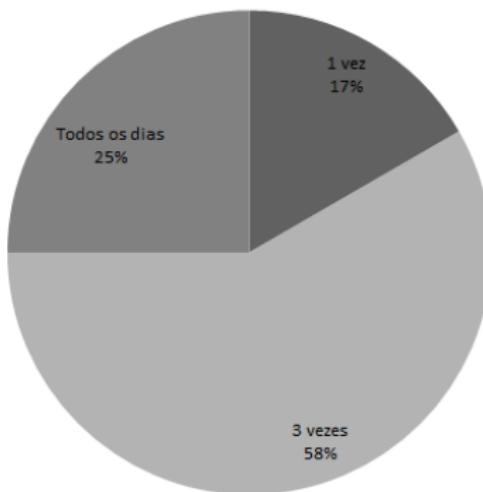
**Numa escala de 1 a 5 qual o grau de diversão do jogo?**



## 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?



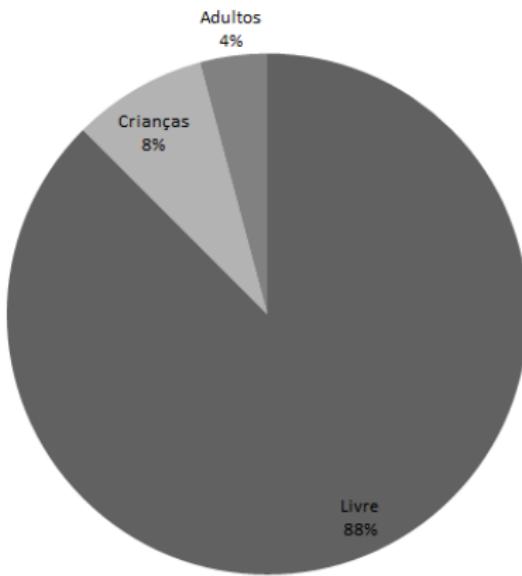
# Integrar a Abordagem à Rotina Diária

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%

# Publicação

Medeiros L., Fischer. R., Oliveira H., Silva L, and Perkusich A.

**Monitoring parkinson related gait disorder with eigengaits -**  
*XX World Congress on Parkinson Disease and Related Disorders -*  
*2013.*

# Finalização do Trabalho

- ① Realizar estudo de Regressão Linear nos Dados do estudo Caso-Controle (Ms-Kinnect);

# Finalização do Trabalho

- ① Realizar estudo de Regressão Linear nos Dados do estudo Caso-Controle (Ms-Kinnect);
- ② Realizar estudos de curva de aprendizagem nos Dados do estudo Caso-Controle;

# Finalização do Trabalho

- ① Realizar estudo de Regressão Linear nos Dados do estudo Caso-Controle (Ms-Kinnect);
- ② Realizar estudos de curva de aprendizagem nos Dados do estudo Caso-Controle;
- ③ Refinar o processo de desenvolvimento para as fases de Construção e Pós-Validação;

# Finalização do Trabalho

- ① Realizar estudo de Regressão Linear nos Dados do estudo Caso-Controle (Ms-Kinnect);
- ② Realizar estudos de curva de aprendizagem nos Dados do estudo Caso-Controle;
- ③ Refinar o processo de desenvolvimento para as fases de Construção e Pós-Validação;
- ④ Analisar o motivo da ocorrência de 2 indivíduos de controle que foram classificados como Parkinsonianos.

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.



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.

-  Goldberger, A. L., Amaral, L. A. N., Glass, L., Hausdorff, J. M., Ivanov, P. Ch., Mark, R. G., Mietus, J. E., Moody, G. B., Peng, C.-K., & Stanley, H. E. 2004, Novembro. Physiobank, physiotoolkit, and physionet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation*, **101**(23), e215–e220.
- Circulation Electronic Pages:  
<http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/101/23/e215>  
PMID:1085218; doi: 10.1161/01.CIR.101.23.e215.
-  McGinnis, P. 2013. *Biomechanics of sport and exercise*. Human Kinetics.
-  Neumann, D.A. 2012. *Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: Fundamentos para reabilitação*. Elsevier Health Sciences.



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

*Protocolo clínico e diretrizes terapêutica - doença de parkinson.*

Ministério da Saúde.



Smith, Lindsay I. 2002 (February 26).

*A tutorial on principal components analysis.*

Tech. rept. Cornell University, USA.



Sweetser, Penelope, & Wyeth, Peta. 2005.

Gameflow: a model for evaluating player enjoyment in games.

*Comput. entertain.*, 3(3), 3–3.



Teive, Hélio A. G. 2003.

*Doença de parkinson - meneses.*

Guanabara Koogan.