

*"Na teoria dos nós, os anéis Brunnian estão entrelaçados e são tais que, ao se cortar um anel, todos os outros se desconectam"*

definição por Karl Hermann Brunn (1862 –1939) em seu artigo Über Verkettung (1892)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM MEDICINA E SAÚDE



**EQUIPAMENTO MÉDICO PORTÁTIL PARA  
ACOMPANHAMENTO DO COMPROMETIMENTO MOTOR  
EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON**

Salvador  
2014

# EQUIPAMENTO MÉDICO PORTÁTIL PARA ACOMPANHAMENTO DO COMPROMETIMENTO MOTOR EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON

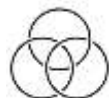
**Victory Fernandes**

Dissertação de Mestrado

Orientador: Prof. Dr. Ailton Melo

Co-Orientadora: Profa. Dra. Ana Caline Nóbrega

Apoio:





# Histórico



- 2010 – Projeto premiado pela FAPESB
- 2011 – Projeto financiado pela FAPESB
- 2012 – Solicitação de Patente
- 2012 – Projeto contemplado para incubação pela SECTI
- 2012 – Projeto premiado pelo XXV Congresso Brasileiro de Anatomia
- 2013 – Tema aprovado para mestrado na UFBa



## Objetivo



Projetar, construir e validar equipamento portátil que permita realizar triagens e acompanhamento da eficácia de tratamentos medicamentosos ou procedimentos terapêuticos de pacientes com Doença de Parkinson (DP).



## Justificativa



- DP acomete 1 a 2% de indivíduos acima de 60 anos
- Variabilidade de manifestação dificulta o definição de padrões
- Frequência típica de tremor de 3 a 6Hz
- Qualidade de vida é reduzida pelo avanço da doença e surgimento de efeitos colaterais das drogas
- Necessário avaliação continuada do comprometimento
- Hoehn-Yahr, UDPRS e outros métodos são qualitativos, subjetivos e avaliador dependente



## Justificativa



Há uma grande necessidade de métodos que possam medir com precisão o comprometimento motor do paciente e sua de resposta ao tratamento, com base em parâmetros quantitativos e objetivos.

## + Pergunta de Pesquisa



Equipamento identifica mesmo perfil de tremor quando comparado com padrão ouro?



## + Metodologia



- Projeto e construção do equipamento
- Validação em bancada de ensaios
  - Padrão ouro tacômetro foto/contato digital
  - Análise de tendência e ANOVA de repetibilidade e reprodutibilidade



# AS APARÊNCIAS PARA A MENTE SÃO DE QUATRO TIPOS



- As coisas são o que parecem ser,
- ou são e não parecem ser;
- ou não são, mas parecem ser,
- ou não são, nem parecem ser.

Epictetus, Séc. II D.C.

# + A relação entre parecer e ser



		<b>Ser</b>	
		+	-
<b>Parecer</b>	+	As coisas são o que parecem ser	Não são mas parecem ser
	-	São mas não parecem ser	Não são e nem parecem ser

# + A relação entre Teste e Doença

		<b>Doença</b>	
		<b>+</b>	<b>-</b>
<b>Teste</b>	<b>+</b>	<b>Verdadeiro positivo</b>	<b>Falso positivo</b>
	<b>-</b>	<b>Falso negativo</b>	<b>Verdadeiro negativo</b>



# Diagnóstico



Tem como ponto de partida a sua suspeita, baseada na história clínica, na prevalência da doença na região ou em outros exames.

**Processo de decisão clínica que baseia-se, em probabilidade!**

# + O Teste Diagnóstico



- Mesmo sem 100% de sensibilidade, testes podem dar **uma certeza suficiente** para que os benefícios do tratamento superem seus riscos



# O Teste Diagnóstico Ideal



Deveria fornecer, sempre, a resposta correta, ou seja, um resultado positivo nos indivíduos com a doença e um resultado negativo nos indivíduos sem a doença.

Rápido, seguro, simples, inócuo, confiável e de baixo custo.



# Validade ou Acurácia do Teste



- Refere-se ao grau em que o teste é capaz de determinar o verdadeiro valor do que está sendo medido.
- Informa se os resultados representam a "verdade" ou o quanto se afastam dela
- Ausência de desvios da verdade (ausência de viés)





# Reprodutibilidade ou repetibilidade



- Consistência de resultados quando o exame se repete
- O mesmo teste aplicado ao mesmo paciente ou amostra deve produzir os mesmos resultados, igualmente corretos ou igualmente errados.



# Avaliação de Reprodutibilidade

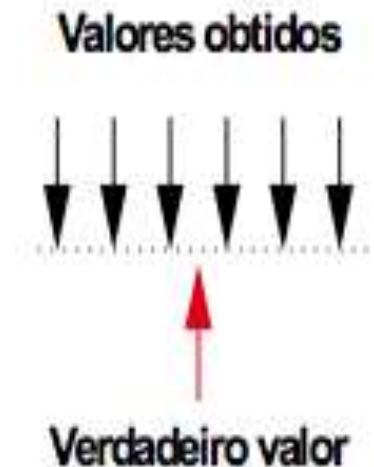


Objetiva-se verificar a concordância de resultados entre leituras de um mesmo evento ou comparar métodos diagnósticos diferentes, para estimar o erro cometido na aferição

# + Precisão e Acurácia



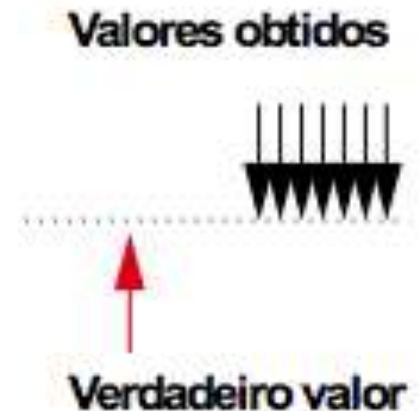
- Baixa reprodutibilidade e estando a média dos valores obtidos pelo estudo próxima do valor verdadeiro, o teste poderá ter validade, mas, terá pouca utilidade



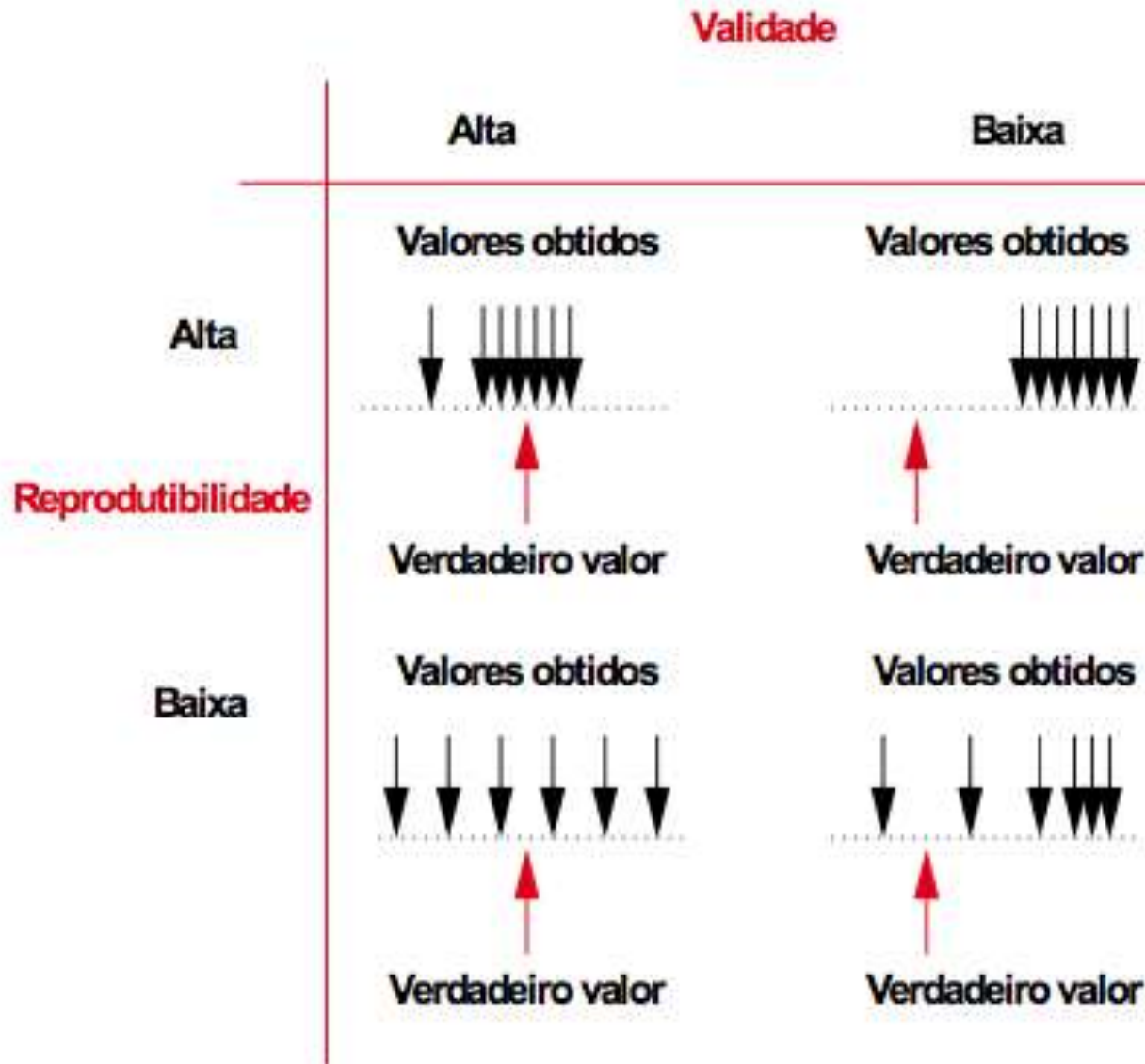
# + Precisão e Acurácia



- Alta repetibilidade da medida (resultados idênticos ou próximos quando o teste diagnóstico é repetido) não assegura validade pois os valores obtidos podem estar distantes do valor verdadeiro

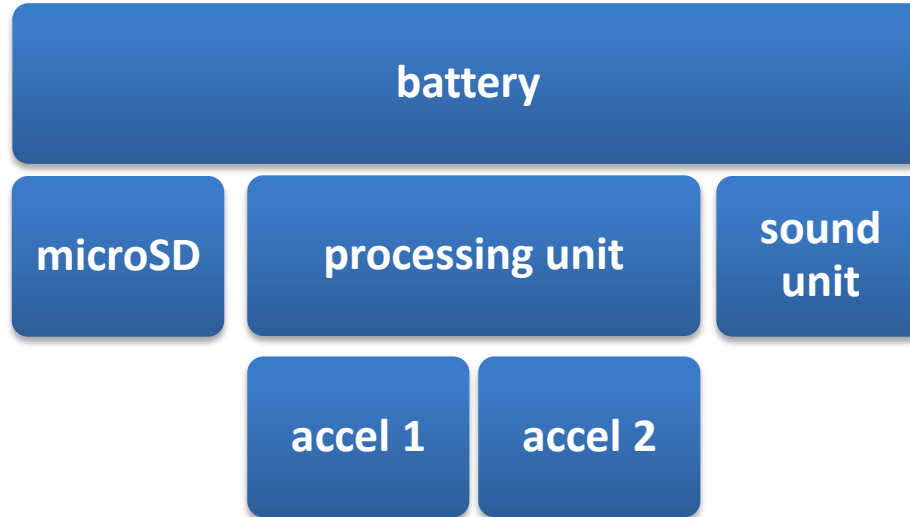


# + Precisão e Acurácia





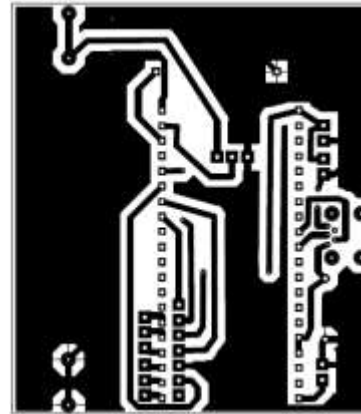
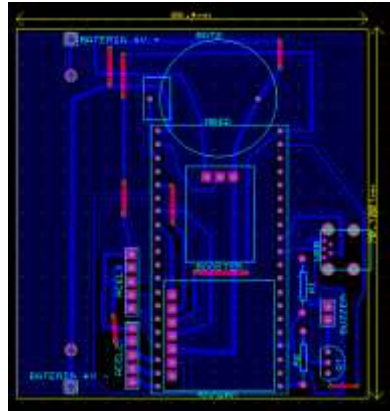
# PARKIGLOVE



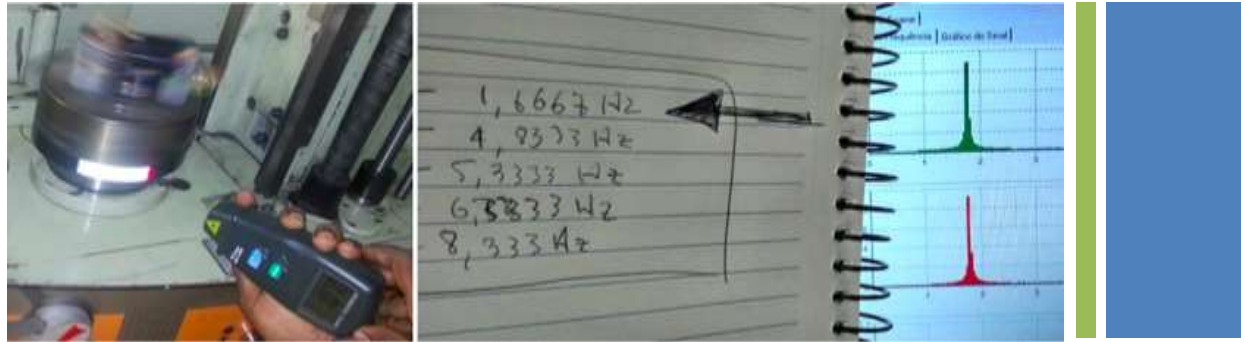
- TAUE-cjw 3.7V; 5,200mAh Li-ion
- Sparkfun microSD breakout board; até 4GB flash-50MB/sec
- mBed™ LPC1768 32KB RAM, 512KB FLASH, 32-bit, 96MHz ARM® Cortex™-M3; Até oito entradas ADC de 12bits cada
- Mallory Sonalert MSS5M1 speaker (8Ω; 0.25W); IEC 60601-1-8



# PARKIGLOVE



# + Ensaio



- Tacômetro Digital Minipa MDT-2238A; Resolução de 0.1RPM; Precisão de  $\pm 0.05\% + 1$ 
  - Fixado em tripé; Distância 300mm; Acionamento operador independente
- 20 amostras simultâneas; Mínimo conforme QS-9000 MSA- Measurement Systems Analysis 4<sup>th</sup> edition
  - Frequências de 1,6Hz, 4,8Hz, 5,3Hz, 6,3Hz e 8,3Hz
  - Descarte de transientes





# Análise Estatística



- *Action Statistical Software* baseado QS-9000 MSA- Measurement Systems Analysis 4<sup>th</sup> edition
  - Licença Pública Geral GNU ([www.portalaction.com.br](http://www.portalaction.com.br))
- Teste de outliers pelo método de Grubs
- Teste ANOVA de Repetibilidade de Reprodutibilidade considerando modelo operador independente



# Resultados



- **Table 01:** Frequency response test results

Machine	Digital Tachometer		PG	
Expected Value (Hz)	Avg (Hz)	StdDv	Avg (Hz)	StdDv
1,6667	1,7830	3,9%	1,7776	1,1%
4,8333	4,9616	3,6%	4,9566	0,6%
5,3333	5,3713	3,4%	5,3666	0,4%
6,3333	6,4360	3,3%	6,4264	0,5%
8,3333	8,8419	4,6%	8,8536	0,3%



# Resultados



- **Table 02:** Tendency T-test statistical results

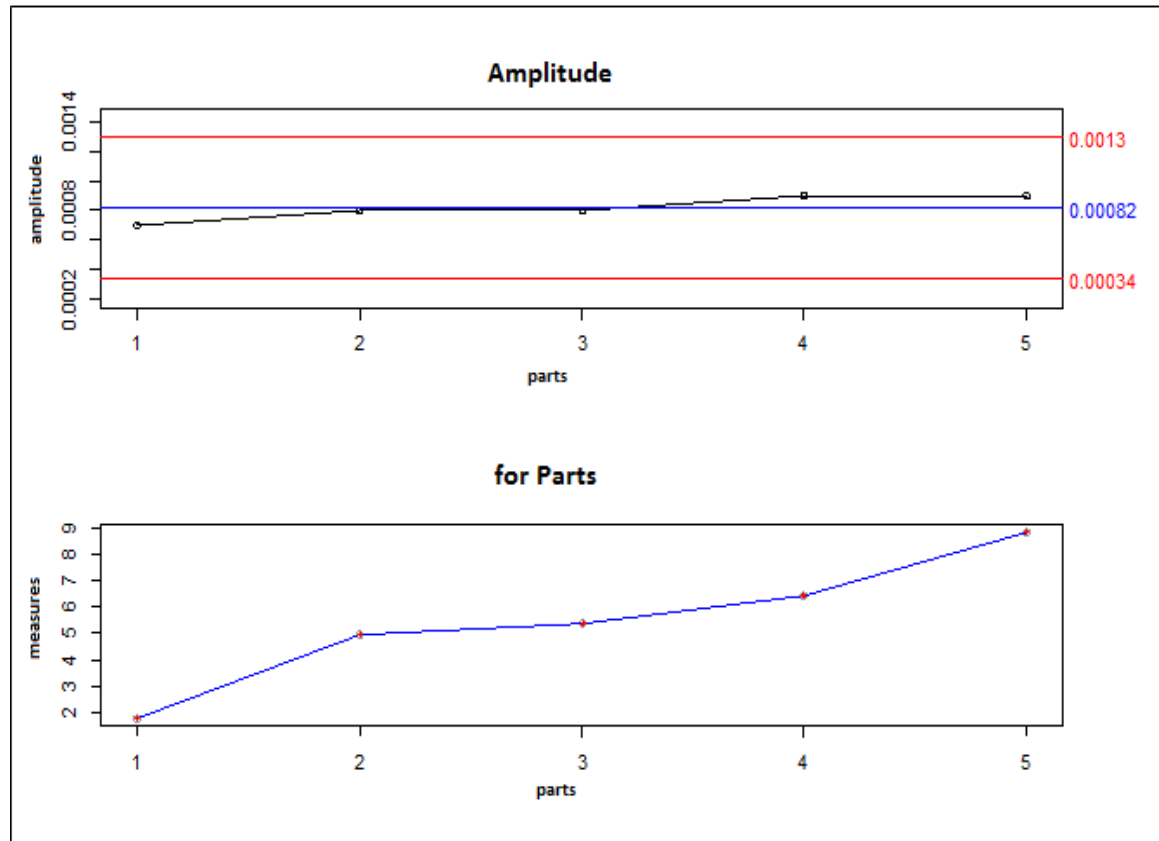
Information	Results	Results	Results	Results	Results
Ref. value	1,783	4,9616	5,3713	6,436	8,8419
Average	1,77756	4,95658	5,366585	6,426445	8,85355
Tendency	-0,00544	-0,00502	-0,004715	-0,009555	0,01165
T Statistics	-119,461397	-86,0922897	-84,4156009	-145,026154	174,6925448
P-value	8,5597E-29	4,27199E-26	6,20178E-26	2,15766E-30	6,30017E-32
Lower limit	-0,00553531	-0,00514204	-0,00483191	-0,0096929	0,011510419
Upper limit	-0,00534469	-0,00489796	-0,00459809	-0,0094171	0,011789581
VE %	2,443810657	3,129217154	2,99747262	3,53574231	3,578885448
Standard Dev.	0,000203651	0,000260768	0,000249789	0,000294645	0,00029824



# Resultados



- **Figure 4: ANOVA gauge R&R graph results**





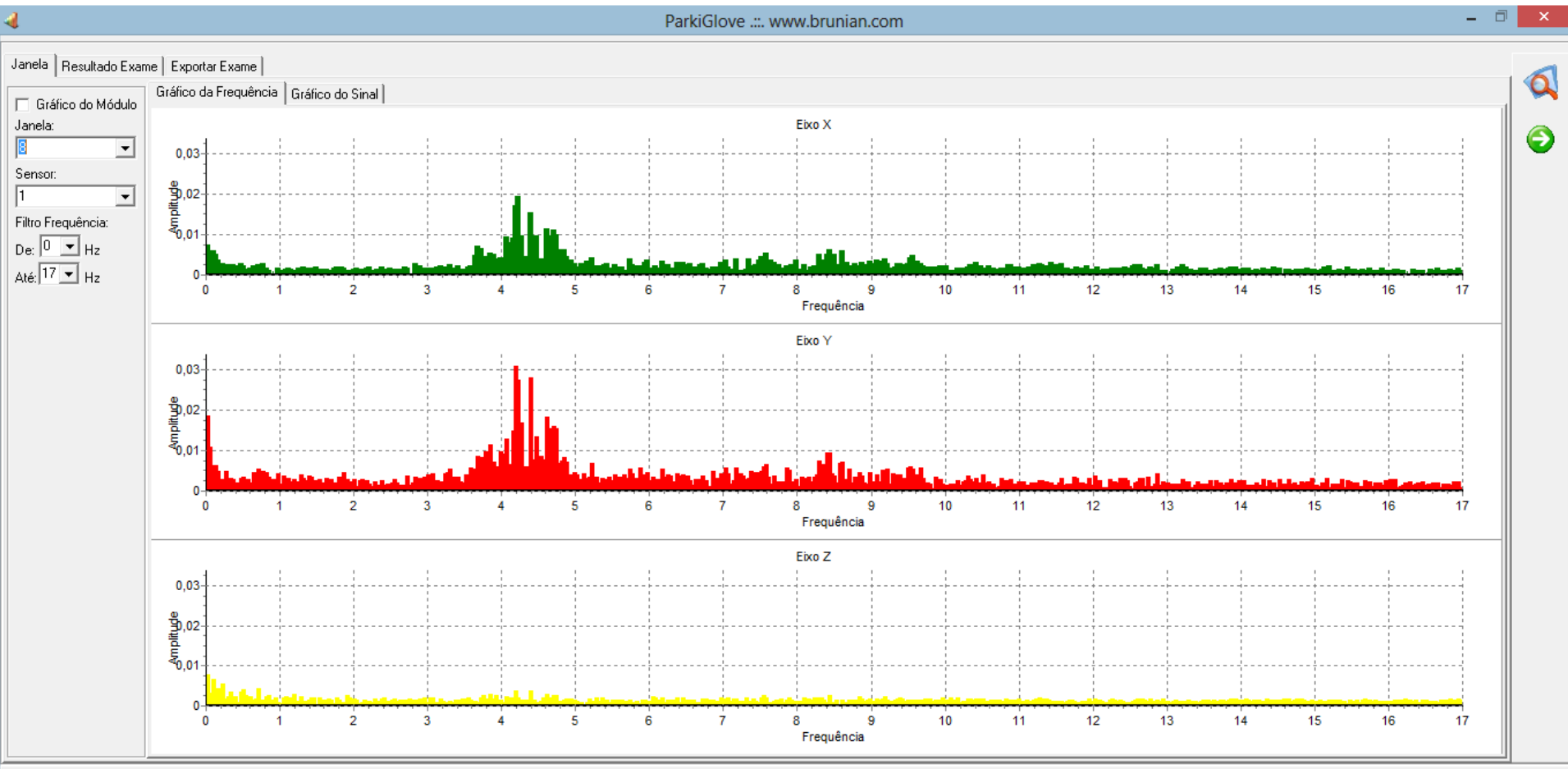
# Resultados



- Desvio padrões menores do PG em relação ao padrão ouro podem indicar sistema testado com menor erro
- Tendência existe e é estatisticamente significativa
  - Média 0,0072Hz; Máximo 0,0116Hz
  - Considerando tolerância absoluta de 0,05Hz como aceitável
- Cálculos resultaram em 1% de RR
  - De acordo com QS-9000 valores de RR inferiores a 10% indicam que o sistema é aceitável/recomendado



# Telas do sistema





# Telas do sistema



ParkiGlove ... www.brunian.com

Janela de Dados Resultado Exame

Defina o intervalo de frequência a ser analisado:  
De: 3 Hz até: 6 Hz

Representar no gráfico:  
 Média dos valores  
 Maior valor

Filtro de Data Hora  
De: 08/11/2013 16:34:23 até: 08/11/2013 16:41:22

Gerar Gráficos

Legenda: Eixo X Eixo Y Eixo Z

Imprimir

Exibir valores nos pontos

**Exame Sensor 1**

Data	Eixo X (Red)	Eixo Y (Green)	Eixo Z (Yellow)
08 - 16:34:23	0.015	0.015	0.005
08 - 16:35:07	0.07	0.045	0.01
08 - 16:35:50	0.005	0.005	0.005
08 - 16:36:33	0.005	0.005	0.005
08 - 16:37:16	0.005	0.005	0.005
08 - 16:37:59	0.065	0.035	0.015
08 - 16:38:42	0.055	0.02	0.01
08 - 16:39:25	0.03	0.015	0.005
08 - 16:40:09	0.005	0.005	0.005
08 - 16:40:52	0.005	0.005	0.005

**Exame Sensor 2**

Data	Eixo X (Red)	Eixo Y (Green)	Eixo Z (Yellow)
08 - 16:34:23	0.035	0.01	0.005
08 - 16:35:07	0.105	0.045	0.015
08 - 16:35:50	0.01	0.005	0.005
08 - 16:36:33	0.005	0.005	0.005
08 - 16:37:16	0.005	0.005	0.005
08 - 16:37:59	0.1	0.065	0.03
08 - 16:38:42	0.075	0.02	0.015
08 - 16:39:25	0.05	0.015	0.01
08 - 16:40:09	0.005	0.005	0.005
08 - 16:40:52	0.005	0.005	0.005

**Exame Sensor 2**

Data	Eixo X (Red)	Eixo Y (Green)	Eixo Z (Yellow)
08 - 16:34:23	0.005	0.005	0.005
08 - 16:35:07	0.005	0.005	0.005
08 - 16:35:50	0.005	0.005	0.005
08 - 16:36:33	0.005	0.005	0.005
08 - 16:37:16	0.005	0.005	0.005
08 - 16:37:59	0.005	0.005	0.005
08 - 16:38:42	0.005	0.005	0.005
08 - 16:39:25	0.005	0.005	0.005
08 - 16:40:09	0.005	0.005	0.005
08 - 16:40:52	0.005	0.005	0.005

Paciente: João Graça  
Codigo: 337089  
Data: 08/11/2013  
Tempo de Captura (s): 0,03  
Frequencia (Hz): 35  
Tempo de Espera (s): 10  
Qtd. Janelas: 10  
Qtd. Sensores: 2

**EQUIPAMENTO OFFLINE**



# Telas do sistema



ResultadoExame.pdf - Adobe Reader

File Edit View Window Help



**Brunian**

Av. Luis Viana Filho, Km 10 – Rua Mundo, Parque Tecnológico Da Bahia,  
Tecnocentro, Sala 404-C, Mussurunga. Cep: 41130-530. Salvador – Bahia – Brasil

Codigo: 337089 Paciente: João Graça

Data: 08/11/2013

Qtd. Janelas: 10

Qtd. Sensores: 2

Tempo de Captura (s): 30

Tempo de Espera (s): 10

Frequencia (Hz): 35

Intervalo de Frequencia (Hz): Inter Freq

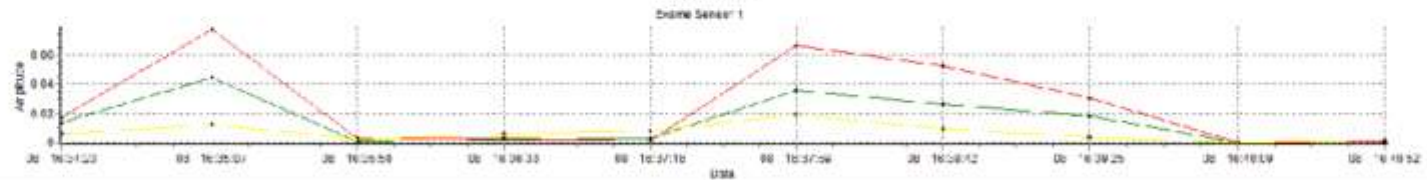
Filtro de Hora: Filtro data hora

Representação no Gráfico: valor

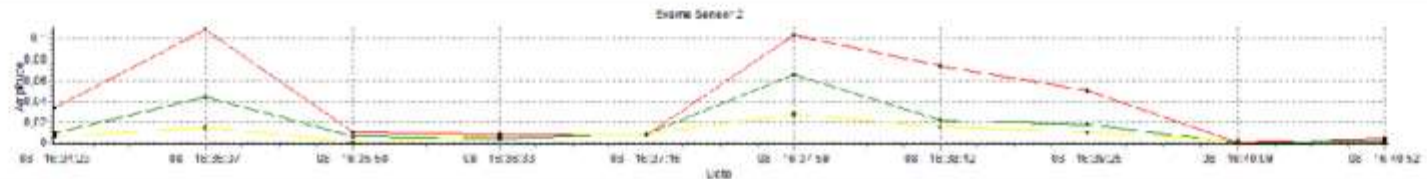
LAUDO

Teste Parkiglove

SENSOR 1



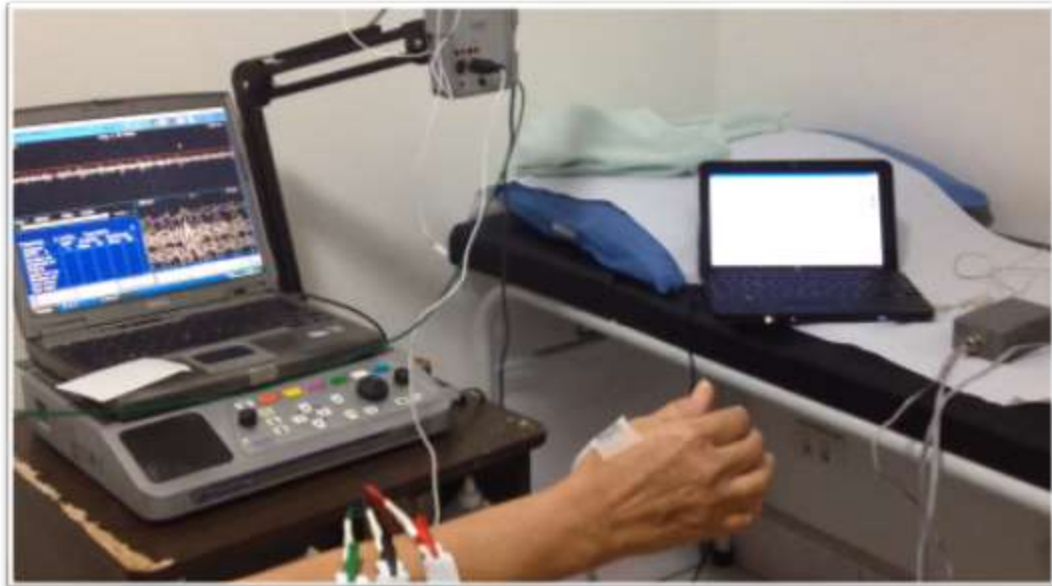
SENSOR 2





## + Trabalhos futuros

- Validação em *anima nobile*
  - Padrão ouro eletromiografia de superfície
  - Estudo de Teste Diagnóstico





UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM MEDICINA E SAÚDE



**Obrigado!**

[victoryfernandes@yahoo.com.br](mailto:victoryfernandes@yahoo.com.br)