



Jornada Integrada de Pesquisa e Pós-Graduação 2016

Sessão Coordenada 12 : Engenharia Elétrica

MÉTODO DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO APLICADO A EXPERIMENTO
DE POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS (ERP) LINGUÍSTICOS PARA
COMPUTAÇÃO DE DIFERENÇAS COMPOSICIONAIS ENTRE COMPUTAÇÕES
DE PALAVRAS E SENTENÇAS

Aluno: Ali Kamel Issmael Junior

Orientador: Prof. Aline Gesualdi Manhães, D.Sc.

Sumário

- Introdução;
- Motivação e Objetivo;
- Referências Teóricas;
- Metodologia e Resultados Preliminares;
- Conclusões;
- Perspectivas; e
- Referências Bibliográficas.

Introdução

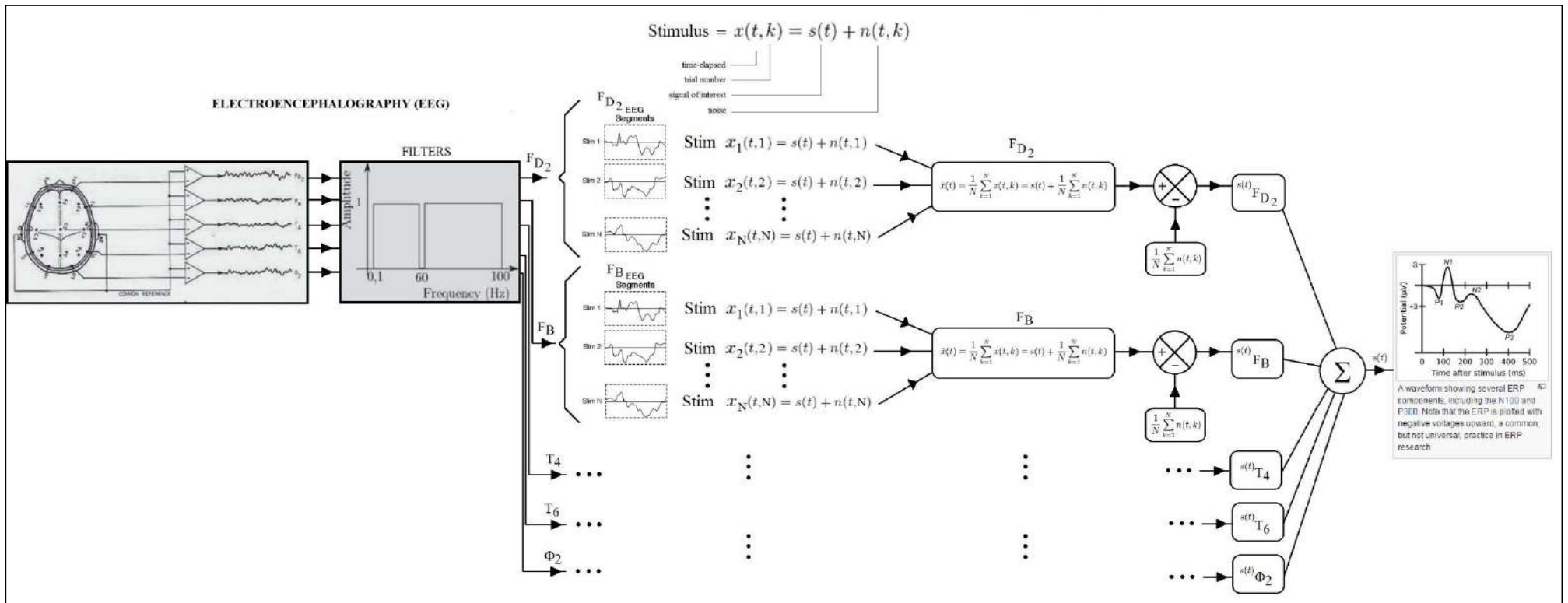
- Os potenciais relacionados a eventos (ERPs) são uma técnica experimental utilizada para extrair uma resposta neurofisiológica pela medida dos sinais biológicos elétricos do cérebro, obtida por meio de eletroencefalografia (EEG), que são os resultados diretos da estimulação sensorial, cognitiva ou eventos motores.
- Este estudo usa os dados experimentais de ERP de Soto (2014), que abordou as funções cognitivas subjacentes do componente ERP medido em palavras-alvo em contextos “priming” em sentenças e palavras, para aplicações em neolinguística.
- A partir destes dados experimentais de ERP, e o uso das ferramentas de software específicas EEGLAB® e ERPLAB®, com base no software Matlab®, é possível tratar esses dados experimentais para verificar se há parâmetros específicos de reconhecimento de padrão para os sinais de ERP relacionados para cada tipo de estímulo. O tratamento destes sinais ERP engloba o estudo de técnicas de processamento digital de sinais aplicados com a teoria de reconhecimento de padrões.

Motivação e Objetivo

- Conforme descrito por Gesualdi (2011), a medição ERPs geralmente implica na formação de uma equipe multidisciplinar de pesquisadores, incluindo linguistas, engenheiros de processamento de sinal, fonoaudiólogos, psicólogos, neurocientistas, entre outros. Esta multidisciplinaridade motivou a interação e cooperação entre o Programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET / RJ.
- Este trabalho em conjunto entre as instituições produziu a obra de Soto (2014) que estudou as funções cognitivas subjacentes do componente ERP conhecido como N400 medidos em estímulos de contextos em palavras e sentenças. Este trabalho é parte do esforço dos grupos da UFRJ e do CEFET-RJ para desenvolver uma cartilha de alfabetização que possa acelerar a aprendizagem de crianças do ensino fundamental.
- Dessa forma, o objetivo deste trabalho é o estudo das técnicas de processamento de sinal, para permitir a extração de parâmetros a partir dos dados ERP do experimento de Soto (2014), a fim de obter um algoritmo de reconhecimento de padrões que vai ser utilizado para classificar dados que sejam obtidos pelo mesmo tipo de estímulos propostos, aplicados para qualquer indivíduo.

Referências Teóricas

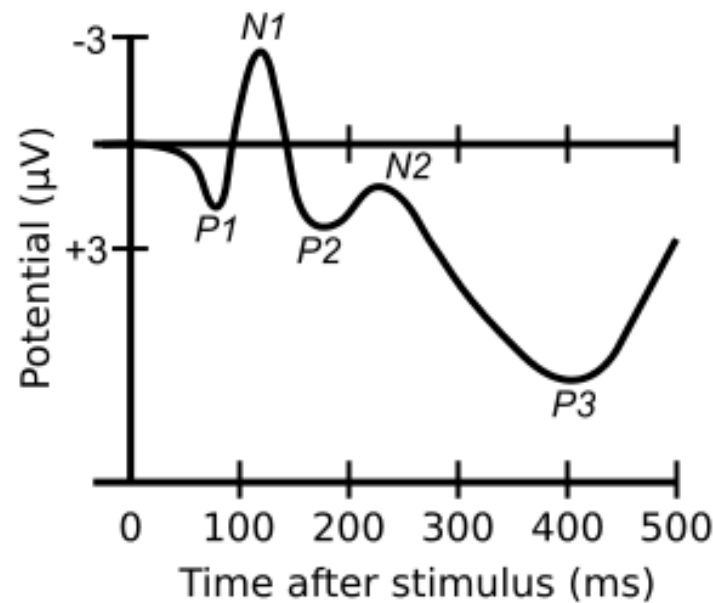
- EEG e ERP



Esquema simplificado para um experimento ERP (GESUALDI, 2011)

Referências Teóricas

- EEG e ERP



Exemplos de componentes ERP em um sinal temporal: P1 (P100), N1(N100), P2(P200), N2 (N200) and P3 (P300) (WIKIPEDIA, consultado em 15/04/2016)

Referências Teóricas

- O Experimento de Soto (2014)

Sentence Task				
Condition	context	congruence	Stimulus example (n=30 for each condition)	Repeated item
1: CSC	supportive	congruous	Até sem capacete, João dirige ↑ a moto feito louco	dirige a moto
2: CNSC	non-supportive	congruous	Todos os dias, João dirige ↑ a moto feito louco	dirige a moto
3: ISC	supportive	incongruous	Até sem capacete, João dirige ↑ a pera feito louco	dirige -
4: INSC	non-supportive	incongruous	Todos os dias, João dirige ↑ a pera feito louco	dirige -
Word Task				
Condition	relation	Stimulus example (n=30 for each condition)		Repeated item
		Prime	Target	
1: SSR	Syntactic and Semantic	CAPACETE	moto	moto
2: ASR	Associative Semantic	ÔNIBUS	moto	moto
Control 1: UR	Unrelated Words	FACA	nuvem	-
Control 2: PW	(Pseudo Word Target)	FILTRO	garupa	-
Abbreviations: congruous supportive-context (CSC); congruous non-supportive context (CNSC); incongruous supportive-context (ISC); incongruous non-supportive context (INSC); associative semantic relation (ASR); syntactic and semantic relation (SSR); unrelated pair (UR); pair with pseudo word target (PW)				

Condições Experimentais e tipos de estímulos para o experimento ERP (SOTO,2014)

Referências Teóricas

- O Experimento de Soto (2014)

Presentation protocol ERP Experiment: sentence task										
Presented:	+	Até sem capacete,	(blank)	Joã o	(...)	a moto	(blank)	feito louco	(blank)	RESPONDA
Action:						<i>Target</i>				<i>Congruent Y/N?</i>
Timing: (ms)	1500	300	100	250	(...)	250	100	250	350	1500
Presentation protocol ERP Experiment: word task										
Presented:	+	(blank)	CAPACETE	(blank)		moto	(blank)	muito veloz	(blank)	RESPONDA
Action:			<i>Prime</i>			<i>Target</i>				<i>Lexical Decision Y/N</i>
Timing: (ms)	1500	100	250	100		250	100	250	350	1500

Condições Experimentais e tipos de estímulos para o experimento ERP (SOTO,2014)

Referências Teóricas

- O Experimento de Soto (2014)

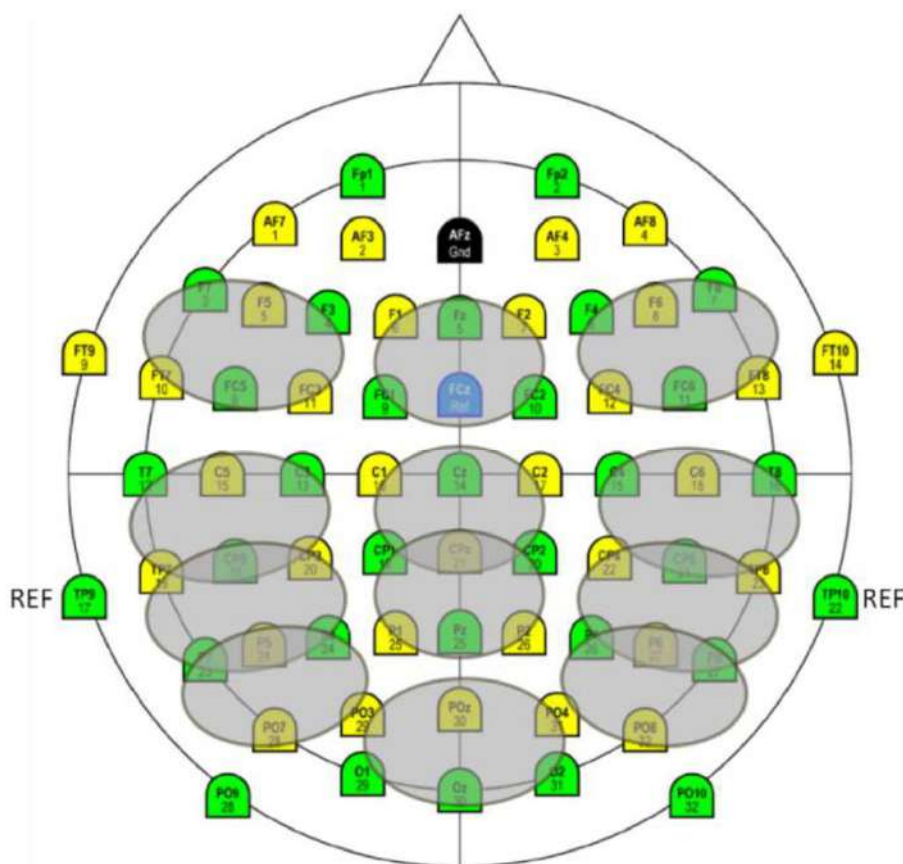


Na configuração experimental de Soto (2014), 21 estudantes universitários participaram do estudo (11 mulheres), distribuídos uniformemente ao longo de 4 versões, idade média de 22 anos, todos os participantes destros, com visão normal ou corrigida ao normal. Os julgamentos dos participantes foram registrados pressionando com um dos dois dedos da mão direita um botão vermelho ou um verde em uma caixa.

Setup dos eletrodos durante a gravação de dados (SOTO,2014)

Referências Teóricas

- O Experimento de Soto (2014)



Definição das ROI (SOTO,2014)

As Regiões de Interesse (ROIs) no escalpo da cabeça onde as medições EEG foram extraídas são:

a) Na linha-média:

Frontal (F1, F2, FC1, FC2, FCz e Fz); Central (C1, C2, CP1, CP2, CPz e Cz), Parietal (CP1, CP2, CPz, P1, P2, e Pz), and Occipital (O1, O2, Oz, PO3, PO4, e POz).

b) No hemisfério esquerdo:

Frontal (F3, F5, F7, FC3, FC5 and FT7); Central (C3, C5, CP3, CP5, T7 and TP7), Parietal (CP3, CP5, P3, P5, P7 and TP7), and Occipital (P3, P5, P7, PO3 and PO7).

c) No hemisfério direito: Frontal (F4, F6, F8, FC4, FC6 and FT8); Central (C4, C6, CP4, CP6, T8 and TP8), Parietal (CP4, CP6, P4, P6, P8 and TP8), and Occipital (P4, P6, P8, PO4 and PO8)

Referências Teóricas

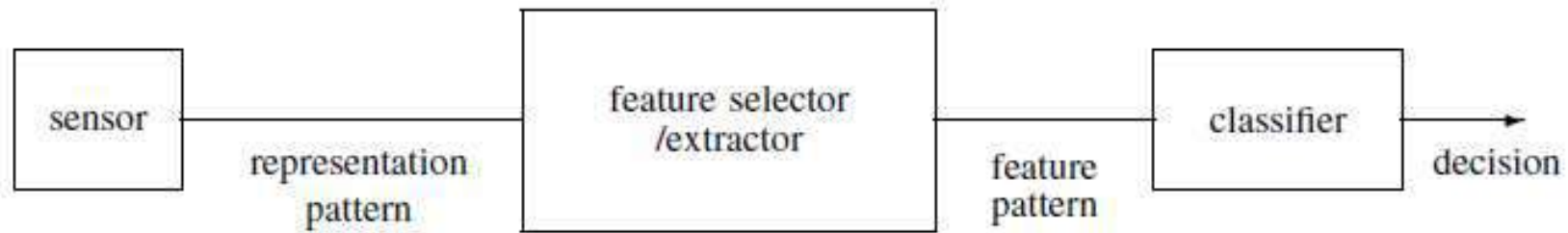
- O Experimento de Soto (2014)

Os dados para cada sujeito, obtidos no experimento de Soto (2014), são:

- a) Arquivos EEG com os dados brutos gravados, no formato “.eeg”;
- b) Arquivos de dados com os marcadores de “Epochs” (classes), no formato “.vmrk”; e
- c) Arquivos de dados “header”, no formato “.vhdr”.

Referências Teóricas

- Reconhecimento de Padrões

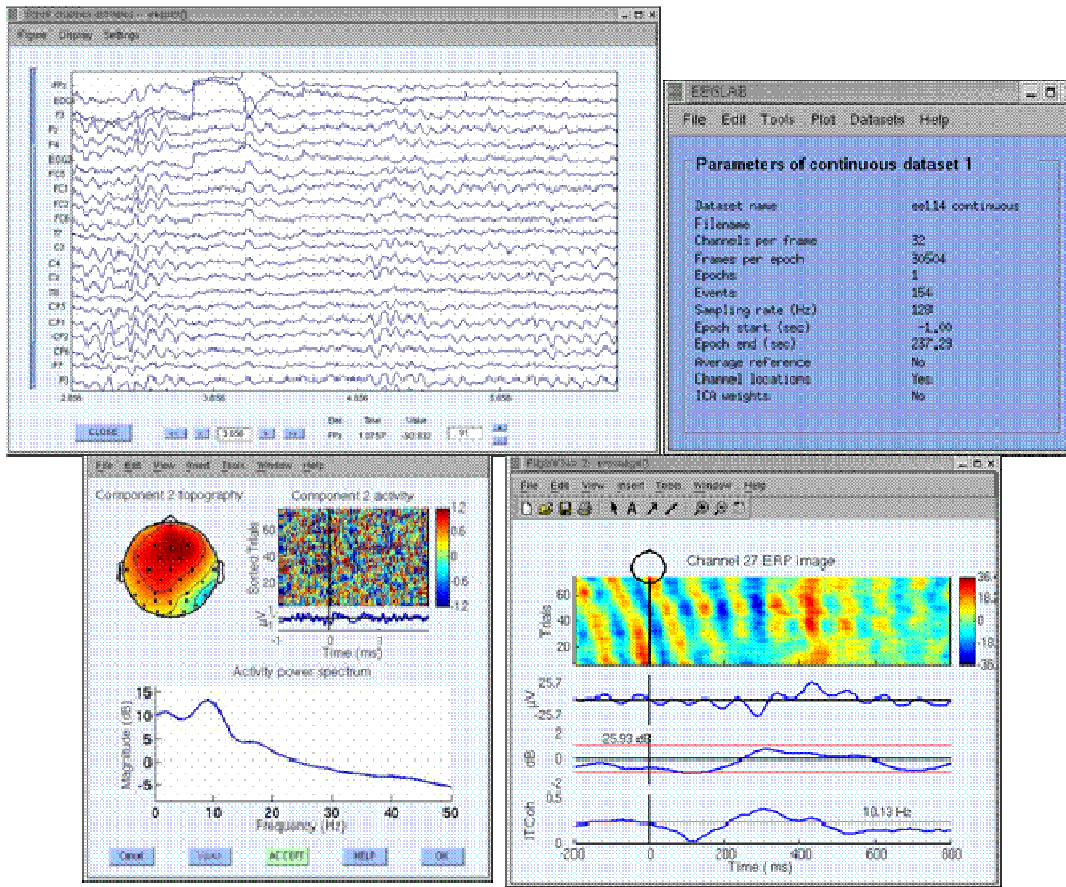


Esquema simplificado de Reconhecimento de Padrões (WEBB, 2002)

Neste estudo, o experimento de Soto(2014) é relacionado com o bloco “Sensor” (o experimento EEG), o bloco extractor de parâmetros (“feature selector/extractor”) é relacionado com os softwares EEGLAB®, ERPLAB ® e Matlab®, enquanto que o bloco classificador (“classifier”) é relacionado com o software Matlab®

Referências Teóricas

- Ferramentas de Software Específicas para EEG/ERP baseados na plataforma Matlab®



Exemplos de Interfaces gráficas dos softwares EEGLAB® and ERPLAB® (EEGLAB® Tutorial site, consultado em 15/04/2016)

Metodologia e Resultados Preliminares

- Perguntas experimentais e Perímetro da Pesquisa

Para este trabalho, as questões experimentais são: a partir dos sinais de dados brutos ERP obtidos com as condições experimentais de Soto (2014), é possível inferir um paradigma de classificação considerando cada tipo de estímulo para as épocas (classificação automática)? E se assim for, é possível extrapolar o classificador para qualquer ser humano (sujeito) submetido aos mesmos tipos de estímulos?

Para este trabalho preliminar, a fim de simplificar a abordagem de reconhecimento de padrões, a pesquisa utilizou somente os dados relacionados com o ROI Linha média Central (eletrodos C1, C2, CP1, CP2, CPZ e CZ) para cada sujeito do experimento com palavras de Soto (2014).

Metodologia e Resultados Preliminares

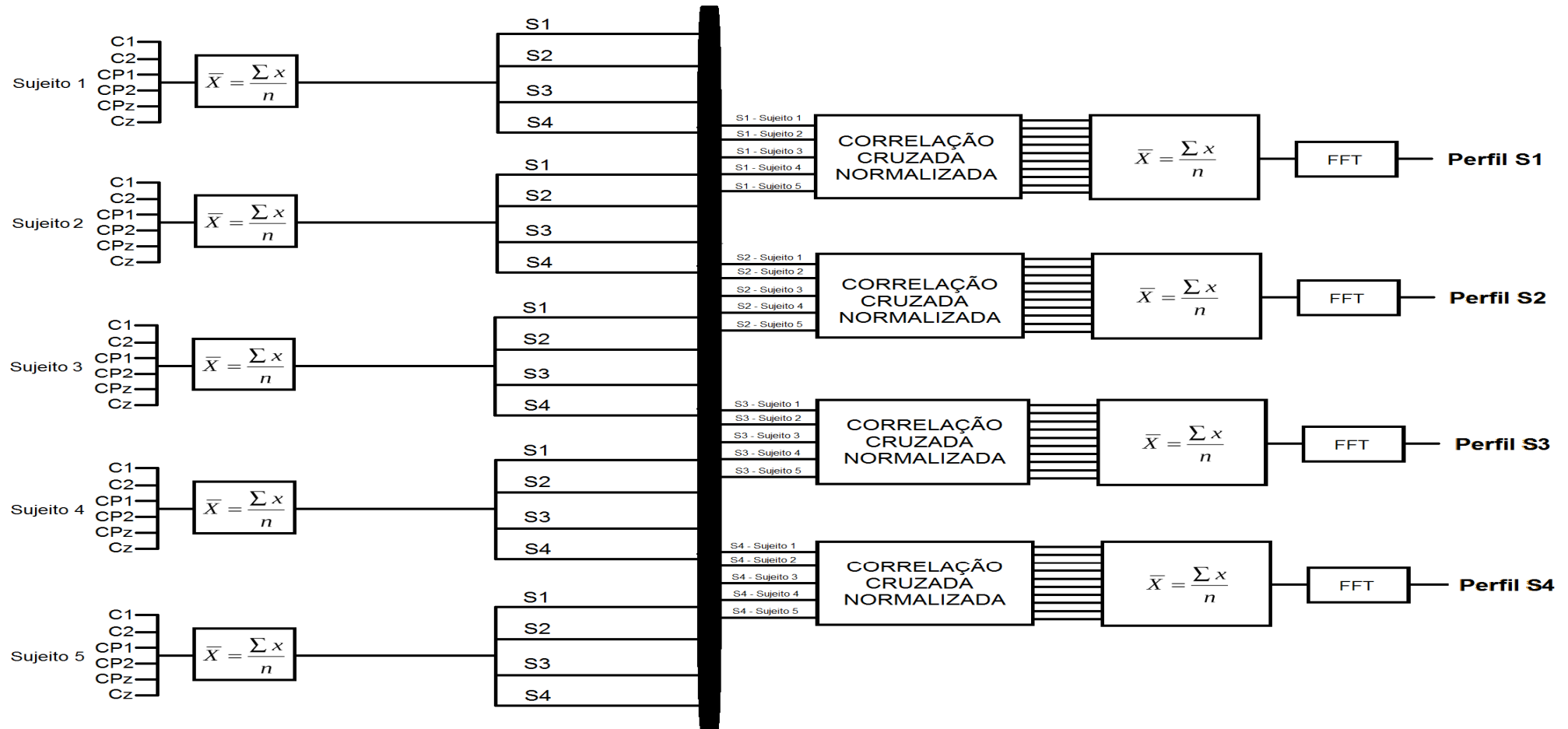
- Sujeitos Eliminados para o Experimento

Para os 22 sujeitos originais, Soto (2014) eliminou 5 indivíduos por causa da baixa qualidade desses sinais. Usando a ordem sequencial do experimento, os sujeitos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21 estão sendo utilizados neste trabalho. Para cada sujeito, a partir de seus dados brutos de EEG, é criado um conjunto de dados EEGLAB[®] e ERPLAB[®] específico, a fim de permitir o tratamento e a análise destes dados pelo MATLAB[®].

Metodologia e Resultados Preliminares

- A partir dos dados brutos obtidos por EEG no experimento Soto (2014), os sinais ERP para os canais indicados anteriormente foram obtidos pelos softwares EEGLAB® na versão v13.5.4b, e ERPLAB® na versão v5.0.0.0.
- Após esse tratamento dos dados brutos EEG, artefatos de software foram criados pelo ambiente MATLAB® com informações relevantes sobre o experimento EEG para cada sujeito. Estes artefatos são descritos a seguir:
 - a) arquivos de conjunto de dados - arquivos com as extensões "set" e "FDT" que permitem que o EEGLAB® carregue as informações do conjunto de dados EEG para cada experimento;
 - b) EEG.data - matriz tipo "struct" que contém os dados brutos relacionados com cada canal EEG e as épocas ("epochs") de eventos;
 - c) EEG.event - matriz tipo "struct" que contém as informações sobre o tipo de cada época; e
 - d) EEG.chanlocs - matriz tipo struct que contém as informações sobre os canais de EEG.
- Foi realizada uma tentativa para o experimento com palavras de Soto (2014). O estudo preliminar usou uma abordagem simplificada, com o método de extração utilizando a aplicação da correlação cruzada normalizada associada com a Transformada de Fourier Rápida (FFT), a partir dos dados relacionados à ROI Linha Média Central (eletrodos C1, C2, CP1, CP2, CPZ e Cz) para os 5 primeiros sujeitos.

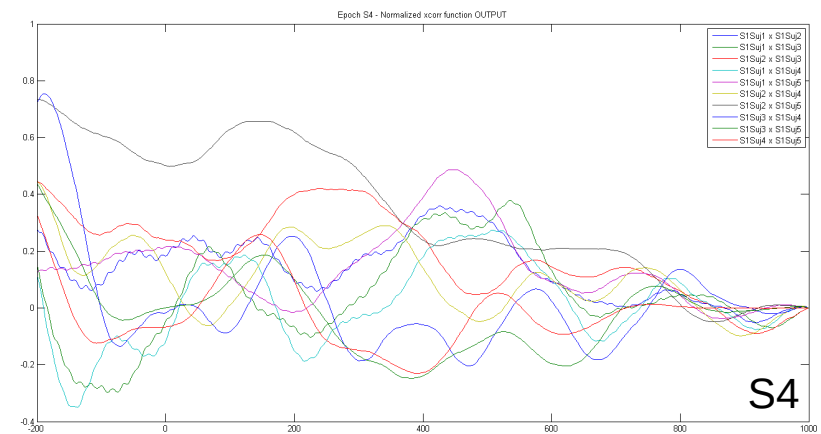
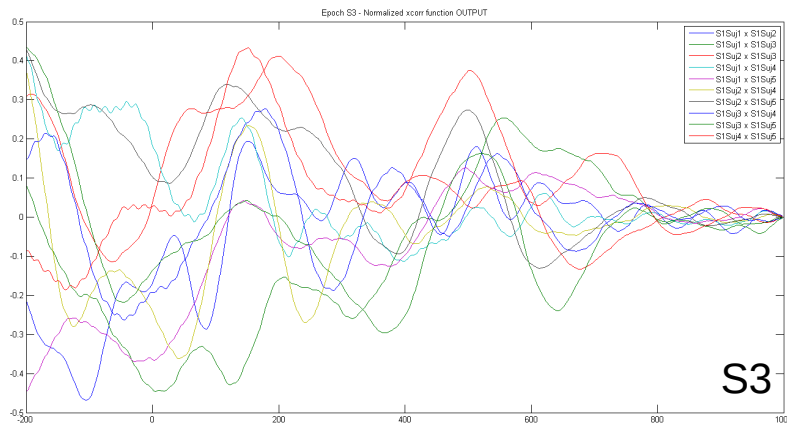
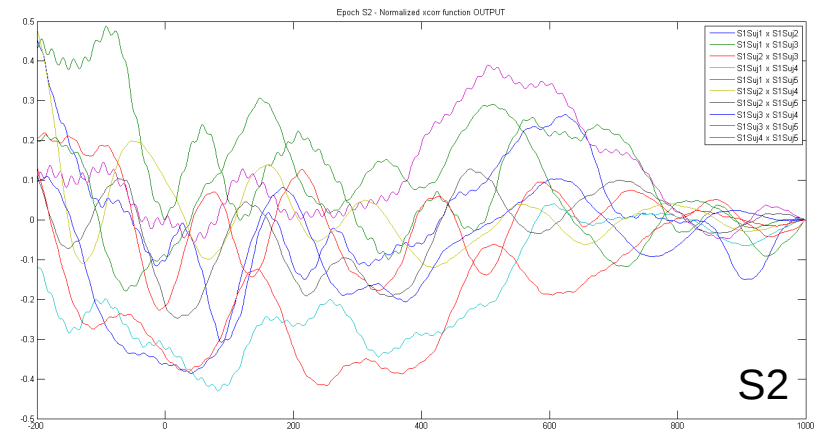
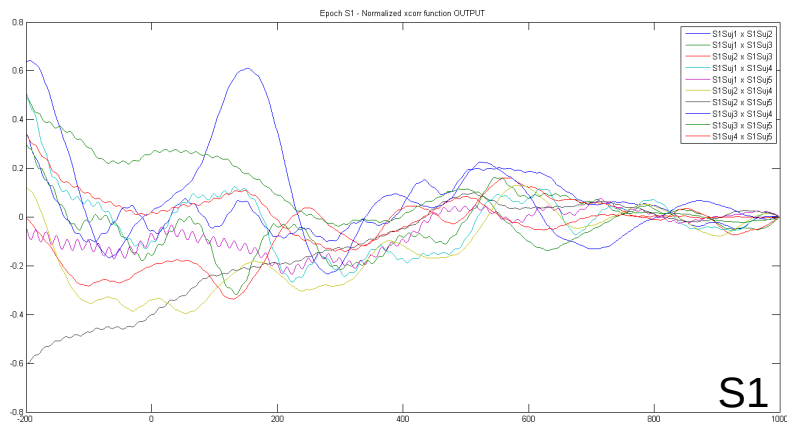
Metodologia e Resultados Preliminares



Esquema simplificado do extrator usando a análise tempo-frequência (FFT) associada com a correlação cruzada normalizada dos sinais de ERP para o experimento palavras de Soto(2014).

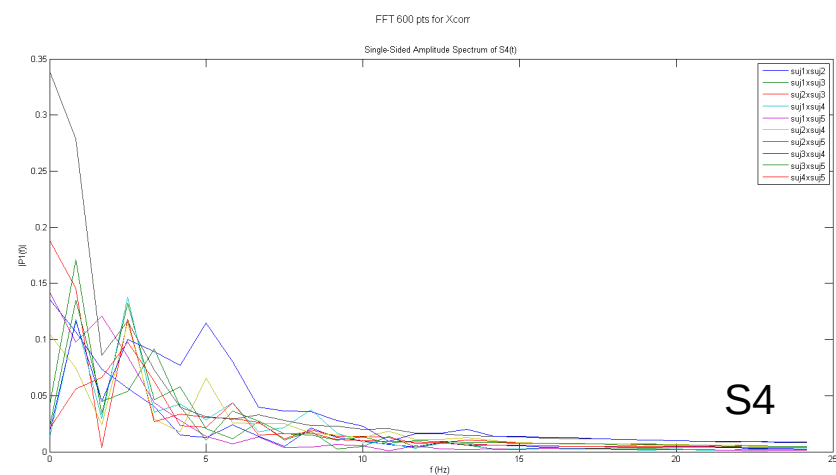
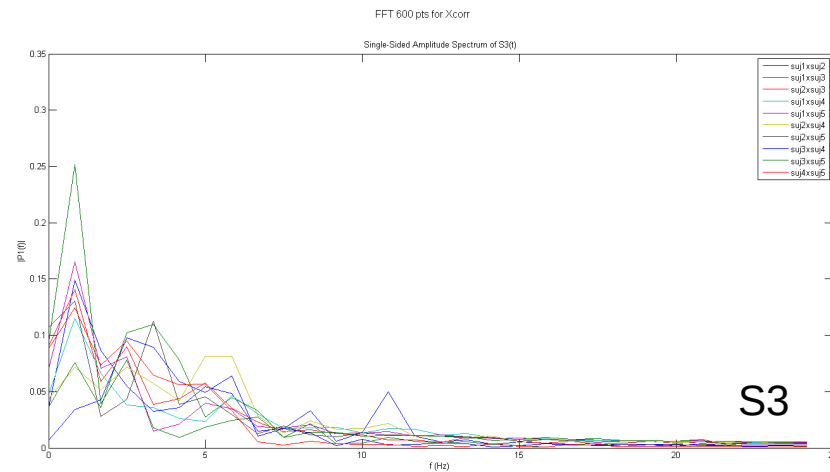
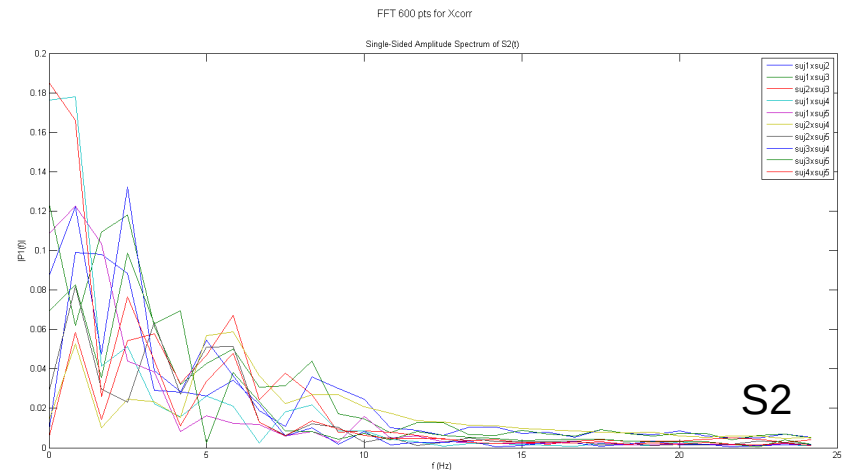
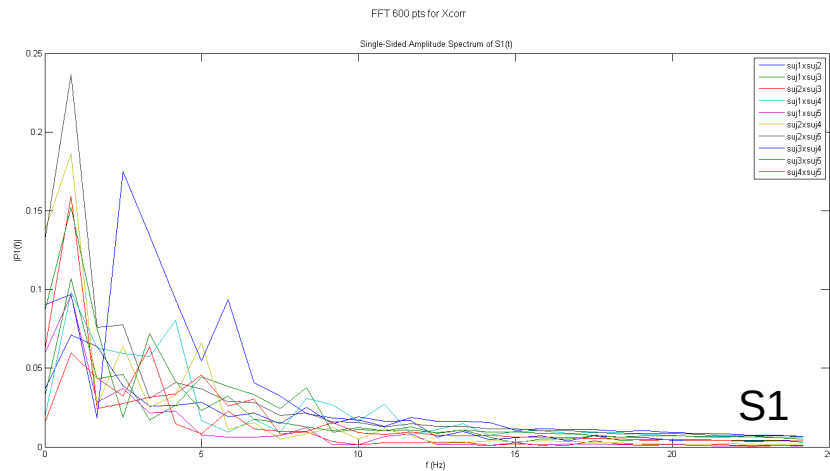
Metodologia e Resultados Preliminares

Correlação Cruzada Normalizada x tempo (ms)



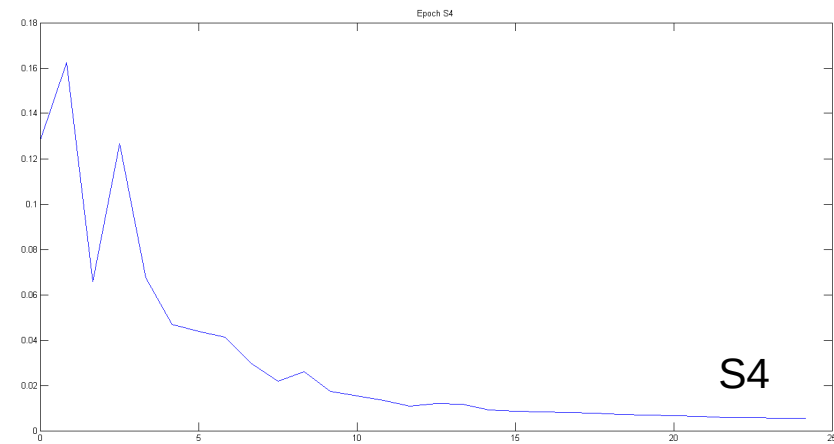
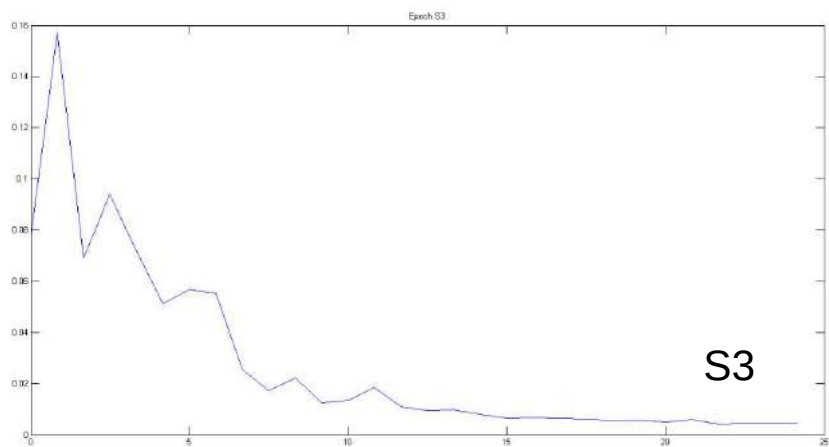
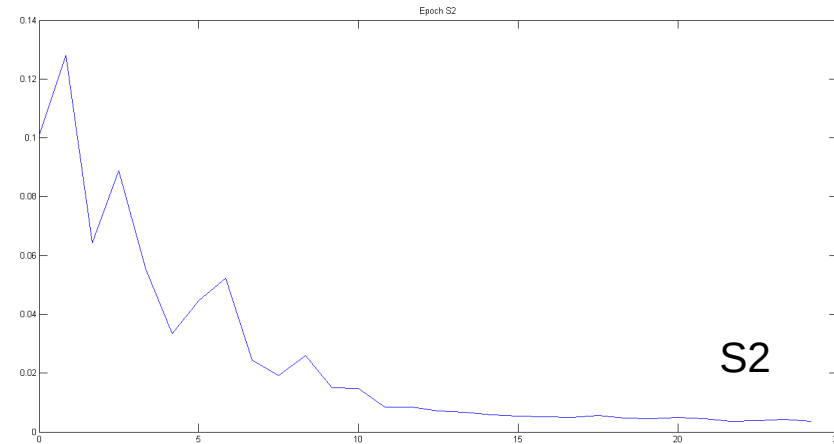
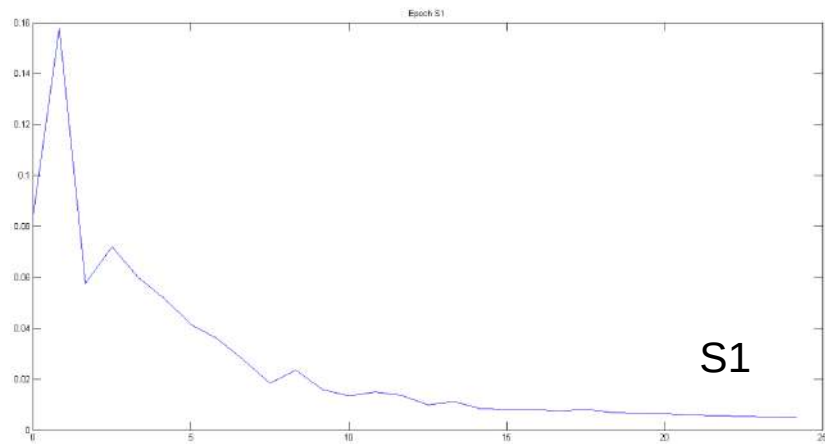
Metodologia e Resultados Preliminares

Amplitude da FFT da Correlação Cruzada Normalizada x frequencia (Hz)



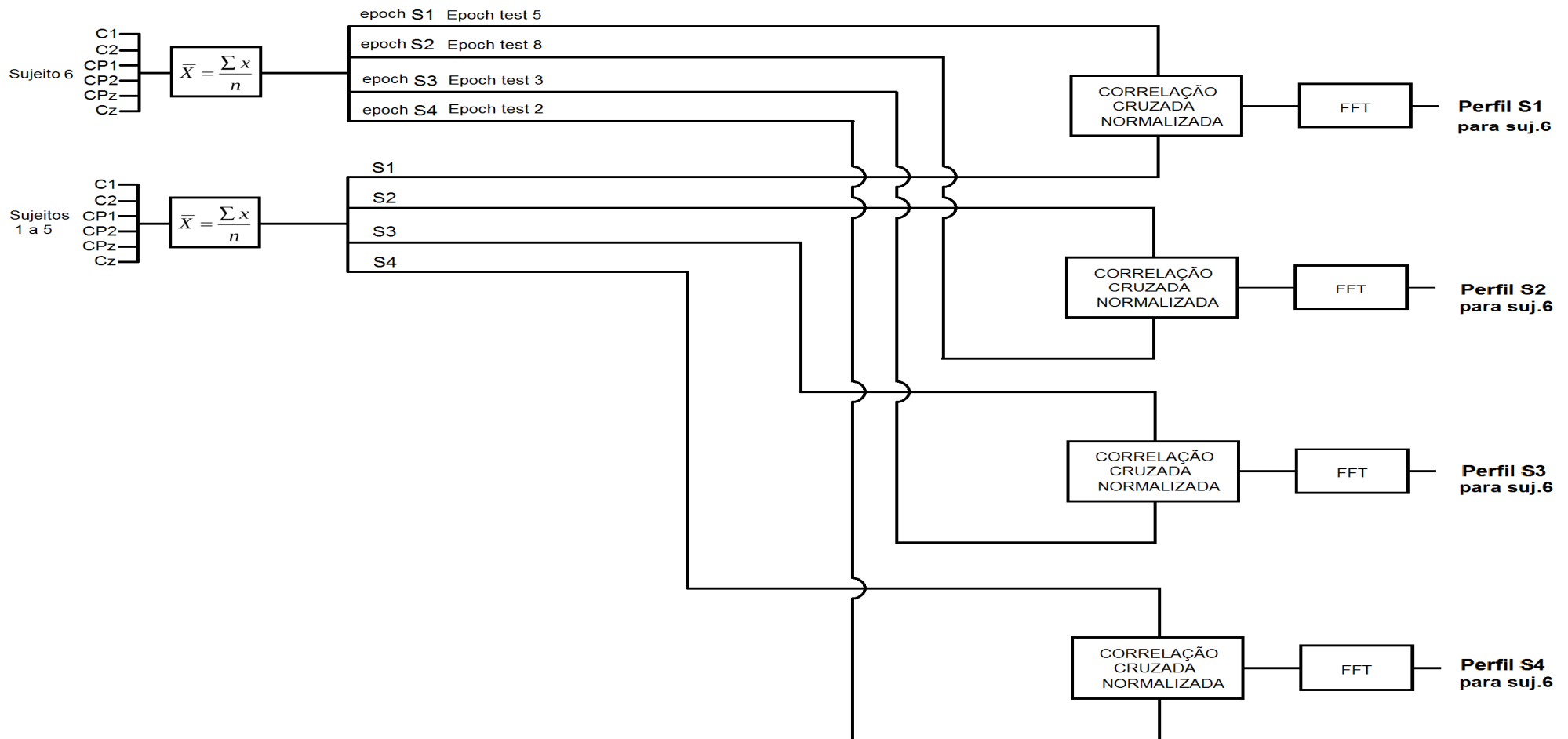
Metodologia e Resultados Preliminares

Amplitude da FFT da Correlação Cruzada Normalizada x frequencia (Hz)



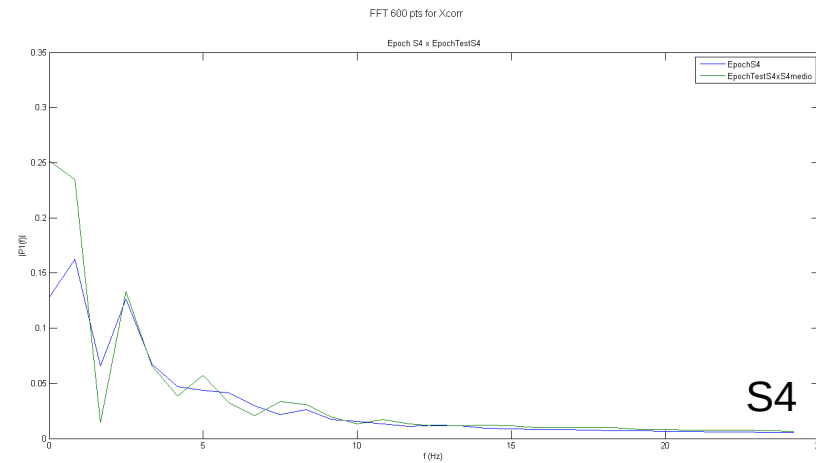
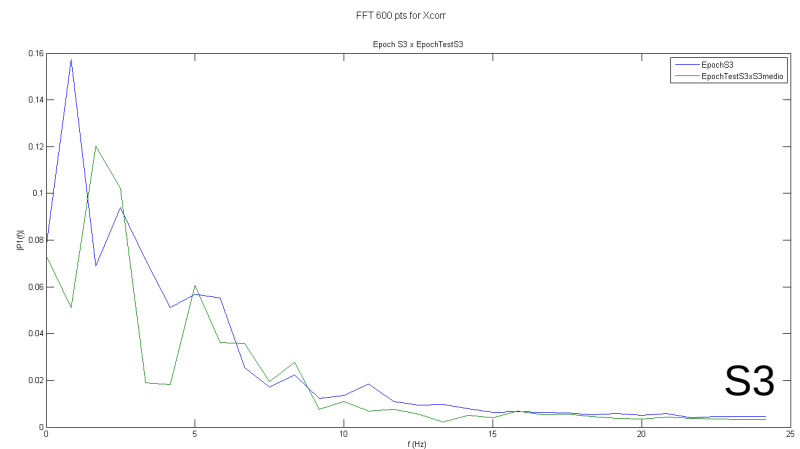
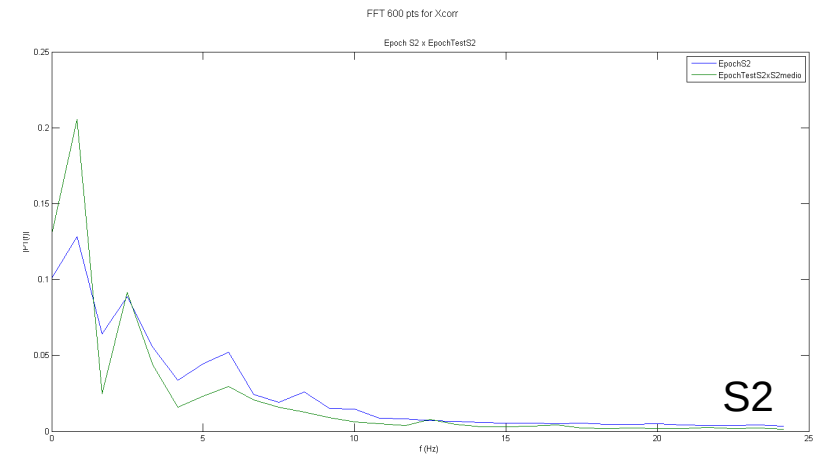
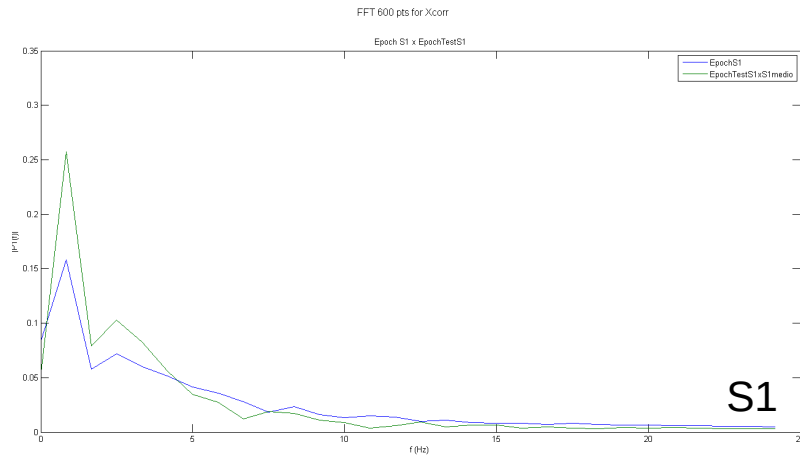
Metodologia e Resultados Preliminares

- O classificador manual:



Metodologia e Resultados Preliminares

Amplitude da FFT da Correlação Cruzada Normalizada x frequencia (Hz)



Metodologia e Resultados Preliminares

- Classificador automático

- Este classificador utiliza a mesma abordagem da anterior, mas em vez de comparar manualmente as épocas do sujeito 6, foi desenvolvido um processo automatizado para capturar todas os 138 épocas existentes do sujeito 6, e a decisão de classificação foi feita a partir da mediana da função de diferença entre o profile obtido para cada “epoch” do sujeito 6 e os padrões obtidos para cada “epoch” para os sujeitos 1 a 5.
- Se a mediana da função diferença estiver próxima a zero, isto indica que o epoch de teste é mais similar com aquela determinada assinatura. Assim, o menor valor da mediana das funções de diferença para o teste de cada assinatura determina a sua classificação como um Epoch S1, S2, S3 ou S4. Para o treinamento foram usadas 30 épocas do sujeito 6 e para o teste, 108 épocas.

Metodologia e Resultados Preliminares

- Resultado do classificador automático:

Confusion Matrix for the Training

Class	S1		S2		S3		S4
S1	6		0		3		0
S2	3		0		1		0
S3	2		0		4		1
S4	4		1		2		3

Confusion Matrix for the test

Class	S1		S2		S3		S4
S1	7		2		5		5
S2	8		5		8		3
S3	8		1		9		5
S4	18		4		16		4

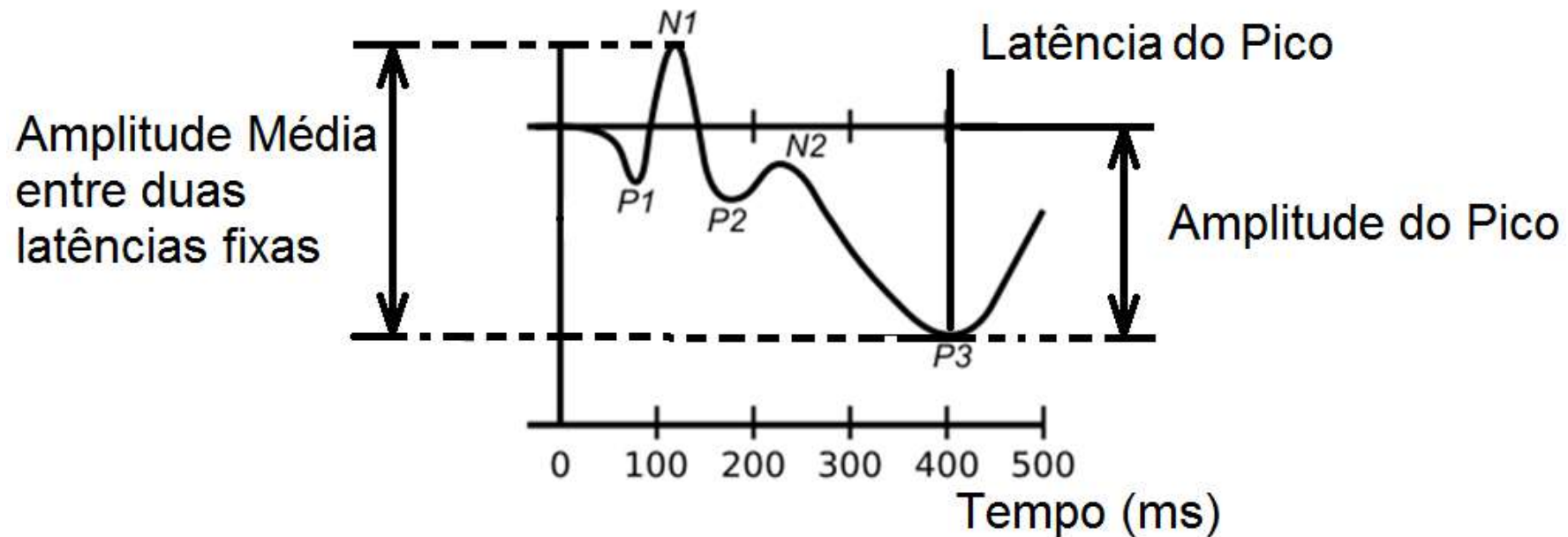
Como pode ser observado nos resultados, o classificador automático não conseguiu obter um bom resultado. Na verdade, a taxa de sucesso para o treinamento foi 43,3% e para o teste foi 23,14%. Isto indica que é necessário rever a abordagem ou tentar outro método de reconhecimento de padrões para atingir o objetivo deste trabalho.

Conclusões

- As ferramentas de software EEGLAB®, ERPLAB® e MATLAB® executaram corretamente a extração e o tratamento dos dados de EEG obtidos pelo experimento de Soto (2014) e os dois algoritmos classificadores originalmente propostos.
- O algoritmo que usou uma abordagem manual alcançou um resultado aparentemente bom e outro, automatizado, o resultado não foi bom, o que não indica que não seja possível atingir outras soluções para a classificação dos dados do experimento de Soto (2014) .

Perspectivas:

- Prosseguir com a análise, para o experimento sentenças, utilizando como extrator de parâmetros o programa ERPLAB®. Os parâmetros a serem utilizados são a “amplitude média entre duas latências fixas”, “amplitude do pico” e “Latência do Pico” para as faixas temporais de 150-300ms, 300-500ms e 500-700ms.



Perspectivas:

- Cronograma proposto para término do trabalho:

ID	TAREFA	INICIO	FIM	out/15	nov/15	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17
1	MARCAR E REALIZAR A VISITA CMG CALVANO	05/10/2015	13/11/2015																	
2	DETERMINAÇÃO DO TEMA DA MONOGRAFIA	26/10/2015	13/11/2015																	
3	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	01/11/2015	31/12/2015																	
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	01/11/2016	29/02/2016																	
5	MÉTODO	01/12/2016	31/03/2016																	
6	RESULTADOS PRELIMINÁRES	01/02/2016	31/03/2016																	
7	SEMINÁRIO DE QAULIFICAÇÃO	01/04/2016	30/05/2016																	
8	CONTINUIDADE DO TRABALHO	01/04/2016	31/12/2016																	
9	ESCRITA DA DISSERTAÇÃO E ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	01/01/2017	31/01/2017																	
10	DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado	01/02/2017	28/12/2017																	

Bibliografia:

- 1 CONG, Fengyu, RISTANIEMI, Tapani, LYYTINEN, Heikki, Advanced Signal Processing on Brain Event-Related Potentials: Filtering ERPs in Time, Frequency and Space Domains Sequentially and Simultaneously, Singapore, Ed. World scientific Publishing, 2015, ISBN 978-981-4623-08-7.
- 2 DINIZ, Paulo S. R., DA SILVA, Eduardo A. B., NETTO, Sergio L., Processamento Digital de Sinais: Projeto e Análise de Sistemas, tradução: Luiz Wagner Pereira Biscainho, 2ª Edição, Porto Alegre/RS, Ed. Bookman, 2014. ISBN 978-85-8260-123-5.
- 3 EEGLAB® Tutorial.Access. Available on: <http://sccn.ucsd.edu/wiki/Getting_Started>, accessed in April, 15th,2016.
- 4 ERPInfo - ERPLAB® Toolbox Available on: <<http://erpinfo.org/ERPLAB®>>, consulted on April, 15th,2016.
- 5 GESUALDI, Aline da Rocha; FRANÇA, Anielma Improta. Event-related brain potentials (ERP): an overview. Revista Linguística / Revista do Programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Volume 7, número 2, dezembro de 2011. ISSN 1808-835X 1. [<http://www.letas.ufrj.br/poslinguistica/revistalinguistica>]
- 6 HANDY, T. C. Event Related Potentials: A Methods Handbook. Cambridge, MA: Bradford/MIT Press., 2005.
- 7 KAMEL, Nidal, MALIK, Aamir Saeed, EEG/ERP analysis: methods and applications, Boca Raton/FL, USA, Ed. CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4822-2469-6.
- 8 LUCK, Steven J., An Introduction to the Event-Related Potential Technique, Massachusetts Institute of Technology MIT Press books, 2nd Ed., 2014, ISBN 978-0-262-52585-5
- 9 SOTO, Marije, ERP and fMRI EVIDENCE OF COMPOSITIONAL DIFFERENCES BETWEEN LINGUISTIC COMPUTATIONS FOR WORDS AND SENTENCES/ Marije Soto - Rio de Janeiro:UFRJ/Faculdade de Letras, 2014.
- 10 THEODORIDIS, Segios, KOUTROMBAS, Konstantinos, Pattern Recogniton, 4th Edition, Academic Press, Elsevier Inc, .2009, ISBN: 978-1-59749-272-0
- 11 THEODORIDIS, Segios, KOUTROMBAS, Konstantinos, An Introduction to pattern recognition: a MATLAB® approach, Academic Press, Elsevier Inc, .2010,
- 12 WEBB, Andrew R., Statistical Pattern Recognition, Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd. 2012. ISBNs: 0-470-84513-9 (HB); 0-470-84514-7 (PB)
- 13 WIKIPEDIA, Available on: <https://en.wikipedia.org/wiki/Event-related_potential#/media/File:ComponentsofERP.svg>, consulted on April, 15th,2016.

JIP

Jornada Integrada de Pesquisa
e Pós-Graduação **2016**