

Claudinei Eduardo Biazoli Junior

Inferência do tempo de atividade neural a
partir do efeito BOLD em ressonância
magnética funcional

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Ciências
(versão corrigida, o original encontra-se
na Biblioteca da FMUSP)

Programa de Radiologia
Orientador: Prof. Dr. Edson Amaro Júnior

São Paulo

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Biazoli Junior, Claudinei Eduardo

Inferência do tempo de atividade neural a partir do efeito BOLD em ressonância magnética funcional / Claudinei Eduardo Biazoli Junior. -- São Paulo, 2010.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Radiologia.

Orientador: Edson Amaro Júnior.

Descritores: 1.Imagem por ressonância magnética funcional 2.Redes nervosa/fisiologia 3.Modelo de balão 4.Córtex pré-frontal dorsolateral 5.Giro do cíngulo 6.Giro fusiforme 7.Tomada de decisões 8.Tristeza 9.Emoções 10.Lateralidade funcional

USP/FM/DBD-525/10

Para Aline,
e para minha família.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Edson Amaro Junior, pela oportunidade de desenvolver esse trabalho, pelo apoio constante e por seu entusiasmo contagiante pela pesquisa em neuroimagem funcional.

Ao Prof. João Ricardo Sato, atualmente professor da Universidade Federal do ABC, na prática co-orientador e co-autor desse trabalho, auxiliou-me em todas as etapas de sua elaboração, das primeiras idéias à versão final da tese.

Ao Prof. Dr. Michael J Brammer, do Kings College de Londres, pelo auxílio na elaboração do manuscrito e pelos comentários e críticas sempre pertinentes.

Ao Dr. Ellison Fernando Cardoso que colheu os dados de ressonância magnética funcional e auxiliou-me na análise e interpretação dos resultados.

Ao Prof. Dr. Koichi Sameshima, que participou da banca de qualificação desse trabalho, cuja leitura crítica e atenta da tese contribui sobremaneira para seu aprimoramento.

À Dra. Paula Ricci, também membro da banca de qualificação, pela inestimável contribuição na discussão e esclarecimento dos pontos mais críticos do trabalho e de suas possíveis aplicações futuras.

Aos Drs. Douglas Galante do Instituto de Astronomia e Geofísica e Fábio Rodrigues do Instituto de Química da USP, cientistas moleculares e grandes amigos, que mesmo atuando em astrobiologia e química orgânica, me ajudaram a compreender melhor os modelos do efeito BOLD.

A Claudécir Ricardo Biazoli, pesquisador do Instituto de Física Gleb Wataghin da UNICAMP e também meu tio, que fez correções valiosas de alguns conceitos desenvolvidos aqui.

A Lia Melo, secretária de pós-graduação do InRad, sempre muito acolhedora e atenciosa.

A todos ou meus colegas pesquisadores e pós-graduandos do Laboratório de Neuroimagem Funcional (NIF/LIM-44), pelas discussões e conversas que, quando não contribuíram diretamente para esse trabalho, me ensinaram muito.

Ao apoio financeiro da CAPES e do CNPq.

*O tempo para nós é um problema, um problema trepidante e
exigente, talvez o mais vital da metafísica...
O tempo propõe outras dificuldades.
Uma delas, talvez a maior, a de sincronizar o tempo individual
de cada pessoa com o tempo geral da matemática...*

História da Eternidade, Jorge Luis Borges

Normalização Adotada

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª edição. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

Lista de Abreviaturas, Símbolos e Siglas

Notação utilizada

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Resumo

Summary

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	4
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	6
3.1	Histórico e estrutura dos experimentos de RMf	6
3.1.1	<i>Breve histórico geral</i>	6
3.1.2	<i>O surgimento da RMf</i>	11
3.1.3	<i>A técnica de RMf</i>	13
3.2	O efeito BOLD: linearidade e seus desvios	16
3.2.1	<i>O efeito BOLD</i>	16
3.2.2	<i>Linearidade do efeito BOLD e seus desvios</i>	20
3.3	Bases físicas do efeito BOLD	25
3.3.1	<i>Aquisição de imagens por RM</i>	27
3.3.2	<i>Contrastes e física do efeito BOLD</i>	30
3.4	Bases fisiológicas do efeito BOLD	37
3.4.1	<i>Do estímulo à atividade neural: correlação com o efeito BOLD</i>	40
3.4.2	<i>A relação entre atividade neural e fluxo sanguíneo cerebral</i>	46
3.4.3	<i>Variação local do volume sanguíneo cerebral</i>	51
3.4.4	<i>O metabolismo cerebral</i>	54
3.4.5	<i>O papel do astrócito na atividade neural</i>	61
3.5	Integrando física e fisiologia: modelagem matemática do efeito BOLD	65
3.6	Integração de modelos mecanísticos à análise de dados em RMf.....	79
3.7	Tempo de processamento neural.....	83
3.8	Bases teóricas da aplicação do modelo	85
3.8.1	<i>Bases neurais da tristeza</i>	85
3.8.2	<i>Percepção de faces tristes e tomada de decisão</i>	89

4	MATERIAIS E MÉTODOS	93
4.1	Modelo do efeito BOLD e tempo de processamento neural.....	93
4.2	Integração à análise de dados: rotinas de estimação	103
4.2.1	<i>Algoritmo genético</i>	104
4.2.2	<i>Método direto de estimação de parâmetros</i>	106
4.3	Simulações	108
4.4	Aplicação	110
4.4.1	<i>Desenho experimental</i>	110
4.4.2	<i>Processamento da imagem e estimação dos parâmetros</i>	112
5	HIPÓTESES.....	114
6	RESULTADOS.....	116
6.1	Modelo do efeito BOLD e tempo de processamento neural.....	116
6.2	Simulações	119
6.3	Aplicação	125
7	DISCUSSÃO.....	134
7.1	Modelos do efeito BOLD.....	134
7.2	Rotinas de estimação.....	137
7.3	Aplicação	140
7.4	Perspectivas.....	145
8	CONCLUSÕES.....	150
9	REFERÊNCIAS	151

APÊNDICES

Apêndice I Modelo do efeito BOLD em R

Apêndice II Modelo do efeito BOLD em C

Apêndice III Simulações da rotina de estimação baseada em GA

Apêndice IV Simulações da rotina de estimação do MD

Apêndice V Aplicação do GA ao experimento de reconhecimento de faces

Apêndice VI Aplicação do MD ao experimento de reconhecimento de faces

Lista de Abreviaturas, Símbolos e Siglas

AMPA	Receptor de glutamato tipo amino-metil-isoxazol-propionato
ASL	<i>Arterial Spin Labeling</i>
ATP	Trifostato de adenosina (<i>adenosine triphosphate</i>)
B	Campo Magnético
BOLD	Dependente do nível de oxigenação do sangue (<i>Blood Oxigenation Level Dependent</i>)
CBF	Fluxo Sanguíneo Cerebral (<i>Cerebral Blood Flow</i>)
CBV	Volume Sanguíneo Cerebral (<i>Cerebral Blood Volume</i>)
CMRO ₂	Taxa Metabólica de Consumo de Oxigênio (<i>Cerebral Metabolic Ratio of Oxygen</i>)
CMRglu	Taxa Metabólica de Consumo de Glicose (<i>Cerebral Metabolic Ratio of Glucose</i>)
CO ₂	Dióxido de Carbono
COX	Ciclo-oxigenase
dACC	Porção Dorsal do Giro do Cíngulo Anterior (<i>Dorsal Anterior Cingulate Cortex</i>)
DLPFC	Córtex Pré-Frontal dorsolateral (<i>Dorsal Lateral Prefrontal Cortex</i>)
EEG	Eletroencefalograma
E(f(t))	Taxa de Extração de Oxigênio
EPI	Imagem ecoplanar (<i>Echoplanar Image</i>)
f(t)	Fluxo sanguíneo cerebral regional normalizado
f _{out} (t)	Fluxo sanguíneo de saída regional normalizado
FDG	¹⁸ F-2-fluor-2-desoxi-D-glicose
FG	Giro Fusiforme (<i>Fusiform Gyrus</i>)
g	Fator de Landé

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

