



Fundação Universidade Federal do ABC

Pró reitoria de pesquisa

Av. dos Estados, 5001, Santa Terezinha, Santo André/SP, CEP 09210-580

Bloco L, 3º Andar, Fone (11) 3356-7617

iniciacao@ufabc.edu.br

Relatório Final de PDPD referente ao  
Edital: 04/2020

**Nome do aluno:** Gabriel Martins Liberato

**Assinatura do aluno:** Gabriel Martins Liberato

**Nome do orientador:** Claudinei Eduardo Biazoli Junior

**Assinatura do orientador:**

**Título do projeto:** "Ressonância empática para dor e preconceito racial: análise de um estudo de replicação utilizando dados de fNIRS."

**Palavras-chave do projeto:** Empatia; Dor; fNIRS; Análise estatística; Raça

**Área do conhecimento do projeto:** Neurociência cognitiva

**Bolsista:** UFABC/PDPD

São Bernardo do Campo

setembro/2021

## Sumário

1 Resumo	2
2 Introdução	2
2.1 Empatia	2
3 Objetivos	2
4 Metodologia	2
4.1 Materiais e Métodos	2
4.2 Etapas da pesquisa	2
5 Resultados e discussão dos resultados	2
6 Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros	2
Referências	2

## 1 Resumo

Avanços técnicos e teóricos em neuroimagem permitem investigar as bases neurais de fenômenos complexos como empatia e viés racial. Para isso, a espectroscopia de infravermelho próximo (fNIRS) é uma técnica promissora por seu baixo custo, possibilidade de experimentos naturalísticos e uso de medidas de atividade hemodinâmica, comparáveis com o sinal medido em ressonância magnética funcional (fMRI). Poucos estudos utilizaram essa técnica para investigar as bases neurais da empatia. De fato, estudos prévios de fMRI sugerem dinâmicas neurais diferentes quando se analisa a empatia a dor considerando-se grupos raciais distintos. O objetivo da atual pesquisa é analisar estatisticamente dados previamente coletados, que trabalharam com a mesma hipótese que um outro estudo, publicado em 2013, sobre a diferença hemodinâmica em áreas relacionadas à empatia à dor.

## 2 Introdução

Avanços recentes no esclarecimento da arquitetura de redes neurais associadas a disposições ou tarefas cognitivas complexas dependeram do surgimento de tecnologias de aquisição não-invasiva de medidas funcionais em humanos (POLDRACK et al., 2015). Estudos de imagem com eletroencefalografia (EEG), magnetoencefalografia (MEG) e, especialmente ressonância magnética funcional (fMRI), proporcionaram uma importante mudança de paradigma no campo de investigação de comportamentos humanos complexos: a conectividade entre redes (VAN DEN HEUVEL et al., 2010).

Dentro desse paradigma, hipóteses específicas e centrais para o entendimento da cognição podem ser aventadas. Dentre elas, a possibilidade de que experiências prévias gerem alterações plásticas nas redes neurais estruturais e funcionais de um indivíduo (DAVIDSON et al., 2012). Alternativamente, a arquitetura dessas redes neurais, ao menos em parte geneticamente condicionadas, podem determinar predisposições cognitivas e comportamentais (HIBBING et al., 2014).

Apesar de sua imensa contribuição, as técnicas de imagem citadas acima são por vezes dispendiosas ou invasivas e, principalmente, não permitem estudos naturalísticos. No caso da fMRI, por exemplo, as abordagens experimentais são limitadas pelo ambiente da ressonância magnética e por artefatos de movimento (VILLRINGER et al., 1993). No entanto, com o desenvolvimento da espectroscopia de infravermelho próximo (fNIRS), surge uma nova técnica, mais barata, que permite a saída dos voluntários do espaço restrito do laboratório e a ampliação das possibilidades de estudo para o mundo e a vida cotidianos (BOAS et al., 2012).

A fNIRS baseia-se em propriedades de difração diferencial de cromóforos presentes no sangue em uma janela de comprimentos de onda da luz que permite a penetração de tecidos superficiais, como pele e ossos cranianos. Com isso, é possível adquirir medidas fidedignas das diferenças de concentrações locais de oxihemoglobina e desoxihemoglobina. Graças ao fenômeno de acoplamento neuro-hemodinâmico, o mesmo que fundamenta o sinal medido em fMRI, é possível inferir a atividade cortical local com resolução temporal superior à fMRI e especificidade e resolução espaciais superiores ao EEG (BOAS et al., 2012; CUI et al., 2011).

Apesar de menos explorado que a fMRI, diversos trabalhos buscam validá-la como alternativa a outras tecnologias de imagem (CUI et al., 2011). De fato, estudos de replicação mostraram uma forte correlação entre resultados obtidos com fNIRS e com fMRI (CUI et al., 2011; FERRARI et al., 2012). Apesar desses avanços, há poucos estudos até o momento utilizando fNIRS para a investigação de constructos complexos como a empatia (EHLIS et al., 2014; HOSOKAWA et al., 2015).

## 2.1. Empatia

Podemos sentir dor, desgosto ou felicidade quando observamos alguém experimentando essas mesmas sensações. Essa habilidade, chamada empatia, nos permite compartilhar do sentimento alheio de maneira incorporada (FAN et al., 2011). A dor de uma pessoa pode ativar em outra uma parte das redes neurais responsáveis pela percepção da dor em primeira mão, mesmo sem que essa experiência material ocorra (HEIN et al., 2008).

O quanto nos relacionamos com outro indivíduo altera a intensidade do processo empático. Quanto mais proximidade e identificação, mais empatia sentiremos; do contrário, menos empatia experimentaremos (AZEVEDO et al., 2013). Estudos sobre os correlatos neurais da empatia podem vir a se tornar um alicerce para compreendermos, de maneira mais acurada, dinâmicas sociais, políticas e culturais. Além disso, essa compreensão pode, futuramente, interferir em terapias, tratamentos e discussões acerca de transtornos que incluem déficits em cognição social, como o transtorno de personalidade antissocial ou o autismo (Hein et al., 2008).

Em estudos prévios com fMRI, observou-se que a empatia para dor correlaciona-se com atividade principalmente das regiões anteriores da ínsula e do córtex cingulado (HEIN et al., 2008). A dor é, sem dúvida, a sensação mais explorada em estudos de empatia (SINGER et al., 2004). No entanto, a investigação da influência de dinâmicas de grupos nessa forma de empatia é recente e ainda pouco explorada (AZEVEDO et al. , 2013).

Os seres humanos são inclinados à categorização (TAJFEL, 1981). Essa categorização se estende à sua própria identidade num contexto entre muitos indivíduos. Os parâmetros vão desde classificações exatas como idade até construtos sociais complexos, como raça ou etnia, onde indivíduos comuns ao grupo no qual se inserem são superestimados em relação aos demais (AMODIO, 2008).

Vários estudos demonstram o impacto que o constructo raça tem sobre categorizações sociais e como ela se correlaciona com respostas emocionais automáticas e reconhecimento visual de indivíduos (COLLINS, 2004; AZEVEDO et al., 2013).

É imprescindível destacar que o conceito de raça utilizado neste projeto deve ser entendido como uma construção sociológica em sua conexão com categorias como cor, etnia, povo e nunca como subespécies humanas bem delimitadas (GUIMARÃES, 2003; COLLINS, 2004). Por outro lado, a empatia também é um processo complexo e inter-relacionado com outros construtos e que provavelmente imprime uma forte influência sobre o comportamento humano e sobre a maneira como o ser humano se relaciona em sociedade (EISENBERG et al., 1987; DECETY et al., 2004).

## 3 Objetivos

### 3.1 Objetivos Gerais

Identificar padrões neurais e psicofisiológicos que estejam temporalmente correlacionados com a visualização de estímulos sendo aplicados sobre modelos de mãos de diferentes etnias.

### 3.2 Objetivos Específicos

1) Identificar padrões hemodinâmicos cerebrais que estejam relacionados à visualização de estímulos dolorosos e não dolorosos sendo aplicados sobre mãos de diferentes etnias, relacionando os dados encontrados com aqueles relatados vastamente pela literatura no campo de estudo da empatia à dor;

2) Obter dados que fortaleçam a possibilidade de uso do fNIRS como técnica a ser implantada no estudo da empatia em seres humanos;

3) Avaliar como os padrões neurais se relacionam com o fator “etnia” ou “raça”.

## 4 Metodologia

Uma vez que este trabalho tem como objetivo a análise de dados coletados previamente por outro pesquisador, todo o tópico de Metodologia destina-se a descrever o que havia sido feito até a obtenção dos dados por parte do bolsista do PDPD atual.

### 4.1 Participantes

O presente experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética para experimentos em humanos da UFABC. Os participantes selecionados assinaram um novo termo de consentimento livre e esclarecido também aprovado pelo comitê de ética da UFABC.

Todos os participantes foram selecionados seguindo alguns critérios: (1) possuir visão normal ou corrigida para normal; (2) não possuir histórico de transtorno psiquiátrico ou doença neurológica; (3) ser de etnia branca de acordo com a autodeclaração; (4) ser predominantemente destro(a). O grupo amostral é composto de 25 indivíduos (11 mulheres; idade média = 21,64,

desvio padrão = 3,1 / 14 homens; idade média = 23, desvio padrão = 3,16) com idade mínima de 18 anos e máxima de 28 anos . Todos os sujeitos selecionados são nativos brasileiros.

## 4.2 Aquisição de dados

O dado coletado referente às medidas fisiológicas é a resposta hemodinâmica, que foi adquirida através do fNIRS, equipamento que emite e capta sinais na forma de ondas eletromagnéticas na faixa do infravermelho e que estão relacionados ao nível de absorbância da oxi e desoxihemoglobina. As regiões cerebrais de interesse são aquelas que apresentaram diferenças significativas em seus níveis de atividade hemodinâmica relatadas pelo estudo de Azevedo et al. (2012) para os contrastes ‘estímulo de dor > estímulo de toque’ e ‘estímulo da própria etnia > estímulo de outra etnia’, sendo regiões primariamente occipitais, temporais e parietais.

O *layout* da touca posicionada sobre a cabeça dos voluntários foi feito a partir do programa fOLD [*fNIRS Optodes’ Location Decider* (MORAIS, Guilherme Augusto Zimeo; BALARDIN, Joana Bisol; SATO, João Ricardo, 2018)], uma *toolbox* do MATLAB que localiza os optodos sobre uma cabeça virtual nas posições referentes às regiões cerebrais de interesse.

Os registros de atividade hemodinâmica foram feitos com um equipamento *NIRScout* e o software de coleta *NIRStar* (NIRx Medizintechnik GmbH, Alemanha) . Além das vantagens antes citadas, fNIRS é um sistema de fácil preparo, no qual os optodos são encaixados sobre as regiões de interesse em uma touca cuja configuração é baseada no sistema internacional 10-20 - com até 128 posições para escolha de canais -, necessitando apenas do cuidado para retirar fios de cabelo que possam causar interferência nas regiões de emissão e recepção de infravermelho. Raramente o processo precisa ser facilitado por um gel condutor a ser aplicado nos optodos (Solovey et al., 2009).

## 4.3 Estímulo Visual

Os participantes foram expostos aos mesmos vídeos utilizados como estímulos no trabalho de Azevedo et al. (2012). Estes simulam mãos masculinas sendo penetradas por agulhas hipodérmicas (condição de dor). O local de estímulo varia entre a primeira região muscular inter-óssea dorsal, a região muscular do adutor do dedo mínimo e a região entre a base do dedo mínimo e do anelar. Dois modelos de mãos foram utilizados, um caucasiano e um negro.

As imagens foram filmadas sob a perspectiva de primeira pessoa para que o indivíduo não tenha que efetuar uma rotação mental. Tal cuidado é tomado com base nos trabalhos de Jackson et al. (2006), os quais demonstraram que a representação de uma ação é ativada de maneira mais robusta sob a perspectiva de primeira pessoa quando comparada à de terceira pessoa.

Para eliminar efeitos de habituação, foram utilizadas três agulhas de tamanhos variados e três tons diferentes de vermelho para o conteúdo da seringa. Cada vídeo possui uma duração de aproximadamente 3s, sua cena inicial possui uma mão estática e uma agulha de aço posicionada ligeiramente acima da mão. Após 1s, a agulha é movida em direção à mão, penetrando-a. A mão permanece perfeitamente imóvel durante todo o vídeo.

## 4.4 Procedimento Experimental

### 4.4.1 Tarefa

O desenho experimental da tarefa realizada pelos participantes foi do tipo *block-design*. Durante a tarefa, a única instrução dada aos participantes foi para que prestassem o máximo de atenção aos vídeos apresentados e para que buscassem minimizar os movimentos da cabeça, devido à sensibilidade do equipamento a artefatos de movimento.

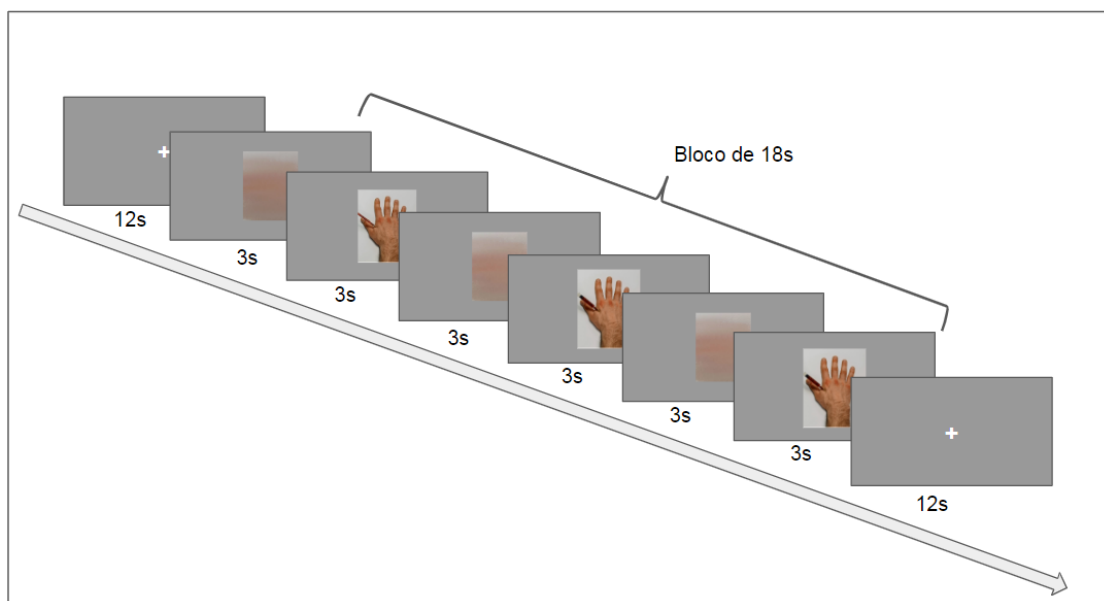
A tarefa foi composta por 20 blocos de apresentação de estímulos com duração de 18s cada, sendo 10 blocos para estímulos do tipo “mão branca/condição de dor” e 10 blocos para “mão negra/condição de dor”. A ordem dos blocos foi aleatorizada e eles foram separados por um intervalo de 12s com uma cruz de fixação no centro da tela, totalizando um tempo de ~12 minutos para o experimento. Em cada bloco foram apresentados três vídeos (3s de duração cada) precedidos pela apresentação de uma imagem por 3s de mesmo tamanho que os vídeos e com mesma luminosidade, medida em candelas por metro quadrado ( $\text{cd/m}^2$ ).

A determinação da luminosidade dos vídeos foi feita através de um fotômetro, medindo-se a luminosidade de 3 frames (início, meio e final) de cada vídeo a uma distância de 30 cm da tela em que seriam apresentados os vídeos e com todas as luzes ambiente desligadas, calculando-se a média.

Posteriormente, com auxílio do programa GIMP (*GNU Image Manipulation Program*), a imagem do frame central de cada vídeo foi borrada e escurecida ou iluminada para se chegar à luminosidade média de cada vídeo. Esse procedimento foi necessário para se estabelecer um diâmetro pupilar basal anterior à apresentação dos vídeos. Posteriormente, ao se analisar os

dados, foi possível inferir que as variações do diâmetro pupilar durante a apresentação dos vídeos se deu pelo conteúdo em si e não pela variação de luminosidade do vídeo, estabelecendo-se como referência o diâmetro adquirido durante a visualização das imagens que precedem os vídeos.

Os estímulos foram apresentados através do programa PsychoPy (v1.90.2), uma plataforma de código aberto programada em Python, sendo uma alternativa gratuita ao MATLAB. A apresentação foi feita em uma tela de computador de resolução 1024x768 com taxa de transmissão de 60 Hz.



**Figura 1:** representação esquemática do desenho experimental *block-design*.

#### 4.5 Pré-processamento dos dados

Foram utilizados 31 optodos para a coleta dos dados hemodinâmicos (15 emissores e 16 detectores), formando-se 42 canais dispostos sobre a superfície da cabeça e espalhados bilateralmente. A distância entre os emissores e detectores foi de 3 cm.

Os passos de pré-processamento dos dados foram realizados utilizando-se o software Homer2: (1) o dado bruto foi primeiramente convertido de “intensidade óptica” para “densidade óptica”; (2) um filtro passa-banda (0.01-0.2Hz) foi aplicado sobre os dados utilizando-se a função “hmrBandpassFilt”; (3) por último, a densidade óptica foi convertida para concentração de oxihemoglobina e deoxi-hemoglobina. O fator *Partial Pathlength* (PPF) foi estipulado como 6 para ambos os comprimentos de onda. Realizou-se uma regressão sobre



o sinal global (*Global Signal Regression* - GSR) e uma análise de componente foi realizada (*Principal Component Analysis* - PCA) através da função “hmrPCAFilter”, filtrando-se do sinal as duas principais componentes, que provavelmente estão relacionadas a algum tipo de artefato.

#### 4.6 Análise dos dados

O processamento e a análise dos dados foram realizados inteiramente na plataforma Google Colab, utilizando-se da linguagem de programação Python, que possui diversas bibliotecas destinadas especialmente à estruturação, análise e visualização de dados, como os pacotes Pandas, NumPy, Matplotlib e SciPy, utilizados neste projeto.

O primeiro passo foi normalizar as matrizes de frames do experimento com cada sujeito. Apesar do intervalo entre cada bloco ser o mesmo, o início do experimento, com o primeiro bloco, possui tempos e frames diferentes para cada um dos sujeitos. Após essa correção, todos os experimentos começavam no instante de tempo/frame 0 e possuíam a mesma duração (4882 frames), com variações muito pequenas - no máximo com 3 frames de atraso - entre os blocos de um sujeito e outro.

Em seguida, foi gerado um sinal médio para cada um dos 42 canais, buscando encontrar padrões visualmente notáveis nas variações de oxihemoglobina considerando o tempo de cada trigger de mão apresentada. Vale ressaltar que este processo não possui grande efetividade uma vez que os ruídos - fisiológicos, como respiração, batimento cardíaco e movimentação da cabeça do sujeito, ou elétricos, da máquina e dos equipamentos eletrônicos ao redor - podem causar perturbações relevantes no sinal registrado pelo equipamento que capta os dados fisiológicos, podendo induzir os observadores ao erro.

Não obtendo visualmente, como esperado, indícios da presença função de resposta hemodinâmica (HRF) nos gráficos de sinal médio para cada canal, foram gerados gráficos que apresentavam a média dos sinais médios de cada canal. Em cada um dos 42 gráficos, foi calculada a média de 270 pontos, referentes a 30s do conjunto **mãos + repouso** (totalizando ~252 frames), mais alguns poucos segundos adicionais.

A partir desses gráficos de média do sinal médio, já foi possível distinguir os canais que não possuíam absolutamente nenhum dado coerente com o esperado de um formato de HRF. Os canais que aparentavam uma coerência com o esperado foram: 22, 26, 28, 32, 33, 34, 35 e 36.

Um novo conjunto de 42 gráficos foi calculado, da mesma maneira que o anterior, desta vez separando os dados de HbO por mãos brancas e negras.

Fez-se a comparação entre as condições “mão branca” e “mão negra” para todos os canais, realizando-se o teste-t pareado e o teste de Wilcoxon Mann Whitney da concentração de oxihemoglobina sobre a condição, estabelecendo-se como critério de significância o p-valor de 0,05.

## 5 Resultados e discussão dos resultados

A resposta hemodinâmica foi comparada entre as duas condições experimentais (“mão branca” e “mão negra”) para todos os canais utilizados. Considerando-se a série temporal de todo o bloco de apresentação de estímulos para cada canal, os canais 22, 26, 28, 32, 33, 34, 35 e 36 apresentaram diferença significativa (p-valor < 0,05), tanto para os testes-t pareados quanto para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, conforme a tabela abaixo:

Canal	Teste-t	Wilcoxon	Teste-t (Bonferroni)	Wilcoxon (Bonferroni)
22	2.785964e-08	1.046516e-03	1.170105e-06	4.395367e-02
26	5.123829e-07	4.631377e-05	2.152008e-05	1.945179e-03
28	1.004954e-31	2.779813e-25	4.220806e-30	1.167521e-23
32	3.584774e-11	1.111461e-09	1.505605e-09	4.668134e-08
33	3.377485e-04	3.891411e-03	1.418544e-02	1.634392e-01
34	2.678743e-02	2.623961e-02	1.000000e+00	1.000000e+00
35	4.349136e-04	3.249346e-05	1.826637e-02	1.364725e-03
36	2.056707e-12	9.506768e-13	8.638171e-11	3.992843e-11

**Figura 2:** p-valores dos testes aplicados sobre as distribuições de resposta hemodinâmica visualizando mãos brancas e negras para cada ROI/canal..

Como as estatísticas de Teste-t e Wilcoxon são ferramentas que explicam o quão diferentes são duas distribuições e a probabilidade de erro em afirmar que a hipótese alternativa - de que existe uma diferença significativa no fluxo de oxihemoglobina quando se compara mãos brancas com mãos negras - em detrimento da hipótese nula - de que não há diferença significativa. Entretanto, essas estatísticas não levam em consideração que existe uma quantidade não calculada de ruídos, ou seja, um viés, que pode resultar em afirmações

incorretas.

## 6 Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros

No presente estudo, objetivou-se analisar estatisticamente as diferentes respostas fisiológicas associadas à visualização de estímulos dolorosos relacionados ao fator étnico-racial. O desenho experimental e as diferentes análises foram desenvolvidas a fim de se assemelhar o máximo possível com o protocolo seguido pelo estudo de Azevedo et. al. (2012). Porém, algumas modificações foram necessárias com base nas exigências intrínsecas dos aparelhos utilizados como, por exemplo:

- um desenho experimental *block-design* (ao invés de *event-related*) com base no padrão de comportamento da resposta hemodinâmica medida pelo fNIRS;
- a adição de imagens (máscaras) de mesma luminosidade (em  $\text{cd/m}^2$ ) que os vídeos os quais elas antecedem;
- diminuição do tempo de duração do experimento (~12 minutos, em comparação com o tempo de ~50 minutos de Azevedo et. al) a fim de se minimizar os artefatos relacionados à fadiga dos voluntários;
- avaliação de um grupo de sujeitos apenas de etnia branca, relacionado ao fato de a quantidade de melanina na pele no indivíduo gerar perda de sinal infravermelho do fNIRS;
- avaliação de regiões cerebrais mais superficiais (corticais), já que o fNIRS não consegue captar sinais referentes a regiões mais profundas do cérebro como a Ínsula ou o Cingulado Anterior (regiões relatadas por Azevedo et. al. como tendo atividades significativas relacionadas às condições da tarefa);

Além disso, se fez necessária uma adaptação relacionada ao grupo amostral selecionado com base nas características contextuais do estudo: o presente estudo utilizou um grupo de indivíduos brancos brasileiros nativos (uma sociedade com fatores de miscigenação mais evidentes), enquanto que o estudo de Azevedo et. al. utilizou um grupo de indivíduos brancos caucasianos e um grupo de indivíduos negros africanos (originários de países como Burundi, Camarões, Congo, Nigéria e Tunes) que imigraram para a Europa há, no mínimo, 2 anos e meio em relação à data do estudo.

Também, com base nas análises estatísticas que seriam requeridas pelo presente estudo, fez-se a seguinte modificação:

- o presente estudo utilizou estímulos apenas para a condição de “dor” e de duas cores

de pele (branca e negra), enquanto que o estudo de Azevedo et. al. utilizou estímulos relacionados às condições de “toque” (mão sendo tocada por um cotonete) e “dor” (mão sendo perfurada por uma agulha) além de mãos de diferentes cores (branca, negra e roxa), enquanto que.

- a escolha foi feita desta forma para minimizar os possíveis efeitos de falsos positivos relacionados às múltiplas comparações entre diferentes condições e para não recorrermos a ferramentas estatísticas mais sofisticadas que partem de pressupostos sobre o tipo de distribuição que os dados seguem.

Por mais que não tenha havido a possibilidade de avaliação de regiões cerebrais como a Ínsula e o Cingulado, Azevedo et. al. encontraram correlações positivas entre o diâmetro pupilar e o sinal BOLD dessas regiões.

Portanto, como perspectiva para futuros trabalhos, deve-se avaliar se o padrão de diâmetro pupilar encontrado pelo presente estudo com o grupo de indivíduos proveniente da sociedade brasileira se correlaciona com o padrão de atividade destas regiões não verificadas.

Aqui, abre-se uma hipótese para um possível estudo: o padrão de diâmetro pupilar inverso encontrado pelo presente trabalho deve estar correlacionado com um padrão de atividade hemodinâmica na Ínsula e no Cingulado também inverso em relação ao estudo de Azevedo et. al. Hipotetizamos que essas diferenças estejam fortemente ligadas ao fato de o grupo de indivíduos avaliados (indivíduos de etnia branca da sociedade brasileira) ser diferente (com relação a fatores étnicos e culturais) dos indivíduos avaliados por Azevedo et. al. (indivíduos caucasianos e indivíduos africanos).

Portanto, concluímos que os achados não trazem força suficiente para confirmar a hipótese de que há um viés racial para com a própria raça na reatividade empática, ou seja, o fator racial não deve ser condição primária nem única para a produção dos padrões de reatividade empática, sendo o fator cultural e contextual uma variável de muito maior importância.

## Referências

AMODIO, D. M. The social neuroscience of intergroup relations. **Eur Rev SocPsychol**, n. 19, p. 1-54, 2008.

AZEVEDO, Ruben T.; MACALUSO, Emiliano; AVENANTI, Alessio; SANTANGELO, Valerio; CAZZATO, Valentina; AGLIOTI, Salvatore Maria. Their pain is not our pain: brain and autonomic correlates of emphatic resonance with the pain of same and different race individuals. **Human brain mapping**, n. 34, p. 3168-3181, 2013.

BIAGGIO, Angela M. B.; NATALÍCIO, Luiz; SPIELBERGER, Charles D. Desenvolvimento da forma experimental em português do Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) de Spielberger. **Arq. bras. Psic. apl.**, vol. 29, n. 3, p. 31-44.

BOAS, David A. et al. Twenty years of functional near-infrared spectroscopy: introduction for the special issue. **Neuroimage**, v. 85, p. 1-5, 2014.

CASTRO, São Luís; LIMPO, Teresa; ALVES, Rui A. Medir a empatia: adaptação portuguesa do índice de reactividade interpessoal. *Laboratório de psicologia, I.S.P.A*, vol. 8, n. 2, 171-184, 2010.

COLLINS, Francis S. What we do and don't know about 'race','ethnicity', genetics and health at the dawn of the genome era. **Nature Genetics**, v. 36, p. S13-S15, 2004.

CROCHÍK, J. L; CASCO, R. Escala de predisposição ao preconceito, 2000.

CUI, Xu et al. A quantitative comparison of NIRS and fMRI across multiple cognitive tasks. **Neuroimage**, v. 54, n. 4, p. 2808-2821, 2011.

DAVIDSON, Richard J.; MCEWEN, Bruce S. Social influences on neuroplasticity: stress and interventions to promote well-being. **Nature neuroscience**, v. 15, n. 5, p. 689-695, 2012.

DECETY, Jean; JACKSON, Philip L. The functional architecture of human empathy. **Behavioral and cognitive neuroscience reviews**, v. 3, n. 2, p. 71-100, 2004.

EHLIS, Ann-Christine et al. Application of functional near-infrared spectroscopy in psychiatry. **Neuroimage**, v. 85, p. 478-488, 2014.

EISENBERG, N.; STRAYER, J. Empathy and its development. **Cambridge University Press**, 1987.

FAN, Yan; Duncan, Niall W.; Greck, Moritz de; Northoff, Georg. Is there a core neural network for empathy? An fMRI based quantitative meta-analysis. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, n. 35, p. 903-911, 2011.

FERRARI, Marco; QUARESIMA, Valentina. A brief review on the history of human function near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. **NeuroImage**, n. 63, p. 921-935, 2012.

GUILLÉN-RIQUELME, A; BUELA-CASAL, G. Meta-analysis of group comparison and meta-analysis of reliability of the State-Trait Anxiety Inventory Questionnaire (STAI). **Rev. Esp. Salud Pública**, v. 88, n. 1, p. 101-112, 2014.

HEIN, Grit; SINGER, Tania; I feel how you feel but not always: the empathic brain and its modulation. **Current opinion in neurobiology**, n. 18, p. 153-158, 2008

HOSOKAWA, Mai et al. Association of autism tendency and hemodynamic changes in the prefrontal cortex during facial expression stimuli measured by multi – channel near - infrared spectroscopy. **Psychiatry and clinical neurosciences**, v. 69, n. 3, p. 145-152, 2015.

JACKSON, P. L., MELTZOFF A. N., Decety, J. How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. **NeuroImage**, n. 24, p. 771-779, 2005.

LAMM C., NUSBAUM, H. C., MELTZOFF, A. N.; DECETY, J . What are you feeling? Using functional magnetic resonance imaging to assess the modulation of sensory and affective responses during empathy for pain. **Plos One**, 2007.

LAMM C, DECETY, J; SINGER, T. Meta-analytic evidence for common and distinct networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. **NeuroImage**, n. 54, p. 2492-2502, 2011.

LANG, Peter J.; BRADLEY, Margaret M.; CUTHBERT, Bruce N. International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida, 1999.

MONTAGUE, P. Read; AHN, Woo-Young; KISHIDA, Kenneth T.; GU, Xiaosi; LOHRENZ, Terry; HARVEY, Ann; ALFORD, John R.; SMITH, Kevin B.; YAFFE, PETIGREW T. F.; MEERTENS, R. W. Subtle and blatant prejudice in Western Europe. **Eur J Soc Psychol**, n. 25, p. 57-75, 1995.

POLDRACK, Russell A.; FARAH, Martha J. Progress and challenges in probing the human brain. **Nature**, vol. 526, p. 371-379, 2015.

SINGER, Tania et al. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. **Science**, v. 303, n. 5661, p. 1157-1162, 2004.

SOLOVEY, Erin Treacy et al. Using fNIRS brain sensing in realistic HCI settings: experiments and guidelines. In: Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology. **ACM**, p. 157-166, 2009.

SPIELBERGER, C. D.; GORSUCH, R. L. Manual for the state-trait anxiety inventory (form Y) ("self-evaluation questionnaire"), 1983.

TAJFEL, H. Human Groups and Social Categories. Cambridge [Cambridgeshire]: **Cambridge University Press**. p. 132-134, 1981.

GUIMARÃES, A. S. A. Como trabalhar com "raça" em sociologia. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.29, n.1, p.93-107, jan./jun, 2003. ?

VAN DEN HEUVEL, Martijn P.; POL, Hilleke E. Hulshoff. Exploring the brain network: a review on resting-state fMRI functional connectivity. **European Neuropsychopharmacology**, v. 20, n. 8, p. 519-534, 2010.

VILLRINGER, Arno et al. Near infrared spectroscopy (NIRS): a new tool to study hemodynamic changes during activation of brain function in human adults. **Neuroscience letters**, v. 154, n. 1, p. 101-104, 1993.

PLANT, E. Ashby; DEVINE, Patricia G. Internal and external motivation to respond without prejudice. **Journal of personality and social psychology**, v. 75, n. 3, p. 811, 1998.

PALMA, Tomás; MAROCO, João. Escalas de motivação interna e motivação externa para responder sem preconceito: estudo de validação cruzada da versão portuguesa. **Psicologia, Saúde & Doenças**, v. 10, n. 2, p. 267-275, 2009.

PALMA, Tomás; MAROCO, João. Motivação interna e motivação externa para responder sem preconceito: Tradução, adaptação e validação das duas escalas para a população portuguesa. **Laboratório de Psicologia**, v. 6, n. 1, p. 15-24, 2008.

HAN, Shihui. Neurocognitive basis of racial ingroup bias in empathy. **Trends in cognitive sciences**, 2018.

DE WAAL, Frans BM; PRESTON, Stephanie D. Mammalian empathy: behavioural manifestations and neural basis. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 18, n. 8, p. 498, 2017.

BARNES-HOLMES, Dermot et al. A sketch of the Implicit Relational Assessment Procedure (IRAP) and the Relational Elaboration and Coherence (REC) model. **The Psychological Record**, v. 60, n. 3, p. 527-542, 2010.

BARNES-HOLMES, Dermot et al. Using the Implicit Association Test and the Implicit Relational Assessment Procedure to measure attitudes toward meat and vegetables in vegetarians and meat-eaters. **The Psychological Record**, v. 60, n. 2, p. 287-305, 2010.

BARNES-HOLMES, Dermot et al. Testing the validity of the Implicit Relational Assessment Procedure and the Implicit Association Test: Measuring attitudes toward Dublin and country life in Ireland. **The Psychological Record**, v. 59, n. 3, p. 389-406, 2009.

BARNES-HOLMES, Dermot et al. Do you really know what you believe? Developing the Implicit Relational Assessment Procedure (IRAP) as a direct measure of implicit beliefs. **The Irish Psychologist**, v. 32, n. 7, p. 169-177, 2006.

DECETY, Jean; JACKSON, Philip L. The functional architecture of human empathy. **Behavioral and cognitive neuroscience reviews**, v. 3, n. 2, p. 71-100, 2004.

FAN, Yan et al. Is there a core neural network in empathy? An fMRI based quantitative meta-analysis. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 35, n. 3, p. 903-911, 2011.

JACKSON, Philip L.; MELTZOFF, Andrew N.; DECETY, Jean. How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. **Neuroimage**, v. 24, n. 3, p. 771-779, 2005.

MORAIS, Guilherme Augusto Zimeo; BALARDIN, Joana Bisol; SATO, João Ricardo. fNIRS Optodes' Location Decider (fOLD): A toolbox for probe arrangement guided by brain regions-of-interest. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 3341, 2018.

## **Avaliação**



São Bernardo do Campo, Setembro de 2021.

Encaminho o relatório do aluno Gabriel Martins Liberato referente ao projeto de pesquisa "Ressonância empática para dor e preconceito racial: análise de um estudo de replicação utilizando dados de fNIRS." junto ao programa de PDPD no edital 04/2020. O aluno apresentou desempenho excelente durante todo o PDPD, elaborando ativamente o projeto, analisando os dados e elaborando suas discussões e conclusões. O aluno alcançou plenamente os objetivos propostos no projeto.

Prof. Claudinei Eduardo Biazoli Junior CMCC

CMCC - UFABC