



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA SOCIAL**

**GRAU DE EMPATIA E RESPOSTA ELETROFISIOLÓGICA DO
CÓRTEX CEREBRAL A EXPRESSÕES EMOCIONAIS FACIAIS EM
ADULTOS**

Willyans Garcia Coelho

João Pessoa
Fevereiro/2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA SOCIAL**

**GRAU DE EMPATIA E RESPOSTA ELETROFISIOLÓGICA DO
CÓRTEX CEREBRAL A EXPRESSÕES EMOCIONAIS FACIAIS EM
ADULTOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social da Universidade Federal da Paraíba pelo doutorando Willyans Garcia Coelho, sob a orientação do Prof. Dr. Natanael Antonio dos Santos, como requisito para obtenção do título de Doutor em Psicologia Social.

João Pessoa
Fevereiro/2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C672g Coelho, Willyans Garcia.

Grau de empatia e resposta eletrofisiológica do córtex cerebral a expressões emocionais faciais em adultos / Willyans Garcia Coelho. - João Pessoa, 2018.
123 f. : il.

Orientação: Natanael Antonio dos Santos.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCHLA.

1. Psicologia social. 2. Empatia. 3. Expressões faciais. 4. Eletroencefalografia (EEG). 5. Potencial relacionado a evento (ERP). I. Santos, Natanael Antonio dos. II. Título.

UFPB/BC

**GRAU DE EMPATIA E RESPOSTA ELETROFISIOLÓGICA DO
CÓRTEX CEREBRAL A EXPRESSÕES EMOCIONAIS FACIAIS EM
ADULTOS**

Willyans Garcia Coelho

Banca Avaliadora:



Prof. Dr. Natanael Antonio dos Santos (UFPB, Orientador)



Prof. Dr. Julio Rique Neto (UFPB, Membro Interno)

Prof. Dr. Edgard Morya (IINN, Membro Externo à Instituição)

Prof. Dr. Leonardo Gomes Bernardino (UFU, Membro Externo à Instituição)



Prof. Dr. Michael Jackson Oliveira de Andrade (UFPB, Membro Externo ao Programa)

Aos meus pais.

Questions of science, science and progress

Do not speak as loud as my heart

[Questões da ciência, ciência e progresso

Não falam tão alto quanto o meu coração]

The Scientist - Coldplay

AGRADECIMENTOS

A gratidão é uma das melhores ações que podemos ter uns com os outros para transformar as relações interpessoais no mundo. O presente trabalho é fruto de muita colaboração e companheirismo e gostaria de externar a gratidão que sinto por todos que estiveram comigo nessa jornada.

Sou grato ao meu orientador Natanael, meu contemporâneo de graduação, que me recebeu de braços abertos para iniciarmos um novo ciclo de relacionamento. Pude contar a todo tempo com sua serenidade, paciência, incentivo e confiança para obter os melhores resultados. Esse reencontro foi extremamente gratificante para mim.

Gratidão aos membros da banca que, com disponibilidade e paciência, apontaram onde estava o diferencial do meu trabalho e trouxeram contribuições significativas para a sua versão final.

Agradeço aos meus pais Graça e Paulo que sempre investiram na minha educação, apesar de todas as adversidades que enfrentamos. Sempre me apoiaram nas minhas escolhas e incentivaram a minha busca por conhecimento.

Tenho grande gratidão à minha esposa Teresa e à nossa filha Clara por estarem sempre comigo, pelo carinho, companheirismo, diversão e muito amor que temos em nossa família. Agradeço por ouvirem minhas angústias e meus desabafos, por me ajudarem a clarear as ideias, por me levarem para passear, tomar café e ir para a praia de vez em quando e, sobretudo, sou grato por sempre confiarem em mim.

Agradeço também à toda minha família pernambucana, especialmente ao meu sogro Mário e à minha sogra Teresinha, que me acolheram muito bem e sempre acompanharam e vibraram com as minhas conquistas.

Sou muito grato a todos os colegas do LPNEC, especialmente aos colegas Michael e Lucas, pelos diversos momentos de aprendizados significativos, pelo alto nível de discussões do grupo e por sentir que estava desenvolvendo meu conhecimento científico cada vez mais. Sempre contei com a disponibilidade de todos para ajudarem em todos os momentos, dia ou noite, inclusive sábados, domingos e feriados.

Agradeço aos alunos, servidores e professores do PPGPS, em especial ao Prof. Júlio, que me proporcionaram maravilhosos momentos de interação e aprendizados, dentro e fora das salas de aula.

Agradeço aos meus colegas do IFPE Campus Igarassu, em especial ao Prof. Ivo, pelo apoio, incentivo e valorização do meu trabalho.

Sou grato a todos que estiveram e estarão comigo.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a correlação entre o grau de empatia e a resposta eletrofisiológica do córtex cerebral a estímulos audiovisuais com faces humanas que expressavam diferentes tipos de emoções. A empatia é um processo que possibilita a partilha de estados emocionais e a compreensão do sentimento de outras pessoas, envolvendo aspectos afetivos e cognitivos. Pesquisas da área de Neurociências Cognitivas Sociais que utilizam eletroencefalografia (EEG) apontaram que, diante de estímulos com expressões emocionais, as duas dimensões da empatia podem ser identificadas de forma distintas no potencial relacionado a eventos (ERP). Enquanto a empatia afetiva relaciona-se com a resposta rápida (componentes P100 e N170), o aspecto cognitivo da empatia pode ser verificado através do potencial positivo tardio (componentes P300 e LPP). Neste estudo, 18 participantes foram expostos a expressões emocionais de alegria, raiva e tristeza, através de diferentes estímulos audiovisuais, e responderam à Escala de Empatia de Davis – *Interpersonal Reactivity Index* (IRI), composta por quatro sub-escalas, sendo duas cognitivas, Tomada de Perspectiva (TP) e Fantasia (FS), e duas afetivas, Angústia Pessoal (AP) e Consideração Empática (CE). A atividade eletrofisiológica foi medida através de um sistema de eletroencefalograma (EEG) de 32 canais. Os resultados indicam correlações significativas entre o grau de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, e todos os componentes do ERP avaliados, a saber, P100 na região occipital (Oz | $r = -0,73$), N170 na região temporal (TP9 | $r = 0,72$), P300 na região centro parietal (Cz | $r = 0,58$) e LPP na região frontal (Fz | $r = 0,71$). Dessa forma, conclui-se que o grau de empatia do participante, avaliado através da escala subjetiva de empatia, está associado a diferentes padrões de resposta eletrofisiológica do córtex cerebral em todos os componentes investigados.

Palavras-chave: Empatia, Expressões faciais, EEG, ERP, Potencial relacionado a evento.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the correlation between the level of empathy and the electrophysiological response of the cerebral cortex to audiovisual stimuli with human faces expressing different emotions. Empathy is a process that enables the sharing of emotional states and the understanding of other people's feelings, involving affective and cognitive aspects. Research in Social Cognitive Neuroscience using Electroencephalography (EEG) has pointed out that, in the case of stimuli with emotional expressions, the two dimensions of empathy can be identified differently in event-related potential (ERP). While affective empathy relates to the early response (P100 and N170), the cognitive aspect of empathy can be verified through late positive potential (P300 and LPP). In this research, 18 subjects were exposed to emotional expressions of happy, anger, and sadness through different audio-visual stimuli and responded to Interpersonal Reactivity Index (IRI), composed of four sub-scales, two cognitive, Perspective Taking and Fantasy, and two affective, Personal Distress and Empathic Concern. Electrophysiological activity was measured through an electroencephalogram (EEG) system of 32 channels. The results indicate significant correlations between the level of empathy, specifically in the Perspective Taking dimension, and all ERP components evaluated, P100 in the occipital region (Oz | $r = -0.73$), N170 in the temporal region (TP9 | $r = 0.72$), P300 in the central parietal region (Cz | $r = 0.58$) and LPP in the frontal region (Fz | $r = 0.71$). We conclude that the level of empathy, demonstrated through the subjective empathy scale, influences electrophysiological response of the cerebral cortex in all components.

Keywords: Empathy, Facial expression, EEG, event-related potential.

SUMÁRIO

Introdução.....	1
1 Capítulo I - Fundamentação Teórica.....	6
1.1 Empatia.....	7
1.1.1 O que é empatia?	8
1.1.2 Os processos afetivos e cognitivos da empatia.....	9
1.1.3 Escalas de medida da empatia	13
1.2 Bases Neurais da Empatia	14
1.2.1 Regiões corticais envolvidas no processamento da empatia	16
1.2.2 Componentes de resposta eletrofisiológica cortical	18
1.3 Bases Neurais da Percepção de Faces	21
1.3.1 Processamento de faces com expressões emocionais.....	21
1.4 Integrando Empatia e Processamento de Faces	24
2 Capítulo II - Justificativa, Objetivos e Hipóteses	27
2.1 Justificativa.....	28
2.2 Objetivo Geral	29
2.3 Objetivos Específicos	29
2.4 Hipóteses.....	30
3 Capítulo III - Metodologia	31
3.1 Delineamento da pesquisa	32
3.2 Participantes.....	32
3.3 Instrumentos, Materiais e Equipamentos.....	32
3.4 Procedimento de coleta dos dados	35
3.5 Processamento dos sinais do EEG.....	38
3.5.1 Mudança da Taxa de Amostragem (<i>Change Sampling Rate</i>).....	38
3.5.2 Nova Referência (<i>New Reference</i>).....	39
3.5.3 Filtros (<i>Filters</i>).....	39
3.5.4 Inspeção de Dados (<i>Raw Data Inspection</i>).....	39
3.5.5 Correção Ocular (<i>Ocular Correction ICA</i>).....	39
3.5.6 Definição do Trigger (<i>Level Trigger</i>)	39
3.5.7 Segmentação (<i>Segmentation</i>).....	40
3.5.8 Correção da Linha de Base	40
3.5.9 Exportação dos Dados	40
3.6 Procedimento de análise dos dados	40
4 Capítulo IV - Resultados	42
4.1 Análises Preliminares	43
4.1.1 Identificação dos Componentes de Análise	43

4.1.2	Escala de Empatia.....	43
4.1.3	Valência do Conteúdo Verbal.....	44
4.1.4	Exclusão do tipo “Apenas Áudio”	45
4.2	Modulação do componente P100 na região occipital	46
4.3	Modulação do componente N170 na região temporal	54
4.4	Modulação do componente P300 na região centro-parietal.....	62
4.5	Modulação do componente LPP na região frontal.....	68
4.6	Modulação do componente N170 pelas expressões emocionais na região temporal ...	74
4.7	Modulação do componente LPP pelos tipos de estímulos na região frontal	77
5	Capítulo V - Discussão	81
5.1	Efeito Modulador do Grau de Empatia.....	82
5.2	Efeito Modulador da Instrução	86
5.3	Efeito Modulador das Expressões Emocionais.....	88
5.4	Efeito Modulador dos Estímulos Audiovisuais	89
5.5	Limitações da Pesquisa e Propostas Futuras	91
6	Capítulo VI - Conclusão	94
	REFERÊNCIAS	98
	APÊNDICES	109

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 – Escore médio dos participantes na Escala de Empatia de Davis (IRI) nas quatro dimensões e no escore geral.	44
Tabela 4.2 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente P100 nos canais O1, Oz e O2 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.	48
Tabela 4.3 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente P100 nos canais O1, Oz e O2 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.	49
Tabela 4.4 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente N170 nos canais TP9, P7, P8 e TP10 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.	56
Tabela 4.5 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente N170 nos canais TP9, P7, P8 e TP10 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.	57
Tabela 4.6 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do intervalo entre 300 e 500ms nos canais C3, Cz e C4 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.	64
Tabela 4.7 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do período entre 300/500ms nos canais C3, Cz e C4 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.	64
Tabela 4.8 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente LPP nos canais F3, Fz e F4 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.	70
Tabela 4.9 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente LPP nos canais F3, Fz e F4 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.	71
Tabela 4.10 – Amplitude média do componente N170 para cada expressão emocional nos canais P7, P8, TP9 e TP10.	75
Tabela 4.11 – Amplitude média do componente LPP a partir de diferentes tipos de estímulos nos canais F3, Fz e F4.	77

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Principais conceitos de empatia. Traduzido e baseado em (Cuff, Brown, Taylor, & Howat, 2016).....	8
Figura 1.2 – Esquematização das fases do processo de empatia.....	9
Figura 1.3 – Regiões corticais relacionadas ao processo de empatia. Reproduzido de (Engen & Singer, 2013).....	18
Figura 1.4 – Esquema hipotético de um traçado de ERP após apresentação de um estímulo visual. Destaque para os principais componentes que serão utilizados neste estudo, incluindo as faixas de tempo selecionadas. Observar a inversão do eixo Y, uma convenção nos estudos de ERP que também será utilizado ao longo da apresentação dos resultados do presente trabalho.....	19
Figura 1.5 – Esquematização das regiões envolvidas no processamento de faces com expressões emocionais de acordo com o modelo dos caminhos ventral e dorsal.....	23
Figura 4.1 – Grande média do potencial relacionado a evento (ERP) do tipo de estímulo “Apenas Áudio” por canal do EEG.....	46
Figura 4.2 – Traçado do ERP dos canais da região occipital, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para a presença do componente P100 nos três canais da região de interesse.....	47
Figura 4.3 – Correlação entre a amplitude média do componente P100 e o resultado obtido pelo participante na Escala de Empatia: (A) canal Oz e o Escore Geral da escala de empatia; (B) canal Oz e a dimensão Tomada de Perspectiva; (C) canal O1 e a dimensão Tomada de Perspectiva; (D) canal O2 e a dimensão Tomada de Perspectiva.....	48
Figura 4.4 – Traçado do ERP dos canais da região occipital comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para a diferença encontrada no componente P100 entre os dois grupos.....	50
Figura 4.5 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 80 e 120ms após a apresentação do estímulo, observando-se a visão superior e posterior do escalpo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.....	51
Figura 4.6 – Representação das áreas corticais com maior ativação no período entre 80 e 120ms após a apresentação do estímulo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.....	52
Figura 4.7 – Demonstração da correlação entre a amplitude média em torno de 100ms (80-120ms) após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.....	53
Figura 4.8 – Traçado do ERP dos canais da região temporal, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para a presença do componente N170 nos quatro canais da região de interesse.....	55

Figura 4.9 – Correlação entre a amplitude média do componente N170 nos canais TP9 e TP10 e o resultado obtido pelo participante na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.....	56
Figura 4.10 – Traçado do ERP dos canais da região temporal (TP9, P7, P8 e TP10) comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para o componente N170.	58
Figura 4.11 – Representação das áreas corticais com maior ativação no período entre 130 e 170ms após a apresentação do estímulo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	59
Figura 4.12 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 130 e 170ms após a apresentação do estímulo, observando-se a visão superior e a visão posterior do escalpo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	60
Figura 4.13 – Demonstração da correlação entre a amplitude média em torno de 150ms (130-170ms) após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.	61
Figura 4.14 – Traçado do ERP dos canais da região central, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para a ausência do componente P300 nos três canais da região de interesse.	62
Figura 4.15 – Correlação entre a amplitude média do intervalo entre 300 e 500ms nos canais C3 e Cz e o resultado obtido pelo participante na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	63
Figura 4.16 – Traçado do ERP dos canais da região central (C3, Cz e C4) comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para o período entre 300-500ms.....	65
Figura 4.17 – Representação das áreas corticais com maior ativação no período entre 300 e 500ms após a apresentação do estímulo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	66
Figura 4.18 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 300-500ms após a apresentação do estímulo, observando-se a visão superior do escalpo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	67
Figura 4.19 – Demonstração da correlação entre a amplitude média no intervalo entre 300-500ms após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.	68
Figura 4.20 – Traçado do ERP dos canais da região frontal, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para o componente LPP nos três canais da região de interesse.	69

Figura 4.21 – Correlação entre a amplitude média do componente LPP nos canais F3 (A), Fz (B) e F4 (C) e o resultado obtido pelo participante na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	70
Figura 4.22 – Traçado do ERP dos canais da região frontal (F3, Fz e F4) comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para a diferença no componente LPP.	72
Figura 4.23 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 600-800ms após a apresentação do estímulo, com destaque para a visão frontal, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	73
Figura 4.24 – Demonstração da correlação entre a amplitude média no intervalo entre 600-800ms após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.	74
Figura 4.25 – Traçado do ERP dos canais da região temporal (P7, P8, TP9 e TP10) comparando o resultado médio dos participantes para cada uma das expressões emocionais utilizadas no presente estudo. Destaque para o componente N170.....	76
Figura 4.26 – Traçado do ERP dos canais da região frontal (F3, Fz e F4) comparando o resultado médio dos participantes para cada um dos tipos de estímulos audiovisual utilizados no presente estudo. Destaque para o componente LPP.	78
Figura 4.27 – Amplitude média do componente LLP nos canais F3, Fz e F4 para os diferentes tipos de estímulos de acordo com a classificação do participante na dimensão Tomada de Perspectiva (TP) da Escala de Empatia (IRI). As setas destacam as diferenças significativas entre os dois subgrupos.	79
Figura 5.1 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex nos períodos relacionados aos componentes P100 e N170, com destaque para a visão posterior, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.	84

INTRODUÇÃO

A comunicação é uma ferramenta poderosa para compreender e compartilhar as emoções. Através das diversas formas de comunicação que utilizamos, as pessoas podem expressar o que sentem no presente, descreverem o que sentiram no passado e imaginarem o que podem sentir no futuro, superando as barreiras de tempo e de espaço nas trocas afetivas (Harris, 2000).

De uma forma geral, quando se aborda a interação social, o que visualizamos inicialmente, e temos como modelo, é o relacionamento face a face, é o estar fisicamente no mesmo ambiente que a outra pessoa. Berger e Luckmann (1985) defendem que estar face a face com o outro é a mais importante experiência de interação social, da qual são derivadas todas as demais formas de interação entre as pessoas.

Na interação face a face existem muitos fatores que influenciam a intensidade e a qualidade do relacionamento estabelecido entre as pessoas. Goffman (2011) descreveu tal momento presencial de encontro entre pessoas em termos de “ritual de interação”, a partir do qual emerge um complexo sistema de regras, convenções e procedimentos que, de certa forma, organizam o fluxo de mensagens entre as pessoas.

Além da linguagem verbal em si, Birdwhistell (1970) demonstrou que há uma linguagem corporal subjacente ao ato de falar, que envolve o olhar, a expressão facial, a postura e os gestos. Para ele, assim como a fala, tais sinais não verbais também são adquiridos no desenvolvimento do sujeito através da interação social e são compartilhados por uma determinada cultura.

A partir dessa constatação, Gumperz (2002) analisa que a comunicação humana é delimitada por um conjunto de sinais verbais e não verbais que são construídos culturalmente e internalizados pelas pessoas ao longo do seu desenvolvimento. Tais sinais seriam coordenados de forma a constituir pistas de contextualização de forma a transmitir com maior clareza aquilo

que se deseja na comunicação face a face. Portanto, a riqueza da comunicação oral está não apenas naquilo que se fala, mas especialmente na forma que se fala.

O processo psicológico que possibilita essa partilha de estados emocionais e a compreensão do sentimento de outras pessoas denomina-se empatia (Batson, 2009; Bernhardt & Singer, 2012; Decety & Jackson, 2004). Nos humanos, esse mecanismo inato evoluiu como um recurso essencial para perceber e responder aos sinais necessários à sobrevivência, à reprodução e à manutenção de bem-estar (Decety, 2015). A empatia é a base da interação social, do cuidado parental, da cooperação grupal, do raciocínio moral, do comportamento pró-social e da comunicação interpessoal (Decety, 2011b). Dessa forma, a empatia tem um papel crucial para a vida em sociedade (De Vignemont & Singer, 2006).

O processo de empatia envolve duas dimensões: a afetiva e a cognitiva. A dimensão afetiva é um processo modulador automático que ocorre quando uma pessoa partilha das mesmas emoções de outra pessoa, ao ser exposta de alguma forma a elas. No entanto, esse processo automático, que não necessita de consciência ou esforço, pode ser influenciado por diversos aspectos cognitivos que exercem uma função reguladora, como atenção, memória e outras funções executivas. Em síntese, a experiência de empatia ocorre através da interação dessas duas dimensões (Coke, Batson, & McDavis, 1978; Davis, 1980; Iannotti, 1979).

Na última década, a área de Neurociências Sociais tem trazido contribuições significativas para ampliar a compreensão acerca dos processos neurais subjacentes à empatia (Lamm & Majdandžić, 2015), tanto a partir de pesquisas que analisam a amplitude e a latência do potencial relacionado a eventos (ERP - *Event-Related Potential*) através de Eletroencefalograma (EEG), quanto por estudos que analisam a ativação dos circuitos neuronais através dos exames de Ressonância Magnética Funcional por Imagem (fMRI - *Functional magnetic resonance imaging*). As evidências acerca dos mecanismos envolvidos no processo de empatia encontradas recentemente pelos estudos das Neurociências Cognitivas têm

corroborado o conhecimento sobre empatia desenvolvido pelos pesquisadores da Psicologia Social e da Psicologia do Desenvolvimento (Decety & Lamm, 2006).

Por exemplo, estudos que analisaram a atividade eletrofisiológica dos neurônios corticais através do EEG apontaram que, diante de estímulos com expressões emocionais, as duas dimensões da empatia podem ser identificadas de forma distintas através do ERP, registrado na atividade neuronal do córtex cerebral (Cheng, Chen, & Decety, 2014; Eimer & Holmes, 2002; Fields & Kuperberg, 2012; Li & Han, 2010). Enquanto a empatia afetiva influencia a resposta rápida de potencial negativo N170 (Potencial negativo que ocorre entre 140-200ms) medida através dos canais P7 (parietal esquerdo) e P8 (parietal direito), o aspecto cognitivo da empatia pode ser verificado através do potencial positivo P300 (Potencial positivo que ocorre entre 300-600ms) obtidos através dos canais Fz (medial frontal), Cz (medial central) e Pz (medial parietal) (Choi et al., 2014; Fan & Han, 2008).

Essa diferença entre as dimensões afetiva e cognitiva da empatia também foi encontrada nas pesquisas que utilizam o método de imagem para identificação das regiões envolvidas no processamento dos estímulos que expressam emoções (Decety, Norman, Berntson, & Cacioppo, 2012; Lamm, Batson, & Decety, 2007). Dados obtidos através de fMRI demonstraram existir ativação de circuitos neuronais distintos no córtex cerebral, que atuam de forma intimamente conectada para produzir a experiência de empatia: um voltado para uma resposta somato-sensorial automática (*bottom-up*) e outro para uma resposta cognitiva controlada (*top-down*). A resposta somato-sensorial está envolvida com as áreas mais antigas do córtex, especialmente o sistema límbico, produzindo uma resposta física rápida, inconsciente e automatizada diante dos estados emocionais apresentados por outra pessoa. Já a resposta cognitiva está relacionada às áreas mais recentes de desenvolvimento do córtex, o neocórtex, especialmente na área pré-frontal, produzindo uma resposta mais lenta, flexível, controlada e consciente, que permite uma diferenciação eu-outro em relação às emoções (Walter, 2012).

A modelo atual propõe que a empatia envolve uma rede complexa, interligada em diversas vias e direções, na qual integram regiões neurais do córtex, sistema nervoso autônomo e o sistema neuroendócrino. As regiões neurais do córtex incluem tronco cerebral, amígdala, hipotálamo, corpo estriado, ínsula, córtex cingulado anterior e o córtex orbitofrontal. Já no sistema nervoso autônomo, envolve tanto os ramos simpático quanto parassimpático. E através do sistema neuroendócrino atuam hormônios reguladores dos comportamentos sociais, especialmente a ocitocina (Decety, 2015).

Tanto os estudos de ERP quanto os estudos de fMRI apontaram que diversos fatores podem influenciar a resposta do córtex durante o processo de empatia, e muitos deles vêm sendo estudados, como sexo, familiaridade com o estímulo, o nível de cooperação ou competição entre as pessoas, a avaliação do contexto, a ligação afetiva existente, traços de personalidade, transtornos, entre outros (Engen & Singer, 2013; Gonzalez-Lienres, Shamay-Tsoory, & Brüne, 2013; Han, Fan, & Mao, 2008; Singer & Lamm, 2009). Porém, ainda são poucos os estudos que investigam a relação entre o grau de empatia da pessoa e sua resposta cortical aos estímulos faciais com expressões emocionais.

O presente estudo visa contribuir com essa discussão acerca do grau de empatia e a sua modulação na resposta do córtex no processo de empatia, tanto nos componentes iniciais do ERP, relacionados à dimensão afetiva, quanto nos componentes tardios, ligados à dimensão cognitiva. Adicionalmente, serão trazidos elementos do processamento da face para interpretar os resultados encontrados e elucidar alguns dos mecanismos neurais relacionados aos diferentes níveis de empatia.

O Capítulo 1 apresenta os conceitos e os conhecimentos atuais acerca dos temas que serão abordados ao longo da tese. Inicialmente, serão apresentados os diversos conceitos de empatia, seus componentes e suas formas de medida. Em seguida, serão destacadas as bases neurais da empatia, tanto em relação às regiões envolvidas no processo quanto em relação à

resposta eletrofisiológica do córtex. Por fim, serão tratadas as bases neurais da percepção de faces, correlacionando seus modelos com os conhecimentos sobre o processamento da empatia.

O Capítulo 2 se inicia com a justificativa para esse estudo, apresenta os objetivos que nortearam o desenvolvimento da tese e as hipóteses que foram testadas ao longo do trabalho.

O Capítulo 3 trata da metodologia de pesquisa, dá destaque ao desenvolvimento dos próprios estímulos, descreve os instrumentos e equipamentos utilizados e faz, em especial, um detalhamento de todo o processamento realizado nos sinais do EEG.

O Capítulo 4 traz os resultados encontrados para cada uma das hipóteses testadas. Numa abordagem estatística, utiliza os testes necessários para demonstrar as diferenças entre os grupos e as correlações entre as variáveis. Numa abordagem visual, apresenta as diferenças através de mapas de topografia do córtex e de representações gráficas das áreas de maior ativação cortical.

O Capítulo 5 discute os resultados encontrados no presente trabalho à luz das teorias vigentes e dos resultados encontrados em estudos anteriores, a partir das hipóteses inicialmente formuladas. Aborda, ainda, as limitações da pesquisa e as perspectivas futuras, oferecendo sugestões conceituais e metodológicas para novos estudos na área.

O Capítulo 6 encerra com uma síntese das conclusões oriundas dos resultados encontrados, apontando as principais contribuições dessa tese ao conhecimento acerca do processamento da empatia.

1 CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Empatia

A empatia é um fenômeno interpessoal poderoso, que ocorre nas mais diversas interações sociais do cotidiano (Cheng et al., 2014) e desempenha um papel fundamental no processo de percepção social (Decety, 2010).

Os humanos são seres sociais por natureza e vivem em constante interação uns com os outros (Hari & Kujala, 2009). Na interação social, a forma do olhar, os gestos corporais, as expressões faciais e a demonstração dos estados emocionais são signos interpretativos de grupos sociais que foram se transformando ao longo da evolução humana para favorecer essas relações sociais entre os indivíduos (Russo, 2008).

Tal habilidade de compartilhar os estados emocionais permite aos humanos compreender e prever sentimentos, motivações e ações nas mais diversas situações, abrindo canais comunicativos que favorecem a relação interpessoal (Formiga et al., 2011). Neste sentido, a empatia é um componente crucial da experiência emocional humana e da interação social, atuando como um interface entre a interação social e os estados emocionais (Bernhardt & Singer, 2012).

Há décadas, a empatia tem sido discutida no campo da Filosofia e da Antropologia e estudada empiricamente por pesquisadores das áreas de Psicologia Social e Psicologia do Desenvolvimento (Engelen & Röttger-Rössler, 2012). Mas nos últimos anos, as pesquisas sobre empatia têm sido ampliadas para outros campos de estudos, como a Economia, a Biologia e a Neurociência Cognitiva, numa abordagem multidisciplinar (Decety, 2011a).

O presente estudo propôs-se a realizar uma abordagem multidisciplinar do processo de empatia, ao envolver elementos da Psicologia Social, da Psicologia do Desenvolvimento e da Neurociência Cognitiva ao longo da sua execução e da análise dos dados.

1.1.1 O que é empatia?

Apesar da longa tradição de estudos, tanto no campo da Filosofia quanto no campo da Psicologia, ainda não há um conceito de empatia que seja universalmente aceito (Batson, 2009). A Figura 1.1 apresenta alguns dos conceitos mais amplamente difundidos.

Autores	Definições de Empatia
Davis (1983)	"Uma reação às experiências observadas de outro".
Hoffman (2000)	"Uma resposta afetiva mais adequada à percepção da situação de outra pessoa do que à sua própria situação".
Batson et al. (2005)	"Uma resposta emocional orientada e congruente com o bem-estar percebido de outra pessoa".
Decety & Lamm (2006)	"A capacidade de experimentar e entender o que os outros sentem sem confusão entre si e os outros".
Eisenberg et al. (2006)	"Uma resposta afetiva que decorre da compreensão do estado ou condição emocional do outro, que é idêntico ou muito parecido com a emoção do outro, ou o que se espera sentir".
Preston (2007)	"Uma experiência emocional compartilhada ocorre quando uma pessoa (o sujeito) consegue sentir uma emoção semelhante a outra (o objeto) como resultado de perceber o estado do outro".
Singer & Lamm (2009)	"Uma resposta afetiva ao estado de sentimento diretamente percebido , imaginado ou inferido de outra pessoa".

Figura 1.1 – Principais conceitos de empatia. Traduzido e baseado em Cuff, Brown, Taylor, & Howat (2016).

Apesar das diferentes formas de conceituação da empatia, é possível extrair alguns aspectos congruentes entre elas. Em todos os casos, observa-se uma reação a partir de uma percepção. A reação ao estado emocional da outra pessoa pode ser em forma de resposta afetiva congruente com a situação ou, simplesmente, uma compreensão do sentimento do outro sem que haja, necessariamente, uma ação ativa e explícita da pessoa em relação ao outro. Contudo, tal reação se inicia a partir da percepção do outro, especialmente no que diz respeito aos sentimentos e às emoções que estão sendo experimentadas em função de uma determinada situação vivenciada pelo outro.

Importante destacar que a empatia não ocorre apenas em situações de relacionamento interpessoal presencial, face a face. Ela também pode ocorrer ao ver um filme, ao ouvir uma

história, ao ler um livro de ficção, ao imaginar o comportamento de alguém ou ao observar um evento, entre tantas outras situações (Decety & Jackson, 2004). Portanto, além de ser fundamental nos momentos de interação social, seja tal interação presencial ou a distância, o processo de empatia pode ir além do relacionamento interpessoal e ocorrer de forma isolada.

Dessa forma, conclui-se que o processo de empatia sempre se inicia a partir de uma percepção dos sinais que ajudam a identificar o estado emocional do outro, seguido de uma tentativa de compreender, ou ao menos de se aproximar de uma compreensão, do estado emocional da pessoa com que está ocorrendo a interação ou da pessoa que está sendo observada. Essa percepção do estado emocional do outro serve de base para a capacidade de tomada de perspectiva, um elemento fundamental do processo de empatia. Tal situação pode ser presenciada, imaginada ou inferida. Ou seja, toda a reação no processo de empatia, seja ela qual for, parte sempre da percepção e inferência acerca do estado emocional do outro. A Figura 1.2 esquematiza essas fases do processo de empatia.

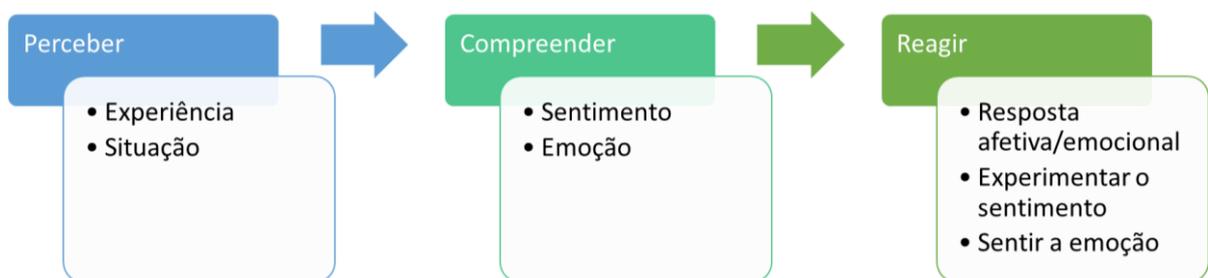


Figura 1.2 – Esquematização das fases do processo de empatia.

1.1.2 Os processos afetivos e cognitivos da empatia

Teorias e evidências empíricas, tanto dos estudos da área de Neurociências Cognitiva quanto da área de Psicologia do Desenvolvimento, sugerem que há pelo menos dois componentes no processo de empatia, um componente afetivo automatizado que possibilita a partilha dos sentimentos entre as pessoas, também conhecido como processos “bottom-up”, e um componente cognitivo controlado que possibilita a compreensão do estado emocional do

outro e o seu autocontrole diante da situação, também conhecido como processos “top-down” (Decety, 2010). Dessa forma, muitos pesquisadores concebem a empatia como um constructo multidimensional, que inclui aspectos afetivos e cognitivos (Davis, 1980; De Vignemont & Singer, 2006; Decety & Lamm, 2006; Iannotti, 1979; Lamm, Decety, & Singer, 2011; Preston & De Waal, 2002; Smith, 2006; Walter, 2012).

O componente afetivo mais referenciado é o processo de contágio emocional. O contágio emocional vem sendo considerado como a forma mais rudimentar de capturar e compartilhar o estado emocional do outro, representando esse estado emocional no córtex como se fosse o seu próprio estado emocional interno (Decety & Meyer, 2008). Ou seja, ocorre uma simulação autônoma em nosso próprio cérebro acerca do estado emocional do outro, ativando as mesmas regiões corticais que utilizamos quando experimentamos as nossas próprias emoções (Preston & De Waal, 2002).

Seria a partir dessa simulação que compreenderíamos o estado emocional do outro, ao possibilitar uma representação motora, somática e sinestésica do estado emocional da outra pessoa (Nummenmaa, Hirvonen, Parkkola, & Hietanen, 2008). Há, portanto, uma ligação entre a experiência da própria emoção e a compreensão da experiência do outro, tendo os mecanismos de regulação emocional um papel crucial na diferenciação entre o “eu” e o “outro” (Decety & Jackson, 2006).

Entretanto, o contágio emocional, por si só, não gera uma experiência completa de empatia (Iannotti, 1979; Singer & Lamm, 2009). Um estágio complementar é saber diferenciar entre o seu estado emocional e o estado emocional do outro. Os humanos têm a capacidade de, intencionalmente, adotar a perspectiva afetiva do outro (Decety & Jackson, 2006). O componente cognitivo da empatia está especialmente relacionado à tomada de perspectiva, a qual possibilita que a pessoa imagine o sentimento do outro ou se coloque no lugar dele, de forma a compreender o seu estado emocional numa determinada situação (Decety, 2010). Inclui, ainda, o seu nível de motivação, a interpretação das intenções do outro e as atitudes das

peessoas envolvidas no processo. O componente cognitivo atende às exigências de um ambiente social complexo, pois permite compreender e prever o comportamento dos outros, facilita a interação e amplia o conhecimento da situação social em que a pessoa se encontra, pode inclusive ajudar a manipular ou enganar os outros, bem como aumentar a capacidade de perceber quando se está sendo enganado (Smith, 2006).

Há, ainda, a possibilidade de se distinguir entre duas formas de tomada de perspectiva: imaginar como a outra pessoa se sente em determinada situação ou imaginar como você mesmo se sentiria naquela situação. A primeira, produz empatia, podendo iniciar um processo de motivação altruística de ajudar o outro, considerado como sendo um comportamento pró-social. A segunda, produz tanto empatia quanto angústia pessoal, podendo gerar um *mix* de motivação altruística e motivação egoística, esta última gerando um comportamento de afastamento da situação ou de busca da redução do sentimento negativo (Batson, Early, & Salvarani, 1997). Dessa forma, argumenta-se que nem sempre a empatia resulta num comportamento pró-social (De Vignemont & Singer, 2006).

Do ponto de vista do desenvolvimento humano, os componentes afetivos surgem mais cedo, desde o início da infância, enquanto os componentes cognitivos têm um processo de desenvolvimento mais prolongado, apesar de seus precursores já estarem presentes desde cedo (Decety, 2010).

Apesar de serem processos distintos, tanto do ponto de vista funcional quanto neurológico, o componente afetivo e o componente cognitivo são complementares, havendo uma interação entre eles para produzir a experiência da empatia (Filippetti, López, & Richaud, 2012; Lamm et al., 2007). Porém, há uma questão temporal que ainda não está clara, ou seja, saber em que momento ocorre essa interação entre os componentes cognitivo e afetivo da empatia.

Numa primeira perspectiva, os processos que ocorrem involuntariamente, como o contágio emocional e a imitação facial das expressões emocionais, são componentes afetivos

que desempenham um papel fundamental para a empatia, ao iniciar e facilitar a compreensão dos estados emocionais a partir da partilha dessas emoções, como se fosse um processo sequencial, no qual os componentes afetivos seriam essenciais para desencadear os componentes cognitivos (Preston & De Waal, 2002).

Uma segunda perspectiva propõe um controle dos processos cognitivos sobre os processos afetivos, modulando o contágio emocional e ajudando a diferenciar a sua própria emoção da emoção do outro, num papel de ativação ou inibição do componente afetivo (Decety & Lamm, 2006). Dessa forma, a reação afetiva automática diante de uma determinada situação (*bottom-up*), poderia ser controlada pelo processo cognitivo (*top-down*), a partir da utilização de pistas que oferecem maiores conhecimentos acerca do contexto (Lamm et al., 2007). Haveria, então, um processo meta-cognitivo de *looping e feedback* em que os estados afetivos do outro seriam processados e reprocessados de acordo com a modulação por parte dos processos cognitivos, influenciando a atenção para determinadas pistas emocionais e, por conseguinte, a compreensão dos afetos do outro (Singer & Lamm, 2009).

Já uma terceira perspectiva propõe que a modulação do componente cognitivo no processo de empatia não ocorre apenas após o processo afetivo, mas também pode ocorrer antes dele e, de alguma forma, influenciar a própria percepção afetiva da situação previamente (De Vignemont & Singer, 2006). Tendo em vista que a atenção aos estímulos emocionais é um processo essencial para a captação da emoção que o outro estaria vivenciando, os processos cognitivos já influenciariam o processo de empatia desde o seu início, aumentando o nível de atenção de acordo com o interesse e a motivação ou reduzindo a atenção em função da execução de atividades paralelas, que demandariam maior atenção do que o processo de empatia.

A interação entre os processos afetivos e cognitivos da empatia também pode ser observada ao longo do desenvolvimento infantil (Cheng et al., 2014). O componente mais elementar da empatia é o contágio emocional observado em neonatais que, ao ouvir o choro de uma outra criança, também passa a chorar, podendo ser considerado como a primeira expressão

do componente afetivo da empatia. Porém, ao longo do seu desenvolvimento, a criança passa a diferenciar os sentimentos dos outros e os seus próprios sentimento, realizando uma modulação do componente afetivo a partir da cognição, através da função executiva, da regulação emocional e da linguagem. Dessa forma, a criança começa a ter uma resposta mais adaptativa e, no lugar de apenas chorar junto, passa a apresentar comportamentos pró-sociais de oferecer ajuda, consolo ou conforto.

Dessa forma, se inicialmente a pessoa tem menos controle sobre a sua reatividade emocional, a experiência ao longo do desenvolvimento pessoal propicia a pessoa aprender, neuronal e subjetivamente, a distinguir entre o sentimento causado diretamente a si mesmo e o sentimento causado pela percepção do sentimento do outro (Decety & Jackson, 2006). Esse desenvolvimento cognitivo também propicia oferecer uma melhor resposta às necessidades do outro, aumentando a eficácia da empatia (Preston & De Waal, 2002).

1.1.3 Escalas de medida da empatia

Existem diferentes formas de avaliar a empatia, tanto através de medidas fisiológicas relacionadas a condutividade e a temperatura da pele, batimentos cardíacos, frequência respiratória e análise de expressões faciais, quanto através de entrevistas e escalas subjetivas de autoavaliação (Sampaio, Guimarães, Camino, Formiga, & Menezes, 2011). Entre essas diversas metodologias existentes, a Escala de Empatia de Davis, o *Interpersonal Reactivity Index* – IRI (Davis, 1983) tem sido a forma de avaliação mais utilizada em pesquisas científicas (Lamm et al., 2007).

O IRI é um questionário de autoavaliação do tipo lápis e papel, com 28 itens divididos em quatro dimensões que avaliam tanto os aspectos afetivos quanto os aspectos cognitivos da empatia, sendo considerado como o instrumento mais completo por adotar o ponto de vista de multidimensionalidade do conceito de empatia (Sampaio et al., 2011).

As duas dimensões cognitivas foram denominadas como Tomada de Perspectiva (TP) e Fantasia (FS). A TP está relacionada à tendência de se colocar espontaneamente no lugar do

outro e de adotar o seu ponto de vista. A FS avalia a tendência de se transportar imaginativamente para um personagem de um filme ou de um livro, por exemplo.

As duas dimensões afetivas são a Angústia Pessoal (AP) e a Consideração Empática (CE). A AP refere-se ao sentimento de ansiedade ou desconforto da própria pessoa quando está diante de uma outra pessoa que enfrenta uma situação tensa ou negativa. A CE está relacionada com o sentimento de simpatia com o outro e a disposição em lhe oferecer ajuda numa dada situação.

O instrumento, originalmente formulado em língua inglesa, foi traduzido para a língua portuguesa e validado junto à população brasileira ($n = 250$). A proposta validada reduziu de 28 para 26 a quantidade de itens, para os quais foi encontrada uma boa consistência interna para a escala global, com *alpha de Cronbach* apurado em 0,861 (com variação entre 0,818–0,680 em cada uma das suas dimensões separadamente). A estrutura tetra fatorial do instrumento original foi confirmada na versão validada (Sampaio et al., 2011).

1.2 Bases Neurais da Empatia

A Neurociência Cognitiva Social é uma área de pesquisa interdisciplinar recente, que propicia uma interface de conhecimento entre as Ciências Sociais e as Neurociências (Lieberman, 2007). O principal objetivo da área é compreender os processos neurais básicos que dão suporte às operações cognitivas complexas (Light et al., 2010).

Existem diversas técnicas que podem ser utilizados nos estudos em Neurociências Cognitiva Social, tanto aquelas que utilizam equipamentos que registram as atividades corticais, quanto aquelas que utilizam equipamentos que interferem nas atividades corticais, seja inibindo ou estimulando as atividades numa determinada região do córtex. Em relação às técnicas de registro, os principais recursos de pesquisa podem ser agrupados em duas categorias: os equipamentos que registram a atividade cerebral por imagem, como a ressonância magnética funcional por imagem (fMRI – na sigla em inglês) e os equipamentos que registram a atividade elétrica cerebral, como o eletroencefalograma (EEG). Quanto às técnicas de inibição ou

estimulação, existem equipamentos que realizam um processo de estimulação eletromagnética (TMS – na sigla em inglês) e outros que utilizam a técnica de inibição ou estimulação por corrente contínua (tDCS – na sigla em língua inglesa).

Quanto às técnicas de registro da atividade neuronal, a fMRI e o EEG possuem características distintas e complementares. A fMRI tem tido um papel importante nos estudos de Neurociências Cognitiva ao identificar as áreas específicas do córtex que respondem a diferentes estímulos (Van Overwalle, 2009). Trata-se de um método não-invasivo, cuja principal característica reside em sua capacidade de isolar e comparar, com precisão milimétrica, a intensidade de ativação de um determinado componente do cérebro, seja ele um componente cortical ou subcortical. Para tanto, registra a intensidade de fluxo sanguíneo demandada para identificar o nível de atividade neuronal naquela região específica.

A Eletroencefalografia também é um método não-invasivo utilizado para avaliar a função neurofisiológica do córtex cerebral. Através de eletrodos distribuídos na superfície do escalpo é possível medir a atividade elétrica de conjuntos de neurônios que estejam operando em sincronia numa determinada região cortical. O desenho experimental mais utilizado pelos pesquisadores é o Potencial Relacionado a Evento (ERP – na sigla em inglês), quando a atividade cortical é medida logo após a apresentação de um determinado estímulo, possibilitando investigar os processos cognitivos e sensoriais com precisão de milissegundos (Light et al., 2010). Através do ERP é possível identificar e diferenciar modulações corticais em termos de intensidade (amplitude de voltagem), latência (tempo) e localização (região cortical), bem como variadas combinações desses diversos efeitos (Murray, Brunet, & Michel, 2008).

Sendo assim, numa comparação sintética entre as duas metodologias, destaca-se como principal característica da fMRI a sua capacidade de indicar com precisão de milímetros as áreas que estão sendo ativadas, até mesmo nas regiões subcorticais, ou seja, através dessa técnica obtêm-se registros com alta resolução espacial. Já o EEG possui como principal

característica a sua capacidade de registrar o tempo em que as atividades elétricas corticais estão ocorrendo com precisão de milissegundos, ou seja, obtêm-se registros com alta resolução temporal. Dessa forma, uma técnica complementa a outra. Enquanto a fMRI possibilita indicar o local da atividade cortical com precisão, o EEG nos favorece a compreensão da sequência em que tais atividades ocorrem.

1.2.1 Regiões corticais envolvidas no processamento da empatia

Antes de abordar as áreas corticais envolvidas, convém destacar que, no caso da empatia, por se tratar de um fenômeno complexo, não há uma área especializada ou um sistema único responsável pelo processo de empatia no córtex cerebral. O que parece ocorrer é a integração de múltiplas áreas ou sistemas que estariam operado de forma independente e integrada para produzir a experiência da empatia (Decety & Jackson, 2004). Apesar da complexidade do fenômeno, os estudos em Neurociências que abordam a empatia procuram distinguir os diferentes processos que compõem esse constructo e, dessa forma, identificar as respectivas áreas corticais envolvidas em cada um dos seus componentes (Decety, 2011a).

Na empatia, há pelo menos três processos que interagem: a simulação e discriminação do estado emocional, a compreensão da emoção que outro está experimentando a partir dessa simulação e, por fim, a regulação desta emoção em si mesmo, no sentido de gerar um comportamento específico em relação ao outro (Decety, 2011a). A simulação e a discriminação do estado emocional estão relacionadas ao componente afetivo, enquanto a compreensão e a regulação estão associadas ao componente cognitivo da empatia.

O processo de simulação envolve a reconstituição da informação percebida inicialmente, tendo por objetivo associar as informações percebidas com o conhecimento prévio acerca dos estados psicológicos das pessoas. Esse processo ocorre especialmente no córtex pré-motor frontal (Héту, Taschereau-Dumouchel, & Jackson, 2012; Shamay-Tsoory, Aharon-Peretz, & Perry, 2009), onde se localiza a parte central do sistema de neurônios espelho, cuja função está associada ao processo de imitação corporal e reconhecimento das emoções,

desempenhando um papel fundamental no componente afetivo da empatia. Em relação à discriminação do estímulo afetivo, que é automatizado (*bottom-up*), busca-se distinguir se um estímulo é atrativo ou aversivo, prazeroso ou doloroso, hostil ou amigável. Nesse processo avaliativo, incluem-se sistemas subcorticais como a amígdala, o hipotálamo e o hipocampo, bem como partes do córtex orbito-frontal (Decety, 2011a).

O segundo processo envolve a compreensão das emoções do outro. Os circuitos corticais envolvidos nesse processo são o Córtex Pré-Frontal Medial (Hynes, Baird, & Grafton, 2006) e a Junção Temporo-Parietal do lobo direito (Decety, 2010).

Já a regulação da emoção se relaciona ao processo cognitivo (*top-down*) que nos permite controlar o afeto, o impulso e a motivação diante de uma determinada situação. Ela ocorre em áreas distintas do Córtex Pré-Frontal, tanto nas áreas dorsais e ventrais (Hynes et al., 2006), bem como no Córtex Cingulado Anterior, na sua porção dorsal (Decety, 2010) e no Sulco Temporal Superior (Decety, 2011a; Krämer, Mohammadi, Doñamayor, Samii, & Münte, 2010). Além de manter as ativações nas áreas envolvidas no processo anterior, a saber, as áreas do Córtex Pré-Frontal Medial (Krämer et al., 2010) e a Junção Temporo-Parietal (Hynes et al., 2006).

A Figura 1.3 apresenta, de forma esquemática, as regiões corticais envolvidas nas diversas fases relacionadas ao processamento da emoção do outro que compõem a empatia.

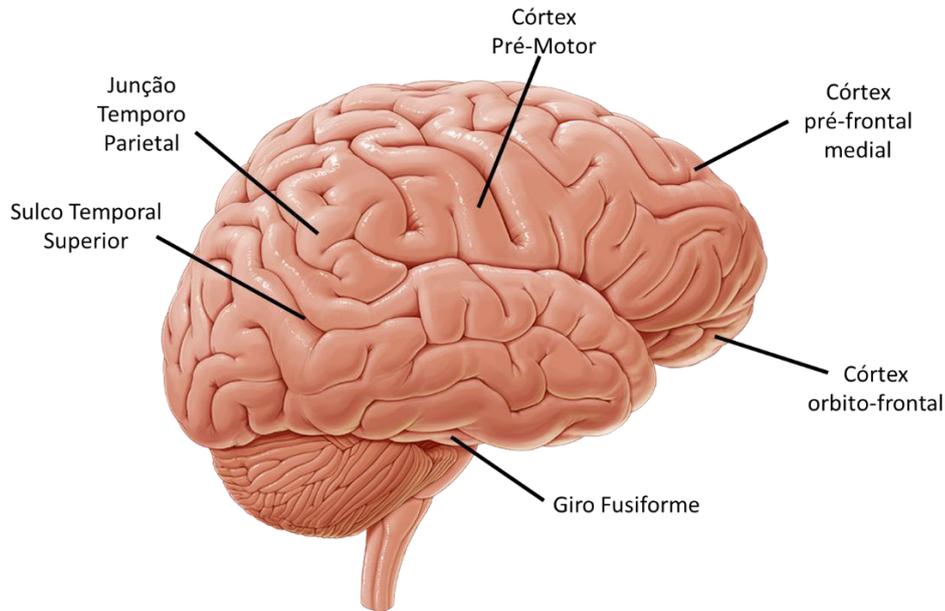


Figura 1.3 – Regiões corticais relacionadas ao processo de empatia.

1.2.2 Componentes de resposta eletrofisiológica cortical

Uma vez mencionadas as áreas corticais relacionadas à empatia, é possível analisar como ocorrem as atividades eletrofisiológicas dessas regiões em resposta a diferentes formas de estimulação. A metodologia mais utilizada para fazer essa análise é o potencial relacionado a eventos (ERP - *Event-Related Potential*).

Um traçado típico de ERP apresenta quatro elementos: a indicação da região cortical onde foi obtida a medida, o tempo em milissegundos decorrido desde a apresentação do estímulo (latência), a variação de voltagem ao longo do tempo (amplitude) e a sua polaridade (positivo ou negativo).

Ao longo da realização de diversos estudos que utilizavam o ERP foi possível identificar diversos componentes do seu traçado, relacionando-se tais componentes com um ou mais fatores de análise. Os componentes geralmente são identificados por uma letra seguida de um conjunto de caracteres numéricos. As letras representam a polaridade do potencial elétrico, podendo ser P, para representar um potencial positivo, ou N, para representar um potencial negativo. Já os caracteres numéricos servem de indicação do tempo decorrido desde a apresentação do estímulo (latência). Por exemplo, um componente N170 significa um potencial

negativo que ocorre em torno de 170 milissegundos após a estimulação. A Figura 1.4 apresenta esquematicamente esses elementos.

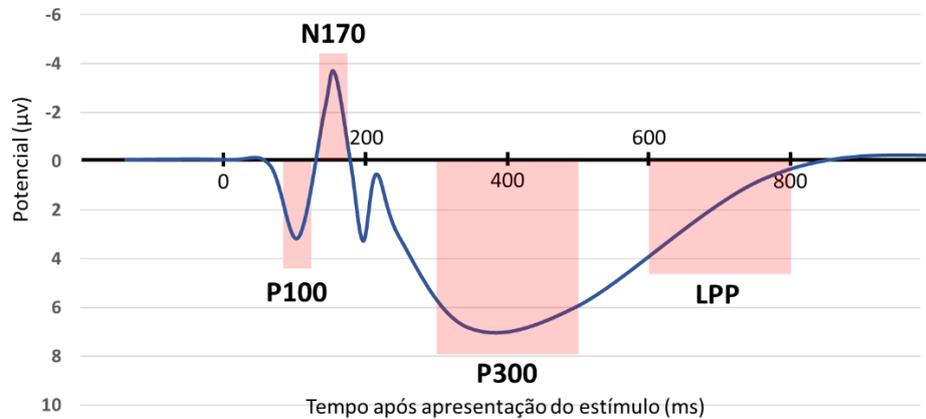


Figura 1.4 – Esquema hipotético de um traçado de ERP após apresentação de um estímulo visual. Destaque para os principais componentes que serão utilizados neste estudo, incluindo as faixas de tempo selecionadas. Observar a inversão do eixo Y, uma convenção nos estudos de ERP que também será utilizado ao longo da apresentação dos resultados do presente trabalho.

A maior parte dos estudos sobre empatia que utilizam o ERP concentram suas análises em três componentes básicos: o N170, o P300 e o LPP (*Late Positive Potential*), um potencial positivo tardio que ocorre após 600 milissegundos.

O N170 é um componente automático, que está relacionado com a dimensão afetiva da empatia. Ele ocorre a partir de estímulos visuais, apresentando maior amplitude (intensidade) para estímulos com faces humanas do que qualquer outro tipo de objeto. Alguns estudos apontam que a resposta do N170 é maior para faces com expressões emocionais do que faces neutras, enquanto outros não encontraram tal diferença (para uma revisão, ver Hinojosa, Mercado, & Carretié, 2015). Também foi descoberto que o N170, apesar de estar ligado ao aspecto afetivo da empatia, também pode ser modulado cognitivamente pelo contexto (Righart & de Gelder, 2008). Este componente do ERP é expresso nas regiões occipitais e temporais do córtex.

O P300 é um componente tardio relacionado à dimensão cognitiva da empatia. Pode ocorrer tanto a partir de estímulos auditivos quanto estímulos visuais que expressam emoções. É influenciado pela tarefa que é solicitada ao participante para ser realizada durante o experimento, portanto, ocorre por um processo “*top-down*” de alocação de atenção, podendo ser associado ao processo de memória (Polich, 2007). Possui um efeito de acomodação, apresentando uma maior resposta para estímulos-alvo pouco frequentes e menor resposta quando o estímulo-alvo é repetitivo (Hajcak, Weinberg, MacNamara, & Foti, 2012). Pode ser melhor identificado nas regiões centro parietais do córtex.

O LPP é outro componente tardio do ERP que também está relacionado com a dimensão cognitiva da empatia. Trata-se de um prolongamento do P300, que pode ser observado na região frontal e implica na manutenção da atenção ao estímulo com conteúdo emocional (Choi et al., 2014). Pode se manter por um longo período, mesmo após o estímulo já não ser mais exibido.

Essa apresentação dos componentes do ERP de forma sequencial nos remete à questão abordada anteriormente, sobre a interação entre as dimensões afetivas e cognitivas da empatia. Considerado apenas o traçado do ERP, teríamos uma sequência lógica dos estímulos afetivos ocorrendo antes do processo cognitivo. Contudo, alguns estudos testaram a utilização de diferentes instruções antes da apresentação dos estímulos, com tarefas específicas distintas para cada grupo a ser testado. Ou seja, propuseram uma atividade cognitiva previamente. Os resultados demonstraram que ocorre a modulação da empatia pelos processos cognitivos tanto nos seus estágios iniciais (N170) quanto nos estágios tardios (P300) (Fan & Han, 2008).

Estudo realizado com crianças entre três e nove anos, utilizando eletroencefalografia (EEG) e potencial relacionado a evento (ERP), demonstrou que tanto o componente inicial automatizado que foi testado, no caso o N200, relacionado ao componente afetivo, quanto o componente tardio (LPP), relacionado ao componente cognitivo, obtiveram um ganho com a idade ao longo do desenvolvimento, sendo essa diferença atribuída ao desenvolvimento cognitivo (Cheng et al., 2014).

Tais resultados reforçam a proposta de que o cérebro processa cognitivamente as informações contextuais tanto antes quanto depois das pistas emocionais, ou seja, o componente afetivo é modulado pelo componente cognitivo durante todo o processo da empatia (De Vignemont & Singer, 2006).

1.3 Bases Neurais da Percepção de Faces

Pesquisas que buscam investigar as regiões corticais envolvidas no processo de empatia geralmente exploram as áreas relacionadas à percepção do outro, pois as expressões corporais são uma forte indicação externa e perceptível das intenções e das emoções das pessoas (Decety & Jackson, 2004). O processo de percepção seleciona elementos no ambiente que requerem, ou ao menos sugerem requerer, uma resposta da pessoa. Num ambiente de interação social livre, isso inclui especialmente as expressões emocionais de amigos e familiares (Preston & De Waal, 2002). Do ponto de vista adaptativo da nossa espécie, a compreensão dos sinais emocionais expressos corporalmente pelos outros membros tem sido importante para a formação e a manutenção dos relacionamentos sociais (Decety & Jackson, 2006).

A maior parte dos estudos da área de Neurociências Cognitivas sobre empatia utilizam imagens faciais para oferecer pistas emocionais e então provocar o processo de empatia para estudo. Adicionalmente, há diversos estudos da referida área que abordam especificamente o processo de percepção de faces, em especial o reconhecimento das emoções através das expressões faciais. Neste sentido, integrar os estudos de empatia e percepção de faces surge como um caminho promissor para melhor compreensão do processo de empatia.

1.3.1 Processamento de faces com expressões emocionais

Assim como nos estudos sobre empatia, as pesquisas que investigam processamento de faces através do EEG também procuram identificar os principais componentes do ERP e suas respectivas características, incluindo os componentes iniciais, como o N170, e os componentes

tardios, como o P300 e o LPP. Dentre todos eles, o N170 é o mais estudado, tendo em vista sua especificidade em relação à face humana (Rossion, 2014), conforme descrito anteriormente.

Contudo, na última década, os estudos de processamento de faces têm dado atenção a um componente ainda mais precoce, o P100 (ou P1), um componente de potencial positivo que ocorre entre 80 e 120 milissegundos especialmente nas regiões occipitais e temporais. Uma intensa discussão tem se dado no sentido de compreender os efeitos do processamento de faces neste componente (Rossion & Jacques, 2008).

Enquanto alguns consideram o P100 como um componente de processamento visual de baixa resolução (*low-level*), relacionado à discriminação de aspectos físicos da imagem como tamanho, luminância e frequência espacial; outros encontraram diferenças na modulação do P100 quando se apresentava uma imagem facial em comparação com imagens de outras categorias, refletindo um processo de categorização automática do estímulo numa fase anterior à atenção voluntária (Dering & Donaldson, 2016), bem como diferenças entre faces neutras e representando medo, implicando num processo de modulação pelo conteúdo emocional da imagem (Batty & Taylor, 2003; Vuilleumier & Driver, 2007). A capacidade do componente P100 refletir uma categorização primária, especialmente à face expressando o medo, pode ter relação com o sistema que detecta perigo potencial no ambiente rapidamente e nos ajuda em nossa sobrevivência (Utama, Takemoto, Koike, & Nakamura, 2009).

Além dos componentes do ERP, também são investigadas as áreas relacionadas ao processamento de faces. Múltiplas regiões ao longo das áreas occipitais e temporais do córtex são responsáveis pelo processamento de faces, especialmente o córtex occipital inferior, o giro fusiforme e a parte posterior do sulco temporal superior (Bernstein & Yovel, 2015). Apesar de existirem diferentes propostas de interpretação da função de cada uma dessas áreas, os modelos dominantes propõem dois caminhos distintos no processamento visual de faces: o caminho ventral e o caminho dorsal.

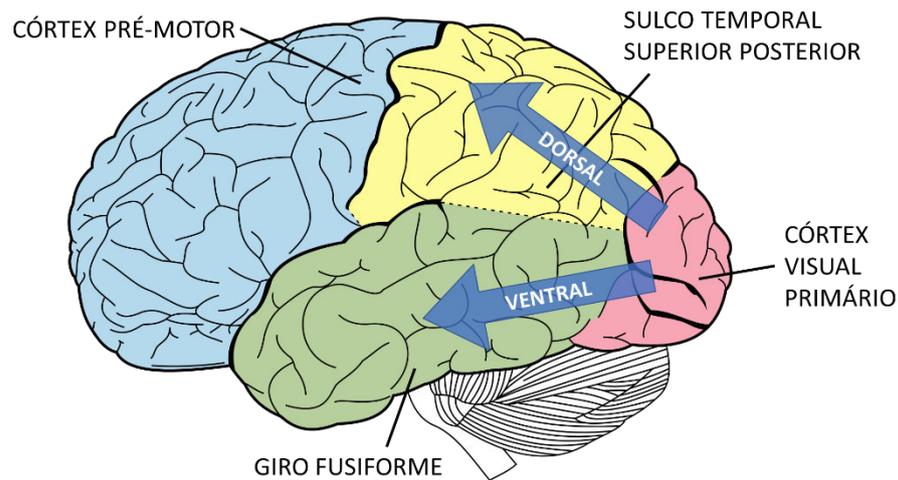


Figura 1.5 – Esquemática das regiões envolvidas no processamento de faces com expressões emocionais de acordo com o modelo dos caminhos ventral e dorsal.

O caminho ventral inclui a região occipital e o giro fusiforme e está relacionado com a detecção da face e das suas expressões emocionais, de forma lateralizada. O hemisfério esquerdo é mais analítico e responde pelo reconhecimento de partes isoladas da face, já o hemisfério direito é mais holístico e responde pela discriminação das emoções (Calvo & Beltrán, 2014), tanto para imagens estáticas quanto para imagens em movimento (Pitcher, Walsh, & Duchaine, 2011). Essa especialização ventral pode ser observada desde as fases iniciais do ERP, especificamente a partir do componente N170 (Eimer, Gosling, Nicholas, & Kiss, 2011).

O caminho dorsal, que envolve as áreas occipital e parietal, especialmente a parte posterior do Sulco Temporal Superior, responde pelos detalhes ligados ao movimento, como o movimento dos lábios, a direção do olhar e o posicionamento espacial da pessoa no ambiente. Também tem ligação direta com o sistema pré-motor, fazendo a interação entre as informações visuais e o próprio movimento corporal (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2014).

Adicionalmente, o Sulco Temporal Superior vem sendo indicado como a região responsável pela integração entre os estímulos visuais e os estímulos auditivos (Kreifelts, Ethofer, Shiozawa, Grodd, & Wildgruber, 2009). Sendo assim, a percepção de estímulos

bimodais (áudio + vídeo) com expressões emocionais provocam maior ativação desta região do que os estímulos unimodais (Robins, Hunyadi, & Schultz, 2009), sugerindo ocorrer um aprimoramento da percepção emocional ao se demonstrar que a ativação provocada pelos estímulos audiovisuais é superior àquela provocada pelos estímulos visuais e auditivos separadamente [audiovisual > vídeo unimodal + áudio unimodal] (Hagan et al., 2009).

1.4 Integrando Empatia e Processamento de Faces

Diversos estudos experimentais da área de Neurociências, que abordam esses temas de interesse, procuraram manipular fatores exógenos para verificar eventuais diferenças nas respostas eletrofisiológicas, especialmente em relação aos estímulos, como pessoas *vs* objetos, face *vs* corpo, face neutra *vs* face com expressão emocional, bem como alterações nos procedimentos, no que diz respeito às instruções dadas ao participante, ou ainda utilizando o recurso de estimulação transcraniana. Porém, parte dos estudos buscaram investigar as diferenças a partir de fatores endógenos. Como exemplos de propostas de pesquisa que correlacionaram características pessoais e medidas eletrofisiológicas da percepção de faces temos estudos acerca da influência do traço de personalidade (Cheung, Rutherford, Mayes, & McPartland, 2010), da habilidade emocional individual (Meaux, Roux, & Batty, 2014), e também do grau de empatia (Choi et al., 2014).

Estudo recente investigou a correlação entre o grau de empatia dos participantes, utilizando-se como instrumento de medida o *Balanced Emotional Empathy Scale* (BEES) (Mehrabian, 1996), e o processamento das expressões faciais através do ERP. Os resultados apontaram que o alto grau de empatia está associado a uma melhor detecção das expressões emocionais e redução do tempo de exploração do estímulo, sugerindo que um alto grau de empatia poderia ter a função de facilitar a compreensão das emoções a partir das expressões faciais (Balconi & Canavesio, 2016).

Um estudo pioneiro correlacionando atenção à face, medida através do ERP, e o grau de empatia do participante, através da Escala de Empatia de Davis (IRI), demonstrou que

peessoas com maior grau de empatia respondem com maior atenção à face desde os componentes iniciais do ERP, especificamente o N170 na região temporal direita, até os componentes tardios, como o LPP medido na região frontal (Choi et al., 2014).

Contudo, o referido estudo solicitou aos participantes que discriminassem a expressão facial exibida utilizando-se um paradigma “Oddball”, através do qual são apresentadas imagens em sequência na qual apenas uma delas é a imagem “alvo”, o que requer atenção, memorização e discriminação do estímulo. No caso desse experimento, eram apresentadas 96 imagens em sequência, sendo que apenas 24 delas apresentavam alguma expressão emocional e as outras eram neutras. O participante tinha que responder, apertando uma tecla o mais rápido possível, assim que observasse uma imagem com expressão emocional. Ou seja, a fim de garantir a atenção dos participantes aos estímulos, no paradigma “Oddball” propõe-se uma atividade claramente cognitiva durante a realização do experimento.

Sabe-se que a instrução preliminar tem um efeito significativo na atenção e, por conseguinte, na forma de processamento dos estímulos. Pesquisas que buscaram averiguar o efeito da instrução no nível de atenção demonstrou que os participantes recrutavam previamente uma determinada região cortical, ativando determinados neurônios do córtex visual antes mesmo da apresentação do estímulo, em função daquilo que havia sido instruído a buscar na imagem. Por exemplo, quando a instrução indicava procurar determinada cor na imagem, havia maior atividade prévia na região de processamento de cores no córtex visual (V4). Por outro lado, quando se orientava buscar pessoas na mesma imagem, a região de maior atividade anterior à apresentação do estímulo passava a ser o lobo temporal inferior, que está envolvido na categorização de objetos (Battistoni, Stein, & Peelen, 2017).

Esse efeito também ocorreu com imagens de categorias diferentes, como faces e casas. Quando a instrução anterior à exposição do estímulo solicitava ao participante para distinguir o sexo da pessoa que apareceria na imagem, portanto uma expectativa para uma imagem de

face, havia uma antecipação da atividade cortical nas regiões do giro fusiforme e do sulco temporal superior, responsáveis pelo processamento de faces (Esterman & Yantis, 2010).

Também ocorreram efeitos da instrução na modulação da resposta do córtex frontal. Ao oferecer três instruções distintas, a saber, discriminação da emoção, discriminação de gênero ou visualização passiva, foi possível observar maior ativação do córtex frontal ventral quando as instruções solicitavam algum tipo de discriminação, quando comparadas à visualização passiva. Isso sugere o envolvimento da memória de trabalho nesse tipo de atividade (Lange et al., 2003).

Se por um lado sabe-se que a instrução influencia o resultado do ERP e, por outro, sabe-se que o componente cognitivo influencia o processo de empatia, seria pertinente questionar a influência do paradigma “Oddball” nos resultados dos experimentos sobre empatia.

2 CAPÍTULO II - JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1 Justificativa

Tendo em vista a literatura apresentada anteriormente acerca das bases neurais da empatia e da percepção de faces, no presente estudo propôs-se analisar as correlações entre o grau de empatia e os principais componentes do ERP. Tais correlações foram exploradas utilizando-se novos procedimentos de pesquisa, tanto a partir da inclusão de novos estímulos audiovisuais quanto através da modificação das instruções oferecidas aos participantes.

Quanto aos componentes do ERP, de uma forma geral, foi postulado que quanto maior fosse o grau de empatia do participante, maior seria o efeito de modulação do componente estudado, verificado a partir de uma maior amplitude média de atividade neuronal na região de interesse. Dessa forma, cada componente do ERP foi associado a uma região cortical específica para análise, a partir da literatura já relatada neste estudo.

O componente P100 vem sendo explorado nas pesquisas sobre reconhecimento facial, mas ainda é inexplorado nas pesquisas sobre empatia. Tendo em vista a influência das expressões faciais na modulação desse componente, esperava-se que o grau de empatia do participante também influencie o resultado do P100, especialmente na região occipital.

O componente N170 tem sido relacionado à percepção das expressões emocionais faciais e à dimensão afetiva da empatia, especificamente na região temporal de ambos hemisférios corticais. Em relação a este componente, cuja polaridade é negativa, esperava-se que um maior grau de empatia do participante estivesse associado a uma maior amplitude média negativa. Apresentando-se, portanto, uma correlação negativa entre as duas variáveis.

O componente P300 pode ser identificado nas regiões centro-parietais do córtex e está associado com a atenção e com a interpretação da expressão emocional facial. Dessa forma, estaria associado à dimensão cognitiva da empatia.

E por fim, o componente LPP, também relacionado à dimensão cognitiva da empatia, estaria associado à manutenção da atenção às expressões emocionais. Ele pode ser registrado especialmente nas regiões frontais do córtex.

Do ponto de vista procedimental, a modificação mais importante diz respeito à retirada da atividade cognitiva do experimento, substituindo-se o paradigma “Oddball” por um procedimento de visualização passiva dos estímulos com expressões faciais. Com isso, pretende-se reduzir a influência do viés cognitivo externo do experimento, isolando o processo cognitivo como algo interno e espontâneo do participante.

Já a ampliação do escopo desse estudo se dará pela inclusão de estímulos audiovisuais, para serem comparados com as imagens estáticas, geralmente utilizadas nos experimentos de empatia. Com essa inclusão, será possível verificar se há diferença significativa entre apresentar as expressões faciais através de imagens estáticas ou em movimento, bem como entre estímulos audiovisuais e unimodais, durante o processo de avaliação cognitiva.

Dessa forma, o presente estudo visa contribuir com os conhecimentos sobre o processo de empatia ao propor uma análise integrada entre os componentes do ERP, os resultados de uma escala de empatia e os conhecimentos acerca do processamento de faces no córtex.

2.2 Objetivo Geral

Avaliar as relações entre o grau de empatia e a resposta eletrofisiológica do córtex cerebral de atenção à face com expressões emocionais, utilizando-se diferentes estímulos audiovisuais.

2.3 Objetivos Específicos

- Correlacionar o grau de empatia em suas quatro dimensões e os resultados eletrofisiológicos dos principais componentes do ERP (P100, N170, P300 e LPP).
- Analisar a resposta eletrofisiológica de atenção à expressão emocional facial.
- Avaliar a resposta eletrofisiológica de atenção à expressão emocional facial a partir de diferentes estímulos audiovisuais.

2.4 Hipóteses

Tendo em vista os objetivos da pesquisa e a literatura apresentada anteriormente, foram formuladas as seguintes hipóteses:

- (H1) Há correlação positiva entre o grau de empatia e a amplitude média do componente P100 na região occipital.
- (H2) Há correlação negativa entre o grau de empatia e a amplitude do componente N170 na região temporal.
- (H3) Há correlação positiva entre o grau de empatia e a amplitude do componente P300 na região centro-parietal.
- (H4) Há correlação positiva entre o grau de empatia e a amplitude do componente LPP na região frontal.
- (H5) O componente N170 é modulado pelas diferentes expressões emocionais na região temporal.
- (H6) O componente LPP é modulado pelos diferentes estímulos audiovisuais na região frontal.

3 CAPÍTULO III - METODOLOGIA

3.1 Delineamento da pesquisa

No presente estudo optou-se por utilizar um delineamento experimental, com medidas repetidas (intra-sujeitos), utilizando-se múltiplas variáveis independentes.

3.2 Participantes

Participaram deste estudo 18 pessoas voluntárias, sem qualquer tipo de incentivo financeiro ou de créditos acadêmicos, sendo nove homens e nove mulheres, com idades entre 19 e 27 anos (Média (\bar{X}) = 22,47; Desvio Padrão (DP) = 2,87), recrutadas por conveniência entre alunos de cursos de graduação (77,7%) e pós-graduação (22,3%) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- Critérios de Inclusão
 - Ter idade acima de 18 anos;
 - Ser destro;
 - Ter acuidade visual e auditiva normais ou corrigidas.
- Critérios de Exclusão
 - Ter histórico de doenças neurológicas;
 - Fazer uso de medicamentos prescritos;
 - Ter consumido drogas psicoativas nas 24 horas que antecederem a coleta de dados.

Através de questionário sociodemográfico, nenhum participante relatou o uso de medicamento controlado, o uso frequente de drogas psicoativas ou diagnóstico de doença neurológica.

3.3 Instrumentos, Materiais e Equipamentos

Foram utilizados como instrumentos neste estudo:

Questionário sociodemográfico – Visou obter e registrar informações sobre idade, sexo, escolaridade, estado civil, uso de álcool e outras drogas psicoativas, histórico de doenças neurológicas pessoal e familiares, entre outros fatores que auxiliaram na caracterização dos participantes.

Escala de Empatia – Para atender aos objetivos do presente estudo utilizou-se o *Interpersonal Reactivity Index* (IRI) de Davis, uma escala multidimensional que avalia o grau de empatia por meio de quatro dimensões: Angústia Pessoal (AP), Consideração Empática (CE), Tomada de Perspectiva (TP) e Fantasia (FS). O instrumento já havia sido traduzido, validado e se mostrou adequado para aplicação no Brasil (Sampaio et al., 2011).

Conjunto de Estímulos – Foram produzidos 160 estímulos experimentais especialmente para serem utilizados no presente estudo. Este conjunto consistia em materiais audiovisuais que visavam transmitir estados emocionais através de diferentes meios de comunicação não verbal, como entonação da voz e expressões faciais, separadamente (unimodais) ou em conjunto (bimodais / audiovisuais).

Os estímulos foram gravados em vídeo por 12 pessoas adultas (três mulheres negras, três mulheres brancas, três homens negros e três homens brancos). Todos foram convidados por conveniência e nenhum deles tinha experiência profissional como atores. Essas pessoas foram instruídas para representar quatro expressões emocionais distintas, a saber, Felicidade, Tristeza, Raiva e Neutra. A fim de equilibrar a valência da fala, optou-se por gravar cada expressão duas vezes, ora verbalizando “sim”, ora verbalizando “não”.

As gravações foram feitas em *close* (tecnicamente conhecido como “primeiríssimo plano”), na qual se mostrava o rosto inteiro da pessoa, do ombro para cima. O fundo era neutro (cinza claro) e as imagens foram convertidas em escala de cinza (preto e branco).

Após as gravações, os vídeos foram editados e apresentados aleatoriamente a dois juízes, que não sabiam dos objetivos do estudo e foram instruídos a indicar, em cada trecho, qual o estado emocional que estava sendo interpretado. De cada conjunto de três pessoas,

semelhantes por sexo e raça, foi escolhido aquele que teve maior congruência de avaliação entre os juízes e o estado emocional de fato representado. Dessa maneira, foram escolhidos os vídeos de uma mulher negra, de uma mulher branca, de um homem negro e de um homem branco.

De posse desses recursos, os estímulos foram editados para atender cinco condições de comunicação não verbal, são elas: somente áudio (apenas entonação da voz), somente foto (apenas expressões faciais estáticas), somente vídeo sem áudio (apenas expressões faciais em movimento), foto com áudio (entonação e expressões estáticas) e vídeo com áudio (entonação e expressões em movimento).

Em síntese, foram produzidos 160 estímulos a partir de quatro pessoas, quatro estados emocionais, cinco condições não verbais, verbalizando “sim” ou “não” ($4 \times 4 \times 5 \times 2 = 160$ estímulos distintos).

Todos os estímulos foram editados com a duração exata de 1000 milissegundos (ms). Da gravação em vídeo foram extraídos os áudios e um frame que melhor representou o estado emocional em questão, para ser utilizado como imagem estática (foto). Os estímulos em áudio tiveram a intensidade normalizada. Os estímulos fotográficos tiveram a dimensão padronizada de 1280 por 720 pixels. E, por fim, os estímulos em vídeo foram editados em resolução HD (alta resolução) definida em 1280 por 720 pixels.

A partir dos 160 estímulos audiovisuais produziu-se um vídeo único, apresentando os estímulos sequencialmente e de forma aleatória (randomizada por sorteio) por um segundo (1000ms) cada, intercalados por tela cinza com duração de três segundos (3000ms). Nos últimos 300ms da tela cinza, foi exibida uma cruz preta no centro da tela, para indicar a proximidade da apresentação do estímulo seguinte. Dessa forma, o vídeo com os 160 estímulos diferentes totalizou oito minutos.

Sistema para Exibição dos Estímulos – Durante a coleta de dados, os estímulos visuais foram exibidos num monitor de vídeo LG de 24' e os estímulos auditivos em fones de ouvido

Philips com potência aproximada de 50 dB, ambos equipamentos interligados a um notebook rodando um software de exibição de vídeos, com controle de tempo.

Sistema de Eletroencefalograma (EEG) – A eletroencefalografia é uma técnica não invasiva utilizada para registrar a atividade eletrofisiológica do córtex cerebral a partir de eletrodos posicionados superficialmente no escalpo (couro cabeludo). Inventada em 1924 pelo neurologista alemão Hans Berger (1873-1941), inicialmente a técnica foi utilizada com objetivos clínicos, mas com o desenvolvimento dos equipamentos e da qualidade dos registros, também vem sendo amplamente utilizada na área de Neurociências Cognitiva. Por ser um procedimento não invasivo, tem sido utilizada em diversas pesquisas repetidamente, sem a identificação de riscos ou limitações (Teplan, 2002).

Neste estudo, para a coleta de dados eletrofisiológicos foi utilizado um sistema de EEG de 32 canais, composto por um amplificador de sinal “Brain Vision actiCHamp”, eletrodos bioativos e uma touca *ActiCap* com o padrão 10/20 para posicionamento dos 32 eletrodos. O sistema foi interligado a um notebook rodando o software *BrainVision PyCorder* para registro contínuo das atividades eletrofisiológicas com taxa de amostragem definida em 500Hz.

Para realizar a sincronização do registro do EEG com a apresentação dos estímulos aos participantes, foi utilizado um foto-sensor no lateral direita inferior do monitor, interligado a um canal auxiliar do equipamento de EEG. Dessa forma, as variações da luminância registradas no canal auxiliar serviram como marcadores de sincronização para os registros de eletroencefalograma (*trigger*).

3.4 Procedimento de coleta dos dados

O presente estudo atendeu aos princípios éticos de pesquisa com seres humanos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Saúde, através da Resolução 466/12, uma vez que o projeto de pesquisa foi submetido à análise prévia e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob o código CAEE 51438515.7.0000.5188.

Foi elaborado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) conforme orientações éticas para pesquisas com seres humanos (Apêndice 1). Dessa forma, foi garantido a todos os participantes o sigilo e a confidencialidade dos dados, bem como foi respeitada sua autonomia, podendo o participante se recusar a realizar algum procedimento e retirar-se da pesquisa a qualquer momento, sem prejuízos para todas as partes envolvidas.

Inicialmente, o participante foi esclarecido sobre o objetivo do estudo, o caráter voluntário de sua participação e a confidencialidade garantida aos dados coletados. Com a concordância expressa do voluntário na participação deste estudo, através da sua assinatura do TCLE, os procedimentos experimentais lhe foram explanados.

A coleta de dados aconteceu individualmente, em ambiente reservado, no Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC) do Departamento de Psicologia da UFPB. O processo de coleta de dados consistiu em cinco etapas executadas sucessivamente, numa única sessão, com duração total de aproximadamente duas horas.

Na primeira etapa foi aplicado o questionário sociodemográfico (Apêndice 2) para obtenção dos dados para caracterização dos participantes do estudo.

Na segunda etapa foi aplicado o *Interpersonal Reactivity Index* (IRI) para avaliar o grau de empatia dos participantes nas dimensões afetivas e cognitivas.

A terceira etapa consistiu na realização de medidas com o EEG. Iniciou-se com a tomada das medidas do crânio do participante, a fim de escolher a touca com o tamanho mais adequado. Após a escolha da touca, foram instalados os eletrodos e realizada a preparação inicial do equipamento. A colocação da touca no participante ocorreu respeitando-se o padrão internacional 10/20 de posicionamento dos eletrodos. Uma vez posicionados os eletrodos no escalpo, foi iniciada a medida da impedância de cada eletrodo individualmente. Para essa pesquisa, foi estabelecido manter todos os eletrodos abaixo de 20 ohms (Ω). Sempre que algum eletrodo estivesse acima desse valor, foi aplicado gel eletrolítico para facilitar o contato do

eletrodo com o couro cabeludo e realizado o afastamento do cabelo abaixo do eletrodo, a fim de facilitar a redução da impedância.

Uma vez tendo os 32 eletrodos com impedância abaixo do limite estabelecido, foi iniciada a quarta etapa com o processo de coleta de dados com os estímulos. O participante foi acomodado em uma poltrona confortável, à frente da tela que exibiria os estímulos numa distância de 100 cm, e posicionados os fones de ouvido. Foi informado que seria exibido um vídeo com imagens de pessoas na tela, com som ou sem som, e que então bastaria apenas assistir a esse vídeo, com duração aproximada de oito minutos, com intervalos entre as sessões. O participante foi instruído apenas para olhar em direção à tela, sem que houvesse sido solicitada qualquer tarefa específica a ser realizada após a apresentação dos estímulos. Também foi solicitado que o participante evitasse movimentos bruscos, tentasse manter a atenção à tela e evitasse piscadas excessivas, especialmente após o aparecimento da cruz indicativa de apresentação de um novo estímulo. Também foi informado que poderia interromper a sessão a qualquer momento.

Após o entendimento das instruções, com a anuência do participante, as luzes de todos os ambientes foram apagadas e então iniciada a sessão de coletas de dados.

Todos os equipamentos de registro do EEG e de geração dos estímulos foram posicionados numa sala ao lado da sala de coleta. O pesquisador também ficou nesta sala ao lado, monitorando os registros e observando o participante, caso houvesse alguma solicitação por parte dele. Dessa forma, o ambiente se manteve silencioso e escuro, apenas com a luminosidade da tela que exibia os estímulos.

Entre cada sessão de apresentação dos estímulos, que durava oito minutos, o pesquisador voltava à sala de coleta, acendia as luzes e conversava informalmente com o participante, oferecendo água e alimento, e verificando se estava confortável para continuar o experimento. Esse intervalo entre sessões durava em torno de três minutos. Após o intervalo, as luzes eram novamente apagadas, o pesquisador se posicionava na sala lateral e uma nova

sessão era iniciada. Dessa forma, a coleta de dados com cada participante foi constituída de três sessões de coleta, com dois intervalos entre elas, totalizando pouco mais de 30 minutos.

A quarta etapa consistiu numa conversa informal com o participante, enquanto se fazia a retirada da touca com os eletrodos e a limpeza dos cabelos. Buscou-se verificar o eventual reconhecimento de alguma das pessoas que apareceram no vídeo, sanar dúvidas acerca dos objetivos das tarefas realizadas, responder questões sobre os procedimentos de coleta de dados, entre outros aspectos relativos ao estudo.

Ao longo da pesquisa, nenhum participante relatou reconhecer as pessoas no vídeo, solicitou a interrupção da coleta ou demonstrou qualquer tipo de transtorno psíquico em função da experiência. Por outro lado, foram relatados desconfortos físicos com a touca e com a posição sentada, bem como sonolência ou tédio em função da repetição contínua de estímulos semelhantes.

3.5 Processamento dos sinais do EEG

Após a coleta de dados, os sinais digitalizados do EEG de cada participante foram processados utilizando-se o software *BrainVision Analyzer 2.1*. Cada sessão foi analisada separadamente no software, mas os parâmetros de processamento dos sinais de EEG foram definidos previamente, após testes com os dados reais, e em seguida configurados e aplicados de forma idêntica para cada uma das sessões. Os parâmetros de processamento dos sinais são apresentados a seguir, na ordem em que foram aplicados.

3.5.1 Mudança da Taxa de Amostragem (*Change Sampling Rate*)

A taxa de amostragem dos dados foi coletada em 500Hz e reduzida em todos os registros para 250 Hz, a fim de reduzir a quantidade de dados a serem manipulados e analisados posteriormente.

3.5.2 Nova Referência (*New Reference*)

Os dados foram coletados tendo-se como referência o canal Fp1. Posteriormente, a referência foi ajustada para ser considerada a média dos registros de todos os 31 eletrodos coletados. Os dados do canal Fp1 foram então recuperados e reutilizados.

3.5.3 Filtros (*Filters*)

Para melhorar a qualidade dos registros e proceder a exclusão de sinais indesejáveis, os registros foram amplificados na faixa de 1-45Hz e filtrados para a frequência de 60Hz. Utilizou-se os mesmos parâmetros para todos os canais.

3.5.4 Inspeção de Dados (*Raw Data Inspection*)

Após avaliação utilizando-se diferentes tipos de inspeção, verificou-se que a inspeção automática de artefatos produziu um efeito satisfatório, semelhante à inspeção semiautomática. Dessa forma, optou-se por utilizar o método de inspeção automática em todos os registros, em cada um dos canais individualmente. Foram definidos como critérios de inspeção os trechos entre 100 milissegundos (ms) antes e depois de acontecerem um ou mais dos seguintes eventos:

- Variação abaixo de 0,5 microvolts (μV) num intervalo de 100ms.
- Variação superior a 80 μV num intervalo de 100ms.
- Amplitude superior a 100 μV ou inferior a -100 μV .

3.5.5 Correção Ocular (*Ocular Correction ICA*)

Os trechos que apresentaram artefatos na inspeção de dados foram corrigidos automaticamente utilizando o método ICA Infomax, tendo como referência o canal Fp2 para identificação de atividades verticais de movimento.

3.5.6 Definição do Trigger (*Level Trigger*)

A partir de definida a utilização do canal auxiliar, no qual foram realizados os registros de luminância através do foto-sensor, estabeleceu-se o nível de variação da luminância como

indicativo do *trigger* para segmentação posterior dos registros de cada estímulo. A utilização do foto-sensor demonstrou-se adequada, marcando automaticamente o início de exibição de todos os estímulos, em cada uma das sessões de coleta realizadas.

3.5.7 Segmentação (*Segmentation*)

As marcações de apresentação dos estímulos (*trigger*) foram então identificadas no registro dos sinais de cada canal e definidas as épocas de análise dos registros entre -200 e 1000 ms para cada um dos estímulos apresentados aos participantes. Tendo em vista que um mesmo estímulo foi apresentado ao participante em três sessões distintas, os segmentos relativos a cada uma das sessões foram agrupados e calculado o registro médio daquele estímulo para cada participante. Caso algum dos segmentos tivesse sido marcado como inválido, parcial ou integralmente, através do processo de inspeção de dados realizado anteriormente, esse segmento foi desconsiderado e a média foi calculada a partir dos dois segmentos remanescentes. Não houve nenhum caso de exclusão acima de um segmento.

3.5.8 Correção da Linha de Base

Cada segmento médio teve sua linha de base corrigida utilizando-se os 200 ms anteriores à apresentação dos estímulos.

3.5.9 Exportação dos Dados

Após a realização do processamento dos sinais através do *BrainVision Analyzer*, as amplitudes médias obtidas por cada participante foram exportadas separadamente, por componente e canal, para cada tipo de estímulo e de expressão emocional, em formato texto.

3.6 Procedimento de análise dos dados

As médias de amplitudes do ERP obtidas nas diversas condições foram então importadas e analisadas estatisticamente utilizando-se o software SPSS Versão 24, a partir das variáveis Tipo de Estímulo (vídeo+áudio, vídeo, foto+áudio, foto e somente áudio), Expressão

Emocional (Neutra, Alegria, Raiva e Tristeza) e Componente (P100, N170, P300 e LPP), em todos os canais disponíveis.

Em seguida, os resultados relativos à escala de empatia (IRI) de cada participante, tanto o escore geral quanto os escores de cada dimensão, foram inseridos no software de análise estatística. Através do método de *Coeficiente de Pearson*, foram correlacionados os resultados obtidos na escala de empatia para cada um dos componentes de interesse, considerando-se os diferentes estados emocionais e os tipos de estímulos.

Ainda em relação à escala de empatia, a partir da média de cada dimensão, bem como do escore geral, cada participante da pesquisa foi classificado como tendo escore abaixo da média ou acima da média naquela dimensão. Essa classificação foi utilizada para separar os grupos durante a análise dos resultados.

Para identificar diferenças entre as variáveis, foram utilizadas as análises de variâncias, Anova ou Manova, de acordo com o interesse de análise. Também foram utilizados teste *t* para amostras independentes ou pareadas. Para todas as análises estatísticas foi considerado o nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

4 CAPÍTULO IV - RESULTADOS

4.1 Análises Preliminares

4.1.1 Identificação dos Componentes de Análise

A análise dos dados deste estudo visa verificar especialmente a modulação dos componentes P100, N170, P300 e LPP do Potencial Relacionado a Evento (ERP) a partir da apresentação de diferentes tipos de estímulos e diferentes expressões emocionais, separadamente nos canais relacionados às regiões do córtex, a saber, occipital, temporal, parietal e frontal.

A partir da análise preliminar dos dados, o componente P100 foi definido como a amplitude positiva média entre 80 e 120 milissegundos (ms) após a apresentação do estímulo na tela. Já o componente N170 foi definido como sendo a amplitude negativa média entre 130 e 170ms após a apresentação do estímulo. O componente P300 abrange a faixa de 300 a 500ms pós estímulo. E por fim, o componente LPP envolve a faixa entre 600 e 800ms após o início da apresentação do estímulo. Os resultados obtidos em cada um desses componentes serão analisados em função do grau de empatia de cada participante da pesquisa, apurados através da escala de empatia.

4.1.2 Escala de Empatia

A Escala de Empatia de Davis foi aplicada individualmente aos 18 participantes da pesquisa. Contudo, dois deles foram excluídos da análise dos dados que utilizam a correlação entre os resultados da escala e a resposta eletrofisiológica. O primeiro, por não ter respondido ao questionário integralmente, o segundo, por informar ter conhecimento sobre a escala. Sendo assim, um homem e uma mulher foram excluídos das análises de correlação, ajustando-se a amostra de correlações para 16 participantes.

A Tabela 4.1 apresenta os resultados dos escores dos participantes na Escala de Empatia de Davis separadamente em suas quatro dimensões, bem como em seu escore geral.

Tabela 4.1 – Escore médio dos participantes na Escala de Empatia de Davis (IRI) nas quatro dimensões e no escore geral.

Escala de Empatia	Média	DP	Mínimo	Máximo
Fantasia	26,81	5,63	11	35
Consideração Empática	26,25	3,85	18	33
Angústia Pessoal	18,19	5,79	8	28
Tomada de Perspectiva	23,87	4,33	17	30
Escore Geral	95,25	13,09	68	116

Não foram encontradas diferenças significativas em relação ao sexo, nem correlação significativa em relação à idade. As médias encontradas nesta amostra, tanto no Escore Geral quanto em cada dimensão separadamente, demonstram-se compatíveis com as médias encontradas no estudo de validação da escala de empatia para a população brasileira, também realizado com estudantes universitários (Sampaio et al., 2011).

Os escores apurados para cada participante da pesquisa, seja o geral ou para cada dimensão, será utilizado na análise dos resultados de duas formas distintas:

1. Os resultados de cada participante serão utilizados para correlacionar o escore obtido na escala de empatia e a amplitude média apurada através do EEG, entre os mais diversos componentes, em canais de distintas regiões do córtex cerebral. A realização dessas correlações atenderá aos principais objetivos deste estudo.
2. A fim de ilustrar as diferenças entre um baixo escore e um alto escore na escala de empatia, em determinadas análises os participantes serão divididos em dois grupos, de acordo com a média de cada dimensão da escala, entre aqueles que ficaram acima ou abaixo da média. Dessa forma, poderão ser realizadas comparações entre o padrão de resposta eletrofisiológica apresentado pelo grupo com baixo escore (abaixo da média) e o grupo com alto escore (acima da média).

4.1.3 Valência do Conteúdo Verbal

Durante a produção dos estímulos, optou-se por criar todos os estímulos de forma duplicada, num deles verbalizando-se “Sim” e num outro verbalizando-se “Não”, a fim de

equilibrar a valência do conteúdo verbalizado e anular eventuais efeitos da valência na modulação dos componentes pesquisados.

Para verificar se ocorreu algum efeito em função da valência do conteúdo verbalizado, foram realizadas duas análises de variância com os dados envolvendo o “Conteúdo Verbal” com o “Tipo de Estímulo” e o “Conteúdo Verbal” com a “Expressão Emocional”.

A Manova envolvendo “Conteúdo Verbal” e “Tipo de Estímulo” não apresentou nenhuma interação significativa em diferentes canais, como exemplo: P7 [F (3,2229) = 0,67, p = 0,573, $\eta_p^2 = 0,001$], P8 [F (3,2229) = 1,71, p = 0,162, $\eta_p^2 = 0,002$], Fz [F (3,2229) = 1,49, p = 0,215, $\eta_p^2 = 0,002$], Pz [F (3,2229) = 0,41, p = 0,747, $\eta_p^2 = 0,001$], Cz [F (3,2229) = 1,78, p = 0,149, $\eta_p^2 = 0,002$].

A Manova envolvendo “Conteúdo Verbal” e “Expressão Emocional” também não apresentou qualquer interação significativa entre essas variáveis em diferentes canais, como exemplo: P7 [F (3,2229) = 0,27, p = 0,849, $\eta_p^2 = 0,000$], P8 [F (3,2229) = 1,684, p = 0,168, $\eta_p^2 = 0,002$], Fz [F (3,2229) = 0,634, p = 0,593, $\eta_p^2 = 0,001$], Pz [F (3,2229) = 1,08, p = 0,356, $\eta_p^2 = 0,001$], Cz [F (3,2229) = 2,260, p = 0,08, $\eta_p^2 = 0,003$].

Dessa forma, conclui-se que o conteúdo verbalizado não apresentou influência nos resultados obtidos e, portanto, os estímulos semelhantes com verbalizações distintas serão utilizados de forma agrupada nas análises posteriores.

4.1.4 Exclusão do tipo “Apenas Áudio”

A análise preliminar do formato das ondas de ERP do tipo de estímulo “Apenas Áudio” não demonstrou qualquer modulação específica nos principais canais relacionados aos objetivos desta pesquisa (Figura 4.1), diferenciando-se dos demais tipos de estímulos em que se apresentou alguma imagem. Por isso, optou-se por excluir os dados desse tipo de estímulo das análises deste estudo.

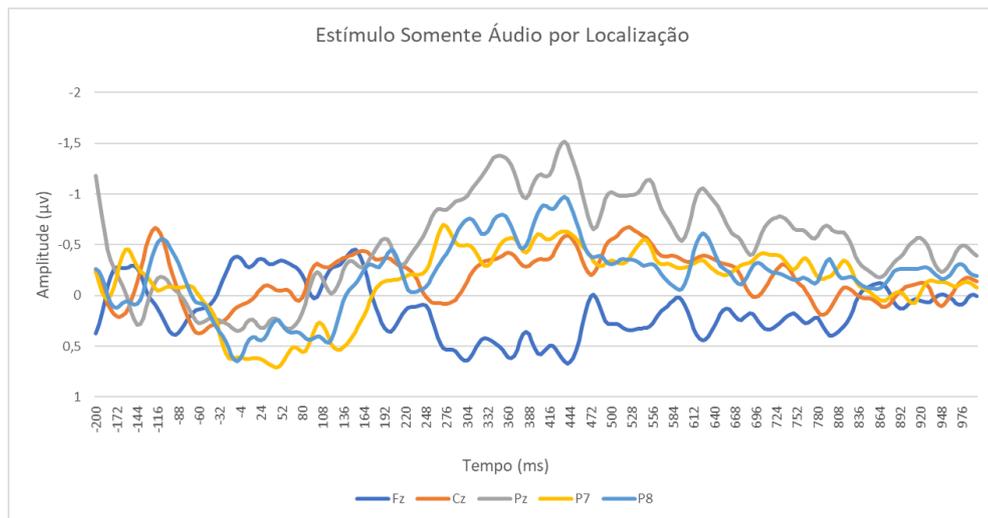


Figura 4.1 – Grande média do potencial relacionado a evento (ERP) do tipo de estímulo “Apenas Áudio” por canal do EEG.

4.2 Modulação do componente P100 na região occipital

A primeira hipótese desta pesquisa apresentava a seguinte formulação:

- (H1) Há correlação positiva entre o grau de empatia e a amplitude média do componente P100 na região occipital.

Para analisar a modulação do componente P100, definido como a amplitude média do potencial positivo entre 80ms e 120ms após a apresentação do estímulo, foram selecionados os resultados de ERP obtidos através dos canais O1, Oz e O2, da região occipital, considerando-se todos os tipos de estímulos que apresentavam face, independentemente da expressão emocional representada.

Os traçados do ERP para esses canais são apresentados na Figura 4.2 e demonstram o componente P100 nos três canais da região de interesse, apresentando um pico de potencial positivo em torno de 100ms após a apresentação dos estímulos. As amplitudes médias apuradas para o componente P100 foram positivas nos canais O1 ($\bar{X} = 2,95$; DP = 2,09), Oz ($\bar{X} = 2,81$; DP = 2,63) e O2 ($\bar{X} = 3,05$; DP = 2,83).

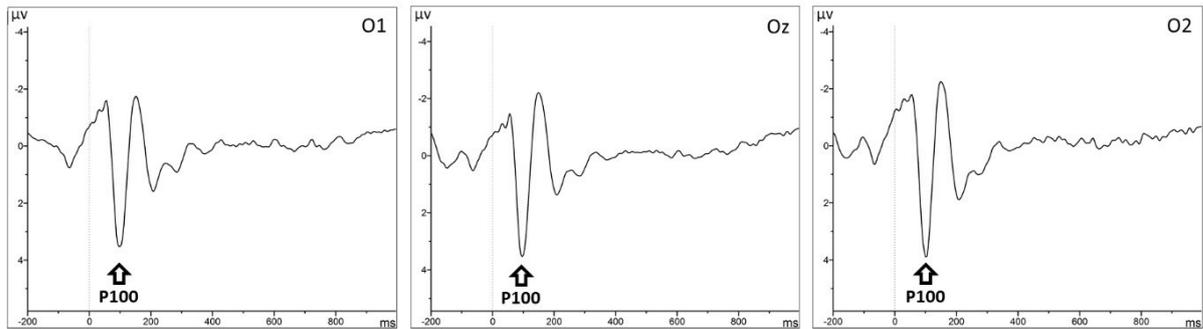


Figura 4.2 – Traçado do ERP dos canais da região occipital, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para a presença do componente P100 nos três canais da região de interesse.

O teste *t* para amostras pareadas apontou que não ocorreram diferenças significativas do componente P100 entre os canais O1 e O2 ($p = 0,741$), havendo uma forte correlação positiva entre os dois canais ($r = 0,91$, $p < 0,001$). Tal resultado indicou não ocorrer efeito de lateralidade desse componente na região occipital, quando considerados todos os participantes e todas as expressões emocionais, e também uma forte sincronia entre as regiões occipitais de ambos hemisférios.

Tendo em vista a proposição da hipótese H1 desta pesquisa, buscou-se verificar a existência de correlação entre o componente P100 e o escore da escala de empatia. De um lado, os dados do ERP foram apurados para cada participante, separadamente para cada canal de interesse. De outro lado, foram apurados os resultados de cada participante na Escala de Empatia de Davis, em suas quatro dimensões, bem como em seu escore geral. Após esses procedimentos, as amplitudes médias do componente P100 e os escores obtidos na escala de empatia foram correlacionados através do método de correlação de *Pearson*.

Os resultados apontaram para uma correlação negativa moderada entre o componente P100 e o escore geral da Escala de Empatia no canal Oz ($r = -0,52$, $p = 0,041$). Além disso, indicaram uma forte correlação negativa entre o componente P100 e a dimensão Tomada de Perspectiva nos canais O1 ($r = -0,74$, $p = 0,001$), Oz ($r = -0,73$, $p = 0,001$) e O2 ($r = -0,71$, $p = 0,002$). Tais correlações estão representadas, separadamente, na Figura 4.3.

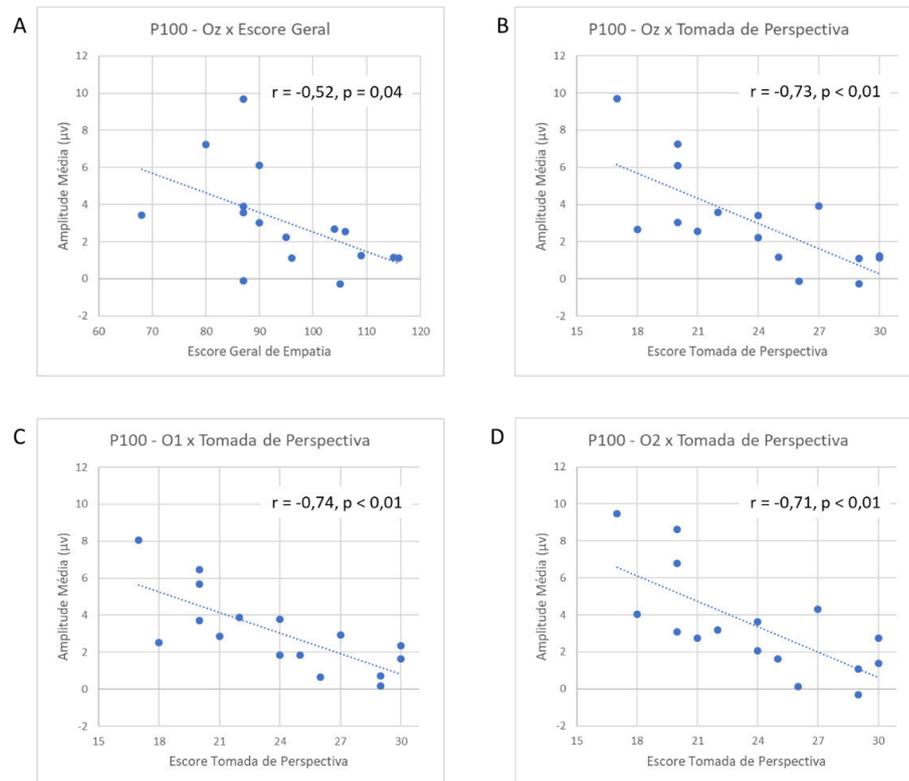


Figura 4.3 – Correlação entre a amplitude média do componente P100 e o resultado obtido pelo participante na Escala de Empatia: (A) canal Oz e o Escore Geral da escala de empatia; (B) canal Oz e a dimensão Tomada de Perspectiva; (C) canal O1 e a dimensão Tomada de Perspectiva; (D) canal O2 e a dimensão Tomada de Perspectiva.

Não foram encontradas outras correlações significativas entre os demais canais da região occipital e as demais dimensões da escala de empatia. Os resultados completos, agrupando-se todas as expressões emocionais, separadas pelas diferentes dimensões da escala de empatia, são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente P100 nos canais O1, Oz e O2 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.

Escore da Escala de Empatia	P100		
	O1	Oz	O2
Fantasia	-0,36	-0,36	-0,32
Angústia Pessoal	0,01	-0,07	0,07
Consideração Empática	-0,34	-0,31	-0,24
Tomada de Perspectiva	-0,74**	-0,73**	-0,71**
Escore Geral	-0,49	-0,52*	-0,41

n = 16. * Correlação de Pearson; $p < 0,05$. ** Correlação de Pearson; $p < 0,01$.

Quando os resultados foram desmembrados para cada uma das expressões emocionais representadas nos estímulos utilizados neste estudo, as correlações encontradas em relação à dimensão Tomada de Perspectiva se mantiveram fortes em todas as expressões emocionais, nos três canais analisados. Já em relação ao Escore Geral e o canal Oz, não foi estabelecida correlação apenas para a expressão “Raiva”, sendo mantida a correlação em todas as demais expressões no canal Oz. Adicionalmente, foi estabelecida correlação negativa entre o Escore Geral e o canal Oz na expressão neutra. Não foram encontradas correlações significativas entre as demais dimensões, canais e expressões emocionais. A Tabela 4.3 apresenta esses resultados em detalhes.

Tabela 4.3 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente P100 nos canais O1, Oz e O2 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.

Escala de Empatia	Expressão Emocional	P100		
		O1	Oz	O2
Fantasia	Neutra	-0,46	-0,41	-0,30
	Alegria	-0,36	-0,38	-0,34
	Raiva	-0,29	-0,29	-0,24
	Tristeza	-0,29	-0,33	-0,35
Angústia Pessoal	Neutra	0,04	-0,04	0,15
	Alegria	0,00	-0,10	0,05
	Raiva	0,07	-0,03	0,09
	Tristeza	-0,05	-0,12	-0,03
Consideração Empática	Neutra	-0,43	-0,38	-0,29
	Alegria	-0,28	-0,30	-0,22
	Raiva	-0,29	-0,27	-0,20
	Tristeza	-0,32	-0,28	-0,21
Tomada de Perspectiva	Neutra	-0,67**	-0,68**	-0,63**
	Alegria	-0,66**	-0,71**	-0,71**
	Raiva	-0,78**	-0,74**	-0,73**
	Tristeza	-0,77**	-0,74**	-0,71**
Escore Geral	Neutra	-0,52*	-0,53*	-0,35
	Alegria	-0,45	-0,53*	-0,42
	Raiva	-0,43	-0,46	-0,36
	Tristeza	-0,49	-0,52*	-0,46

n = 16. * Correlação de Pearson; p < 0,05. ** Correlação de Pearson; p < 0,01.

Tendo em vista ter sido encontrado um maior efeito de correlação especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva (TP) da escala de empatia, nos três canais de interesse e em

todas as expressões emocionais, optou-se por realizar uma subdivisão entre os participantes desta pesquisa dentre aqueles que apresentaram escore acima da média, daqueles que apresentaram escore abaixo da média na referida dimensão da escala, a fim de ilustrar as diferenças de modulação entre esses dois grupos.

Nesta subdivisão dos participantes da pesquisa, observou-se claramente a diferença entre os dois subgrupos no traçado do ERP do componente P100 nos três canais da região occipital, conforme apresentado na Figura 4.4. O teste *t* para amostras independentes confirmou a existência de diferenças significativas entre os dois subgrupos nos canais O1 ($p = 0,001$), Oz ($p = 0,005$) e O2 ($p = 0,005$).

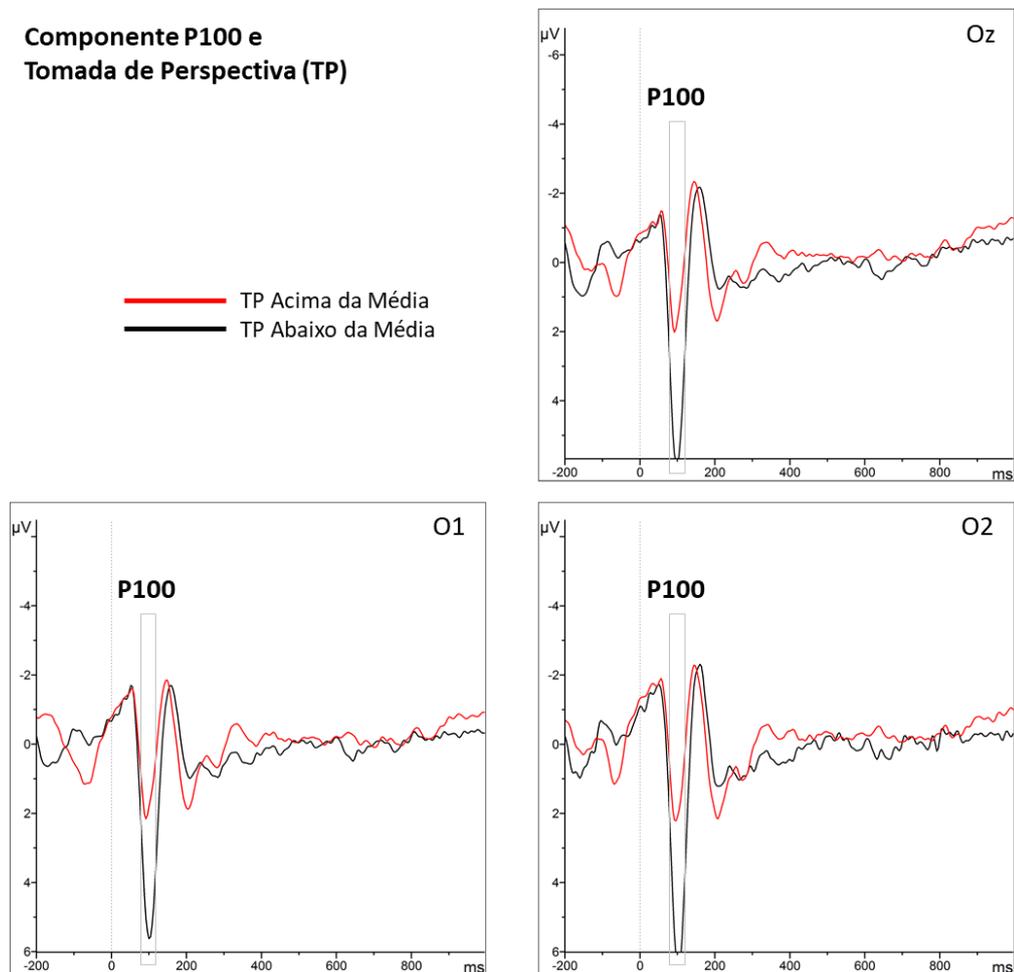


Figura 4.4 – Traçado do ERP dos canais da região occipital comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para a diferença encontrada no componente P100 entre os dois grupos.

A diferença entre os dois subgrupos também pôde ser observada através do mapa de topografia do ERP no período entre 80 e 120ms após a apresentação do estímulo (Figura 4.5). Tanto a intensidade quanto a distribuição da voltagem apresentaram padrões diferentes entre os participantes “Acima da Média” e os participantes “Abaixo da Média” na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

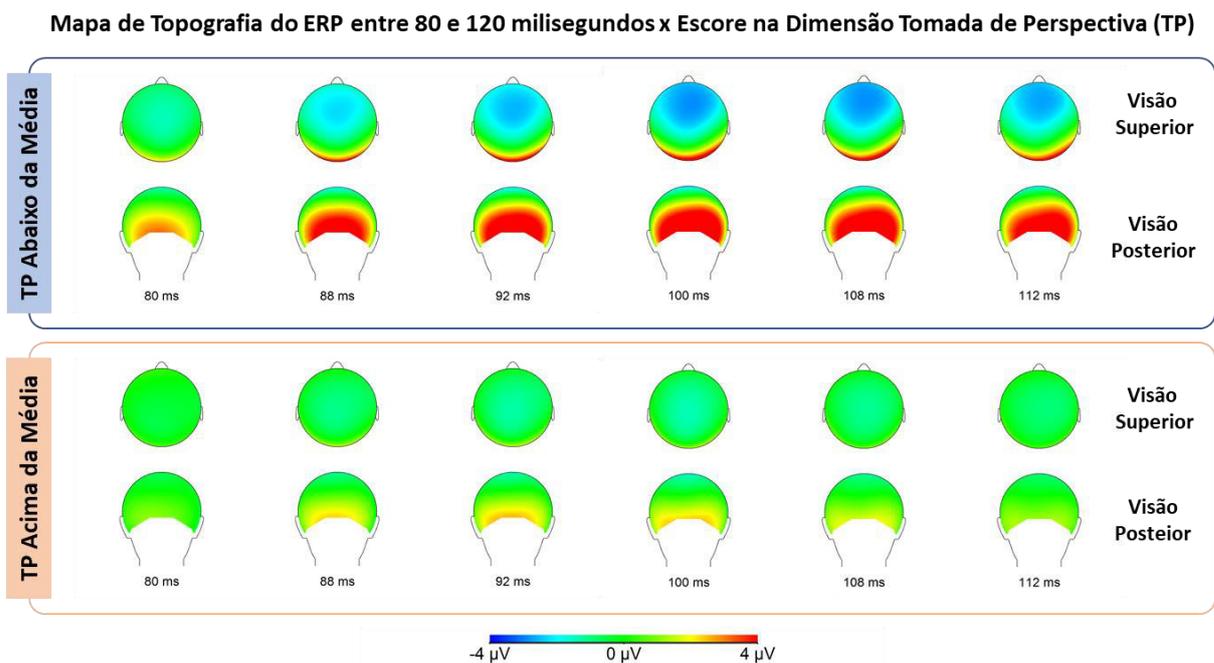


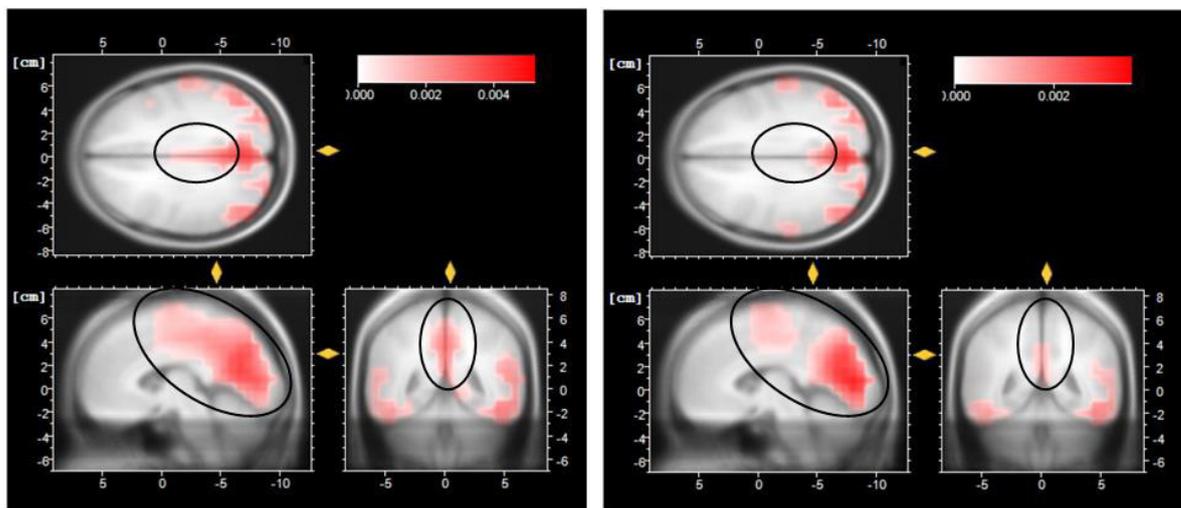
Figura 4.5 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 80 e 120ms após a apresentação do estímulo, observando-se a visão superior e posterior do escalpo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Para verificar possíveis efeitos de lateralidade na região occipital dentro de cada um dos subgrupos, foi procedido um teste *t* para amostras pareadas que apontou não ter ocorrido diferenças significativas da amplitude média do componente P100 nos canais O1 e O2, tanto no subgrupo “Abaixo da Média” ($p = 0,237$), quanto no subgrupo “Acima da Média” ($p = 0,768$). Adicionalmente, encontrou-se forte correlação entre os dois hemisférios tanto no grupo “Abaixo da Média” ($r = 0,901$, $p = 0,002$), quanto no grupo “Acima da Média” ($r = 0,779$, $p = 0,023$). Esses resultados indicaram não haver efeito de lateralidade em relação a esse

componente na região occipital em nenhum dos dois subgrupos, além de uma forte sincronia entre os dois hemisférios.

A partir da análise visual do mapa de topografia do ERP, optou-se por realizar uma exploração ampliada dos resultados, para além dos canais da região occipital. A Figura 4.6 apresenta a ativação de áreas da região parietal, no período entre 80-120ms, destacando-se a diferença entre os dois subgrupos quanto à ativação da via visual dorsal.

Áreas de ativação cortical no período entre 80-120ms



TP Abaixo da Média

TP Acima da Média

Figura 4.6 – Representação das áreas corticais com maior ativação no período entre 80 e 120ms após a apresentação do estímulo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Observou-se que a correlação entre o escore na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia e a amplitude média do ERP em torno de 100ms se estendia em diversas regiões corticais. Além da região occipital, houveram correlações nas regiões parietal (negativas), central, frontal e pré-frontal (positivas). A Figura 4.7 apresenta esquematicamente tais correlações, bem como os valores do *r de Pearson* para cada correlação significativa encontrada.

Correlação entre amplitude média em 100ms (80-120)
e escore na dimensão Tomada de Perspectiva

CANAL	<i>r</i>	<i>p</i>
Fz	0,708**	0,002
F3	0,775**	0,000
F7	0,699**	0,003
FC5	0,826**	0,000
FC1	0,720**	0,002
C3	0,701**	0,002
P3	-0,581*	0,018
O1	-0,743**	0,001
Oz	-0,726**	0,001
O2	-0,712**	0,002
P4	-0,615*	0,011
P8	-0,615*	0,011
CP6	-0,556*	0,025
Cz	0,614*	0,011
FC6	0,604*	0,013
FC2	0,702**	0,002
F4	0,694**	0,003
F8	0,519*	0,039
Fp2	0,515*	0,041
Fp1	0,601*	0,014

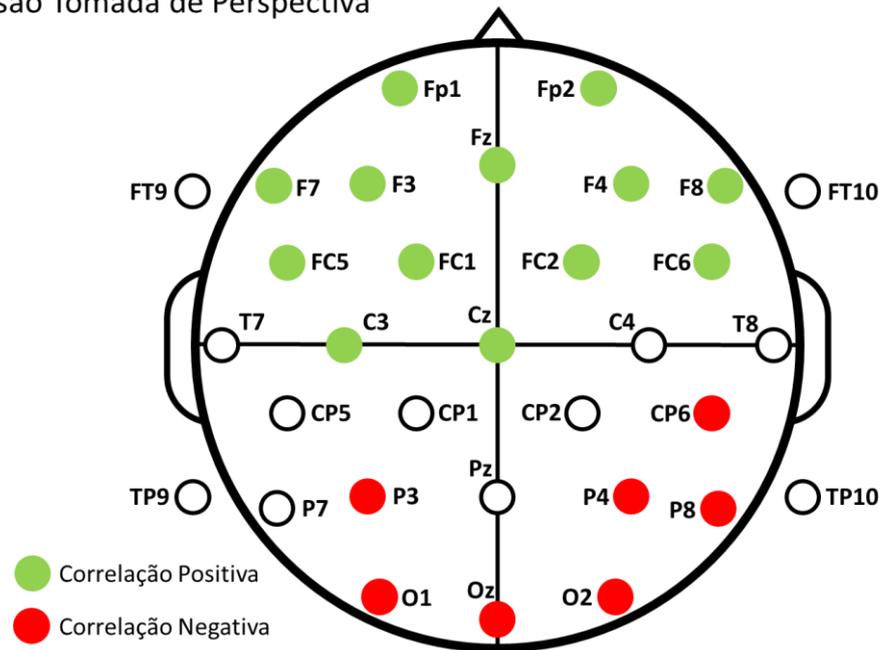


Figura 4.7 – Demonstração da correlação entre a amplitude média em torno de 100ms (80-120ms) após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.

Dessa maneira, os resultados encontrados para o componente P100 na região occipital indicaram que a hipótese H1 não foi confirmada, tendo se apresentado no sentido inverso daquilo que foi inicialmente postulado. Esperava-se encontrar uma correlação positiva entre o grau de empatia e a ativação do componente P100, ou seja, quanto maior o grau de empatia, maior a amplitude positiva. Entretanto, encontrou-se correlação negativa significativa entre a amplitude média do componente P100, tanto em relação ao Escore Geral da escala de empatia, especificamente no canal Oz, quanto em relação à dimensão Tomada de Perspectiva, nesse caso, nos três canais da região occipital: O1, Oz e O2. Em suma, o componente P100 foi modulado pelo grau de empatia, mas no sentido de quanto menor o grau de empatia, maior a modulação desse componente. Tal diferença entre o esperado e o encontrado será discutida adiante.

4.3 Modulação do componente N170 na região temporal

A segunda hipótese desta pesquisa propunha o seguinte:

- (H2) Há correlação negativa entre o grau de empatia e a amplitude do componente N170 na região temporal.

A partir da análise preliminar dos resultados, o componente N170 foi definido como sendo a amplitude média do potencial negativo que ocorreu entre 130 e 170ms após a apresentação do estímulo. Tendo em vista os objetivos da pesquisa, foram selecionados os resultados de ERP obtidos através dos canais P7, TP9, TP10 e P8 localizados na região temporal e vinculados à área do giro fusiforme, à parte posterior do Sulco Temporal Superior e à Junção Temporo-Parietal. Para análise dos resultados, foram considerados todos os tipos de estímulos que apresentavam face, independentemente da expressão emocional representada.

Os traçados do ERP para esses canais são apresentados na Figura 4.8 e demonstram o componente N170 nos quatro canais da região de interesse, apresentando um pico de potencial negativo em torno de 150ms após a apresentação dos estímulos. As amplitudes médias apuradas para o componente N170 demonstrou maior efeito no canal P8 ($\bar{X} = -1,70$; DP = 1,73) e menor efeito em TP9 ($\bar{X} = -0,30$; DP = 1,32), apresentando efeitos intermediários nos canais P7 ($\bar{X} = -0,78$; DP = 1,27), e TP10 ($\bar{X} = -0,61$, DP = 1,29).

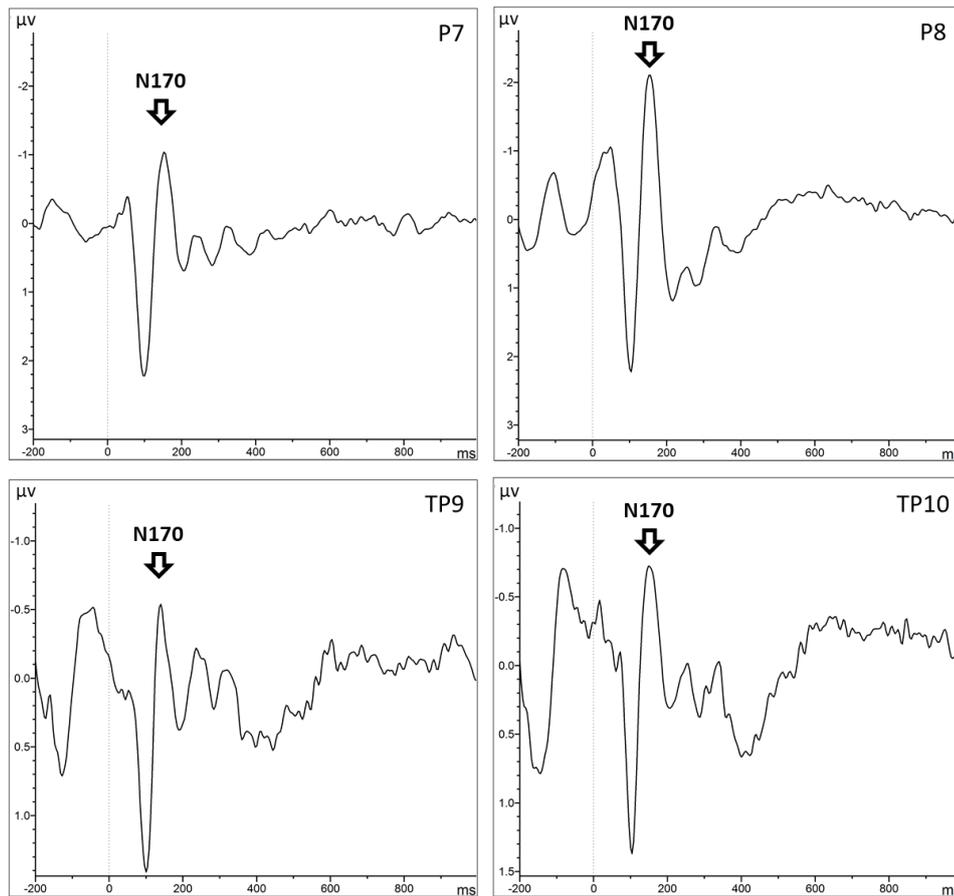


Figura 4.8 – Traçado do ERP dos canais da região temporal, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para a presença do componente N170 nos quatro canais da região de interesse.

O teste *t* para amostras pareadas indicou diferença significativa do componente N170 entre os canais P7 e P8 ($p = 0,011$), mas não entre os canais TP9 e TP10 ($p = 0,183$). Quando agrupadas as amplitudes dos canais P7 com TP9 ($\bar{X} = -0,54$; $DP = 1,24$) e P8 com TP10 ($\bar{X} = -1,15$; $DP = 1,37$), o teste *t* para amostras pareadas também apresentou diferença significativa do N170 ($p = 0,021$) e forte correlação significativa entre esses componentes em conjunto em cada hemisfério ($r = 0,697$, $p = 0,001$). Tais resultados indicaram a ocorrência do efeito de lateralidade desse componente na região temporal, com maior amplitude negativa no hemisfério direito, além de sincronia entre as regiões temporais dos dois hemisférios.

Tendo em vista a proposição da hipótese H2 desta pesquisa, buscou-se verificar a existência de correlação entre o componente N170 e o escore da escala de empatia, através do método de correlação de *Pearson*.

Os resultados apontaram para uma correlação negativa forte entre o componente N170 e a dimensão Tomada de Perspectiva nos canais TP9 ($r = -0,72$, $p = 0,002$) e TP10 ($r = -0,68$, $p = 0,004$). Tais correlações estão representadas, separadamente, na Figura 4.9.

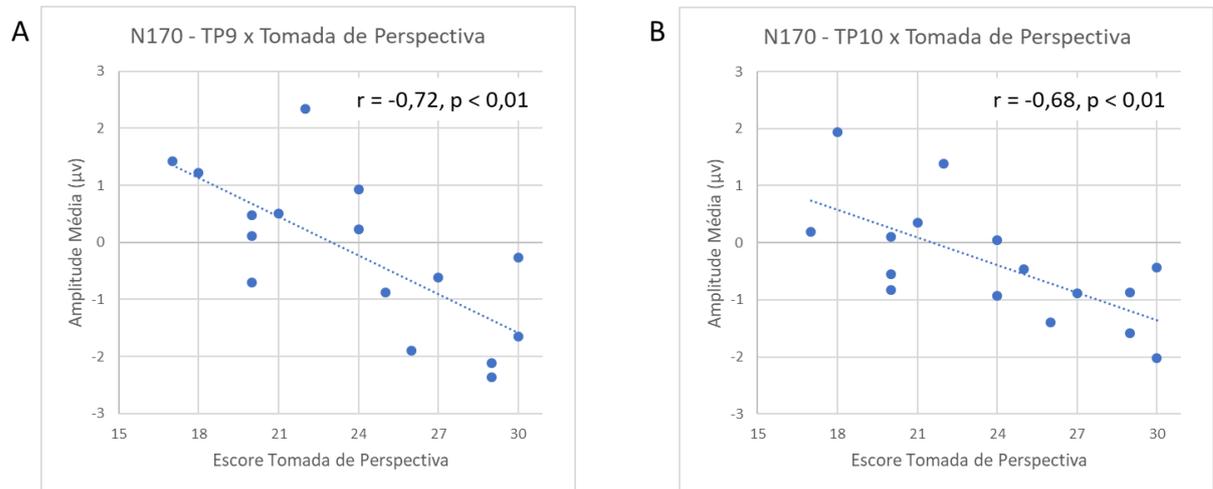


Figura 4.9 – Correlação entre a amplitude média do componente N170 nos canais TP9 e TP10 e o resultado obtido pelo participante na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Não foram encontradas outras correlações significativas entre os demais canais da região temporal e as demais dimensões da escala de empatia. Os resultados completos, agrupando-se todas as expressões emocionais, separadas pelas diferentes dimensões da escala de empatia, são apresentados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente N170 nos canais TP9, P7, P8 e TP10 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.

Escore da Escala de Empatia	N170			
	TP9	P7	P8	TP10
Fantasia	-0,28	-0,10	-0,06	-0,04
Angústia Pessoal	0,14	0,40	0,44	0,17
Consideração Empática	-0,07	0,11	0,09	-0,05
Tomada de Perspectiva	-0,72**	-0,46	-0,08	-0,68**
Escore Geral	-0,32	0,01	0,22	-0,18

n = 16. ** Correlação de Pearson; $p < 0,01$.

Quando os resultados foram apurados para cada uma das expressões emocionais separadamente, as correlações encontradas em relação à dimensão Tomada de Perspectiva se mantiveram em todas as expressões emocionais, nos canais TP9 e TP10. Além destas, outras duas correlações foram encontradas, uma delas no canal P8 entre a expressão “Neutra” e a dimensão Angústia Pessoal e a outra no canal P7 entre a expressão “Tristeza” e a dimensão Tomada de Perspectiva. A Tabela 4.5 apresenta os resultados detalhadamente.

Tabela 4.5 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente N170 nos canais TP9, P7, P8 e TP10 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.

Escala de Empatia	Expressão Emocional	N170			
		TP9	P7	P8	TP10
Fantasia	Neutra	-0,30	-0,23	0,08	0,05
	Alegria	-0,19	0,03	0,06	-0,15
	Raiva	-0,29	-0,04	0,04	-0,08
	Tristeza	-0,27	-0,17	0,04	0,06
Angústia Pessoal	Neutra	0,23	0,35	0,52*	0,31
	Alegria	0,33	0,54	0,43	0,12
	Raiva	0,03	0,40	0,38	0,13
	Tristeza	-0,04	0,21	0,37	0,08
Consideração Empática	Neutra	-0,08	0,15	0,16	0,05
	Alegria	0,10	0,18	0,09	0,73
	Raiva	-0,18	0,02	0,02	-0,20
	Tristeza	-0,08	0,06	0,10	-0,04
Tomada de Perspectiva	Neutra	-0,68**	-0,33	-0,06	-0,60*
	Alegria	-0,56*	-0,39	-0,07	-0,59*
	Raiva	-0,61*	-0,38	-0,10	-0,58*
	Tristeza	-0,83**	-0,60*	-0,10	-0,78**
Escore Geral	Neutra	-0,27	-0,01	0,29	-0,03
	Alegria	-0,09	0,18	0,22	-0,20
	Raiva	-0,37	0,04	0,16	-0,23
	Tristeza	-0,43	-0,16	0,17	-0,21

n = 16. * Correlação de Pearson; p < 0,05. ** Correlação de Pearson; p < 0,01.

Para verificar as diferenças na modulação do ERP em função da dimensão Tomada de Perspectiva, mais uma vez foi realizada a subdivisão dos participantes desta pesquisa dentre aqueles que apresentaram escore acima da média, daqueles que apresentaram escore abaixo da média na referida dimensão.

Nesta subdivisão dos participantes da pesquisa, observou-se diferenças entre os dois subgrupos no traçado do ERP do componente N170 em três canais da região temporal, conforme apresentado na Figura 4.10. O teste *t* para amostras independentes confirmou a existência de diferenças significativas entre os dois subgrupos nos canais TP9 ($p = 0,003$) e TP10 ($p = 0,002$), mas não nos canais P7 ($p = 0,075$) e P8 ($p = 0,546$).

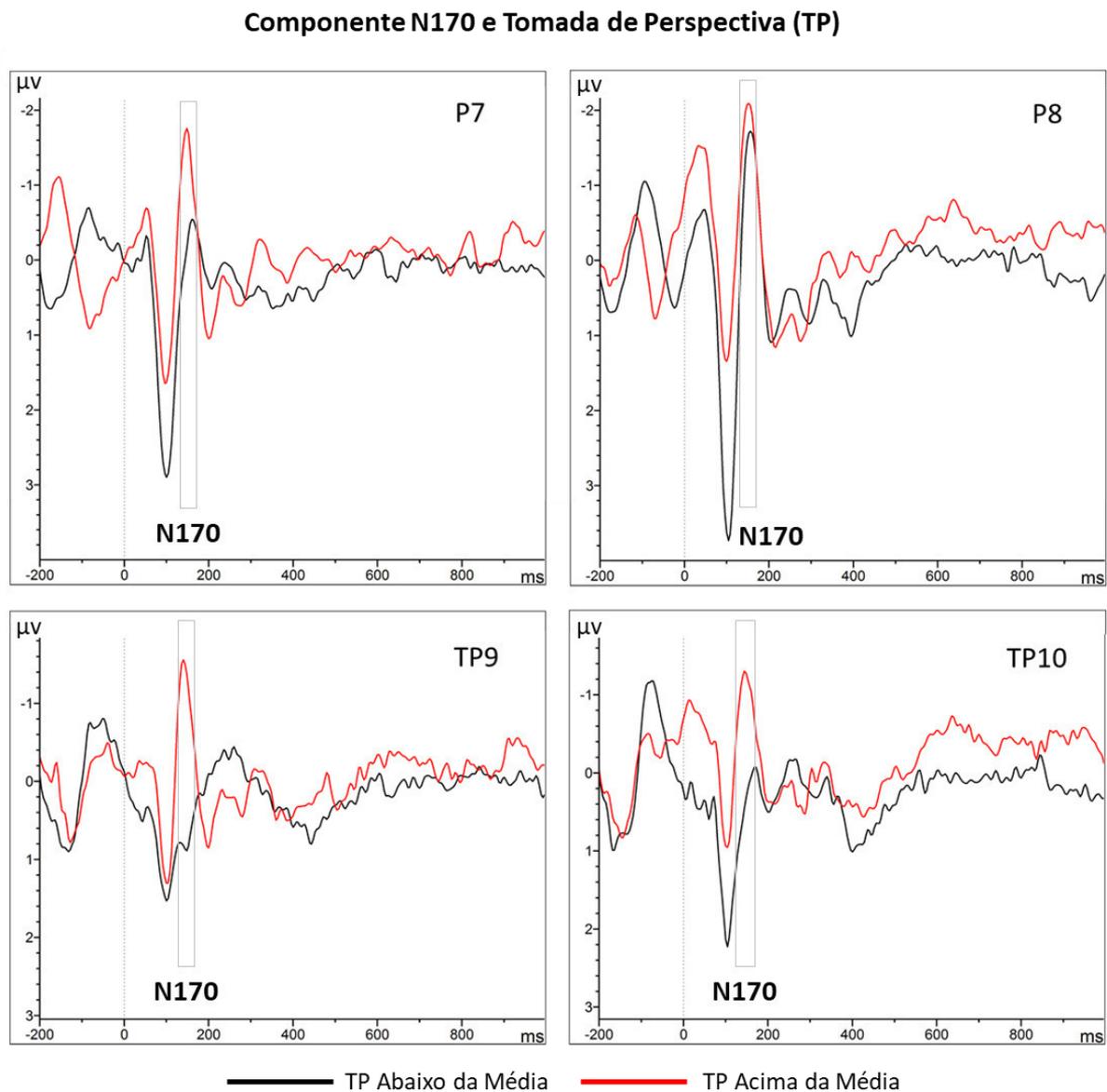


Figura 4.10 – Traçado do ERP dos canais da região temporal (TP9, P7, P8 e TP10) comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para o componente N170.

A Figura 4.11 apresenta a ativação das áreas região temporal relacionadas à área do giro fusiforme, à parte posterior do Sulco Temporal Superior e à Junção Temporo-Parietal, no período entre 130-170ms, destacando-se a diferença entre os dois subgrupos.

Áreas de ativação cortical no período entre 130-170ms

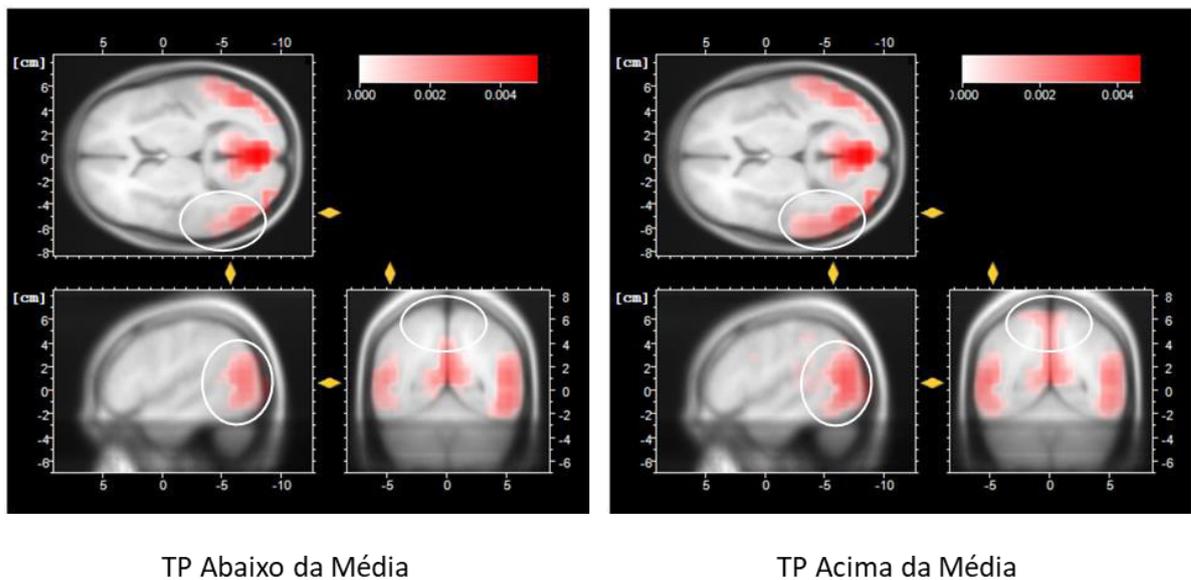


Figura 4.11 – Representação das áreas corticais com maior ativação no período entre 130 e 170ms após a apresentação do estímulo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

A diferença entre os dois subgrupos também pôde ser observada através do mapa de topografia do ERP no período entre 130 e 170ms após a apresentação do estímulo (Figura 4.12). Tanto a intensidade quanto a distribuição da voltagem apresentaram padrões diferentes entre os participantes “Acima da Média” e os participantes “Abaixo da Média” na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

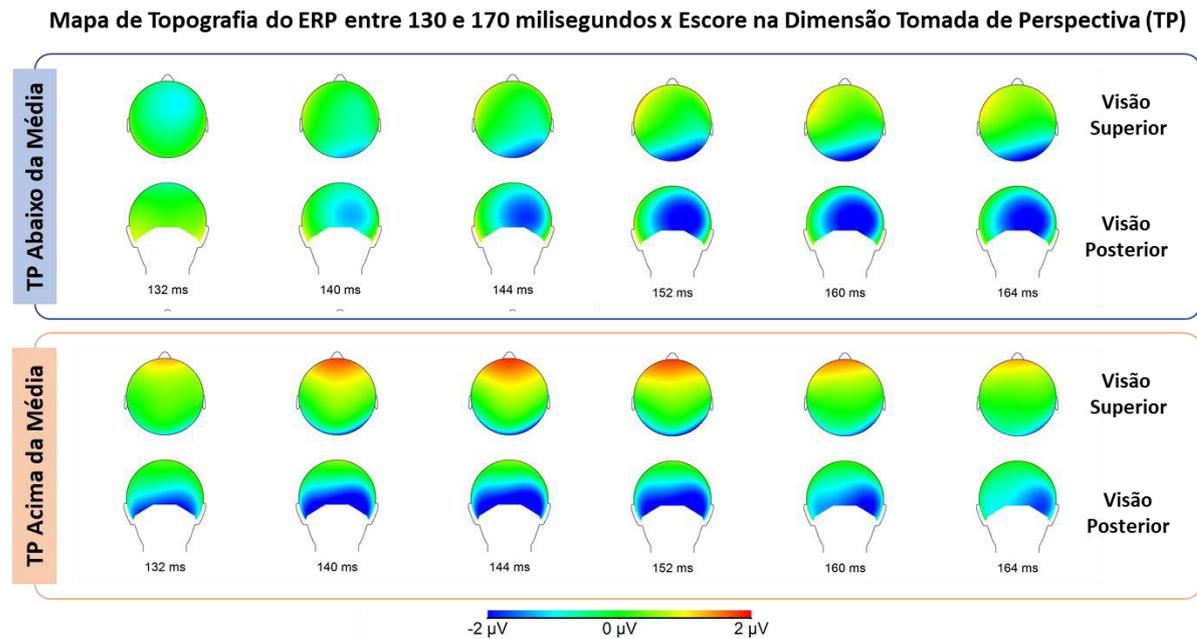


Figura 4.12 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 130 e 170ms após a apresentação do estímulo, observando-se a visão superior e a visão posterior do escalpo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Para verificar possíveis efeitos de lateralidade na região temporal dentro de cada um dos subgrupos, foi procedido um teste *t* para amostras pareadas que apontou não ter ocorrido diferenças significativas da amplitude média do componente N170 nos canais P7/TP9 e P8/TP10, tanto no subgrupo “Abaixo da Média” ($p = 0,122$), quanto no subgrupo “Acima da Média” ($p = 0,428$). Contudo, foi verificado que os conjuntos P7/TP9 e P8/TP10 apresentaram uma forte correlação no subgrupo “Acima da Média” ($r = 0,795$, $p = 0,018$), enquanto não foi encontrada correlação entre esses conjuntos de canais no subgrupo “Abaixo da Média” ($r = 0,607$, $p = 0,111$). Esses resultados apontam que, dentro de cada grupo, não houve efeito de lateralidade, além de indicarem que ocorreu uma sincronia entre as regiões temporais dos dois hemisférios no subgrupo “Acima da Média”.

A partir da análise visual do mapa de topografia do ERP, tendo em vista a diferença entre os dois subgrupos, realizou-se uma exploração ampliada do potencial N170 em todos os canais. Observou-se que a correlação entre o escore na dimensão Tomada de Perspectiva da

escala de empatia e a amplitude média do ERP em torno de 150ms se estendia para outros canais da região temporal (CP5, T7, FT9 e FT10), e também para outras regiões corticais. Além da região temporal, houveram correlações nas regiões parietal, central e frontal (positivas). A Figura 4.13 apresenta esquematicamente tais correlações, bem como os valores do *r de Pearson* para cada correlação significativa encontrada.

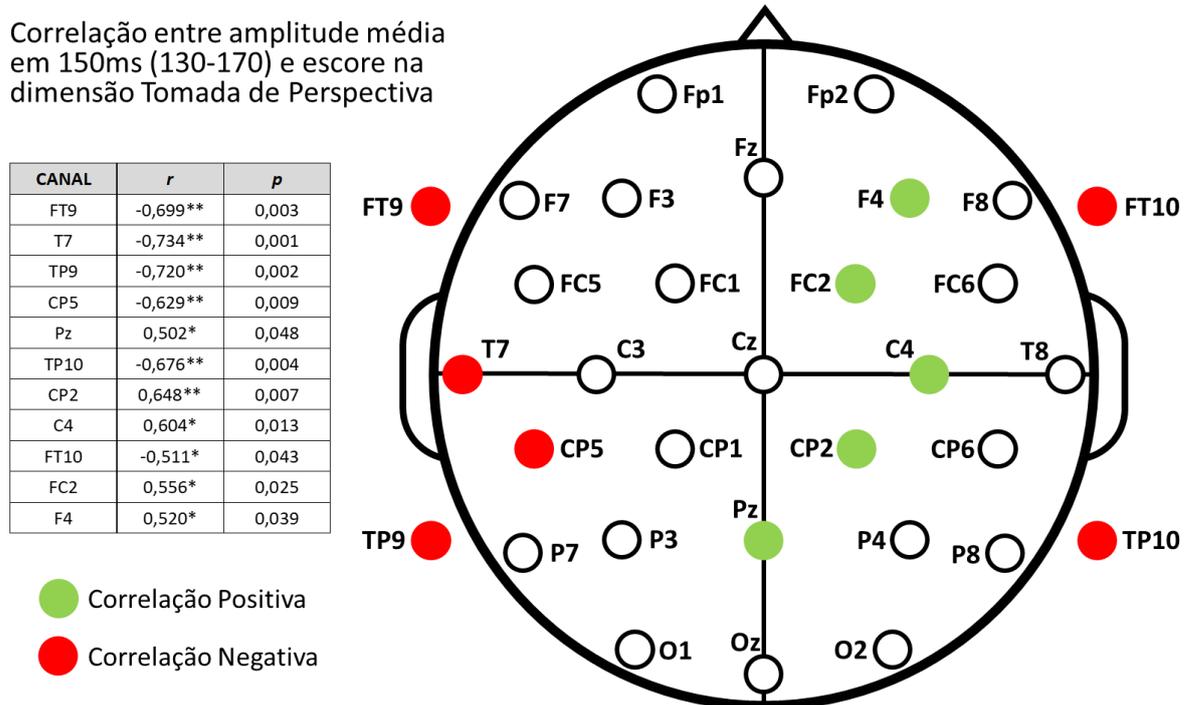


Figura 4.13 – Demonstração da correlação entre a amplitude média em torno de 150ms (130-170ms) após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.

Dessa forma, os resultados apontaram que a hipótese H2 foi confirmada. A modulação do componente N170 na região temporal foi comprovada através da correlação negativa encontrada entre os canais TP9 e TP10 e a dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia. Além das correlações nesses canais previamente escolhidos, também foram identificadas correlações nos canais CP5, T7, FT9 e FT10 da mesma região temporal.

4.4 Modulação do componente P300 na região centro-parietal

A terceira hipótese desta pesquisa foi formulada da seguinte maneira:

- (H3) Há correlação positiva entre o grau de empatia e a amplitude do componente P300 na região centro-parietal.

O componente P300 foi definido como a amplitude média do potencial positivo ocorrido entre 300 e 500ms após a apresentação do estímulo para o participante. Para análise desse componente, foram selecionados os dados de ERP dos canais C3, Cz e C4, na região central, agrupando-se os resultados dos estímulos que apresentavam faces com todas as expressões emocionais.

As análises visuais dos traçados do ERP não apontaram claramente a presença do componente P300 em nenhum dos canais selecionados, conforme pode ser observado na Figura 4.14. Contrariando a expectativas, as amplitudes médias apuradas foram negativas nos três canais, a saber, C3 ($\bar{X} = -0,15$; DP = 0,21), Cz ($\bar{X} = -0,28$; DP = 0,30) e C4 ($\bar{X} = -0,10$; DP = 0,17).

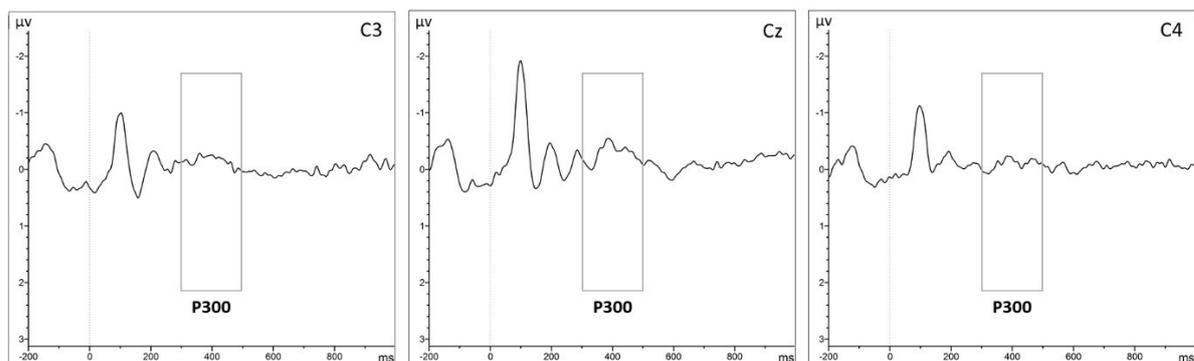


Figura 4.14 – Traçado do ERP dos canais da região central, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para a ausência do componente P300 nos três canais da região de interesse.

Mesmo com a ausência do P300 como um potencial positivo, optou-se por continuar a análise dos resultados para o período entre 300-500ms do ERP. O teste *t* para amostras pareadas não apontou diferença significativa nesse período entre os canais C3 e C4 ($p = 0,239$). Além

disso, ocorreu uma correlação significativa moderada entre os hemisférios ($r = 0,591$, $p = 0,010$). Esses resultados indicaram não haver efeito de lateralidade na amplitude média do potencial entre 300-500ms na região central quando considerados todos os participantes da pesquisa.

Tendo em vista a proposição da hipótese H3 desta pesquisa, em detrimento de não haver um potencial P300 explícito através do traçado do ERP, buscou-se verificar a existência de correlação entre a amplitude média entre 300-500ms e o escore da escala de empatia, através do método de correlação de *Pearson*.

Os resultados apontaram para uma correlação positiva moderada entre a amplitude média do período selecionado e a dimensão Tomada de Perspectiva nos canais C3 ($r = 0,595$, $p = 0,015$) e Cz ($r = 0,581$, $p = 0,018$). Essas correlações são representadas graficamente na Figura 4.15.

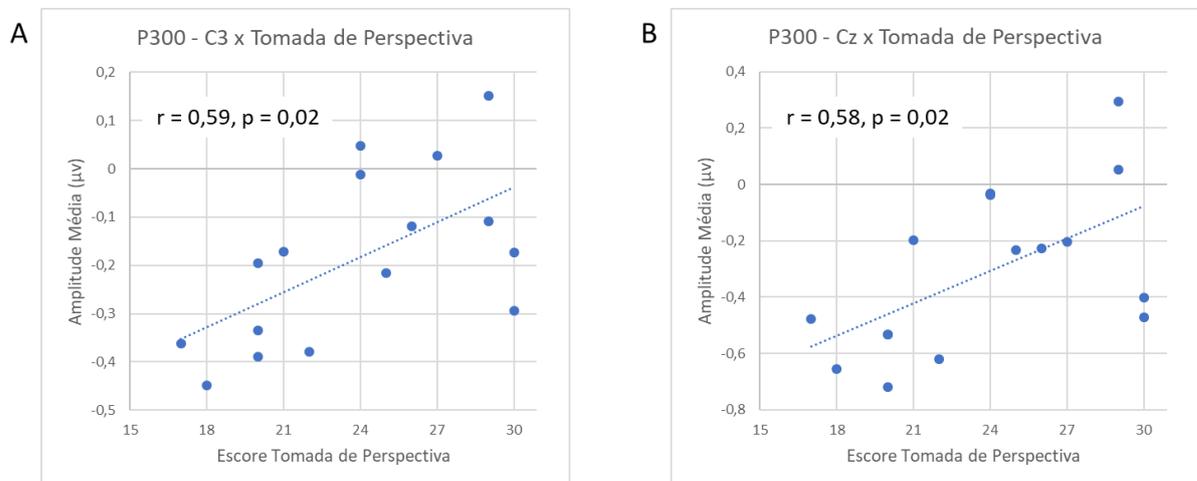


Figura 4.15 – Correlação entre a amplitude média do intervalo entre 300 e 500ms nos canais C3 e Cz e o resultado obtido pelo participante na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Não foram encontradas outras correlações significativas entre o canal C4 e as dimensões da escala de empatia. Os resultados completos, agrupando-se todas as expressões emocionais, separadas pelas diferentes dimensões da escala de empatia, são apresentados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do intervalo entre 300 e 500ms nos canais C3, Cz e C4 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.

Escore da Escala de Empatia	P300		
	C3	Cz	C4
Fantasia	-0,30	-0,15	0,19
Angústia Pessoal	-0,48	-0,37	0,13
Consideração Empática	0,06	0,15	0,33
Tomada de Perspectiva	0,59*	0,58*	0,25
Escore Geral	-0,13	0,01	0,32

n = 16. * Correlação de Pearson; p < 0,05.

Quando os resultados foram apurados para cada uma das expressões emocionais separadamente, as correlações encontradas em relação à dimensão Tomada de Perspectiva se mantiveram apenas na expressão “Neutra” e “Alegria” no canal C3 e na expressão “Tristeza” no canal Cz. Nenhuma outra correlação significativa foi encontrada. A Tabela 4.7 apresenta os resultados detalhadamente.

Tabela 4.7 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do período entre 300/500ms nos canais C3, Cz e C4 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.

Escala de Empatia	Expressão Emocional	P300		
		C3	Cz	C4
Fantasia	Neutra	-0,27	-0,02	0,06
	Alegria	-0,29	-0,14	0,39
	Raiva	-0,19	-0,38	-0,14
	Tristeza	-0,27	-0,04	0,30
Angústia Pessoal	Neutra	-0,48	-0,32	0,01
	Alegria	-0,48	-0,45	0,25
	Raiva	-0,24	-0,17	0,02
	Tristeza	-0,45	-0,33	0,16
Consideração Empática	Neutra	0,04	0,17	0,18
	Alegria	-0,09	-0,01	0,28
	Raiva	0,14	0,12	0,30
	Tristeza	0,08	0,24	0,31
Tomada de Perspectiva	Neutra	0,51*	0,47	0,15
	Alegria	0,54*	0,43	0,33
	Raiva	0,50	0,42	-0,02
	Tristeza	0,41	0,70**	0,34
Escore Geral	Neutra	-0,15	0,06	0,13
	Alegria	-0,19	-0,12	0,47
	Raiva	0,02	-0,04	0,03
	Tristeza	-0,15	0,14	0,40

n = 16. * Correlação de Pearson; p < 0,05. ** Correlação de Pearson; p < 0,01.

Ao subdividir os participantes entre aqueles com escore abaixo e acima da média na dimensão Tomada de Perspectiva, observou-se pequenas diferenças entre os dois subgrupos no traçado do ERP da amplitude média nos três canais da região central (Figura 4.16). O teste *t* para amostras independentes confirmou a existência de diferenças significativas entre os dois subgrupos nos canais C3 ($p = 0,017$) e Cz ($p = 0,021$), mas não no canal C4 ($p = 0,340$).

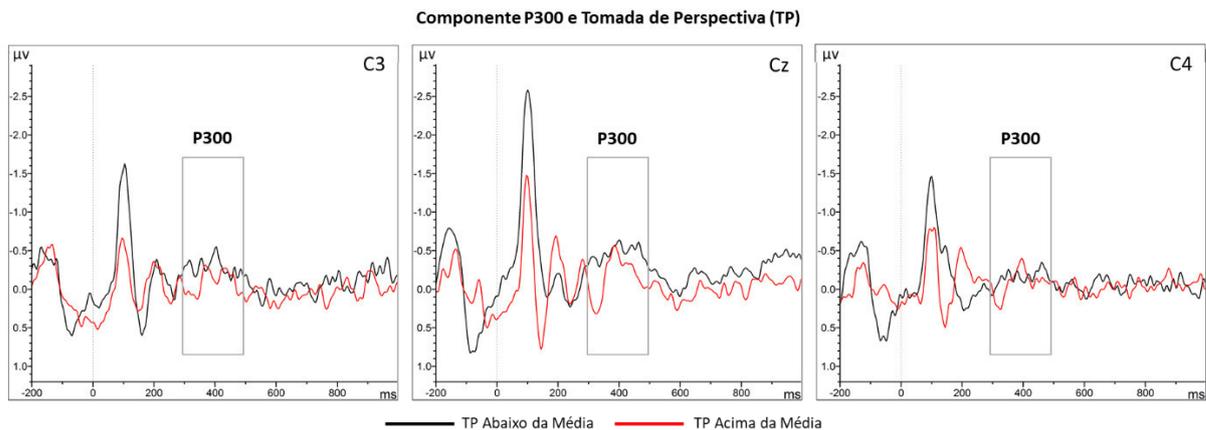
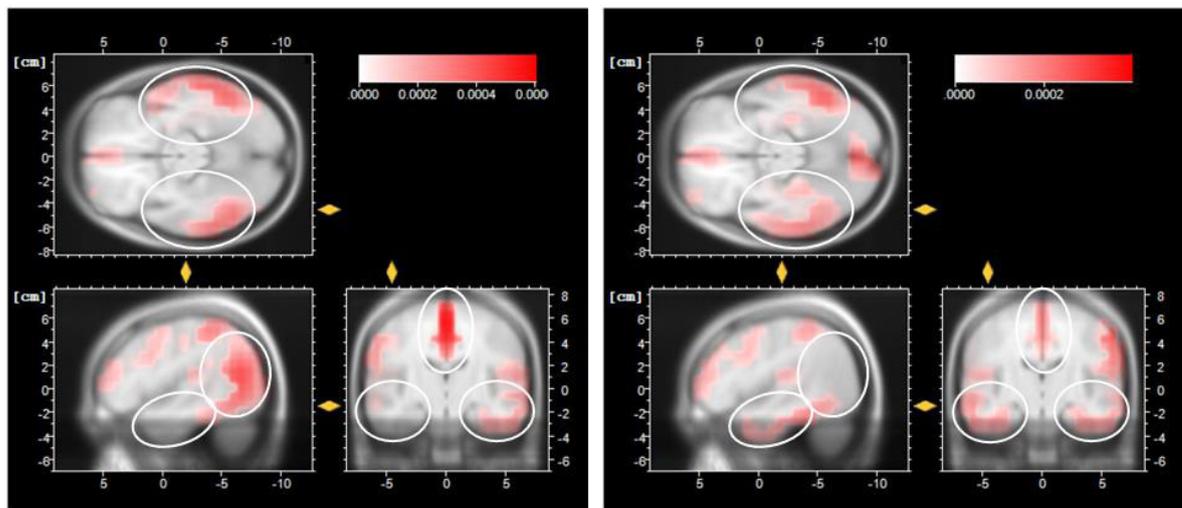


Figura 4.16 – Traçado do ERP dos canais da região central (C3, Cz e C4) comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para o período entre 300-500ms.

A Figura 4.17 apresenta a ativação das áreas região central e da região temporal relacionadas à área do giro fusiforme e à parte anterior e posterior do Sulco Temporal Superior, no período entre 300-500ms, com destaque para as diferenças entre os dois subgrupos nas regiões de interesse.

Áreas de ativação cortical no período entre 300-500ms



TP Abaixo da Média

TP Acima da Média

Figura 4.17 – Representação das áreas corticais com maior ativação no período entre 300 e 500ms após a apresentação do estímulo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

A diferença entre os dois subgrupos na região central também foi observada a partir da análise visual do mapa de topografia do ERP no período entre 300-500ms (Figura 4.18). Ao utilizar uma baixa escala ($1 \mu\text{V}$), foi possível verificar padrões diferentes na intensidade e na distribuição da voltagem entre os participantes do subgrupo “Acima da Média” e os participantes do subgrupo “Abaixo da Média” na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

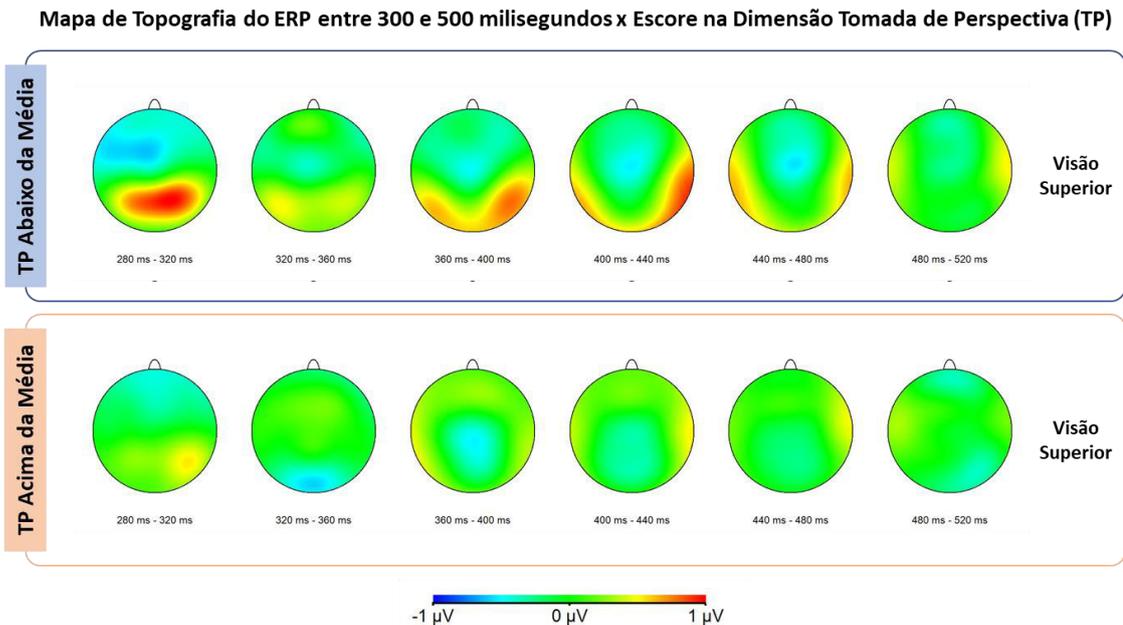


Figura 4.18 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 300-500ms após a apresentação do estímulo, observando-se a visão superior do escalpo, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Ao realizar uma análise ampliada do potencial entre 300-500ms, observou-se que a correlação entre o escore na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia e a amplitude média do ERP no período selecionado ocorreu ainda nos canais FC1 e FC2. Não foram identificadas correlações significativas em nenhuma outra região cortical. A Figura 4.19 apresenta esquematicamente as correlações encontradas, bem como seus respectivos valores do *r de Pearson* e nível de significância.

Correlação entre amplitude média no intervalo entre 300 e 500ms e escore na dimensão Tomada de Perspectiva

CANAL	<i>r</i>	<i>p</i>
FC1	0,551*	0,027
C3	0,595*	0,015
Cz	0,581*	0,018
FC2	0,505*	0,046

● Correlação Positiva
● Correlação Negativa

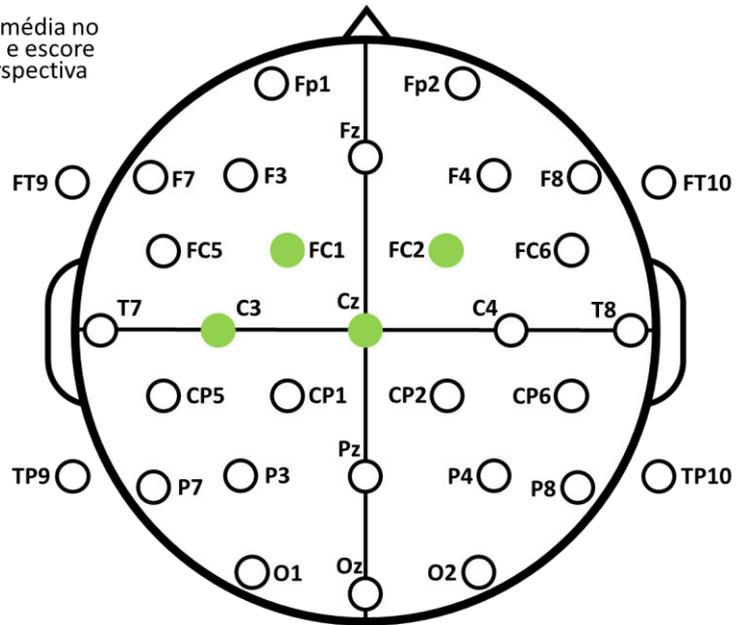


Figura 4.19 – Demonstração da correlação entre a amplitude média no intervalo entre 300-500ms após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.

Apesar do componente P300 não ter se apresentado com um traçado de ERP conforme esperado, os resultados apontaram que a hipótese H3 foi confirmada. Encontrou-se uma correlação positiva entre a amplitude média na região central entre 300-500ms e a dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia. Além das correlações encontradas em dois dos três canais previamente escolhidos, também foram identificadas correlações positivas nos canais FC1 e FC2 da mesma região central.

4.5 Modulação do componente LPP na região frontal

A formulação da quarta hipótese desta pesquisa foi realizada nos seguintes termos:

- (H4) Há correlação positiva entre o grau de empatia e a amplitude do componente LPP na região frontal.

O componente LPP foi definido como a amplitude média do potencial positivo ocorrido entre 600 e 800ms após a apresentação do estímulo para o participante. Para análise desse componente, foram selecionados os dados de ERP dos canais F3, Fz e F4, na região frontal,

agrupando-se os resultados dos estímulos que apresentavam faces com todas as expressões emocionais.

A apreciação visual dos traçados do ERP apontou a presença do componente LPP nos três canais selecionados para análise, conforme se observa na Figura 4.20. As amplitudes médias apuradas nos três canais foram levemente positivas, a saber, F3 ($\bar{X} = 0,16$; DP = 0,24), Fz ($\bar{X} = 0,10$; DP = 0,24) e F4 ($\bar{X} = 0,06$; DP = 0,22).

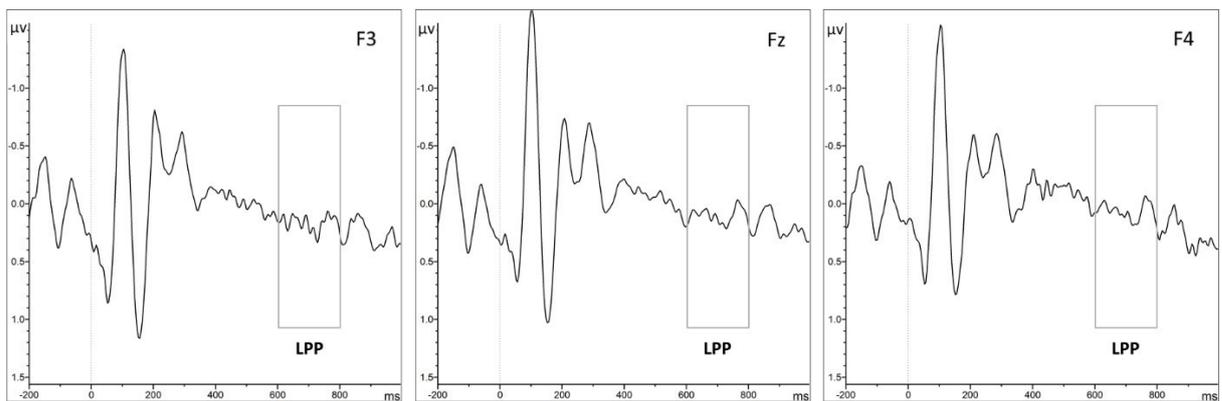


Figura 4.20 – Traçado do ERP dos canais da região frontal, considerando-se todos os participantes, independente da expressão emocional. Destaque para o componente LPP nos três canais da região de interesse.

O teste *t* para amostras pareadas apontou diferença significativa nesse período entre os canais F3 e F4 ($p = 0,002$). Além disso, ocorreu uma forte correlação entre os hemisférios ($r = 0,890$, $p < 0,001$). Esses resultados indicaram a ocorrência do efeito de lateralidade desse componente na região frontal, com maior amplitude positiva no hemisfério central esquerdo, além de sincronia entre as regiões frontais dos dois hemisférios.

Tendo por base o postulado da hipótese H4 desta pesquisa, verificou-se a existência de correlação entre o componente LPP e o escore da escala de empatia, através do método de correlação de *Pearson*.

Os resultados apontaram para uma correlação positiva de moderada a forte entre a amplitude média do componente analisado e a dimensão Tomada de Perspectiva nos canais F3

($r = 0,662$, $p = 0,005$), Fz ($r = 0,706$, $p = 0,002$) e F4 ($r = 0,646$, $p = 0,007$). Tais correlações estão representadas graficamente na Figura 4.21.

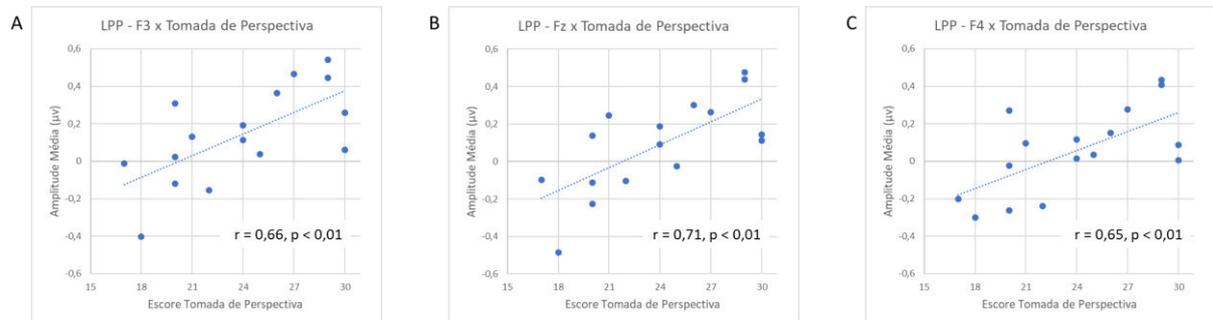


Figura 4.21 – Correlação entre a amplitude média do componente LPP nos canais F3 (A), Fz (B) e F4 (C) e o resultado obtido pelo participante na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Além das correlações com a dimensão Tomada de Perspectiva, também foi encontrada uma correlação moderada significativa entre o canal F3 e a dimensão Angústia Pessoal. Não foram encontradas outras correlações significativas entre os canais selecionados e as demais dimensões da escala de empatia. Os resultados completos, agrupando-se todas as expressões emocionais, separadas pelas diferentes dimensões da escala de empatia, são apresentados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente LPP nos canais F3, Fz e F4 para todas as expressões emocionais em conjunto, em cada uma das dimensões da escala.

Escore da Escala de Empatia	LPP		
	F3	Fz	F4
Fantasia	-0,27	-0,15	-0,03
Angústia Pessoal	-0,52*	-0,38	-0,28
Consideração Empática	0,12	0,16	0,11
Tomada de Perspectiva	0,66**	0,71**	0,65**
Escore Geral	-0,07	0,05	0,11

$n = 16$. * Correlação de Pearson; $p < 0,05$. ** Correlação de Pearson; $p < 0,01$.

Ao analisar os resultados separadamente para cada uma das expressões emocionais, as correlações encontradas em relação à dimensão Tomada de Perspectiva se mantiveram apenas

na expressão “Raiva” e “Tristeza”, sem que se apresentassem correlações com as expressões “Neutra” e “Alegria”. Quanto à dimensão Angústia Pessoal, a correlação se manteve apenas na expressão “Neutra”. Nenhuma outra correlação significativa foi encontrada. A Tabela 4.9 apresenta os resultados detalhadamente.

Tabela 4.9 – Correlação entre o Escore da Escala de Empatia e a amplitude média do componente LPP nos canais F3, Fz e F4 para cada uma das expressões emocionais separadamente, para as diversas dimensões da escala.

Escala de Empatia	Expressão Emocional	LPP		
		F3	Fz	F4
Fantasia	Neutra	-0,10	-0,18	0,11
	Alegria	-0,28	-0,25	-0,21
	Raiva	0,01	-0,07	0,04
	Tristeza	-0,26	-0,11	-0,02
Angústia Pessoal	Neutra	-0,58*	-0,39	-0,26
	Alegria	-0,34	-0,33	-0,23
	Raiva	-0,14	-0,11	-0,16
	Tristeza	-0,41	-0,25	-0,11
Consideração Empática	Neutra	0,14	0,18	0,22
	Alegria	0,23	0,23	0,19
	Raiva	0,00	0,03	-0,02
	Tristeza	-0,06	0,01	-0,09
Tomada de Perspectiva	Neutra	0,30	0,44	0,30
	Alegria	0,34	0,27	0,24
	Raiva	0,58*	0,60*	0,42
	Tristeza	0,59*	0,75**	0,69**
Escore Geral	Neutra	-0,16	0,02	0,10
	Alegria	-0,09	-0,09	-0,05
	Raiva	0,13	0,13	0,08
	Tristeza	-0,11	0,09	0,14

n = 16. * Correlação de Pearson; $p < 0,05$. ** Correlação de Pearson; $p < 0,01$.

Para ilustrar as diferenças entre os dois subgrupos, mais uma vez se procedeu uma análise em separado daqueles participantes com escore abaixo e acima da média na dimensão Tomada de Perspectiva. A Figura 4.22 apresenta as diferenças no traçado do ERP com destaque para o componente LPP mais positivo para o subgrupo “Acima da Média” nos três canais da região frontal. O teste t para amostras independentes confirmou a existência de diferenças significativas entre os dois subgrupos nos canais F3 ($p = 0,015$), Fz ($p = 0,018$) e F4 ($p = 0,025$).

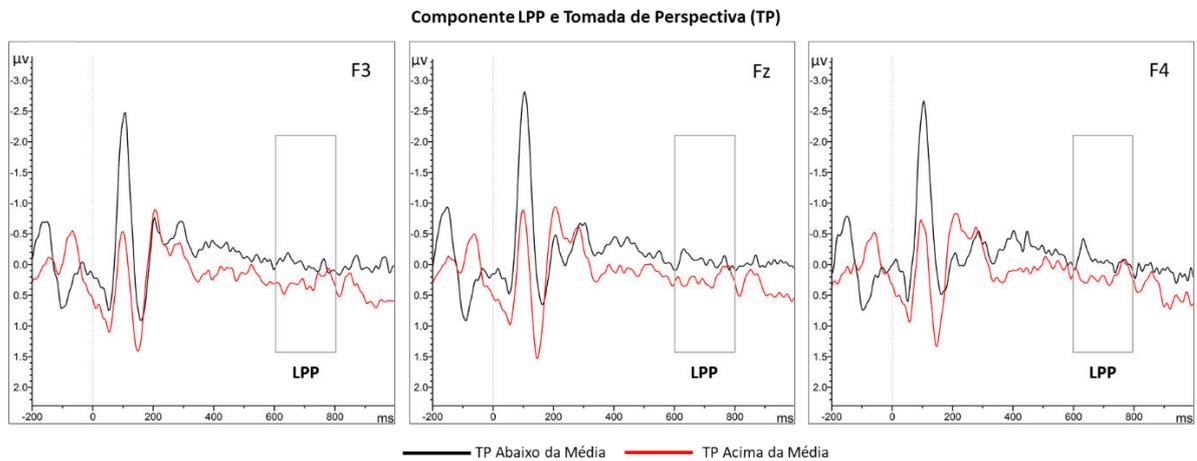


Figura 4.22 – Traçado do ERP dos canais da região frontal (F3, Fz e F4) comparando o resultado médio dos participantes que estão acima e aqueles que estão abaixo da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva. Destaque para a diferença no componente LPP.

A diferença entre os dois subgrupos na região frontal também foi observada a partir da análise visual do mapa de topografia do ERP no período entre 600-800ms (Figura 4.23). Ao utilizar uma baixa escala (1 μV), foi possível verificar padrões diferentes na intensidade e na distribuição da voltagem entre os participantes do subgrupo “Acima da Média” e os participantes do subgrupo “Abaixo da Média” na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Mapa de Topografia do ERP entre 600 e 800 milisegundos x Escore na Dimensão Tomada de Perspectiva (TP)

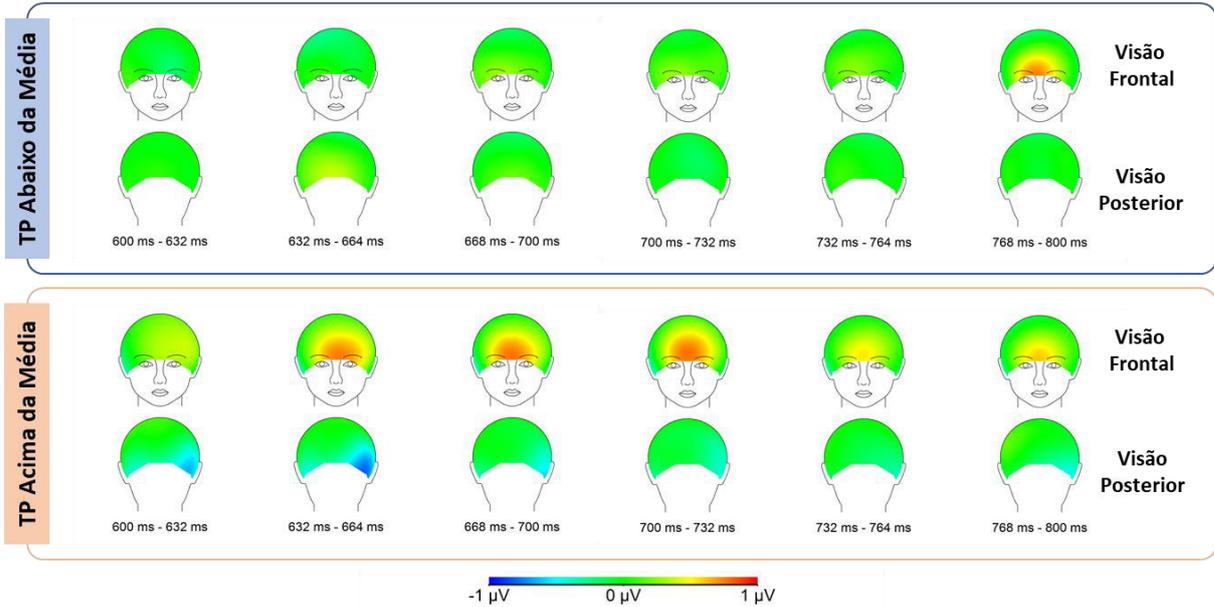


Figura 4.23 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex no período entre 600-800ms após a apresentação do estímulo, com destaque para a visão frontal, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

Ao realizar uma análise ampliada do potencial entre 600-800ms, observou-se que a correlação entre o escore na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia e a amplitude média do ERP no período selecionado também ocorreu em outros canais da região fronto-central (FC1, FC2, FC5 e Cz). Também ocorrerem correlações negativas com três canais da região temporal (FT10, CP6 e TP10). Não foram identificadas correlações significativas nas demais regiões corticais. A Figura 4.24 apresenta esquematicamente as correlações encontradas, bem como seus respectivos valores do *r de Pearson* e nível de significância.

Correlação entre amplitude média no intervalo entre 600 e 800ms e escore na dimensão Tomada de Perspectiva

CANAL	<i>r</i>	<i>p</i>
Fz	0,706**	0,002
F3	0,662**	0,005
FC5	0,554*	0,026
FC1	0,685**	0,003
TP10	-0,620*	0,010
CP6	-0,514*	0,042
Cz	0,507*	0,045
FT10	-0,542*	0,030
FC2	0,643**	0,007
F4	0,646**	0,007

● Correlação Positiva
● Correlação Negativa

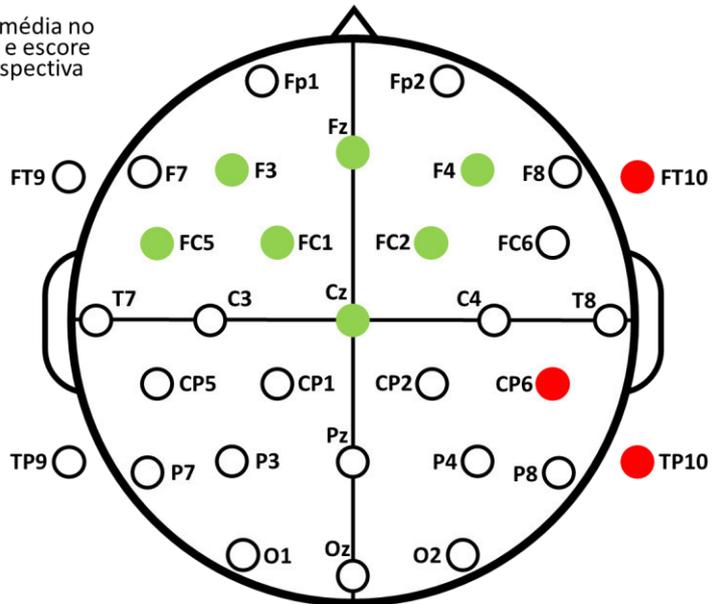


Figura 4.24 – Demonstração da correlação entre a amplitude média no intervalo entre 600-800ms após a apresentação do estímulo e o resultado obtido pelo participante na escala de empatia, especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva, analisada em 32 canais do EEG.

A partir dos resultados apresentados, pôde-se confirmar o postulado da hipótese H4. Foi encontrada uma correlação positiva entre a amplitude média do componente LPP na região frontal e a dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia. Além das correlações encontradas nos três canais previamente escolhidos, também foram identificadas correlações positivas nos canais FC1, FC2 e FC5, da mesma região frontal.

4.6 Modulação do componente N170 pelas expressões emocionais na região temporal

A quinta hipótese deste estudo buscava verificar a seguinte proposição:

- (H5) O componente N170 é modulado pelas diferentes expressões emocionais na região temporal.

Para verificar eventuais diferenças no potencial N170 em função da expressão emocional apresentada, foram selecionadas as amplitudes médias entre 130-170ms nos canais P7, P8, TP9 e TP10, agrupando-se os resultados dos estímulos pelas diferentes expressões

faciais representadas. A Tabela 4.10 sintetiza as médias encontradas para cada expressão emocional nos canais selecionados.

Tabela 4.10 – Amplitude média do componente N170 para cada expressão emocional nos canais P7, P8, TP9 e TP10.

Expressão Emocional	P7		P8		TP9		TP10	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Neutra	-0,58	1,17	-1,72	1,82	-0,08	1,28	-0,55	1,47
Alegria	-1,14	1,41	-1,99	1,82	-0,47	1,39	-0,83	1,40
Raiva	-0,46	1,43	-1,48	1,87	-0,21	1,56	-0,49	1,36
Tristeza	-0,78	1,36	-1,61	1,61	-0,30	1,40	-0,56	1,24

Os resultados das expressões emocionais Alegria, Raiva e Tristeza foram agrupados para serem comparados com a expressão neutra. O teste *t* apontou que não havia diferença significativa em nenhum dos canais analisados.

Para verificar eventuais diferenças entre cada uma das expressões emocionais separadamente, conduziu-se uma Anova que confirmou a inexistência de diferenças significativas entre as expressões emocionais nos diferentes canais analisados. Os traçados de ERP são apresentados na Figura 4.25.

Componente N170 e Expressões Emocionais

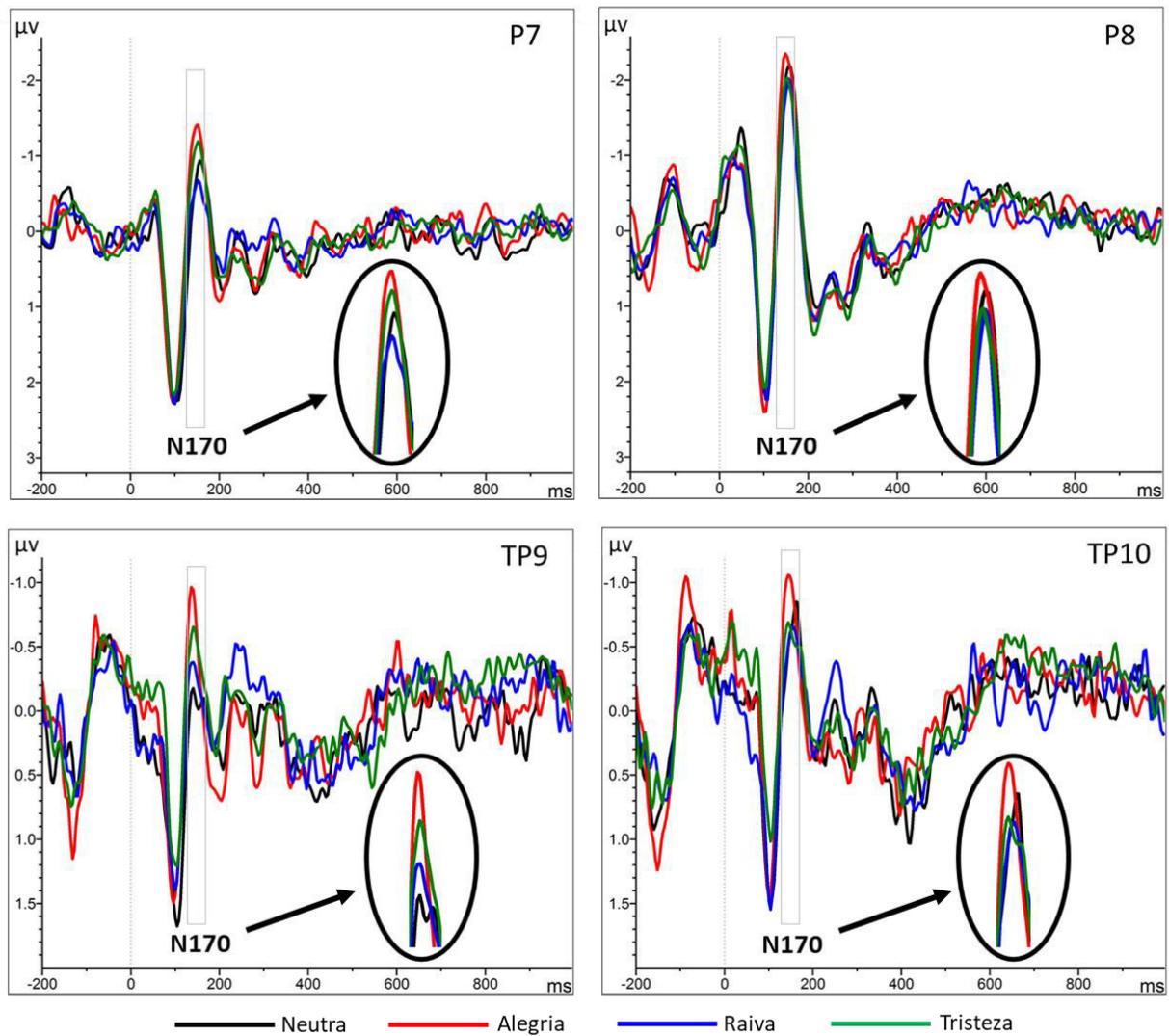


Figura 4.25 – Traçado do ERP dos canais da região temporal (P7, P8, TP9 e TP10) comparando o resultado médio dos participantes para cada uma das expressões emocionais utilizadas no presente estudo. Destaque para o componente N170.

A separação dos participantes em dois subgrupos em função do escore na escala de empatia também não apontou qualquer diferença significativa quanto à modulação do N170 em função da expressão emocional dentro de cada subgrupo. Ou seja, tanto no grupo de pessoas com escore abaixo da média, quanto no grupo de pessoas com escore acima da média, as respostas eletrofisiológicas às diferentes expressões emocionais foram semelhantes.

Dessa maneira, os resultados indicam que a hipótese H5 não foi confirmada, devendo-se concluir que não há diferença significativa no potencial N170 em função da expressão emocional em nenhum dos canais analisados da região temporal.

4.7 Modulação do componente LPP pelos tipos de estímulos na região frontal

Como sexta hipótese deste estudo, foi proposto o seguinte:

(H6) O componente LPP é modulado pelos diferentes estímulos audiovisuais na região frontal.

O componente LPP foi definido como sendo a amplitude média positiva entre 600-800ms após a apresentação do estímulo ao participante. Para analisar este componente, foram escolhidos os canais F3, Fz e F4 da região frontal. A Tabela 4.11 apresenta as médias do componente LPP encontradas para os três canais pesquisados, segmentados pelo tipo de estímulo apresentado.

Tabela 4.11 – Amplitude média do componente LPP a partir de diferentes tipos de estímulos nos canais F3, Fz e F4.

Tipo de Estímulo	F3		Fz		F4	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Vídeo+Áudio	0,11	0,36	0,07	0,35	0,07	0,32
Vídeo	0,12	0,44	0,01	0,37	0,08	0,38
Foto+Áudio	0,26	0,44	0,21	0,40	0,12	0,41
Foto	0,16	0,30	0,11	0,27	0,05	0,30

Para comparar os estímulos com vídeo (imagem dinâmica) e os estímulos com foto (imagem estática), as médias dos estímulos com vídeo foram agrupadas e comparadas com as médias agrupadas dos estímulos com foto. Os resultados apontaram não haver diferença significativa entre esses tipos de estímulos em nenhum dos canais de interesse.

Adicionalmente, foram comparados os estímulos com áudio e os estímulos sem áudio, agrupando-se as médias de acordo com a respectiva classificação. Neste caso, os resultados

também indicaram não haver diferenças significativas entre a amplitude média dos estímulos com ou sem áudio.

Para verificar se havia ocorrido alguma diferença entre cada um dos tipos de estímulos utilizados nesta pesquisa, separadamente, conduziu-se uma Anova que confirmou não haver diferenças significativas entre os tipos de estímulos nos diferentes canais analisados. Os traçados de ERP são apresentados na Figura 4.26.

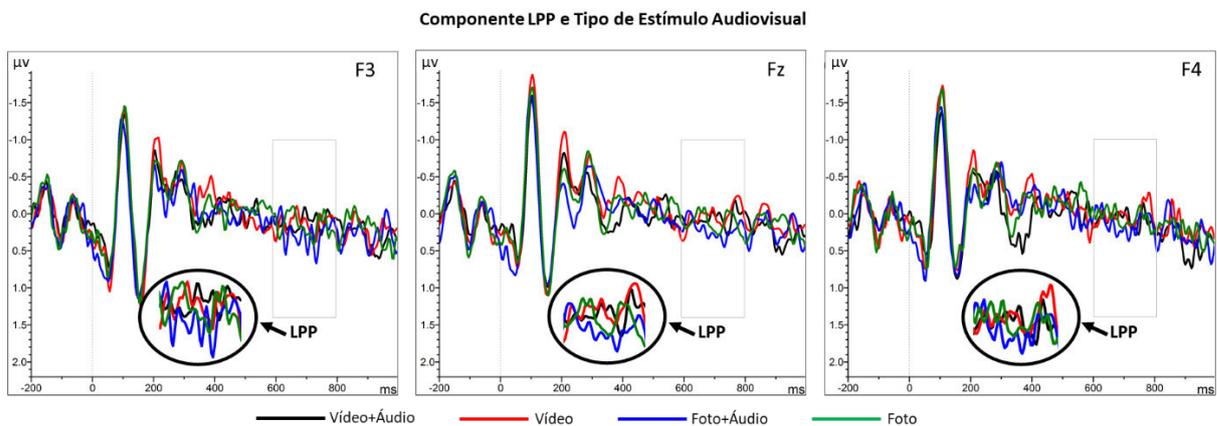


Figura 4.26 – Traçado do ERP dos canais da região frontal (F3, Fz e F4) comparando o resultado médio dos participantes para cada um dos tipos de estímulos audiovisual utilizados no presente estudo. Destaque para o componente LPP.

Se por um lado a avaliação geral dos diferentes tipos de estímulos não apresentou diferenças significativas no componente LPP; por outro lado a subdivisão dos participantes em função do seu escore na dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia apresentou algumas diferenças significativas. O teste *t* para amostras independentes indicou diferenças significativas entre os dois grupos no estímulo Vídeo+Áudio no canal F3 ($p = 0,009$), Fz ($p = 0,035$) e F4 ($p = 0,031$). No estímulo Foto+Áudio foram encontradas diferenças significativas nos canais Fz ($p = 0,022$) e F4 ($p = 0,038$). Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois subgrupos nos estímulos sem áudio. A Figura 4.27 apresenta gráficos que demonstram tais diferenças.

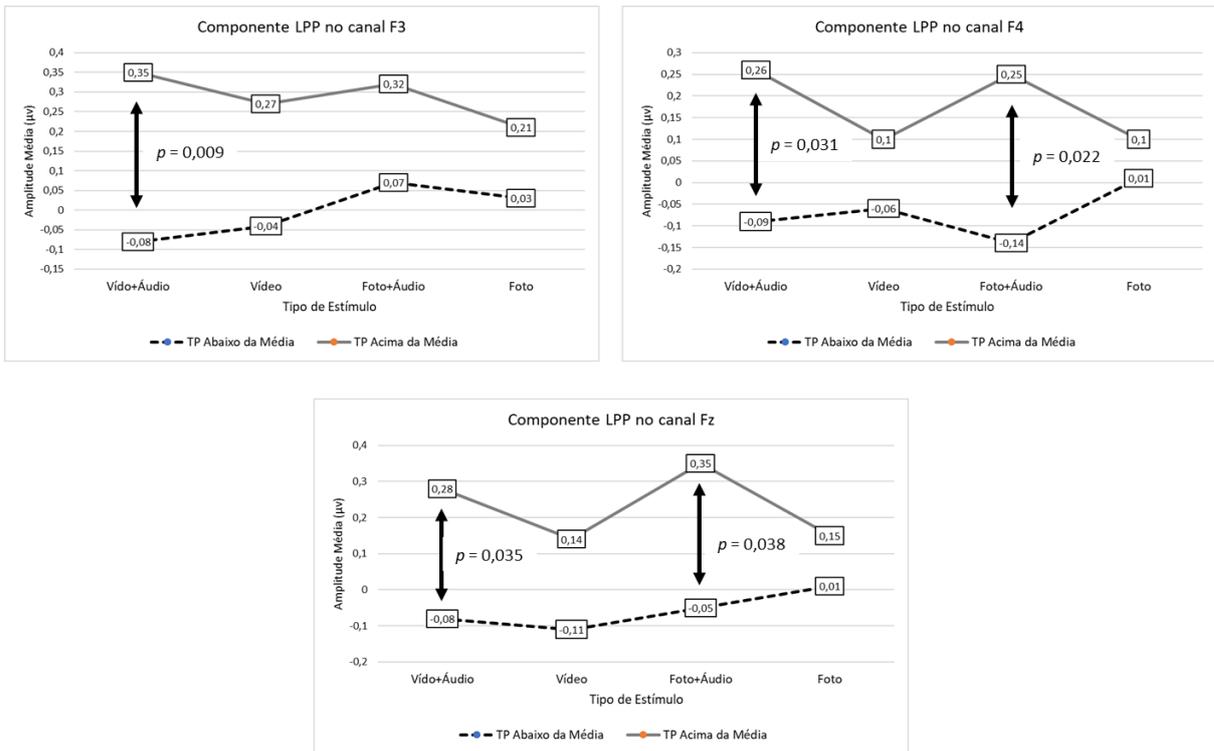


Figura 4.27 – Amplitude média do componente LLP nos canais F3, Fz e F4 para os diferentes tipos de estímulos de acordo com a classificação do participante na dimensão Tomada de Perspectiva (TP) da Escala de Empatia (IRI). As setas destacam as diferenças significativas entre os dois subgrupos.

Os resultados indicam que a diferença entre os dois subgrupos aconteceu especificamente nos estímulos com áudio (Vídeo+Áudio e Foto+Áudio), com amplitude positiva maior para o subgrupo “Acima da Média” da dimensão Tomada de Perspectiva na escala de empatia.

Adicionalmente, não foi encontrada qualquer diferença significativa entre os diferentes tipos de estímulos dentro desses dois subgrupos.

Foi realizada, ainda, uma Manova para investigar uma possível interação entre os tipos de estímulos e as diferentes expressões emocionais na amplitude média do componente LPP nos três canais de interesse. Os resultados apontaram não haver diferenças significativas, seja entre todos os participantes da pesquisa ou em cada subgrupo.

Diante desses resultados, foi possível verificar que a hipótese H6 não foi confirmada. Não há diferença significativa na modulação do componente LPP na região frontal em função dos diferentes tipos de estímulos audiovisuais.

5 CAPÍTULO V - DISCUSSÃO

A atenção à face humana é um fator importante no processo de interação social. Porém, são poucos os estudos sobre empatia que têm dado atenção ao processo de percepção visual das emoções e avaliado sua relação com o grau de empatia.

O presente estudo buscou preencher essa lacuna ao identificar a correlação entre o grau de empatia e a resposta eletrofisiológica do córtex cerebral, especialmente nas áreas relacionadas ao estudo da empatia e do processamento de faces com expressões emocionais. Para isso, avaliou a modulação dos componentes P100, N170 e P300 e LPP do potencial relacionado a evento (ERP) em registros de eletroencefalograma (EEG) em seus diversos canais. Os resultados indicaram a ocorrência de efeitos moduladores importantes para as pesquisas sobre empatia. Esses resultados serão discutidos a seguir.

5.1 Efeito Modulador do Grau de Empatia

A Escala de Empatia de Davis (IRI) é um instrumento multidimensional que visa identificar características afetivas (Angústia Pessoal e Consideração Empática) e cognitivas (Fantasia e Tomada de Perspectiva) da empatia, um processo psicológico que propicia o reconhecimento e a partilha de estados emocionais entre as pessoas.

Pesquisas anteriores que relacionaram a escala de empatia com resultados eletrofisiológicos apontaram a existência de correlação do escore geral de empatia tanto com o componente N170, quanto com o componente LPP para algumas das expressões emocionais testadas (Choi et al., 2014; Choi & Watanuki, 2014).

Nesta presente pesquisa, conforme estabelecido nas hipóteses H1 a H4, esperava-se que quanto maior o grau de empatia da pessoa, maior seria a modulação da resposta eletrofisiológica. Sendo assim, postulava-se nas hipóteses encontrar uma correlação positiva entre o grau de empatia e a amplitude dos componentes P100, P300 e LPP, ou seja, quanto maior o grau de empatia, mais positiva seria a resposta; e uma correlação negativa entre a empatia e a amplitude do componente N170, ou seja, quanto maior o grau de empatia, mais negativa seria a resposta.

Os resultados encontrados indicaram a existência de correlações entre o grau de empatia e a modulação da resposta eletrofisiológica de componentes do EEG, mas com duas peculiaridades. Primeiro, as correlações aconteceram com maior frequência especificamente na dimensão Tomada de Perspectiva da escala, relacionada à dimensão cognitiva do processo de empatia. Segundo, no caso do componente P100, a correlação foi no sentido inverso do esperado, ou seja, quanto maior a empatia, menor foi a modulação deste componente. Uma retomada dos conhecimentos atuais sobre o processamento de faces pode auxiliar na compreensão desses resultados.

Tanto o P100 quanto o N170 são componentes relacionados à fase inicial da percepção visual, sendo ativados automaticamente, com maior intensidade para estímulos que tenham a face humana. O P100 está associado à capacidade de detectar uma face com expressão emocional em “baixa resolução”, é como se só fosse percebida uma configuração geral dos traçados de uma face sem se atentar aos detalhes. Porém, mesmo neste nível de percepção, há uma ativação maior para a expressão de medo do que para uma expressão neutra, demonstrando uma discriminação rápida para um estímulo que denota perigo para a pessoa. Já a avaliação da intensidade da emoção está associada ao N170, através do processamento tanto dos detalhes de cada parte da face, quanto a partir de um processamento holístico que integraria todas as partes (Utama et al., 2009).

Associado ao conhecimento dos componentes, também se sabe que o processamento visual ocorre por duas vias, a via dorsal e a via ventral. Na via dorsal, que parte da região occipital em direção à região do lobo parietal, realiza-se o processamento dos movimentos e da localização no ambiente, ou seja, está relacionada à questão espacial. Em contrapartida, a via ventral parte da região occipital para a região de ambos lobos temporais, sendo o lobo temporal esquerdo responsável pelo processamento dos detalhes e o lobo temporal direito pelo processamento holístico da face (Kandel et al., 2014).

Diante desses conhecimentos, pode-se postular que a diferença na direção da correlação encontradas neste estudo entre os componentes P100 e N170 pode indicar que cada componente está relacionado a um processo diferente no córtex e então explicariam as diferenças no processamento de faces em pessoas com níveis de empatia distintos. A Figura 5.1 sintetiza a imagem de topografia dos dois momentos apresentadas anteriormente de forma isolada para uma comparação gráfica dessa diferença.

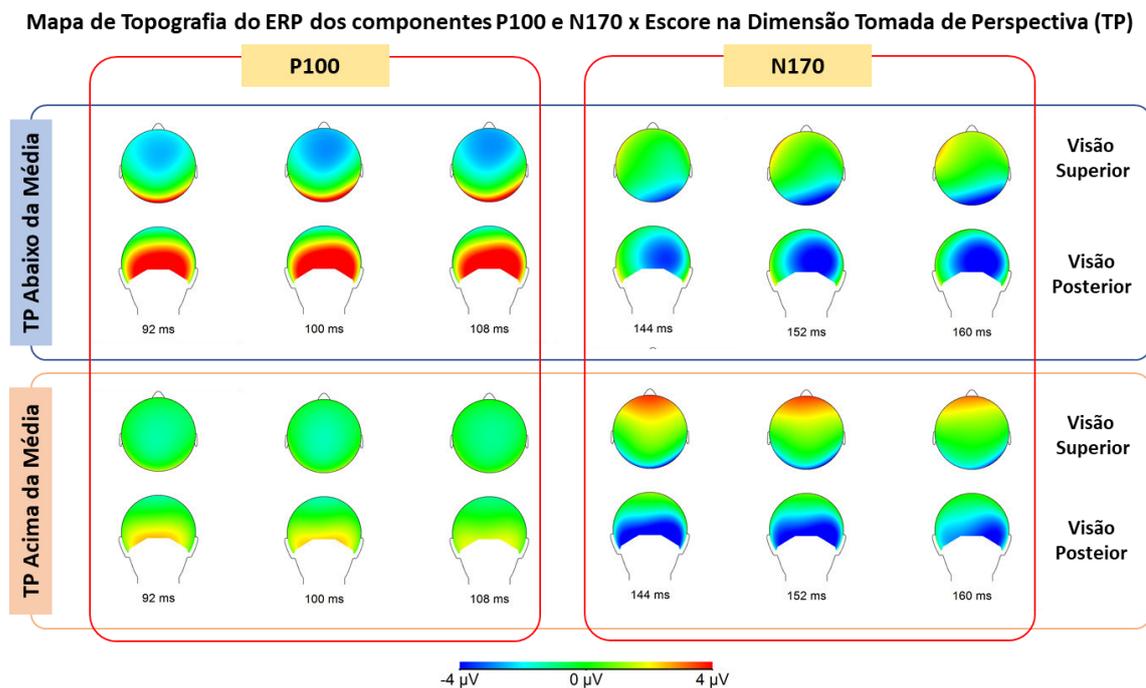


Figura 5.1 – Mapa de topografia do ERP apresenta distribuição de voltagem no córtex nos períodos relacionados aos componentes P100 e N170, com destaque para a visão posterior, separados entre os grupos com resultado abaixo e acima da média no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia.

No grupo com o grau de empatia abaixo da média, o processamento da face se concentra na fase inicial, onde ainda não há um detalhamento dos aspectos mais sutis da expressão emocional da face, tendo seu efeito modulado cognitivamente pelo córtex pré-frontal (P100) e, dali, segue em maior ativação pela via dorsal, em direção à região parietal (N170) que processa movimentos e tem ramificações com o córtex pré-motor. Como demonstrado nos resultados, o processamento rápido do componente P100, de menor refinamento, estaria associado a um

menor grau no escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia. A partir desses resultados, pode-se sugerir que esse grupo processaria os estímulos visuais de face mais rapidamente no sentido de identificar de forma ainda precoce alguma expressão que represente risco, associando isso a uma atividade frontal relacionada à memória, bem como ao córtex pré-motor, no sentido de preparar o próprio corpo para a emoção que está sendo percebida. Portanto, a ativação do P100 no córtex sugere uma relação direta com o contágio emocional, um dos primeiros processos da empatia, sendo considerado como o elemento mais rudimentar de todo o processo (Decety & Meyer, 2008).

Quanto ao grupo com grau de empatia acima da média, o processamento da face é reduzido na fase inicial, sem modulação do córtex pré-frontal (P100) e se amplia no segundo momento, especialmente pela via ventral em direção às regiões temporais esquerda e direita que processam em conjunto as pistas sociais da face, no hemisfério esquerdo um processamento dos detalhes e no hemisfério direito um processamento holístico da face. Neste momento, também se avalia a intensidade da emoção, o que auxilia na atividade seguinte de tomada de perspectiva. Ou seja, o processamento refinado das pistas sociais do componente N170 estaria associado a um maior escore da dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia. Portanto, a maior ativação deste componente no grupo com maior grau de empatia sugere uma maior busca de detalhes das expressões emocionais para ter uma visão geral mais apurada das expressões emocionais a fim de obter maior clareza em relação às emoções que estão sendo vivenciadas pelo outro.

Portanto, foi possível perceber um padrão diferenciado de processamento visual das faces com expressões emocionais em relação ao grau de empatia dos participantes da pesquisa. No grupo com grau de empatia abaixo da média, o processamento se dá de forma rápida, rudimentar, pela via dorsal, relacionada aos movimentos e ao córtex pré-motor. No grupo que apresenta o grau de empatia acima da média, o processamento se realiza especialmente pela via ventral, simultaneamente em ambos hemisférios, processando tanto os detalhes da expressão

emocional quanto obtendo uma visão holística dos sinais de emoção presentes na face, possibilitando avaliar inclusive a intensidade das expressões emocionais.

Importante destacar, ainda, que a modulação cognitiva do córtex pré-frontal ocorre com maior intensidade justamente nos componentes em que há correlação com a medida da dimensão Tomada de Perspectiva, a saber, no P100 para o grupo abaixo da média e no N170 para o grupo acima da média no escore Tomada de Perspectiva.

A correlação encontrada neste estudo entre os componentes P100 e N170 e a dimensão Tomada de Perspectiva da Escala de Empatia de Davis demonstra a interação entre uma dimensão considerada cognitiva da escala, a Tomada de Perspectiva, com dois componentes do ERP relacionados à atenção autônoma de faces humanas. Esse fato parece sugerir uma evidência para o modelo que propõe haver uma interação entre os componentes afetivos e cognitivos durante todo o processo de percepção de faces (De Vignemont & Singer, 2006).

Os resultados apontam para uma interação entre o grau de empatia, especificamente na sua dimensão Tomada de Perspectiva, e os resultados obtidos para os principais componentes do ERP. Dessa forma, o grau de empatia pode se configurar como uma variável interveniente tanto no componente de baixa latência (P100 e N170), quanto no componente de longa latência (P300 e LPP), influenciando na totalidade dos registros de ERP em relação aos estímulos com expressões emocionais.

Tais diferenças de processamento entre os dois grupos sugerem, também, a importância de aferir o grau de empatia dos participantes de pesquisas com ERP nas áreas de atenção e reconhecimento de faces e de expressões emocionais, bem como nos estudos relacionados à empatia.

5.2 Efeito Modulador da Instrução

Na literatura científica, a maior parte dos estudos sobre empatia e percepção de faces que utilizam o EEG adotam algum tipo de atividade a ser executada pelo participante a fim de

garantir sua atenção aos estímulos. Uma das atividades mais utilizadas é o paradigma *Oddball*, que visa discriminar o estímulo alvo dentre vários estímulos neutros.

No presente estudo, optou-se por não solicitar ao participante qualquer tipo de atividade específica após a apresentação de cada estímulo. Solicitou-se apenas que assistissem às imagens que seriam exibidas, numa perspectiva conhecida como “visualização passiva”, sem que ensejasse necessariamente um processo de avaliação ou tomada de decisão.

Há interpretações divergentes acerca do impacto do tipo de instrução nos resultados do ERP. Estudo que comparou dois tipos de instrução não encontrou diferenças significativas nos componentes iniciais P100 e N170 em função da instrução, ou seja, tais componentes seriam imunes quanto ao tipo de instrução dada ao participante (Itier & Neath-Tavares, 2017). Por outro lado, estudo recente demonstrou a influência da instrução na pré-ativação de áreas especializadas do córtex relacionadas ao que foi solicitado na instrução (Battistoni et al., 2017). Adicionalmente, uma meta análise especificamente sobre o componente N170 apontou que ele ocorre tanto com uma atividade quanto na visualização passiva (Hinojosa et al., 2015). Os resultados do presente estudo apontam que tanto o componente P100 quanto o componente N170 foram modulados pelo estímulo com face num paradigma de visualização passiva, ou seja, eles ocorrem automaticamente, mesmo sem uma tarefa específica.

Já em relação aos componentes positivos tardios, tanto o P300 quanto o LPP medidos neste estudo não apresentaram traçados semelhantes a outros estudos reportados na literatura científica da área. Esses componentes vêm sendo relacionados ao processo cognitivo de memória, avaliação, categorização e tomada de decisão, e são mais proeminentes em estudos que utilizam o paradigma *Oddball*. Sugere-se que o surgimento dos componentes cognitivos tardios tem relação com a memória de trabalho, em função da solicitação de uma tarefa (Polich, 2007).

A ausência dos componentes positivos tardios neste estudo sugere que a utilização de tarefas que necessitam de tomada de decisão durante os experimentos sobre empatia com EEG

poderia ser considerada como uma variável interveniente que pode vir a influenciar a análise dos resultados. Dessa forma, sugere-se adotar melhor controle sobre tais atividades ou, sempre que possível, não serem utilizadas nos procedimentos das pesquisas nesta área. O acréscimo de tarefas cognitivas nos procedimentos desses estudos certamente influencia a análise desses componentes no que tange ao processo cognitivo da empatia.

Dessa forma, estamos diante de um desafio que é produzir estudos para avaliar o componente cognitivo da empatia através do EEG sem, contudo, acrescentar novos processos cognitivos nos procedimentos de pesquisa. Novos estudos poderiam ser conduzidos no sentido de avaliar mais precisamente o impacto dessas variáveis intervenientes nas pesquisas sobre empatia.

5.3 Efeito Modulador das Expressões Emocionais

A atenção às expressões emocionais é um dos elementos essenciais das habilidades socioemocionais que influenciam a interação humana. Diversos estudos que utilizam o ERP têm sugerido o N170 como um componente preliminar de baixa latência que responde automaticamente ao estímulo da face humana, sendo então utilizado como um marcador do processo cortical da percepção e atenção às faces e relacionado ao processo afetivo da empatia.

Contudo, nos estudos que utilizam diferentes expressões emocionais, há divergências entre eles acerca do impacto da emoção expressa nestes estímulos na modulação do N170. Enquanto alguns têm apontado diferenças entre as faces com expressões emocionais e faces neutras, outros não tem encontrado diferenças significativas.

Neste estudo, conforme formulado na hipótese H5, buscou-se identificar diferenças significativas entre a expressão neutra e todas as demais expressões emocionais, nos diversos tipos de estímulos utilizados nesta pesquisa, em conjunto. Os resultados apontaram que, no geral, não ocorreram diferenças significativas entre a expressão Neutra e as demais expressões emocionais quanto ao componente N170 em nenhum dos canais testados, a saber, P7, P8, TP9

e TP10. E tal semelhança na resposta eletrofisiológica se manteve quando os participantes foram subdivididos em grupos em função do escore na escala de empatia.

Em síntese, os resultados demonstraram que não há modulação do N170 em função da expressão emocional, ou seja, o processo de atenção à face ocorre de maneira similar para qualquer uma das emoções que estão sendo expressas através dos estímulos apresentados aos participantes da pesquisa.

Inicialmente, poderia se afirmar que os resultados encontrados seriam congruentes com a parte das pesquisas que apontaram não haver diferença na modulação do componente N170 entre os estímulos neutros e aqueles com expressões emocionais. No entanto, vale ressaltar que os resultados apresentados aqui não podem ser generalizados, por uma questão procedimental. Apesar dos estímulos terem sido escolhidos a partir da avaliação de juízes, o grau de identificação da emoção representada em cada um deles não foi verificado junto aos participantes da pesquisa. Por isso, não se pode afirmar categoricamente que os resultados não apontam diferenças entre as expressões emocionais, pois pode ser que tais diferenças não tenham sido identificadas em todos os estímulos, fazendo com que os resultados dos estímulos com expressão emocional se assemelhassem aos resultados dos estímulos com expressão neutra.

Nesta perspectiva, sugere-se que novos estudos poderiam ser conduzidos avaliando o grau de identificação das expressões emocionais dos estímulos por parte dos participantes.

5.4 Efeito Modulador dos Estímulos Audiovisuais

Para o reconhecimento das emoções, utilizamos como pistas sociais tanto indicadores verbais, quanto indicadores não verbais durante o processo de interação. Entre os indicadores não verbais destacam-se aspectos como as expressões faciais – lábios, sobrancelhas, contorno dos olhos – e a voz – entonação, ritmo e flexão.

Entretanto, mesmo com o conhecimento acerca das pistas sociais presentes na interação e, por conseguinte, na empatia, a maior parte dos estudos na área de Neurociências Cognitiva

Social sobre a empatia utilizam apenas imagens estáticas (fotos) com expressões emocionais como estímulo nas análises do ERP dos participantes. Poucos estudos utilizam vídeo e nenhum estudo foi encontrado comparando os dois tipos de estímulos.

Diante dessa realidade, o presente estudo procurou avaliar o efeito modulador de estados emocionais expressos através de diferentes tipos de estímulos audiovisuais na resposta eletrofisiológica do córtex cerebral relacionada à dimensão cognitiva da empatia. Para tanto, foram analisados quatro tipos de apresentação de estímulos: “Vídeo com Áudio”, “Vídeo sem Áudio”, “Foto com Áudio” e “Foto sem Áudio”. Conforme formulado na hipótese H6, esperava-se encontrar uma diferença significativa na modulação do componente LPP na região frontal entre os estímulos que apresentavam mais expressões não verbais do que naqueles com menos expressões, em todas as expressões emocionais pesquisadas.

Acreditava-se que os estímulos em vídeo, por apresentarem movimentos, trariam mais pistas sociais do que as fotos estáticas. E por sua vez, os estímulos com áudio trariam uma nova modalidade de pistas sociais sobre os estados afetivos do que os estímulos sem áudio. Dessa forma, considerava-se os estímulos “Vídeo com Áudio” como aquele contendo mais pistas sociais e o estímulo “Apenas Foto” contendo menos pistas sociais.

Entretanto, os resultados apontaram que não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de estímulo na modulação da resposta eletrofisiológica do córtex cerebral dos participantes da presente pesquisa. Ou seja, não importava se o estímulo tinha mais pistas sociais (vídeo e áudio) ou não (foto estática sem áudio), os resultados foram semelhantes para todos os tipos de estímulos.

Do ponto de vista da pesquisa, a utilização de imagens estáticas parece não influenciar os resultados encontrados em relação à modulação do processo de empatia no córtex cerebral. Dessa forma, tanto os estímulos produzidos com imagens estáticas (foto) quanto em movimento (vídeo) mostram-se adequados para uso em pesquisas, podendo ser escolhido um ou outro de acordo com os interesses e os delineamentos procedimentais de cada estudo.

Adicionalmente, a inclusão de áudio junto às imagens, tanto em vídeo quanto em foto, também não se mostrou efetiva no que tange a alguma alteração na modulação dos canais selecionados neste estudo. Portanto, sua inclusão nos procedimentos de pesquisa também se torna opcional, podendo ou não ser utilizado de acordo com os interesses de estudo.

Do ponto de vista da nossa realidade social, convivemos com o aumento dos aparatos tecnológicos na mediação da interação humana, como computadores, *smartphones*, videoconferências, entre outros aparelhos e sistemas, que não oferecem entre seus recursos toda a gama de possibilidades oferecidas na interação face a face. Mas a partir desses resultados, pode-se inferir que não é apenas o acréscimo ou o decréscimo de pistas sociais que influenciam o processo de empatia na comunicação mediada por tecnologia. Possivelmente existem outros fatores que causam maior impacto na diferença dos níveis de empatia encontrada nas mais diversas interações sociais e as pistas sociais poderiam ser um fator coadjuvante nesse processo.

Importante observar que outros fatores que são reconhecidos moduladores da empatia não estavam presentes neste estudo, com destaque para a familiaridade e a ligação afetiva com o estímulo. Novos estudos poderiam ser conduzidos no sentido de avaliar se há interação entre esses demais fatores e o tipo de estímulo utilizado no estudo.

5.5 Limitações da Pesquisa e Propostas Futuras

Em todo estudo, os pesquisadores fazem escolhas metodológicas que podem influenciar seus resultados e, com isso, limitar as generalizações acerca das suas conclusões. Neste estudo, destacam-se três opções que devem ter suas implicações discutidas: a elaboração dos próprios estímulos, a opção pela visualização passiva desses estímulos durante o experimento e a escolha da Escala de Empatia de Davis para aferir o grau de empatia dos participantes. Essas três implicações serão discutidas em seguida.

Nesta pesquisa optou-se pela produção dos próprios estímulos de pesquisa, em função dos objetivos de estudo propostos, em detrimento da utilização de estímulos comumente utilizados em pesquisas dessa área. Se por um lado essa opção possibilitou a comparação entre

os diferentes tipos de estímulos audiovisuais, por outro lado impossibilita comparações diretas entre os resultados encontrados para as diferentes expressões emocionais e os resultados de pesquisas anteriores. Por exemplo, o fato de encontrar correlação em uma determinada expressão emocional e não outra, não foi comparado com outros estudos que demonstraram resultados congruentes ou divergentes por ter sido utilizados estímulos distintos. Por isso, as discussões limitaram-se àquelas conclusões que puderam ser inferidas dentro dos próprios resultados encontrados, não se ampliando essas discussões para envolver comparações com outros estudos semelhantes. Tendo em vista que não foram encontradas diferenças entre os tipos de estímulos, sugere-se que estudos futuros poderão utilizar bancos de imagens disponíveis para pesquisa a fim de facilitar as comparações entre os diferentes estudos.

O fato de deliberadamente não se utilizar o “Paradigma *Oddball*” neste estudo, ou qualquer outro tipo de tarefa cognitiva após a apresentação dos estímulos, contribuiu para identificar o efeito interveniente que esse procedimento pode provocar nos resultados das pesquisas sobre empatia utilizando-se o EEG. A escolha pela visualização livre nesta pesquisa, sem atividade cognitiva específica, não gerou os componentes P300 e LPP na mesma intensidade atingida nos estudos que utilizam o paradigma *Oddball*. Porém, mesmo assim foi possível identificar uma correlação significativa entre a amplitude desses componentes e o grau de empatia dos participantes. Ou seja, cada participante mobilizou de forma livre a atenção cognitiva que daria aos estímulos, nesse caso, possivelmente influenciado pelo seu próprio grau de empatia. Uma vez não tendo uma tarefa específica, acredita-se que a atividade cognitiva apresentada nesse período se deu por um fator endógeno de cada participante, o grau de empatia talvez, e não se deveu a um fator exógeno, como seria o caso de uma solicitação explícita de uma tarefa cognitiva.

Porém, cabe também questionar o quanto o grau de empatia dos participantes poderia influenciar na atenção à tarefa solicitada ou não pelo pesquisador. Presume-se que pessoas com maior grau de empatia tenham um comportamento pró-social mais frequente e, neste caso, uma

maior atenção cognitiva à tarefa poderia refletir o nível de colaboração do participante com o próprio pesquisador. Dessa forma, encontrar diferenças na atividade cognitiva entre participantes com alto ou baixo grau de empatia poderia significar apenas um processo de empatia do participante em relação à solicitação do pesquisador, explícita ou presumida, tratando-se, portanto, de ser uma variável interveniente no processo de pesquisa.

Outro aspecto importante a ser destacado foi a utilização exclusiva da Escala de Empatia de Davis. Apesar do reconhecimento da sua qualidade, para ampliação do conhecimento das correlações que foram estabelecidas nesta pesquisa, seria importante realizar estudos que comparem os resultados do ERP com outras escalas de empatia, a fim de identificar a consistência dessas correlações. Ainda sobre a Escala de Empatia, neste estudo os participantes foram classificados e agrupados utilizando-se como critério apenas o fato de estar acima ou abaixo da média do próprio grupo de participantes. Pesquisas futuras poderiam ser conduzidas com grupos de pessoas que tivessem escore alto ou baixo na população pesquisada, excluindo-se uma faixa de escores medianos, propiciando uma maior diferenciação de escore entre os dois grupos.

6 CAPÍTULO VI - CONCLUSÃO

A proposta principal desta tese visou contribuir com os estudos acerca da influência do grau de empatia na percepção de faces no processo de empatia. Para isso, aferiu o grau de empatia dos participantes através da Escala de Empatia de Davis e correlacionou esses resultados com a amplitude de resposta eletrofisiológica a estímulos com faces expressando diferentes estados emocionais.

Descobriu-se que há padrões distintos de percepção de faces com expressões emocionais em função do grau de empatia. Enquanto um escore abaixo da média na escala de empatia está associado a uma percepção rudimentar das faces, utilizando-se a via dorsal da percepção visual, um escore acima da média está associado a uma percepção de faces ao mesmo tempo detalhada e holística, utilizando-se a via ventral da percepção visual, permitindo inclusive avaliar de melhor forma a intensidade das expressões emocionais.

Em síntese, as correlações encontradas entre a dimensão Tomada de Perspectiva da escala de empatia e a amplitude de resposta dos componentes P100, N170, P300 e LPP do ERP propiciaram a conclusão de que existe padrões distintos de percepção de faces com expressões emocionais em função do grau de empatia, bem como uma influência constante do processo cognitivo nos processos perceptivos e, por conseguinte, no próprio processo de empatia como um todo.

Tais conclusões sobre esses diferentes padrões podem gerar *insights* interessantes para atividades que visam ampliar o grau de empatia das pessoas em diferentes situações. Por exemplo, se há um tipo de padrão de percepção relacionado a um grau mais baixo de empatia e outro padrão para o grau mais alto, será que exercícios que buscam uma mudança no padrão de percepção de faces também propiciariam uma mudança no grau de empatia? Quais exercícios seriam esses? Em qual local a aplicação desses exercícios poderiam ser mais adequadas: na psicoterapia, na escola ou no trabalho?

Adicionalmente, essa tese apresenta contribuições metodológicas importantes quanto aos procedimentos de pesquisa na área de empatia a partir do ERP. A maior parte dos estudos

utiliza imagens estáticas com diferentes expressões emocionais como estímulos de pesquisa. Além disso, propõe uma tarefa que visa promover a atenção e o discernimento dos estímulos por parte dos participantes da pesquisa, que deve ser executada após a apresentação dos estímulos. O presente estudo trouxe reflexões importantes para contribuir com a análise desse modelo predominante.

Primeiro, não se encontrou diferenças significativas entre os diversos tipos de estímulos utilizados. Portanto, a utilização mais frequente de imagens estáticas sem áudio se mostra como um estímulo adequado para os estudos sobre empatia, como vem sendo conduzido a maior parte dos estudos até hoje.

Porém, ao não propor uma tarefa cognitiva, esse estudo demonstrou que os componentes cognitivos como o P300 e o LPP não se apresentaram com a mesma intensidade quando não são provocados por uma tarefa cognitiva após a apresentação dos estímulos. Dessa forma, a realização de tarefas pelos participantes nos procedimentos das pesquisas nessa área torna-se uma variável interveniente que influencia os resultados destes estudos e, em função disso, sua inclusão nos procedimentos de pesquisa deveria ser reavaliada. Ou então, poderia ao menos ser comparadas, em delineamentos de pesquisa com e sem tarefa para os participantes executarem após a apresentação dos estímulos.

E, por fim, observou-se uma correlação significativa entre a amplitude dos componentes do ERP e o grau de empatia dos participantes. A partir dos resultados apresentados, recomenda-se o uso da Escala de Empatia de Davis (IRI), especialmente na sua dimensão Tomada de Perspectiva (TP), para monitoramento dos resultados dos estudos sobre empatia, diante da diferença encontrada entre os participantes com diferentes níveis de empatia, tanto na escala geral, quanto na dimensão Tomada de Perspectiva.

Em síntese, propõe-se três contribuições metodológicas para os estudos de empatia utilizando o ERP:

1. O tipo de estímulo utilizado não influencia o resultado do ERP.

2. A proposição de tarefas cognitivas pode influenciar a amplitude dos componentes cognitivos e devem ser reavaliadas.
3. O grau de empatia dos participantes influencia a amplitude dos componentes do ERP e devem ser aferidos através da Escala de Empatia.

REFERÊNCIAS

- Balconi, M., & Canavesio, Y. (2016). Is empathy necessary to comprehend the emotional faces? The empathic effect on attentional mechanisms (eye movements), cortical correlates (N200 event-related potentials) and facial behaviour (electromyography) in face processing. *Cognition and Emotion*, *30*(2), 210–224. <https://doi.org/10.1080/02699931.2014.993306>
- Batson, C. D. (2009). These things called empathy. In J. Decety & W. Ickes (Orgs.), *The Social Neuroscience of Empathy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Batson, C. D., Ahmad, N., Lishner, D. A., & Tsang, J. (2005). Empathy and altruism. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (p. 485–498). Oxford, UK: Oxford University.
- Batson, C. D., Early, S., & Salvarani, G. (1997). Perspective Taking: imagining how another feels versus imagining how you would feel. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *23*(7), 751–758.
- Battistoni, E., Stein, T., & Peelen, M. V. (2017). Preparatory attention in visual cortex: Preparatory attention in visual cortex. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1396*(1), 92–107. <https://doi.org/10.1111/nyas.13320>
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, *17*(3), 613–620.
- Berger, P., & Luckmann, T. (1985). *A construção social da realidade*. Rio de Janeiro: Editora Vozes.
- Bernhardt, B. C., & Singer, T. (2012). The Neural Basis of Empathy. *Annual Review of Neuroscience*, *35*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150536>
- Bernstein, M., & Yovel, G. (2015). Two neural pathways of face processing: A critical evaluation of current models. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *55*, 536–546. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.06.010>
- Birdwhistell, R. L. (1970). *Kinesics and contest*. Philadelphia: Pennsylvania Press.

- Calvo, M. G., & Beltrán, D. (2014). Brain lateralization of holistic versus analytic processing of emotional facial expressions. *NeuroImage*, *92*, 237–247. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.01.048>
- Cheng, Y., Chen, C., & Decety, J. (2014). An EEG/ERP investigation of the development of empathy in early and middle childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *10*, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.08.012>
- Cheung, C. H. M., Rutherford, H. J. V., Mayes, L. C., & McPartland, J. C. (2010). Neural responses to faces reflect social personality traits. *Social Neuroscience*, *5*(4), 351–359. <https://doi.org/10.1080/17470911003597377>
- Choi, D., Nishimura, T., Motoi, M., Egashira, Y., Matsumoto, R., & Watanuki, S. (2014). Effect of empathy trait on attention to various facial expressions: evidence from N170 and late positive potential (LPP). *J Physiol Anthropol*, *33*, 18.
- Choi, D., & Watanuki, S. (2014). Effect of empathy trait on attention to faces: an event-related potential (ERP) study. *J Physiol Anthropol*, *33*(4). Recuperado de <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1880-6805-33-4.pdf>
- Coke, J. S., Batson, C. D., & McDavis, K. (1978). Empathic Mediation of Helping: A Two Stage Model. *Journal of Personality and Social Psychology*, *36*(7), 752–766.
- Cuff, B. M., Brown, S. J., Taylor, L., & Howat, D. J. (2016). Empathy: a review of the concept. *Emotion Review*, *8*(2), 144–153.
- Davis, M. H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. *Catalog of Selected Documents in Psychology*, *10*.
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, *44*(1), 113–126. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.113>
- De Vignemont, F., & Singer, T. (2006). The empathic brain: how, when and why? *Trends in cognitive sciences*, *10*(10), 435–441.

- Decety, J. (2010). The Neurodevelopment of Empathy in Humans. *Developmental Neuroscience*, 32(4), 257–267. <https://doi.org/10.1159/000317771>
- Decety, J. (2011a). Dissecting the Neural Mechanisms Mediating Empathy. *Emotion Review*, 3(1), 92–108. <https://doi.org/10.1177/1754073910374662>
- Decety, J. (2011b). The neuroevolution of empathy: Neuroevolution of empathy and concern. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1231(1), 35–45. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06027.x>
- Decety, J. (2015). The neural pathways, development and functions of empathy. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 3, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2014.12.001>
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The Functional Architecture of Human Empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71–100. <https://doi.org/10.1177/1534582304267187>
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2006). A social-neuroscience perspective on empathy. *Current directions in psychological science*, 15(2), 54–58.
- Decety, J., & Lamm, C. (2006). Human Empathy Through the Lens of Social Neuroscience. *The Scientific World JOURNAL*, 6, 1146–1163. <https://doi.org/10.1100/tsw.2006.221>
- Decety, J., & Meyer, M. (2008). From emotion resonance to empathic understanding: A social developmental neuroscience account. *Development and Psychopathology*, 20(04), 1053. <https://doi.org/10.1017/S0954579408000503>
- Decety, J., Norman, G. J., Berntson, G. G., & Cacioppo, J. T. (2012). A neurobehavioral evolutionary perspective on the mechanisms underlying empathy. *Progress in Neurobiology*, 98(1), 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2012.05.001>
- Dering, B., & Donaldson, D. I. (2016). Dissociating attention effects from categorical perception with ERP functional microstates. *PloS one*, 11(9), e0163336.

- Eimer, M., Gosling, A., Nicholas, S., & Kiss, M. (2011). The N170 component and its links to configural face processing: A rapid neural adaptation study. *Brain Research, 1376*, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.12.046>
- Eimer, M., & Holmes, A. (2002). An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport, 13*(4), 427–431.
- Eisenberg, N., Fabes, R. A., & Spinrad, T. L. (2006). Prosocial development. In N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner, *Handbook of child psychology Vol. 3: Social, emotional and personality development* (p. 646–718). Hoboken, NJ: Wiley.
- Engelen, E.-M., & Röttger-Rössler, B. (2012). Current disciplinary and interdisciplinary debates on empathy. *Emotion Review, 4*(1), 3–8.
- Engen, H. G., & Singer, T. (2013). Empathy circuits. *Current Opinion in Neurobiology, 23*(2), 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2012.11.003>
- Esterman, M., & Yantis, S. (2010). Perceptual Expectation Evokes Category-Selective Cortical Activity. *Cerebral Cortex, 20*(5), 1245–1253. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp188>
- Fan, Y., & Han, S. (2008). Temporal dynamic of neural mechanisms involved in empathy for pain: An event-related brain potential study. *Neuropsychologia, 46*(1), 160–173. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.07.023>
- Fields, E. C., & Kuperberg, G. R. (2012). It's All About You: An ERP Study of Emotion and Self-Relevance in Discourse. *NeuroImage, 62*(1), 562–574. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.05.003>
- Filippetti, V. A., López, M. B., & Richaud, M. C. (2012). Aproximación neuropsicológica al constructo de empatía: aspectos cognitivos y neuroanatómicos. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology, 6*(1).
- Formiga, N., Rique, J., Galvao, L., Camino, C., Mathias, A., & Medeiros, F. (2011). Escala multidimensional de reatividade interpessoal-EMRI: Consistência estrutural da versão reduzida. *REVISTA DE PSICOLOGÍA/Journal of Psychologist, 13*(2), 52–62.

- Goffman, E. (2011). *Ritual de interação: ensaios sobre o comportamento face a face*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Gonzalez-Liencre, C., Shamay-Tsoory, S. G., & Brüne, M. (2013). Towards a neuroscience of empathy: Ontogeny, phylogeny, brain mechanisms, context and psychopathology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1537–1548. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.05.001>
- Gumperz, J. J. (2002). Convenções de contextualização. In B. T. Ribeiro & P. M. Garcez (Orgs.), *Sociolinguística Interacional*. São Paulo: Edições Loyola.
- Hagan, C. C., Woods, W., Johnson, S., Calder, A. J., Green, G. G., & Young, A. W. (2009). MEG demonstrates a supra-additive response to facial and vocal emotion in the right superior temporal sulcus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(47), 20010–20015.
- Hajcak, G., Weinberg, A., MacNamara, A., & Foti, D. (2012). ERPs and the study of emotion. In E. S. Kappenman & S. J. Luck, *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. New York: Oxford University Press.
- Han, S., Fan, Y., & Mao, L. (2008). Gender difference in empathy for pain: An electrophysiological investigation. *Brain Research*, 1196, 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.12.062>
- Hari, R., & Kujala, M. V. (2009). Brain Basis of Human Social Interaction: From Concepts to Brain Imaging. *Physiological Reviews*, 89(2), 453–479. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2007>
- Harris, P. L. (2000). Understanding emotion. In M. Lewis & J. M. Haviland-Jones (Orgs.), *Handbook of Emotions* (p. 281–292). New York: Guilford Press.
- Hétu, S., Taschereau-Dumouchel, V., & Jackson, P. L. (2012). Stimulating the brain to study social interactions and empathy. *Brain Stimulation*, 5(2), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2012.03.005>

- Hinojosa, J. A., Mercado, F., & Carretié, L. (2015). N170 sensitivity to facial expression: A meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *55*, 498–509. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.06.002>
- Hoffman, M. L. (2000). *Empathy and Moral Development: implications for caring and justice*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hynes, C. A., Baird, A. A., & Grafton, S. T. (2006). Differential role of the orbital frontal lobe in emotional versus cognitive perspective-taking. *Neuropsychologia*, *44*(3), 374–383. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.06.011>
- Iannotti, R. J. (1979). The Elements of Empathy. Apresentado em Biennial Meeting of the Research in Child Development, San Francisco: CA. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=ED171399>
- Itier, R. J., & Neath-Tavares, K. N. (2017). Effects of task demands on the early neural processing of fearful and happy facial expressions. *Brain Research*, *1663*, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2017.03.013>
- Kandel, E., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2014). *Princípios de Neurociências* (5^o ed). São Paulo: McGraw-Hill - ARTMED.
- Krämer, U. M., Mohammadi, B., Doñamayor, N., Samii, A., & Münte, T. F. (2010). Emotional and cognitive aspects of empathy and their relation to social cognition—an fMRI-study. *Brain Research*, *1311*, 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.11.043>
- Kreifelts, B., Ethofer, T., Shiozawa, T., Grodd, W., & Wildgruber, D. (2009). Cerebral representation of non-verbal emotional perception: fMRI reveals audiovisual integration area between voice- and face-sensitive regions in the superior temporal sulcus. *Neuropsychologia*, *47*(14), 3059–3066. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.07.001>

- Lamm, C., Batson, C. D., & Decety, J. (2007). The neural substrate of human empathy: effects of perspective-taking and cognitive appraisal. *Cognitive Neuroscience, Journal of*, *19*(1), 42–58.
- Lamm, C., Decety, J., & Singer, T. (2011). Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *NeuroImage*, *54*(3), 2492–2502. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.014>
- Lamm, C., & Majdandžić, J. (2015). The role of shared neural activations, mirror neurons, and morality in empathy – A critical comment. *Neuroscience Research*, *90*, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.10.008>
- Lange, K., Williams, L. M., Young, A. W., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Williams, S. C. R., ... Phillips, M. L. (2003). Task instructions modulate neural responses to fearful facial expressions. *Biological Psychiatry*, *53*(3), 226–232. [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(02\)01455-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(02)01455-5)
- Li, W., & Han, S. (2010). Perspective taking modulates event-related potentials to perceived pain. *Neuroscience Letters*, *469*(3), 328–332. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.12.021>
- Lieberman, M. D. (2007). Social Cognitive Neuroscience: A Review of Core Processes. *Annual Review of Psychology*, *58*(1), 259–289. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085654>
- Light, G. A., Williams, L. E., Minow, F., Sprock, J., Rissling, A., Sharp, R., ... Braff, D. L. (2010). Electroencephalography (EEG) and Event-Related Potentials (ERPs) with Human Participants. In J. N. Crawley, C. R. Gerfen, M. A. Rogawski, D. R. Sibley, P. Skolnick, & S. Wray (Orgs.), *Current Protocols in Neuroscience*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/0471142301.ns0625s52>

- Meaux, E., Roux, S., & Batty, M. (2014). Early visual ERPs are influenced by individual emotional skills. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(8), 1089–1098. <https://doi.org/10.1093/scan/nst084>
- Mehrabian, A. (1996). *Manual for the Balanced Emotional Empathy Scale (BEES)*. Monterey, CA: Albert Mehrabian.
- Murray, M. M., Brunet, D., & Michel, C. M. (2008). Topographic ERP Analyses: A Step-by-Step Tutorial Review. *Brain Topography*, 20(4), 249–264. <https://doi.org/10.1007/s10548-008-0054-5>
- Nummenmaa, L., Hirvonen, J., Parkkola, R., & Hietanen, J. K. (2008). Is emotional contagion special? An fMRI study on neural systems for affective and cognitive empathy. *NeuroImage*, 43(3), 571–580. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.08.014>
- Pitcher, D., Walsh, V., & Duchaine, B. (2011). The role of the occipital face area in the cortical face perception network. *Experimental Brain Research*, 209(4), 481–493. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2579-1>
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128–2148. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>
- Preston, S. D. (2007). A perception-action model of empathy. In T. F. D. Farrow & P. W. R. Woodruff, *Empathy in mental illness* (p. 428–447). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Preston, S. D., & De Waal, F. B. M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and brain sciences*, 25(1), 1–20.
- Righart, R., & de Gelder, B. (2008). Rapid influence of emotional scenes on encoding of facial expressions: an ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(3), 270–278. <https://doi.org/10.1093/scan/nsn021>

- Robins, D. L., Hunyadi, E., & Schultz, R. T. (2009). Superior temporal activation in response to dynamic audio-visual emotional cues. *Brain and Cognition*, *69*(2), 269–278. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.08.007>
- Rossion, B. (2014). Understanding face perception by means of human electrophysiology. *Trends in Cognitive Sciences*, *18*(6), 310–318. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.02.013>
- Rossion, B., & Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *NeuroImage*, *39*(4), 1959–1979. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.10.011>
- Russo, M. (2008). Localização cerebral da cognição social complexa: o autismo como modelo? *Filosofia e História da Biologia*, *3*(1), 285–304.
- Sampaio, L. R., Guimarães, P. R. B., Camino, C. P. dos S., Formiga, N. S., & Menezes, I. G. (2011). Estudos sobre a dimensionalidade da empatia: Tradução e adaptação do Interpersonal Reactivity Index (IRI). *Psico*, *42*(1).
- Shamay-Tsoory, S. G., Aharon-Peretz, J., & Perry, D. (2009). Two systems for empathy: a double dissociation between emotional and cognitive empathy in inferior frontal gyrus versus ventromedial prefrontal lesions. *Brain*, *132*(3), 617–627. <https://doi.org/10.1093/brain/awn279>
- Singer, T., & Lamm, C. (2009). The Social Neuroscience of Empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1156*(1), 81–96. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04418.x>
- Smith, A. (2006). Cognitive empathy and emotional empathy in human behavior and evolution. *Psychological Record*, *56*(1), 3.
- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement science review*, *2*(2), 1–11.

- Utama, N. P., Takemoto, A., Koike, Y., & Nakamura, K. (2009). Phased processing of facial emotion: An ERP study. *Neuroscience Research*, *64*(1), 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2009.01.009>
- Van Overwalle, F. (2009). Social cognition and the brain: A meta-analysis. *Human Brain Mapping*, *30*(3), 829–858. <https://doi.org/10.1002/hbm.20547>
- Vuilleumier, P., & Driver, J. (2007). Modulation of visual processing by attention and emotion: windows on causal interactions between human brain regions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *362*(1481), 837–855. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2092>
- Walter, H. (2012). Social Cognitive Neuroscience of Empathy: Concepts, Circuits, and Genes. *Emotion Review*, *4*(1), 9–17. <https://doi.org/10.1177/1754073911421379>

APÊNDICES

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DA PESQUISA:

MODULAÇÃO DA EMPATIA ATRAVÉS DE ESTÍMULOS NÃO-VERBAIS: UM ESTUDO ELETROFISIOLÓGICO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “Modulação da empatia através de estímulos não-verbais: um estudo eletrofisiológico”. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar o seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo para sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

O objetivo desta pesquisa é avaliar o efeito de estímulos audiovisuais na resposta neuronal relacionada ao processo de empatia. Sua participação consistirá em observar fotos e vídeos enquanto são medidas as suas atividades neuronais através de um equipamento de eletroencefalograma.

A princípio essa pesquisa não acarretará riscos físicos e psicológicos aos participantes. Mas, se durante a sessão alguma imagem lhe causar desconforto ou se tiver qualquer dificuldade para continuar, você poderá solicitar a interrupção da sessão e será respeitado(a). Tomaremos cuidado com seu bem-estar durante todo o processo, inclusive, disponibilizando atenção psicológica caso seja necessário.

Os benefícios relacionados com a sua participação nessa pesquisa são: comparar a utilização de diferentes estímulos audiovisuais e seu impacto no processo de empatia e contribuir com a discussão sobre o processo de empatia nas interações sociais em diversas áreas de estudo. O pesquisador se compromete a oferecer um retorno dos resultados da pesquisa aos participantes.

As informações obtidas a partir desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o total sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, sendo tratados sempre em torno das médias obtidas a partir de vários participantes. O material coletado ficará sob a responsabilidade do pesquisador.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e a sua participação, agora ou a qualquer momento.

Dados do pesquisador principal:

Nome: Willyans Garcia Coelho

Endereço: LPNeC - CCHLA, Cidade Universitária, 58051-900 - João Pessoa/PB.

Telefone: (81) 98853.7237

e-mail: willyans.coelho@gmail.com

Declaração de Participação

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no Centro de Ciências da Saúde - 1º andar - UFPB-Campus I na Cidade Universitária, no município de João Pessoa/PB – CEP 58.051-900 – telefone de contato (83) 3216 7791 e endereço eletrônico eticaccsufpb@hotmail.com

Havendo dúvida / denúncia com relação à condução da pesquisa deverá ser dirigida ao referido Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) no endereço acima citado.

João Pessoa, _____ de _____ de 2016.

Participante da pesquisa

APÊNDICE 2**QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO**

As informações prestadas abaixo serão tratadas com absoluto sigilo e servirão apenas para caracterização dos participantes da pesquisa de uma forma geral, e não de forma individual.

1. Sexo Feminino Masculino

2. Gênero Heterossexual Homossexual Bissexual

3. Idade _____ anos.

4. Escolaridade

Ensino fundamental

Ensino médio completo

Graduando – Curso _____ Período: _____

Graduado – Curso _____

Pós-graduando – Curso _____

Pós-graduado – Curso _____

5. Como você se considera:

Branco(a) Pardo(a) Preto(a) Amarelo(a) Indígena

6. Religião

Católica.

Umbanda ou Candomblé.

Protestante ou Evangélica.

Outra.

Espírita.

Sem religião.

7. Estado civil

Solteiro(a).

Casado(a) / mora com um(a) companheiro(a).

Separado(a) / divorciado(a) / desquitado(a).

Viúvo(a).

8. Utiliza algum medicamento controlado?

() Sim. Qual? _____

() Não.

9. Marque a frequência de consumo das substâncias listadas abaixo:

	Diariamente (ou quase diariamente)	Frequentemente (pelo menos uma vez por semana)	Eventualmente (pelo menos uma vez por mês)	Raramente ou Nunca
Café, chá, mate, guaraná ou Coca-Cola				
Bebidas Alcoólicas				
Cigarro ou adesivo de nicotina				
Maconha ou seus derivados				
Cocaína ou seus derivados				
Outras substâncias psicoativas				

10. Consumiu alguma(s) das substâncias listadas acima nas últimas 24 horas?

() Sim. Qual(ais)? _____

() Não.

11. Tem diagnóstico comprovado para alguma doença neurológica?

() Sim. Qual? _____

() Não.

12. Tem histórico de doenças neurológicas na família?

() Sim. Parentesco? _____ Doença? _____

() Não.