

Telmo António dos Santos Pereira

INTEGRAÇÃO HEMISFÉRICA E ORGANIZAÇÃO CEREBRAL NO PROCESSAMENTO DE EXPRESSÕES FACIAIS DE EMOÇÃO

Dissertação de Doutoramento em Psicologia - Especialização em Psicologia Experimental,
apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de
Coimbra e realizada sob orientação do Professor Doutor Armando Mónica de Oliveira e
da Professora Doutora Isabel Barahona da Fonseca

2012



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Referência:

Pereira, N. (2011). *Integração Hemisférica e Organização Cerebral no Processamento de Expressões Faciais de Emoção*. Tese de doutoramento não-publicada, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

Endereço electrónico do autor:

telmo@estescoimbra.pt

Concepção e Ilustração da capa:

Telmo Pereira

Impressão:

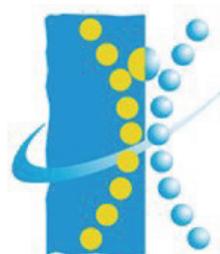
OGAMI – Impressão Digital.

Rua Bernardino Machado, Lote 39, S/cv Loja, Quinta da Maia. 3030-299
Coimbra

Apoios:

Trabalho financiado por uma bolsa de doutoramento (PROTEC2) e parcialmente financiado pelo projecto PTDC/PSI/73406/2006.

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



"There can be no knowledge without emotion. We may be aware of a truth, yet until we have felt its force, it is not ours. To the cognition of the brain must be added the experience of the soul."

Arnold Bennett (1867-1931)

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o culminar de um longo e profícuo percurso, onde as dificuldades e as exultações caminharam lado a lado, ora enredando o seu progresso, ora coagindo o intento de desenvolver um contributo para a ciência, onde a sua expressão final, patente nas páginas que se seguem, reflecte a contribuição de várias pessoas, a quem são devidos agradecimentos.

Ao Senhor Prof. Doutor Armando Mónica de Oliveira pela superior orientação, pelas repetidas lições e ensinamentos, pelas críticas e sugestões, pela generosidade com que sempre me recebeu e o interesse e empenho que sempre manifestou, por ser um verdadeiro exemplo de abnegação e entusiasmo pela ciência, um modelo de conduta que considerarei sempre com estima, e procurarei honrar.

À Senhora Prof.^a Doutora Isabel Barahona da Fonseca pela inspiração que desde cedo suscitou, por ter sido o impulso decisivo para o meu entusiasmo pela psicofisiologia, desde as aulas do 1º ano do Mestrado, aos dias de hoje; pela superior orientação, cujo calor, humanidade, boa vontade e colaboração foram imprescindíveis em todo este processo.

À Marta, ao Martim e à Matilde, pelo inabalável apoio, pelo conforto e incentivo, pelos momentos de ausência e alienação, por escutarem os monólogos ininteligíveis fruto da irritação e cansaço momentâneos, pela generosidade dos sorrisos com que sempre me presentearam, por serem uma firme fonte de inspiração e o meu maior feito.

Aos meus pais e irmã por todo o apoio, por estarem sempre presentes e por me terem ajudado a ser o que sou hoje.

Aos jovens que voluntariamente participaram neste estudo e a quem devo os dados que possibilitaram a execução desta dissertação. São eles os artífices silenciosos de todo este processo, sem os quais não teria sido possível concretizar os objectivos a que nos propusemos.

Se as palavras significam alguma coisa, neste momento não dão a mais ténue ideia do sentimento de respeito, simpatia e gratidão que nutro por todos aqueles que

contribuíram para esta concretização. A todos Estes a Aqueles que involuntariamente não referi,

BEM HAJAM.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS	IX
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
INTRODUÇÃO.....	1
PARTE I.....	7
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
CAPÍTULO I.....	9
1. ASSIMETRIA HEMISFÉRICA NAS EMOÇÕES	9
1.1. TEORIA DA DOMINÂNCIA DO HEMISFÉRIO DIREITO	10
1.2. TEORIA DA VALÊNCIA E DIRECÇÃO MOTIVACIONAL	14
CAPÍTULO II	21
2. INTERACÇÃO INTER-HEMISFÉRICA: O PROBLEMA DA ORGANIZAÇÃO CEREBRAL	21
2.1. PROBLEMAS CONCEPTUAIS DA VERSÃO SIMPLES DA LATERALIZAÇÃO	21
2.2. ESPECIFICIDADE AUTONÓMICA DAS EMOÇÕES	25
2.3. O LUGAR DAS DIFERENÇAS INDIVIDUAIS	31
CAPÍTULO III.....	35
3. PROBLEMAS METODOLÓGICOS	35
3.1. TAREFAS DO CAMPO VISUAL DIVIDIDO: LIMITES E INSUFICIÊNCIAS.....	35
3.2. NOVAS TAREFAS: O ESTUDO DA INTERACÇÃO INTERHEMISFÉRICA.....	42
3.3. TEORIA DA INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO E MEDIDA FUNCIONAL: UM QUADRO METODOLÓGICO PARA O ESTUDO DA ORGANIZAÇÃO CEREBRAL.....	45
PARTE II.....	53
CONTRIBUIÇÃO EMPÍRICA.....	53
CONCEPTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	55
CAPÍTULO I – 1ª FASE EXPERIMENTAL	61
I– MATERIAL E MÉTODOS.....	61
AMOSTRA	61
ESTÍMULOS E DESENHO EXPERIMENTAL.....	61
PROCEDIMENTO	63
MEDIDAS CENTRAIS E AUTONÓMICAS.....	64
ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS	65
TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	66
II - RESULTADOS.....	67
VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS.....	67
VARIÁVEIS CENTRAIS.....	72
VARIÁVEIS AUTONÓMICAS.....	81

III- DISCUSSÃO	87
VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS E LATERALIZAÇÃO DAS EMOÇÕES	87
CATEGORIAS EMOCIONAIS E PADRÕES DE ACTIVAÇÃO CENTRAL	90
CATEGORIAS EMOCIONAIS E ACTIVAÇÃO AUTONÓMICA	95
DIMENSÕES EMOCIONAIS E PADRÃO DE LATERALIZAÇÃO	98
O CASO PARTICULAR DA SURPRESA	100
CAPÍTULO II – 2ª FASE EXPERIMENTAL.....	103
I- MATERIAL E MÉTODOS	103
AMOSTRA.....	103
ESTÍMULOS E DESENHO EXPERIMENTAL.....	104
PROCEDIMENTO	105
MEDIDAS CENTRAIS – EEG – E ANÁLISE DOS BIOPOTENCIAIS	106
TRATAMENTO ESTATÍSTICO	108
II - RESULTADOS	109
RATINGS	109
ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DA MESMA EMOÇÃO	112
ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DE EMOÇÕES DIFERENTES	121
III – DISCUSSÃO	129
RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS	129
PADRÕES DE ACTIVAÇÃO CORTICAL	131
CAPÍTULO III – 3ª FASE EXPERIMENTAL	135
I- MATERIAL E MÉTODOS	135
AMOSTRA.....	135
ESTÍMULOS E DESENHO EXPERIMENTAL.....	136
PROCEDIMENTO	137
MEDIDAS CENTRAIS – EEG – E ANÁLISE DOS BIOPOTENCIAIS	137
TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	138
II - RESULTADOS	139
VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS E ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DE FACES DA MESMA EMOÇÃO	139
VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS E ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DE FACES EXPRESSANDO EMOÇÕES DIFERENTES.....	144
LATERALIZAÇÃO HEMISFÉRICA – MEDIDA FUNCIONAL.....	151
III – DISCUSSÃO	155
RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS	156
PADRÕES DE ACTIVAÇÃO CORTICAL	157
MODELOS DE FUNCIONAMENTO CONJUNTO DOS DOIS HEMISFÉRIOS.....	159
DISCUSSÃO FINAL E CONCLUSÕES	161
CONCLUSÕES FINAIS.....	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
ANEXOS.....	189
ANEXO I – ESTUDO SUPLEMENTAR.....	191
DISCRIMINABILIDADE DE EXPRESSÕES FACIAIS DE BAIXA INTENSIDADE	191

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

	<i>págs.</i>
Figura 1. Sistemas neurais envolvidos na percepção da face e na atenção.	22
Figura 2. Representação esquemática da organização neuro-anatómica do sistema visual.	36
Figura 3. Representação dos eventos constituintes de cada estímulo apresentado na Técnica do Campo Visual Dividido.	38
Figura 4. Funções fundamentais da Teoria da Integração da Informação.	45
Figura 5. Representação hipotética do julgamento de atractividade em função de fotografias de faces e informação sobre a inteligência de acordo com uma regra de integração aditiva.	49
Figura 6. Estimulação hemisférica selectiva.	58
Figura 7. Exemplo de estímulo visual utilizado.	62
Figura 8. Representação das diferenças de precisão (%) entre intensidades (alta e baixa) em função da categoria emocional e do hemicampo visual.	67
Figura 9. Representação das diferenças de precisão (%) entre campos visuais em função da categoria emocional e da intensidade da expressão.	68
Figura 10. Representação das diferenças de Tempos de Reacção médios (ms) devidas à intensidade, em função da categoria emocional e do hemicampo visual.	70
Figura 11. Representação das diferenças médias nos Tempos de Reacção (ms) entre campos visuais em função das categorias emocionais e dos níveis de intensidade.	70
Figura 12. Representação gráfica dos efeitos <i>categoria emocional</i> × <i>intensidade</i> na ERD em F4 e F3, em cada um dos hemicampos visuais.	72
Figura 13. Representação gráfica dos efeitos <i>categoria emocional</i> × <i>hemicampo visual</i> na ERD em F4 e F3, em cada um dos níveis de intensidade.	74
Figura 14. Representação gráfica dos efeitos <i>categoria emocional</i> × <i>intensidade</i> na ERD em	

T4 e T3, em cada um dos hemisférios visuais.	76
Figura 15. Representação dos valores médios da ERD em T4 e T3, em função das <i>emoções</i> e do <i>campo visual</i> , em cada um dos níveis de intensidade.	77
Figura 16. Representação gráfica dos efeitos <i>categoria emocional</i> × <i>intensidade</i> na ERD em P4 e P3, em cada um dos hemisférios visuais.	78
Figura 17. Representação dos valores médios da ERD em P4 e P3, em função das <i>emoções</i> e do <i>campo visual</i> , em cada um dos níveis de intensidade.	80
Figura 18. Representação da resposta galvânica da pele (μmho) nas condições de alta e baixa intensidade, em função da categoria emocional (abscissa) e do hemisfério visual.	82
Figura 19. Representação da resposta galvânica da pele (μmho) nas condições de apresentação da face emocionada à esquerda e à direita, em função da categoria emocional e dos níveis de intensidade da expressão.	82
Figura 20. Representação dos valores médios de arritmia sinusal nas condições de alta e baixa intensidade, em função da categoria emocional (abscissa) e do hemisfério visual.	84
Figura 21. Representação dos valores médios de arritmia sinusal respiratória nas condições de apresentação da face emocionada à esquerda e à direita, em função da categoria emocional (abscissa) e dos níveis de intensidade da expressão.	85
Figura 22. Exemplo da composição dos estímulos visuais usados na segunda fase experimental.	105
Figura 23. Gráficos factoriais dos <i>ratings</i> obtidos para estímulos compostos por pares de faces expressando a mesma emoção em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).	110
Figura 24. Gráficos factoriais dos <i>ratings</i> obtidos para estímulos compostos por pares de faces expressando emoções diferentes em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).	111
Figura 25. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando ALEGRIA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito	

(painel da direita).	113
Figura 26. Representação da ERD/ERS nas regiões corticais frontal, temporal e parietal, em segmentos consecutivos de 200 ms após a apresentação do estímulo visual de ALEGRIA, separadamente para as condições de maior e de menor intensidade dos estímulos.	115
Figura 27. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando MEDO em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).	116
Figura 28. Representação da ERD/ERS nas regiões corticais frontal, temporal e parietal em segmentos consecutivos de 200 ms após a apresentação do estímulo visual de MEDO, separadamente para as condições de maior e de menor intensidade dos estímulos.	118
Figura 29. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando CÓLERA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).	120
Figura 30. Representação da ERD/ERS nas regiões corticais frontal, temporal e parietal, em segmentos consecutivos de 200 ms após a apresentação do estímulo visual de CÓLERA, separadamente para as condições de maior e de menor intensidade dos estímulos.	121
Figura 31. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando ALEGRIA e MEDO em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).	123
Figura 32 Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando CÓLERA e ALEGRIA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).	125
Figura 33. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando MEDO e CÓLERA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).	127
Figura 34. Exemplo da estrutura dos estímulos visuais utilizados.	136

Figura 35. Classificações (<i>ratings</i>) médias para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).	139
Figura 36. Níveis médios de ERD nos territórios corticais frontais (F4 e F3), para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).	140
Figura 37. Níveis médios de ERD nos territórios corticais temporais (T4 e T3), para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).	142
Figura 38. Níveis médios de ERD nos territórios corticais parietais (P4 e P3), para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).	143
Figura 39. Classificações (<i>ratings</i>) médias para pares de faces exprimindo emoções diferentes nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).	145
Figura 40. Gráficos factoriais dos ERD da banda- α no Hemisfério Direito (F4, T4 e P4) e Esquerdo (F3, T3 e P3) para estímulos compostos por pares de faces exprimindo Alegria e Medo.	147
Figura 41. Gráficos factoriais dos ERD da banda- α no Hemisfério Direito (F4, T4 e P4) e Esquerdo (F3, T3 e P3) para estímulos compostos por pares de faces exprimindo Cólera e Alegria.	148
Figura 42. Gráficos factoriais dos ERD da banda- α no Hemisfério Direito (F4, T4 e P4) e Esquerdo (F3, T3 e P3) para estímulos compostos por pares de faces exprimindo Medo e Cólera.	150
Tabela 1. <i>Relative Range Indexes</i> – RRI – médios dos efeitos do campo visual nas tarefas cognitivas.	153

O contributo relativo dos hemisférios cerebrais para o processamento da informação emocional é desde há muito um tópico de debate, encontrando-se as evidências científicas actuais polarizadas em torno de dois modelos dominantes: a Teoria do Hemisfério Direito, por um lado, e a Teoria da Valência, nas suas versões clássica e revista. A primeira defende um predomínio global do hemisfério direito em todas as formas de processamento afectivo. A segunda defende a lateralização à direita do processamento de emoções negativas e à esquerda de emoções positivas e, na sua forma revista, a especialização do hemisfério esquerdo para emoções com orientação comportamental de aproximação e do hemisfério direito para aquelas envolvendo uma disposição comportamental de afastamento. Um limite comum aos dois modelos, assinalado pelo acumular de evidência sugestiva de uma natureza essencialmente repartida do sistema que suporta o processamento emocional e do papel nele desempenhado pela comunicação entre hemisférios, é a imagem excessivamente simplificada que fornecem deste processamento e em particular da natureza das assimetrias cerebrais.

Esta dissertação propôs-se estudar as formas de lateralização do processamento da expressão facial de emoções na perspectiva mais geral da organização cerebral desse processamento, e em particular no quadro de um funcionamento integrado dos dois hemisférios. Inclui para o efeito três fases experimentais que utilizam o paradigma metodológico do Campo Visual Dividido (CVD) para obter a estimulação selectiva, unilateral ou bilateral, dos hemisférios, e o registo simultâneo de variáveis fisiológicas de natureza central (EEG) e periférica (GSR, ECG, Respiração). A primeira fase envolve uma tarefa clássica de CVD envolvendo a localização do campo visual de apresentação de uma face emocional (com uma face neutra apresentada ao campo visual contralateral). Este estudo distingue-se de outros anteriores pela inclusão da surpresa, cujo estatuto quanto à lateralização preferencial se tem mantido ambíguo, pela manipulação da intensidade emocional como um factor, pelo registo simultâneo de variáveis fisiológicas centrais (SNC) e periféricas (SNA), e pela extensão da monitorização EEG a outros territórios corticais além dos frontais. Na segunda fase, o

paradigma CVD foi adaptado a uma tarefa de integração de informação, requerendo a combinação da informação fornecida por um par de faces emocionais, exprimindo a mesma ou diferentes emoções, selectivamente apresentadas a um só hemisfério. Os padrões de integração resultantes das respostas comportamentais e do registo da ativação cortical (alpha-event-related-desynchronization: α -ERD) em diferentes territórios foram analisados através da metodologia da Teoria da Integração da Informação, e os efeitos de lateralização emergentes interpretados nesse quadro. A terceira fase retomou a metodologia CVD adaptada numa tarefa de integração de informação requerendo a combinação de informação emocional fornecida agora selectivamente a cada um dos hemisférios (estimulação selectiva bilateral).

Globalmente, os resultados revelaram padrões de lateralização complexos – variáveis de acordo com a categoria emocional, dimensões específicas da expressão facial da emoção, a intensidade de expressão emocional e os territórios corticais considerados –, bem como a natureza largamente bi-hemisférica deste processamento, sem prejuízo da manifestação consistente de assimetrias hemisféricas relativas. Com base nos resultados encontrados, combinados com outra evidência científica disponível, propõe-se um novo modelo conceptual de lateralização hemisférica e de organização cerebral da percepção de expressões faciais de emoções – **Modelo de Organização Cerebral Integrada** -, susceptível de articular de forma natural os dois modelos dominantes da lateralização hemisférica do processamento emocional e o conjunto da evidência empírica que lhes tem estado associada.

The relative contribution of the cerebral hemispheres to the processing of emotional information has long been a topic of debate, with most available scientific evidence polarized around two dominant models: the Right Hemisphere Theory and the Valence Theory, whether in its classic or revised form. The first theory advocates an overall privilege of the right hemisphere in all forms of affective processing. The valence theory defends a lateralization of emotions according to valence (negative emotions on the right, positive emotions on the left) or, in its revised form, according to an approach-withdrawal axis (withdrawal-related emotions on the right, approach-related emotions on the left). A common limit of both these models, as made increasingly clear by the accumulating evidence for a distributed nature of emotional processing and the role played in it by hemispheric cooperation, is an oversimplified view of cerebral organization and of the nature of hemispheric asymmetries.

This thesis sets out to examine the hemispheric lateralization of the processing of emotional information conveyed by faces under the more general perspective of cerebral organization, and particularly of the integrated functioning of both hemispheres. It includes three main experimental studies, resting on a Divided Visual Field (DVF) methodology for the selective stimulation of one or both hemispheres coupled with the simultaneous recording of central (EEG) and peripheral (GSR, ECG, Respiration) physiological variables. The first phase involves a classical DVF task requiring a decision over the side of presentation of an emotional face (with a neutral face presented to the contralateral visual field). This study differs from previous ones by the inclusion of expressions of surprise, whose status as regards lateralization has remained ambiguous, the manipulation of emotion intensity as a factor, the joint recording of central (CNS) and peripheral (SNA) variables, and by also looking for EEG asymmetries outside the frontal lobes. In the second phase, the DVF paradigm has been adapted to an information integration task, requiring the combination of the information given by a pair of emotional faces, expressing the same or different emotions, which were selectively presented to one single hemisphere. The integration patterns arising out of behavioral responses, on the one hand, and of the cortical

activation (alpha-event-related-desynchronization: α -ERD) registered at different EEG leads, on the other, were analyzed using the methodology of Information Integration Theory, and emergent lateralization effects interpreted within this frame. The third phase resorted to this same adapted CVD task to address the cross-hemispheric integration of emotional information selectively provided to each of the two hemispheres (bilateral selective stimulation).

Overall, the results disclosed a variety of patterns of lateralization – modulated by emotion categories, characteristic dimensions of the facial expressions, emotional intensity, and the cortical regions under consideration - as well as the largely bilateral character of the involved processing, notwithstanding the emergence of robust relative functional asymmetries between hemispheres. Based on these results, combined with additional available evidence, we propose a new model for the cerebral organization underlying the perception of facial expressions of emotions – **the Model of Integrated Cerebral Organization** -, capable of bringing together in an unified framework the two prevailing models of the hemispheric lateralization of emotional processing and their associated bodies of supporting evidence.

As emoções constituem um tópico incontornável na vida da nossa espécie, e apesar de arcaicas em origem, *saturam a existência humana ao longo da vida (...) guiam, enriquecem e enobrecem a vida; dão sentido à existência quotidiana (...) promovem comportamentos que protegem a vida, formam a base para a sua prossecução e compelem o seu término. Podem ser ingredientes, bem como obstáculos, para a optimização do potencial humano, servindo muitas vezes de motor para o desenvolvimento intelectual* (Cacciopo, Berntson, Larsen, Poehlman & Ito, 2000, pág.173).

Atendendo ao valor central da experiência emocional no quotidiano da nossa espécie, não é de estranhar o grande interesse de que esta se tem revestido ao longo das eras. De facto, vários filósofos da antiguidade clássica teorizaram amplamente a propósito das emoções. Por exemplo, no ano 500 AC, Heraclito concebia o estado emocional como um compósito particular de um processo mental e de alterações corporais concomitantes, como a temperatura (quente/frio) e a quantidade de suor (seco/húmido). Sócrates (470 AC), por seu lado, estabeleceu um laço entre a vida moral (funções cognitivas/divinas superiores) e a caracterização física das emoções, segundo o qual a alegria/felicidade seria composta por prazer, utilidade, estando associada ao Bem, enquanto a dor estaria relacionada com o Mal. Em linha com esta proposição, Demócrito (460 AC), concebia a alegria ou felicidade (emoção positiva) como um estado mental e físico de equilíbrio. Para Platão (427-347 AC) as emoções eram explicadas numa teoria que assentava em três estados: estado de prazer, estado de dor e estado neutro. Segundo a concepção platónica, o organismo estaria sujeito a processos de exaustão e rejuvenescimento cíclicos, em que a dor representava a destruição da harmonia, o prazer a sua recuperação e o estado neutro a harmonia em si. Mais tarde, Aristóteles (384-322 AC) concebe uma das primeiras tentativas de explicar a fisiologia das emoções, centrando-se no conceito do *Pneuma*, fonte orientadora das emoções com base num conjunto de alterações somáticas. Apesar de alicerçadas numa reflexão desprovida do suporte observacional facultado pelos meios técnicos de que a ciência dispõe actualmente, muitos destes conceitos são de facto suportados por muitas das

evidências mais modernas, antecipando dessa forma a compreensão de que actualmente dispomos nesta matéria, nomeadamente no que concerne à relação mente-corpo na produção da experiência emocional e dos sentimentos.

Contudo, foi apenas no século XIX que se assistiu ao surgimento de duas teorias fundamentais das emoções que, apesar das críticas e limitações imputadas, revolucionaram de forma dramática o conhecimento nesta área, continuando ainda a inspirar muitos dos estudiosos da emoção. A primeira decorreu das observações de Charles Darwin (1872), segundo o qual as emoções constituem fenómenos evolucionários com funções importantes na sobrevivência da espécie, seleccionados em função da sua contribuição para a resolução de diversos problemas com que o homem se deparou no seu desenvolvimento filogenético. Desta forma, o mesmo arsenal emocional estaria disponível teoricamente em todos os seres humanos, bem como noutras espécies animais próximas em termos evolucionários (símios superiores). As observações que sustentaram conceptualmente a teoria preconizada por Darwin basearam-se essencialmente na atenção aos detalhes das expressões faciais e corporais que caracterizavam diversas emoções no homem e noutros animais. Na esteira destas primeiras observações, vários cientistas contemporâneos recolheram entretanto um impressionante corpo de evidências relativo à universalidade de um pequeno número de expressões faciais específicas de algumas emoções básicas: Alegria, Tristeza, Medo, Desgosto, Cólera e Surpresa (Ekman, Friesen, O’Sullivan, Chan, Diacoyanni-Tarlatzis, Heider, Krause, LeCompte, Pitcairn, Ricci-Bitti, Scherer, Tomita & Tzavaras, 1987). Assim emergiu a noção de “*Emoções Básicas ou Primárias*”, dotadas de um *papel adaptativo específico, ajudando o organismo a lidar com várias situações ambientais com impacto na sua sobrevivência* (Plutchik, 1980, pág. 129).

A segunda teoria decorre dos postulados de William James que, em 1884, num artigo intitulado *O que é uma emoção*, refere que *as alterações corporais que precedem a percepção de um estímulo e (...) a forma como sentimos estas alterações constitui a emoção* (James, 1884, pág. 189-190). Por outras palavras, reconhece-se o valor central da relação mente-corpo na experiência emocional, retomando-se assim a linha filosófica iniciada alguns milénios antes, na antiguidade clássica, mas aumentando a latitude desta relação, sugerindo-se que as modificações corporais precedem a emoção e que sem elas não seria possível vivenciar qualquer experiência emocional relevante. Quando contrastamos as duas perspectivas enunciadas anteriormente, facilmente se percebe uma

grande convergência conceptual, na medida em que, quer na perspectiva darwiniana, quer na jamesiana, as emoções são concebidas como instrumentos de adaptação e relacionadas, portanto, com a sobrevivência da espécie. De facto, ambas consideram as emoções básicas ou primárias como respostas mais ou menos automáticas a eventos contextualizados no ambiente em que decorre a existência do organismo. Tais respostas, sejam elas expressões faciais, alterações somáticas ou comportamentos, são nesta perspectiva exemplos de uma predisposição inata para reagir de forma apropriada às circunstâncias do meio e às exigências de cada situação concreta.

Apesar da convergência nas ideias-chave que alicerçam a noção de emoção nestas duas visões, há um ponto fundamental de divergência, na medida em que Darwin se preocupou essencialmente em explicar a génese da expressão emocional, enquanto James, pelo seu lado, se interessou predominantemente pela natureza da experiência emocional, tendo proposto um papel determinante do Sistema Nervoso Autónomo na produção e percepção de estados emocionais discretos, implicando a existência de padrões de activação somatovisceral específicos para cada emoção básica.

Ao longo das décadas subsequentes à formulação destas duas teorias, um aceso debate foi sendo alimentado por uma intensa indagação científica, coincidindo também com a emergência de outros enquadramentos teóricos. Actualmente, a posição geral da comunidade científica quanto a todas estas questões de definição fisiológica das emoções pode simplifadamente organizar-se em dois pólos dominantes: de um lado, os seguidores das teorias cognitivistas da emoção, que sustentam a indiferenciação das respostas fisiológicas em diferentes estados emocionais; do outro, os adeptos das perspectivas Darwiniana e Jamesiana, que defendem a diferenciação fisiológica das diversas emoções e o seu papel na adaptação da espécie ao meio ambiente.

Entretanto, novos paradigmas de estudo das emoções foram emergindo ao longo do século XX, fortemente motivados pela evolução do conhecimento científico e das plataformas tecnológicas disponíveis. Neste novo enquadramento, a caracterização anatómica e funcional do cérebro e demais estruturas envolvidas no processamento emocional, a um nível macro e ultra-estrutural, constituiu-se como um eixo programático decisivo para o conhecimento do funcionamento da mente e da sua interacção com o corpo. Em resultado deste investimento científico intensivo, assistimos nas últimas décadas a uma descrição aprofundada dos diversos componentes

cerebrais, corticais e sub-corticais, implicados nos diversos aspectos da experiência emocional e da afectividade em geral. Deste esforço têm surgido propostas compreensivas de sistemas neurais e neuronais, bem como de vectores bioquímicos, implicitamente mobilizados durante a percepção de estímulos emocionalmente relevantes e a preparação das respostas corporais consequentes.

No entanto, apesar da evolução dramática na neurobiologia afectiva e na caracterização da fisiologia das emoções, subsistem ainda muitas questões por resolver, algumas das quais objecto de intenso debate na literatura especializada. Uma das questões mais debatidas, e ainda sem solução definitiva, tem sido a do contributo relativo de cada hemisfério para o processamento das emoções. O reconhecimento da existência de assimetrias anatómicas e funcionais entre os hemisféricos tem sido bem documentada em vários domínios (Devinsky, 1999). Contudo, o seu contributo específico para o processamento emocional permanece com estatuto incerto. Inúmeros estudos foram dirigidos ao esclarecimento desta questão, com resultados que se podem organizar em dois pólos fundamentais: um pólo que defende um envolvimento preferencial do hemisfério direito em todos os aspectos do processamento emocional, sustentado por vários estudos (Gainotti, 1997); um outro pólo que defende uma especialização hemisférica diferenciada por grupos específicos de emoções, suportado por um número não inferior de evidências científicas (Davidson, 2004a). Desta divergência empírica resultaram assim duas correntes fundamentais – a *teoria da dominância do hemisfério direito* e a *teoria da valência e orientação motivacional*, que polarizam o debate e alimentam uma controvérsia resistente à unificação conceptual. Uma outra possibilidade relativamente inexplorada prende-se com a possibilidade de ambos os hemisférios integrarem de forma conjunta uma unidade de processamento mais vasta, implicando o envolvimento bilateral de estruturas corticais e sub-corticais, embora com níveis de importância relativa variáveis e diferenciados. A questão da assimetria hemisférica seria deste ponto de vista menos uma questão de lateralização absoluta, mas antes o reflexo da gestão da importância relativa de algumas estruturas face a outras no quadro de um processamento emocional distribuído. Logicamente, não estão excluídas neste quadro a possibilidade de existirem formas de organização assentes em lateralizações inter-hemisféricas, bem como formas de organização passando por diferenciações intra-hemisféricas, o que adensa o leque de questões em aberto neste tópico recorrente de debate científico.

Seja qual for a perspectiva adoptada, mantém-se inquestionável o interesse e a relevância científica, do ponto de vista tanto da psicologia cognitiva como das neurociências, do estudo do processamento da informação emocional, bem como o interesse prático e quotidiano do estudo das emoções. É também actualmente indiscutível a natureza multifacetada da emoção, que articula os domínios psicológico e fisiológico e conjuga organicamente a experiência subjectiva, a activação nervosa central e periférica, a motricidade facial, processos cognitivos de avaliação e regulação e tendências de acção comportamental.

O presente trabalho tem origem em alguns dos problemas suscitados pelas divergências conceptuais e empíricas assinaladas acima. Procura oferecer um contributo válido para o esclarecimento dos efeitos de lateralização do processamento emocional nos hemisférios cerebrais, estendendo ainda o seu âmbito à pesquisa da interacção entre estas duas unidades cerebrais. Apresenta, na primeira parte, um enquadramento teórico que visa situar o problema e a abordagem experimental utilizada para a sua solução no contexto das evidências disponíveis. Na segunda parte são apresentados os resultados das experiências realizadas e discutidas as suas implicações práticas e teóricas à luz do estado do conhecimento actual.

PARTE I

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1. ASSIMETRIA HEMISFÉRICA NAS EMOÇÕES

A contribuição diferencial de cada um dos hemisférios cerebrais para diferentes aspectos da consciência tem constituído um campo particularmente activo de investigação e discussão científica. O conhecimento acumulado reflecte claramente que, apesar da semelhança macroscópica dos hemisférios cerebrais, estes contêm diferenciações anatómicas subtis, que emergem ainda durante a gestação e progridem para assimetrias evidentes durante o desenvolvimento pós-natal, com uma tradução funcional inequívoca (Devinsky, 2000). As evidências acumuladas não têm, no entanto, permitido definir totalmente o contributo preferencial de cada hemisfério para aspectos fundamentais da vivência humana, como a linguagem, a memória e as emoções, entre outros aspectos, persistindo a discussão em muitas destas temáticas.

Um dos aspectos centrais neste âmbito reflecte a existência hipotética de um contributo diferenciado dos hemisférios cerebrais para os diversos aspectos fisiológicos e cognitivos que medeiam a experiência emocional. Esta discussão terá começado há mais de um século. Efectivamente, um dos primeiros estudos sobre a lateralização hemisférica do processamento emocional poderá ter começado com os trabalhos de Jules Bernard, em 1881 (apud Harrington, 1995), que propôs a existência de um centro “emocional” no hemisfério direito, complementar dos centros “intelectuais” do hemisfério esquerdo. Esta sugestão proporcionou um enquadramento científico motivador, atestado pela enorme produção científica verificada ao longo do tempo e na actualidade com o objectivo de definir a contribuição de cada hemisfério para os diversos aspectos das emoções.

A conjugação das diversas evidências científicas acumuladas, por um lado, e a ausência de consenso quanto aos resultados fundamentais de diversos estudos, por outro, levou à emergência de duas teorias fundamentais da assimetria cerebral no processamento

emocional – a *teoria da dominância do hemisfério direito* e a *teoria da valência*, que serão descritas em seguida e articuladas com o suporte empírico disponível na literatura.

1.1. TEORIA DA DOMINÂNCIA DO HEMISFÉRIO DIREITO

A teoria da dominância do hemisfério direito constitui uma das mais antigas no campo das emoções, propondo o hemisfério direito como o centro por excelência do processamento emocional, em oposição ao papel dominante do hemisfério esquerdo noutros processos cognitivos (Bernard, 1881 apud Harrington, 1995). O hemisfério direito é desse modo considerado globalmente dominante em todas as formas de expressão e percepção emocional.

Esta teoria tem recebido considerável suporte científico. Estudos comportamentais demonstraram que, em pessoas saudáveis, o lado esquerdo da face é emocionalmente mais expressivo do que o direito (Sackeim, Gur & Saucy, 1978). Uma vez que a porção inferior da face é inervada maioritariamente pelo hemisfério contra-lateral (Rinn, 1984), conclui-se assim que o hemisfério direito está mais envolvido na produção da expressão afectiva. Outros estudos revelaram que a entoação emocional é mais facilmente reconhecida quando apresentada ao ouvido esquerdo (Erhan, Borod, Tenke & Bruder, 1998) e que estímulos expostos ao campo visual esquerdo são julgados como sendo mais emocionais (Levine & Levy, 1986). Alves, Fukusima & Silva (2003), num estudo recorrendo à técnica do campo visual dividido com avaliação dos tempos de reacção, verificaram uma tendência de lateralização concordante com o domínio do hemisfério direito na percepção de expressões faciais de emoções, replicando assim os resultados de Harrison & Gorelczenko (1990). Asthana & Mandal (2001), num estudo semelhante, documentaram uma superioridade do campo visual esquerdo (hemisfério direito) no processamento de faces emocionalmente tristes, não tendo encontrado diferenças entre os hemisférios relativamente ao processamento da expressão de Alegria. Outro estudo documentou uma dominância do hemisfério direito na atenção visual e emoção, em linha com investigações previamente publicadas (Alpers, 2008).

Alguns estudos em animais concorrem também para a validade deste quadro conceptual. Por exemplo, Hauser (1993) verificou que o lado esquerdo da face de

macacos *rhesus* se encontra mais envolvido na produção de expressões faciais. Fernández-Carriba, Loeches, Morcillo & Hopkins (2002) replicaram a experiência em chimpanzés, tendo verificado um maior envolvimento objectivo e subjectivo do lado esquerdo da face na produção de expressões faciais, independentemente da valência.

Numa outra linha experimental, vários autores têm demonstrado que indivíduos com lesões cerebrais confinadas ao hemisfério direito apresentam maior compromisso no processamento emocional. Numa das primeiras investigações a sugerir uma ligação entre o processamento emocional e o hemisfério direito, Mills (1912) observou uma associação entre a presença de lesões unilaterais no hemisfério direito e uma diminuição ou paralisia da expressão emocional, aspecto replicado por Babinsky (1914). Mais recentemente, deficiências nas características emocionais do discurso foram descritas em pessoas com lesões no lobo frontal do hemisfério direito (Ross & Mesulam, 1979). O mesmo se verificou no domínio do reconhecimento de expressões faciais de emoções (Weddell, 1994; Mandal, Ashtana, Tandon & Ashtana, 1996). Bowers, Blonder, Feinberg & Heilman (1991) por seu lado sugeriram a existência de representações estruturais de expressões faciais no hemisfério direito. Num estudo elaborado por Borod, Andelman, Obler, Tweedy & Welkowitz (1992), doentes com lesões no hemisfério direito apresentaram um compromisso mais significativo em tarefas de discriminação e identificação de palavras com conteúdo afectivo quando comparados com um grupo controlo de doentes com lesões semelhantes do hemisfério contralateral. O mesmo grupo de investigação (Borod, 1993) sustenta a dominância do hemisfério direito para a expressão emocional, advogando que este está especialmente envolvido com a prosódia em pacientes com lesão cerebral, e na produção de expressões faciais em sujeitos normais, aspecto replicado num estudo mais recente (Ross & Monnot, 2008). Adolphs, Damásio, Tranel & Damásio (1996) verificaram igualmente um compromisso no reconhecimento de expressões faciais em doentes com lesões no hemisfério direito, em comparação com doentes com lesões contra-laterais. Num outro estudo, incidindo em doentes com lesões cerebrais unilaterais decorrentes de acidentes vasculares cerebrais, avaliou-se a percepção emocional em três canais de comunicação afectiva (facial, lexical e entoação), tendo-se verificado um maior compromisso nas tarefas de identificação e discriminação nos vários canais considerados nos doentes com lesões no hemisfério direito (Borod, Cicero, Obler, Welkowitz, Erhan, Santschi, Grunwald, Agosti & Whalen, 1998). Mais recentemente, foi também encontrada uma relação entre lesões cerebrais no hemisfério direito decorrentes de acidente vascular

cerebral e compromisso em vários aspectos do processamento e expressão emocional, sugerindo uma maior dependência em relação a este hemisfério cerebral (Paradiso, Anderson, Tranel & Robinson, 2011). Doentes com disfunções no hemisfério direito têm revelado não só distúrbios na compreensão de expressões faciais mas também na expressão emocional por meio de gestos faciais, como foi demonstrado em laboratório (Buck & Duffy, 1980) e em situações naturais (Blonder, Burns, Bowers, Moore & Heilman, 1993).

A relação entre disfunções hemisféricas e a memória emocional tem também tido um enfoque relevante. Por exemplo, Cimino, Verfaellie, Bowers & Heilman (1991) pediram a um conjunto de doentes para relatarem histórias pessoais, que foram depois avaliadas por um grupo de indivíduos normais quanto ao seu conteúdo emocional. Os relatos dos doentes com lesões no hemisfério direito apresentaram um menor conteúdo emocional, o que está de acordo com um trabalho prévio onde se demonstrou que os relatos de doentes com idênticas características foi julgado como tendo menor intensidade emocional do que a veiculada pelos relatos de doentes com lesões contralaterais e indivíduos normais (Borod et al., 1986, apud Heilman & Gilmore, 1998)

Outros aspectos em que se encontram evidências favoráveis a esta teoria dizem respeito à regulação das respostas autonómicas nas emoções. É amplamente aceite que os componentes autonómicos das emoções desempenham um papel importante na intensidade e duração da experiência emocional (Gainotti, 1997). Vários estudos documentaram, apenas nos doentes com lesões no hemisfério direito comparativamente a doentes com lesões contralaterais, uma redução da resposta electrodérmica a estímulos dolorosos aplicados na mão ipsilateral ao hemisfério lesado (Heilman, Schwartz & Watson, 1978). Achados semelhantes foram documentados com outras formas de estimulação emocional, nomeadamente slides (Morrow, Vrtunsky & Kim, 1982) e filmes (Zoccolotti, Caltagirone, Benedetti & Gainotti, 1986) com conteúdo afectivo. No mesmo estudo de Zoccolotti et al., (1986) verificou-se ainda a inexistência de resposta cardio-desaceleradora a estímulos emocionais nos sujeitos com lesões no hemisfério direito. Estes dados sugerem que a indiferença emocional descrita em doentes com lesões no hemisfério direito pode, pelo menos em parte, estar relacionada com uma capacidade reduzida de reacção autonómica apropriada a estímulos emocionais. Esta possibilidade converge marcadamente com os resultados de um trabalho de Mammucari, Caltagirone, Ekman, Friesen, Gainotti, Pizzamiglio & Zoccolotti (1988):

quando um estímulo visual muito desagradável é apresentado num ecrã a indivíduos normais ou com lesões no hemisfério esquerdo, a reacção imediata é desviar os olhos e evitar o estímulo, diferentemente do observado em indivíduos com lesões contralaterais, que revelam indiferença ao conteúdo afectivo veiculado pelos estímulos.

A apresentação lateralizada de estímulos visuais em indivíduos normais também revelou um privilégio do hemisfério direito na mediação das respostas autonómicas, relacionando-se com um maior aumento nas pressões arteriais e nos valores da classificação subjectiva da intensidade da experiência emocional (Wittling, 1990; Wittling & Roscmann, 1993).

No conjunto, as evidências descritas em pessoas com lesões cerebrais apontam no sentido de haver um maior compromisso nos vários aspectos do processamento emocional e na geração de respostas autonómicas apropriadas quando a lesão se situa no hemisfério direito. Alguns estudos recorrendo a técnicas de neuroimagem como o PET (Tomografia de Emissão de Positrões) (Gur, Skolnick & Gur, 1994) e a registos neuronais (Ojemann, Ojemann & Lettich, 1992) têm igualmente sugerido a importância do córtex temporoparietal direito no processamento das expressões faciais de emoções. O estudo de Adolphs, Damásio, Tranel & Damásio (1996) reforça esta suposição num trabalho incidindo em sujeitos com lesões cerebrais focais: recorrendo a uma técnica imagiológica recente de reconstrução tridimensional, os autores verificaram que só os indivíduos com lesões no hemisfério direito apresentavam compromisso no processamento de expressões faciais emotivas, especialmente para expressões hedonicamente negativas.

Tucker, Stenslie, Roth & Shearer (1981) propuseram que o hemisfério direito suporta uma forma mais primitiva e sincrética de conceptualização, de natureza simultaneamente holística e imediatamente afectiva. Esta cognição sincrética permite que este hemisfério possua um acesso especial às sensações internas que monitorizam os estados do corpo. Por outro lado, num estudo mais recente documentou-se uma dominância do hemisfério direito na avaliação de estímulos inesperados, enquanto o hemisfério esquerdo teria um papel mais preponderante na regulação do comportamento (MacNeilage, Rogers & Vallortigara, 2009). Um estudo muito recente documentou ainda um papel categórico do hemisfério direito na percepção inconsciente de emoções,

acrescentando argumentos para uma dominância deste hemisfério nos processos de percepção e processamento afectivo (Gainotti, 2012).

1.2. TEORIA DA VALÊNCIA E DIRECÇÃO MOTIVACIONAL

Uma conceptualização mais recente exprime-se na teoria da valência, que basicamente propõe que ambos os hemisférios estão implicados no processamento emocional, mas de forma especializada para emoções particulares. Neste contexto, na sua definição clássica, a valência emerge como o determinante da assimetria no processamento emocional (particularmente no córtex pré-frontal), sendo o hemisfério direito dominante para as emoções negativas e estando o hemisfério esquerdo implicado no processamento das emoções positivas (Hellige, 1993). O suporte empírico para este quadro conceptual é igualmente robusto, beneficiando também do contributo de diversos paradigmas experimentais.

Alguns estudos comportamentais têm exposto resultados consistentes com esta hipótese de lateralização. Reuter-Lorenz & Davidson (1981) procuraram avaliar a contribuição diferencial dos hemisférios cerebrais na percepção de faces alegres e tristes, mediante a técnica do campo visual dividido, que permite uma estimulação selectiva de cada hemisfério. A apresentação das faces alegres ao campo visual direito (hemisfério esquerdo) associou-se a tempos de reacção mais rápidos comparativamente à estimulação do campo visual esquerdo. O oposto foi verificado para os estímulos de Tristeza, suportando assim a noção de uma especialização hemisférica da percepção emocional em função da valência. Noutro estudo, Nicholls, Ellis, Clement & Yoshino (2004) desenvolveram um novo método de análise (tridimensional) de discriminação das expressões faciais de Alegria e Tristeza, obtendo resultados convergentes com uma especialização hemisférica em função da valência emocional.

Goldstein (Goldstein, 1948 apud Heilman & Gilmore, 1998) introduziu o termo *reacção catastrófica* para definir um estado de agitação ou depressão ansiosa observada em doentes com lesões no hemisfério esquerdo. Observações idênticas foram relatadas por outros autores em doentes com traumas no lobo frontal esquerdo, particularmente no córtex pré-frontal (Morris, Robinson, Raphael & Hopwood, 1996; Paradiso,

Chemerinski, Yazici, Tartaro & Robinson, 1999), enquanto que em doentes com lesões idênticas no hemisfério contra-lateral os sinais mais comumente evidenciados foram a Alegria inapropriada e a mania (Starkstein, Robinson, Honig, Parikh, Joselyn & Price, 1989). A alteração dos estados emocionais em função do hemisfério lesado, para além da aparente concordância com o modelo proposto na teoria da valência, parece sugerir uma integração inter-hemisférica na regulação da expressão emocional, observando-se que lesões numa destas unidades funcionais permitem à região sã um domínio unilateral da expressão emocional acompanhado de fenómenos de hiper-expressão e desregulação afectiva.

Um dos campos experimentais que mais suporte tem veiculado para a teoria da valência é a electrofisiologia. Neste domínio imensos estudos têm sido publicados, com um número assinalável deles a produzir evidência consistente com uma concepção diferencial da contribuição hemisférica para diferentes emoções. Nesta linha de investigação, a componente electroencefalográfica (EEG) maioritariamente utilizada foi a potência espectral na banda α (8-13 Hz), dada a sua relação inversa com o grau de actividade cortical subjacente (Coan & Allen, 2004). Um dos primeiros estudos a contribuir para a emergência desta teoria no âmbito das neurociências foi conduzido por Davidson, Schwartz, Saron, Bennet & Goleman (1979), que avaliaram as diferenças nas respostas EEG durante a apresentação de segmentos de filmes elaborados para desencadear emoções negativas ou positivas, tendo verificado um padrão de activação frontal concordante com o proposto pela teoria da valência; estes resultados foram posteriormente replicados num outro estudo (Davidson, 1992) onde se constatou adicionalmente uma ausência do padrão de assimetria no registo EEG em derivações parietais.

Evidências convergentes com esta teoria foram também encontradas em crianças. Fox & Davidson (1986) estudaram as respostas EEG em recém-nascidos face à administração de água açucarada ou de ácido cítrico, tendo verificado maior activação esquerda associada ao sabor adocicado. O mesmo grupo tinha já estudado o efeito de expressões faciais geradas espontaneamente por uma actriz nos padrões de actividade EEG em crianças com 10 meses, tendo verificado uma maior activação na região frontal esquerda nas expressões de Alegria, em oposição ao verificado para as expressões de Tristeza (Davidson & Fox, 1982). Adicionalmente, Fox (1991) relatou maior activação no córtex frontal esquerdo em crianças durante a produção espontânea de um sorriso,

contrapondo-se a uma maior activação do hemisfério direito quando as mesmas crianças produziam expressões de Tristeza.

Mais recentemente foi elaborada uma proposta de redefinição da teoria da valência, tendo por base um conjunto de evidências empíricas que sugerem que o padrão de lateralização no processamento emocional depende, não da valência em si, mas essencialmente da direcção motivacional das emoções, o que corresponde conceptualmente a uma dimensão emocional de aproximação-afastamento (Davidson, 1993; 1995; 1998; 2004a). Neste sentido, emoções indutoras de comportamentos de aproximação estarão relacionadas com maior activação no lobo frontal do hemisfério esquerdo, enquanto que maior activação contra-lateral ocorrerá nas emoções associadas a comportamentos de afastamento. A principal causa deste reajustamento conceptual reside nos resultados experimentais de alguns estudos que revelam uma associação da Cólera, uma emoção hedonicamente negativa, com uma maior activação relativa do lobo frontal do hemisfério esquerdo (Harmon-Jones & Allen, 1998; Harmon-Jones & Sigelman, 2001). Classicamente a Cólera é definida como uma emoção negativa invocadora de tendências comportamentais de aproximação (Darwin, 1872 apud Harmon-Jones & Sigelman, 2001; Harmon-Jones, 2007). Por outro lado, as emoções positivas estão igualmente relacionadas com uma tendência de aproximação, pelo que a objectivação de padrões semelhantes de activação neural na Cólera (valência negativa) e na Alegria (valência positiva) suporta uma concepção da lateralização do processamento emocional dependente da direcção motivacional em detrimento da hipótese classicamente postulada da valência (Harmon-Jones & Sigelman, 2001; Wager, Phan, Liberzon & Taylor, 2003; Davidson, 2004a).

Davidson, Shackman & Maxwell (2004b) sugerem que esta lateralização em função da orientação comportamental inerente à emoção em concreto poderá constituir uma vantagem natural, no sentido em que minimiza interacções competitivas entre os dois sistemas facilitando assim as respostas adaptativas a estímulos biologicamente pertinentes.

Do ponto de vista experimental, um vasto número de estudos favorece esta concepção nos padrões de lateralização frontal. Numa meta-análise realizada recentemente por Wager et al., (2003), abarcando 65 estudos que recorreram a técnicas de neuroimagem, a teoria de dominância do hemisfério direito não mostrou dispor de suporte empírico,

revelando a análise que as tendências de lateralização acompanham mais consistentemente a distinção das dimensões de afastamento e aproximação proposta por Davidson (2004a). Por outro lado, considerando os vários estudos favoráveis à definição clássica da teoria da valência, deve assinalar-se um aspecto que os revela como compatíveis, e não dissonantes, com esta nova concepção. Nesses estudos, descritos anteriormente, os estímulos emocionais utilizados são, na grande generalidade, evocadores de Alegria e Tristeza, duas emoções colocadas em polos de valência opostos, mas também antagónicas no que concerne à sua orientação motivacional (Tristeza – afastamento; Alegria – aproximação). A ausência da Cólera como estímulo emocional em tais estudos não nos permite atribuir em definitivo as diferenças nos padrões de actividade neural observados a diferenças na valência emocional, visto tais diferenças serem também esperadas pelo modelo da orientação motivacional. Numa meta-análise mais recente, incluindo 105 estudos que recorreram à fMRI para avaliar topograficamente as áreas neurais activadas durante o processamento de estímulos visuais compostos por faces emocionadas, sustenta-se igualmente esta concepção de lateralização hemisférica, particularmente no córtex pré-frontal, embora um padrão de lateralização mais complexo tenha também sido extraído, sugerindo que a dicotomização hemisfério esquerdo-hemisfério direito poderá constituir uma simplificação (Fusar-Poli, Placentino, Carletti, Allen, Landi, Abbamonte, Barale, Perez, McGuire & Politi, 2009). Recentemente, foi também documentada uma lateralização hemisférica segundo o eixo de aproximação-afastamento sustentada por Davidson (2004), numa tarefa que envolvia a percepção de palavras com conteúdo afectivo em doentes depressivos (Herrington, Heller, Mohamty, Engels, Barich, Webb & Miller, 2010), aspecto também documentado por Alfano & Cimino (2007) em indivíduos saudáveis. Jansari, Rodway & Gonçalves (2011) documentaram igualmente um padrão de lateralização seguindo este modelo de assimetria cerebral numa tarefa que envolvia a detecção de faces emocionadas.

Outras observações inseridas neste paradigma forneceram uma base empírica que levou Davidson a propor o termo *Estilo Afectivo*, referindo-se a um conjunto de diferenças individuais em várias subcomponentes da reactividade emocional e da disposição afectiva (Davidson, 2001). Na génese deste conceito estão observações que demonstraram uma relação entre o padrão de assimetria cerebral basal e a resposta a estímulos emocionais. Por exemplo, Tomarken, Davidson, Wheeler & Doss (1992) observaram um aumento generalizado no afecto positivo e uma redução no afecto

negativo em grupos de indivíduos com padrões relativos de activação frontal esquerda estáveis. Wheeler, Davidson & Tomarken (1993), num estudo semelhante, relataram uma maior intensidade afectiva em resposta a estímulos positivos em indivíduos com maior activação frontal esquerda basal e, contrariamente, uma maior intensidade afectiva em resposta a estímulos negativos em indivíduos com predomínio basal de actividade no lobo frontal do hemisfério direito. Estes resultados foram replicados noutros estudos (Tomarken, Davidson & Henriques, 1990; Sutton & Davidson, 2000), e apontam no sentido de que indivíduos com maior activação frontal esquerda de base possuem uma forte tendência de aproximação, caracterizando-se por reagir de forma intensa a estímulos afectivos positivos; diferentemente, nos indivíduos com maior activação de base no hemisfério frontal direito, observa-se uma forte tendência de afastamento e uma tendência para reagir mais intensamente a estímulos emocionalmente negativos. Wheeler et al., (1993) propuseram que estas diferenças individuais, que circunscrevem o *Estilo Afectivo* de Davidson (2001), constituem um substracto major das diferenças de reactividade afectiva, condicionando a vulnerabilidade individual a certas classes de emoções. Concordante com esta reflexão é a verificação de menor activação pré-frontal esquerda em doentes depressivos ou eufímicos, mas com história clínica de depressão, em comparação com indivíduos normais (Davidson, 2001), de maior activação frontal direita em indivíduos sociofóbicos durante a antecipação de um discurso público (Davidson, Marshall, Tomarken & Henriques, 2000), e a demonstração da capacidade preditiva das assimetrias frontais de base relativamente ao comportamento e fisiologia (níveis mais elevados de cortisol associada a maior activação direita) de macacos rhesus (Kalin, Larson, Shelton & Davidson, 1998).

No conjunto, as evidências empíricas descritas, nomeadamente as provenientes de estudos com utilização de medidas electrofisiológicas (Davidson, 2004a) ou técnicas de neuroimagem (Wager et al., 2003; Fusar-Poli et al., 2009), suportam um modelo de lateralização especializado no processamento emocional, tendo a orientação motivacional como principal determinante da activação hemisférica relativa. Por outro lado, as estruturas mais directamente implicadas neste processo de lateralização localizam-se no lobo frontal, e especialmente no córtex pré-frontal, confirmando um papel decisivo destes circuitos cerebrais nas várias instâncias do processamento emocional. Este aspecto tem sido sustentado em diversos estudos experimentais, que sugerem claramente um papel regulador do córtex pré-frontal na expressão

comportamental das emoções (Berkman & Lieberman, 2009), atribuindo-se ao córtex pré-frontal esquerdo um papel de regulação da “promoção” comportamental (*approach*) tendo o córtex contra-lateral um enfoque central na “prevenção” comportamental (*withdrawal*) (Amodio, Shah, Sigelman, Brazy & Harmon-Jones, 2004)

2. INTERACÇÃO INTER-HEMISFÉRICA: O PROBLEMA DA ORGANIZAÇÃO CEREBRAL

2.1. PROBLEMAS CONCEPTUAIS DA VERSÃO SIMPLES DA LATERALIZAÇÃO

O tópico da lateralização hemisférica do processamento de informação emocional tem sido amplamente estudado e debatido, como ilustrado anteriormente. No entanto, os dois hemisférios cerebrais constituem dois sub-sistemas de um sistema de processamento de informação mais geral e altamente integrado. Assim, não obstante as evidências favoráveis a uma lateralização do processamento emocional a nível hemisférico – qualquer que seja o modo de conceber a lateralização (*teoria da dominância do hemisfério direito*, cf. Borod, 1993; ou *teoria da valência/direcção motivacional*, cf. Davidson, 2004a) –, um outro aspecto fundamental em toda esta questão é o da natureza absoluta ou relativa desta lateralização funcional. De facto, os modelos teóricos iniciais localizavam as funções cognitivas e emocionais num hemisfério, e dessa forma, sustentavam uma dominância ou lateralização absoluta (e.g. Gainotti, 1984). Contrastando com esta abordagem inicial, estudos mais recentes têm enfatizado, ao invés, a noção de um predomínio hemisférico relativo, mesmo para funções marcadamente lateralizadas, como a linguagem (Pulvermüller & Mohr, 1996; Gazzaniga, 2000). Desta forma, torna-se evidente a existência de um funcionamento cooperativo entre os hemisférios cerebrais, em grande medida assente nas abundantes pontes inter-hemisféricas do *corpus callosum* – funcionamento esse que exprime um novo eixo a explorar cientificamente, porventura fundamental para uma melhor compreensão dos processos que medeiam a consciência, no seu todo, e o processamento emocional em particular. Por outro lado, a neurobiologia moderna tem contribuído de forma dramática para uma melhor compreensão dos intervenientes fundamentais no processamento emocional, sendo actualmente claro que, em termos neurais, as emoções

compreendem a activação de centros bastante diversificados, localizados em pontos também diversificados em termos hemisféricos, acrescentando à noção clássica de lateralização puramente inter-hemisférica, uma dimensão não negligenciável de provável lateralização (ou lateralizações) intra-hemisféricas (Palermo & Rodes, 2007). Um exemplo paradigmático deste argumento pode ser bem ilustrado pela figura 1, onde se representam as diversas áreas corticais e sub-corticais potencialmente envolvidas no processamento de expressões faciais de emoção, de acordo com contributos científicos diversificados a partir da qual se conjecturaram redes de comunicação bidireccional (cf. Palermo & Rhodes, 2007).

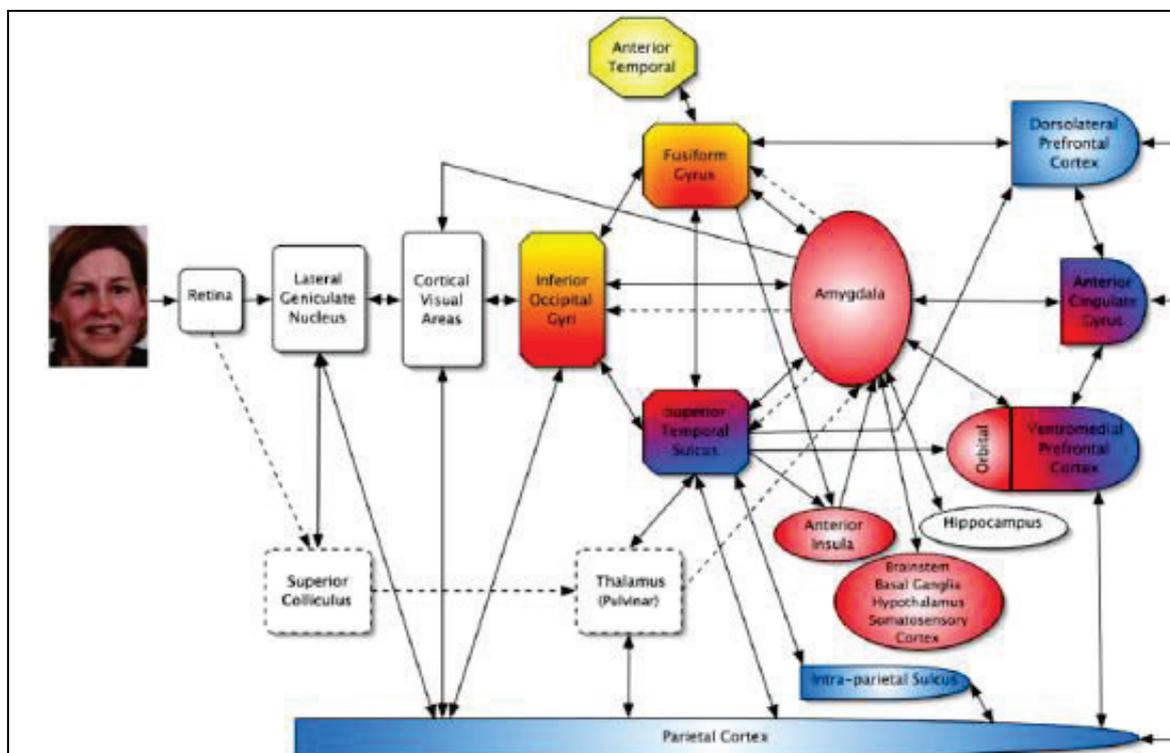


Figura 1. Sistemas neurais envolvidos na percepção da face e na atenção.

Adaptado de Palermo & Rodes, 2007

De facto, em linha com o exposto, Damásio (2011) sustenta que não existem centros neurais para determinadas funções, mas antes sistemas formados por unidades cerebrais interligadas, estando a intervenção integrada desses sistemas na base das funções cognitivas. Por outro lado, o mesmo autor sustenta que as diferentes unidades cerebrais fornecem diferentes componentes para a operação do sistema, podendo depender a sua contribuição relativa nesse mesmo sistema do seu posicionamento orgânico. Desta

forma, cada hemisfério pode ser visto como um sistema director, composto por múltiplos sistemas, sendo estes as unidades funcionais fundamentais, compostas por uma interligação complexa de pequenas regiões corticais macroscópicas bem como de núcleos subcorticais, e tendo como unidade funcional primordial os neurónios e como canal de comunicação por excelência os axónios e respectivas sinapses. Nesta conjuntura, o cérebro funcionaria como um supersistema de sistemas, beneficiando da acção integrada e cooperativa dos dois sistemas directores, ou seja, dos hemisférios cerebrais (Damásio, 2011).

Torna-se também claro, tomando as evidências científicas actuais em consideração, que a clássica dicotomia hemisfério esquerdo/hemisfério direito se apresenta como demasiado simples para descrever as relações entre o processamento central das emoções e as suas manifestações comportamentais e corporais (Hagemann, Waldstein & Thayer, 2003). Nesta linha particular, considerando também a perspectiva de integração neurovisceral do processamento emocional, tem sido sugerido por alguns autores, com base em evidências experimentais, que o hemisfério direito é dominante na regulação das respostas autonómicas desencadeadas por estímulos emocionais (Heilman et al., 1978; Morrow et al., 1982; Zocolotti et al., 1986; Mammucari et al., 1988; Wittling, 1990; Wittlin & Roscmann, 1993; Gainotti, 1997). Outros modelos têm no entanto sido avançados, como o modelo de integração neurovisceral de Thayer & Lane (2000), que genericamente propõe uma rede de estruturas neurais que geram, recebem e integram informação, tanto interna como externa, visando a adopção de comportamentos que favoreçam a adaptabilidade do organismo ao meio. Para esse efeito, consideram a existência de uma Rede Central Autonómica (designada CAN – *Central Autonomic Network*) enquanto componente integrado de um sistema de regulação interno através do qual o cérebro controla as respostas viscero-motoras, neuro-endócrinas e comportamentais essenciais a um comportamento adaptativo. Esta rede central congrega um conjunto de estruturas cerebrais, incluindo o cíngulo anterior, a ínsula, os córtices ventromediais frontais, o núcleo central da amígdala, o hipotálamo, a matéria cinzenta periaqueductal, o núcleo do tracto solitário, o *núcleus ambiguus*, a medúla ventrolateral e o campo medular tegmental. Estas estruturas encontram-se reciprocamente inter-conectadas, permitindo um fluxo de informação nos dois sentidos. O resultado (*output*) primário do CAN é transmitido aos feixes neuronais pré-ganglionares simpáticos e parassimpáticos, modulando a activação visceral. Esta rede é associada a processos de organização e selecção de respostas, servindo para modular os

recursos psicofisiológicos na emoção e na atenção, dotando o organismo de grande flexibilidade adaptativa face à dinâmica variável das exigências ambientais. Tendo em consideração este e outros modelos influentes na literatura neurocientífica, é também actualmente seguro que os diversos processos neurofisiológicos imputados ao processamento da informação afectiva dependem não apenas de estruturas corticais (fundamentais na definição das estratégias comportamentais face a um evento emocionalmente relevante), mas também de estruturas sub-corticais bem definidas, nomeadamente o tronco cerebral, tálamo, hipotálamo e diencéfalo, entre outros. Estas estruturas filogeneticamente mais antigas desempenham um papel fundamental nos processos iniciais e automáticos de resposta às contingências ambientais, nomeadamente pela regulação das respostas corporais a contextos emocionalmente relevantes (Damásio, 2011). Se atentarmos nos diversos estudos dedicados aos padrões de lateralização hemisférica das emoções, é visível o predomínio recorrente de uma abordagem estritamente cortical; no entanto, pelo que ficou dito, uma descrição adequada e compreensiva do processamento neurofisiológico subjacente à experiência afectiva deverá necessariamente incluir o funcionamento de redes sub-corticais.

Mesmo em estudos envolvendo doentes com lesões cerebrais, a centração em aspectos estritamente corticais e a dicotomia hemisfério esquerdo/hemisfério direito revelaram-se uma sobre-simplificação, por exemplo no que concerne à regulação autonómica das respostas emocionais. Por exemplo, Bechara, Tranel, Damásio, Adolphs, Rocklan & Damásio (1995) verificaram que lesões bilaterais da amígdala previnem a aquisição de respostas electrodérmicas aversivas condicionadas. Tranel & Damásio (1994), por seu lado, observaram uma diminuição na resposta electrodérmica associada a estímulos emocionais em indivíduos com lesões bilaterais na região préfrontal ventromedial, em lesões unilaterais de regiões parietais inferiores direitas e em lesões unilaterais, esquerdas ou direitas, do *girus* do cíngulo anterior. Outros estudos de neuroimagem suportam também esta perspectiva de maior complexidade neuro-anatómica. Por exemplo, Lane, Chua & Dolan (1999) examinaram separadamente os efeitos da valência e do *arousal* na activação cerebral, no fluxo sanguíneo regional e na actividade autonómica, tendo verificado uma activação de várias estruturas cerebrais, nomeadamente o córtex préfrontal médio, o córtex temporal anterior direito, o córtex extraestriado direito e a amígdala esquerda.

Para além dos aspectos meramente neuroanatômicos, há ainda a considerar a organização funcional do cérebro durante a experiência emocional global, combinando, segundo uma proposta influente, três componentes distintos (Davidson, 1995) : 1) a percepção da emoção; 2) a experiência da emoção; 3) a expressão da emoção. Diferentes substractos neurais têm sido propostos para cada um destes componentes, pelo que se torna possível admitir que as divergências entre diferentes estudos de lateralização hemisférica possam advir, pelo menos em parte, da sua focalização em componentes distintos, com um envolvimento neural potencialmente diferente (Alves, Fukusima & Aznar-Casanova, 2008).

Não obstante o que fica dito, o processamento emocional poderá estar associado a formas mais ou menos lateralizadas de organização e funcionamento dos sistemas neurais que lhe estão subjacentes. Isto é, apesar da activação bilateral de diversas estruturas, é possível, e mesmo provável, que se verifique uma lateralização preferencial num ou noutro hemisfério de alguns dos componentes críticos do processamento emocional, como demonstram as evidências empíricas descritas nos capítulos anteriores. De facto, como refere Damásio (2011) ... *as funções parecem estar assimetricamente repartidas pelos hemisférios cerebrais por razões que estão provavelmente relacionadas com a necessidade da existência de um controlador final, em vez de dois, quando chega o momento de escolher uma acção ou um pensamento. (...) as estruturas de um dado hemisfério têm de ter vantagem sobre o outro: essas estruturas chamam-se **dominantes**.* (Damásio, 2011, pág. 100).

2.2. ESPECIFICIDADE AUTONÓMICA DAS EMOÇÕES

A emoção pode ser definida como uma resposta do organismo a um acontecimento no ambiente destinada a facilitar uma rápida mobilização para a acção. Esta resposta envolve múltiplos sistemas, como o cognitivo, o comportamental e o autonómico, que, de forma coordenada, optimizam e potenciam um comportamento adaptado às exigências do meio (Fridja, 1988; Thayer & Lane, 2000). Esta concepção das emoções como determinantes do modo como lidamos com acontecimentos fundamentais do nosso quotidiano, preparando o corpo para os comportamentos ajustados à emoção

desencadeada, favoreceu a emergência de modelos teóricos que sugerem a existência de padrões de activação fisiológica específicos (Ekman, 1999). Nesta linha insere-se a visão de William James (1884), que apontava no sentido de existirem padrões viscerais específicos, sustentando a prioridade do *feedback* corporal na determinação das emoções. A par de modelos consistentes com esta visão, outros emergiram em contraste com ela, nomeadamente o modelo proposto por Cannon (1927), que atribui à componente autonómica das emoções o papel de uma activação indiferenciada.

Mais recentemente, Lang (1979; Lang, Davis & Öhman, 2000) procurou integrar as tendências conceptuais implicadas em tais visões antagónicas num modelo que considera as emoções como disposições para a acção determinadas pela activação de circuitos cerebrais específicos. Estes circuitos encontram-se em estruturas corticais e sub-corticais estreitamente relacionadas com dois sistemas motivacionais primários: o apetitivo e o defensivo. Quando estes circuitos são activados, as manifestações fisiológicas, comportamentais e subjectivas das emoções emergem, exercendo um efeito modulador noutras funções protagonizadas pelo cérebro. Este modelo assume que a arquitectura das emoções organiza hierarquicamente componentes discretas e dimensionais, fisiológicas e cognitivas, periféricas e centrais, integrando assim os pontos fundamentais das primeiras correntes teóricas.

Um outro aspecto sugerido por Lang, Bradley & Cuthbert (1990) remete para a distinção de dois aspectos fundamentais das emoções. Por um lado, aspectos tácticos, específicos, modulando a acção em função do contexto, que viabilizam diferentes respostas comportamentais no quadro de uma mesma emoção, resultando em padrões de activação somática variáveis. Por outro lado, aspectos estratégicos, que constituem uma organização geral da acção em função de objectivos genéricos associados a determinado estado emocional, designadamente de aproximação ou de afastamento. As respostas autonómicas a diversos estímulos emocionais, percebidos como hostis ou benéficos, visam essencialmente a mobilização dos recursos metabólicos para a produção da reacção comportamental consequente, ou seja, constituem um equipamento inato de sobrevivência, estando envolvidas nos processos de adaptação. Esta visão é partilhada em certa medida por Cacciopo (Cacciopo et al., 2000, pág. 184), que refere que “*apesar de não ser suficiente para produzir uma activação somatovisceral específica, a avaliação rudimentar do estímulo pode identificá-lo como sendo de aproximação ou afastamento, despoletando a cascata de respostas centrais e periféricas*”.

Adicionalmente, Gross (1999) sugeriu um modelo conceptual no qual as tendências de resposta às emoções são influenciadas por processos de regulação afectiva a vários níveis, modulando as reacções emocionais exteriorizadas. Neste sentido, estas tendências de resposta emocional constituem respostas adaptativas, comportamentais e fisiológicas a eventos ambientais significativos, enquanto que a regulação afectiva é qualquer processo iniciado pelo indivíduo que influencie a experiência ou expressão de tais tendências.

Estes modelos constituem um quadro fortemente motivador para a investigação psicofisiológica, atestado pelo elevado número de publicações votadas ao estudo das relações entre o SNA e as emoções. A investigação psicofisiológica das emoções tem contemplado a utilização de uma ampla gama de variáveis dependentes associadas ao SNA. Segundo Cacciopo (Cacciopo et al., 2000), a ênfase dada às medidas do SNA deve-se a vários factores. Em primeiro lugar, emoções diferentes parecem estar associadas a sensações viscerais diferentes. Em segundo lugar, quer determinem ou não a experiência emocional, as respostas somáticas estão claramente envolvidas nela. Em terceiro lugar, as emoções são comuns em várias espécies, apresentando uma forte componente involuntária.

Outro tópico que tem gerado um grande interesse diz respeito à estrutura do espaço afectivo. Os modelos tradicionalmente discutidos são o modelo discreto e o modelo dimensional.

O modelo discreto privilegia um conjunto universal de emoções primárias (Medo, Cólera, Tristeza, Alegria) que são tipicamente definidas com base no seu valor adaptativo ao longo da evolução (Ekman, Levenson & Friesen, 1983). Esta visão é consistente com alguns postulados *jamesianos* (James, 1884), que apontam para a existência de um conjunto de emoções padrão, insistindo na sua capacidade para coordenar múltiplas respostas fisiológicas e comportamentais ajustadas às exigências do meio. Existem várias evidências empíricas convergentes com esta concepção e com a existência de padrões específicos de activação corporal. Uma das linhas de trabalho de referência é a desenvolvida pelo grupo de Paul Ekman (Ekman et al., 1983), a quem se deve a primeira demonstração experimental da diferenciação de emoções discretas com base em respostas do SNA. Para tal, procederam à manipulação de estados emocionais (Alegria, Surpresa, Tristeza, Aversão, Medo, Cólera) em duas tarefas distintas: numa

primeira, os sujeitos produziam a expressão facial característica de um determinado estado emocional, mediante instruções de contracção individualizada dos músculos da face (cf. Ekman & Friesen, 1975) e na ausência de qualquer referência ao estado emocional a exprimir. A outra tarefa consistia na recordação de um evento emocional passado durante 30 segundos. Durante as tarefas foram avaliados vários parâmetros dependentes da actividade do SNA, nomeadamente a Frequência Cardíaca (FC), a temperatura periférica digital, a actividade eletrodérmica e a tensão do músculo flexor do antebraço. Os resultados revelaram a existência de um padrão autonómico específico para cada estado emocional, permitindo mesmo a diferenciação de emoções discretas da mesma valência (Cólera e Medo). Num outro estudo, Levenson, Ekman & Friesen (1990) descreveram resultados semelhantes, tendo sugerido, com base na evidência experimental recolhida, que cada emoção se associa inatamente a um programa afectivo, cuja função é coordenar as alterações somáticas, encontrando-se estas alterações directamente implicadas nos processos de adaptação comportamental bem como nas respostas motoras associadas a uma emoção particular. Estes padrões específicos e inatos poderiam, no entender de Levenson et al. (1990), ser documentados pela observação de modificações na actividade do SNA específicas a determinado estado emocional.

No modelo dimensional, as emoções são vistas como áreas ou pontos num espaço multi-dimensional regido por um número limitado de dimensões. A relação entre as emoções depende da sua localização relativa no espaço afectivo. O modelo dimensional mais difundido é o circumplexo (Russel, 1980; Watson & Tellegen, 1985), que organiza as emoções num espaço circular bi-dimensional, tendo como eixos a valência ou teor hedónico (natureza negativa ou positiva da experiência afectiva) e o *arousal* ou activação (grau de energia/excitação/activação corporal associado ao estado afectivo). Num estudo recente, empregando técnicas de análise multivariada e considerando abordagens metodológicas compatíveis tanto com as concepções discretas como dimensionais da emoção, Christie & Friedman (2004) documentaram a existência de padrões específicos de activação autonómica. Adicionalmente propuseram, com base nos resultados obtidos, uma reorganização das dimensões do circumplexo, com uma redifinição da dimensão valência concordante com a orientação motivacional da emoção (aproximação/afastamento), em consonância com as propostas de Davidson (2004a).

Independentemente do enquadramento conceptual, são abundantes os indícios científicos atestando a existência de especificidade autonómica no que concerne às diferentes emoções (cf. Pereira, 2006), nomeadamente em estudos que incorporam na sua metodologia variáveis representativas das diversas acções eferentes do SNA, tais como a Actividade Eletrodérmica (dependente do SN Simpático) e a Variabilidade da Frequência Cardíaca ou a Arritmia Sinusal Respiratória (indicadora do tónus do SN Parassimpático).

Relativamente à actividade eletrodérmica, esta decorre da acção dos feixes neuronais eferentes do eixo simpático do SNA sobre a actividade écrina das glândulas cutâneas, modulando desta forma a condutância de uma corrente eléctrica que lhe seja aplicada e permitindo assim a extracção de diversos índices de actividade autonómica. Dos vários índices possíveis de obter, o mais difundido é a resposta de condutância dérmica, que basicamente traduz flutuações rápidas na actividade glandular mediadas pela libertação de acetilcolina pelo sistema nervoso simpático (Khalifa, Isabelle, Jan-Pierre & Manon, 2002). A dependência exclusiva da actividade eletrodérmica em relação ao eixo simpático do SNA, sem interferência do eixo parassimpático, configuram uma das grandes vantagens da sua incorporação na investigação psicofisiológica, e convertem-na no indicador privilegiado da actividade adrenérgica (Fowles, Kochanska & Murray, 2000).

A actividade electrodérmica reveste-se de grande relevância no contexto das emoções, desempenhando em muitos animais, inclusive no homem, um papel na expressividade emocional, com impacto nas relações inter-individuais (Darwin C. apud Critchley, 2002). Por outro lado, as sensações corporais decorrentes do *arousal* autonómico são também fundamentais para a experiência emocional individual. A hipótese do *marcador somático* elaborada por Damásio (1994, 2011) reforça a relevância desta relação. Segundo Damásio, os marcadores somáticos descrevem estados de activação corporal (indexados, por exemplo, pela actividade electrodérmica) que desempenham uma função determinante no comportamento emocional e na tomada de decisão, podendo, quando comprometidos, dar lugar a comportamentos desajustados e mal-adaptativos.

Relativamente à utilização específica da actividade electrodérmica na psicofisiologia das emoções, vários estudos têm atestado a sua fiabilidade na mensuração das expressões autonómicas. Por exemplo, com estímulos apresentados tanto na modalidade

visual (Lang, Bradley & Cuthbert, 1998) como auditiva (Bradley & Lang, 2000), a resposta da condutância da pele revelou ser modulada pela valência emocional e pelo *arousal* relatado pelos participantes. Khalfa et al., (2002) verificaram também que a actividade electrodérmica pode ser elicitada e modulada por excertos musicais, sendo a resposta modulada pelo *arousal* subjectivo. Noutro estudo, Lang (1995) sugere também que a resposta electrodérmica é mais sensível ao *arousal* do que à qualidade emocional num espaço afectivo bidimensional.

Já no que concerne às alterações cardiovasculares, como o bater mais forte do coração, as palpitações ou o rubor associado a processos de vasodilatação periférica, contam-se entre as expressões corporais que de modo mais consistente acompanham a experiência emocional. A acessibilidade e simplicidade de mensuração de diversos indicadores cardiovasculares constitui uma razão de peso em seu favor e explica a sua vastíssima utilização em vários paradigmas experimentais no âmbito da psicofisiologia, designadamente no domínio específico do estudo das emoções. Actualmente existe um número bastante diversificado de indicadores autonómicos relacionados com o sistema cardiovascular, sendo a frequência cardíaca o mais amplamente utilizado nos estudos de psicofisiologia das emoções. Um dos estudos que demonstra a utilidade da inclusão de parâmetros cronotrópicos na investigação neste domínio é o de Ekman et al., (1983), no qual a frequência cardíaca emergiu como parâmetro diferenciador a par da actividade electrodérmica, permitindo distinguir emoções e contribuindo para a hipótese da especificidade autonómica. Um dos métodos que, nesta lógica, vem sendo aplicado nos estudos psicofisiológicos das emoções é o estudo da arritmia sinusal respiratória (RSA), reconhecida como um indicador específico da actividade do parasimpático (Grossman & Svebak, 1987; Frazier, Strauss & Steinhauer, 2004). A RSA refere-se a flutuações rítmicas da frequência cardíaca covariantes com a respiração e dependentes da modulação do nervo vago. Genericamente, durante a inspiração, o aumento de pressão intra-torácica e a insuflação pulmonar promovem uma estimulação de receptores pulmonares para níveis que superam a influência dos baroreceptores e quimiorreceptores aórticos e carotídeos, promovendo a inibição (*gating*) da actividade vagal, o que desloca o balanço simpatico-vagal no sentido cardioacelerador. Durante a expiração, a influência eferente vagal é regularizada resultando numa desaceleração cardíaca. Este comportamento é mediado primariamente pela actividade de um conjunto de fibras vagais com origem no núcleo *ambiguus* (Berntson, Bigger, Eckberg, Grossman, Kaufmann, Malik, Nagaraja, Porges, Saul, Stone & van der Molen, 1997).

Vários estudos suportam a existência de uma relação entre este fenómeno autonómico e as emoções. Frazier et al., (2004) avaliaram o efeito das dimensões de valência e *arousal* na actividade do SNA, tendo observado uma relação entre o aumento na condutância da pele e a diminuição na RSA, por um lado, e o *arousal*, por outro, independentemente da valência dos estímulos, um dado que reforça a relevância de integrar estes dois indicadores autonómicos. Fabes & Eisenberg (1997) reportaram igualmente uma relação inversa significativa entre a RSA e registos quotidianos de *arousal* emocional negativo para stressores de intensidade moderada a severa.

No entanto, Collet, Vernet-Maury, Delhomme & Dittmar (1997) indicam que, utilizadas isoladamente, estas medidas não conseguem distinguir categorias emocionais, necessitando para tal de se associar a outros parâmetros indicadores de actividade autonómica, num número que, de acordo com a sugestão de Vernet-Maury, Robin & Dittmar (1995), não deverá nunca ser inferior a seis canais de expressão independentes (ver ainda Vernet-Maury, Alaqui-Ismaïli, Dittmar, Delhomme & Chanel, 1999).

2.3. O LUGAR DAS DIFERENÇAS INDIVIDUAIS

Um aspecto que tem merecido forte atenção no estudo das assimetrias funcionais a nível cerebral é o estudo das diferenças individuais, com particular enfoque no grau ou magnitude destas assimetrias. Vários atributos poderão determinar diferentes padrões de lateralização cerebral, sendo que entre os mais estudados se encontram o género, a lateralidade e a psicopatologia (Schiffer, Martin, Teicher, Anderson, Tomoda, Polcari, Navalta & Andersen, 2007).

Relativamente ao género, as diferenças biológicas entre masculino e feminino poderão sustentar diferentes padrões e graus de lateralização funcional a nível cerebral, aspecto reforçado por algumas observações em espécies não-humanas (Bianki & Filippova, 2001). De facto, num estudo recente verificou-se que o género explica isoladamente 13% da variância entre indivíduos em parâmetros funcionais avaliados por ressonância magnética funcional (Schiffer et al., 2007), resultado replicado noutros estudos e com outras metodologias de avaliação neurofisiológica (e.g. Gasbarri, Arnone, Pompili, Pacitti, Pacitti & Cahill, 2007). Estas assimetrias reflectiram também níveis

diferenciados de activação de diferentes componentes corticais e sub-corticais. Outro aspecto determinante para o padrão de lateralização face a um estímulo emocionalmente relevante é o padrão basal de lateralização, correspondendo a uma predisposição de base para uma maior activação relativa de um ou outro hemisfério cerebral (Harmon-Jones, 2007; Schiffer et al., 2007; Berkman & Lieberman, 2009).

Relativamente à lateralidade, algumas evidências têm sugerido uma maior variabilidade do grau e direcção das assimetrias hemisféricas nos indivíduos canhotos comparativamente aos destros. Num estudo recente demonstrou-se uma relação positiva entre o grau de lateralidade e o grau de lateralização cerebral numa tarefa de processamento de faces emocionadas, particularmente nos homens, expressando mais uma vez um papel importante do género enquanto variável moduladora do padrão de lateralização hemisférica (Bourne, 2008). Aliás, este mesmo aspecto foi replicado de forma consistente noutros estudos (e.g., Kansaku, Yamaura & Kitazawa, 2000; Bourne, 2005). Relativamente ao papel da lateralidade nesta questão, estudos recentes sugeriram igualmente que o predomínio de lateralidade esquerda na família é preditiva de uma lateralização “atípica” da linguagem (e.g. Knecht, Drager, Deppe, Bobe, Lohmann & Floel, 2000)

Outro aspecto que poderá contribuir de forma decisiva para a ocorrência de diferenças individuais nos padrões de lateralização hemisférica deriva da psicopatologia. Estudos realizados em ratos, e também reproduzidos em humanos, têm veiculado dados robustos quanto à ocorrência de alterações ultra-estruturais a nível neuronal, sendo essas alterações dependentes dos níveis de exposição a situações de stress, e potencialmente reversíveis (cf. Czéh, Perez-Cruza, Fuchs & Flügge, 2008). Outros estudos documentaram níveis reduzidos de desempenho do hemisfério direito durante episódios de depressão em doentes do foro psiquiátrico (e.g. Tucker & Williamson). Por outro lado, as alterações emocionais secundárias a lesões cerebrais unilaterais diferem consoante o hemisfério envolvido, podendo assim a afecção de uma área de um dado hemisfério, num contexto de neuropatologia, afectar os padrões de lateralização documentados (Gainoti, 1984). Outros estudos ainda documentaram uma ligação entre a esquizofrenia e a disfunção do hemisfério esquerdo (Posner, Early, Reiman, Pardo & Dhawan, 1988).

Para além dos aspectos já mencionados, existem outros factores não menos importantes que justificam um papel das diferenças individuais nos padrões de lateralização hemisférica. Por exemplo, o desenvolvimento sensoriomotor pode ser um determinante a considerar, atendendo a que diferentes níveis de maturação hemisférica poderão ser atingidos em função da história de estimulação visual durante a infância (de Schonon & Mathivet, 1989). Mais ainda, existem estruturas inatas em termos neurobiológicos envolvidas na regulação do funcionamento global do corpo, que têm a capacidade, por determinação genética, de modelar estruturas e circuitos mais contemporâneos e maleáveis no cérebro, modificando-os pela experiência. Esses circuitos moduladores localizam-se em grande medida no tronco cerebral e no prosencéfalo basal, sendo continuamente influenciados pelas experiências do organismo no seu todo. Desta forma, a progressão através das diversas etapas da vida implica rearranjos significativos nos *designs* neurais, com implicações potenciais nos padrões de lateralização hemisférica, que poderão de facto não constituir uma organização perfeitamente estática, mas antes dinâmica e mutável (Damásio, 2011).

Por outro lado, diferenças nos padrões de lateralização poderão emergir de diferentes estilos e habilidades cognitivas. Por exemplo, foi aventada uma relação entre a precocidade intelectual e o padrão de assimetria hemisférica (Benbow, 1986), sugerindo-se um maior envolvimento do hemisfério direito em crianças intelectualmente precoces (especialmente nas dotadas em matemática) em comparação com crianças intelectualmente normais, estando este aspecto aparentemente relacionado com a exposição a maiores níveis de testosterona durante o período de vida intra-uterina. Também a existência individual de estilos cognitivos ou modos de processamento cognitivos preferenciais assentes na actividade preferencial de um hemisfério sobre o outro (característica denominada *hemisfericidade*) poderia constituir um aspecto relevante, embora não existam ainda evidências científicas que sustentem esta hipótese (Hellige, 1990). Já a influência de certas formas de dislexia nos padrões de assimetria hemisférica apresenta-se plausível, atendendo a que, em determinadas formas de dislexia, existem evidências de disfunções nas áreas da linguagem do hemisfério esquerdo (Geschwind & Galaburda, 1987).

Torna-se assim claro que a investigação dos padrões de lateralização de funções cognitivas deverá ter em conta a existência de diferenças individuais, considerando por

um lado a sua inevitabilidade e, por outro, as limitações daí resultantes para a extrapolação directa e não regulada de conclusões gerais.

3. PROBLEMAS METODOLÓGICOS

3.1. TAREFAS DO CAMPO VISUAL DIVIDIDO: LIMITES E INSUFICIÊNCIAS

A identificação de diferenças anatómicas e funcionais nos hemisférios cerebrais, ao constituir um tópico fundamental de investigação ao nível das neurociências, exigiu a criação de paradigmas metodológicos capazes de objectivar os padrões de lateralização nos vários domínios cognitivos. Muitos dos trabalhos iniciais tendo como prioridade programática o estudo do padrão de lateralização hemisférica usaram doentes do foro neurológico ou com lesões unilaterais ou num contexto de *split-brain* (e.g. DeRenzi & Spinnler, 1966; Levy & Trevarthen, 1976). No entanto, estes paradigmas metodológicos revelaram-se altamente insuficientes, nomeadamente no que toca à validade externa dos resultados obtidos, ou seja, na extrapolação das observações para indivíduos clinicamente normais. Entretanto, outros paradigmas foram desenvolvidos e aprimorados, entre os quais a Tarefa do Campo Visual Dividido (TCVD) tem assumido particular relevância, atendendo à simplicidade e acessibilidade com que permite avaliar os efeitos de lateralização em diferentes enquadramentos experimentais (Bourne, 2006).

Em termos conceptuais, a metodologia da TCVD assenta na estimulação selectiva de um campo visual, aproveitando a organização funcional e neuro-anatómica específica do sistema visual (cf. figura 2), a qual determina que a recepção e processamento iniciais do estímulo visual apresentado sejam feitos no hemisfério contra-lateral (Beaumont, 1983; Rees, 2009). Desta forma, um estímulo visual apresentado ao campo visual direito será inicialmente projectado para e processado no córtex visual do hemisfério esquerdo, enquanto que um estímulo veiculado pelo campo visual esquerdo estimulará primeiramente o córtex visual contra-lateral.

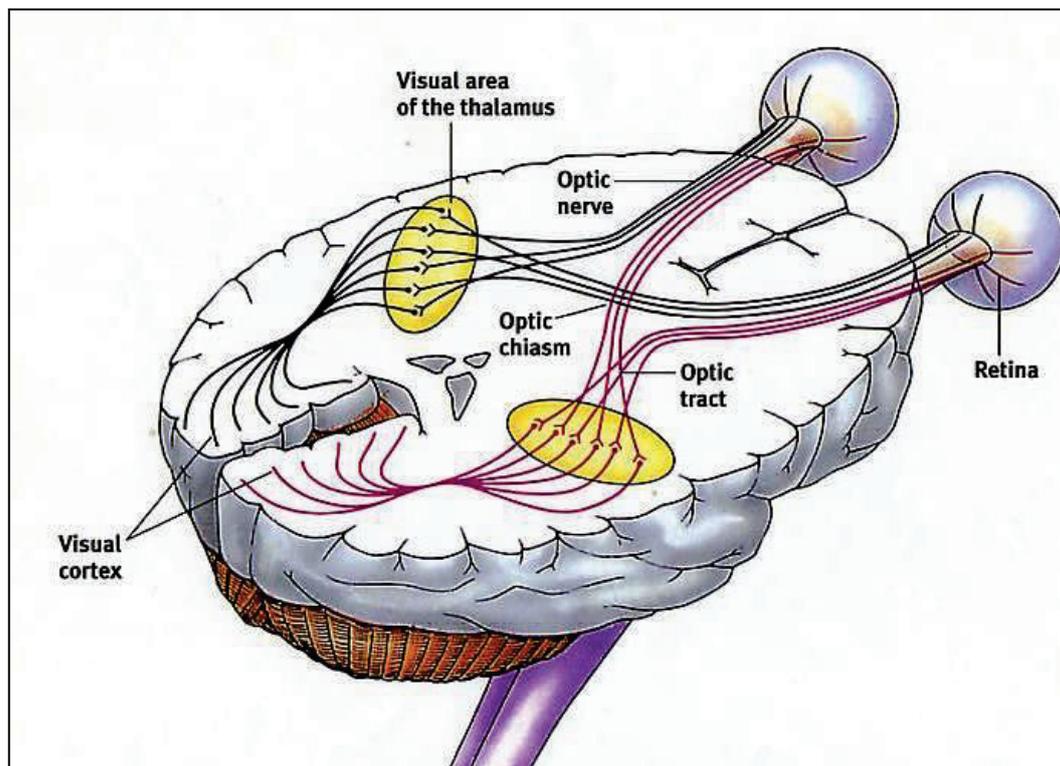


Figura 2. Representação esquemática da organização neuro-anatômica do sistema visual.

Fonte: http://www.rhsmpsychology.com/Handouts/Visual_pathway.jpg

As evidências acumuladas têm confirmado este método como um paradigma metodológico adequado, eficiente e eficaz no estudo da lateralização hemisférica (e.g. Lindell & Nicholls, 2003). No entanto, este perfil está dependente do cumprimento de um conjunto de requisitos metodológicos fundamentais, que carecem de um controlo estrito e que passamos a descrever.

Começando por um aspecto fundamental em qualquer experiência de âmbito psicofísico ou psicofisiológico, a saber, os participantes, há que considerar dois aspectos centrais para garantir uma adequada implementação da TCVD: (1) a acuidade visual e características neurológicas e (2) o padrão de lateralização de base. Relativamente ao ponto (1), todos os participantes deverão necessariamente possuir uma boa acuidade visual ou uma acuidade visual devidamente corrigida para que a estimulação visual possa surtir o efeito pretendido em termos experimentais. Por outro lado, há que ter em atenção eventuais distúrbios neurológicos, ou a toma de substâncias psicotrópicas ou outras com efeitos neurológicos e/ou cognitivos que possam afectar o perfil das respostas recolhidas durante as experiências. O outro aspecto a considerar (ponto 2) é o perfil de lateralização exibido pelos participantes, na medida em que, apesar dos efeitos

de lateralização funcional serem relativamente consistentes a nível populacional, estes não são universais. Nesse sentido, quaisquer sujeitos com padrões de assimetria hemisférica atípicos deverão ser identificados e eventualmente descartados das análises (Bourne, 2006). Uma recomendação a considerar com vista a limitar este potencial enviesamento passa por restringir a inclusão a participantes destros, na medida em que revelam padrões de lateralização bastante mais consistentes do que sujeitos canhotos, aspecto documentado em diversos estudos (e.g. Pujol, Deus, Losilla & Capdevila, 1999). Dessa forma, a implementação de um questionário para avaliação do tipo de lateralidade torna-se recomendável para identificar os participantes claramente destros e reduzir a possibilidade de inclusão de indivíduos com padrões de lateralização atípicos, dado o potencial de contaminação que daí poderia decorrer.

Existem também cuidados a ter na preparação prévia e no decurso de qualquer experiência com recurso à TCVD, entre as quais salientamos a necessidade de controlar a posição da cabeça dos participantes, de forma a assegurar uma distância constante para o monitor de apresentação dos estímulos visuais e um correcto posicionamento da cabeça. Estes aspectos são centrais para a manutenção do ângulo visual necessário à apresentação dos estímulos, algo que pode ser conseguido com o recurso a um fixador de queixo. A necessidade de estabilizar o ângulo visual durante a estimulação advém do facto experimentalmente comprovado de que a apresentação lateralizada de imagens, direccionadas à hemiretina nasal dos campos visuais, permite uma estimulação selectiva do hemisfério contra-lateral (e.g. Gazzaniga, 2000; Pizzagalli, et al., 2002; Schiffer et al., 2004).

A metodologia da TCVD recomenda ainda que cada estímulo seja constituído por quatro eventos fundamentais e sucessivos (cf. Figura 3): um ponto de fixação, que deve ser apresentado imediatamente antes do estímulo visual propriamente dito; o estímulo visual propriamente dito; um mascaramento pós-estímulo; e por fim, uma resposta do sujeito.

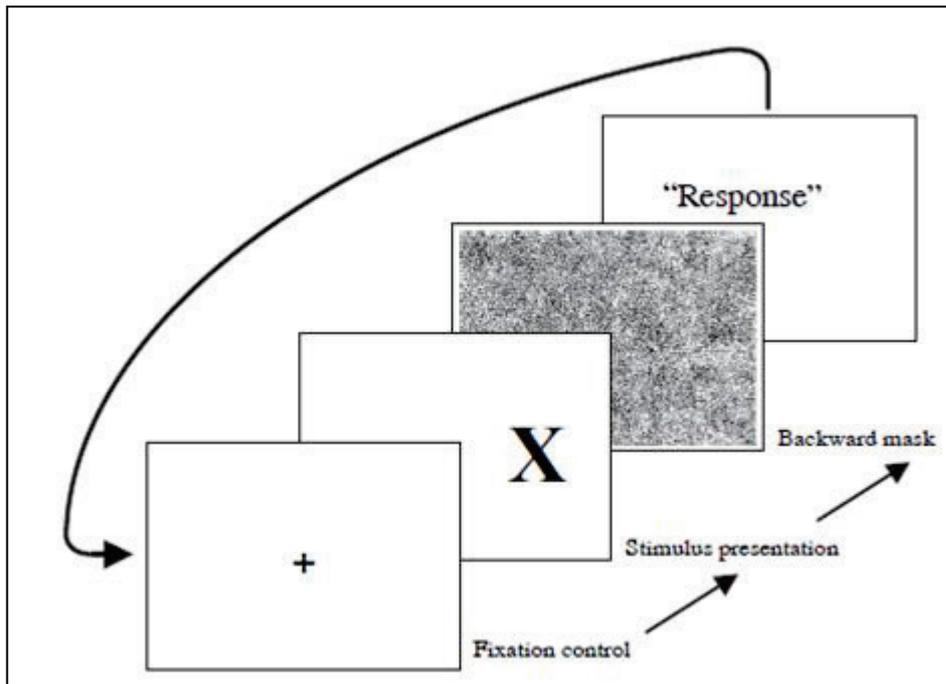


Figura 3. Representação dos eventos constituintes de cada estímulo apresentado na Técnica do Campo Visual Dividido.

Adaptado de Bourne, 2006.

O recurso ao ponto de fixação advém da necessidade de controlar a fixação visual de forma a garantir que a estimulação visual procede pelas vias neuro-anatómicas adequadas à estimulação hemisférica selectiva. Todos os participantes deverão ser persuasivamente instruídos a manter a atenção visual focada neste ponto durante a apresentação das imagens, garantindo assim o ângulo necessário a que a estimulação visual se processe através da hemiretina nasal dos campos visuais. Este método indirecto de controlo da fixação é o mais simples e mais usado, sendo apropriado em situações experimentais em que os participantes são adequadamente instruídos, têm uma fase de treino pré-experiência e são visivelmente colaborantes (Posner, Nissen & Ogden, 1978; Kitterle, Christman & Hellige, 1990; Wesismann & Banich, 2000). Existem no entanto outras formas mais sofisticadas, directas e objectivas de avaliar a fixação visual durante as experiências com a TCVD, que assentam na monitorização dos movimentos oculares através de electrooculografia ou de equipamento de *eye-tracking* (Christman, 1990). Estas técnicas permitem controlar rigorosamente o cumprimento da fixação ocular necessária a uma adequada implementação da estimulação hemisférica selectiva, embora tenham implicações apreciáveis nos custos globais da montagem experimental, e na complexidade e morosidade da preparação e análise dos dados fisiológicos e comportamentais recolhidos, a que acresce a menor

flexibilidade no que concerne ao perfil de participantes incluídos na análise (e.g. crianças) (Bourne, 2006).

No que concerne ao estímulo visual propriamente dito, apresentado imediatamente após o ponto de fixação, há também um conjunto de preocupações metodológicas a considerar, nomeadamente no que diz respeito à localização espacial da imagem em relação ao campo visual e ao tempo de exposição da mesma. Atendendo à configuração neuro-anatómica do sistema visual primário, uma estimulação através da hemiretina nasal assegurará uma estimulação inicial do hemisfério contra-lateral, ao invés do que sucede na estimulação da hemiretina temporal, que implicará uma estimulação hemisférica ipsi-lateral (cf. Figura 2). Atendendo a estas projecções neuroanatómicas particulares, a colocação espacial dos estímulos visuais em relação ao ponto de fixação central deverá ser tal que assegure uma estimulação hemisférica selectiva, unilateral, o que implica um ângulo mínimo de afastamento do bordo interior da imagem em relação ao ponto de fixação, de forma a evitar os pontos de cruzamento (*crossover*) nas conexões comissurais no *corpus callosum* (Rees, 2009). As recomendações existentes vão no sentido de que este ângulo deva ser, no mínimo, de 3° em relação ao ponto de fixação (Bourne, 2006). Naturalmente que o cumprimento das exigências de uma apresentação lateralizada de estímulos visuais, seja em condições de estimulação uni ou bilateral, implicará uma penalização em termos de acuidade visual, atendendo a que esta diminui com o aumento da excentricidade (Osterberg, 1935), pelo que a dimensão global de cada estímulo, tanto em termos de largura como de altura, são aspectos a considerar – podendo condicionar fortemente o desempenho visual para imagens de maiores dimensões. Para além dos aspectos relativos ao posicionamento e dimensões dos estímulos apresentados em experiências com a TCVD, há que considerar também as propriedades do monitor usado para a sua apresentação, na medida em que estas propriedades poderão estabelecer limites à resolução com que cada estímulo é apresentado. Idealmente deverão ser usados monitores de alta definição.

Aliado aos aspectos acima referidos, também a duração de apresentação do estímulo é fundamental para uma adequada implementação desta estratégia metodológica e para assegurar uma adequada estimulação hemisférica selectiva. Independentemente do método de fixação visual adoptado, o tempo de apresentação deverá ser o suficiente para manter uma apresentação unilateral completa mas sem ser suficientemente longo a ponto de permitir uma procura visual activa do estímulo propriamente dito (Bourne,

2006). Estudos prévios documentaram que as latências necessárias para que um sujeito possa desviar a atenção ocular do ponto de fixação directamente para o estímulo é, em média, de 150-200 ms (Carpenter, 1988), pelo que, idealmente, se deverão usar exposições visuais iguais ou inferiores a 150 ms, de forma a reduzir ao mínimo o risco de movimentação ocular relevante durante os eventos experimentais (alguns autores sugerem 200 ms, e.g. Young, 1982). Por outro lado, a apresentação dos estímulos deve ser aleatorizada de forma a reduzir a probabilidade dos participantes preverem o campo visual relevante em termos de estimulação (Bourne, 2006). Naturalmente que estes aspectos condicionam a natureza das tarefas exequíveis no quadro deste paradigma. Em particular, atendendo à curta duração das exposições, as tarefas exigidas aos participantes deverão ser, necessariamente, simples, envolvendo tipicamente respostas binárias do tipo sim/não, está/não está, esquerda/direita. Para explorações cognitivas mais complexas esta metodologia estaria assim drasticamente limitada à partida. No entanto, estudos recentes demonstraram que a apresentação de estímulos com durações mais longas não altera os padrões de lateralização hemisférica, caso estes existam de facto (cf. Jansari, Tranel & Adolphs, 2000; Rodway, Wright & Hardie, 2003). Este resultado torna possível a implementação de tarefas mais complexas no contexto operacional da TCVD. Desta forma, esta metodologia poderia constituir uma opção natural para trabalhos direccionados para a investigação do funcionamento hemisférico conjunto, ou da interacção hemisférica, em tarefas mais complexas do que aquelas orientadas simplesmente pela questão da lateralização. Poderia, designadamente, possibilitar a combinação de outros paradigmas experimentais, adequados ao estudo mais geral da organização cerebral (cf. Anderson, 1989), com a lógica de estimulação selectiva associada à TCVD. Esta última possibilidade será justamente explorada nas fases experimentais 2 e 3 da presente dissertação, apresentadas adiante.

Outra forma relevante de controlo metodológico na TCVD refere-se ao “mascaramento” pós-estímulo, que consiste na apresentação de uma “máscara” visual imediatamente após a apresentação do estímulo visual. Este apontamento metodológico permite eliminar os efeitos pós-imagem que poderão ocorrer, subjectivamente no participante ou como consequência da persistência da imagem em alguns monitores (cf. Van Kleeck, 1989), estendendo o tempo de apresentação do estímulo, de forma não controlada, para além do estabelecido.

Também a definição dos métodos de resposta e das medidas a extrair das experiências (variáveis dependentes) devem ser acautelados. As medidas usualmente utilizadas na TCVD são os tempos de reacção e a precisão das respostas, particularmente adequadas a tarefas simples. Para tarefas mais complexas, no entanto, envolvendo tempos de exposição mais longos, outras medidas se tornam possíveis, como classificações (*ratings*) numéricas ou gráficas. Por outro lado, as respostas registadas podem ser verbais ou manuais. Uma das grandes limitações no uso de respostas verbais prende-se com o facto de a linguagem estar preferencialmente lateralizada no hemisfério esquerdo, pelo que esta estratégia pode resultar numa sobrestimação da performance relativa do hemisfério esquerdo (Marzi & Berlucchi, 1977). As respostas manuais, por seu lado, são bastante mais flexíveis e não acarretam problemas semelhantes, na medida em que o controlo motor não implica efeitos de lateralização suficientes para obstar à sua implementação (Bourne, 2006).

Do ponto de vista das condições gerais, é fundamental que a sala onde decorre a experiência esteja escurecida, com condições de luminosidade similares em toda a sua extensão, incluindo a área do monitor onde se apresentam os estímulos. O monitor deve ser ligado algum tempo antes de a experiência ter início, já que durante o seu aquecimento pode sofrer variações importantes de luminosidade. Também os participantes deverão ter tempo para que a retina se adapte às condições de luminosidade da sala (Lamb & Pugh, 2004). As condições de humidade da sala deverão ser adequadas, de modo a evitar a irritação retiniana, expectável face ao esforço visual exigido na TCVD. Em linha com esta necessidade está a recomendação de evitar períodos demasiadamente longos de estimulação visual, sendo preferível, para comodidade do sujeito e para garantir um desempenho adequado, a partição da experiência em blocos pequenos com vários períodos de pausa entre si. Outro aspecto prático relevante diz respeito à necessidade de garantir que a dificuldade da tarefa é comparável em todas as condições.

Em síntese, torna-se claro que a validade científica da TCVD depende fortemente do cumprimento estrito de um conjunto de requisitos e condições metodológicas que passam, desde logo, pela selecção de participantes com um perfil adequado, preferencialmente destros, colaborantes e com um adequado nível de literacia. O posicionamento da cabeça em relação ao monitor de apresentação dos estímulos é igualmente um aspecto capital, bem como a fixação central e o assegurar de uma

distância adequada para que a estimulação hemisférica selectiva seja conseguida, subentendendo o ângulo visual recomendado para uma estimulação selectiva da hemiretina nasal em cada campo visual. A duração da apresentação do estímulo deverá ser também adequada ao propósito, sendo que o paradigma clássico da TCVD defende tempos de exposição muito curtos (≤ 150 ms), aspecto que limita o nível de complexidade das tarefas implementáveis. Estudos recentes indicam a possibilidade de recorrer a tempos de exposição mais longos, aspecto que permitirá a realização de tarefas experimentais mais complexas em termos cognitivos, abrindo a possibilidade para a pesquisa da integração hemisférica, com paradigmas metodológicos adequados para o efeito (cf. Anderson, 1989). Quando usada de forma apropriada e com os cuidados necessários, a TCVD constitui na realidade um meio eficaz, simples e adequado para o estudo das assimetrias no processamento cerebral de informação visual.

3.2. NOVAS TAREFAS: O ESTUDO DA INTERACÇÃO INTERHEMISFÉRICA

Como vimos, grande parte da literatura que tem abordado o contributo relativo dos hemisférios para a experiência emocional tem utilizado uma estratégia de estimulação selectiva unilateral. No entanto, nas situações correntes do quotidiano, a percepção e a resposta comportamental a estímulos emocionalmente relevantes decorre num contexto de estimulação cerebral global, ou seja, com estimulação simultânea de ambos os hemisférios. Perceber como os dois hemisférios interagem num sistema de processamento integrado, e como organizam as suas diferenças em termos de capacidade de processamento nesse quadro, constitui neste sentido uma questão mais fundamental e inclusiva – a da organização cerebral – da qual depende em última análise a do papel selectivo de cada hemisfério em diferentes processos cognitivos. De facto, vários estudos prévios têm documentado que ambos os hemisférios são activados em virtualmente qualquer tarefa, embora com diferenças (Hellige, 1990), havendo inclusivé evidências de uma vantagem perceptiva da estimulação bi-hemisférica comparativamente à estimulação unilateral em diferentes tarefas cognitivas (Tamietto, Corazzini, de Gelder & Geminiani, 2006; Tamietto & de Gelder, 2007). Este efeito foi encontrado em tarefas de estimulação visual com recurso à Técnica do Campo Visual

Dividido, envolvendo palavras (e.g. Hausmann & Güntürkün, 2000) e faces (e.g. Mohr, Landgrebe & Schweinberger, 2002), tendo por sua vez a perda desta vantagem perceptiva da estimulação bilateral sido documentada num doente com *split-brain* secundário a uma comissurotomia cerebral completa (Mohr, Pulvermüller, Rayman & Zaidel, 1994). Estes achados sugeriram algumas características e modalidades de efectivação do processamento interhemisférico (Schweinberger, Baird, Blümmler, Kaufmann & Mohr, 2003): 1) a informação redundante facilita o processamento para determinadas classes de estímulos (como palavras e faces); 2) a facilitação também ocorre se a informação for dividida entre hemisférios, suportando a noção de cooperação ao invés de independência hemisférica; 3) a cooperação hemisférica após estimulação bilateral reflecte a representação cortical dos estímulos em ambos os hemisférios; 4) a ausência de vantagem de estimulação bilateral em doentes com *split-brain* sugere fortemente que o processamento inter-hemisférico inclui conexões via *corpus callosum*.

Vários modelos têm sido sugeridos para explicar estas relações interhemisféricas (Schweinberger et al., 2003), embora as evidências científicas disponíveis não permitam ainda alicerçar um quadro conceptual de referência neste contexto. A comunicação interhemisférica poderá ter várias funções, sendo a mais básica a simples transferência de informação para um hemisfério dominante. No entanto, o papel desta comunicação interhemisférica permanece controverso, em particular quanto à questão de saber se se exerce através de mecanismos eminentemente excitatórios e/ou inibitórios.

Apesar de tudo, os modelos neurocognitivos têm obtido alguma vantagem relativa, partindo essencialmente da teoria de Hebb (1949), que assenta na existência de aglomerados neuronais com fortes conexões corticais, expressas em ambos os hemisférios, formando desta forma sistemas de processamento altamente especializados (Damásio, 2011). Atendendo à plasticidade de muitos destes sistemas neuronais, é ainda provável que a aprendizagem e a memória também desempenhem um papel relevante, por exemplo no reconhecimento de faces e expressões faciais. De facto, é hoje claro que a identificação facial requer uma representação adquirida na memória, provavelmente armazenada na área cortical temporal inferior (Damásio, Tranel & Damásio, 1990). Já o reconhecimento de uma expressão emocional na face é um processo, segundo alguns, aparentemente inato e culturalmente universal, sugerindo o envolvimento de estruturas

filogeneticamente mais antigas situadas no sistema límbico, em particular a amígdala ou o gânglia basal (Adolphs, Tranel, Damásio & Damásio, 1994).

Torna-se assim plausível a existência de relações de cooperação entre os dois hemisférios nas diversas tarefas, com diferentes sub-processos potencialmente implicados e sustentados em diferentes sub-sistemas neuronais, com expressão regional variável, e cujo controlo final poderá depender de um dos hemisférios, assumindo-se este como dominante para uma tarefa concreta. Um exemplo paradigmático do funcionamento conjunto e integrado de ambos os hemisférios cerebrais é a linguagem. As tarefas linguísticas têm sido associadas, do ponto de vista de dominância, ao hemisfério esquerdo. Contudo, o contributo do hemisfério direito não é de todo negligenciável, sendo que este está mais envolvido nos aspectos pragmáticos da linguagem, ao invés do hemisfério contralateral, cuja acção se centra mais nos aspectos sintáticos e semânticos da linguagem (Gazzaniga, 1985; Berardi & Fiorentini, 1987). Neste sentido, torna-se clara a partilha inter-hemisférica de informação, embora não esteja ainda devidamente esclarecida a forma como essa informação partilhada é posteriormente integrada e transformada numa resposta comportamental adequada.

Toda esta questão é de facto crítica para a compreensão do funcionamento neural nos diferentes processos que medeiam a experiência emocional e, na verdade, tem sido totalmente negligenciada nos estudos que procuram estabelecer os padrões de assimetria hemisférica nos fenómenos de índole mais afectiva. Caso haja de facto uma acção bilateral integrada durante o processamento de estímulos emocionais, uma compreensão adequada dos fenómenos de lateralização hemisférica deverá assentar na utilização de tarefas requerendo a acção conjunta de ambos os hemisférios e não o envolvimento exclusivo de um deles.

Foi esta justamente a proposta de Norman H. Anderson (1989), num texto dedicado à utilização da Teoria da Integração da Informação no estudo da organização cerebral, no qual defendeu uma adaptação do paradigma do campo visual dividido a tarefas de integração, exigindo a utilização conjunta de informação fornecida a cada um dos hemisférios. Nessa abordagem híbrida, a TCVD forneceria a possibilidade de estimular selectivamente cada um dos hemisférios (Hellige, 1990), convertendo assim cada um deles num factor experimental, manipulável independentemente do outro. Por sua vez, a tarefa de integração, solicitando uma resposta para cuja produção a informação dada a cada hemisfério tem que ser combinada pelos participantes, asseguraria as condições

para um estudo analítico da colaboração inter-hemisférica, assente na Teoria da Integração da Informação (TII) e na Medida Funcional (MF) (Anderson, 1981; 1982). O tópico seguinte ocupa-se exactamente do quadro conceptual e operatório da TII e da MF, encarado como um dispositivo metodológico promissor para o estudo da organização cerebral.

3.3. TEORIA DA INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO E MEDIDA FUNCIONAL: UM QUADRO METODOLÓGICO PARA O ESTUDO DA ORGANIZAÇÃO CEREBRAL.

A Teoria da Integração da Informação (TII), desenvolvida por Norman H. Anderson (1981; 1982), coloca o enfoque central na forma como os sujeitos elaboram um juízo global a partir da integração de um conjunto de informações provenientes de múltiplos canais, propondo para o efeito três funções fundamentais (cf. Figura 4): A *função de avaliação* [V(S)], a *função de integração* [I] e a *função de produção da resposta* [$r \rightarrow R$].

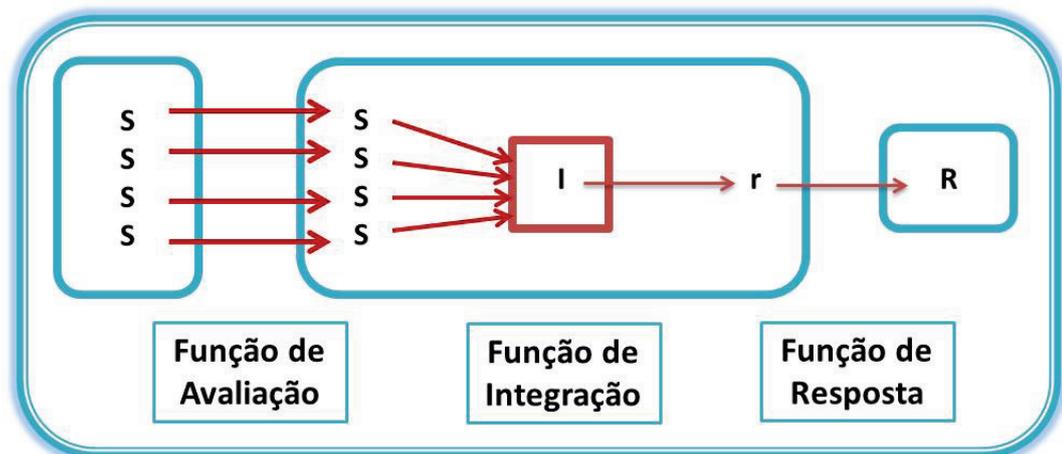


Figura 4. Funções fundamentais da Teoria da Integração da Informação.

Genericamente, podemos dizer que a função de avaliação se ocupa do mapeamento de estímulos observáveis (S_1, S_2, \dots, S_n), numa representação psicológica, ou cognitiva (s_1, s_2, \dots, s_n), desses estímulos. A função de integração constitui uma função de tipo

algébrico que combina os valores subjectivos da informação (s_1, s_2, \dots, s_n) numa resposta implícita integrada (r), convertida por sua vez numa resposta externa observável (R) através da função de resposta. Neste sentido, a TII difere fundamentalmente de outras teorias da integração na medida em que não se sustenta num princípio de consistência, como a congruência ou o balanço, mas antes em modelos algébricos que expressam matematicamente os processos cognitivos implicados na formulação de um juízo segundo o esquema da figura anterior. Esta álgebra cognitiva constitui o objecto fundamental da TII, servindo ainda de base à Teoria da Medida Funcional (MF) que, a partir das propriedades dos modelos algébricos, permite derivar medidas psicológicas tanto da resposta como das variáveis de estímulo, ao nível pelo menos de intervalo (Anderson, 1981; 1982; 1996; 2001). Entre as características definitórias da Medida Funcional podem destacar-se as seguintes:

- 1) A aptidão para fornecer um critério de validade da escala de resposta, isto é, de avaliar a sua linearidade ou capacidade de reflectir “sem distorção” os processos de integração de informação.
- 2) A circunstância de assentar em medidas de resposta contínuas, o que outorga a possibilidade de investigar interacções e regras configurais em tarefas de integração, onde o jogo combinado dos factores, para além de frequentemente complexo, pode inclusivamente ser conflituante.
- 3) O facto de a medida se converter numa parte orgânica da teoria psicológica, visto depender do estabelecimento prévio de modelos psicológicos de integração da informação. (para os 3 pontos anteriores, cf. em particular Anderson, 1982; 2001)

Todas as funções previstas no diagrama da TII e da MF apresentado acima (Fig. 4) se organizam segundo dois axiomas fundamentais, o axioma da “Finalidade” (*Purposiveness*) e o axioma da Integração (Anderson, 2008). Segundo o axioma da “Finalidade”, qualquer percepção, pensamento ou acção servem um objectivo ou propósito determinados, sendo esse um aspecto central para a compreensão adequada dos fenómenos cognitivos. À luz deste axioma, compreender o comportamento e a cognição implica adoptar sobre um e outra uma perspectiva funcional e construtiva – toda a integração é efectuada em ordem a um objectivo –, e não taxonómica ou abstracta.

O axioma da Integração determina por sua vez o carácter invariavelmente multideterminado do pensamento, percepção e acção, justificando a centralidade conceptual e operatória da Função de Integração no esquema geral da TII, fornecido agora em notação “canónica” (Anderson, 2008),

$$\{S_A, S_B\} \xrightarrow{V} \{\Psi_A, \Psi_B\} \xrightarrow{I} \rho \xrightarrow{A} R$$

com (S_A, S_B) um campo de estímulos observáveis, V a função psicofísica de avaliação, (Ψ_A, Ψ_B) os representantes psicológicos de (S_A, S_B) , I a função psicológica de integração, ρ a resposta integrada implícita, A a função psicomotora ou de resposta (operador de acção) e R a resposta observável. A resposta interna ρ é então traduzida numa acção externa pela operação de acção, A , produzindo um comportamento observável, R . Mediante a manipulação do estímulo físico e a observação da resposta observável (R) a TII e a MF oferecem uma solução quantificada para o problema dos três inobserváveis presentes no esquema – os valores dos informadores psicológicos Ψ_A e Ψ_B , a regra de integração I e a resposta implícita ρ (Anderson, 1981, 1982, 1996).

Através de inúmeras aplicações em virtualmente todos os domínios da psicologia, da percepção ao marketing, passando por tópicos da psicologia social, da psicologia do desenvolvimento, da psicologia cognitiva do julgamento e da decisão, etc., três regras de tipo algébrico têm sido frequentemente documentadas como suporte das operações cognitivas de integração da informação: as regras de adição (compreendendo igualmente operações subtractivas), de multiplicação (compreendendo igualmente a divisão), e de média, esta última a mais geral e oferecendo dois grandes tipos possíveis – média de pesos iguais e média de pesos diferenciais (Anderson, 1981, 1982, 1996).

Cada um destes modelos algébricos possui propriedades específicas que suportam não apenas uma análise formal da operação de integração que regem como diferentes possibilidades de medida funcional. Um caso paradigmático, ao mesmo tempo fundamental e particularmente simples, é o da regra de adição e do Teorema do Paralelismo que lhe está associado. Para o ilustrar, tomemos o seguinte exemplo (cf. Hofmans, 2010): assumamos que a atractividade global de uma pessoa é uma função aditiva da atractividade física percebida e da inteligência percebida. Assumamos ainda que apresentamos a uma amostra de participantes estímulos compostos por combinações aos pares de fotografias da face e informações sobre a inteligência, com

diferentes intensidades em cada um destes factores, pedindo aos participantes que formulem um julgamento de atractividade global percebida numa escala de 0 (ausência de atractividade) a 10 (atractividade absoluta). De acordo com a premissa de uma integração aditiva entre as duas séries de estímulos, combinadas factorialmente nesta tarefa, para cada combinação (S_{face} , $S_{inteligência}$) resultaria uma resposta ρ reflectindo uma adição entre os valores psicológicos de S_{face} (Ψ_{face}) e de $S_{inteligência}$ ($\Psi_{inteligência}$), expressa depois numa resposta observável R. Se a função que mapeia ρ em R for linear, uma vez traduzidos graficamente, os resultados desta experiência resultariam num padrão semelhante ao representado na figura 5, exibindo como característica principal um paralelismo entre as linhas. Pela análise da figura pode perceber-se que o grau de inteligência acrescenta sempre uma quantidade constante de atractividade, independentemente da face apresentada, o que exprime justamente a natureza aditiva da integração.

Um ponto essencial é, no entanto, que para que a operação aditiva se manifestasse nos dados, a função de resposta teria de ser necessariamente linear; caso contrário, apesar da regra aditiva que determina a resposta interna, a aditividade não se traduziria num padrão de paralelismo observável. É este o conteúdo do Teorema do Paralelismo, o qual mostra, na sua forma mais simples, como o estabelecimento do modelo de integração e o teste da linearidade da escala de resposta se fazem em simultâneo.

Formalmente, para que o paralelismo possa ser observado nos dados, as duas condições seguintes têm de verificar-se:

- 1) $\rho = \Psi_{face} + \Psi_{inteligência}$, ou seja, a operação de adição tem que ocorrer de facto;
- 2) $R = c_0 + c_1 \rho$ (c_0 e c_1 são constantes), o que indica que a resposta observada é uma função linear da resposta inobservável, traduzindo validamente os resultados da integração.

De modo simétrico, a observação de paralelismo nos gráficos suporta simultaneamente as duas condições anteriores, isto é, uma integração aditiva da informação e uma escala de resposta linear. Ainda como consequência do Teorema do Paralelismo, é possível demonstrar que, no caso de uma integração aditiva, as médias marginais de cada um dos estímulos constituem representantes legítimos do valor psicológico desses estímulos e

forneem uma métrica funcional, de nível de intervalo, para as variáveis independentes consideradas (no exemplo vertente, a atractividade da face e o nível de inteligência).

Teoremas semelhantes existem para outras regras algébricas, como a multiplicativa, à qual se associa o Teorema do Leque Linear (Anderson, 1981; 1982), cuja aplicação teve um exemplo clássico no estabelecimento do esquema Valor Subjectivo Esperado = Probabilidade Subjectiva x Valor Subjectivo (Anderson, 1996, 2008) e na medida funcional da probabilidade e do valor subjectivos em escalas de intervalo.

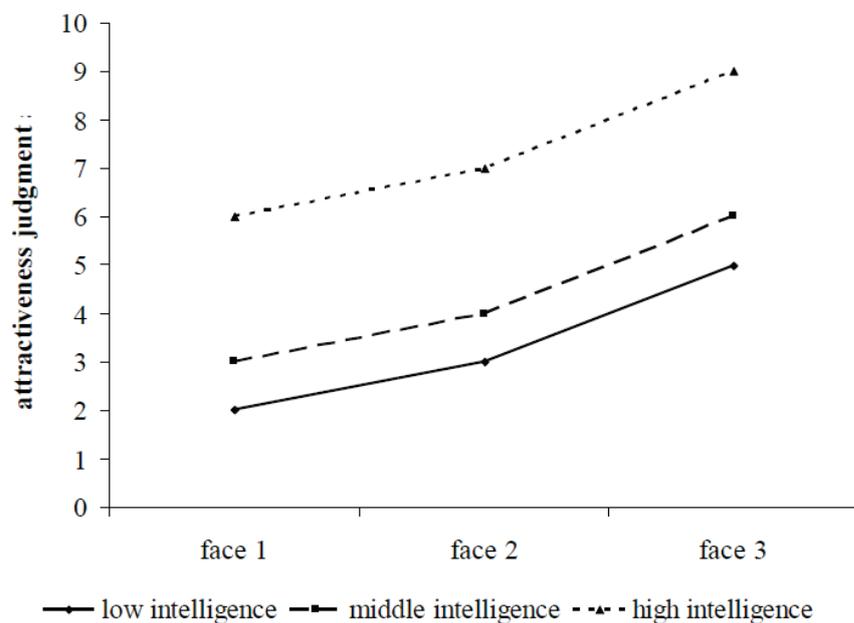


Figura 5. Representação hipotética do julgamento de atractividade em função de fotografias de faces e informação sobre a inteligência de acordo com uma regra de integração aditiva. (adaptado de Hofmans, 2010)

A regra de média, sendo a mais comum, pode ser também, no caso do modelo de média de pesos diferenciais, a mais complexa. Compensa no entanto a sua maior complexidade com a qualidade única de permitir a mensuração independente do peso (importância) e do valor de escala dos níveis dos factores. Esta propriedade é absolutamente essencial quando o objectivo pretendido é o de apreciar a importância relativa das dimensões informativas consideradas e dos seus níveis (Oliveira & Cardoso, 2001).

Embora muitas vezes associada exclusivamente a uma abordagem pura e estritamente cognitiva, a TII e a MF têm igualmente aplicabilidade no estudo das respostas emocionais e suas expressões comportamentais (Klitzner & Anderson, 1977). Na realidade, segundo Anderson, *o Afecto é informação para a vida* (Anderson, 2008, pág. 8), um tipo de informação particularmente relevante à luz do Axioma da Finalidade, na medida em que determina uma polaridade funcional fundamental, manifesta comportamentalmente segundo um eixo de aproximação-afastamento. De acordo com a concepção hoje influente de António Damásio, este eixo tem raízes em sistemas de natureza afectiva que se prolongam numa consciência emocional mais lata e integram sensações corporais associados à representação de estados do corpo definidores de sentimentos (Damásio, 2011). Considerando o papel fundamental que os afectos em geral, e as emoções em particular, assumem tanto na filogenia como na vivência quotidiana do homem, poderemos assumir que a natureza biológica do homem implica que o afecto é uma dimensão essencial da cognição (Anderson, 2008).

Deste ponto de vista, a TII pode ser instrumental para uma teoria geral do afecto. As leis da integração podem, em particular, não apenas fornecer medidas lineares do afecto vivenciado, como des-integrar o afecto vivenciado para esclarecer o contributo de cada um dos seus determinantes informativos (Anderson, 1996, 2008). Podem documentar-se, neste sentido, exemplos de aplicação da TII e da MF ao estudo de características disposicionais numa variedade relativamente alargada de julgamentos (Kaplan, 1971). Estas disposições podem ser concebidas como um sistema de conhecimento para lidar com o ambiente em que o homem se insere, uma vez que reflectem integrações relativamente estáveis de percepções e experiências (Moore, Chrabaszcz & Peterson, 2010). Um estudo feito em indivíduos normais e doentes com distúrbios de ansiedade demonstrou, por exemplo, que a susceptibilidade geral à ansiedade e a expectativa de um evento ansiogénico são integrados cognitivamente segundo uma regra aditiva na determinação de ansiedade (incluindo a ansiedade à dor). Noutra estudo, envolvendo 76 estudantes universitários saudáveis, documentou-se que a ansiedade em resposta a um evento doloroso decorre da integração aditiva da sensibilidade à ansiedade específica da dor e a expectativa do evento (Moore et al., 2010). Outros trabalhos têm alargado o horizonte de aplicabilidade da MF no campo das emoções. Por exemplo, Oliveira, Cardoso & Teixeira (2002a) realizaram um trabalho com o propósito de assinalar o potencial de convergência entre o programa de estudo da estrutura e determinantes da intensidade emocional, desenvolvido por Nico Frijda et al. (1992) e a TII. Para o efeito,

realizaram uma experiência com um desenho factorial 5 x 5 em que os estímulos eram compostos por pares de faces emocionadas; de acordo com o desenho factorial implementado, cada factor correspondia a uma categoria emocional distinta e os níveis em cada factor especificavam graus de intensidade expressiva. Aos sujeitos foi pedido que estimassem a intensidade média expressa por cada par de expressões faciais, numa escala de 1 a 20. Outros estudos têm documentado claramente a aplicabilidade da MF no estudo dos afectos e emoções, envolvendo particularmente tarefas de percepção de palavras emocionalmente relevantes, ou estímulos visuais compostos por faces com diferentes expressões emocionais (Oliveira & Cardoso, 2001; Oliveira et al., 2002a; Oliveira, Cardoso, Teixeira & Fonseca, 2002b; Oliveira, Teixeira, Fonseca, Santos & Oliveira, 2006; Oliveira, Teixeira, Oliveira, Breda & Fonseca, 2007). Por exemplo, num estudo envolvendo 13 estudantes saudáveis, Oliveira et al. (2002b) procuraram ilustrar o potencial da MF para a quantificação da intensidade emocional veiculada por palavras afectivamente carregadas, apresentadas aos pares numa tarefa que requeria a avaliação da intensidade global de cada par numa escala contínua. Os resultados revelaram-se consistentes com um modelo de tipo aditivo, possibilitando dessa forma, em linha com o teorema do paralelismo, a derivação das médias marginais estimadas das respostas como valores funcionais de intensidade afectiva das palavras em cada factor. Num estudo subsequente, incluindo uma amostra de 50 estudantes saudáveis e recorrendo a estímulos visuais compostos por pares de faces emocionadas, expressando diferentes categorias emocionais em diferentes níveis de intensidade, uma regra de média de pesos iguais foi encontrada para as diversas combinações de emoções consideradas (Oliveira et al., 2006). Resultados semelhantes foram ainda obtidos num outro contexto experimental, envolvendo uma tarefa de integração no domínio da expressão facial de dor, na qual três unidades faciais de acção (movimentos visíveis da face definidos nos termos do sistema FACS, de Ekman, Friesen & Hager, 2002) foram tomadas como factores e manipuladas segundo vários níveis de intensidade (Oliveira et al., 2007). Uma regra aditiva foi também encontrada nesta tarefa de integração, dando lugar não apenas a medidas de valor de escala de cada um dos níveis das unidades de acção facial como ainda, graças a algumas propriedades asseguradas pelo desenho experimental, a medidas da importância relativa das diferentes unidades de acção na determinação da expressão de dor na face.

A TII a e MF parecem assim oferecer um quadro conceptual e tecnicamente adequado ao estudo da emoção e da expressão emocional e, em particular, neste último caso, ao

estudo daquela que é talvez a forma mais paradigmática de expressão emocional não-verbal: a expressão facial da emoção.

PARTE II

CONTRIBUIÇÃO EMPÍRICA

CONCEPTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

O cérebro humano é anatomo-funcionalmente assimétrico, tendo vindo a acumular-se evidências que apontam para a extensão destas assimetrias ao domínio das emoções, em particular no que se refere aos territórios corticais pré-frontais. Esta questão tem sido objecto de discussão recorrente na literatura científica, existindo actualmente um vasto corpo empírico polarizado em torno de duas teorias prevalentes da assimetria cerebral no processamento das emoções: a *teoria da dominância do hemisfério direito* e a *teoria da valência/aproximação-afastamento*, aspectos abordados na Parte I da Dissertação.

Para além do estabelecimento de padrões de lateralização hemisférica nas emoções, dados recentes apontam também para uma organização intra-hemisférica no processamento das emoções e na regulação das respostas autonómicas correspondentes (e.g., Pereira et al., 2005), com contribuições diferenciais de diferentes lobos para a regulação das várias formas de expressão afectiva. Concomitantemente, documentou-se um papel modulador da intensidade dos estímulos emocionais nos padrões de lateralização, susceptível de fornecer um quadro de integração harmónico para as duas teorias concorrentes da assimetria cerebral no processamento das emoções, cuja consolidação requer ainda, no entanto, replicações e esclarecimentos analíticos suplementares.

A par desta discussão envolvendo o sistema nervoso central, também os padrões de activação autonómica têm sido amplamente estudados, embora as questões de lateralização do processamento emocional não constituam, neste caso, um tópico central da investigação, orientada sobretudo, com uma forte inspiração em William James (1884), para a busca de padrões específicos de activação autonómica associados a diferentes emoções. Por outro lado, o estudo simultâneo da activação central e periférica tem vindo progressivamente a emergir, traduzindo a necessidade de esclarecer de forma integrada os padrões de activação neurovisceral subjacentes à percepção e expressão emocionais.

A complexidade característica desta área de estudo, bem como a variedade e densidade das questões envolvidas, constituem assim um quadro fortemente motivador para a condução de estudos experimentais visando contribuir para a resolução de algumas das controvérsias acima enunciadas. Nesse sentido, com base em resultados anteriores (Pereira et al., 2005; Pereira, 2006) e numa revisão da ampla literatura disponível nesta área, estabeleceram-se algumas hipóteses orientadoras, enunciadas em seguida:

Hipótese 1 – A intensidade dos estímulos emocionais constitui um importante modulador dos padrões de activação cerebral associados. Desde o início da década de 90 que a complexidade dos componentes e determinantes da intensidade emocional tem vindo a ser sugerida e documentada, configurando-se como uma dimensão central do processamento da informação emocional (Sonnemans, 1991; Frijda et al., 1992; Frijda, 1999). Conjugado com dados específicos obtidos em trabalhos anteriores, este reconhecimento da importância da intensidade emocional torna plausível a hipótese de uma modulação intensiva do perfil de lateralização hemisférico de diferentes emoções. Em particular, a hipótese de uma maior diferenciação dos padrões de lateralização nas altas intensidades de emoção, onde as componentes de impulso para a acção ganham peso acrescido, é compatível com o reconhecimento de que diferentes emoções se associam a diferentes “tácticas” de mobilização comportamental, plausivelmente suportadas/controladas por diferentes estruturas neurológicas.

Hipótese 2 – Os padrões de integração neurovisceral variam em função da intensidade dos estímulos afectivos. Esta hipótese alarga ao domínio das respostas autonómicas a mesma lógica que presidiu à elaboração da Hipótese 1. Os dados disponíveis na literatura, bem como aqueles já recolhidos em estudos anteriores, sugerem no entanto que, neste caso, boa parte da diferenciação é de natureza intra-hemisférica (associada a um predomínio global do hemisfério direito), envolvendo associações privilegiadas entre estruturas corticais frontais e regulação parassimpática, por um lado, e topografias temporais-parietais e regulação simpática, por outro. As sugestões previamente recolhidas quanto ao papel modulador da intensidade são mais complexas e menos claras do que no caso das respostas centrais, apontando sobretudo para uma consistência mais vincada desta relação, no que se refere à componente simpática, nas altas intensidades de expressão (Pereira, 2006)

Hipótese 3 – A diferenciação inter ou intra-hemisférica não impede a hipótese de que ambos os hemisférios, ou diferentes estruturas intra-hemisféricas, cooperam no processamento normal da emoção. Mais concretamente, a hipótese considerada é a de que a acção conjunta dos dois hemisférios – assente na transmissão de informação pelo *corpus callosum* e outras comissuras – obedece, em certas circunstâncias, a regras simples (de adição-subtracção, multiplicação-divisão, média), o mesmo sucedendo com o funcionamento integrado de diferentes estruturas num mesmo hemisfério (envolvendo não apenas integrações entre áreas distintas mas também cortico-subcorticais que poderão eventualmente vir a ser inferidas). Complementando os resultados procedentes do estudo das assimetrias, o esclarecimento destas formas de integração pode constituir um instrumento analítico importante para a compreensão da organização cerebral subjacente ao processamento da informação emocional veiculada pela face.

No procedimento experimental elaborado para o efeito adoptar-se-á, por razões basicamente operacionais, a concepção discreta das emoções traduzida na taxonomia das emoções básicas de Paul Ekman (1999) e a técnica do campo visual dividido, com apresentação taquitoscópica dos estímulos, complementada ainda por uma versão da mesma técnica adaptada ao estudo da integração inter-hemisférica (Anderson, 1989). Esta técnica baseia-se no princípio experimentalmente comprovado, designadamente através de imagiologia cerebral, de que a apresentação lateralizada de imagens direccionadas à hemiretina nasal dos campos visuais permite uma estimulação selectiva do hemisfério contra-lateral (figura 6) (Gazzaniga, 2000; Pizzagalli, et al., 2002; Schiffer et al., 2004).

Desta forma torna-se possível apreciar eventuais diferenças no processamento cerebral em função da estimulação selectiva de cada hemisfério, uma virtualidade de que múltiplos trabalhos experimentais tiraram já partido, designadamente no campo das emoções (e.g., Reuter-Lorenz & Davidson, 1981; Alves et al., 2003). Na versão adaptada ao estudo da integração inter-hemisférica, a estimulação unilateral de um hemisfério é substituída pela estimulação selectiva bilateral em tarefas que requerem a integração das duas fontes de informação. No estudo da integração intra-hemisférica retoma-se a estimulação unilateral, mas com duas fontes de informação diferentes apresentadas em simultâneo, requerendo-se também a integração das duas fontes de informação. Contrariamente ao que sucede com a adopção de uma perspectiva

dimensional da emoção, a utilização de faces exprimindo emoções discretas é igualmente compatível com uma análise dos resultados em termos da dimensão de valência (ou aproximação-afastamento), e mesmo de componentes específicos da emoção, de acordo com a lógica das teorias multicomponenciais (cf. Scherer, 1984; Frijda, 1999).

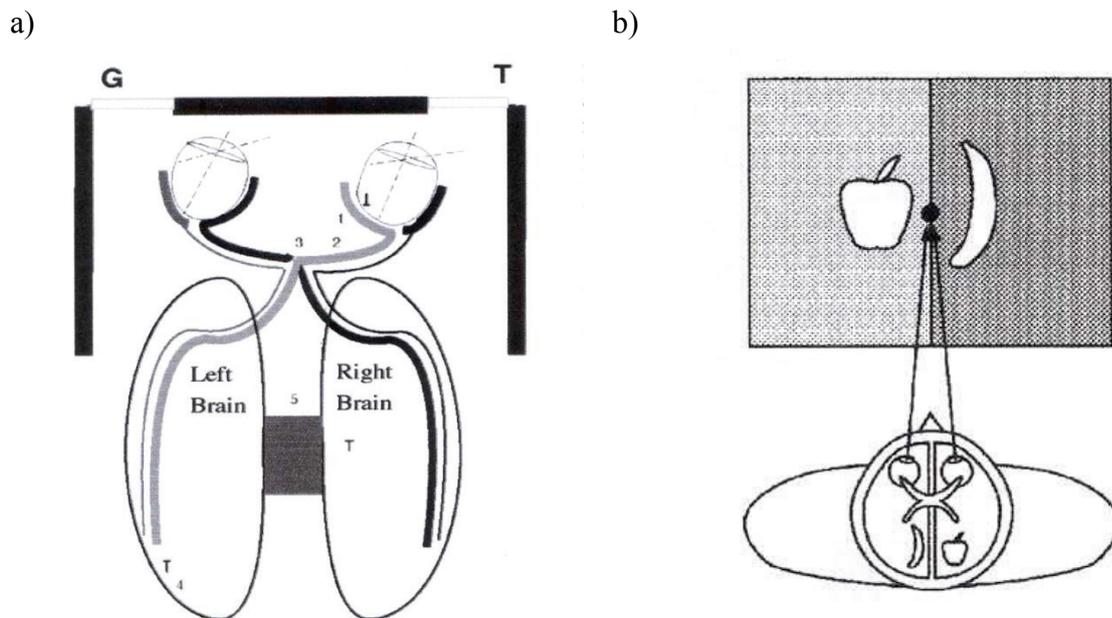


Figura 6. Estimulação hemisférica selectiva. Na imagem a) demonstra-se como a estimulação selectiva da hemiretina nasal no olho direito resulta numa estimulação inicial do hemisfério esquerdo, passando a informação posteriormente para o hemisfério contra-lateral pelo *corpus callosum* (adaptado de Schiffer et al., 2004). Em b) resume-se esquematicamente o princípio básico da técnica de divisão do campo visual como meio de estimulação hemisférica selectiva (adaptado de Gazzaniga, 2000)

Para alcançar os objectivos delineados, desenharam-se três fases experimentais distintas, que irão ser apresentadas nos capítulos seguintes:

1ª Fase: Estudos de lateralização com recurso à TCVD padrão, envolvendo 5 das 6 emoções da taxonomia das emoções básicas de P. Ekman (1999).

2ª Fase: Estudos de integração intra-hemisférica por meio de um paradigma de Campo Visual Dividido adaptado a uma tarefa de integração intra-hemisférica, envolvendo 3 das 6 emoções da taxonomia de P. Ekman (1999) e a estimulação unilateral de um hemisfério por duas fontes distintas de informação emocional (expressões faciais de emoção).

3ª Fase: Estudos de integração inter-hemisférica por meio de um paradigma de Campo Visual Dividido adaptado a uma tarefa requerendo a utilização conjunta de informação fornecida separadamente, por meio de estimulação selectiva bilateral, a cada um dos hemisférios, e envolvendo as mesmas 3 emoções consideradas na 2ª Fase.

CAPÍTULO I – 1ª FASE EXPERIMENTAL

O presente Capítulo refere-se à primeira das fases experimentais previstas no projecto, organizada em função de dois objectivos fundamentais: (1) a exploração de assimetrias hemisféricas associadas à percepção e processamento de emoções expressas por faces, em função da categoria emocional, por um lado, e da intensidade da expressão emocional, por outro; (2) a exploração dos padrões de activação periférica associados e da sua relação com as respostas comportamentais e centrais.

I- MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRA

A amostra foi constituída por 30 estudantes (20 do género feminino e 10 do género masculino), com idade média de 21 ± 1.7 anos, todos participantes voluntários na experiência. Todos os sujeitos eram destros e apresentaram visão normal ou corrigida para o normal. Do ponto de vista clínico, todos os sujeitos eram saudáveis, não possuíam história de distúrbios psiquiátricos ou neurológicos e não se encontravam sob o efeito de qualquer fármaco.

ESTÍMULOS E DESENHO EXPERIMENTAL

O conjunto de estímulos experimentais foi composto por pares de fotografias de faces retiradas das bases JACFEE e JacNEUF (Matsumoto & Ekman, 1988). Para a construção dos estímulos seleccionaram-se as faces de dez indivíduos caucasianos (cinco homens e cinco mulheres), exprimindo Alegria, Cólera, Surpresa, Tristeza e

Medo em níveis de intensidade elevados, de acordo com as classificações normativas de intensidade que acompanham as bases (formato de escala 0-8), bem como as expressões neutras correspondentes (mesmos indivíduos). Níveis intermédios de intensidade nas expressões faciais das emoções foram obtidos por meio de deformações digitais (*morphing*) a passos iguais de 33%, entre as faces neutras e as expressões emocionais mais intensas, realizadas com o software *Morpheus*. O resultado da primeira transformação, a um terço da amplitude total, foi seleccionado como representante do nível baixo de intensidade em cada emoção. Para avaliar a discriminabilidade das faces de baixa intensidade produzidas, realizou-se um estudo suplementar, conforme Anexo 1. Pares de estímulos constituídos por uma face neutra e uma face exprimindo uma emoção (com intensidade alta ou baixa) foram então compostos para todas as categorias emocionais. Todos os pares foram construídos em duas versões, com a face emocional colocada à esquerda do ponto de fixação, num caso, e à direita, no outro (figura 7). Cada fotografia ocupou uma área com uma extensão equivalente a 9,7° (altura) por 7,3° (largura) de ângulo visual, em função da distância a que foi sentado o observador (50 cm). A distância entre o ponto de fixação, situado no centro da tela do computador, e o bordo interior de cada fotografia foi equivalente a 5° de ângulo visual (respeitando a recomendação de um ângulo superior a 3° de ângulo visual, cf. Bourne, 2006, e replicando a metodologia de Alves et al., 2011).

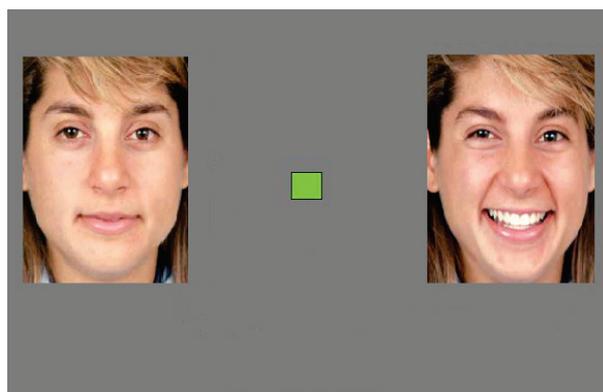


Figura 7. Exemplo de estímulo visual utilizado.

Cada par foi apresentado aleatoriamente quatro vezes, surgindo assim cada expressão emocional por duas vezes em cada hemisfério visual, num total de 80 ensaios experimentais. Desta forma, a experiência integrou um desenho 5 x 2 x 2, combinando

factorialmente cinco emoções (Alegria, Cólera, Surpresa, Medo e Tristeza), duas intensidades (alta e baixa) e dois hemicampos visuais (esquerdo e direito). No período de treino, decorrido antes dos ensaios experimentais, foram utilizadas faces de indivíduos japoneses, retirados das mesmas bases de estímulos e submetidas ao tipo de tratamento atrás descrito para a produção dos estímulos. A extensão ocupada por cada estímulo no ecrã foi de 161×222 pixéis, para uma resolução do ecrã de 1024×768 pixéis.

PROCEDIMENTO

Num primeiro momento, foram recolhidos elementos relativos ao historial clínico, existência de doenças e/ou medicação e lateralização motora (destro ou não). Em seguida, os participantes foram instruídos quanto à natureza e procedimento da experiência e sentados numa poltrona reclinante, numa posição confortável, em frente a um monitor VGA, numa sala levemente iluminada e com minimização do ruído ambiente. A linha visual foi calibrada em altura de modo a encontrar-se ao nível do centro do ecrã. A distância do observador em relação ao ecrã foi fixada em 50 cm, o que, conjugado com a disposição espacial das faces em cada par, permitiu subentender os ângulos visuais requeridos pela técnica do campo visual dividido (uma distância angular de cerca de 10° entre os limites interiores das duas faces em cada par de estímulos, com equidistância ao ponto de fixação central). Ainda antes do início da experiência propriamente dita foram apresentadas instruções no monitor informando novamente cada participante sobre o procedimento e a tarefa a executar. Seguidamente realizou-se um conjunto de 16 ensaios-treino, durante a qual os sujeitos se adaptaram ao procedimento experimental. Após o período de treino, garantidas boas condições de registo e a boa compreensão pelos participantes da natureza da tarefa, iniciou-se a fase experimental, composta pelos oitenta pares de estímulos descritos anteriormente. Cada par de faces foi apresentado durante 150 ms, sendo solicitado ao observador que indicasse a localização (esquerda, direita) da face com maior intensidade emocional. As respostas foram dadas numa caixa de respostas RB-610, da Cedrus, através da selecção de um botão associado a cada uma das respostas e mantendo com elas uma relação de compatibilidade espacial (esquerda: botão esquerdo; direita: botão

direito). Os tempos de reacção (em *ms*) foram registados em todas as condições experimentais. Todos os aspectos de apresentação e do registo em linha das respostas foram geridos pelo software *SuperLab 4.0*.

MEDIDAS CENTRAIS E AUTONÓMICAS

A experiência foi acompanhada da monitorização de variáveis centrais (EEG) e periféricas (Resposta galvânica da pele – GSR; Arritmia sinusal respiratória – RSA). Os períodos de registo foram controlados pelo software *Superlab 4.0* de forma sincronizada com a apresentação dos estímulos através da emissão de um sinal digital (onda rectangular). Cada período foi composto por um *pré-trigger* de dois segundos e um período pós-estímulo de dez segundos, resultando assim numa janela temporal de doze segundos para cada época experimental. Tanto o registo como a análise posterior foram realizados por meio do software *Acqknowledge 3.9.0*. (Biopac Systems, Inc.) e recorrendo a transdutores e amplificadores adequados a cada medida.

Relativamente ao registo EEG, foram utilizadas seis derivações (localização F3, F4, T3, T4, P3, P4 do Sistema Internacional 10-20) numa montagem referencial, com Cz como referência (Davidson, 1992). Após a identificação dos locais de registo no couro cabeludo e sua limpeza com vista a reduzir a impedância, foram aplicados eléctrodos de Ag-AgCl preenchidos com pasta electrocondutora. Um eléctrodo neutro foi aplicado na testa e serviu como “eléctrodo-terra”. O registo EEG foi efectuado com uma frequência de amostragem de 150 Hz através de amplificadores de EEG Biopac 100B, com um filtro passa-banda de 0.1-35 Hz.

As respostas autonómicas registadas foram o electrocardiograma (ECG), o pneumograma e a GSR. A monitorização ECG foi efectuada com recurso a três eléctrodos Biopac LEAD 100S e três eléctrodos descartáveis de Ag-AgCl, colocados no braço esquerdo (eléctrodo positivo), braço direito (eléctrodo negativo) e perna (“eléctrodo-terra”), segundo a configuração clássica da derivação frontal DI. Para o registo pneumográfico foi utilizado um transdutor Biopac TSD 101C, colocado e devidamente ajustado em torno da linha média torácica. A GSR foi registada por meio de eléctrodos Biopac TSD 103A. A cavidade de cada eléctrodo foi preenchida com uma

solução electrolítica adequada e os eléctrodos colocados em redor da ponta dos dedos indicador e médio da mão esquerda. As frequências de amostragem para as variáveis autonómicas foram de 75Hz (para a GSR e ECG) e 150 Hz (para o Pneumograma).

ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

Todos os dados de biopotenciais recolhidos foram sujeitos a inspecção visual para a identificação e exclusão de artefactos. Apenas os registos correspondentes a respostas correctas na tarefa comportamental foram incluídos no tratamento posterior. As ondas retidas após validação foram em seguida editadas para cada uma das vinte condições experimentais definidas pelo desenho factorial 5 (emoções) x 2 (intensidades) x 2 (campos visuais), de modo a permitir o seu tratamento separado.

Quanto às variáveis comportamentais, consideraram-se para efeitos de análise a precisão das respostas (complementar dos erros, em valor percentual) e os tempos de reacção (latências em *ms*) das respostas correctas.

Os registos EEG foram segmentados de acordo com as condições experimentais, retendo-se para análise apenas o primeiro segundo a partir da apresentação do estímulo, e os dois segundos prévios à apresentação (*baseline*). Uma análise espectral foi efectuada em cada segmento mediante uma transformada rápida de Fourier com janela de Hamming, tendo-se determinado a potência espectral da banda α (banda dos 8.0 – 13.0 Hz), definida como o quadrado da amplitude espectral (potência = μVolts^2). A potência espectral da banda α em cada condição correspondeu à média das potências espectrais de cada segmento temporal considerado. Para cada época calculou-se o índice de dessincronização alfa contingente ao estímulo (*Event-related-alpha-desynchronization: ERD*) pela fórmula $[(\text{stimulus } \alpha\text{-power}) - (\text{baseline } \alpha\text{-power})] / (\text{baseline } \alpha\text{-power})$, que reflecte a percentagem de activação cortical em cada derivação EEG considerada (Pfurtscheller & Silva, 1999). Valores negativos traduzem activação cortical (dessincronização) enquanto que valores positivos reflectem desactivação (sincronização: ERS). Para facilitar a leitura e interpretação gráfica dos resultados, o ERD é apresentado como - (ERD), resultando assim numa escala positiva.

No que se refere à GSR, a avaliação recaiu sobre cada época de registo (doze segundos), tendo-se determinado a amplitude máxima de resposta após a apresentação do estímulo (nos 10 segundos após a estimulação) ajustada pela actividade electrodérmica basal (nos dois segundos antecedentes ao *onset* do estímulo). A amplitude da GSR em cada condição resultou da média aritmética das amplitudes obtidas em cada época de registo.

O índice de RSA foi derivado da análise simultânea do pneumograma e do ECG, com base na técnica de estimação vale/pico (Grossman, 1992). De acordo com este método, a RSA obtém-se subtraindo ao ciclo cardíaco mais longo durante a expiração o ciclo cardíaco mais curto durante a inspiração. Este princípio foi aplicado a cada época de registo após a apresentação do estímulo (dez segundos), começando por determinar-se o intervalo R-R mais curto durante um ciclo inspiratório e o R-R mais longo durante um ciclo expiratório, e procedendo-se depois ao cálculo da RSA por subtração das duas determinações. A RSA de cada condição resultou também da média aritmética dos valores obtidos em cada época temporal

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A análise estatística dos dados recorreu maioritariamente a ANOVAs de medidas repetidas efectuadas sobre as várias medidas consideradas, tendo como factores *within-subject* a Emoção ou Categoria Emocional (cinco níveis), a Intensidade (dois níveis) e o Campo Visual (CVD e CVE). Sempre que se verificou violação da condição de esfericidade foi adoptada a correcção de *Greenhouse-Geisser* para os graus de liberdade. Todas as comparações múltiplas destinadas a localizar os efeitos significativos de um factor em níveis específicos foram realizadas com ajustamento de *Bonferroni* para os níveis de significância (Keselman & Keselman, 1988; Keselman, 1998; Bagiella, Sloan & Heitjan, 2000).

O critério de significância estatística utilizado foi um valor de $p \leq .05$.

VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS

Análise da Precisão

Os resultados relativos às diferenças de precisão entre a intensidade alta e baixa das expressões emocionais estão representados nos histogramas da Figura 8 em função da categoria emocional e do hemisfério visual.

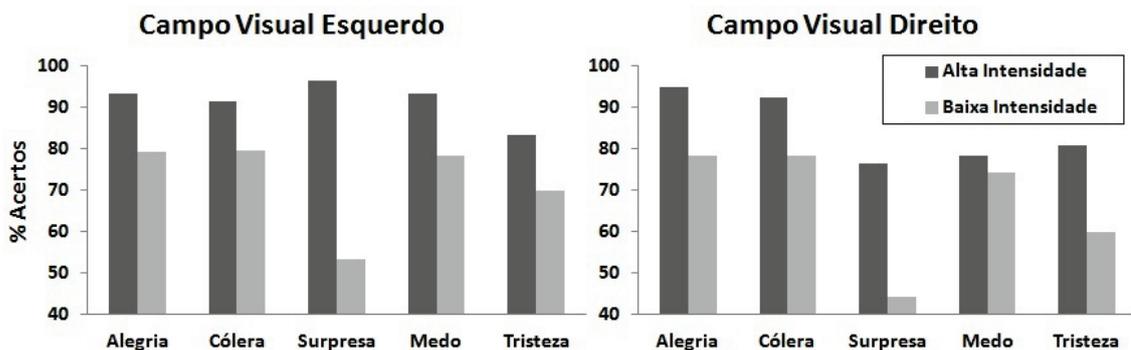


Figura 8. Representação das diferenças de precisão (%) entre intensidades (alta e baixa) em função da categoria emocional e do hemisfério visual.

ANOVAs de medidas repetidas conduzidas separadamente para cada hemisfério visual, com *categoria emocional* e *intensidade* como factores intrasujeitos, revelaram efeitos principais significativos de ambos os factores em ambos os campos visuais – Categorical Emocional: CVD - $F(2,856,82.838) = 332.68$; $p < .001$; CVE - $F(2,993,86.796) = 4.30$; $p = .007$; Intensidade Emocional: CVD - $F(1,29) = 162.50$; $p < .001$; CVE - $F(1,29) = 84.79$; $p < .001$. Os valores de precisão foram significativamente inferiores nas baixas intensidades, sendo a diferença entre a alta e a baixa intensidade especialmente importante na categoria emocional Surpresa em qualquer dos campos visuais. Comparações aos pares entre emoções (com ajuste de Bonferroni; dados agregados entre as intensidades) permitiram localizar os efeitos da *categoria emocional*, no CVD, ao nível da Tristeza e da Surpresa, que se distinguiram significativamente das

demais emoções. No CVE, a diferença significativa localizou-se na Supresa, que registou entretanto a maior e menor taxa de acertos, respectivamente, nas condições de alta e de baixa intensidade.

Os histogramas da figura 9 ilustram por sua vez as diferenças de precisão entre os hemisférios visuais (CVE e CVD) em função da categoria emocional e da intensidade da expressão. ANOVAs de medidas repetidas foram conduzidas separadamente para cada nível de intensidade, com *categoria emocional* e *hemisfério visual* como factores intrasujeitos. O factor *categoria emocional* apresentou um efeito significativo em ambos os níveis de intensidade: Alta intensidade, $F(4,116) = 6.37; p < .001$; Baixa intensidade, $F(4,116) = 21.05; p < .001$. Este efeito localizou-se, nas altas intensidades, entre as emoções Alegria e Cólera, por um lado, e as emoções Supresa, Medo e Tristeza, por outro, estas últimas com valores de precisão mais baixos (valores agregados através dos hemisférios); nas baixas intensidades, por sua vez, localizou-se na diferença entre a emoção Supresa e todas as restantes. Quanto ao factor *hemisfério visual*, registou também um efeito significativo na condição de alta intensidade, $F(1,29) = 4.91; p = .035$, com vantagem global do hemisfério visual esquerdo, particularmente nas categorias emocionais Supresa, Medo e Tristeza. No que se refere à Alegria e Cólera, a precisão foi independente do hemisfério visual. Na condição de baixa intensidade a diferença global de precisão entre os hemisférios visuais foi de mesmo sentido, com vantagem perceptiva do CVE, mas não atingiu o critério de significância estatística, $F(1,29) = 3.39; p = .078$.

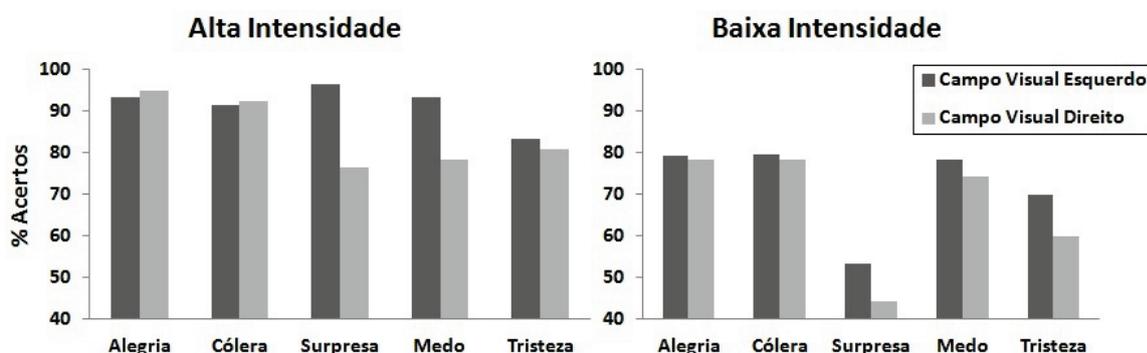


Figura 9. Representação das diferenças de precisão (%) entre campos visuais em função da categoria emocional e da intensidade da expressão.

A ANOVA global, com inclusão simultânea de todos os factores (*categoria emocional, intensidade, hemicampo*), revelou, como era previsível a partir dos resultados das ANOVAs sectoriais, interacções significativas entre o *hemicampo visual* e a *categoria emocional*, $F(4,116) = 4.13$; $p = .004$, e entre a *intensidade* e a *categoria emocional*, $F(3.084,89.446) = 10.55$; $p < .001$.

Tomados no seu conjunto, os resultados referentes à precisão (figuras 8 e 9) estabelecem assim um claro efeito da intensidade da expressão, com um melhor desempenho na condição de intensidade alta, e um efeito significativo das categorias emocionais, com a Tristeza e a Surpresa a emergirem como as categorias emocionais associadas a um maior número de erros. Por outro lado, é aparente um melhor desempenho global na condição de apresentação da face emocionada ao hemicampo visual esquerdo, particularmente na condição de baixa intensidade.

Análise dos TR

Na Figura 10 estão representadas as diferenças de TR médio (ms) entre as intensidades alta e baixa das expressões em função da categoria emocional e do hemicampo visual. ANOVAS realizadas separadamente para cada hemicampo visual revelaram efeitos significativos da *categoria emocional* (CVD – $F(2.730,79.175) = 18.83$; $p < .001$; CVE – $F(2.071,60.064) = 16.32$; $p < .001$) e da *intensidade* (CVD – $F(1,29) = 38.65$; $p < .001$; CVE – $F(1,29) = 46.34$; $p < .001$). O efeito da intensidade no CVE exerceu-se na mesma direcção em todos as categorias emocionais (aumento dos TR nas intensidades mais baixas). No CVD este padrão manteve-se globalmente, mas a Tristeza não revelou efeitos da intensidade, contribuindo assim para o efeito de interacção significativo *emoção × intensidade*, $F(2.868, 83.181) = 6.89$; $p < .001$, registado no CVD.

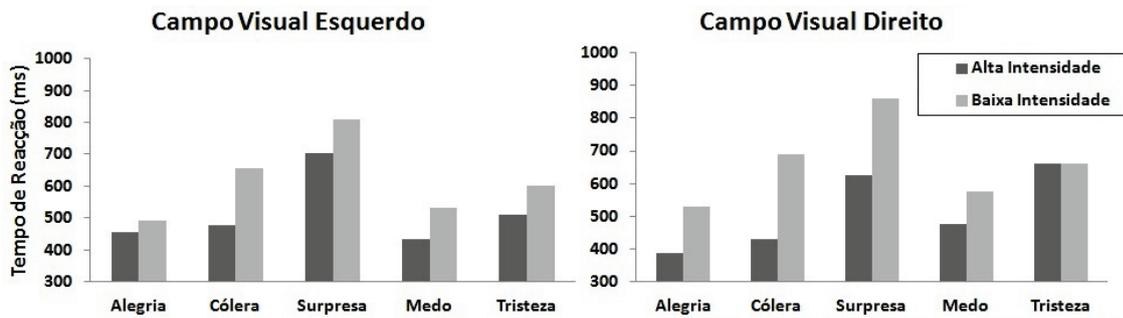


Figura 10. Representação das diferenças de Tempos de Reacção médios (ms) devidas à intensidade, em função da categoria emocional e do hemisfério visual.

A figura 11 apresenta as diferenças de TR médio (ms) entre hemisférios visuais separadamente por categoria emocional e por condição de intensidade. ANOVAs de medidas repetidas foram conduzidas separadamente para cada hemisfério visual, com *categoria emocional* e *intensidade* como factores intrasujeitos. Na condição de alta intensidade verificou-se um efeito significativo da *categoria emocional*, $F(2.334,67.694) = 22.64$; $p < .001$, distinguindo-se a Tristeza das demais emoções por apresentar tempos de reacção mais longos (valores de TR agregados através das intensidades). Não se observaram efeitos principais do campo visual, mas registou-se uma interacção significativa *emoção × campo visual*, $F(2.155,62.481) = 13.58$; $p < .001$, traduzindo a ocorrência de TR mais baixos na Alegria e na Cólera no CVD (relativamente ao CVE), e de latências superiores do Medo e da Tristeza neste mesmo hemisfério (relativamente ao CVE).

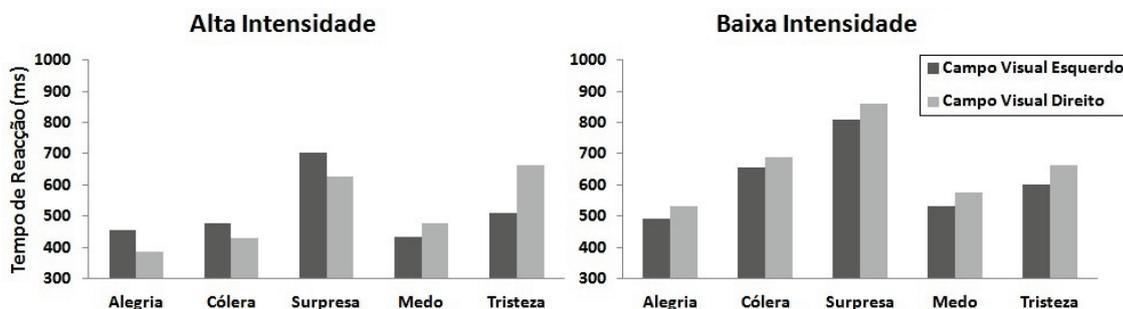


Figura 11. Representação das diferenças médias nos Tempos de Reacção (ms) entre campos visuais em função das categorias emocionais e dos níveis de intensidade.

Estes resultados são consistentes com a concepção da lateralização do processamento emocional segundo uma dimensão de aproximação-afastamento proposta por Davidson (2004). Com efeito, a estimulação do CVD (hemisfério esquerdo) com faces exprimindo Alegria e Cólera, envolvendo uma disposição comportamental de aproximação, ilustram uma vantagem (redução dos TR) relativamente à estimulação pelo CVE, verificando-se o oposto quando os estímulos representam Medo e Tristeza (emoções associadas a uma disposição comportamental de afastamento). Por outro lado, as faces exprimindo Surpresa apresentam um perfil de resultados semelhante ao da Alegria e da Cólera, exibindo menores latências de resposta quando apresentadas no campo visual direito (hemisfério esquerdo). As diferenças entre categorias emocionais apresentam-se assim concentradas no CVD, onde as categorias relacionados com disposições motivacionais de aproximação ganham vantagem relativamente aquelas associadas a disposições de afastamento, sendo que o comportamento da Surpresa leva a incluí-la entre as primeiras.

Relativamente à condição de baixa intensidade observaram-se efeitos significativos da *emoção*, $F(2,286,66.289) = 12.40$; $p < .001$, localizados fundamentalmente na Surpresa, e do *campo visual*, $F(1,29) = 9.34$; $p < .001$, com o campo visual esquerdo a revelar vantagem perceptiva para todas as categorias emocionais, associando-se a menores TR.

No seu conjunto, a análise dos TR evidencia assim uma influência clara da intensidade na percepção das expressões faciais, com vantagem para a condição de alta intensidade. Relativamente às categorias emocionais, a Surpresa e a Tristeza destacaram-se pela associação a latências de resposta mais longas no geral. Esta constatação, somada aos resultados da análise da precisão das respostas, sugere que a detecção/discriminação dos *displays* faciais da Surpresa e da Tristeza poderão envolver um grau de dificuldade perceptiva particular face aos de outras emoções (uma hipótese alternativa, passível de teste pela aplicação de uma metodologia de detecção de sinal, é a de um enviesamento do critério de resposta relativamente à Surpresa e Tristeza).

Um resultado particularmente relevante, com implicações para a questão da lateralização do processamento emocional, foi a interacção *emoções* × *hemicampo* documentada na condição de alta intensidade, assinalando uma vantagem selectiva do campo visual direito (hemisfério esquerdo) para emoções associadas a uma disposição motivacional de aproximação (Alegria e Cólera), e uma vantagem relativa do campo visual esquerdo (hemisfério direito) para emoções associadas a uma disposição de

afastamento (Tristeza e Medo). Este dado converge com uma concepção da lateralização da percepção emocional segundo um eixo motivacional de aproximação-afastamento, como propõe Davidson (2004). Por outro lado, o perfil de lateralização da Surpresa aparece alinhado com o da Alegria e da Cólera, suportando a ideia de que, em termos do gradiente motivacional de aproximação-afastamento, se encontra no pólo da aproximação.

VARIÁVEIS CENTRAIS

Os resultados do registo EEG são apresentados em seguida, descrevendo-se os achados fundamentais extraídos dos diferentes parâmetros considerados na análise.

Derivações Frontais

A figura 12 ilustra os padrões gráficos correspondentes a ANOVAs realizadas em cada um dos hemicampos visuais sobre os valores do ERD na banda- α nas derivações frontais F3 e F4 (factores intrasujeitos: categoria emocional e intensidade).

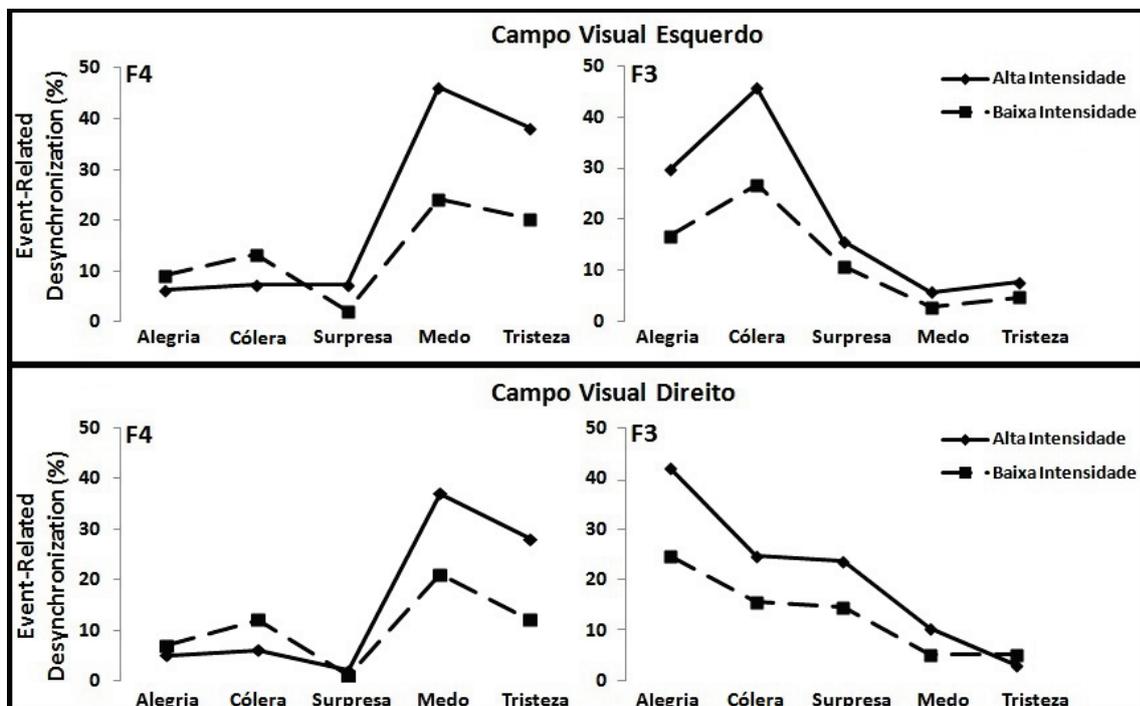


Figura 12. Representação gráfica dos efeitos *categoria emocional* \times *intensidade* na ERD em F4 e F3, em cada um dos hemicampos visuais.

No que se refere aos padrões de activação em F4, foram documentados efeitos principais da *categoria emocional* (CVD – $F(4,116) = 49.94$; $p < .001$; CVE – $F(4,116) = 55.21$; $p < .001$), e da *intensidade* (CVD – $F(1,29) = 18.00$; $p < .001$; CVE – $F(1,29) = 26.75$; $p < .001$), tendo-se registado também uma interacção significativa *emoção* × *intensidade* em ambos os campos visuais (CVD – $F(4,116) = 10.94$; $p < .001$; CVE – $F(4,116) = 13.30$; $p < .001$). Esta interacção disordinal (cf. Figura 12, coluna esquerda) revela um efeito diferenciado da intensidade no nível de activação hemisférico em F4, com níveis de activação para o Medo e a Tristeza superiores aos da Alegria, Cólera e Surpresa na condição de alta intensidade, em consonância com a hipótese de uma lateralização à direita das emoções envolvendo uma disposição motivacional de afastamento.

Curiosamente, na condição de intensidade baixa os níveis de activação em F4 para a Alegria e a Cólera são superiores aos registados na condição de intensidade alta, tanto no caso de apresentações ao hemiscampo visual direito (Alegria: $t(29) = 2.04$, $p = .05$; Cólera: $t(29) = 9.13$, $p < .001$), como ao hemiscampo visual esquerdo (Alegria: $t(29) = 1.95$, $p = .06$; Cólera – $t(29) = 8.196$, $p < .001$).

Considerando agora os padrões de activação em F3 (Figura 12, coluna da direita), foram documentados efeitos principais da *categoria emocional* (CVD – $F(4,116) = 17.59$; $p < .001$; CVE – $F(4,116) = 50.45$; $p < .001$), e da *intensidade* (CVD – $F(1,29) = 7.34$; $p = .011$; CVE – $F(1,29) = 75.06$; $p < .001$). Registou-se igualmente uma interacção significativa *emoção* × *intensidade* no hemiscampo visual esquerdo, $F(4,116) = 7.55$; $p < .001$. No hemiscampo visual direito o perfil gráfico sugere uma interacção análoga, que no entanto não atingiu a significância estatística, $F(4,116) = 3.04$; $p = .075$. Tal como em F4, esta interacção é reveladora de um efeito diferenciado da intensidade no nível de activação hemisférico também em F3, agora com níveis de activação mais elevados para a Alegria, Cólera e Surpresa na condição de alta intensidade. Este resultado encontra-se de novo em consonância com a hipótese de uma lateralização em função de um gradiente de aproximação-afastamento, ilustrando a lateralização preferencial à esquerda das emoções envolvendo uma disposição motivacional de aproximação.

Uma ANOVA conduzida separadamente na condição de alta intensidade para os ERD em F4 (cf. Figura 13, painel superior à esquerda) revelou efeitos significativos tanto da *emoção*, $F(4,116) = 43.50$; $p < .001$, como do *campo visual*, $F(1,29) = 29.45$; $p < .001$.

As diferenças entre emoções localizaram-se entre a Alegria/Cólera/Surpresa (sem diferenças significativas entre si), por um lado, e o Medo/Tristeza (sem diferenças significativas entre si), por outro, com valores superiores de activação para o Medo e a Tristeza ($p < .001$, ajustamento de Bonferroni para comparações múltiplas). As diferenças entre campos visuais favoreceram o campo visual esquerdo, o que se poderia esperar tendo em conta que a informação deste é imediatamente veiculada para o hemisfério direito. A ANOVA equivalente conduzida na condição de baixa intensidade (cf. Figura 13, painel inferior esquerdo) revelou também efeitos significativos para os factores emoção, $F(4,116) = 26.65$; $p < .001$, e *campo visual*, $F(1,29) = 26.18$; $p < .001$, com maior activação relativa do campo visual esquerdo, e maior activação cortical para as emoções Medo e Tristeza.

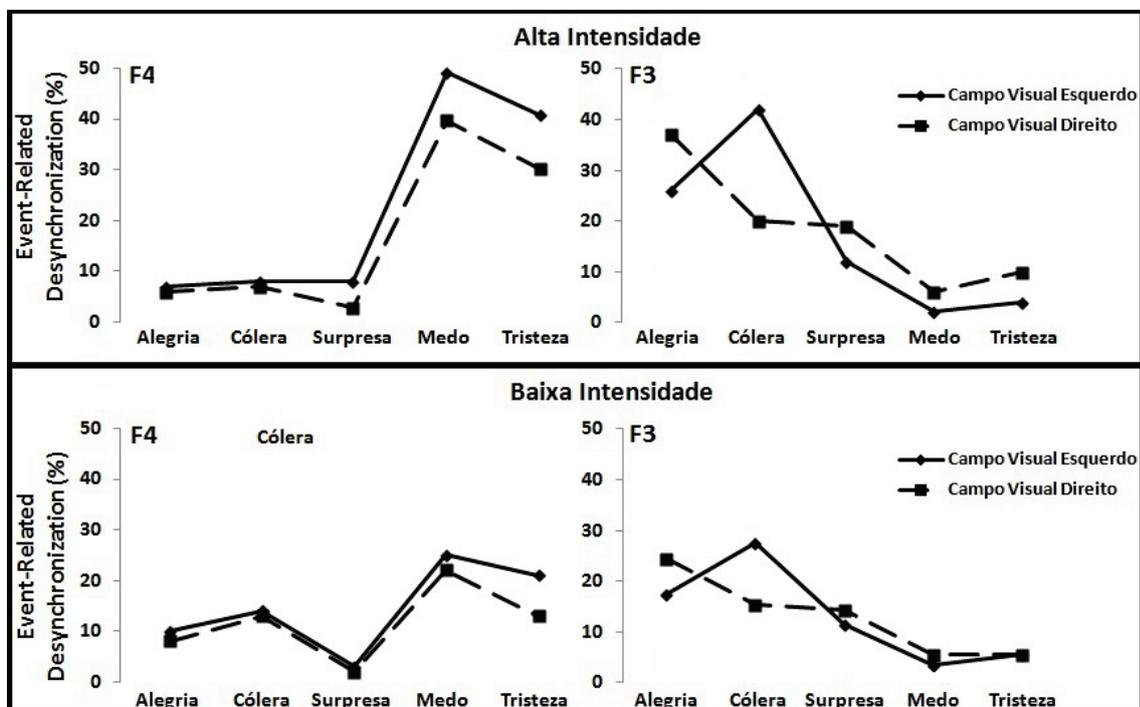


Figura 13. Representação gráfica dos efeitos *categoria emocional* × *hemisfério visual* na ERD em F4 e F3, em cada um dos níveis de intensidade.

Já a ANOVA conduzida para os ERD em F3 na condição de alta intensidade (cf. Figura 13, painel superior à direita) apenas revelou efeitos significativos do factor *emoção*, $F(4,116) = 26.40$; $p < .001$. As diferenças entre emoções localizaram-se mais uma vez entre a Alegria/Cólera/Surpresa (sem diferenças significativas entre si), e o Medo/Tristeza (sem diferenças significativas entre si), mas agora com valores

superiores de activação para a Alegria/Cólera/Surpresa ($p < .001$, ajustamento de Bonferroni para comparações múltiplas).

Observou-se ainda uma interacção significativa *emoção* × *hemicampo visual*, $F(4,116) = 5.21$; $p = .016$, reflectindo um efeito diferenciado do canal de activação visual sobre a activação cortical associada à Alegria e à Cólera, com a Cólera a produzir maior activação em F3 quando veiculada pelo hemicampo visual esquerdo e a Alegria quando veiculada através do hemicampo visual direito. Este mesmo aspecto foi replicado na ANOVA realizada separadamente na condição de baixa intensidade (cf. Figura 13, painel inferior à direita), onde se observaram efeitos principais do factor *emoção*, $F(4,116) = 23.68$; $p < .001$, acompanhados de uma interacção significativa *emoção* × *hemicampo visual*, $F(4,116) = 10.27$; $p < .001$.

No geral, a análise dos padrões de activação sugere assim, de forma consistente, que a disposição motivacional e consequente orientação comportamental das emoções (aproximação-afastamento) constitui uma dimensão importante da lateralização do processamento emocional em territórios frontais. Globalmente, a análise dos ERD em F3 e F4 revelou um maior envolvimento do hemisfério direito no processamento de faces exprimindo Tristeza e Medo e um maior envolvimento do hemisfério esquerdo no processamento das expressões de Alegria e Cólera, convergindo desta forma com as previsões de assimetria inter-hemisférica formuladas a partir do modelo de Davidson (1990). Os resultados indicam adicionalmente uma afinidade da Surpresa com a disposição de aproximação, sugerindo um parentesco, do ponto de vista fisiológico, desta categoria emocional com a Alegria, aspecto já aventado por outros autores (Vanhamme & Snelder, 2003; Pekrun, Frenzel, Goetz & Perry, 2007).

Derivações Temporais

A análise dos resultados relativos às derivações temporais apresenta-se de seguida. A Figura 14 apresenta os padrões factoriais *emoção* × *intensidade* em T4 e T3 para cada hemicampo visual. ANOVAs de medidas repetidas conduzidas separadamente para T4 em cada um dos hemicampos revelaram efeitos significativos da *emoção* (CVD – $F(4,116) = 15.44$; $p < .001$; CVE – $F(4,116) = 18.77$; $p < .001$) e da *intensidade* (CVD – $F(1,29) = 9.58$; $p = .004$; CVE – $F(1,29) = 5.87$; $p = .022$). Os efeitos documentados no factor *emoção* localizaram-se essencialmente entre o Medo e a Tristeza, por um lado,

e as restantes emoções, por outro, com o Medo e a Tristeza a apresentarem maior activação cortical, em particular na condição de alta intensidade. Quanto ao factor *intensidade*, as diferenças advêm fundamentalmente de uma maior activação cortical produzida pelas emoções Alegria, Cólera e Surpresa na condição de baixa intensidade relativamente à condição de alta intensidade ($p < .001$). Exprimindo este efeito diferenciado da *intensidade* em função da categoria emocional, a ANOVA em T4 revelou uma interacção significativa *emoção* \times *intensidade* (CVD - $F(4,116) = 12.23$; $p < .001$; CVE - $F(4,116) = 9.73$; $p < .001$).

Considerando agora o padrão de activação no lobo temporal esquerdo (T3), verificou-se um nível global de activação mais modesto do que em T4 (cf. Figura 14, coluna da esquerda), apresentando os seus níveis mais baixos de activação no Medo, Tristeza e Surpresa, independentemente da intensidade ou campo visual. Não obstante, encontraram-se efeitos principais significativos do factor *emoção* (CVD - $F(4,116) = 23.73$; $p < .001$; CVE - $F(4,116) = 11.60$; $p < .001$), localizados essencialmente entre a Alegria/Cólera/Surpresa, por um lado, com maior activação relativa, e a Tristeza/ Medo, por outro, com menor activação relativa ($p < .05$, com ajustamento de Bonferroni), bem como do factor *intensidade* (CVD - $F(1,29) = 14.46$; $p < .001$; CVE - $F(1,29) = 18.07$; $p < .001$), com maior activação na condição de alta intensidade.

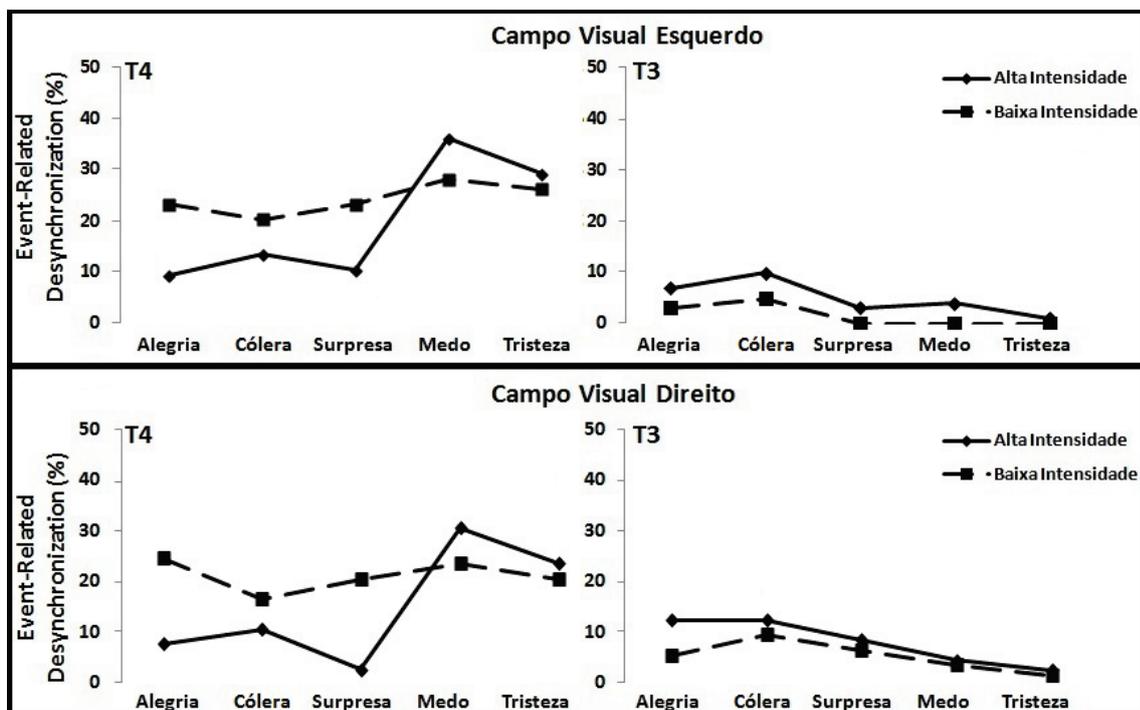


Figura 14. Representação gráfica dos efeitos *categoria emocional* \times *intensidade* na ERD em T4 e T3, em cada um dos hemicampos visuais.

Os mesmos dados de ERD registados em T4 e T3 encontram-se representados na Figura 15 pelos padrões factoriais *categoria emocional* × *hemicampo visual*, separadamente para cada condição de intensidade. Uma ANOVA conduzida em T4 na condição de alta intensidade (Figura 15, painel superior à esquerda) revelou efeitos significativos tanto da *emoção*, $F(4,116) = 30.99$; $p < .001$, como do *campo visual*, $F(1,29) = 21.16$; $p < .001$. As diferenças entre emoções localizaram-se entre a Alegria/Cólera/Surpresa, por um lado (sem diferenças significativas entre si), e o Medo/Tristeza (sem diferenças significativas entre si), por outro, com valores superiores de activação para o Medo e a Tristeza ($p < .001$, com ajustamento de Bonferroni). As diferenças entre campos visuais favoreceram o campo visual esquerdo, resultado expectável na medida em que a estimulação por este canal promove uma estimulação directa do hemisfério direito. A ANOVA conduzida na condição de baixa intensidade (Figura 15, painel inferior esquerdo) revelou efeitos significativos apenas para o factor *campo visual*, $F(1,29) = 21.05$; $p < .001$, com maior activação relativa do campo visual esquerdo, com excepção apenas da Alegria, na qual a activação foi maior na apresentação ao hemicampo visual direito. De salientar, na condição de baixa intensidade, a estabilidade dos valores de ERD através das diversas categorias emocionais analisadas.

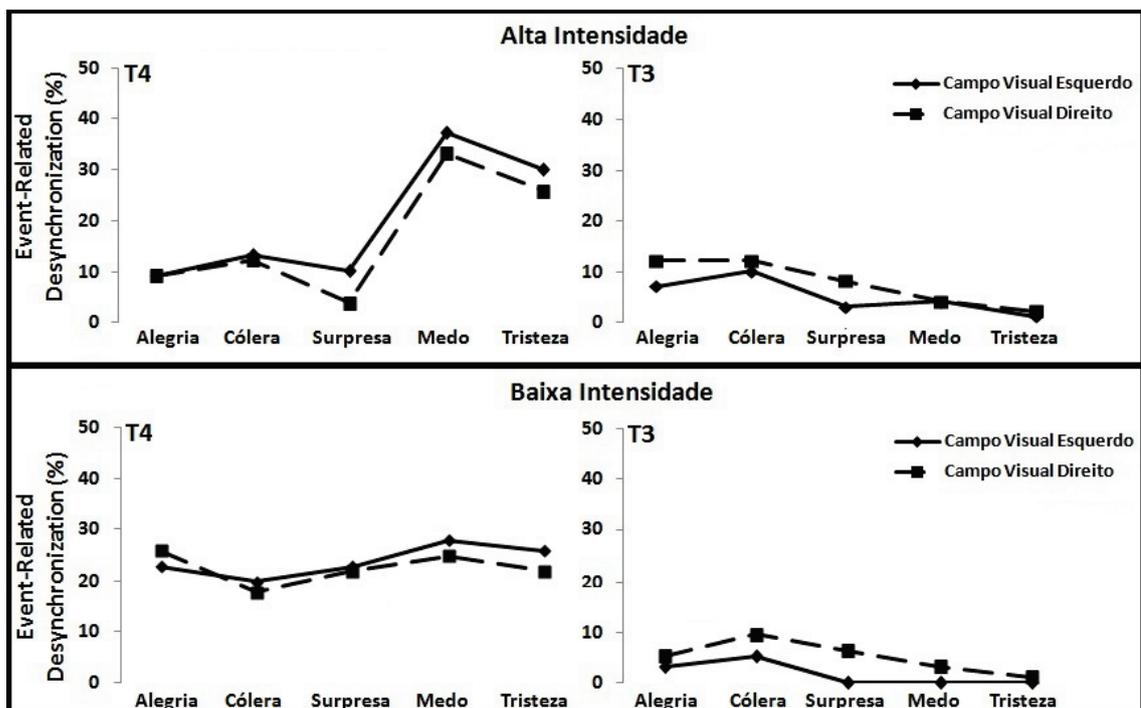


Figura 15. Representação dos valores médios da ERD em T4 e T3, em função das *emoções* e do *campo visual*, em cada um dos níveis de intensidade.

A ANOVA conduzida em T3 (Figura 15, painel superior à direita) na condição de alta intensidade revelou efeitos principais significativos da *emoção*, $F(4,116) = 14.67$; $p < .001$ – com a Alegria/Cólera (sem diferenças entre si) a manifestarem maior activação comparativamente às restantes categorias emocionais ($p < .05$, com ajustamento de Bonferroni) – e do *campo visual*, $F(1,29) = 16.34$; $p < .001$, sendo manifesto um privilégio do campo visual direito (que veicula directamente informação para o hemisfério contralateral) particularmente na Alegria, Cólera e Surpresa. De realçar que a activação em T3 para o Medo e Tristeza foi praticamente nula (ERD~0). Os resultados verificados por uma ANOVA conduzida separadamente na condição de baixa intensidade foram sobreponíveis a estes, com efeitos principais significativos dos factores *emoção*, $F(4,116) = 9.82$; $p < .001$, e *campo visual*, $F(1,29) = 27.82$; $p < .001$.

Derivações Parietais

A figura 16 ilustra os padrões gráficos correspondentes a ANOVAs realizadas em cada um dos hemicampos visuais sobre os valores do ERD na banda- α nas derivações frontais P3 e P4 (factores intrasujeitos: categoria emocional e intensidade).

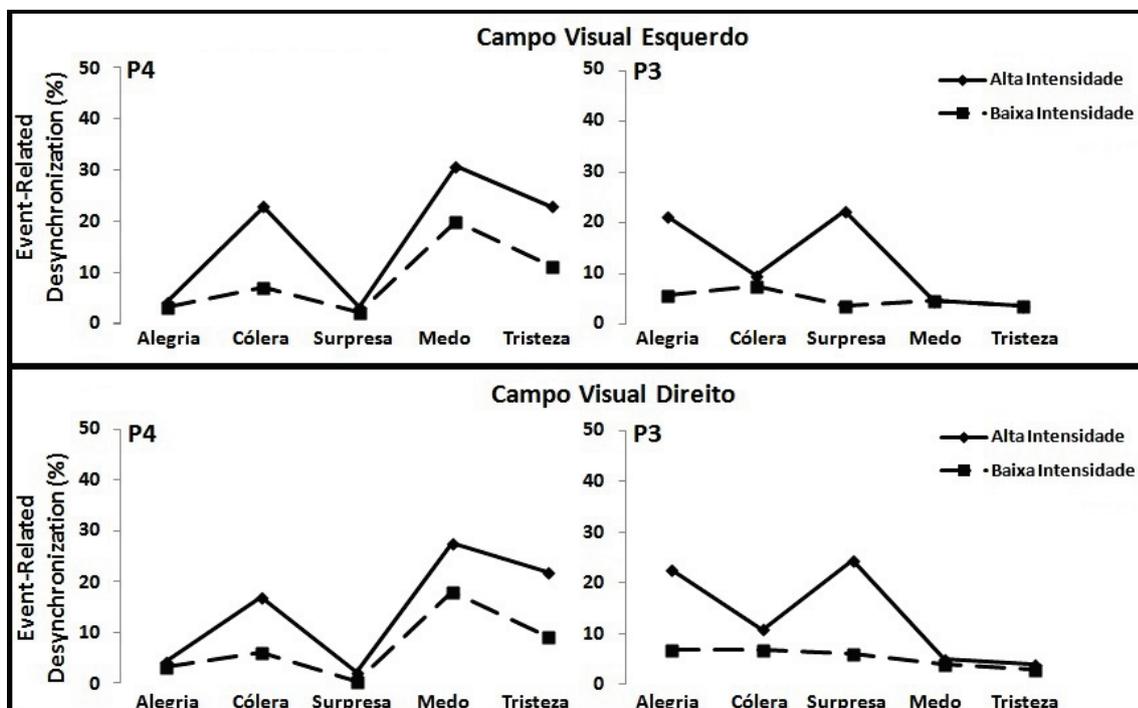


Figura 16. Representação gráfica dos efeitos *categoria emocional* \times *intensidade* na ERD em P4 e P3, em cada um dos hemicampos visuais.

Uma ANOVA conduzida em P4 na condição de apresentação à esquerda (Figura 16, painel superior à esquerda) documentou efeitos significativos da *emoção* (CVD – $F(4,116) = 46.92; p < .001$; CVE – $F(4,116) = 44.14; p < .001$) e da *intensidade* (CVD – $F(1,29) = 35.82; p < .001$; CVE – $F(1,29) = 34.98; p < .001$). O efeito documentado da *emoção* localizou-se essencialmente entre a Cólera/Medo/Tristeza e a Alegria/Surpresa ($p < .001$, com ajustamento de Bonferroni para comparações múltiplas), com o Medo a apresentar a maior activação em ambos os campos visuais. O efeito da intensidade localizou-se fundamentalmente nas emoções com maiores ERD parietais direitos (Cólera, Medo e Tristeza), nas quais a condição de alta intensidade se associou a maior activação cortical ($p < .05$, com ajustamento de Bonferroni). A ANOVA revelou ainda uma interacção significativa *emoção* × *intensidade* (CVD – $F(4,116) = 5.76; p = .004$; CVE – $F(4,116) = 9.68; p = .001$), que reflecte o perfil particular da Alegria e da Surpresa no padrão factorial, associadas a ERDs quase nulos em qualquer das condições de intensidade.

Considerando as ANOVAs conduzidas em P3, foram encontrados efeitos principais do factor *emoção* (CVD – $F(4,116) = 75.89; p < .001$; CVE – $F(4,116) = 59.45; p < .001$) e do factor *intensidade* (CVD – $F(1,29) = 125.16; p < .001$; CVE – $F(1,29) = 129.28; p < .001$) em ambos os campos visuais. Os efeitos da *emoção* localizaram-se nas diferenças entre a Alegria/Surpresa (sem diferenças entre si), com maior activação comparativa, e a Cólera/Medo/Tristeza (sem diferenças entre si), na condição de alta intensidade. Na condição de baixa intensidade o padrão de activação cortical em P3 foi essencialmente homogéneo, com ERDs de baixa amplitude em todas categorias emocionais. Este padrão factorial explica a ocorrência adicional de uma interacção significativa *emoção* × *intensidade* (CVD – $F(4,116) = 52.30; p < .001$; CVE – $F(4,116) = 74.80; p < .001$).

Os mesmos valores de ERD registados em P4 e P3 encontram-se representados na Figura 17, separadamente para cada condição de intensidade, em função da *categoria emocional* e do *hemicampo visual*. Uma ANOVA conduzida em P4 na condição de alta intensidade (Figura 17, painel superior à esquerda) revelou efeitos significativos tanto da *emoção*, $F(4,116) = 39.04; p < .001$, como do *campo visual*, $F(1,29) = 4.84; p = .036$. As diferenças entre emoções localizaram-se entre a Alegria/Surpresa, por um lado (sem diferenças significativas entre si), e a Cólera/Medo/Tristeza (sem diferenças significativas entre si), por outro, com valores superiores de activação para as últimas (p

< .001, com ajustamento de Bonferroni para comparações múltiplas). Quanto ao factor *campo visual*, as diferenças favoreceram ligeiramente o CVE nas categorias com maior activação cortical (Cólera, Medo e Tristeza). A ANOVA conduzida na condição de baixa intensidade (Figura 17, painel inferior esquerdo) revelou resultados semelhantes, com efeitos significativos tanto da *emoção*, $F(4,116) = 24.14$; $p < .001$, como do *campo visual*, $F(1,29) = 6.23$; $p = .018$, com maior activação relativa do campo visual esquerdo nas emoções com maior activação cortical em P4 (Cólera, Medo e Tristeza). A Alegria e a Tristeza apresentaram ERDs quase nulos em P4, como referido anteriormente.

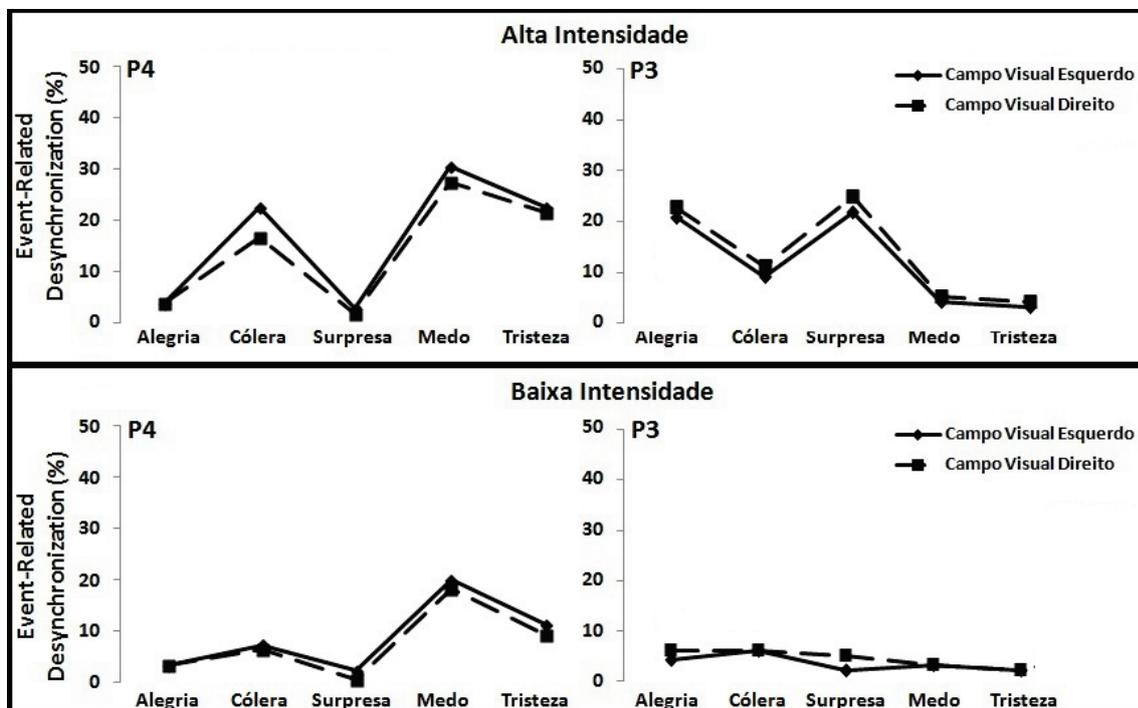


Figura 17. Representação dos valores médios da ERD em P4 e P3, em função das *emoções* e do *campo visual*, em cada um dos níveis de intensidade.

A ANOVA conduzida em P3 na condição de alta intensidade (Figura 17, painel superior à direita) revelou efeitos significativos, quer da *emoção*, $F(4,116) = 140.14$; $p < .001$, quer do *campo visual*, $F(1,29) = 13.46$; $p = .001$. Na condição de baixa intensidade registaram-se apenas efeitos significativos do factor *emoção*, $F(4,116) = 4.83$; $p = .006$, localizando-se as diferenças significativas entre a Tristeza, por um lado, e a Cólera/Surpresa, por outro ($p < .05$, com ajustamento de Bonferroni). Os valores de ERD em P3 na condição de baixa intensidade foram genericamente de baixa amplitude,

e relativamente homogéneos através das categorias emocionais (tendo a Tristeza registado os mais baixos valores de ERD). Quanto ao factor *campo visual*, verifica-se um ligeiro predomínio do CVD, particularmente na Alegria e Surpresa, mas que não atingiu o critério da significância estatística, $F(1,29) = 3.39; p = .076$.

VARIÁVEIS AUTONÓMICAS

O estudo das variações na actividade do sistema nervoso autónomo assentou na análise do comportamento da GSR e da RSA, reflectindo a GSR a actividade do sistema nervoso simpático e a RSA um vector de actividade parassimpática.

Resposta Galvânica da Pele (Galvanic Skin Response - GSR)

ANOVAs de medidas repetidas efectuadas separadamente para cada campo visual (cf. Figura 18) revelaram efeitos significativos da *categoria emocional* (CVD – $F(4,116) = 7.47; p < .001$; CVE – $F(4,116) = 3.60; p = .008$) e da *intensidade* (CVD – $F(1,29) = 70.85; p < .001$; CVE – $F(1,29) = 154.35; p < .001$). A condição de alta intensidade associou-se a maior activação electrodérmica em todas as categorias de emoção com excepção da Alegria, onde os níveis de GSR se apresentaram semelhantes nas duas intensidades. A emoção com marcação mais clara do efeito da intensidade foi a Cólera, que registou a resposta eletrodérmica de maior amplitude, na apresentação ao hemisfério visual esquerdo ($p < .05$, com ajustamento de Bonferroni). Por outro lado, o Medo e a Tristeza emergiram como as emoções com menor activação global. A Surpresa manifestou um comportamento intermédio, com ampla marcação do efeito da intensidade e níveis de amplitude máxima de resposta eletrodérmica semelhantes aos da Alegria. Uma interacção *emoção* × *intensidade* foi também observada no campo visual esquerdo, $F(4,116) = 6.03; p < .001$, reflectindo em parte o comportamento particular da Cólera, que apresenta forte activação na condição de intensidade alta (o valor mais elevado de GSR registado) e o mais baixo valor de GSR na condição de intensidade baixa.

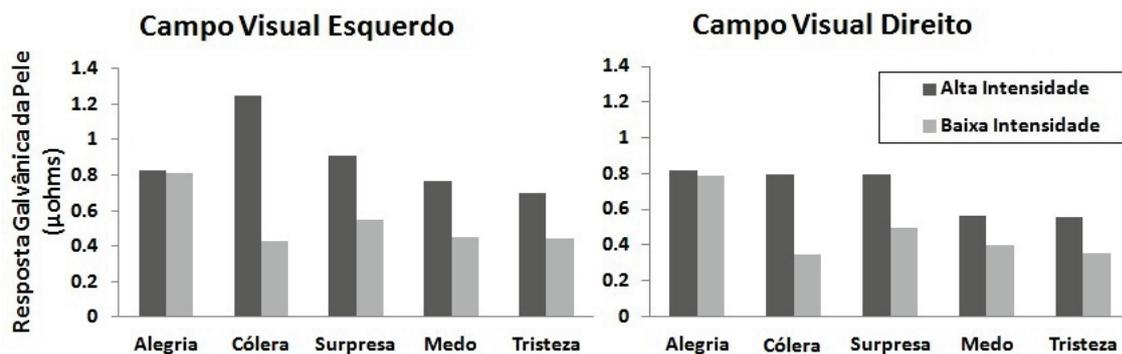


Figura 18. Representação da resposta galvânica da pele (μhms) nas condições de alta e baixa intensidade, em função da categoria emocional (abcissa) e do hemisfério visual (painéis esquerdo e direito, respectivamente).

Os histogramas da Figura 19 apresentam os dados de GSR separadamente para as condições de alta intensidade (à esquerda) e baixa intensidade (à direita), ilustrando as diferenças relativas aos hemisférios visuais em cada uma das categorias emocionais. ANOVAs de medidas repetidas foram conduzidas separadamente em cada uma das condições de intensidade, com a *categoria emocional* e o *campo visual* como factores intrasujeitos. O *campo visual* apenas apresentou efeitos significativos na condição de alta intensidade, $F(1,29) = 32.52$; $p < .001$, com um privilégio claro do campo visual esquerdo. Uma tendência de mesmo sentido pode também ser observada na condição de baixa intensidade (Figura 19, painel direito) que no entanto não teve expressão num efeito significativo.

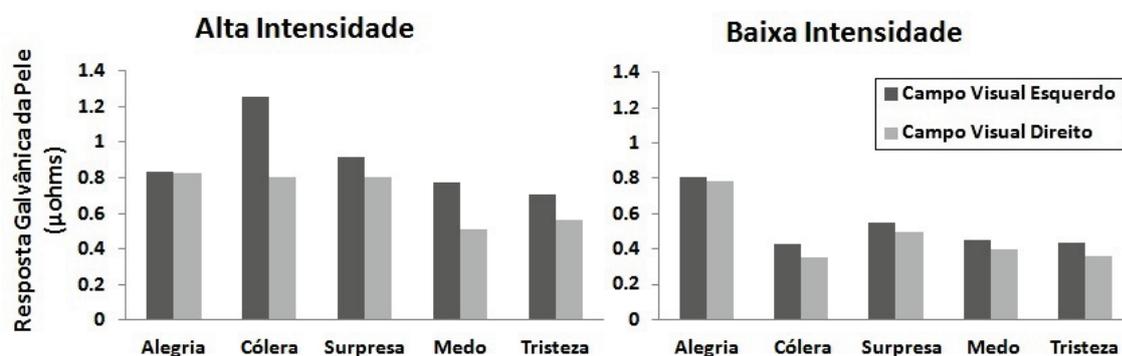


Figura 19. Representação da resposta galvânica da pele (μhms) nas condições de apresentação da face emocionada à esquerda e à direita, em função da categoria emocional e dos níveis de intensidade da expressão (painéis esquerdo e direito, respectivamente).

Da análise dos resultados relativos à GSR destaca-se assim um privilégio do campo visual esquerdo na determinação de maiores amplitudes de resposta electrodérmica, apontando para a dominância do hemisfério direito na regulação da expressão periférica do eixo simpático do sistema nervoso autónomo. Por outro lado, um padrão de diferenciação emocional, patente fundamentalmente no CVE, emergiu também da análise. Com efeito, a Alegria não se mostrou influenciável pelo nível de intensidade, exibindo níveis de activação electrodérmica sistematicamente elevados. As categorias Medo e Tristeza, pelo seu lado, revelaram os mais baixos índices de activação simpática. A Cólera evidenciou um padrão de activação dependente da intensidade, apresentando a maior activação eletrodérmica para a intensidade alta, bem como o mais baixo valor de GSR para a intensidade baixa.

Arritmia Sinusal Respiratória (Respiratory Sinus Arrhythmia - RSA)

Considerando agora os índices de arritmia sinusal respiratória (RSA), ANOVAs realizadas separadamente em cada hemisfério visual (cf. Figura 20) evidenciaram efeitos significativos da *categoria emocional* em ambos os campos visuais (CVD – $F(4,116) = 30.16; p < .001$; CVE – $F(4,116) = 40.19; p < .001$) e um efeito significativo da *intensidade* apenas no campo visual esquerdo, $F(1,29) = 9.18; p = .005$. Estes dados sugerem um envolvimento hemisférico diferenciado para diferentes características das emoções, apresentando-se o hemisfério direito (CVE) particularmente sensível a variações de intensidade, por um lado, e ambos os hemisférios susceptíveis a variações da categoria emocional, por outro. Os efeitos da intensidade no campo visual esquerdo são sobretudo aparentes no Medo, com maior activação parassimpática na condição de alta intensidade. Foi também o Medo a categoria emocional que maior activação parassimpática manifestou, em particular quando veiculado através do campo visual esquerdo. É por outro lado de assinalar o comportamento da Cólera, que revelou valores de RSA inferiores a todas as restantes categorias emocionais.

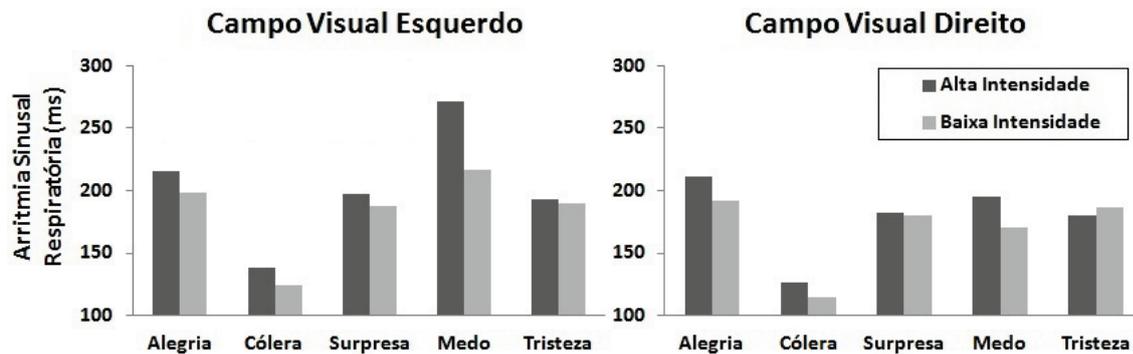


Figura 20. Representação dos valores médios de arritmia sinusal respiratória nas condições de alta e baixa intensidade, em função da categoria emocional (abcissa) e do hemisfério visual (painéis esquerdo e direito, respectivamente).

ANOVAs subsequentes, conduzidas agora separadamente para cada nível de intensidade (cf. Figura 21), revelaram efeitos principais da *emoção*, $F(4,116) = 27.31$; $p < .001$, e do *campo visual*, $F(1,29) = 28.62$; $p < .001$, na condição de alta intensidade. Nesta condição, os níveis de RSA documentam um privilégio do campo visual esquerdo em todas as emoções, com o Medo a apresentar os valores mais elevados de RSA e a Cólera, pelo contrário, a associar-se à menor activação parassimpática registada. Na condição de baixa intensidade observaram-se também efeitos significativos do factor *emoção*, $F(4,116) = 26.06$; $p < .001$, e do factor *campo visual*, $F(1,29) = 20.15$; $p < .001$, também com privilégio do campo visual esquerdo, e diferenciação nas respostas da RSA em função das categorias emocionais, com a Cólera a exibir os valores mais baixos e o Medo os valores mais altos ($p < .05$, com ajustamento de Bonferroni).

Em termos gerais, os resultados da RSA revelam uma influência determinante do factor *intensidade*, com um privilégio do hemisfério direito (CVE) em todas as categorias emocionais e em ambos os níveis de intensidade considerados. No plano das categorias emocionais, a Cólera apresentou respostas claramente diferenciadas, com níveis de activação parassimpática inferiores aos das demais categorias. Por outro lado, o Medo apresentou os níveis mais elevados de RSA.

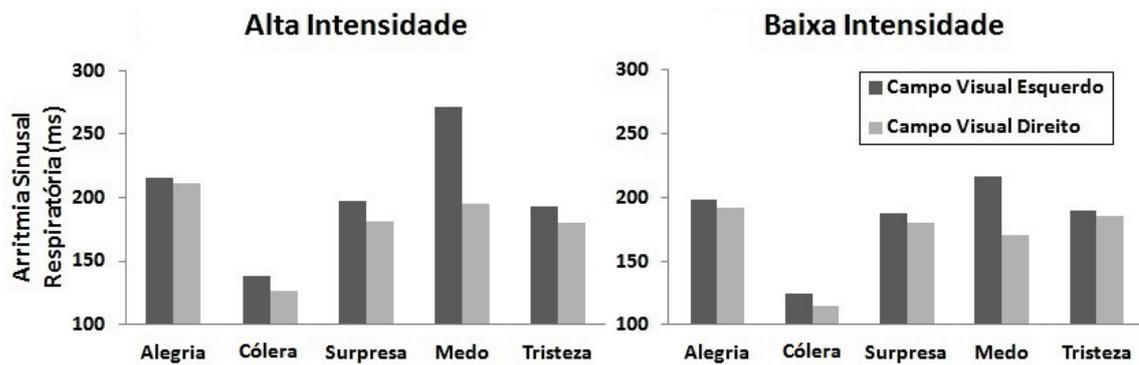


Figura 21. Representação dos valores médios de arritmia sinusal respiratória nas condições de apresentação da face emocionada à esquerda e à direita, em função da categoria emocional (abcissa) e dos níveis de intensidade da expressão (painéis esquerdo e direito, respectivamente).

Tomada globalmente, a análise das variáveis autonómicas (GSR e RSA) suporta um maior envolvimento do hemisfério direito na regulação destas respostas, sendo isto particularmente evidente nos níveis de intensidade alta e mais acentuado quando a informação é veiculada pelo campo visual esquerdo. Considerando agora o padrão de resposta autonómica em função das emoções, os resultados são indicativos de alguma diferenciação entre categorias emocionais, de acordo com as sugestões de especificidade autonómica das emoções. Neste sentido, a Alegria evidenciou um perfil autonómico marcado por níveis de GSR e RSA comparativamente elevados, consistente com uma co-activação simpática e parassimpática, o mesmo se verificando na Sorpresa e na Tristeza. Todavia, ao contrário das restantes emoções, a Alegria não se mostrou sensível à variação de intensidade na GSR, apresentando níveis elevados e equivalentes de activação simpática e parassimpática nas duas condições de intensidade. Já a Sorpresa manifestou alguma marcação das intensidades nos padrões de resposta autonómica, enquanto que a Tristeza manteve níveis de activação autonómica relativamente baixos e homogéneos. A Cólera, pelo seu lado, apresentou índices relativos de actividade electrodérmica elevados e os valores mais reduzidos de RSA entre as várias categorias emocionais, o que coloca o balanço simpático-vagal claramente sob predomínio simpático. Quanto ao Medo, os resultados apontam igualmente para uma deslocação do balanço simpático-vagal, mas desta feita no sentido do predomínio parassimpático, apresentando-se esta categoria emocional associada aos mais baixos valores de GSR registados.

Com o intuito de facilitar a abordagem dos vários aspectos analisados nesta 1ª fase do projecto, optou-se por uma organização da discussão paralela à seguida na apresentação dos resultados, abordando-se separadamente os aspectos associados aos diferentes tipos de medidas (parâmetros comportamentais, centrais e autonómicos).

VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS E LATERALIZAÇÃO DAS EMOÇÕES

Os resultados das variáveis comportamentais avaliadas, designadamente, precisão das respostas (percentagem de acertos) e tempos de reacção (TR), revelaram que a percepção de expressões faciais de emoções é significativamente influenciada tanto por características dos estímulos, no caso a categoria emocional e a intensidade expressiva, como pelo canal de estimulação utilizado, no caso os hemicampos visuais esquerdo ou direito.

Deste modo, a precisão manifestou um claro efeito da intensidade na discriminação dos estímulos visuais, com um melhor desempenho na condição de intensidade alta, e ainda um efeito significativo das categorias emocionais, verificando-se uma associação consistente da Tristeza, em ambas as condições de intensidades, e da Surpresa, na condição de baixa intensidade, com uma diminuição dos valores da precisão (aumento da taxa de erros). Estes dados são concordantes com dois estudos (Alves et al., 2003; Alves, Silva & Fukusima, 2011) que, recorrendo a um desenho metodológico semelhante, observaram igualmente uma maior percentagem de respostas erradas nas expressões de Tristeza. Estas diferenças relativas na percepção das emoções poderão decorrer de traços específicos associados à expressão facial prototípica de cada emoção, susceptíveis de constituir, nalguns casos, pistas perceptivas salientes para o reconhecimento de uma face como emocional. Por exemplo, o sorriso associado à Alegria acompanha-se, a partir de certa intensidade, de uma exposição franca dos dentes, podendo constituir uma pista decisiva para o seu reconhecimento. Por outro

lado, as emoções de Cólera e de Medo são reacções fortemente comprometidas com mecanismos de sobrevivência e associadas, através de um sistema neuro-visceral integrado, a respostas céleres em contextos em que a percepção imediata de situações ameaçadoras poderia, em termos evolutivos, determinar a diferença entre a sobrevivência e a morte (Nesse, 1990; Palermo & Rodes, 2007). Sendo uma emoção mais passiva, sem laços directos com uma ameaça imediata, e com traços fisionómicos menos salientes, a percepção da Tristeza poderá assim revestir-se de maior dificuldade em contextos experimentais caracterizados por uma exposição visual limitada (Larsen & Diener, 1992; Palermo & Rodes, 2007). Razões similares poderão estar subjacentes à menor precisão verificada para as faces de Surpresa na condição de baixa intensidade.

Divergindo de evidências anteriores favoráveis a um papel preponderante do hemisfério direito na percepção de todas as expressões emocionais (Sackeim et al., 1978; Adolphs et al., 1996; Levine & Levy 1996; Erhan et al., 1998; Alves et al., 2003), os nossos resultados evidenciaram um padrão de precisão muito semelhante nos dois hemicampos visuais para as faces de Alegria e Cólera, com a identificação de um predomínio do CVE (hemisfério direito) apenas para as categorias emocionais Surpresa, Medo e Tristeza na condição de alta intensidade. Alves et al. (2011) analisaram também a variável precisão (taxa de acertos) num estudo recente, com um desenho experimental semelhante mas utilizando apenas expressões com alta intensidade (a intensidade não foi incluída como factor) e sem inclusão da categoria emocional Surpresa. Nesse estudo, a Tristeza e o Medo foram também identificadas mais rapidamente no campo visual esquerdo, indicando assim uma vantagem do hemisfério direito no reconhecimento dessas expressões, não tendo sido encontradas diferenças entre campos visuais na percepção das faces de Alegria e Cólera. Tomados em conjunto, estes dados sugerem um privilégio do hemisfério direito na percepção de expressões faciais de categorias emocionais negativas, parcialmente em linha com a hipótese da valência. Contudo, na condição de baixa intensidade verificou-se um padrão tendencial de lateralização concordante com os estudos inicialmente referidos (Sackeim et al., 1978; Adolphs et al., 1996; Levine & Levy 1996; Erhan, et al., 1998; Alves et al., 2003), documentando um predomínio global do CVE (hemisfério direito). Os nossos resultados apontam assim para um envolvimento hemisférico bilateral na detecção da emoção, embora com um predomínio global do hemisfério direito (via hemicampo visual esquerdo) nas situações em que a dificuldade perceptiva da tarefa se apresentava maior (particularmente na condição de baixa intensidade).

Os resultados referentes aos tempos de reacção, por sua vez, evidenciaram um efeito importante da intensidade, com clara vantagem (latências de resposta inferiores) da condição “alta intensidade”, bem como, de novo, um padrão distintivo para a Tristeza e para a Surpresa, que se associaram a TR mais longos no geral. Esta constatação converge com os resultados fornecidos pela precisão (taxas de erros mais elevadas para a Tristeza e a Surpresa), suportando a hipótese de uma maior dificuldade perceptiva da tarefa de detecção da emoção nas expressões faciais destas duas emoções.

Contrariamente ao observado relativamente à precisão (ausência de efeitos do campo visual nas faces de Cólera e Alegria), foi possível pela análise dos TR documentar contributos hemisféricos diferenciados para a percepção de todas as emoções consideradas, expressos na interacção entre “categoria emocional” e “hemicampo visual” na condição de alta intensidade. Uma vantagem selectiva do campo visual direito (hemisfério esquerdo) na percepção de emoções associadas a uma disposição motivacional de aproximação (Alegria e Cólera) foi aí claramente observada, enquanto que a estimulação do hemisfério direito resultou em TR aproximadamente constantes em todas as categorias emocionais. Estes resultados são concordantes com a hipótese da lateralização da percepção emocional segundo uma dimensão de aproximação-afastamento, de acordo com o proposto por Davidson (2004). Pode assinalar-se, entretanto, uma diferença importante entre os hemisférios, favorável a uma natureza globalmente mais “afectiva” do hemisfério direito, traduzida essencialmente pela estabilidade dos TR através de todas as categorias emocionais na condição de estimulação do CVE, resultando na ausência de diferenças significativas dos tempos de reacção entre emoções. O hemisfério esquerdo surge assim envolvido na determinação de uma orientação comportamental específica, associada a entidades emocionais específicas, relacionando-se a vantagem cronométrica revelada pela Alegria e pela Cólera não com a valência ou significado hedónico (relativamente ao qual a Cólera e a Alegria se opõem) mas com a orientação motivacional (de aproximação) prevalente em ambas as emoções.

Os nossos resultados são, por outro lado, concordantes com a generalidade dos estudos no que se refere à relação preferencial do hemisfério direito com o processamento de emoções negativas, nomeadamente as relacionadas com comportamentos de afastamento (Medo, Tristeza) (Reuter-Lorenz & Davidson, 1981; Harrison et al., 1990; Asthana & Mandal, 2001; Alves et al., 2003; Nicholls et al., 2004); apesar da relativa

constância dos TR no CVE (hemisfério direito), uma vantagem comparativa das latências relativas às emoções Medo e Tristeza é com efeito aparente neste hemicampo. No âmbito das controvérsias em torno dos padrões de lateralização no processamento emocional, este constitui indubitavelmente um dos aspectos mais consensuais.

O facto de o hemisfério direito mostrar um processamento genericamente equivalente para todas as emoções (a mencionada estabilidade dos TR) converge com as sugestões experimentais de Erhan et al. (1998), de Levine & Levy (1996) e de Harrison et al. (1990). Não obstante, em simultâneo, o hemisfério esquerdo mostra desempenhar também um papel relevante na percepção emocional, mas com características mais selectivas e segundo um gradiente motivacional, como preconizado pelo modelo de Davidson (2004). Neste particular, a verificação de uma vantagem perceptiva da estimulação do campo visual direito na Alegria e na Cólera sublinha a inadequação da teoria clássica da valência como fundamento da lateralização emocional. De acordo com esta, as emoções positivas seriam lateralizadas à esquerda, sucedendo o inverso com as emoções negativas. Ora, sendo a Cólera uma emoção negativa, e tendo revelado uma tendência de lateralização hemisférica à esquerda, o modelo de orientação motivacional (Davidson, 2004) parece fornecer o paradigma mais consistente com estas observações, já anteriormente reportadas noutros estudos (Reuter-Lorenz & Davidson, 1981; Nicholls et al., 2004).

CATEGORIAS EMOCIONAIS E PADRÕES DE ACTIVAÇÃO CENTRAL

A abordagem dos padrões de activação central no processamento das emoções constitui sem dúvida a principal fonte de evidência a que recorrem os diferentes modelos de lateralização em presença. Como assinalámos anteriormente, a hipótese da dominância do hemisfério direito nas diversas dimensões da experiência afectiva é suportada por um corpo robusto de resultados provenientes de estudos comportamentais (e.g. Sackeim et al., 1978; Levine & Levy, 1996; Erhan et al., 1998), do estudo de lesões cerebrais (e.g., Ross & Mesulam, 1979; Blonder et al., 1993; Weddell, 1994; Mandal et al., 1996; Borod et al., 1998), de estudos da regulação autonómica (e.g. Heilman et al., 1978; Morrow et al., 1982; Zoccolotti et al., 1986; Gainotti, 1997) e de estudos de neuro-

imagem (e.g. Ojemann et al., 1992; Gur et al., 1994). A hipótese da valência, especificamente na variante proposta por Davidson (1993), tem igualmente recolhido apoio considerável em diferentes estudos de natureza comportamental (e.g. Reuter-Lorenz & Davidson, 1981; Nicholls et al., 2004), de doentes com lesões cerebrais (e.g. Goldstein, 1948 apud Heilman & Gilmore, 1998; Starkstein et al., 1989; Morris et al., 1996; Paradiso et al., 1999), electrofisiológicos (e.g. Davidson & Fox, 1982; Davidson, 1992; Harmon-Jones & Allen, 1998; Harmon-Jones & Sigelman, 2001; Coan & Allen, 2004) e de neuro-imagem (e.g. Wager et al., 2003).

Os resultados observados no presente estudo revelaram, no que se refere às derivações frontais, um maior envolvimento do hemisfério direito no processamento das expressões de Tristeza e de Medo e um maior envolvimento do hemisfério contralateral na Alegria, na Cólera e na Surpresa, aspecto consistentemente documentado na condição de alta intensidade. Estas diferenças nos padrões de lateralização apresentam-se assim concordantes com o modelo da disposição motivacional proposto por Davidson (2004) e suportam a redefinição da teoria clássica da valência, ao assinalarem a dependência do padrão de lateralização relativamente à disposição comportamental (de aproximação-afastamento) associada a cada categoria emocional. A necessidade deste reajuste conceptual decorre essencialmente do padrão de lateralização semelhante observado para a Alegria (valência positiva) e para a Cólera (valência negativa), em consonância com os resultados de diversos estudos anteriores (Harmon-Jones & Allen, 1998; Harmon-Jones & Sigelman, 2001); com efeito, a demonstração de efeitos de lateralização comuns a emoções positivas e à Cólera sugere fortemente a sua dependência relativamente à direcção motivacional, em detrimento da hipótese clássica da valência, e acentua a importância da vertente comportamental das emoções para as diferenças observadas (Harmon-Jones & Sigelman, 2001; Wager et al., 2003; Davidson, 2004a).

Neste sentido, poderíamos conjecturar que as estruturas corticais frontais especificamente envolvidas nestes fenómenos de lateralização são integrantes de um circuito multi-estrutural (compreendendo, por exemplo, componentes autonómicos, entre outros adicionais) com a função de regular ou modular as estratégias de acção desencadeadas em contextos emocionalmente relevantes. Partindo do princípio *jamesiano* de que as emoções são instrumentos de adaptação ao meio, envolvendo o organismo no seu todo, e considerando ainda as exigências de uma regulação eficiente,

esta segregação em hemisférios separados de funções relativas à orientação comportamental da emoção (aproximação-afastamento) poderá constituir uma vantagem natural, no sentido em que minimiza interações competitivas entre os dois sistemas e facilita assim as respostas adaptativas a estímulos biologicamente relevantes (Davidson, 2004b).

De modo assinalável, as faces de Alegria e Cólera associaram-se em F4 a uma maior activação cortical na condição de baixa intensidade (comparativamente à condição de alta intensidade), aspecto que se acompanhou de uma diminuição correlativa da activação em F3, independentemente do canal de estimulação visual. Este aspecto poderá sugerir um efeito modulador do hemisfério direito sobre o padrão de activação frontal no hemisfério esquerdo para a Alegria e a Cólera, potenciando assim a lateralização da activação cerebral no hemisfério esquerdo quando a activação do hemisfério direito é atenuada (condição de alta intensidade), ou reduzindo-se esta assimetria quando o hemisfério direito a nível frontal está mais activado (condição baixa intensidade). Esta observação invoca em certa medida as propostas de Hellige (1993), a quem se deve a sugestão de que o grau de activação do hemisfério direito determina a direcção da experiência afectiva no sentido positivo ou negativo. Nos termos desta sugestão, as emoções negativas encontram-se associadas a sobreactivação direita, enquanto as positivas resultariam na sua subactivação; desta forma, o balanço relativo da activação hemisférica a nível frontal penderia para uma dominância esquerda por desactivação do hemisfério direito nas emoções positivas.

Os nossos resultados sugerem similarmente um efeito inibidor de certas emoções sobre o hemisfério direito, dependente da intensidade expressiva, que não decorre todavia da valência e sim da disposição motivacional; do mesmo modo, este efeito não explica, em si mesmo, a observação global de um incremento nos níveis de activação do hemisfério esquerdo em categorias emocionais específicas. Por outro lado, a constatação de níveis mais elevados de activação frontal no hemisfério esquerdo quando as expressões faciais de Cólera são canalizadas para o hemisfério contra-lateral (via campo visual esquerdo) indicia, para além de um comportamento particular da Cólera, um envolvimento activo do hemisfério esquerdo nas formas afectivas reguladoras de comportamentos de aproximação. Contudo, é de admitir, perante os resultados obtidos, que a lateralização do processamento emocional, nos casos da Alegria e da Cólera, possa decorrer de um efeito conjunto da activação de estruturas frontais esquerdas selectivamente implicadas

na moderação dos comportamentos correspondentes (aproximação) e da desactivação de estruturas contralaterais, sugerindo um papel concomitante (de sentido contrário) do hemisfério direito no processamento destas categorias emocionais. Aliás, vários autores (Amodio et al., 2004; Berkman & Lieberman, 2009) têm sugerido um papel regulador do córtex pré-frontal na promoção do comportamento, sendo o córtex pré-frontal direito determinante, não só do afastamento (*withdrawal*) comportamental associado ao Medo e Tristeza, como também da prevenção (*prevention*) comportamental, podendo desta forma funcionar como um moderador susceptível de flexibilizar e promover a adequação social do comportamento emocional dos indivíduos. Por outro lado, o córtex pré-frontal esquerdo estará envolvido na promoção da aproximação comportamental (*promotion/approach*) nas emoções de Alegria, Cólera e Surpresa.

Considerando agora os padrões de activação noutras regiões corticais, pode sublinhar-se desde logo um aspecto emergente da análise da activação no lobo temporal. Em termos globais, a activação temporal direita (T4) foi predominante, relativamente à activação temporal esquerda (T3), para todas as categorias emocionais. Tomado isoladamente, este aspecto é concordante com a teoria da dominância do hemisfério direito no processamento emocional. No entanto, o padrão de activação temporal direito (T4) foi distinto para as diferentes categorias emocionais, nomeadamente no que se refere ao efeito das variações de intensidade afectiva dos estímulos. Na condição de baixa intensidade, o padrão de activação em T4 foi semelhante em todas as categorias emocionais, independentemente do canal de estimulação visual. Porém, quando se comparam as condições de alta e baixa intensidade em cada emoção, verifica-se que a activação em T4 aumenta com a intensidade da expressão no Medo, se mantém igual entre as condições no caso da Tristeza, e aumenta na condição de baixa intensidade nas duas emoções que, segundo Davidson (2004a), envolvem uma disposição de aproximação (Alegria e Cólera).

Estes resultados são consistentes com a proposta de Davidson (1992) segundo a qual ambas as teorias fundamentais (predominância do hemisfério direito e hipótese da valência revista) poderão coexistir. Um quadro conjecturável para esta coexistência, com base nos dados observados, envolve um papel das porções anteriores dos hemisférios na lateralização de dimensões específicas da experiência emocional (segundo um eixo de aproximação-afastamento), em simultâneo com a preservação de uma dominância global do hemisfério direito na percepção emocional e na regulação da

activação corporal, designadamente através da modulação da actividade do sistema nervoso autónomo. O nível de intensidade dos estímulos emocionais, uma dimensão essencial mas frequentemente negligenciada da sua relevância efectiva, emerge também como um forte determinante do padrão de assimetria. É neste sentido admissível, de acordo com a sugestão de Hellige (1993), que o hemisfério esquerdo se encontre envolvido em aspectos funcionais de regulação comportamental (associados predominantemente a comportamentos de aproximação), sobre um fundo de cooperação inter-hemisférica destinado a otimizar o desencadeamento da resposta emocional específica, com um papel fundamental do hemisfério direito na regulação dos aspectos relacionados com a intensidade afectiva. Com efeito, as estruturas corticais temporais direitas aparentam estar envolvidas no processamento de todas as faces emocionais na condição de baixa intensidade, surgindo o Medo como única excepção.

A análise dos territórios parietais contribui com argumentos adicionais para uma possível compatibilização de teorias concorrentes da lateralização emocional num quadro caracterizado por um papel diferenciado de diferentes estruturas intra-hemisféricas, por um lado, e por uma cooperação entre hemisférios no âmbito de um sistema neural de natureza trans-hemisférica, por outro. Com efeito, a evidência de maior activação das emoções com valência negativa (Tristeza, Medo, Cólera) em P4, e de maior activação em P3 no caso da Alegria e da Surpresa, independentemente da condição de intensidade e do hemicampo visual estimulado, sugerem uma lateralização parietal das emoções segundo uma dimensão de valência, de acordo com uma versão clássica da lateralização do processamento emocional.

No seu conjunto, os resultados da análise dos padrões de activação central parecem dar razão à proposta de Damásio (2011) de que não existem centros neurais específicos para executar funções determinadas, mas antes sistemas formados por unidades cerebrais interligadas, estando o funcionamento integrado desses sistemas na base do funcionamento cognitivo. O mesmo autor sustenta ainda que as diferentes unidades cerebrais fornecem diferentes componentes para a operação do sistema, dependendo a sua contribuição nesse mesmo sistema da sua posição relativa, algo que os nossos resultados relativos ao envolvimento de diferentes estruturas intra-hemisféricas parece igualmente sugerir. Desta forma, cada hemisfério pode ser visto como um sistema director, articulando diferentes subsistemas, e o cérebro como um supersistema de

sistemas, beneficiando da acção integrada e cooperativa dos hemisférios cerebrais enquanto sistemas directores (Damásio, 2011).

CATEGORIAS EMOCIONAIS E ACTIVAÇÃO AUTONÓMICA

A abordagem experimental dos padrões de resposta autonómica relacionados com estados emocionais está profundamente enraizada nos pressupostos *jamesianos* clássicos (James, 1884), em que as emoções são definidas como mecanismos reguladores da adaptação do organismo ao meio; com base na premissa de que as emoções dependem do *feedback* corporal, admite-se então a existência de padrões viscerais específicos. Não obstante as inconsistências que afectam a evidência científica disponível, com estudos favoráveis e outros claramente adversos a esta conjectura, a relevância da questão reflecte-se na intensa discussão que tem motivado ao longo de décadas, mantendo-se ainda hoje como um tópico central da abordagem psicofisiológica das emoções (Damásio, 2011).

O presente trabalho procurou contribuir para a discussão dos “princípios *jamesianos*” adoptando uma abordagem que, para além da investigação da eventual especificidade autonómica das emoções, torna possível, pelo recurso à estimulação emocional lateralizada, o estudo de eventuais dependências entre a regulação autonómica e a estimulação hemisférica selectiva.

Da análise global dos resultados emergiu uma relação estreita entre a activação autonómica e a estimulação emocional do campo visual esquerdo, isto é, do hemisfério direito. Esta associação foi independente do grau de intensidade dos estímulos, e concordante com outros estudos que documentaram o envolvimento de uma matriz neural com um grau substancial de lateralização no hemisfério direito na regulação da actividade autonómica (Oppenheimer et al., 1992; Tranel & Damásio, 1994; Tranel, 2000; Damásio, 2011).

De facto, são abundantes e diversificadas as evidências favoráveis a um padrão de lateralização da regulação autonómica com franco privilégio do hemisfério direito. Por exemplo, muitos estudos incidindo em doentes com lesões cerebrais têm demonstrado

um papel crítico do hemisfério direito na regulação das respostas periféricas às emoções, ilustrando uma redução nas respostas electrodérmicas e cardíacas a estímulos afectivos em pacientes com lesões neste hemisfério, quando comparados com indivíduos normais ou afectados por lesões contra-laterais (Heilman et al., 1978; Morrow et al., 1982; Zoccolotti et al., 1986; Gainotti, 1997; Andersson & Finset, 1998). Outros trabalhos, de natureza experimental, descreveram resultados convergentes com uma dominância do hemisfério direito na regulação das respostas autonómicas desencadeadas por estímulos emocionais (Heilman et al., 1978; Morrow et al., 1982; Zoccolotti et al., 1986; Mammucari et al., 1988; Wittling, 1990; Wittlin & Roschmann, 1993; Gainotti, 1997). Alguns estudos recorrendo à técnica do campo visual dividido obtiveram também resultados no mesmo sentido, embora com um grau de dominância do hemisfério direito mais marcado nas emoções negativas (Hugdahl et al., 1983; Spencer et al., 1996; Wittling, Block, Genzel & Schweiger, 1998;), em particular no Medo e na Cólera, aspecto que se verificou igualmente no nosso estudo.

Diversos estudos actuais têm sugerido um envolvimento concomitante de estruturas do hemisfério esquerdo na regulação autonómica (Wittling et al., 1997). Os nossos resultados, apesar de revelarem um envolvimento global preferencial do hemisfério direito, reflectiram a existência de activação autonómica quando os estímulos foram apresentados ao campo visual direito (hemisfério esquerdo). De um modo geral, estes dados sugerem mais uma vez que os fenómenos de dominância hemisférica se revestem de um cariz eminentemente relativo, pelo que qualquer tentativa de conceber esta lateralização em termos absolutos encontrará dificuldades face às evidências acumuladas. Mais especificamente, sugerem que o hemisfério esquerdo poderá contribuir, em determinadas condições, para a expressão de variáveis dependentes da activação autonómica, sendo legítimo conjecturar, face aos dados referentes à activação cortical, a existência de vias de comunicação inter-hemisférica permitindo uma regulação “cerebral” e integrada da expressão visceral das emoções (Damásio, 2011).

Quanto à questão da especificidade autonómica, os resultados encontrados apontam para a existência, nalguma medida, de um padrão de diferenciação das emoções, embora as associações verificadas não possuam a robustez estatística desejável para poderem ser interpretadas sem reservas. A Alegria distinguiu-se, no que diz respeito à GSR, pela sua indiferença aos níveis de intensidade dos estímulos, mantendo níveis consistentemente elevados de activação simpática, ao invés das restantes categorias, que

apresentaram uma clara marcação do nível de intensidade. A activação parassimpática, aferida pela RSA, também se revelou indiferente aos níveis de intensidade no caso da Alegria. Por outro lado, o Medo caracterizou-se por uma associação significativa com valores inferiores dos índices de activação simpática, e pelos níveis mais altos de activação parassimpática (indexada à RSA). Quanto à Cólera, apresentou os mais baixos níveis de activação parassimpática e os níveis mais elevados de activação simpática, particularmente na condição de alta intensidade.

O comportamento verificado nas várias categorias emocionais é assim indicativo de padrões de especificidade autonómica, assentes em alterações do balanço autonómico geral, o qual reflecte, em certa medida, o grau de activação relativa do simpático face ao parassimpático. Neste sentido, os resultados verificados na categoria Medo sugerem uma deslocação do balanço simpático-vagal em direcção a um predomínio do parassimpático, assinalado por valores de GSR comparativamente inferiores e por uma forte activação parassimpática indexada pela RSA. Esta maior activação parassimpática no Medo coaduna-se em larga medida com a noção de “bradicardia da atenção” proposta por Lacey & Lacey (1978), sugerindo uma mobilização substancial de recursos atencionais, destinados provavelmente à detecção de situações potencialmente ameaçadoras, de forma a permitir estratégias de acção eficientes.

A Cólera, por seu lado, revelou índices de actividade electrodérmica elevados em simultâneo com os valores mais reduzidos de RSA, o que coloca o balanço simpático-vagal claramente sob o predomínio do simpático. O *arousal* corporal documentado para esta categoria emocional específica, com clara prevalência simpática, poderá reflectir um sistema de facilitação comportamental, preparando o organismo para uma mobilização imediata no sentido de enfrentar o elemento desencadeador da Cólera (Harmon-Jones & Sigelman, 2001).

A Alegria e a Tristeza revelaram um padrão geral marcado por níveis relativos de GSR e RSA elevados, compatível com uma co-activação simpática e parassimpática. Contudo, diferentemente das restantes emoções, a Alegria caracterizou-se pela “insensibilidade” da GSR e do RSA às diferenças de intensidade expressiva. A Surpresa apresentou um ligeiro predomínio da activação simpática, com desvio do balanço autonómico tendencialmente favorável a este eixo do sistema nervoso autónomo, embora com menor expressão face à verificada na Cólera.

Tal como referido anteriormente, as interpretações relativas à especificidade autonómica das emoções basearam-se em larga medida na apreciação qualitativa de tendências, uma vez que os resultados obtidos não permitem estabelecer de forma decisiva (i.e., estatisticamente significativa) a existência de padrões de activação distintos. Esta limitação não é surpreendente, tendo em conta o número reduzido de canais autonómicos incluídos no estudo e a existência reconhecida de diferenças individuais quanto aos canais preferenciais de expressão autonómica (Vernet-Maury et al., 1999). Neste sentido, a incorporação de um leque mais diversificado de variáveis autonómicas poderá facilitar, futuramente, o estabelecimento de padrões diferenciados de respostas periféricas em função de categorias emocionais específicas.

DIMENSÕES EMOCIONAIS E PADRÃO DE LATERALIZAÇÃO

Vários autores têm vindo a sugerir uma natureza dimensional das emoções. De entre as várias propostas veiculadas na literatura, o modelo circumplexo tem monopolizado largamente as atenções e o investimento experimental. Neste modelo, as emoções dispõem-se num sistema de eixos bi-dimensional, com uma dimensão de valência e uma dimensão de *arousal* ortogonais. Contudo, alguns autores argumentam contra o que consideram ser uma simplificação excessiva, e outras dimensões têm vindo a ser sugeridas, entre as quais a intensidade da emoção (Larsen & Diener, 1992; Frijda, 1999). Levar em conta estas propostas não se reveste apenas de um significado teórico ou conceptual, mas também metodológico, apontando para a necessidade de incluir a intensidade emocional como um factor no quadro do estudo experimental das emoções.

Os nossos resultados revelaram um efeito marcado da intensidade dos estímulos emocionais em todas as variáveis dependentes consideradas (comportamentais, autonómicas e centrais). Globalmente, a condição de alta intensidade apresentou uma vantagem clara tanto ao nível da precisão das respostas como dos tempos de reacção (latências de resposta inferiores). Por outro lado, esteve globalmente associada a uma maior activação neuro-visceral, embora com um perfil diferenciado em função dos territórios corticais e através das categorias emocionais.

Em particular, o nível de intensidade mostrou ter uma importante influência moduladora no padrão de lateralização da actividade cortical hemisférica. Assim, se na condição de alta intensidade o padrão de activação frontal se ajustou claramente ao previsto pelo modelo de Davidson (2004), com maior activação em F3 na Alegria e na Cólera e maior activação em F4 no Medo e na Tristeza, já na condição de baixa intensidade estas diferenças se esbateram, verificando-se uma activação dominante em T4 (hemisfério direito) para todas as categorias emocionais. Tomando estes dados globalmente, parece de facto existir um papel preponderante do hemisfério direito na condição de baixa intensidade.

A consideração do nível de intensidade da emoção parece assim poder desempenhar um papel na harmonização dos dois paradigmas teóricos considerados (dominância global do hemisfério direito versus aproximação-afastamento). Um outro aspecto a assinalar é a emergência, na análise dos territórios parietais, de um padrão de lateralização compatível com uma marcação da valência afectiva, com a Cólera, Tristeza e Medo a apresentarem maior activação em P4, e a Alegria e a Surpresa a activarem mais P3, nomeadamente na condição de alta intensidade. Estes dados, consistentes por sua vez com a teoria clássica da lateralização das emoções segundo a valência, sugerem claramente que diferentes teorias da lateralização hemisférica podem na realidade coexistir no quadro de um modelo psicofisiológico em que o nível de intensidade dos estímulos emocionais, a sua disposição motivacional e a sua valência sejam considerados. Quanto à dimensão “intensidade”, restará saber se existe um limiar a partir do qual a lateralização com dominância global do hemisfério direito cede lugar ao padrão previsto pelo modelo de Davidson (2004), se este limiar é consistente ou dominado pela variabilidade inter e intra-individual, e se existe alguma estrutura central mediadora para esta alteração dos perfis de activação hemisférica. Naturalmente, o desenho do presente estudo não permite dar resposta a estas questões, pelo que deverão aguardar estudos posteriores. Por outro lado, o conjunto dos dados estabelece convincentemente a participação de diferentes estruturas corticais (nomeadamente frontais, temporais e parietais) no processamento de diferentes dimensões/propriedades das expressões faciais de emoção – embora a definição clara do papel de cada uma destas estruturas num sistema de processamento integrado permaneça por esclarecer, aguardando porventura o contributo de estudos de neuroimagem.

Ainda do ponto de vista das relações com uma caracterização dimensional das emoções, as tendências observadas quanto à especificidade autonómica apontam para uma distinção entre o Medo e a Cólera, por um lado, que apresentam uma alteração pronunciada do balanço autonómico (com predomínio parassimpático no Medo e simpático na Cólera), e a Alegria, a Surpresa e a Tristeza, por outro, que apresentam níveis semelhantes de co-activação autonómica. Esta separação sugere um padrão de diferenciação autonómica com base num eixo de passividade-actividade, tendo presente que o Medo e a Cólera são emoções caracterizadas por uma “urgência de acção” (Frijda, 1999) associada a contingências contextuais que requerem frequentemente respostas imediatas. A possibilidade de uma lateralização autonómica baseada nesta dimensão pode assim também orientar estudos subsequentes com o objectivo de testar especificamente essa hipótese.

No seu conjunto, estas interpretações, suportadas pelos resultados obtidos, para além de sugerirem hipóteses para investigações futuras, apresentam-se favoráveis a uma concepção multi-componencial das emoções, dificilmente compatível com a estrutura dimensional simples do modelo circumplexo.

O CASO PARTICULAR DA SURPRESA

De acordo com a perspectiva evolucionista, as emoções básicas têm um cariz fundamentalmente universal, sendo as suas manifestações independentes da cultura e experiência pessoal. Por esta razão, tais emoções podem ser reveladas por expressões faciais prototípicas, sem necessidade de intervenção da linguagem verbal para que a sua manifestação se torne perceptível.

A Surpresa conta-se entre as seis emoções básicas distinguidas por P. Ekman (*The Big Six*: Paul Ekman et al., 1969), sendo por conseguinte considerada, tal como as restantes (Alegria, Medo, Cólera, Tristeza e Nojo), como uma emoção filogeneticamente antiga (aspecto sugerido pela verificação de reacções similares noutras espécies) e com um papel na resolução de problemas adaptativos recorrentes (Meyer, Niepel, & Schützwohl, 1994). No entanto, mesmo no quadro da taxonomia das emoções básicas, a Surpresa tem assumido um estatuto especial, sendo considerada (1) uma emoção mais complexa

e mais “cognitiva” do que as restantes e (2) menos “específica” do ponto de vista da expressão facial, partilhando várias características centrais da expressão prototípica de outras emoções, como a Cólera e o Medo (Meyer & Niepel, 1994). Também do ponto de vista da sua definição numa perspectiva dimensional (fazendo uso predominante das dimensões de valência e *arousal*) a Surpresa tem estado associada a incertezas particulares, a começar pela que se refere à sua polaridade em termos de valência (valor positivo ou negativo). Enquanto alguns autores sugerem que a Surpresa se enquadra no leque restrito de emoções positivas (e.g. Pekrun et al., 2007), outros advogam um posicionamento indefinido ou neutro (e.g. Danner, Snowdon, Friesen & Wallace, 2001), havendo inclusivé quem defenda a existência fenomenológica de Surpresa-positiva e Surpresa-negativa (Talarico, Berntsen & Rubin, 2009). Izard (1977) sugere que esta emoção não pode verdadeiramente ser classificada como positiva ou negativa, na medida em que essa apreciação apresenta uma grande variabilidade inter-individual e é fortemente dependente do contexto.

No entanto, no que concerne à dimensão comportamental de aproximação-afastamento, a Surpresa tem sido consistentemente alocada no pólo da aproximação (e.g. Vanhamme & Snelders, 2003). Este aspecto permite antecipar uma tendência de lateralização hemisférica da Surpresa semelhante à encontrada para a Alegria (valência positiva – aproximação) e a Cólera (valência negativa – aproximação). O resultados por nós reportados convergem claramente com esta previsão, particularmente no que se refere ao padrão de activação cortical no lobo frontal, com níveis de activação comparativamente mais elevados em F3 e aumentados ainda na condição de estimulação directa do hemisfério esquerdo através do hemicampo visual direito. No entanto, a activação cortical produzida pela Surpresa foi inferior à verificada para a Alegria e a Cólera. No que se refere aos territórios temporais e parietais, a Surpresa esteve associada a uma uma activação superior em T4 (hemisfério direito), particularmente na condição de baixa intensidade, e a uma maior activação relativa em P3 (hemisfério esquerdo), particularmente na condição de alta intensidade. Desta forma, ainda que com níveis globais de activação inferiores, o padrão de activação cortical apresentado pela Surpresa foi basicamente coincidente com o verificado para a Alegria, sugerindo uma disposição motivacional de aproximação (activação preferencial em F3) e uma localização preferencial da Surpresa na classe das emoções positivas (activação preferencial em P3).

Em termos de activação autonómica, a Surpresa associou-se a padrões de co-activação simpática e parassimpática, com maior activação aquando da estimulação via hemisfério visual esquerdo, em linha com o observado nas demais categorias emocionais, e com níveis de activação mais elevados em ambos os eixos autonómicos (simpático-GSR e parassimpático-RSA) na condição de alta intensidade. O processamento de faces de Surpresa produziu assim um padrão de co-activação autonómica, com níveis de activação semelhantes aos verificados na Alegria, mas sensível, ao contrário do verificado com a Alegria, às variações de intensidade da expressão emocional.

Desta forma poderemos concluir, considerando os resultados obtidos neste estudo, que a Surpresa: (1) possui qualidades fenomenológicas características, susceptíveis de variar em intensidade; (2) aparenta estar associada a uma expressão facial característica (Darwin, 1872), embora não inteiramente “específica” e perceptivamente menos saliente do que a de outras emoções; (3) associa-se a padrões de activação fisiológicos diferenciados, assentes numa co-activação simpática e parassimpática.

CAPÍTULO II – 2ª FASE EXPERIMENTAL

O presente Capítulo refere-se à segunda fase experimental prevista no projecto. Tem por objectivo o estudo da integração de informação emocional veiculada por faces (mais do que uma) selectivamente fornecida a um único hemisfério (integração intra-hemisférica). Diferentemente da 1ª Fase Experimental, apenas um dos campos visuais será agora estimulado através de um par de faces cuja categoria emocional pode ser a mesma ou diferente. Adicionalmente, dada a possibilidade de transferência de informação entre hemisférios, visa obter indicações sobre a eventual organização inter-hemisférica do processamento da informação originalmente fornecida a um só hemisfério e desse modo, também, sobre a emergência de eventuais padrões de lateralização no quadro dessa organização. Por fim, procura avaliar, à luz dos novos dados, a consistência das hipóteses sugeridas na 1ª Fase quanto à organização neural subjacente ao processamento hemisférico da informação emocional.

I- MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRA

A amostra foi constituída por 15 estudantes (10 do género feminino e 5 do género masculino), com idade média de 21 ± 1.6 anos, todos participantes voluntários na experiência. Todos os sujeitos eram destros e apresentaram visão normal ou corrigida para o normal. Do ponto de vista clínico, todos os participantes eram saudáveis, não possuíam história de distúrbios psiquiátricos ou neurológicos e não se encontravam sob o efeito de qualquer fármaco.

ESTÍMULOS E DESENHO EXPERIMENTAL

O conjunto de estímulos experimentais foi composto por pares de fotografias de faces retiradas das bases JACFEE e JacNEUF (Matsumoto & Ekman, 1988). Para a construção dos estímulos seleccionaram-se as faces de indivíduos caucasianos de ambos os géneros exprimindo três emoções do sistema taxonómico de Ekman (Ekman, 1993): Alegria, Cólera e Medo. De referir que estudos prévios não identificaram efeitos significativos do género dos estímulos nos padrões de lateralização hemisférico (Tamietto et al., 2006). Para o período de treino consideraram-se faces de indivíduos japoneses.

Foram seleccionadas faces exprimindo as emoções referidas com níveis de intensidade elevados, de acordo com as classificações normativas de intensidade que acompanham as bases (formato de escala 0-8), bem como as expressões neutras correspondentes (mesmos indivíduos). Níveis intermédios de intensidade foram posteriormente obtidos por meio de deformações digitais (*morphing*) executadas a passos iguais de 33%, entre as faces neutras e as expressões emocionais mais intensas, realizadas com o software *Morpheus*. O resultado da primeira transformação, a um terço da amplitude total, foi seleccionado como representante do nível mais baixo de intensidade em cada emoção, sendo o nível de intensidade intermédio o correspondente ao segundo passo da deformação. Pares de estímulos constituídos por duas faces emocionadas congruentes (mesma emoção) e incongruentes (emoções diferentes) foram então compostos (e.g. figura 22). A distância entre o ponto de fixação, situado no centro da tela do computador, e o bordo interno de cada fotografia foi equivalente a 5° de ângulo visual (respeitando a recomendação de um ângulo superior a 3° de ângulo visual, cf. Bourne, 2006, e replicando a metodologia de Alves et al., 2011). Todos os pares de estímulos foram construídos em quatro versões, com as faces emocionais colocadas simultaneamente à esquerda ou à direita do ponto de fixação, e contrabalanceando-se o seu posicionamento em relação ao ponto de fixação (cf. figura 22). A análise de resultados não revelou efeitos significativos, seja nas respostas fisiológicas ou comportamentais, da localização das faces no lado esquerdo ou direito do par, $F(1,14)$; $p > .100$; $p > .800$, nas variáveis comportamentais e fisiológicas, respectivamente, pelo que, em todas as análises posteriores, as duas versões do par foram tratadas agregadamente através do seu valor médio. Desta forma, o conjunto de estímulos cobriu

todas as combinações factoriais dos níveis de intensidade das emoções expressas, tomadas duas a duas, e do campo visual – 3 (intensidade da emoção 1 do par) x 3 (intensidade da emoção 2 do par) x 2 (campos visuais). A extensão ocupada por cada estímulo no ecrã foi de 171×115 pixéis, para uma resolução do ecrã de 1024×768 pixéis.



Figura 22. Exemplo da composição dos estímulos visuais usados na segunda fase experimental.

PROCEDIMENTO

Os participantes começaram por ser instruídos quanto à natureza e procedimentos da experiência, tendo sido igualmente recolhidos elementos relativos ao historial clínico, existência de doenças e/ou medicação e lateralização motora (destro ou não). Para a realização da experiência, foram sentados numa poltrona reclinante, numa posição confortável, em frente a um monitor VGA, numa sala levemente iluminada e com o ruído reduzido ao mínimo. A linha visual foi calibrada em altura de modo a encontrar-se ao nível do centro do ecrã. A distância do observador em relação ao ecrã foi fixada em 50 cm, o que, conjugado com a disposição espacial das faces em cada par, permitiu subentender os ângulos visuais requeridos pela técnica do campo visual dividido (uma distância angular de cerca de 10° entre os limites interiores das duas faces em cada par de estímulos, com equidistância ao ponto de fixação central). Ainda antes do início da experiência propriamente dita foram apresentadas instruções no monitor informando novamente cada participante sobre o procedimento e a tarefa a executar. Seguidamente realizou-se um conjunto de 16 ensaios-treino, durante a qual os sujeitos se adaptaram ao procedimento experimental. Após o período de treino, garantidas boas condições de

registo e a boa compreensão da tarefa pelos participantes, iniciou-se a fase experimental. Nesta fase, implementou-se uma tarefa de percepção lateralizada das emoções. Cada estímulo (par de faces) foi apresentado durante 1000 ms (cf. Jansari, Tranel & Adolphs, 2000; Rodway, Wright, & Hardie, 2003), tendo os observadores que julgar a intensidade afectiva global de cada estímulo numa escala gráfica variando de 0 (intensidade mínima) a 40 (intensidade máxima). A opção pela duração de 1000 ms corresponde a um compromisso entre as necessidades inerentes à complexidade da tarefa de integração, incompatível com apresentações taquitoscópicas, e a conveniência de manter as apresentações limitadas no tempo, de modo a preservar a estimulação selectiva de cada hemisfério. Durante a apresentação dos estímulos os sujeitos foram instruídos a manter os olhos no ponto de fixação para garantir a implementação da técnica do campo visual dividido, e o cumprimento desta instrução foi rotineiramente verificado pelo experimentador.

A experiência foi composta por um bloco único de estímulos contendo todas as possibilidades e combinações de emoções (Cólera-Alegria; Medo-Alegria; Medo-Cólera). Cada emparelhamento de emoções constituiu um desenho factorial de 3 (emoções) \times 3 (intensidades) \times 2 (campo visual). Foram também apresentados estímulos compostos por pares de faces da mesma categoria emocional nas diferentes intensidades consideradas, de tal forma que cada emoção se associou também a um desenho factorial 3 \times 3 suplementar. Foram finalmente apresentados pares de faces nas quais uma das faces era neutra, correspondendo assim à omissão da informação (emocional) de um dos factores – tecnicamente, esta manipulação que omite um dos factores equivale à implementação de um subdesenho de um só factor, cuja justificação se tornará clara adiante.

Todos os aspectos de apresentação e do registo em linha das respostas foram geridos pelo software *SuperLab 4.0*.

MEDIDAS CENTRAIS – EEG – E ANÁLISE DOS BIOPOTENCIAIS

A experiência foi acompanhada da monitorização de variáveis centrais (EEG). Para tal, foram utilizadas seis derivações (localização F3, F4, T3, T4, P3, P4 do Sistema

Internacional 10-20) numa montagem referencial, com Cz como referência (Davidson, 1992). Após a identificação dos locais de registo no couro cabeludo e sua limpeza com vista a reduzir a impedância, foram aplicados eléctrodos de Ag-AgCl preenchidos com pasta electrocondutora. Um eléctrodo neutro foi aplicado na testa e serviu como “eléctrodo-terra”. O registo EEG foi efectuado com uma frequência de amostragem de 150 Hz através de amplificadores de EEG Biopac 100B, com um filtro passa-banda de 0.1-35 Hz.

Todos os dados de biopotenciais recolhidos foram sujeitos a inspecção visual para a identificação e exclusão de artefactos. As ondas retidas após validação foram em seguida editadas, em cada par de emoções, para cada uma das dezoito condições experimentais definidas pelo desenho factorial 3 (intensidade da emoção 1 do par) \times 3 (intensidade da emoção 2 do par) \times 2 (campos visuais), de modo a permitir o seu tratamento separado.

Os registos EEG foram segmentados de acordo com as condições experimentais, retendo-se para análise apenas o primeiro segundo a partir da apresentação do estímulo, e os dois segundos prévios à apresentação (baseline). Uma análise espectral foi efectuada em cada segmento mediante uma transformada rápida de Fourier com janela de Hamming, tendo-se determinado a potência espectral da banda α (banda dos 8.0 – 13.0 Hz), definida como o quadrado da amplitude espectral (potência = μVolts^2). Para cada época calculou-se a dessincronização alfa contingente ao estímulo (*Event-related-alpha-desynchronization*: ERD) como $[(stimulus \alpha\text{-power}) - (baseline \alpha\text{-power})] / (baseline \alpha\text{-power})$, a qual reflecte a percentagem de activação cortical em cada derivação EEG considerada. Valores negativos traduzem activação cortical (dessincronização) enquanto que valores positivos reflectem desactivação (sincronização), passando neste caso a usar-se o acrónimo ERS (*Event-related-alpha-synchronization*). Para facilitar a leitura e interpretação gráfica dos resultados, o ERD é apresentado nos gráficos e análises subsequentes como - (ERD), resultando assim numa escala positiva.

Os períodos de registo foram geridos pelo software *Superlab 4.0* de forma sincronizada com a apresentação dos estímulos através da emissão de um sinal digital (onda rectangular), sendo compostos por um *pré-trigger* de dois segundos e um período pós-estímulo de dez segundos que resultaram numa janela temporal de doze segundos para

cada época experimental. Tanto o registo como a análise posterior foram realizados por meio do software *Acqknowledge 3.9.0.* (Biopac Systems, Inc.) e recorrendo a transdutores e amplificadores *Biopac* adequados a cada medida.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A análise estatística dos dados recorreu maioritariamente a ANOVAs de medidas repetidas efectuadas sobre as várias medidas consideradas, envolvendo como factores intra-sujeito (*within-subjects*) as emoções, a intensidade emocional (três níveis) e o campo visual (CVD e CVE). Em função das necessidades de análise, estas ANOVAs foram realizadas separadamente para os pares de faces envolvendo cada uma das emoções consideradas (Alegria, Medo, Cólera) e para os pares de faces envolvendo o emparelhamento das categorias emocionais duas a duas (Alegria-Cólera, Alegria-Medo, Cólera-Medo). Os dados relativos aos subdesenhos (pares contendo uma face "neutra") não foram nunca utilizados nas análises estatísticas, que se referem unicamente ao desenho principal, tendo sido apenas utilizados, no caso de o modelo de integração se revelar de tipo aditivo, para distinguir entre uma integração por adição e uma integração por média (Anderson, 1981, 1982). Foi adoptada a correcção de *Greenhouse-Geisser* para os graus de liberdade em caso de violação da esfericidade. Todas as comparações múltiplas destinadas a localizar os efeitos significativos de um factor foram realizadas com ajustamento de *Bonferroni* para os níveis de significância (Keselman & Keselman, 1988; Keselman, 1998; Bagiella et al., 2000).

O critério de significância estatística utilizado foi o valor de $p \leq .05$.

RATINGS

Na figura seguinte (Figura 23) apresentam-se os gráficos factoriais relativos às classificações (*ratings*) obtidas para estímulos compostos por pares de faces da mesma categoria emocional.

Os gráficos exibem um padrão de quase-parallelismo em todas as categorias emocionais, aspecto suportado pela ausência de interações estatisticamente significativas (par Alegria à direita – $F(4,56) = 1.14$; $p = .346$; par Alegria à esquerda - $F(4,56) = 1.14$; $p = .215$; par Medo à direita - $F(4,56) = 0.25$; $p = .908$; par Medo à esquerda - $F(4,56) = 1.28$; $p = .288$; par Cólera à direita - $F(4,56) = 1.26$; $p = .297$; par Cólera à esquerda - $F(4,56) = 1.41$; $p = .242$). Este perfil corresponde assim a uma integração de tipo aditivo obtida por estimulação hemisférica selectiva unilateral. Não sendo possível excluir a participação do hemisfério não estimulado directamente no processamento da informação, face ao constante fluxo inter-hemisférico de informação através, designadamente, do *corpus callosum*, estes resultados documentam em qualquer caso um funcionamento cooperativo das estruturas subjacentes ao processamento da informação das duas faces - as quais, do ponto de vista das teorias clássicas da lateralização hemisférica, deveriam, por pertencerem à mesma categoria emocional, mobilizar os recursos de um mesmo hemisfério. Verificaram-se igualmente diferenças na magnitude dos *ratings* em função do campo visual estimulado e da categoria emocional. Uma análise estatística comparativa (ANOVA de medidas repetidas), com o Campo Visual estimulado como factor, revelou diferenças significativas em todas as categorias emocionais: no par Medo, os *ratings* foram maiores nas apresentações ao campo visual esquerdo, $F(1,14) = 5.91$; $p = .019$; no par Alegria, os *ratings* foram maiores nas apresentações ao campo visual direito, $F(1,14) = 5.49$; $p = .034$; no par Cólera, os *ratings* foram superiores nas apresentações ao campo visual esquerdo, $F(1,14) = 13.29$; $p = .003$.

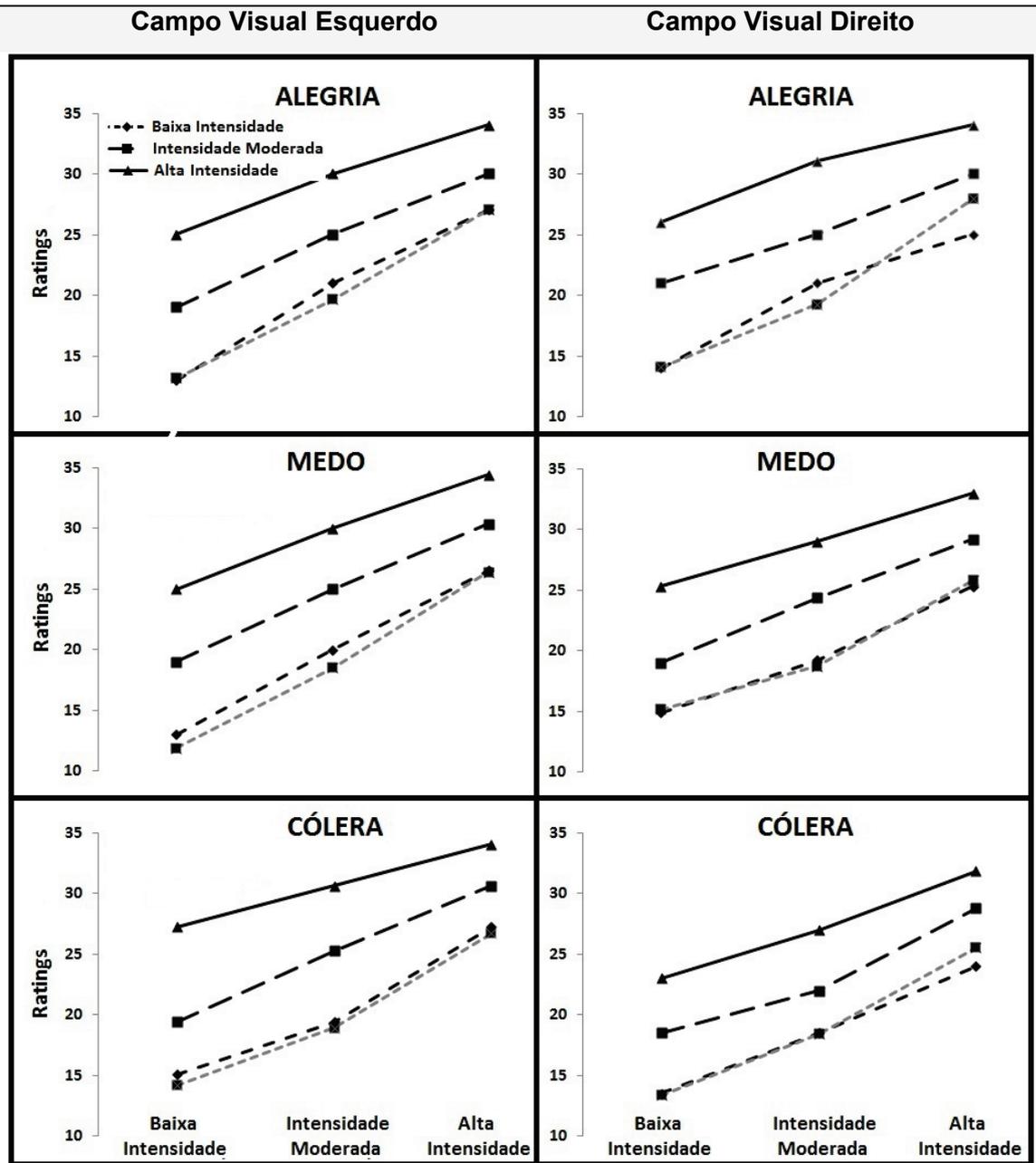


Figura 23. Gráficos factoriais dos *ratings* obtidos para estímulos compostos por pares de faces expressando a mesma emoção em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita). A curva a cinzento corresponde ao subdesenho factorial, consistindo na apresentação de pares contendo uma face neutra e uma só face emocionada.

A figura 24 ilustra os gráficos factoriais relativos aos *ratings* obtidos para estímulos compostos por pares de faces de categorias emocionais diferentes (de cima para baixo: Alegria-Medo; Medo-Cólera; Cólera-Alegria) em função do campo visual estimulado

(campo visual esquerdo na coluna da esquerda; campo visual direito na coluna da direita).

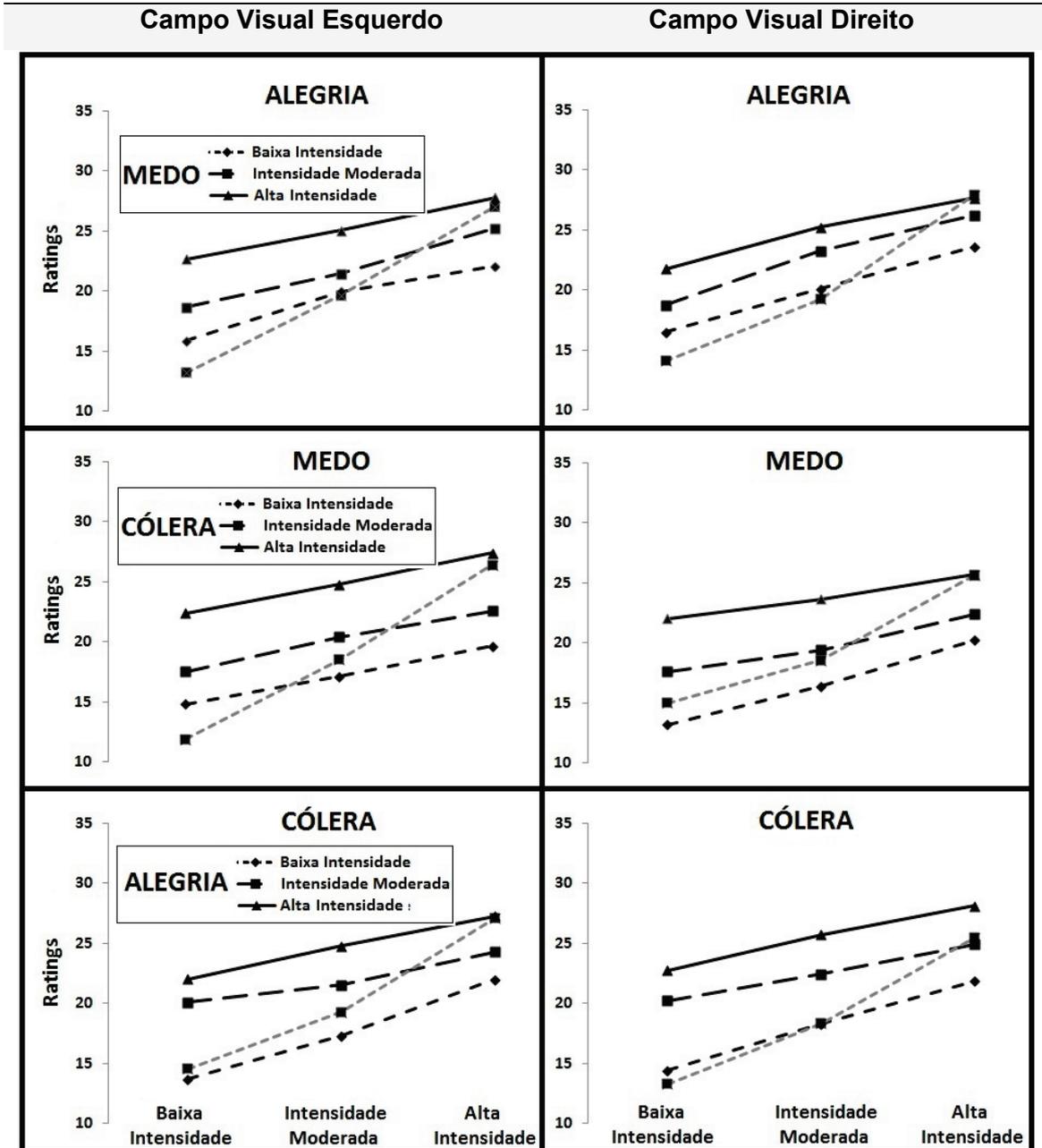


Figura 24. Gráficos factoriais dos ratings obtidos para estímulos compostos por pares de faces expressando emoções diferentes em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita). A emoção representada na caixa de texto corresponde ao parâmetro da curva. A curva a cinzento corresponde ao subdesenho factorial, consistindo na apresentação de pares contendo uma face emocionada pertencente à categoria emocional representada em abcissa, em cada um dos seus níveis de intensidade, e uma face neutra.

À semelhança dos resultados anteriores (*vide* figura 23), os dados relativos aos *ratings* de pares de faces expressando emoções diferentes revelaram um padrão de quase-parallelismo, aspecto suportado pela ausência de interacções estatisticamente significativas (par Alegria/Medo à direita - $F(4,56) = 0.16$; $p = .954$; par Alegria/Medo à esquerda - $F(4,56) = 0.27$; $p = .893$; par Medo/Cólera à direita - $F(4,56) = 0.93$; $p = .452$; par Medo/Cólera à esquerda - $F(4,56) = 0.02$; $p = .998$; par Cólera/Alegria à direita - $F(4,56) = 0.25$; $p = .904$; par Cólera/Alegria à esquerda - $F(4,56) = 0.62$; $p = .647$). Em contraste com o observado na Figura 23, porém, verifica-se um cruzamento claro da linha correspondente aos subdesenhos, com um declive acentuadamente superior, sobre as linhas correspondentes ao desenho principal. Este cruzamento oferece um teste qualitativo para distinguir, nos modelos de tipo aditivo, entre um modelo de soma e um modelo de média com pesos iguais (Anderson, 1981; 1982; 1996), estabelecendo neste caso um modelo de média e excluindo um modelo sumativo (verificado, por sua vez, com os pares de faces exprimindo a mesma emoção, no qual a linha dos subdesenhos se apresenta paralela às restantes). De acordo com os efeitos esperados de uma operação de média, o trabalho dos dois factores na Figura 24, revelado pela separação das linhas (factor em parâmetro de curva) e pelo seu declive (factor em abcissa), é notoriamente menor do que na Figura 23 (onde os seus efeitos se adicionam), que apresenta valores de *ratings* mais extremos.

ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DA MESMA EMOÇÃO

Alegria

Os resultados relativos à activação cortical produzida por estímulos contendo pares de faces expressando Alegria estão resumidos na figura seguinte, descrevendo-se os respectivos padrões factoriais em função da condição de apresentação do estímulo (campo visual esquerdo e direito) e do território cortical monitorizado (frontal, temporal e parietal) em cada um dos hemisférios (esquerdo e direito). Os territórios corticais são identificados pelas diferentes letras (F: Frontal; T: Temporal; P: Parietal) e os

hemisférios pelos números a elas associados de acordo com o sistema Internacional 10-20 (números pares: Hemisfério Direito; números ímpares: Hemisfério Esquerdo).

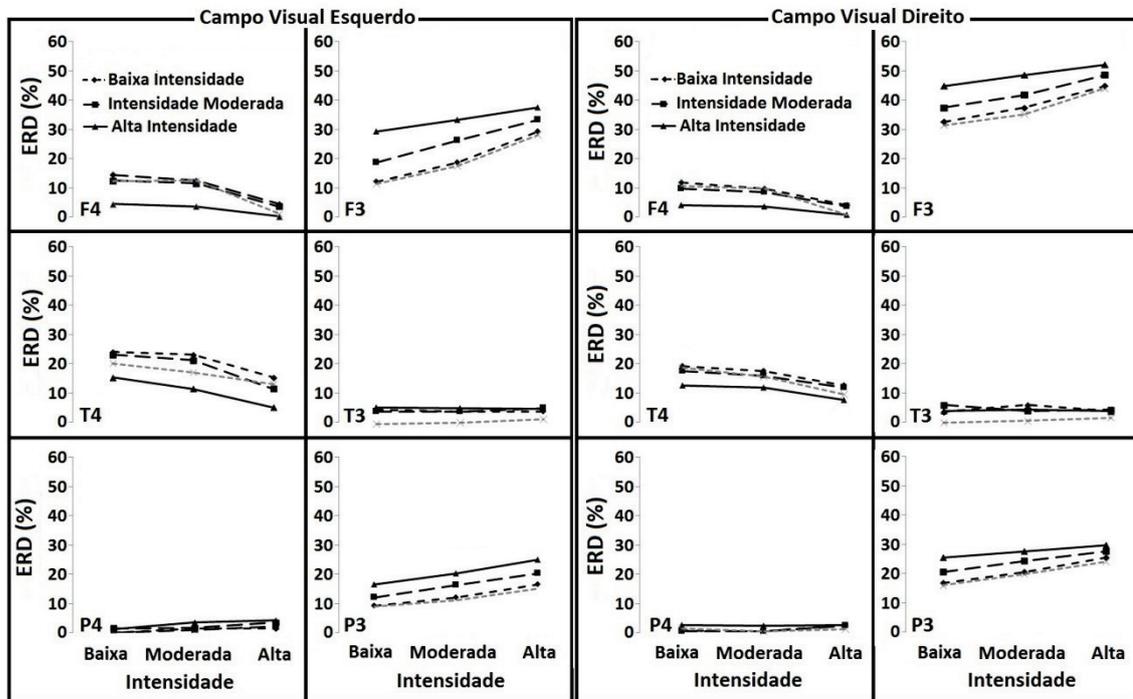


Figura 25. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando ALEGRIA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita). A linha a cinzento corresponde aos subdesenhos factoriais.

Relativamente à activação no lobo frontal, os padrões factoriais exibiram um quase-parallelismo em F3, em ambos os hemicampos visuais, aspecto suportado pela presença de efeitos principais significativos para os factores analisados, a par da ausência de interacções estatisticamente significativas (par Alegria à direita – $F(1.905,26.674) = 0.24$; $p = .910$; par Alegria à esquerda – $F(1.632,22.842) = 3.77$; $p = .072$). Resultados semelhantes foram encontrados quando considerada a derivação F4, com efeitos principais significativos de ambos os factores em análise e ausência de interacções significativas (par Alegria à direita – $F(1.364,19.091) = 1.09$; $p = .366$; par Alegria à esquerda – $F(1.382,19.353) = 2.68$; $p = .108$). De realçar no entanto um funcionamento inverso da intensidade dos estímulos em F4, com as intensidades menores e intermédias a produzirem maior activação em relação às altas intensidades. Graficamente, é perceptível uma tendência para a convergência das linhas à direita; no entanto esta

tendência não se manifesta numa interacção significativa, não atingindo assim a significância estatística.

Verificou-se de forma consistente uma maior activação em F3 relativamente a F4, quer na apresentação via campo visual direito, $F(1,14) = 142.28$; $p < .001$, quer via campo visual esquerdo, $F(1,14) = 330.17$; $p < .001$. Comparando o nível de activação em função do canal de estimulação (esquerdo ou direito), encontrou-se uma maior activação em F3 quando o estímulo seguiu via campo visual direito, $F(1,14) = 52.40$; $p < .001$, e uma maior activação em F4 decorrente de estimulação via campo visual esquerdo, $F(1,14) = 5.51$; $p = .034$.

Os padrões de activação no lobo temporal para os pares de faces exprimindo Alegria (Figura 25, linha central), documentam uma activação predominante em T4, em relação a T3, nas duas condições de apresentação consideradas (CVD – $F(1,14) = 115.35$; $p < .001$; CVE – $F(1,14) = 278.74$; $p < .001$). O padrão factorial em T4 caracterizou-se por efeitos principais significativos com ausência de interacção estatisticamente significativa, tanto no campo visual direito, $F(2.490,34.855) = 0.09$; $p = .944$) como no campo visual esquerdo, $F(1.242,17.388) = 0.69$; $p = .447$), compatível com paralelismo e apresentando uma inversão no funcionamento das intensidades, semelhante ao verificado em F4. Em T3 não se verificaram efeitos principais significativos. De referir ainda que a activação em T4 foi maior quando a estimulação visual seguiu através do campo visual esquerdo, $F(1,14) = 28.28$; $p < .001$.

Considerando os padrões de activação parietal (Figura 25: painéis na linha inferior), foi possível identificar uma activação predominante em P3 independentemente do campo visual estimulado, $F(1,14) = 9.94$; $p = .007$ para os pares de faces à direita; $F(1,14) = 194.80$; $p < .001$ para os pares de faces à esquerda. A activação em P3 foi maior para as faces apresentadas ao CVD, $F(1,14) = 176.20$; $p < .001$, tendo-se documentado efeitos principais nesta região cortical em ambas as modalidades de apresentação, com termos de interacção significativos tanto no campo visual direito, $F(2.726,38.168) = 28.16$; $p < .001$ como no campo visual esquerdo, $F(2.606,36.482) = 9.52$; $p < .001$. Em P4 não se registaram efeitos principais estatisticamente significativos.

Na figura seguinte (Figura 26) representa-se a ERD/ERS (ERD ou ERS, dependendo do sentido da activação, conforme definido atrás) obtida nas regiões corticais monitorizadas, separadamente para as condições de maior e de menor intensidade dos

estímulos e utilizando sempre as derivações contralaterais ao canal de apresentação do estímulo para o qual se verificaram os maiores valores de activação global (campo visual direito – derivações do hemisfério esquerdo; campo visual esquerdo – derivações do hemisfério direito). O EEG após a apresentação do estímulo visual (num período de 2000 ms) foi analisado segmentarmente em bins de 200 ms, permitindo desta forma a avaliação da magnitude de activação em função do tempo nas diversas regiões corticais consideradas. Como se pode verificar, em ambas as intensidades, a activação cortical predominante localiza-se em F3 e P3 (hemisfério esquerdo), com maior activação relativa em T4 no que se refere ao lobo temporal. No entanto verifica-se um efeito modulador da intensidade dos estímulos no padrão relativo de lateralização, com a condição de baixa intensidade a provocar maior activação em F4 e T4 do que a condição de alta intensidade, em consonância com o que pode observar-se na Figura 25. Pode ainda notar-se que, do ponto de vista da sucessão temporal, a activação das regiões corticais posteriores (particularmente a parietal) precede a activação da região frontal, de forma mais marcada na condição de estimulação de baixa intensidade.

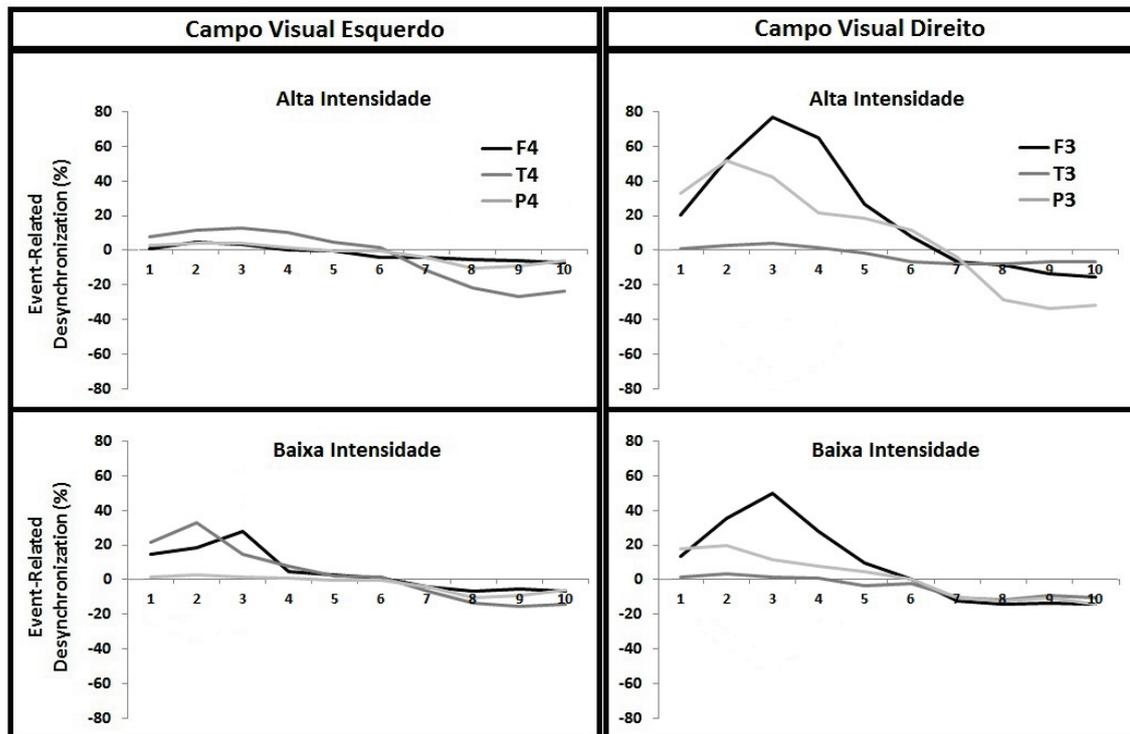


Figura 26. Representação da ERD/ERS nas regiões corticais frontal, temporal e parietal, em segmentos consecutivos de 200 ms após a apresentação do estímulo visual de ALEGRIA, separadamente para as condições de maior e de menor intensidade dos estímulos. Dados referentes às derivações hemisféricas contralaterais ao hemicampo visual da apresentação.

Medo

Os padrões de activação observados para os estímulos contendo pares de faces expressando Medo encontram-se representados na figura 27.

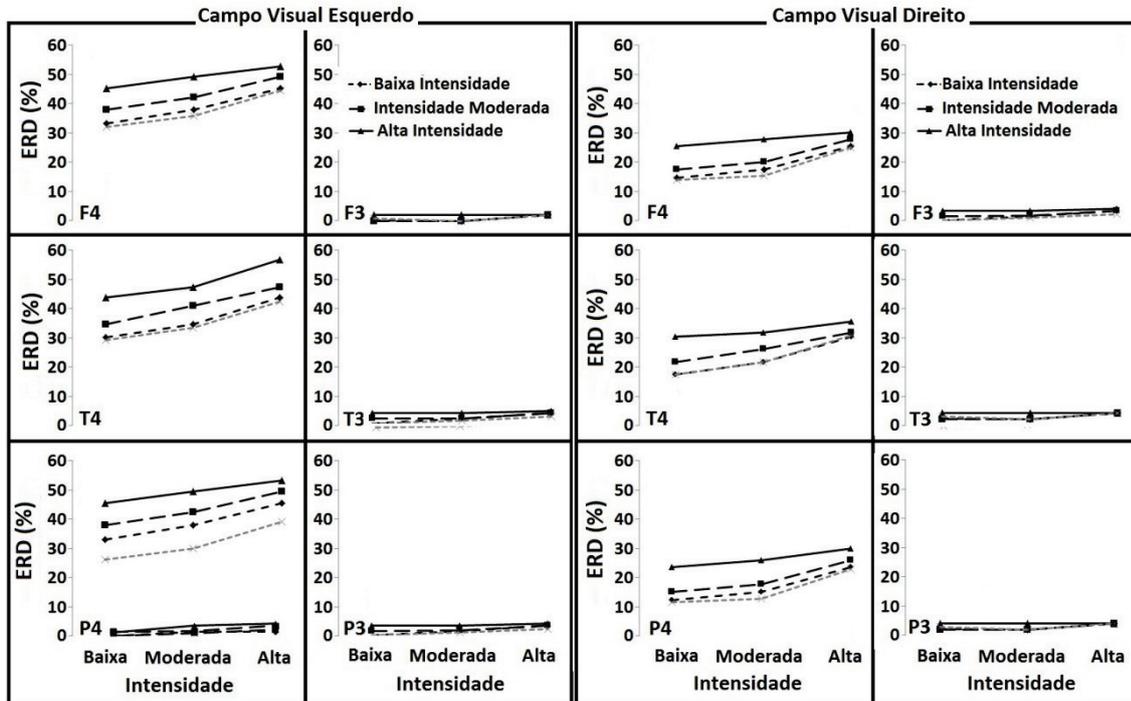


Figura 27. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando MEDO em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita).

O padrão observado no território frontal exhibe um quase-paralelismo em F4, em ambos os hemisférios visuais, com ausência de interações entre os factores (par Medo à direita - $F(1,922,26.910) = 0.13$; $p = .969$; par Medo à esquerda - $F(1,453,27.383) = 0.24$; $p = .910$), e efeitos principais significativos em ambos os factores. Na derivação F3 não se encontraram quaisquer efeitos significativos em qualquer das condições analisadas.

Quanto aos efeitos de lateralização frontal, observou-se uma activação claramente superior em F4 versus F3 independentemente do campo visual estimulado (CVD - $F(1,14) = 7.60$; $p = .015$; CVE - $F(1,14) = 213.34$; $p < .001$), a par de uma maior activação comparativa em F4 quando da estimulação do campo visual esquerdo, face à

estimulação do campo visual direito, $F(1,14) = 64.66$; $p < .001$. Relativamente à activação em F3, não se registaram diferenças entre os campos visuais, $F(1,14) = 0.00$; $p = .956$, tendo-se verificado apenas níveis residuais de activação frontal nesta região em concreto.

Considerando os padrões de activação no lobo temporal (Figura 27, linha central), verificou-se uma activação predominante em T4 em ambos os campos visuais (CVD – $F(1,14) = 10.49$; $p = .006$; CVE – $F(1,14) = 297.88$; $p < .001$). Documentaram-se efeitos principais de ambos os factores nos dois hemisférios visuais e ausência de interacções estatisticamente significativas (pares de faces à direita - $F(2.637; 34.343) = 0.09$; $p = .985$; pares de faces à esquerda - $F(2.461; 34.451) = 0.02$; $p = .991$), correspondendo à tendência de quase-parallelismo observada nos padrões factoriais. Quanto à magnitude de activação em T4, verificou-se maior activação aquando da estimulação do campo visual esquerdo, $F(1,14) = 102.97$; $p < .001$. Em T3, os níveis de activação foram residuais, não variando com o campo visual.

Relativamente aos territórios parietais, foi possível identificar uma activação predominante em P3 independentemente do campo visual estimulado ($F(1,14) = 9.94$; $p = .007$ para o CVD; $F(1,14) = 194.80$; $p < .001$ para o CVE), conforme resulta da inspecção da Figura 27 (painéis da linha inferior). Não se encontraram efeitos principais em P3, existindo um predomínio comparativo claro de activação em P4, quer para o campo visual esquerdo, $F(1,14) = 201.30$; $p < .001$, quer para o direito, $F(1,14) = 7.34$; $p = .017$. Em P4 verificaram-se efeitos principais significativos independentemente do canal visual, com interacção identificada apenas na apresentação pelo campo visual direito, $F(1,14) = 3.48$; $p = .047$.

A análise da ERD/ERS para segmentos de 200 ms nas diversas regiões corticais (cf. figura 28), revelou igualmente uma activação cortical predominante em F4, T4 e P4 em ambas as condições de intensidade (alta e baixa), com uma magnitude de activação maior nas altas intensidades em todos os territórios considerados, e uma prioridade no tempo da activação das regiões corticais posteriores (particularmente a parietal), mais notória na condição de baixa intensidade, à semelhança do verificado para os estímulos de Alegria. O pico de activação cortical foi atingido entre os 400 e 600 ms, de forma semelhante ao verificado para a Alegria (cf. Figura 26).

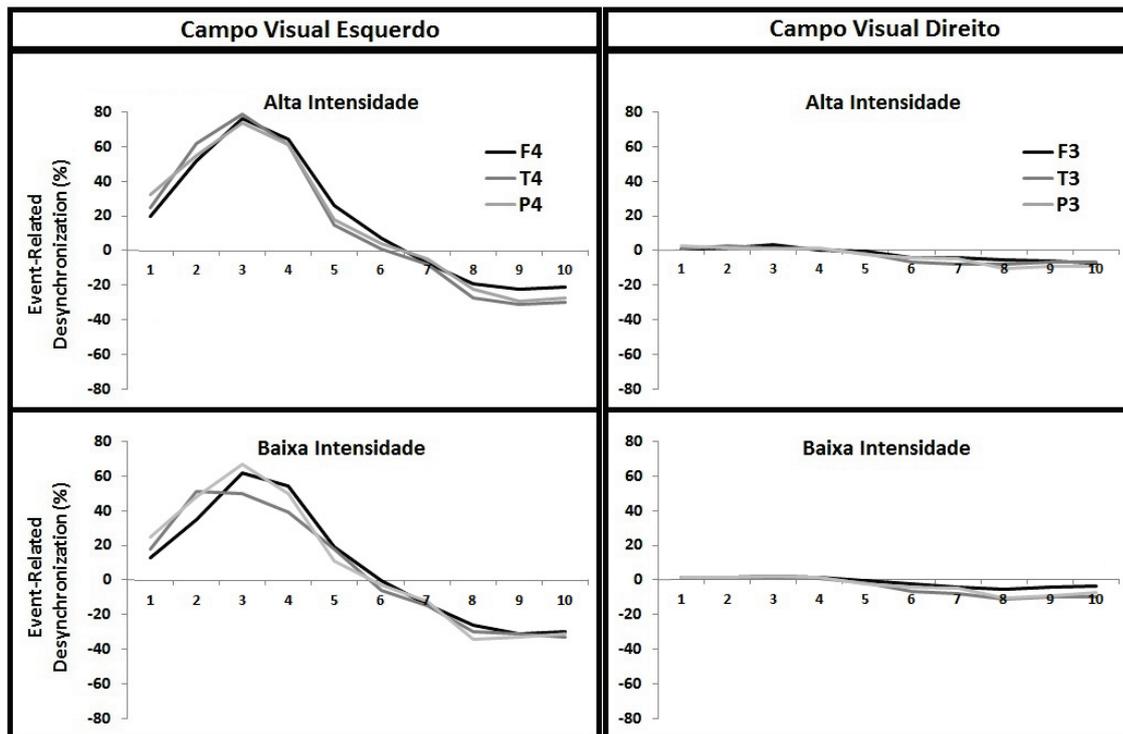


Figura 28. Representação da ERD/ERS nas regiões corticais frontal, temporal e parietal em segmentos consecutivos de 200 ms após a apresentação do estímulo visual de MEDO, separadamente para as condições de maior e de menor intensidade dos estímulos. Dados referentes às derivações hemisféricas contralaterais ao hemiscampo visual da apresentação.

Cólera

A Figura 29 resume os padrões factoriais representativos da activação cortical para os estímulos compostos por pares de faces expressando Cólera nos três níveis de intensidade considerados. Os padrões observados ao nível do lobo frontal exibiram propriedades de quase-parallelismo em F3, com efeitos principais significativos de ambos os factores e ausência de interacções estatisticamente significativas (par Cólera à direita – $F(1.524,21.341) = 2.43; p = .122$; par Cólera à esquerda – $F(1.971,27.591) = 0.45; p = .635$). Em F4 identificaram-se efeitos principais significativos dos dois factores, acompanhados de interacções significativas tanto nas apresentações ao CVD, $F(1.447,20.252) = 9.71; p = .002$, como ao CVE, $F(1.360,19.045) = 28.98; p < .001$, tendo-se verificado, à semelhança da Alegria, um funcionamento inverso da intensidade dos estímulos nesta derivação cortical frontal, com as intensidades menores e intermédias a produzirem maior activação do que as altas intensidades. A magnitude da activação ao nível do lobo frontal foi superior no hemisfério esquerdo (F3 versus F4)

independentemente do canal de estimulação visual (CVD – $F(1,14) = 274.26; p < .001$; CVE – $F(1,14) = 157.76; p < .001$), sendo que a estimulação via campo visual esquerdo se associou a maior activação cortical, tanto em F3, $F(1,14) = 67.32; p < .001$, como em F4, $F(1,14) = 20.29; p < .001$.

A activação cortical ao nível do lobo temporal (Figura 29, linha central) foi semelhante à verificada para a Alegria, com um padrão factorial de quase-parallelismo em T4, suportado estatisticamente por efeitos principais significativos de ambos os factores e ausência de interacções (pares de faces à direita – $F(2.067,28.943) = 0.86; p = .489$; pares de faces à esquerda – $F(1.830,25.619) = 0.11; p = .871$), e apresentando também um perfil de funcionamento inverso das intensidades (intensidades mais baixas dão lugar a maior activação). Em T3 não se verificaram quaisquer efeitos significativos, tendo este território temporal evidenciado níveis residuais de activação, significativamente inferiores aos verificados em T4, tanto na apresentação das faces à direita, $F(1,14) = 268.68; p < .001$, como à esquerda, $F(1,14) = 296.98; p < .001$. De realçar ainda o facto de se ter documentado maior activação para estímulos apresentados à esquerda, $F(1,14) = 116.46; p < .001$, em T4, sem que o hemisfério de apresentação desse lugar a diferenças significativas em T3.

A apresentação dos pares de faces expressando Cólera esteve associada a maior activação em P4 relativamente a P3, no que concerne ao território parietal (Figura 29, painel inferior), tanto na apresentação das faces à direita, $F(1,14) = 534.00; p < .001$, como à esquerda, $F(1,14) = 187.15; p < .001$. A estimulação via campo visual esquerdo produziu por sua vez uma maior activação em P4 do que a estimulação via campo visual direito, $F(1,14) = 67.18; p < .001$. Curiosamente, a activação em P3 foi maior aquando da apresentação de faces à direita, $F(1,14) = 5.20; p = .039$. De referir ainda que o padrão factorial em P4 foi gráfica e estatisticamente de parallelismo, associando-se a efeitos principais significativos dos dois factores e a termos de interacção não significativos (CVD – $F(1.506,21.086) = 2.50; p = .117$; CVE – $F(1.971,27.590) = 0.45; p = .637$).

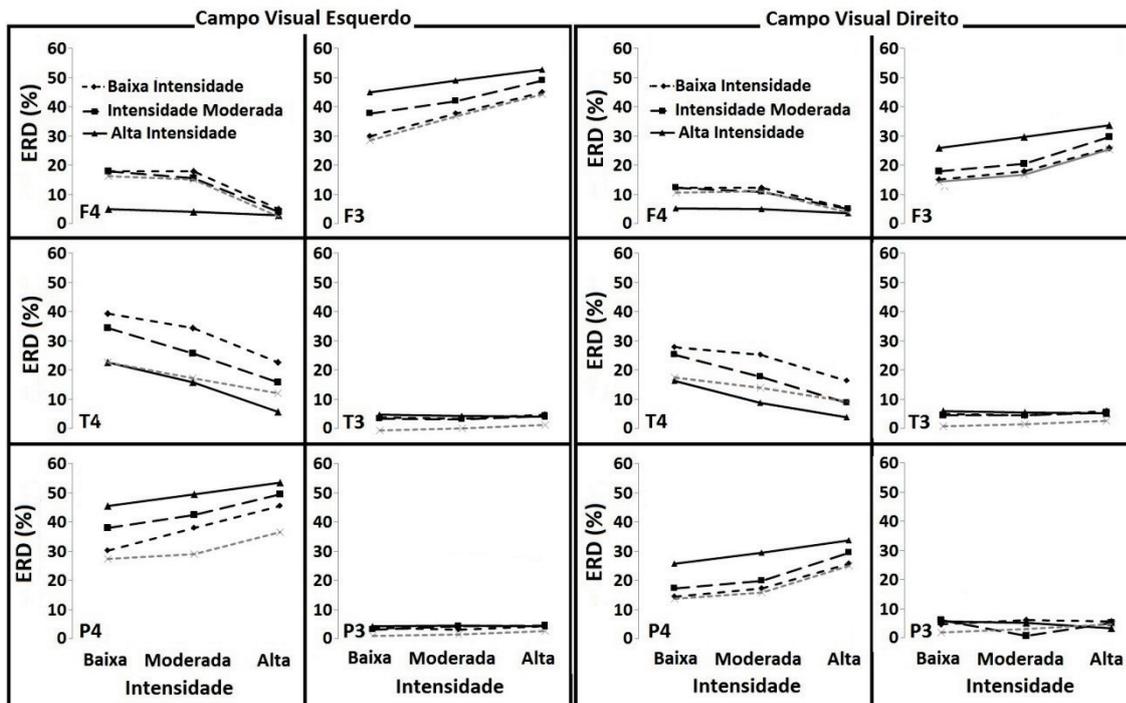


Figura 29. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando CÓLERA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita). A linha a cinzento corresponde aos subdesenhos de um factor.

A análise da ERD/ERS para segmentos de 200 ms nas diversas regiões corticais (cf. Figura 30) resume o padrão de organização cortical para o processamento das expressões faciais de Cólera. Como se pode verificar, em ambas as intensidades a activação cortical predominante localiza-se em F3 (hemisfério esquerdo), T4 e P4 (hemisfério direito). Verifica-se também um efeito modulador da intensidade dos estímulos no padrão de lateralização, com a condição de baixa intensidade a provocar maior activação em F4 e T4 relativamente à condição de alta intensidade, aspecto sobreponível ao verificado para a Alegria. De realçar ainda a prioridade no tempo da activação das regiões corticais posteriores (particularmente a parietal), mais evidente na condição de baixa intensidade, com o pico de activação localizado entre os 400 e os 600 ms.

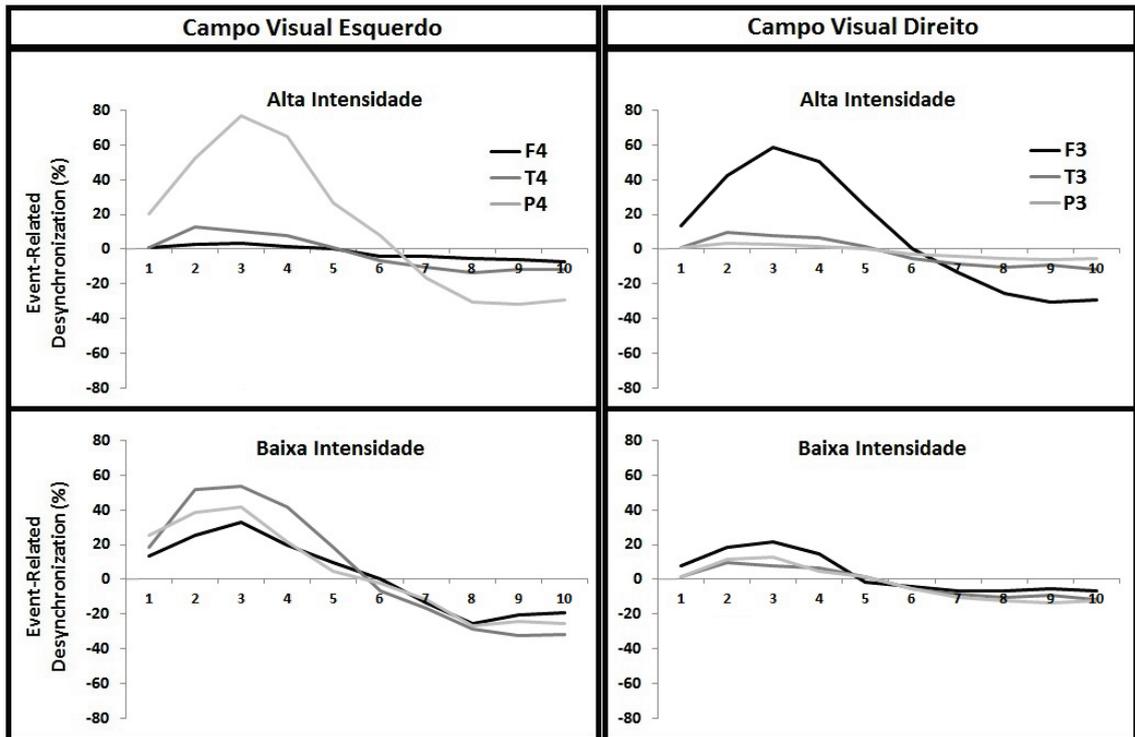


Figura 30. Representação da ERD/ERS nas regiões corticais frontal, temporal e parietal, em segmentos consecutivos de 200 ms após a apresentação do estímulo visual de CÓLERA, separadamente para as condições de maior e de menor intensidade dos estímulos. Dados referentes às derivações hemisféricas contralaterais ao hemicampo visual da apresentação.

ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DE EMOÇÕES DIFERENTES

De seguida apresentam-se os resultados referentes à activação cortical associada à apresentação de estímulos visuais compostos por pares de faces exprimindo emoções diferentes. Apresentam-se assim os resultados das combinações de faces Alegria-Medo, Alegria-Cólera e Medo-Cólera. Para facilitar a leitura dos mesmos, optou-se por uma apresentação separada para cada combinação de faces.

Alegria - Medo

Os resultados relativos à activação cortical produzida por estímulos contendo faces de Alegria e Medo estão resumidos na figura seguinte (Figura 31), que apresenta os

respectivos padrões factoriais em função da condição de apresentação do estímulo (campo visual esquerdo e direito) e do território cortical monitorizado (frontal, temporal e parietal) em cada hemisfério (esquerdo e direito).

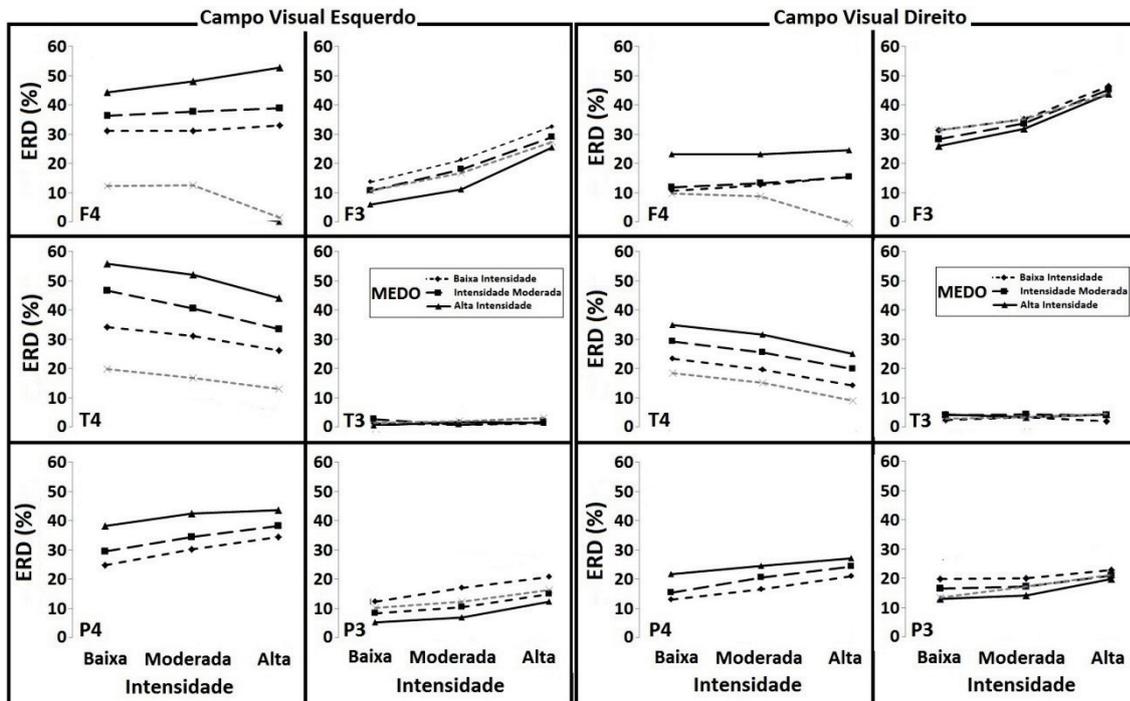


Figura 31. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando ALEGRIA e MEDO em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita). Em ambos os casos, o MEDO é representado como o parâmetro da curva. A linha a cinzento corresponde aos subdesenhos de um factor.

No que se refere à activação no lobo frontal, documentaram-se efeitos principais significativos tanto da Alegria como do Medo em F4, independentemente do campo visual estimulado, e a ausência de termos de interacção significativos tanto para as apresentações à direita, $F(1.754,24.553) = 0.99$; $p = .416$, como à esquerda, $F(2.379,33.313) = 1.18$; $p = .329$, reforçando a impressão gráfica de quase-parallelismo. Em F3 encontraram-se igualmente efeitos principais dos factores Alegria e Medo aquando da apresentação das faces à direita, mas apenas do factor Alegria aquando das apresentações à esquerda. Apesar de não atingir a significância estatística, observa-se uma tendência para um perfil invertido do funcionamento das intensidades no caso do Medo (maiores intensidades do Medo dão lugar a menor activação em F3). Em nenhuma das situações se encontraram interacções significativas entre os factores (pares de faces à direita - $F(1.57,22.048) = 0.24$; $p = .911$; pares de faces à esquerda -

$F(2.501,35.018) = 0.18; p = .948$). A magnitude de activação foi superior, em termos médios, em F4 para a condição de apresentação à esquerda ($F(1,14) = 57.456; p < .001$), e em F3 para a condição de apresentação à direita ($F(1,14) = 336.124; p < .001$). Por outro lado, a activação em F4 foi superior à activação em F3 aquando da estimulação do CVE, $F(1,14) = 530.04; p < .001$, e o inverso foi encontrado em F3, com vantagem da estimulação do CVD, $F(1,14) = 26.81; p < .001$.

Em termos de activação ao nível de T4 e T3 (Figura 31, linha central), a apresentação de pares de faces combinando Alegria e Medo resultou numa activação particularmente intensa em T4 quando comparada com a activação residual registada em T3, tanto nas apresentações à direita, $F(1,14) = 544.15; p < .001$, como à esquerda, $F(1,14) = 17.74; p = .001$. Em T4, a activação foi superior em termos globais aquando da estimulação via campo visual esquerdo, $F(1,14) = 79.53; p < .001$. Desta forma, a activação cortical a nível temporal esteve centrada em T4, sendo de realçar a presença de efeitos principais dos factores Alegria e Medo nas duas modalidades de apresentação dos estímulos, sem registo de interacções significativas (CVD – $F(2.786,39.006) = 0.02; p = .992$; CVE – $F(2.236,31.311) = 0.15; p = .882$), e o funcionamento inverso das intensidades nos dois factores, com a Alegria a registar maior activação para níveis mais baixos, e o Medo a conseguir maior activação para níveis mais altos de intensidade - na realidade, uma activação tanto maior quanto menor a intensidade das expressões de Alegria.

Relativamente à região parietal, verificaram-se efeitos principais dos factores Alegria e Medo em P3 e P4 em ambas as condições de apresentação, tendo-se registado interacções significativas em P4 na condição de apresentação à esquerda, $F(3.120,43.676) = 2.85; p = .046$, e em P3 nas duas condições de apresentação (CVD – $F(1.160,16.240) = 44.21; p < .001$; CVE – $F(2.236,31.303) = 4.37; p = .018$). Em P3 observou-se um funcionamento invertido das intensidades do Medo, com maior activação cortical para intensidades menores. A activação em P4 foi mais pronunciada nas apresentações à esquerda, $F(1,14) = 1010.43; p < .001$, por oposição ao verificado em P3, onde uma maior activação cortical esteve associada à estimulação do CVD, $F(1,14) = 714.35; p < .001$. Em termos comparativos, a activação em P4 foi superior à activação em P3 aquando da apresentação de estímulos à esquerda, $F(1,14) = 8211.14; p < .001$, mas não aquando da estimulação do CVD, $F(1,14) = 0.45; p = .513$.

Cólera - Alegria

Os padrões de activação cortical obtidos para pares de faces exprimindo Cólera e Alegria encontram-se resumidos na figura 32, distinguindo, como anteriormente, entre as condições de apresentação do estímulo (campo visual esquerdo e direito) e os territórios corticais monitorizados (frontal, temporal e parietal) em cada hemisfério (esquerdo e direito).

Os resultados relativos à activação cortical no lobo frontal indicam uma activação mais pronunciada em F3 do que em F4, tanto para os pares de faces apresentados à direita, $F(1,14) = 445.40$; $p < .001$, como à esquerda, $F(1,14) = 352.16$; $p < .001$. Por outro lado, a activação em F3 foi de maior magnitude aquando da estimulação do CVE, $F(1,14) = 7.40$; $p = .017$, verificando-se o oposto em F4, com maior activação associada à estimulação do CVD, $F(1,14) = 31.02$; $p < .001$. Ambos os factores, Cólera e Alegria, apresentaram efeitos significativos em F4, independentemente da condição de estimulação, bem como interacções significativas tanto nas apresentações à esquerda, $F(2.807,39.292) = 8.15$; $p < .001$, como à direita, $F(3.108,43.316) = 3.97$; $p = .013$. De referir ainda o funcionamento invertido das intensidades tanto de Alegria como de Cólera em F4, com maior activação associada às intensidades mais baixas. Em F3 registaram-se igualmente efeitos principais de ambos os factores, mas sem interacções significativas, isto tanto nas apresentações à esquerda, $F(2.371, 33.108) = 0.44$; $p = .676$, como à direita, $F(2.780,38.915) = 0.55$; $p = 0.699$, o que corresponde a um padrão de integração de tipo aditivo, traduzido graficamente pelo quase-paralismo observável na Figura 32 (segunda e quarta colunas, primeiro painel a contar de cima).

Quanto ao lobo temporal, apenas em T4 se encontraram efeitos principais significativos de ambos os factores, independentemente da condição de estimulação (esquerda ou direita) e desacompanhados de interacções significativas (CVD – $F(2.295,32.131) = 0.13$; $p = .902$; CVE – $F(2.340,32.763) = 0.36$; $p = .727$). O padrão de integração documentado em T4 é assim de tipo aditivo, verificando-se ainda, à semelhança do que ocorreu em F4, um funcionamento invertido das intensidades, dos dois factores (Figura 32, primeiro e terceiro painéis da segunda linha). Os níveis de activação em T4 foram significativamente superiores aos verificados em T3, tanto na apresentação das faces à direita, $F(1,14) = 179,61$; $p < .001$, como à esquerda, $F(1,14) = 427.35$; $p < .001$, e mais pronunciados quando os estímulos foram apresentados ao campo visual esquerdo

do que aquando da estimulação do campo visual direito (cf. Figura 32; $F(1,14) = 95.82$; $p < .001$).

Relativamente à região parietal, verificaram-se efeitos principais dos factores Cólera e Alegria em P3 e P4, independentemente da condição de apresentação, tendo-se registado interações significativas apenas em P3, tanto nas apresentações à direita, $F(1,14) = 42.25$; $p < .001$, como à esquerda, $F(2.147,30.058) = 4.26$; $p = .021$. Em termos comparativos, a activação em P4 foi superior à verificada em P3 na apresentação de estímulos à esquerda, $F(1,14) = 1251.79$; $p < .001$, tendo-se observado o inverso na apresentação de estímulos à direita, com maior activação global em P3 do que em P4, $F(1,14) = 94.32$; $p < .001$. As maiores activações em P3 estiveram por sua vez associadas à apresentação dos pares de faces à direita, $F(1,14) = 816.64$; $p < .001$, tendo P4 apresentado, pelo contrário, maiores valores de activação com os estímulos apresentados à esquerda, $F(1,14) = 1663.42$; $p < .001$, como se pode observar na Figura 32 (linha inferior).

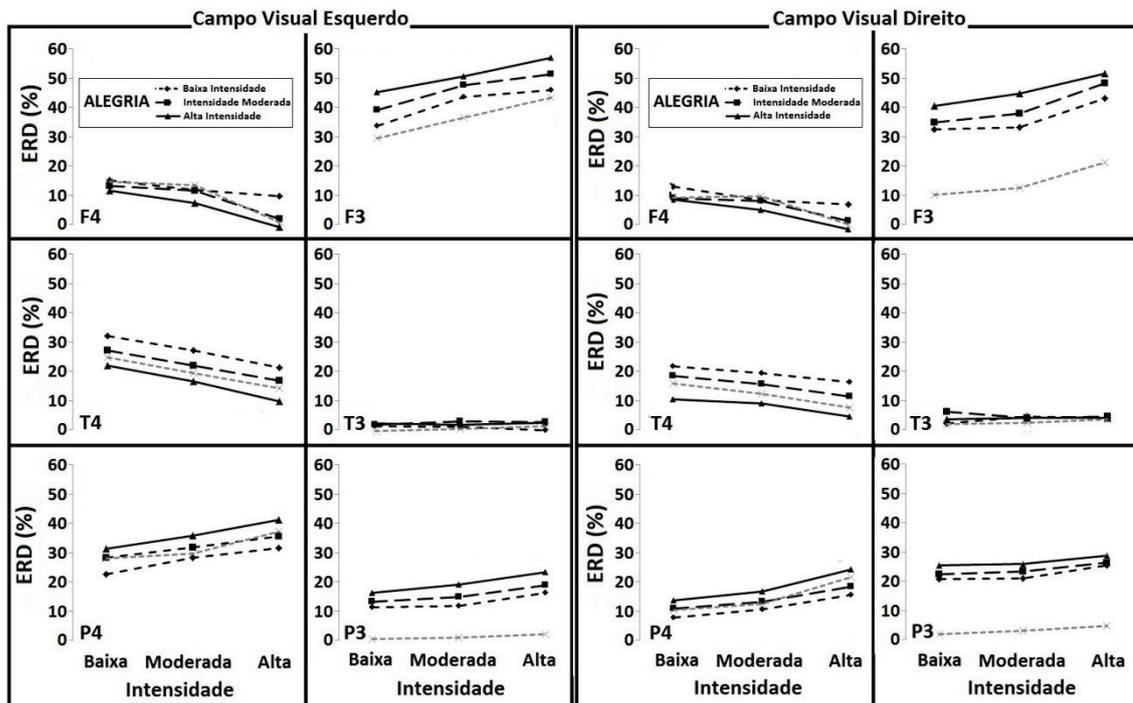


Figura 32. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando CÓLERA e ALEGRIA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita). Em ambos os casos, a ALEGRIA é representada como o parâmetro da curva. A linha a cinzento corresponde aos subdesenhos de um factor.

Medo - Cólera

A figura 33 resume os padrões de activação cortical obtidos para os estímulos compostos por pares de faces exprimindo Medo e Cólera. Os padrões de activação ao nível do lobo frontal (Figura 33, linha superior), evidenciaram níveis de activação frontal bi-hemisférica relativamente equilibrados em ambas as condições de apresentação (esquerda e direita), embora com uma maior magnitude de activação associada à estimulação do CVE, tanto em F4, $F(1,14) = 31.02$; $p < .001$, como em F3, $F(1,14) = 7.40$; $p = .017$. Em F4 documentaram-se efeitos principais de ambos os factores nas duas modalidades de apresentação, sem termos de interacção significativos (CVD – $F(2.781,38.939) = 1.50$; $p = .214$; CVE – $F(2.725,38.158) = 0.34$; $p = .777$). Já em F3 apenas se encontraram efeitos principais de ambos os factores na apresentação das faces à direita, sem interacção significativa, $F(3.039,42.552) = 0.52$; $p = .668$. De assinalar ainda a inversão do funcionamento das intensidades, tanto da Cólera como da Alegria, entre F3 e F4, passando de uma relação positiva com a activação cortical em F3 para uma relação negativa (mais intensidade, menor activação), em F4.

Quanto aos padrões factoriais em T4 e T3 (Figura 33, linha do meio), documentaram-se efeitos principais apenas em T4, sem interacções significativas entre os factores tanto no caso de estímulos apresentados à esquerda, $F(2.448,34.268) = 0.04$; $p = .972$, como à direita, $F(1.127,15.779) = 1.94$; $p = .116$. Um funcionamento invertido das intensidades foi também observado em T4, bem como uma maior activação aquando da estimulação do CVE, $F(1,14) = 12.18$; $p = .002$. A activação em T4 foi superior à activação em T3 tanto na condição de apresentação à esquerda, $F(1,14) = 304.69$; $p < .001$, como à direita, $F(1,14) = 12.18$; $p = .004$.

Relativamente à região parietal (Figura 33, linha inferior), apenas se verificaram efeitos principais para os factores Cólera e Medo em P4 e na condição de apresentação à esquerda, registando-se igualmente uma interacção significativa entre os factores, $F(1.914,26.802) = 1057.78$; $p < .001$. Adicionalmente a este resultado, a activação global em P4 foi significativamente maior nas apresentações feitas ao CVE do que naquelas veiculadas pelo CVD, $F(1,14) = 58.30$; $p < .001$, sugerindo o campo visual esquerdo como canal preferencial do processamento de faces exprimindo Medo e Cólera. Pode ainda assinalar-se o funcionamento inverso das intensidades de Cólera, cujo incremento produz um decréscimo de activação, enquanto as do Medo produzem activação crescente. A activação registada em P4 foi significativamente superior à

verificada em P3 nas duas modalidades de apresentação dos estímulos (apresentação das faces à direita – $F(1,14) = 184.72; p < .001$; apresentação das faces à esquerda – $F(1,14) = 2573.09; p < .001$).

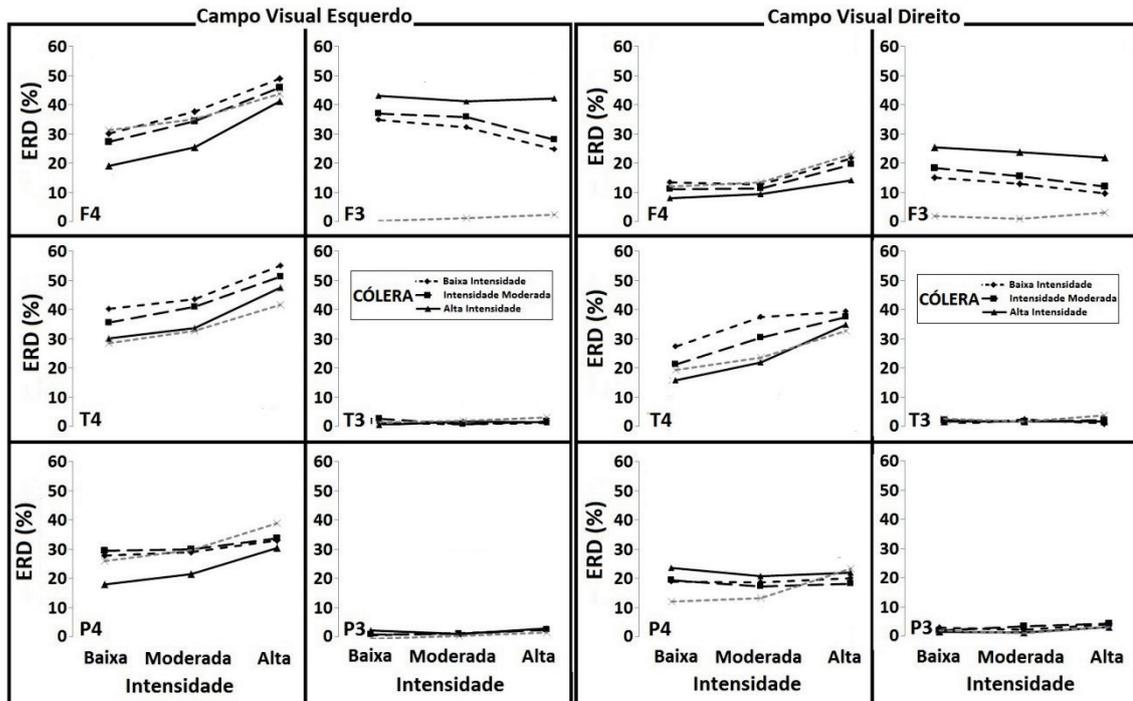


Figura 33. Gráficos factoriais da ERD obtida para estímulos compostos por pares de faces expressando MEDO e CÓLERA em três níveis de intensidade (baixa, moderada e alta), e apresentados selectivamente ao campo visual esquerdo (painel da esquerda) e ao campo visual direito (painel da direita). Em ambos os casos, a CÓLERA é representada como o parâmetro da curva. A linha a cinzento corresponde aos subdesenhos de um factor.

A questão colocada nesta segunda fase experimental foi prioritariamente a da integração de informação emocional procedente de duas expressões faciais apresentadas selectivamente a um mesmo hemisfério (estimulação unilateral), podendo estas expressões corresponder à mesma categoria emocional ou a categorias emocionais distintas. Dada a natureza da tarefa, exigindo a combinação das duas informações, o problema colocado foi na realidade o do modo de organização deste processamento conjunto, designadamente em termos da activação dos diferentes territórios corticais monitorizados, surgindo a questão da lateralização hemisférica como um aspecto particular, ainda que importante, dessa organização num quadro de estimulação selectiva unilateral.

RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS

Um claro padrão de integração aditivo emergiu da análise dos *ratings* relativos a estímulos compostos por pares de faces expressando a mesma emoção, assinalado por padrões gráficos de paralelismo e ausência de interacções estatisticamente significativas entre os factores (Anderson, 1981; 1982). Esta regra foi mantida independentemente do hemisfério estimulado (através dos hemicampos visuais contralaterais), o que indica que, qualquer que seja a lateralização hemisférica preferencial das categorias emocionais consideradas, a informação emocional está efectivamente a transitar inter-hemisféricamente. A questão de saber em que grau este padrão aditivo nos *ratings* reflecte uma integração aditiva “cerebral” subjacente será discutida adiante.

De modo assinalável, apesar da manutenção da regra de integração nos dois hemicampos, os *ratings* fornecidos na condição de estimulação do CVE (hemisfério direito) apresentaram uma amplitude de variação dinâmica (variação das respostas em função dos níveis dos factores) superior à registada na condição CVD, sugerindo um envolvimento particular do hemisfério direito no tratamento das variações de

intensidade das expressões, em particular no caso das emoções de valência negativa (Medo e Cólera). No caso da Alegria, os padrões factoriais obtidos para cada um dos hemisférios foram praticamente sobreponíveis. Este resultado converge com sugestões anteriores de um papel predominante do hemisfério direito no processamento da informação facial, particularmente no tratamento dos traços “subtis” que caracterizam as expressões faciais nas emoções negativas (Killgore & Todd, 2007). A similaridade dos *ratings* da Alegria nos dois hemisférios pode conceber-se identicamente como estando relacionada, por sua vez, com uma maior facilidade de processamento perceptivo do seu protótipo expressivo, como tem sido defendido por vários autores (e.g., Esteves & Öhman, 1993; Calvo & Lundqvist, 2008), dispensando assim a necessidade de um processamento mais especializado. O facto de, em todas as concepções das emoções básicas existir uma gama mais extensa de emoções negativas do que positivas (resumindo-se estas últimas, frequentemente, à Alegria) implica igualmente problemas de discriminação perceptiva acrescidos para as primeiras, justificando também o desenvolvimento de um sistema especializado de processamento perceptivo cuja localização preferencial tem sido apontada consistentemente no hemisfério direito (Adolph, Jansari & Tranel, 2001; Killgore & Todd, 2007).

Quanto aos *ratings* relativos a pares de faces expressando emoções diferentes, o padrão de integração obtido (também de tipo aditivo) correspondeu a uma regra de média de pesos iguais, como assinalado pelo efeito de cruzamento gráfico produzido pelos subdesenhos (Anderson, 1981, pp. 215-217: cf. Figura 24 e o seu comentário). Na regra de média, a combinação de duas informações resulta sempre num valor superior ao menor e inferior ao maior dos dois valores, dependendo o valor concreto da combinação da importância relativa de cada uma das fontes informativas (Anderson, 1981). Neste sentido, diferentemente da adição, o modelo de integração por média é adequado para exprimir uma compatibilização ou negociação entre tendências opostas. Como se esperaria numa regra de média, as magnitudes dos *ratings* apresentaram-se muito mais concentradas nos valores centrais da escala de resposta (menos extremadas) do que no caso anterior (pares de faces exprimindo a mesma emoção) (cf. Figuras 24 e 23).

Esta regra de média de pesos iguais emergiu em ambos os hemisférios visuais, indicando, como anteriormente, a circulação de informação emocional entre os hemisférios e, designadamente, uma organização colaborativa entre hemisférios no caso de categorias emocionais com padrões de lateralização simétricos (como se admite

serem, por exemplo, o Medo e a Alegria). Emergiu igualmente em todos os pares de categorias considerados, sem excepção. Na medida em que o “antagonismo” das emoções em cada par repousa em diferentes dimensões – os pares “Cólera-Alegria” e “Alegria-Medo” opondo-se em termos da valência, os pares “Cólera-Medo” e “Alegria-Medo” em termos do gradiente de aproximação-afastamento –, pode conjecturar-se que todas estas dimensões foram consideradas pelo processamento integrado das emoções. A questão de saber se este padrão de média tem correspondências detectáveis a nível “cerebral” é discutida adiante.

PADRÕES DE ACTIVAÇÃO CORTICAL

A análise da activação cortical revelou padrões de lateralização complexos, de acordo com o sugerido por Damásio (2011).

Convergindo com os resultados do estudo da 1ª Fase Experimental, várias evidências suportam claramente o modelo de aproximação-afastamento defendido por Davidson (2004a) e Harmon-Jones (Harmon-Jones, Gable & Peterson, 2010), enquanto outras apoiam um papel predominante do hemisfério direito (cf. Borod et al., 1998). A análise da activação ao nível frontal documentou um privilégio claro do hemisfério esquerdo para Alegria e a Cólera, manifestado por níveis globais de ERD significativamente superiores em F3, e do hemisfério direito para o Medo, manifestado por níveis de ERD muito superiores em F4. Tomados isoladamente, estes resultados suportam o modelo de lateralização com base num gradiente de aproximação-afastamento (Davidson, 2004a; Harmon-Jones, 2010) e, face ao alinhamento da Cólera com a Alegria, descartam o modelo clássico da lateralização com base na valência (Carver & Harmon-Jones, 2009). No entanto, a análise da activação nas regiões corticais posteriores evidenciou por outro lado uma predominância funcional do hemisfério direito, independente da valência emocional nas regiões temporais (maior ERD em T4 em todas as emoções) e dependente da valência nas regiões parietais (maior ERD em P3 para a Alegria, e em P4 para a Cólera e o Medo). Esta marcação da valência ao nível do córtex parietal está em linha com vários estudos prévios documentando uma relação inversa entre os *ratings* de valência e a activação no córtex parietal, com clara lateralização à direita para emoções

negativas (Colibazzi, Posner, Wang, Gorman, Gerber, Yu, Zhu, Kangarlu, Duan, Russel & Peterson, 2010). Tal como sublinhado na discussão da fase anterior, o conjunto destes perfis de lateralização permite acomodar as diferentes teorias dominantes da lateralização hemisférica (dominância global do hemisfério direito, teoria clássica da valência, teoria da aproximação-afastamento) na dupla condição de: (1) se reconhecer o papel especializado de diferentes estruturas intra-hemisféricas, operando no quadro de um sistema bi-hemisférico integrado (cf. Killgore & Yurgelun-Todd, 2007), no processamento de diferentes dimensões da informação emocional (cf. Hancock, Bruce & Burton, 2000); (2) se reconhecer correlativamente a natureza multidimensional das expressões faciais da emoção (comportando, e.g., dimensões de valência, disposição motivacional, intensidade, entre outras eventuais: cf. Fridja, 1988; Thayer & Lane, 2000).

Um aspecto que emerge claramente dos resultados desta 2ª Fase é a natureza relativa das assimetrias hemisféricas associadas ao processamento de expressões faciais de emoções.

Um dado fundamental nessa direcção foi a verificação corrente (com a excepção parcial do Medo) da ocorrência de padrões simultâneos de integração em ambos os hemisférios, mesmo no caso de pares compostos por faces exprimindo a mesma emoção, apesar do procedimento adoptado de estimulação selectiva unilateral. Para além da transferência inter-hemisférica já antes assinalada a propósito dos *ratings*, este facto sugere a capacidade de qualquer hemisfério processar, nalguma medida, qualquer tipo de informação emocional (exceptuando-se, porventura, o caso específico do Medo, cujos efeitos se encontraram virtualmente limitados ao hemisfério direito), de acordo com sugestões já feitas nesse sentido por vários autores (Zaidal, 1983; Zaidel, Clarke & Suyenobu, 1991). Um segundo resultado importante para a relativização das assimetrias hemisféricas é a verificação de níveis de activação cortical mais baixos na região hemisférica “preferencial” quando o estímulo visual é enviado inicialmente para o hemisfério contra-lateral, e mais elevados no hemisfério “não-preferencial” quando este é directamente estimulado. Estas observações convergem com um modelo de acesso directo de processamento hemisférico (cf. Zaidal, 1983; Zaidel, Clarke & Suyenobu, 1991) que implica evidentemente um carácter unicamente relativo das assimetrias funcionais e a possibilidade de a informação afectiva ser processada, ainda que de forma menos eficaz, num hemisfério menos especializado.

Um terceiro conjunto de resultados a merecer destaque envolve a sugestão contida nos padrões de integração de formas variadas de colaboração e competição inter-hemisférica, diferenciadas segundo as categorias emocionais. Assim, no caso da Cólera, cuja lateralização preferencial a nível frontal ocorre à esquerda (em F3), verifica-se uma superioridade significativa dos níveis de ERD em F3 (hemisfério esquerdo) quando o hemisfério direito foi directamente estimulado (através do CVE). Este resultado, já observado para a Cólera na 1ª Fase, ilustra uma cooperação positiva dos dois hemisférios na determinação do padrão de activação em F3. Por sua vez, a inversão do perfil de funcionamento das intensidades da Alegria e da Cólera em F4 (hemisfério direito) sugere um padrão de activação recíproca ou competição entre hemisférios (cf. Figuras 25 e 29), tal como a inversão do perfil de intensidades do Medo em F3 e P3 no par Medo-Alegria (cf. Figura 31).

O estabelecimento de padrões de integração aditivos nos *ratings* fornecidos para os pares de faces exprimindo a mesma emoção, e de padrões de média de pesos iguais no caso dos *ratings* obtidos para pares de faces exprimindo emoções diferentes, suscita duas questões. A primeira delas é a de saber se os padrões de integração cerebrais observados são idênticamente aditivos, no primeiro caso, e de média, no segundo. A resposta é a de que são largamente aditivos em ambos os casos, em particular quando a estimulação visou directamente os hemisférios preferenciais.

Esta aditividade permite conjecturar, no caso das faces exprimindo a mesma emoção, uma relação directa entre a dinâmica da activação cortical subjacente e os *ratings* fornecidos pelos participantes, que encontra ainda outros argumentos na correspondência entre o aumento da ERD associado à estimulação directa do hemisfério preferencial para uma dada emoção e o aumento da magnitude global dos *ratings* nessa condição de estimulação (resultados assinalados para o Medo e a Cólera nos pares com a mesma emoção: cf. Figura 23). Do ponto de vista da TII, que admite a integração da informação numa resposta implícita *r*, depois expressa por uma função de resposta num comportamento observável *R*, este desenho integrativo com registo simultâneo de respostas comportamentais (*R_ratings*) e da resposta cerebral implícita (*r_activação cortical*) parece abrir uma janela promissora para a caracterização do laço psicofisiológico entre o julgamento de intensidade emocional e a dinâmica cortical subjacente. Entretanto, esta possibilidade deve ser naturalmente considerada com cautela (ainda que, no caso dos pares de faces da mesma emoção, haja correspondência

no padrão integrativo). Uma das incertezas que permanece é a de saber quais as regiões corticais que contribuem para a expressão de julgamentos de integração pelos participantes, o que torna difícil, neste estágio, ir além da constatação de uma regra de integração de informação emocional predominantemente isomorfa em vigor nos *ratings* e na dinâmica cortical. Do ponto de vista da TII, estes resultados contribuem, no entanto, com a ilustração de que a resposta implícita *r* pode frequentemente corresponder, não a uma entidade localizável e sim a uma dinâmica distribuída. Que o *r* deva conceber-se aqui, preferencialmente ao nível da rede completa de activações cerebrais é de resto sugerido pela evidência apresentada acima sobre a colaboração inter-hemisférica, e em particular pelo que sucede com os pares de emoções diferentes.

Com efeito, nos pares compostos por faces de emoções diversas verifica-se um desacordo entre a regra de integração nos *ratings*, de média, e aquela encontrada na maioria das regiões corticais, em particular nos casos de estimulação directa das regiões preferenciais, aditiva. As integrações observadas em cada região cortical monitorizada não podem assim fornecer a base dos julgamentos que implementam a regra de média, salientando a necessidade de conceber o *r* como uma representação distribuída, envolvendo articulações mais amplas entre hemisférios e regiões cerebrais.

A abordagem metodológica adoptada nesta 2ª Fase Experimental permitiu assim reforçar virtualmente todas as conclusões retiradas na 1ª Fase, agora no quadro de uma tarefa de integração em que o acento recaiu sobre a organização do processamento conjunto de informações emocionais e já não exclusivamente nos processos de lateralização. Possibilitou adicionalmente as primeiras evidências analíticas sobre a correspondência entre as regras de combinação de informação emocional aparentes na produção de julgamentos integrados de intensidade e nas dinâmicas corticais subjacentes, que ilustraram um largo predomínio de modelos de tipo aditivo (modelo aditivo propriamente dito e modelo de média de pesos iguais). Algumas das consequências, do ponto de vista da Medida Funcional (Anderson, 1981; 1982), do predomínio de combinações de tipo aditivo ao nível tanto dos julgamentos como da activação cortical serão extraídas na 3ª Fase Experimental desta dissertação.

CAPÍTULO III – 3ª FASE EXPERIMENTAL

O presente Capítulo corresponde à terceira fase experimental prevista no projecto. Tem como objectivo fundamental o estudo da integração inter-hemisférica de informação emocional apresentada simultaneamente a cada um dos hemisférios por estimulação selectiva bilateral com faces emocionadas. Prolonga assim o estudo da organização cerebral já iniciado na 2ª Fase Experimental, interessando-se pela eventual emergência, no quadro global desta organização, de efeitos de lateralização hemisférica associados ao processamento de diferentes categorias emocionais e suas intensidades. Situando-se no prolongamento das duas fases experimentais anteriores, tem ainda por objectivo contribuir com novos dados para a avaliação da consistência das hipóteses sugeridas, com base nos resultados anteriores, quanto à organização neural do processamento da informação emocional.

I- MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRA

A amostra foi constituída por 30 estudantes (20 do género feminino e 10 do género masculino), com idade média de 21 ± 1.7 anos, todos participantes voluntários na experiência. Tal como nas experiências anteriores, todos os participantes eram destros e apresentavam visão normal ou corrigida para o normal. Do ponto de vista clínico, todos eram saudáveis, não possuindo história de distúrbios psiquiátricos ou neurológicos e não se encontrando sob o efeito de qualquer fármaco.

ESTÍMULOS E DESENHO EXPERIMENTAL

Os estímulos utilizados envolveram as mesmas faces e combinações de faces empregues na fase anterior (cf. Capítulo 2 da Parte II: “Estímulos e Desenho Experimental”). A diferença residiu no modo de composição espacial dos pares de faces (que envolveram, tal como anteriormente, a expressão duma mesma emoção ou de emoções diferentes). No caso vertente, cada uma das faces foi colocada de cada um dos lados do *slide* de estimulação. Para que esta estimulação bilateral fosse selectiva para cada hemisfério, a distância entre o ponto de fixação, situado no centro do ecrã, e o bordo interior de cada fotografia foi equivalente a 5° de ângulo visual (respeitando a recomendação de um ângulo superior a 3° de ângulo visual, cf. Bourne, 2006) encontrando-se assim os 2 bordos interiores separados por 10° de ângulo visual (calculado em função da distância a que foram sentados os observadores: 50 cm) (cf. A Figura 34). Todos os pares de estímulos foram construídos em duas versões, com as faces emocionais colocadas alternadamente à esquerda e à direita do ponto de fixação. A extensão ocupada por cada estímulo no ecrã foi de 161 × 222 pixéis, para uma resolução do ecrã de 1024 x 768 pixéis. O conjunto dos estímulos cobriu assim as combinações factoriais dos níveis de intensidade das emoções tomadas duas a duas e do campo visual – 3 (intensidades da emoção 1) × 3 (intensidades da emoção 2) × 2 (campos visuais).

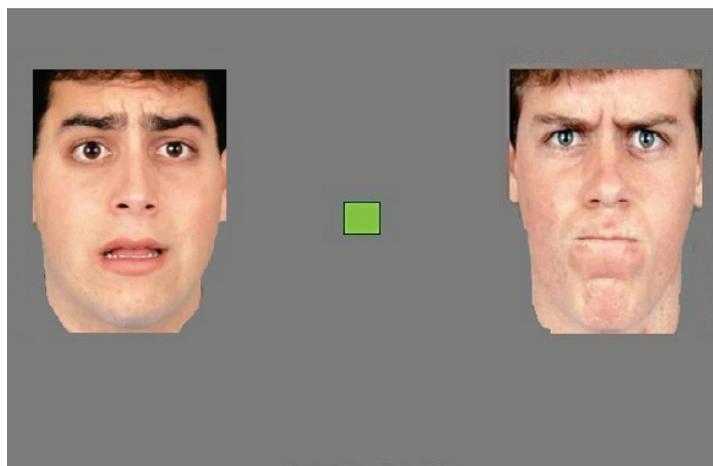


Figura 34. Exemplo da estrutura dos estímulos visuais utilizados.

PROCEDIMENTO

O procedimento seguido foi o mesmo da 2ª Fase Experimental, incluindo a duração de 1000 ms fixada às apresentações. Tal como na fase anterior, os observadores avaliaram a intensidade afectiva global de cada par de faces numa escala gráfica variando de 0 (intensidade mínima) a 40 (intensidade máxima) e foram instruídos a manter os olhos no ponto de fixação como forma de garantir a implementação da técnica do campo visual dividido.

A experiência foi composta por um bloco único de estímulos contendo todas as combinações de emoções duas a duas (Cólera-Alegria; Medo-Alegria; Medo-Cólera). Cada emparelhamento de emoções constituiu um desenho factorial de 3 (emoção 1) × 3 (emoção 2) × 2 (campo visual). Foram também apresentados estímulos compostos por pares de faces da mesma categoria emocional nas diferentes intensidades consideradas, de tal forma que cada emoção se associou também a um desenho factorial 3 × 3 suplementar. Diferentemente do que sucedeu na fase anterior, no entanto, não foram adicionados os subdesenhos de um factor (que corresponderiam a pares de faces com uma face neutra). No total a experiência compôs-se de um total de 81 ensaios aleatorizados.

MEDIDAS CENTRAIS – EEG – E ANÁLISE DOS BIOPOTENCIAIS

Aplica-se integralmente a caracterização das medidas centrais utilizadas e dos procedimentos de recolha e análise de biopotencias descritos na fase anterior (cf. a rubrica *Medidas Centrais – EEG – e Análise dos Biopotenciais* no Capítulo 2 da Parte II.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Tal como na 2ª Fase Experimental (cf. a rubrica *Tratamento Estatístico* no Capítulo 2 da Parte II).

VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS E ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DE FACES DA MESMA EMOÇÃO

Na Figura 35 apresentam-se os gráficos factoriais relativos aos *ratings* obtidos para estímulos compostos por pares de faces da mesma categoria emocional.

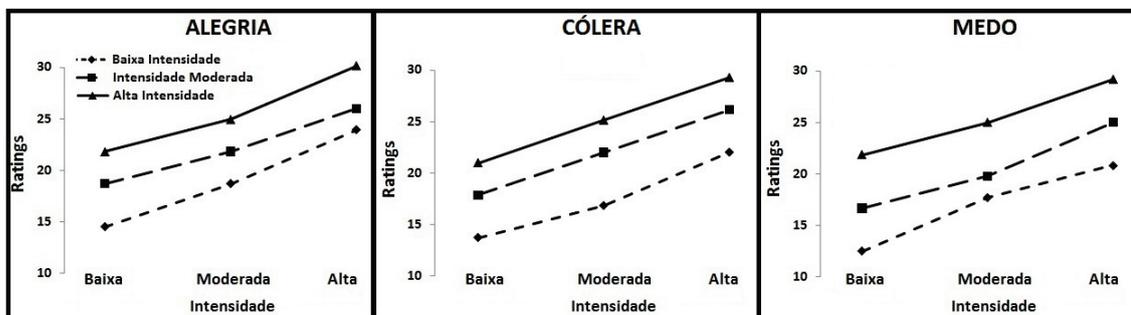


Figura 35. Classificações (*ratings*) médias para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).

Os padrões observados exibem propriedades de quase-parallelismo, aspecto suportado pela ausência de interações estatisticamente significativas. Com efeito, em todas as categorias emocionais registaram-se efeitos significativos dos dois factores e ausência de termos de interacção significativos. Alegria: $F(3.535, 102.507) = 0.14$, $p = .966$; Cólera: $F(3.044, 88.266) = 0.21$; $p = .930$; Medo: $F(2.726, 79.060) = 1.12$; $p = .347$. Este resultado indica uma integração de tipo aditivo da informação fornecida a cada hemisfério e, por conseguinte, uma cooperação inter-hemisférica no processamento da informação veiculada pelas duas faces em ordem à resposta. A existência desta regra aditiva abre caminho à quantificação, através de Medida Funcional (FM), do contributo relativo de cada hemisfério para a avaliação global fornecida pelo sujeitos (cf. Anderson, 1989), aspecto de que se tirará partido mais à frente.

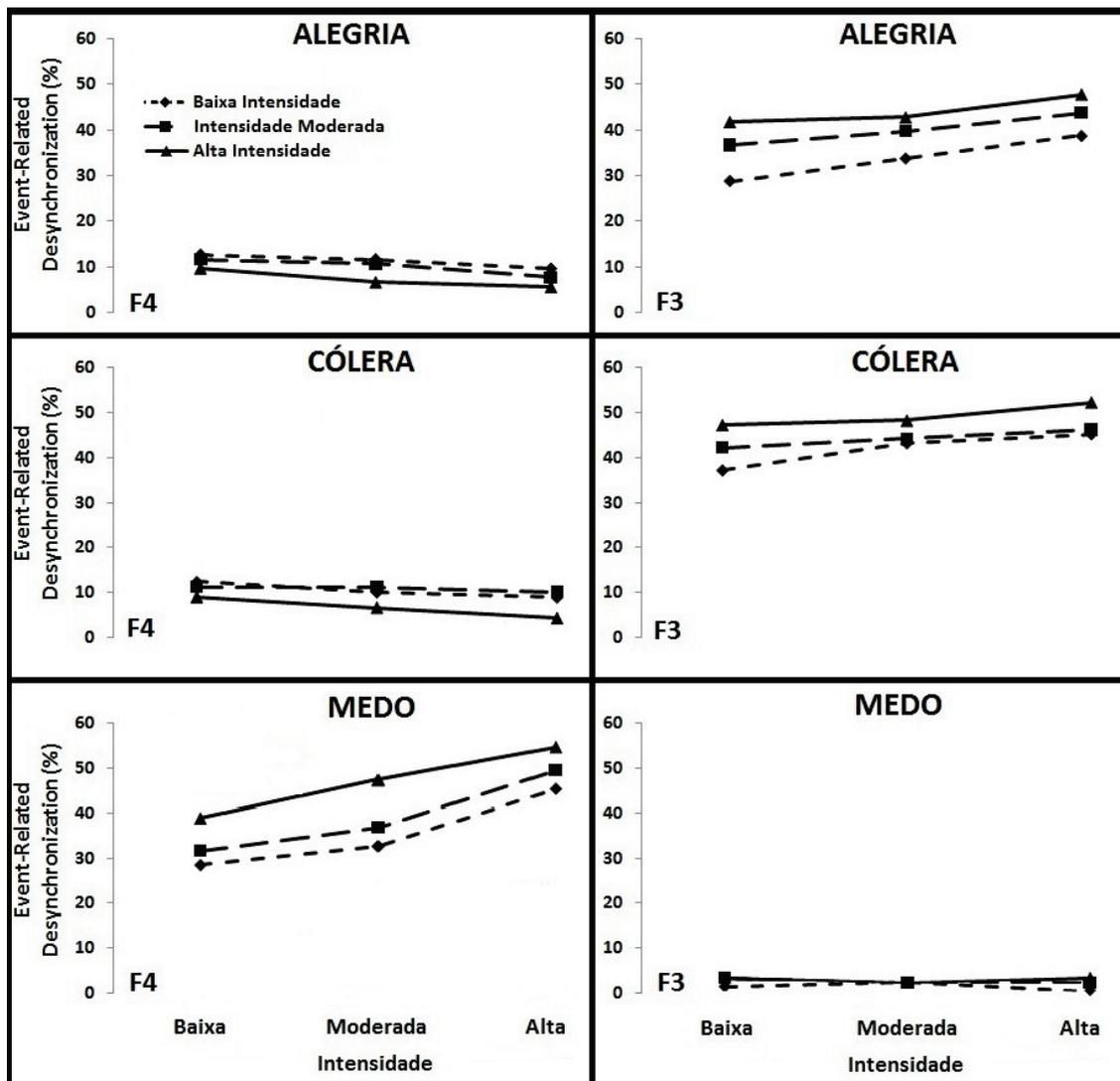


Figura 36. Níveis médios de ERD nos territórios corticais frontais (F4 e F3), para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).

Os resultados relativos aos padrões de activação cortical ao nível do lobo frontal, expressos na figura 36, foram consistentes com a proposta de lateralização hemisférica defendida por Davidson (2004). De facto, os valores de ERD foram significativamente maiores na derivação F3 (hemisfério esquerdo) para a Alegria, $F(1,29) = 296.55$, $p < 0.001$, e para a Cólera, $F(1,29) = 357.63$, $p < 0.001$. O oposto foi observado para o Medo, o qual se associou a maior activação cortical na derivação F4, $F(1,29) = 292.83$, $p < .001$. Considerando ainda os padrões factoriais do EEG no lobo frontal, pode observar-se igualmente um perfil de quase-parallelismo no hemisfério correspondente à lateralização preferencial para cada categoria emocional (derivação F3 para a Alegria e

Cólera; derivação F4 para o Medo), aspecto suportado estatisticamente pela verificação de efeitos principais significativos de ambos os factores e ausência de termos de interacção significativos – Medo em F4: $F(3.436,99.650) = 0.39$; $p = .782$; Cólera em F3: $F(3.570,103.540) = 0.32$; $p = .864$; Alegria em F3: $F(3.404,98.718) = 0.39$; $p = .782$.

De referir ainda a existência de efeitos principais também em F4 (hemisfério não preferencial) para as faces exprimindo Alegria e Cólera, com ausência de termos de interacção significativos (respectivamente, $F(3.265,94.688) = 0.59$; $p = .670$; $F(3.179,92.186) = 0.92$; $p = .454$), associados a um perfil factorial também ele sugestivo de quase-paralelismo (Figura 35, coluna da esquerda, painéis superior e médio). No entanto, as intensidades destas duas emoções apresentam agora um funcionamento invertido em F4 (maiores intensidades resultam em menor activação cortical).

No seu conjunto, os resultados relativos à ERD nos territórios frontais são assim também eles sugestivos de uma cooperação inter-hemisférica, em linha com o observado na análise dos *ratings*. Quanto ao funcionamento inverso das intensidades de Cólera e Alegria, uma possibilidade é a de que esta inversão assinala algum grau de competição inter-hemisférica no caso destas duas emoções, com uma redução da activação cortical frontal no hemisfério direito em função de um incremento na activação cortical frontal no hemisfério esquerdo.

A figura seguinte (Figura 37) apresenta os gráficos factoriais relativos aos dados do EEG nas derivações temporais, obtidos para estímulos compostos por pares de faces da mesma categoria emocional. Os padrões de activação no lobo temporal revelaram uma activação dominante no Hemisfério Direito para todas as categorias emocionais, com T4 a registar valores de ERD mais elevados do que T3 para a Alegria ($F(1,29) = 10.65$; $p = .003$), Medo ($F(1,29) = 477.91$; $p < .001$) e Cólera ($F(1,29) = 16.83$; $p < .001$). Nos pares de faces de Alegria e de Cólera, contudo, observou-se um funcionamento inverso dos níveis de intensidade, com maior activação nas intensidades baixa e intermédia. No caso do Medo o padrão factorial foi compatível com um perfil do tipo aditivo, sem interacções significativas, $F(4,116) = 0.08$; $p = .986$, e semelhante ao registado no lobo frontal (cf. Figura 36, coluna da esquerda, painel inferior). Também na Alegria, onde se registam efeitos principais significativos, não se encontraram interacções significativas, $F(4,116) = 0.74$; $p = .562$. No caso da Cólera, cujo perfil gráfico apresenta um afastamento sensível ao paralelismo (Figura 37, coluna esquerda, painel do meio) o

termo de interacção apenas se aproximou, apesar disso, da significância estatística, sem atingir o critério $\leq .05$, $F(2.623,76.072) = 2.58$; $p = .067$.

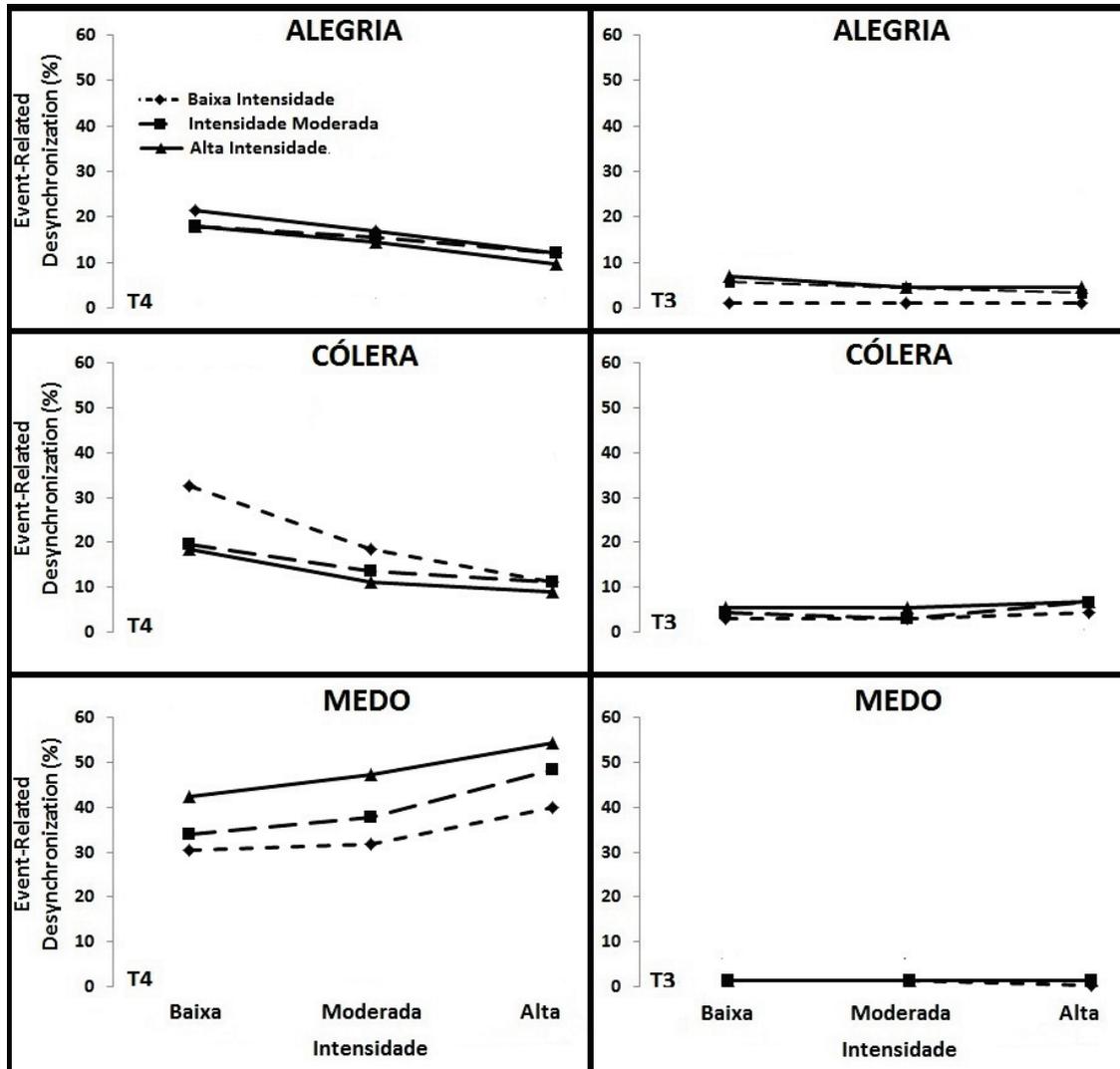


Figura 37. Níveis médios de ERD nos territórios corticais temporais (T4 e T3), para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).

Quanto ao perfil de activação no lobo parietal (cf. Figura 38) para estímulos compostos por faces da mesma categoria emocional, encontrou-se uma maior activação em P4 (lobo parietal do Hemisfério Direito) para a Cólera, $F(1,29) = 80.03$; $p < .001$, e para o Medo, $F(1,29) = 570.66$; $p < .001$, e em P3 para a Alegria, $F(1,29) = 315.71$; $p < .001$. Os padrões factoriais de activação cortical no lobo parietal foram semelhantes aos verificados no lobo frontal, embora em termos de lateralização tenham surgido

diferenças, em particular no que concerne à Cólera, com uma lateralização preferencial no lobo parietal do Hemisfério Direito. Este aspecto converge com a teoria de lateralização hemisférica da valência, dada a activação preferencial do córtex parietal direito para a Cólera e o Medo (emoções negativas) e do córtex parietal esquerdo para a Alegria (emoção positiva). Os padrões factoriais identificados nas derivações preferenciais para cada categoria emocional (P4 para a Cólera e Medo; P3 para a Alegria) revelaram um padrão de quase-parallelismo, suportado estatisticamente pela ausência de interações significativas.

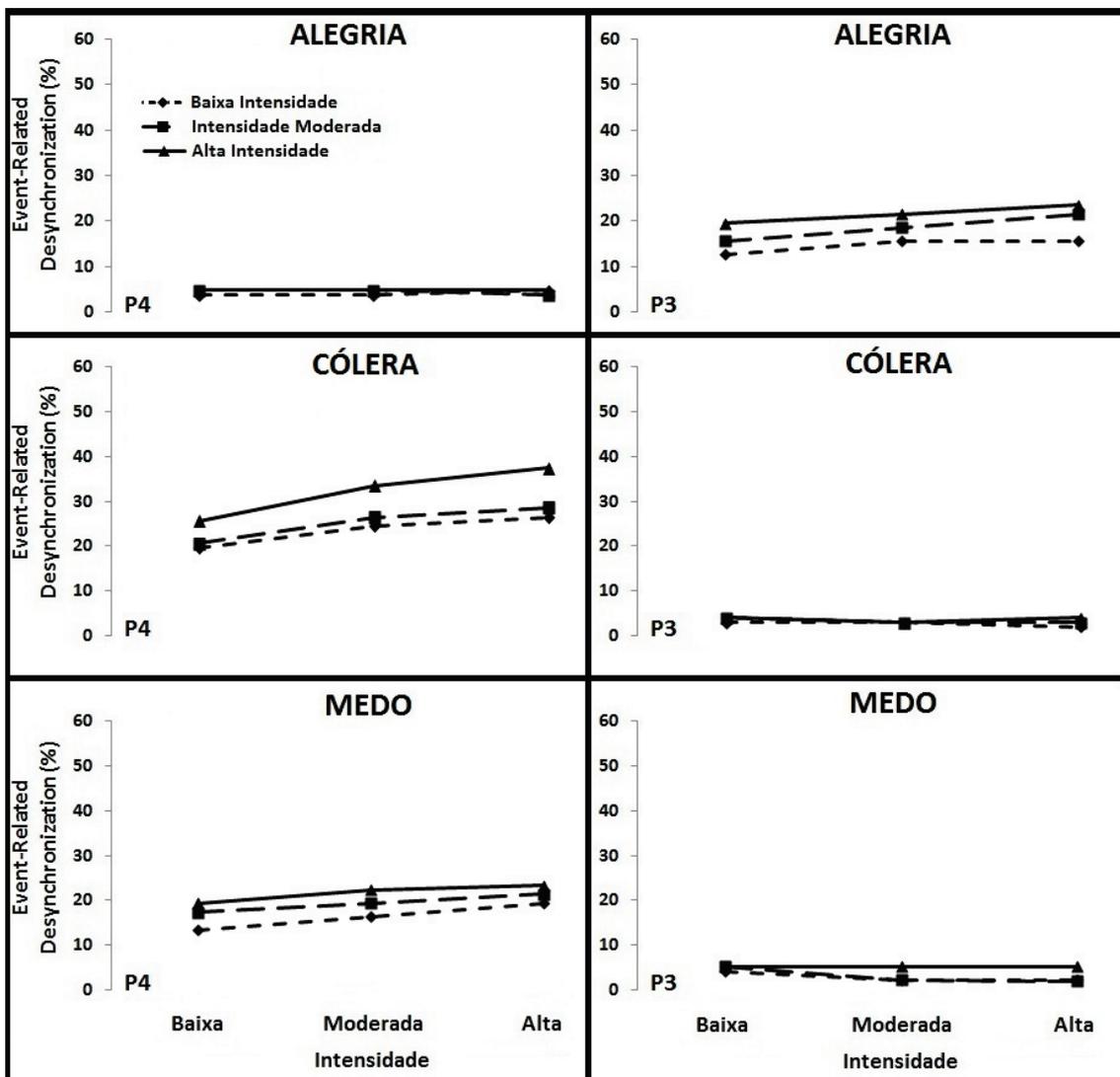


Figura 38. Níveis médios de ERD nos territórios corticais parietais (P4 e P3), para pares de faces exprimindo a mesma emoção (Alegria, Cólera e Medo) nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa).

Em termos globais, os resultados indicam claramente a existência de uma rede cortical complexa de estruturas envolvidas no processamento de informação emocional veiculada pela face, com estruturas comuns a suportar o processamento cortical de diferentes categorias emocionais. Por outro lado, deixam igualmente clara a importância da intensidade das emoções na modulação das respostas de cada uma das estruturas corticais monitorizadas, sendo de assinalar um papel aparente do lobo temporal direito (T4) no processamento de expressões faciais com menor intensidade expressiva, particularmente no caso da Alegria e da Cólera. O perfil de integração de tipo aditivo observado na larga maioria dos casos, especialmente se considerarmos os hemisférios com activação preferencial, é uma indicação clara de colaboração inter-hemisférica, incluindo também algumas sugestões de que esta colaboração possa por vezes assumir a forma de uma competição por recursos (com uma correlação negativa entre o funcionamento das intensidades de uma emoção num e noutra hemisfério: casos da Cólera e da Alegria nos territórios frontais e temporais).

VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS E ACTIVAÇÃO CORTICAL PARA PARES DE FACES EXPRESSANDO EMOÇÕES DIFERENTES

A figura 39 apresenta os gráficos factoriais relativos aos *ratings* obtidos para estímulos compostos por pares de faces de categorias emocionais diferentes, nas diversas combinações implementadas, e em função do lado de apresentação de cada uma das expressões faciais de emoção. Na coluna da esquerda, as emoções em abcissa, identificadas no topo de cada painel, foram apresentadas no hemicampo visual esquerdo; na coluna da direita, essas mesmas emoções foram apresentadas no hemicampo visual direito. O recíproco é verdade para as emoções utilizadas como parâmetros de curva, identificadas na caixa de texto – na coluna da esquerda foram apresentadas no CVD, na coluna da direita no CVE. À semelhança dos resultados anteriores (*vide* figura 35), os dados relativos aos *ratings* revelaram um padrão de quase-parallelismo em todas as condições consideradas, suportado estatisticamente pela ausência de interações significativas. Deste modo, evidenciam relações de cooperação inter-hemisférica alicerçadas numa regra aditiva para emoções não apenas distintas, como associadas a distintos padrões de lateralização.

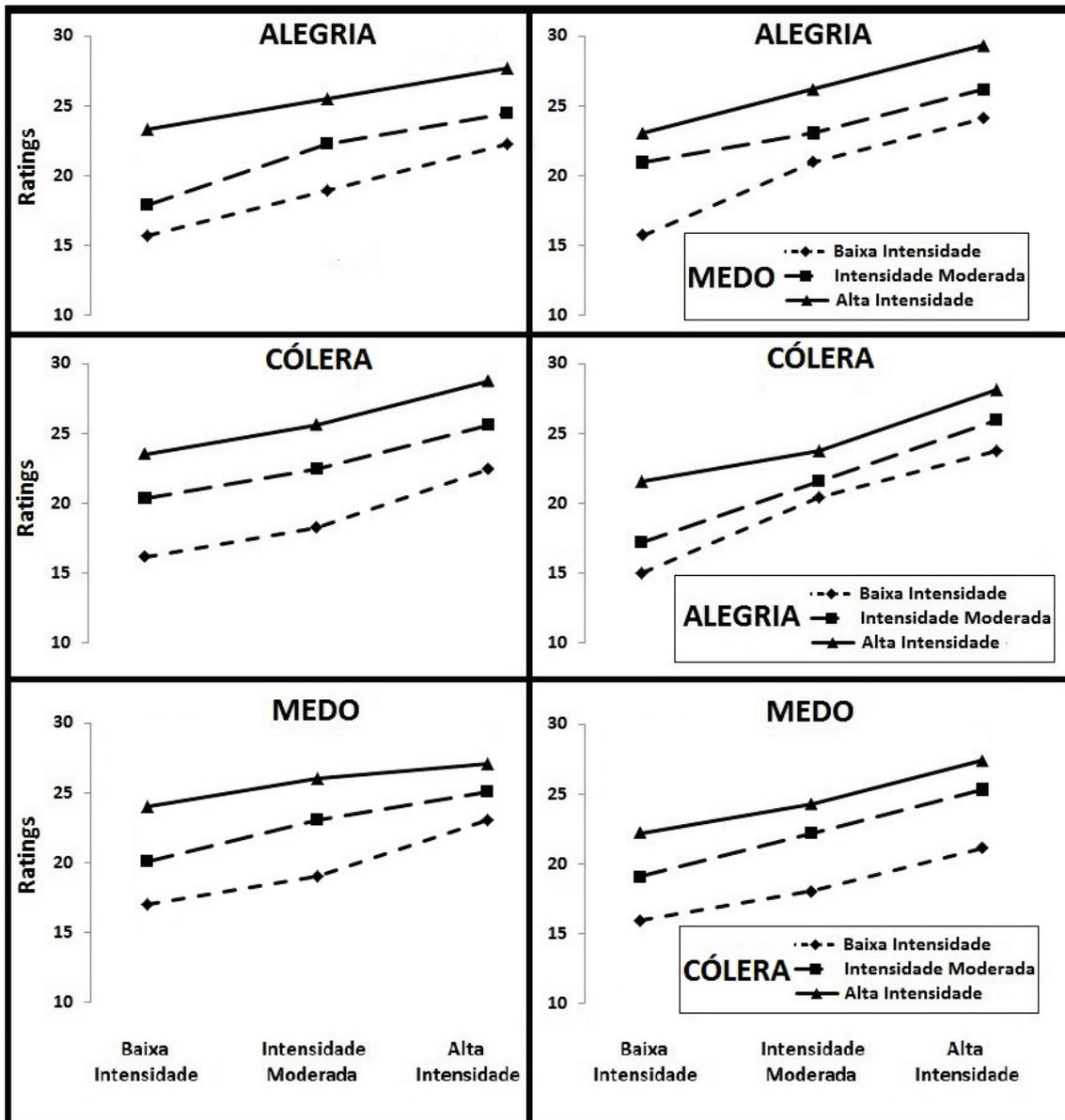


Figura 39. Classificações (*ratings*) médios para pares de faces exprimindo emoções diferentes nos três níveis de intensidade (alta, moderada e baixa). A emoção identificada na caixa de texto corresponde ao factor utilizado como parâmetro da curva. *Coluna da esquerda*: Emoções em abcissa apresentadas no CVE (emoções na caixa apresentadas no CVD); *Coluna da direita*: Emoções em abcissa apresentadas no CVD (emoções na caixa apresentadas no CVE).

Na combinação de faces de Alegria e Medo, os valores foram globalmente superiores para a disposição Medo (CVE) – Alegria (CVD) face à mesma combinação com disposição espacial simétrica, $F(1,29) = 7.15$; $p = .012$, sendo a primeira configuração a que corresponde ao perfil de estimulação preferencial das duas emoções representadas (Medo – CVE – Hemisfério Direito; Alegria – CVD – Hemisfério Esquerdo). Relativamente às combinações envolvendo faces de Alegria e Cólera, não se

encontraram diferenças significativas entre as duas configurações em termos de disposição da categoria emocional por campo visual, $F(1,29) = 0.35$; $p = .554$. Resultado semelhante foi encontrado para as combinações envolvendo faces de Medo e Cólera, $F(1,29) = 2.73$; $p = .109$.

Quanto aos padrões de activação cortical para as três combinações de faces implementadas experimentalmente, apresentam-se de seguida os resultados discriminados por pares de emoções.

Par Alegria-Medo

Relativamente à activação cortical produzida pelos estímulos compostos por pares de faces expressando Alegria e Medo, nas duas configurações espaciais definidas (Alegria-Medo e Medo-Alegria, cf. Figura 40), observam-se algumas sugestões de competição inter-hemisférica.

Estas sugestões consistem não apenas na inversão do sentido de funcionamento das intensidades entre os hemisférios (observável para o Medo, com efeitos positivos na activação do hemisfério direito e negativos na activação do hemisfério esquerdo), como no efeito particular dos níveis de intensidade alta da Alegria (Figura 40, coluna da direita, linhas superior e inferior), quando a apresentação de ambas as emoções foi consistente com a sua lateralização hemisférica preferencial (Medo em CVE-Alegria em CVD, de acordo com as previsões de Davidson, 2004). Com efeito, na condição de intensidade alta da Alegria as intensidades do Medo virtualmente não produzem efeitos de desactivação em F3 e P3, contrariamente ao que sucede nas intensidades moderada e baixa de Alegria. É este efeito particular do nível mais alto de intensidade da Alegria que explica as interacções significativas Alegria \times Medo registadas em F3, $F(2.590,75.118) = 6.38$, $p < 0.001$, e em P3, $F(1.491,43.253) = 668.19$, $p < 0.001$, na condição Medo (CVE)-Alegria (CVD). Este aspecto oferece mais uma confirmação independente da validade do modelo de lateralização hemisférica segundo as dimensões de aproximação-afastamento preconizado por Davidson (2004), estendo-o inclusivamente dos territórios frontais, para os quais foi proposto, aos territórios parietais. No lobo temporal verificou-se uma activação predominante em T4, com um funcionamento inverso das intensidades de Alegria.

Em termos globais, verificou-se uma activação significativamente mais pronunciada em todos os territórios corticais quando cada emoção apresentada estimulou o seu hemisfério preferencial, ou seja, quando a face de Medo foi colocada no campo visual esquerdo e a de Alegria foi canalizada pela hemiretina nasal do olho direito. Esta observação é consistente com a verificação anterior de valores de *ratings* mais elevados, no caso do par Alegria-Medo, na condição Medo (CVE)-Alegria (CVD) (cf. Figura 39 e comentários), podendo assim conjecturar-se que esta distribuição das activações corticais possa encontrar-se subjacente às avaliações fornecidas pelos participantes.

Considerando agora o tipo de padrões factoriais, observam-se nos gráficos propriedades de quase-parallelismo, suportadas pela presença de efeitos principais dos dois factores e ausência de interacções significativas nas derivações F4, T4 e P4 em qualquer das modalidades de apresentação, e em F3, na modalidade Alegria (CVE)-Medo(CVD).

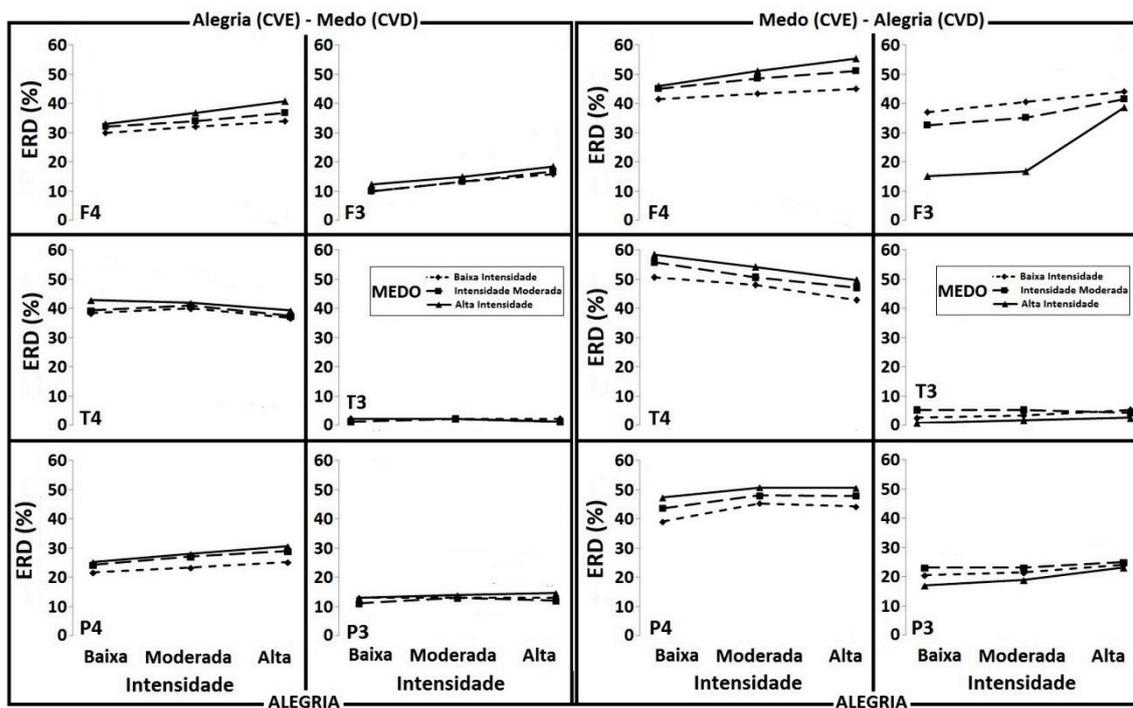


Figura 40. Gráficos factoriais dos ERD da banda- α no Hemisfério Direito (F4, T4 e P4) e Esquerdo (F3, T3 e P3) para estímulos compostos por pares de faces exprimindo Alegria e Medo. *Colunas da Esquerda*: ERD para o par Alegria (CVE - campo visual esquerdo) - Medo (CVD - campo visual direito); *Colunas da Direita*: ERD para o par Alegria (CVD - campo visual direito) - Medo (CVE - campo visual esquerdo); O factor Medo foi utilizado como parâmetro da curva nos dois formatos de apresentação.

Par Cólera-Alegria

A activação cortical resultante da apresentação de pares de faces exprimindo Cólera e Alegria encontra-se resumida, separadamente para cada uma das configurações de apresentação (Cólera à esquerda-Alegria à direita e vice-versa), na Figura 41. De um ponto de vista global, destaca-se uma activação significativamente maior em todos os territórios corticais quando a Cólera é disposta no campo visual esquerdo (hemisfério direito) e a Alegria no campo visual direito (hemisfério esquerdo), com excepção da ERD em F4, que não apresentou diferenças estatisticamente significativas nas duas condições, $F(1,29) = 0.10, p = .754$. Esta observação suporta uma vez mais as previsões do modelo de lateralização hemisférica segundo as dimensões de aproximação-afastamento (Davidson, 2004), relativas aos territórios frontais. Na região temporal, a activação localizou-se preferencialmente em T4, com um funcionamento inverso das intensidades. Tomados no seu conjunto, os resultados expressam de forma clara a contribuição conjunta de ambos os hemisférios cerebrais para o processamento e integração destas expressões faciais da emoção.

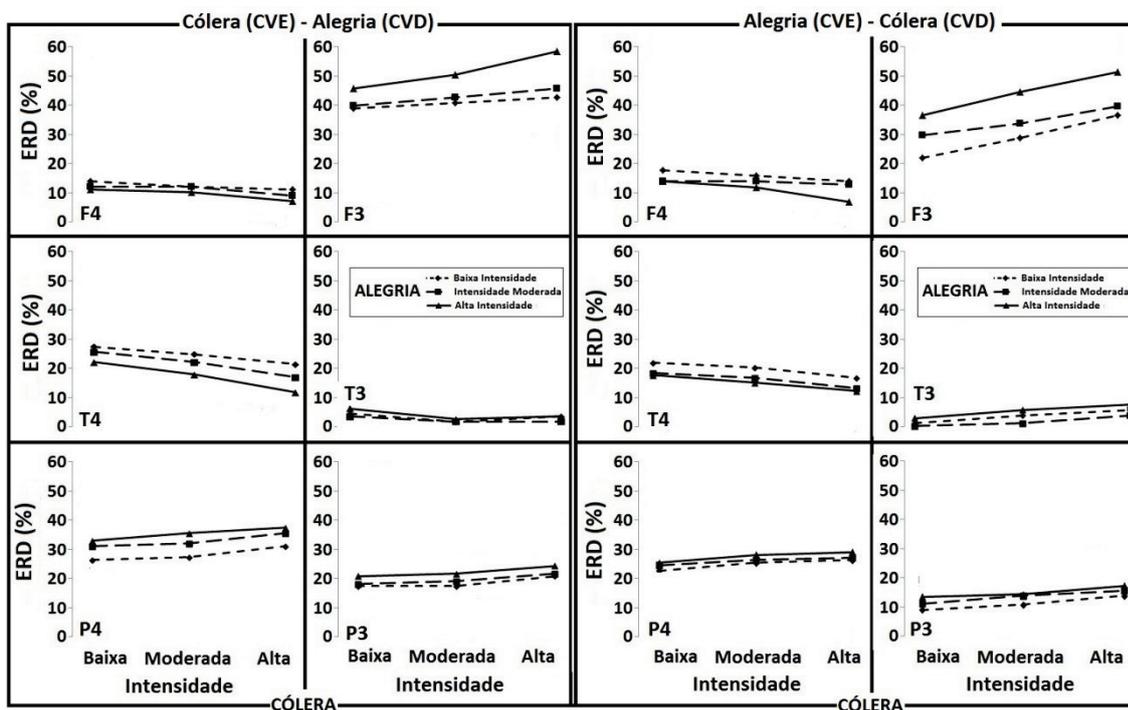


Figura 41. Gráficos factoriais dos ERD da banda- α no Hemisfério Direito (F4, T4 e P4) e Esquerdo (F3, T3 e P3) para estímulos compostos por pares de faces exprimindo Cólera e Alegria. *Colunas da Esquerda*: ERD para o par Cólera (CVE - campo visual esquerdo) - Alegria (CVD - campo visual direito); *Colunas da Direita*: ERD para o par Cólera (CVD - campo visual direito) - Alegria (CVE - campo visual esquerdo); O factor Alegria foi utilizado como parâmetro da curva nos dois formatos de apresentação.

Em termos factoriais, documentou-se um padrão gráfico de quase-parallelismo, suportado pela presença de efeitos principais dos factores e a ausência de interacções

significativas nas derivações F4 e T4, nas duas modalidades de apresentação, e em F3, P3 e P4, na modalidade de apresentação Alegria (CVE)-Cólera(CVD).

Par Medo-Cólera

A figura 42 representa os resultados relativos à activação cortical produzida por estímulos compostos por pares de faces de Medo e Cólera, nas duas configurações de apresentação (Cólera à esquerda-Medo à direita e vice-versa). Em termos factoriais, documentou-se um padrão gráfico de quase-parallelismo, suportado pela presença de efeitos principais dos dois factores e ausência de termos de interacção significativos nas derivações F4 e F3, na modalidade de apresentação Cólera (CVE)-Medo(CVD). À semelhança do observado no par Alegria-Medo, os padrões de activação cortical frontal e parietal apresentam sugestões de competição inter-hemisférica, consistindo não apenas na inversão do sentido de funcionamento dos níveis de intensidade (observável na Cólera em F4, T4 e P4 na condição Medo(CVE)-Cólera(CVD)), como no efeito particular dos níveis de intensidade alta do Medo quando a apresentação de ambas as emoções foi consistente com a sua lateralização hemisférica preferencial (Medo em CVE-Cólera em CVD, de acordo com as previsões de Davidson, 2004). Com efeito, diferentemente do que sucede nas intensidades moderada e baixa do Medo, na sua intensidade de expressão mais alta os efeitos de desactivação da Cólera no hemisfério direito deixam de se exercer (cf. Figura 42, F4 e P4 na coluna da esquerda). Este facto é assinalado pelo registo de uma interacção significativa Medo × Cólera em P4, na configuração Medo (CVE) -Cólera (CVD), $F(1.203,34.892) = 315.87, p < 0.001$. Quanto a F4, apesar de observável um claro afastamento gráfico à linearidade nessa mesma configuração de apresentação, o efeito da intensidade alta do Medo não chegou a marcar-se num termo de interacção significativo.

Do ponto de vista de activação hemisférica, verificou-se uma activação bi-lateral ao nível frontal, compatível com as previsões do modelo de aproximação-afastamento (Davidson, 2004), exprimindo a activação em F4 o contributo do Medo, e a activação em F3 a resposta cortical à Cólera. Na condição de apresentação Medo à esquerda-Cólera à direita (correspondendo à activação dos hemisférios preferenciais) não se registaram diferenças entre os níveis de activação em F4 e F3, $F(1,29) = 1.01; p = .322$. Na condição de apresentação simétrica F3 apresenta uma activação significativamente

superior à de F4, $F(1,29) = 722.42$; $p < .001$. Este resultado revela uma maior importância do acesso directo ao hemisfério preferencial no caso do Medo, cuja capacidade de activação em F4 é fortemente afectada pela lateralidade da estimulação.

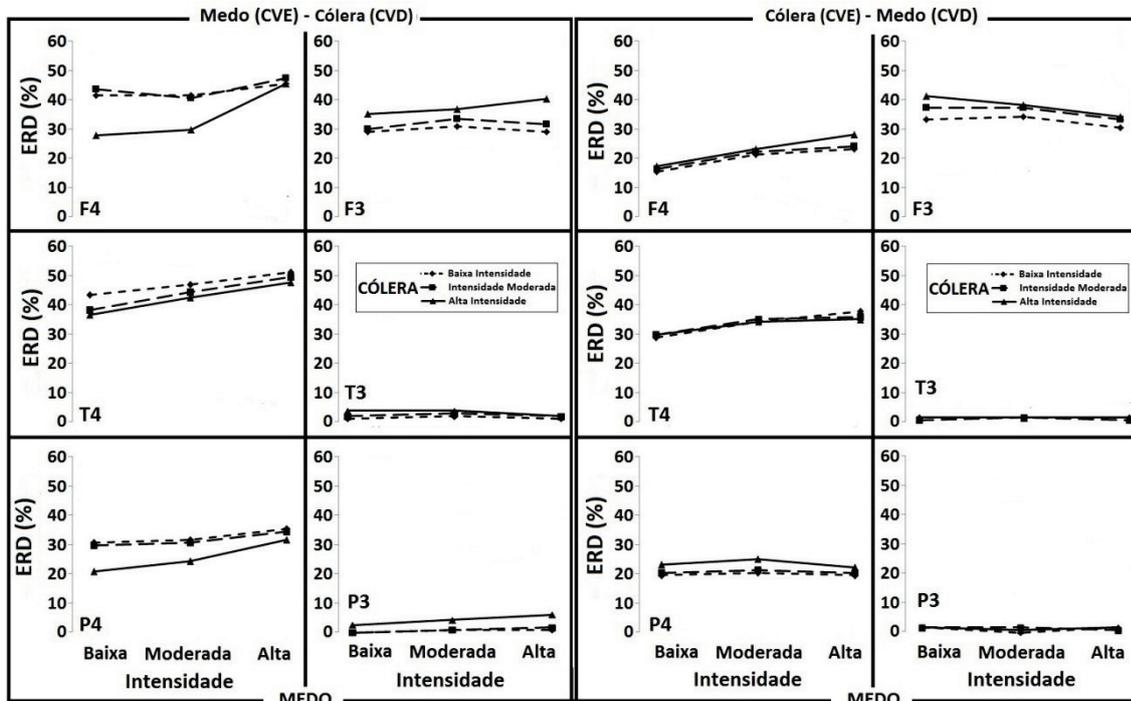


Figura 42. Gráficos factoriais dos ERD da banda- α no Hemisfério Direito (F4, T4 e P4) e Esquerdo (F3, T3 e P3) para estímulos compostos por pares de faces exprimindo Medo e Cólera. *Colunas da Esquerda*: ERD para o par Medo (CVE - campo visual esquerdo) - Cólera (CVD - campo visual direito); *Colunas da Direita*: ERD para o par Medo (CVD - campo visual direito) - Cólera (CVE - campo visual esquerdo); O factor Cólera foi utilizado como parâmetro da curva nos dois formatos de apresentação.

Nos restantes territórios corticais (lobos temporal e parietal), a activação localizou-se predominantemente no hemisfério direito (T4 e P4), independentemente da configuração de apresentação, e com magnitude superior na apresentação Medo(CVE)-Cólera(CVD) do que na modalidade de apresentação simétrica tanto em T4, $F(1,29) = 266.26$; $p < .001$, como em P4, $F(1,29) = 56.54$; $p < .001$, sendo a activação em P3 e T3 residual em todos os casos. Este resultado é compatível com uma marcação diferenciada do eixo comportamental de aproximação-afastamento nos territórios frontais, nos quais a Cólera e o Medo apresentam tendências de lateralização hemisférica opostas, e de um eixo de valência positivo-negativo em territórios posteriores, nos quais tanto a Cólera

como o Medo apresentam uma tendência de lateralização convergente no hemisfério direito.

Em termos globais, os resultados relativos aos pares de faces exprimindo Medo e Cólera traduziram assim um padrão de lateralização frontal compatível com o modelo de aproximação-afastamento (Davidson, 2004; Harmon-Jones et al., 2010), bem como um predomínio claro do hemisfério direito nas restantes regiões corticais avaliadas (lobo temporal e parietal), documentando de novo o papel da colaboração inter-hemisférica no processamento da informação emocional e um provável envolvimento de diferentes territórios corticais num mesmo hemisfério no processamento de diferentes dimensões da estimulação emocional (e.g. valência).

LATERALIZAÇÃO HEMISFÉRICA – MEDIDA FUNCIONAL

Como indicado anteriormente, a verificação frequente de modelos de integração aditivos, tanto ao nível dos *ratings* como das medidas de activação cortical, abre caminho a uma abordagem quantificada da organização cerebral, e da lateralização hemisférica como um dos seus aspectos particulares, através da Medida Funcional. Uma das possibilidades de quantificação oferecidas pelos modelos aditivos em determinadas condições é o cálculo de um índice funcional de importância relativa dos factores, o *Relative Range Index* (RRI).

As condições requeridas para o seu cálculo são as seguintes: (1) a amplitude de variação dos estímulos utilizados não é arbitrária, correspondendo à sua gama de variação máxima ou a uma gama de variação natural; (2) verifica-se um modelo de integração linear, como é o caso do aditivo; (3) a escala de resposta tem que ser linear, isto é, ter propriedades de intervalo (cf. Anderson, 1982, pp. 266-269). O primeiro requisito verifica-se genericamente neste caso, correspondendo a intensidade máxima das expressões utilizadas àquela identificada pelas bases como a máxima fornecida pelos sujeitos naquela emoção, e a intensidade mínima a um grau subtil de expressão, pelo que uma amplitude natural de variação das intensidades se pode considerar coberta. Os dois outros requisitos encontram-se interligados, na medida em que o estabelecimento gráfico e estatístico de um padrão de paralelismo corresponde à verificação simultânea

de um modelo de integração linear e da linearidade da escala de resposta utilizada (Anderson, 1981; 1982). Desse modo, onde o paralelismo foi verificado, encontram-se reunidas as condições para o cálculo legítimo do RRI, correspondendo à razão entre a amplitude de variação das respostas a um factor (a magnitude do efeito desse factor) sobre a amplitude de variação das respostas a outro factor (a magnitude do seu efeito), sendo a amplitude de variação das respostas, por sua vez, obtida através das implicações funcionais do “teorema do paralelismo” da TII (cf. Anderson, 1981; 1982, pp. 266-269).

A Tabela 1 resume os valores de RRI calculados para os padrões de respostas comportamentais (*ratings*) e de activação cortical derivada do EEG nos quais se verificaram os três requisitos. Considerando que cada estímulo é composto por duas expressões faciais, cada uma delas apresentada selectivamente a um hemisfério visual, optámos por calcular o RRI como a relação entre o campo visual esquerdo e o campo visual direito (o modo de cálculo simétrico nada alteraria obviamente às conclusões, que envolvem a importância relativa, e não absoluta, dos factores). Considerando que a sinalização através do campo visual esquerdo estimula o Hemisfério Direito, e que o Hemisfério Esquerdo é estimulado pela sinalização através do campo visual direito, um $RRI > 1$ indicará assim uma maior importância relativa do campo visual esquerdo (Hemisfério Direito), enquanto que valores de $RRI < 1$ traduzirão uma maior importância do campo visual direito (Hemisfério Esquerdo).

Como se verifica pela consulta da Tabela 1, uma maior importância global do campo visual esquerdo foi a regra, exceptuando-se apenas o par Alegria-Cólera em T4 ($RRI=0.9$) e P4 ($RRI=1.0$), e o par Medo-Medo nos ratings ($RRI=1.0$), nos quais não se verifica vantagem para qualquer um dos campos visuais. Estes dados indicam uma maior importância relativa da sinalização do Hemisfério Direito no processamento de faces emocionadas, tanto no que se refere às avaliações fornecidas pelos sujeitos como às respostas corticais que eventualmente lhe estão subjacentes.

Este aspecto da importância relativa deve ser cuidadosamente distinguido do aspecto lateralização preferencial, que se marca na magnitude global absoluta das respostas, enquanto que o RRI se refere aos efeitos produzidos pelas variações de intensidade. É para este efeito produzido pela variação de intensidades que se verifica assim uma importância prevalente dos contributos do hemisfério direito – o que pode considerar-se como uma versão específica e profundamente reformulada da hipótese de uma predominância global do hemisfério direito no processamento emocional, harmonizável

agora com outros quadros alternativos propostos para a compreensão dos efeitos de lateralização.

	RRI (estímulos congruentes)				RRI (estímulos incongruentes)				
	A-A	C-C	M-M	A-M	M-A	A-C	C-A	M-C	C-M
Ratings	1,3	1.1	1.0	1.8	1.5	1.8	1.3	2.1	2.2
F4	1.6	2.3	1.5	2.2	1.5	1.5	1.3	2.1	2.2
F3	1.9	1.9	1.8	1.9	-	1.3	-	-	1.4
T4	1.9	1.4	1.5	1.7	1.2	0.9	1.5	-	-
T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	-	2.1	1.7	1.9	1.4	1.0	-	-	-
P3	2.1	-	-	-	-	1.2	-	-	-

Tabela 1. *Relative Range Indexes* – RRI – médios dos efeitos do campo visual nas tarefas cognitivas.

Legenda: RRI – *Relative Range Index* estimado como a relação entre a amplitude das resposta para o campo visual esquerdo (Hemisfério Direito) e para o campo visual direito (Hemisfério Esquerdo). Os pares de letras correspondem à constituição de cada estímulo (A: Alegria; C: Cólera; M:Medo). A primeira letra corresponde à face apresentada ao campo visual esquerdo e a segunda letra à face apresentada ao campo visual direito.

O estudo da contribuição de cada hemisfério para o processamento emocional tem sido baseado, com poucas exceções, em tarefas que, pelo menos do ponto de vista ideal, envolvem apenas um hemisfério. Esta lógica de abordagem deixa de lado o problema da contribuição relativa de cada hemisfério em situações nas quais ambos os hemisférios são chamados a actuar conjuntamente – o que corresponde na realidade à larga maioria das situações encontradas quotidianamente, e portanto ao que poderíamos designar como a “ecologia” do funcionamento cerebral. Do ponto de vista anatómico, é sabido que os hemisférios são unidades intercomunicantes, com pontes neuronais profusas através do *corpus callosum*, tendo vários estudos recentes ilustrado vantagens comparativas da estimulação bilateral (envolvendo os dois hemisférios) sobre a estimulação selectiva de um só hemisfério em diversas tarefas, inclusive no processamento de faces emocionadas (Hasbrooke & Chiarello, 1998; Mohr, Pulvermüller, Cohen & Rockstroh, 2000; de Gelder, Pourtois, Raamsdonk, Vroomen & Weiskrantz, 2001; Mohr et al., 2002; Schweinberger et al., 2003; Tamietto et al., 2006; Vuilleumier & Pourtois, 2007; Tamietto & de Gelder, 2008). Neste sentido, tanto ou mais importante do que estabelecer assimetrias funcionais de base hemisférica, é esclarecer a natureza e regras do seu funcionamento conjunto. Esta Terceira Fase Experimental colocou directamente o problema da acção conjunta dos dois hemisférios, recorrendo a uma técnica de estimulação selectiva bilateral com faces emocionadas (podendo exprimir a mesma ou diferentes emoções) combinada com tarefas de integração de informação que requerem a utilização conjunta da informação fornecida selectivamente a cada hemisfério para a produção de uma resposta (Anderson, 1989). Ao manipular independentemente a informação emocional em cada hemisfério (níveis de intensidade de uma dada emoção), esta tarefa permite na realidade tomar cada um dos hemisférios como um factor num desenho experimental ortogonal.

RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS

À semelhança do verificado na 2ª Fase, todos os padrões de integração obtidos a partir dos *ratings* foram de tipo aditivo, tanto no caso em que os pares de faces exprimiam a mesma emoção como emoções diferentes. A observação deste padrão, resultante da combinação da informação fornecida separadamente aos dois hemisférios, demonstra a existência de uma integração por adição ou por média de pesos iguais a operar através dos hemisférios (Anderson, 1989) – isto é, de uma forma de colaboração concertada entre os hemisférios. Dado que, nesta fase experimental, não foram utilizados subdesenhos (incluindo uma face neutra no par) não é possível esclarecer qual das operações em concreto – adição ou média – subjaz aos padrões observados. No entanto, tanto os resultados da Fase 2 como a verificação de que os *ratings* fornecidos para os pares de emoções diferentes são menos extremos e mais concentrados no centro da escala de resposta, sugerem que, tal como anteriormente, a adição terá sido utilizada para faces da mesma emoção e a regra de média para faces de emoções diferentes.

Qualquer que seja a operação em concreto, no entanto, foi possível extrair, com base na propriedade de paralelismo, medidas funcionais da importância relativa do contributo de cada hemisfério para a integração, consistindo no índice RRI (*relative range index*). Este índice de importância relativa (legítimo no caso de modelos de tipo aditivo em que a selecção dos níveis dos factores não tenha sido arbitrária, como é o caso) foi calculado como a razão entre a amplitude dinâmica dos efeitos do factor manipulado no hemisfério direito sobre a amplitude dos efeitos do factor manipulado no hemisfério esquerdo (cf. Anderson, 1982), indicando assim para valores superiores a 1 uma maior importância relativa do hemisfério direito. Em todos os casos, os valores encontrados foram > 1 ; expressa em percentagem, a contribuição média do hemisfério direito para os julgamentos integrados foi de cerca de 64%. Este resultado documenta a primeira quantificação da contribuição relativa dos hemisférios numa tarefa em que operam conjuntamente, apontando além disso para uma forma particular de predomínio do hemisfério direito no processamento emocional, consistente com a tese de uma natureza globalmente mais “afectiva” deste hemisfério.

PADRÕES DE ACTIVAÇÃO CORTICAL

Os padrões de integração ao nível da actividade cortical apresentaram-se também, predominantemente, de tipo aditivo (exceptuando nos casos de activação residual numa região cortical, sem efeitos significativos dos factores, e de desaparecimento dos efeitos de um factor quando o outro se encontra no seu nível mais alto de intensidade, o que pode ser interpretado como um modelo aditivo com um limiar, a partir do qual se verifica, já não integração, mas a dominância de um factor: cf. Figura 40, painel superior da coluna da direita e Figura 42, painel superior da coluna da esquerda). Este acordo tendencial entre as regras de integração ao nível dos *ratings* e da resposta cortical subjacente, sugestivo de um isomorfismo das operações, suscita as mesmas promessas e problemas já equacionados na discussão da 2ª Fase, apontando em todo o caso, uma vez mais, para a necessidade de conceber o *r* implícito do modelo da TII, neste contexto, como uma representação distribuída e não uma entidade localizável. Como para os *ratings*, também o RRI foi calculado para a activação cortical sempre que tal se afigurou legítimo (modelo de tipo aditivo). Com duas únicas excepções (par Alegria-Cólera em T4 e em P4, com um RRI de 0.9 e 1.0 respectivamente) todos os valores foram superiores a 1, tal como nos *ratings*, assinalando uma maior importância relativa da informação veiculada ao hemisfério direito em todas as derivações monitorizadas.

Quanto aos padrões de lateralização observados, associados aos níveis globais de ERD, foram coincidentes com os verificados nas duas fases anteriores e susceptíveis de acomodar harmonicamente os dois modelos dominantes da lateralização hemisférica no processamento emocional (predomínio global do hemisfério direito e lateralização pela valência/aproximação-afastamento). Nos territórios frontais, documentaram-se maiores valores de ERD em F3 para emoções de aproximação (Alegria e Cólera) e em F4 para emoções de afastamento (Medo). Nos territórios temporais verificou-se um predomínio claro do hemisfério direito para todas as categorias emocionais, com ênfase nas expressões de intensidade moderada e baixa (maior activação nas intensidades mais baixas). Esta relação inversa da activação em T4 com a intensidade expressiva poderá indicar uma especialização das regiões temporais direitas para o processamento do detalhe facial, tanto mais exigente quanto menor a intensidade da expressão. O Medo emergiu aqui como uma excepção, na medida em que a activação em T4 apresentou nesse caso uma variação directa e positiva com a intensidade da expressão. Este aspecto

poderá indicar a existência de diferentes núcleos neuronais na mesma região cortical, especializados para o processamento de diferentes componentes do estímulo emocional, podendo conjecturar-se no caso do Medo uma relação com a marcação do perigo ou urgência de acção. O Medo foi de resto a emoção que se associou, em termos globais, a uma maior activação cortical e a um maior envolvimento selectivo de todo o hemisfério direito, o que assinala um estatuto diferenciado desta categoria emocional, em linha com o sugerido pelo trabalho de Surguladze, Brammer, Young, Andrew, Travis & Williams (2003). Quanto ao lobo parietal, documentou-se uma maior activação em P4 para as emoções Medo e Cólera, e em P3 para a Alegria, sugerindo desta forma, como sucedera já nas Fases 1 e 2, uma marcação da valência afectiva dos estímulos ao nível das regiões parietais. Uma consequência clara da identificação do papel diferenciado de várias estruturas intra-hemisféricas, com efeitos moduladores do padrão de lateralização e plausivelmente direccionados para o processamento de diferentes propriedades do estímulo emocional, é o reconhecimento do carácter sobresimplificador da dicotomização hemisfério direito/hemisfério esquerdo (Demaree et al., 2005; Killgore & Yurgelun-Todd, 2007; Fusar-Poli et al., 2009).

Para além de constituírem evidência directa de uma integração inter-hemisférica, vários padrões de integração corticais ilustram formas particulares de relação cooperativa ou competitiva entre hemisférios. É o caso da inversão do perfil de funcionamento das intensidades entre territórios contralaterais, de que foram também assinalados exemplos na 2ª Fase – casos da Alegria e da Cólera em F4 (cf. Figura 34), ou do Medo em F3 (cf. Figura 40, painel superior esquerdo), sugerindo uma correlação negativa (activação recíproca, ou competição por recursos) entre o trabalho dos dois hemisférios; e ainda, talvez mais claramente, dos fenómenos de dominância induzidos pela alta intensidade de um factor sobre o outro factor, como no caso do Medo (cuja alta intensidade em F4 suspende os efeitos desactivadores da Cólera, que justamente nesse ponto tem o seu maior efeito activador em F3: Figura 42, painéis superiores esquerdos) e da Alegria, cuja alta intensidade suspende identicamente os efeitos desactivadores do Medo em F3, que justamente produz o seu máximo efeito em F4 no ponto correspondente (Figura 40, painéis superiores da direita).

MODELOS DE FUNCIONAMENTO CONJUNTO DOS DOIS HEMISFÉRIOS

Alguns modelos têm sido propostos para explicar o funcionamento conjunto dos hemisférios cerebrais em tarefas cognitivas associadas a fenómenos de especialização hemisférica relativa, nomeadamente o modelo de activação separada e o modelo de coactivação.

No modelo de activação separada ou *Race Model* (Townsend & Ashby, 1983) os dois hemisférios são concebidos como sistemas de processamento independentes e paralelos, implicando a não combinação de informação pelos canais perceptivos. Desta forma, mesmo num paradigma de estimulação bi-hemisférica simultânea, a resposta observada será sempre consequência da acção de apenas um estímulo sobre um hemisfério, sendo o hemisfério dominante o que processa a informação mais rapidamente. Por outras palavras, não existe verdadeira interacção inter-hemisférica, assentando a competição entre hemisférios na maior ou menor rapidez no tratamento da informação veiculada. Os nossos resultados contrariam globalmente este modelo, na medida em que, por um lado, a estimulação visual pelo campo visual não preferencial produziu padrões de activação cortical semelhante ao observado na estimulação via campo visual preferencial, em todas as categorias emocionais. Este aspecto por si só ilustra a transmissão de informação entre hemisférios. Por outro lado, nos estímulos compostos por faces de emoções diferentes, identificaram-se fenómenos de interacção inter-hemisférica, manifesta na modificação dos padrões de activação cortical, reforçando a ideia de permuta inter-hemisférica de informação através dos canais perceptivos estimulados.

O modelo de coactivação assume a presença de interacções funcionais entre os canais perceptivos a vários níveis de processamento da informação, tendo originalmente sido descrito para explicar uma redução dos tempos de reacção em tarefas cognitivas/perceptivas associada à mudança de um formato de estimulação uni-hemisférica para um de estimulação bi-hemisférica (Miller, 1982; Ulrich & Giray, 1986). Estudos mais recentes estenderam este conceito ao domínio fisiológico, fornecendo evidências convincentes quanto ao substrato neural destas interacções hemisféricas (Savazzi & Marzi, 2002; Roser & Corballis, 2003; Iacobini & Zaidel, 2003). Os resultados que reportamos concorrem claramente com esta concepção no terreno da integração inter-hemisférica da informação expressiva da face.

Em conclusão, tal como nas fases anteriores, o conjunto dos resultados obtidos caracteriza-se pela sugestão de um sistema neural multi-componencial (em particular do ponto de vista intra-hemisférico) associado à percepção de expressões faciais da emoção, apresentando padrões complexos de lateralização relativa, modulados por componentes com um aparente grau de especialização para o processamento de diferentes dimensões da expressão facial e dependentes da categoria emocional considerada. A intensidade da expressão emocional mantém-se como um factor preponderante, com efeitos não apenas na magnitude das activações (ERD) como na determinação de formas de lateralização preferencial (e.g., a marcação preferencial das baixas intensidades em T4). Como assinalado anteriormente, uma articulação harmónica das duas teorias dominantes (e, classicamente, concorrentes) da lateralização hemisférica das emoções é concebível neste quadro, de acordo com as seguintes linhas gerais: o hemisfério direito parece constituir a base de um sistema geral de processamento da informação emocional, tal como defendido pela teoria da dominância; porém, a regulação das disposições comportamentais de base emocional, envolvendo a adaptação específica (e não geral) a exigências colocadas pelo meio, parece depender de uma lateralização selectiva segundo um eixo de aproximação-afastamento, a cargo de um sistema mais específico com assento frontal. Esta perspectiva encontra eco em algumas propostas anteriores, favoráveis a uma concepção multi-componencial do sistema neuro-cognitivo que sustenta o processamento das emoções a diferentes níveis de generalidade/especificidade (Adolphs, 2002; Harmon-Jones et al., 2010).

DISCUSSÃO FINAL E CONCLUSÕES

O debate quanto à questão original de William James *O que é uma emoção?* (1884) mantém-se, apesar do acumular de evidências e reflexões provenientes de diferentes áreas do saber, expressas em função de diferentes pontos de vista e sistematizadas em campos conceptuais díspares, mas com a preocupação comum de esclarecer a natureza do fenómeno emocional.

Do ponto de vista experimental, um número absolutamente extraordinário de estudos têm procurado responder a algumas das questões suscitadas em torno da experiência emocional, dando origem a diferentes quadros conceptuais, muitas vezes divergentes, e atestando a dificuldade de esclarecer analiticamente a estrutura e funções no processamento afectivo.

O presente trabalho visou fundamentalmente investigar os padrões de lateralização hemisférica no processamento emocional, em simultâneo com o estudo da interacção hemisférica e da organização neural subjacente à percepção de expressões faciais de emoção. Como foi amplamente aludido nos capítulos anteriores, a discussão quanto à organização cerebral que medeia os diversos aspectos da experiência emocional, particularmente no que concerne ao contributo de cada hemisfério, permanece fortemente polarizada por dois grandes modelos conceptuais – o modelo do Hemisfério Direito (Borod, 1992) e o modelo da Valência/Aproximação-Afastamento (Davidson, 2004). Contudo, a evolução catalizada em grande medida pela neurobiologia e o contributo de diversos grupos de investigadores no domínio das emoções têm permitido identificar problemas importantes nas abordagens clássicas da lateralização cerebral. É actualmente um dado adquirido que diversas estruturas, corticais e sub-corticais, se encontram envolvidas nos fenómenos emocionais, pelo que a redução do processamento cerebral nas emoções a uma dicotomia direito/esquerdo é notoriamente uma sobre-simplificação. Segundo vários autores (e.g. Panksepp, 1998; Adolphs, 2002; Damásio, 2011) o sistema emocional está de facto organizado em componentes neuro-cognitivos diferentes mas interactivos. Por exemplo, os componentes envolvidos nos aspectos comunicativos das emoções, na regulação das respostas neuro-vegetativas, ou ainda na

identificação e processamento de estímulos emocionalmente relevantes implicam substractos neurais diferentes, embora relacionados, e que poderão ser lateralizados de diferentes formas a nível hemisférico (Tamietto et al., 2006). Não obstante, o papel dominante de um hemisfério sobre o outro é de facto uma possibilidade que, longe de ter sido simplesmente abandonada, se mantém como um tópico científico activo, na medida em que estes sistemas cerebrais mais vastos carecem de estruturas coordenadoras que importa de facto identificar e compreender (Damásio, 2011). É assim possível identificar na literatura actual da especialidade, como uma tendência influente, a sugestão de que a percepção das emoções está mais lateralizada para o hemisfério direito (e.g. Borod, 1992), enquanto que a experiência e comportamento emocional apresentam uma lateralização hemisférica diferenciada em função de um eixo motivacional de aproximação-afastamento (Davidson, 2004)

Por outro lado, é também actualmente evidente a participação hemisférica bilateral em diversos aspectos da experiência emocional, havendo múltiplos estudos de neuroimagem que identificam zonas de activação cortical em ambos os hemisférios (Wager 2003; Fusar-Poli et al., 2009). Neste sentido, qualquer conceptualização da lateralização hemisférica deverá perspectivá-la em termos relativos, não absolutos, como muitas vezes parece subentender-se na literatura. Aliás, os hemisférios, apesar de poderem constituir unidades de acção anatómica e funcionalmente diferentes, são em última análise integrantes de um sistema mais vasto, encontrando-se em permanente comunicação via *corpus callosum*, funcionando muitas vezes de forma colaborativa e complementar. Mesmo no que se refere à percepção e processamento de expressões faciais da emoção, existem já evidências de vantagem bilateral na percepção de faces emocionadas obtidas em estudos com recurso à técnica do campo visual dividido, estando documentadas latências de resposta mais curtas no formato de estimulação visual bilateral comparativamente à estimulação selectiva unilateral (de Gelder et al., 2001; Schweinberger et al., 2003; Tamietto et al., 2006; Vuilleumier & Pourtois, 2007; Tamietto & de Gelder, 2008). Estes resultados indicam claramente que, independentemente da lateralização hemisférica preferencial de uma determinada categoria emocional, ambos os hemisférios cooperam de facto, ainda que em medidas distintas, no processamento de estímulos afectivos, reforçando mais uma vez uma concepção da lateralidade em termos relativos.

Por outro lado, há ainda que considerar que a organização funcional do cérebro durante a experiência emocional global exprime a articulação de diversos componentes, como proposto por Davidson (1995), incluindo a percepção da emoção (1º componente), a experiência emocional (2º componente) e a expressão emocional (3º componente), cada qual com o seu substrato neural particular e associado a padrões de lateralização porventura diversificados (Alves et al., 2008). Acresce à multiplicidade destes componentes a própria multi-dimensionalidade das emoções (Ekman et al., 1983; Fridja, 1988) e das expressões faciais de emoção, as quais comportam múltiplos sinais, cada qual com um significado social e motivacional complexo (Vuilleumier & Pourtois, 2007). Desta forma, a organização cerebral mediadora dos processos emocionais deverá ser capaz de expressar dimensões gerais como a valência afectiva (negativa/positiva) e o “arousal” (alto/baixo) (Lang et al., 1993), mas também a direcção comportamental (aproximação/afastamento, cf. Carver & Harmon-Jones, 2009) e a maior ou menor dificuldade do processamento perceptivo, modulada entre outros factores pela intensidade da expressão facial da emoção. Este último aspecto tem especial relevância, na medida em que expressões de menor intensidade comportam uma maior profusão de sinais subtis que poderão explicar a activação de áreas corticais de processamento especializadas, plausivelmente lateralizadas. No conjunto, tendo em conta que vários, senão todos estes factores são susceptíveis de determinar padrões de lateralização distintos, embora não necessariamente dissociados, poderá esperar-se que a inscrição do problema da lateralização no quadro mais vasto do estudo da organização cerebral contribua para o desenvolvimento de uma concepção eminentemente relativa e complexa da lateralização.

Em linha com o exposto, e como referido anteriormente, Damásio (2011) defende uma organização cerebral funcionalmente assente em sistemas formados por unidades cerebrais interligadas, estando a intervenção integrada desses sistemas na base do exercício das funções cognitivas. Cada hemisfério cerebral funcionaria, neste quadro, como um sistema director, composto por múltiplos sistemas, constituindo o cérebro por sua vez um supersistema de sistemas que beneficia da acção integrada e cooperativa dos dois sistemas directores, os hemisférios cerebrais (Damásio, 2011).

Os dados obtidos nas diversas fases do presente projecto convergem claramente com uma concepção multi-componencial do sistema neuro-cognitivo que sustenta a percepção de faces emocionadas, com diferentes componentes dirigidos a diferentes

dimensões do processamento afectivo e capaz de acomodar de forma integrada os dois modelos clássicos de lateralização do processamento emocional. Identificámos neste sentido padrões de resposta diferenciados em diferentes regiões corticais intra-hemisféricas, expressando diferentes componentes ou dimensões das emoções correspondentes. Identificámos ainda uma constante interacção funcional entre os hemisférios, obedecendo a um modelo de coactivação hemisférica (Miller, 1982; Ulrich & Giray, 1986), com implicações importantes nos padrões de lateralização globais.

Atendendo às evidências extraídas destes resultados, e num esforço de articulação com as evidências científicas mais recentes, propomos um novo modelo conceptual de lateralização hemisférica e de organização cerebral associado à percepção de expressões faciais de emoções – **Modelo de Organização Cerebral Integrada**. O modelo ora proposto defende uma organização cerebral complexa, multi-componencial, expressando a natureza multi-dimensional das emoções e assente na acção concertada e integrada de ambos os hemisférios cerebrais, tomados como sistemas directores da articulação de regiões corticais com níveis de especialização diferenciados para diferentes componentes de processamento. Mais especificamente, as estruturas temporo-parietais do hemisfério direito são tidas como de maior importância no processamento inicial, na discriminação dos detalhes faciais, no processamento da intensidade expressiva e na percepção da face emocionada, bem como na regulação das expressões neuro-vegetativas associadas. É o nível de activação relativa global do hemisfério direito que determina a valência afectiva da expressão facial, aspecto proposto anteriormente por Hellige (1993), estando a sua sobreactivação associada às emoções negativas e a sua subactivação a emoções positivas. As estruturas corticais na região temporal direita são determinantes no processamento discriminativo das intensidades expressivas baixas e moderadas, particularmente nas expressões de Cólera e Alegria, sendo crescentemente recrutadas (activadas) em função da maior dificuldade perceptiva associada à diminuição da intensidade. No caso do Medo, a sua activação crescente em função do aumento da intensidade expressiva sugere, pelo contrário, um envolvimento especializado no processamento dos significados de perigo e urgência de acção associados a esta emoção. Este envolvimento inicial das estruturas corticais posteriores do hemisfério direito na “classificação” neural da emoção dará lugar de seguida à marcação dos componentes tácticos da emoção, envolvendo a activação recíproca das estruturas corticais frontais, cuja lateralização (esquerda/direita) exprime a direcção motivacional da categoria emocional representada (aproximação-afastamento).

Todos este fluxo de informação entre unidades cerebrais decorrerá através de pontes inter-hemisféricas, implementando uma actividade coordenada dos dois hemisférios. A estimulação selectiva de um hemisfério não preferencial com informação emocional pode resultar em processamento dessa informação no hemisfério estimulado, ainda que com perda de eficiência relativamente ao seu processamento nas estruturas contralaterais mais especializadas (cf. Zaidal, 1983; Zaidel, Clarke & Suyenobu, 1991). Por si só, este último aspecto manifesta a natureza repartida e articulada do processamento da informação afectiva entre as diversas unidades cerebrais reguladas por cada sistema director (Hemisfério), sendo estes últimos sistemas subservientes ao supersistema (Cérebro) que governa a expressão neuro-cognitiva global da emoção e dos afectos em geral.

Uma outra questão também abordada no presente trabalho foi a dos padrões de resposta autonómica relacionados com estados emocionais, aspecto profundamente enraizado nos pressupostos *jamesianos* clássicos (James, 1884), em que as emoções são definidas como mecanismos reguladores da adaptação do organismo ao meio ambiente. Com base na premissa de que as emoções dependem do *feedback* corporal, James admitiu a existência de padrões viscerais específicos. Não obstante as inconsistências que afectam a evidência científica disponível, com estudos favoráveis e outros claramente adversos a esta conjectura, a relevância da questão é testemunhada pela intensa discussão que tem motivado ao longo de décadas, mantendo-se ainda hoje como um tópico clássico da abordagem psicofisiológica das emoções. Os dados obtidos na primeira fase do projecto (capítulo I – 1ª Fase Experimental) apontam para padrões de resposta autonómica sugestivos da existência de algum grau de especificidade para diferentes emoções, somando-se às muitas evidências experimentais que suportam a perspectiva *jamesiana*. Contudo, subsistem ainda fragilidades e limitações no estabelecimento de padrões diferenciados de activação visceral. De um ponto de vista fisiológico, parece inquestionável que nenhum indicador isolado constitui o *gold standard* da medida das emoções, pelo que o recurso a múltiplos canais autonómicos constitui uma condição indispensável para o seu estudo (Deschaumes-Molinari, Dittmar & Vernet-Maury, 1992). Cacciopo (2000) refere que os avanços verificados na compreensão das interacções entre os sistemas autonómico, neuroendócrino, e imunitário, bem como do papel dos neuropeptídeos na integração destes sistemas, poderá vir a alargar o horizonte da Psicofisiologia no domínio do estudo dos processos fundamentais das emoções. Também os avanços verificados ao nível da imagiologia cerebral, com o advento de

novas modalidades de Tomografia de Emissão de Positrões que permitem o estudo da actividade metabólica cerebral, ou os progressos nas tecnologias de Doppler transcraniano e de Ressonância Magnética Funcional, que permitem avaliar os fluxos sanguíneos cerebrais, poderão trazer elementos adicionais a toda esta discussão, e enriquecer o já vasto leque de estudos realizados neste contexto.

Não obstante a relevância dos resultados, estes não estão isentos de limitações. Por um lado, o recurso a um número restrito de derivações EEG limita o detalhe das correspondências entre a actividade cortical e os registos efectuados, conferindo à abordagem uma baixa resolução espacial. Por outro lado, a intervenção de estruturas sub-corticais nos processos funcionais implicados na percepção de faces emocionadas foi inviabilizado pelas limitações técnicas inerentes ao EEG. De referir ainda a dimensão da amostra, que, em algumas análises pontuais, poderá ter condicionado a potência das análises estatísticas, mesmo considerando que os planos de medidas repetidas, assentes em comparações intrasujeitos (*within-subjects*), dispensam tipicamente amostras de grandes dimensões.

Os resultados obtidos no presente trabalho, conjugados com algumas das evidências disponíveis na literatura, tornam possível equacionar várias direcções de investigação futura, ultrapassando também algumas das limitações previamente apontadas ao estudo. Por exemplo, a integração de técnicas de neuro-imagem ajudaria certamente a definir com rigor as estruturas cerebrais envolvidas nas diversas instâncias do processamento das emoções e da regulação da sua expressão autonómica e motivacional, e a aferir de forma mais clara os fenómenos de interacção hemisférica, bem como o envolvimento das diversas unidades cerebrais na partilha de informação e na expressão multi-componencial das emoções. Paradigmas experimentais com recurso a técnicas neurofisiológicas mais sofisticadas permitiriam ainda testar e refinar o modelo de organização cerebral proposto, incluindo estruturas sub-corticais na complexa rede neural gizada.

CONCLUSÕES FINAIS

Os dados resultantes do projecto aqui dissertado, nas suas diversas fases, em articulação com as evidências científicas disponíveis actualmente, permitiram desenvolver um Modelo de Organização Cerebral Integrada, assente nas seguintes premissas:

1. A lateralização hemisférica do processamento de expressões faciais de emoção é intrinsecamente uma questão de dominância relativa, ao invés da visão clássica de lateralização absoluta de funções;
2. A dicotomização esquerdo/direito para a lateralização hemisférica das emoções constitui uma sobressimplificação, na medida em que a organização neural subjacente a tarefas cognitivas que envolvam o processamento de faces emocionadas comporta um envolvimento cortical alargado;
3. Os hemisférios cerebrais constituem sistemas directórios, compostos por unidades cerebrais especializadas em diferentes componentes implicados nas tarefas perceptivas/cognitivas subjacentes à percepção e expressão emocional; estes sistemas directórios cooperam de forma activa na transferência de informação afectiva e na organização das estratégias de acção ajustadas ao contexto emocional específico;
4. As tarefas neuro-cognitivas implicadas na percepção de faces emocionadas são intrinsecamente multi-componenciais, e podem ser decompostas em função do tipo de multi-dimensionalidade que caracteriza as emoções;
5. O grau de dominância hemisférica relativa é variável com cada componente da tarefa, e expressa a especialização selectiva de cada hemisfério para eixos dimensionais diferenciados (Valência – Hemisfério Direito; Intensidade – Hemisfério Direito; Arousal Autonómico – Hemisfério Direito; Direcção Motivacional – Hemisfério Esquerdo (aproximação)/Hemisfério Direito (afastamento));
6. Existem canais perceptivos preferenciais para cada emoção que implicam um processamento nos componentes neurais competentes de forma mais rápida, e se traduzem em maior eficiência neural; não obstante, a estimulação por canais não preferenciais origina respostas corticais, cognitivas e autonómicas similares, embora

com menor eficiência, indicando claramente transferência inter-hemisférica de informação;

7. As respostas viscerais são compatíveis com as sugestões *jamesianas* de especificidade autonómica para as emoções.

Como epílogo para a presente dissertação, há que referir que, qualquer que seja o grau em que o esclarecimento científico da emoção venha a concretizar-se, e a revelar analiticamente as estruturas e circuitos envolvidos no processamento afectivo emocional, as emoções não deixarão de conservar o seu papel de presença constante na nossa vida individual e colectiva como *um ingrediente essencial à optimização do potencial humano, servindo muitas vezes como motor para o desenvolvimento intelectual* (Cacciopo et al., 2000, pág.173).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adolphs, R. (2002). Recognizing emotion from facial expressions, psychological and neurological mechanisms. *Behavioral Cognitive Neuroscience Review*, 1, 21-61.
- Adolphs, R., Jansari, A., Tranel, D. (2001). Hemispheric perception of emotional valence from facial expressions. *Neuropsychology*, 15, 516-524.
- Adolphs, R., Damásio, H., Tranel, D., Damásio, A. (1996). Cortical systems for the recognition of emotion in facial expressions. *The Journal of Neuroscience*, 16 (23), 7678-7687.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damásio, H., Damásio, A. (1995). Fear and the human amygdala. *Journal of Neuroscience*, 15, 5879-5881.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damásio, H., Damásio, A. (1994). Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*, 372, 669-672.
- Alfano, K., Cynthia, R., Cimino, C. (2008). Alteration of expected hemispheric asymmetries: Valence and arousal effects in neuropsychological models of emotion. *Brain and Cognition*, 66, 213-220.
- Alpers, G. (2008). Eye-catching: Right hemisphere attentional bias for emotional pictures. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 13(2), 158-178.
- Alves, N. T., Silva, J. P., Fukusima, S. S. (2011). Assimetrias hemisféricas na percepção de expressões faciais: um estudo com a técnica de campo visual dividido. *Psicologia USP*, 22(1), 181-196.
- Alves, N. T., Fukusima, S. S., Aznar-Casanova, J. A. (2008). Models of brain asymmetry in emotional processing. *Psychology & Neuroscience*, 1(1), 63-66.
- Alves, N. T., Fukusima, S. S., Silva, J. A. (2003). Perception of facial expressions of emotion and brain lateralization. *Proceedings of the Eighteen Annual Meeting of the International Society of Psychophysics*.
- Amodio, M., Shah, J., Sigelman, J., Brazy, P., Harmon-Jones, E. (2004). Implicit regulatory focus associated with asymmetrical frontal cortical activity. *Journal of Experimental Social Psychology*, 40, 225-232.
- Anderson, N. H. (2008). *Unified Social Cognition*. New York: Psychology Press.

- Anderson, N. H. (2001). *Empirical directions in design and analysis*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Anderson, N. H. (1996). *A functional theory of cognition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Anderson, N. H. (1989). Information integration approach to emotions and their measurement. In R. Plutchik and H. Kellerman (Eds.), *Emotion: Theory, research, and experience. Volume 4: The measurement of emotions* (pp. 133-186). San Diego, CA: Academic press.
- Anderson, N. H. (1982). *Methods of information integration theory*. New York: Academic Press.
- Anderson, N. H. (1981). *Foundations of information integration theory*. New York: Academic Press.
- Anderson, S., Finset, A. (1998). Heart rate and skin conductance reactivity to brief psychological stress in brain-injured patients. *Journal of Psychosomatic Research, 44*, 645-656.
- Asthana, H. S., Mandal, M. K. (2001). Visual-field bias in the judgement of facial expression of emotion. *Journal of General Psychology, 1*, 20-27.
- Babinski, J. (1914). Contribution of cerebral hemispheric organization in the study of mental troubles. *Review Neurologique, 27*, 845-848.
- Bagiella, E., Sloan, R., Heitjan, D. (2000). Mixed-effects models in psychophysiology. *Psychophysiology, 37*, 13-20.
- Baron-Cohen, S., Spitz, A., Cross, P. (1993). Can children with autism recognize surprise? *Cognition and Emotion, 7*, 507-516.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research, 17*(3), 613–620.
- Bechara, A., Damásio, H., Damásio, A. (2003). Role of the amigdala in decision-making. *Annals of the New York Academy of Sciences, 985*, 356-369.
- Bechara, A., Tranel, D., Damásio, H., Adolphs, R., Rocklan, C., Damásio, A. (1995). Double association of conditioning and declarative knowledge relative to the amygdala and hippocampus in humans. *Science, 269*, 1115-1118.
- Berkman, E. T., Lieberman, M. D. (2009). Approaching the Bad and Avoiding the Good: Lateral Prefrontal Cortical Asymmetry Distinguishes between Action and Valence. *Journal of Cognitive Neuroscience, 22*(9), 1970–1979.

- Berntson, G.G., Bigger, J.T. Jr., Eckberg, D.L., Grossman, P., Kaufmann, P.G., Malik, M., Nagaraja, H.N., Porges, S.W., Saul, J.P., Stone, P.H., van der Molen, M.W. (1997). Heart rate variability: Origins, methods and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34: 623-648.
- Bianki, V., Filippova, E. (2001). *Sex differences in lateralization in the animal brain*. Amsterdam, The Netherlands: Taylor & Francis
- Blonder, L. X., Burns, A. F., Bowers, D., Moore, R. W., Heilman, K. M. (1993). Right Hemisphere facial expressivity during natural conversation. *Brain Cognition*, 21, 44-56.
- Borod, J. C., Cicero, B. A., Obler, L.K., Welkowitz, J., Erhan, H.M., Santschi, C., ... Whalen, J.R. (1998). Right hemisphere emotional perception: Evidence across multiple channels. *Neuropsychology*, 12(3), 446-458.
- Borod, J. C. (1993). Cerebral mechanisms underlying facial, prosodic, and lexical emotional expression: A review of neuropsychological studies and methodological issues. *Neuropsychology*, 7(4), 445-463.
- Borod, J. C., Andelman, F., Obler, L. K., Tweedy, J. R., Welkowitz, J. (1992). Right hemisphere specialization for the identification of emotional words and sentences: evidence from stroke patients. *Neuropsychologia*, 30(9), 827-44.
- Borod, J. C., Koff, E., Buck, R. (1986). The neuropsychology of facial expression of emotion in normal and brain-damaged subjects. In P. Blanck, R. Buck, & R. Rosenthal (Eds), *Nonverbal communication in the clinical context*. University Park, PA: Pennsylvania State University Press.
- Bourne, V. (2008). Examining the Relationship Between Degree of Handedness and Degree of Cerebral Lateralization for Processing Facial Emotion. *Neuropsychology*, 22(3), 350-356.
- Bourne, V. (2006). The divided visual field paradigm: Methodological Considerations. *Laterality*, 11(4), 373-393
- Bourne, V. (2005). Lateralised processing of positive facial emotion: Sex differences in strength of hemispheric dominance. *Neuropsychologia*, 43, 953-956.
- Bowers, D., Blonder, X. L., Feinberg, T., Heilman, K. M. (1991). Differential impact of right and left hemisphere lesions on facial emotion and object imagery. *Brain*, 114(6), 2593-2609.
- Bowles, D. C., Koshanska, G., Murray, K. (2000). Electrodermal activity and temperature in preschool children. *Psychophysiology*, 37(6), 777-787.
- Bradley, M. M., Lang, P. J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37, 204-215.

- Buck, R., Duffy, R. (1980). Nonverbal communication of affect in brain-damaged patients. *Cortex*, *16*, 351-362.
- Cacciopo, J. T., Berntson, G. G., Larsen, J. T., Poehlman, K. M., Ito, T. A. (2000). The psychophysiology of Emotion. In M. Lewis, & J. M. Haviland (Eds), *Handbook of emotions* (pp. 173-219). New York: Guilford Press.
- Cacciopo, J. T., Berntson, G. G., Klein, D. J., Poehlmann, K. M. (1997). The psychophysiology of emotion across the lifespan. *Annual Review of Gerontology and Geriatrics*, *17*, 27-74.
- Calder, A. J., Young, A. W., Rowland, D., Perret, D. I., Hodges, J. R., Ectoff, N. L. (1996). Facial emotion recognition after bilateral amygdala damage: Differentially severe impairment of fear. *Cognitive Neuropsychology*, *13*, 699-745.
- Calvo, M. G., Lundqvist, D. (2008). Facial expressions of emotion (KDEF): Identification under different display-duration conditions. *Behavior Research Methods*, *40*(1), 109-115.
- Cannon, W. B. (1927). The James-Lange theory of emotions. *American Journal of Psychology*, *39*, 115-124.
- Carmon, A., Nachson, I. (1973). Ear asymmetry in perception of emotional nonverbal stimuli. *Acta Psychologica*, *37*, 351-357
- Carver, C., Harmon-Jones, E. (2009). Anger is an approach-related affect: evidence and implications. *Psychological Bulletin*, *135*, 183-204.
- Christie, I. C., Friedman, B. H. (2004). Autonomic specificity of discrete emotion and dimensions of affective space: a multivariate approach. *International Journal of Psychophysiology*, *51*, 143-153.
- Cimino, C. R., Verfaellie, M., Bowers, D., Heilman, K. M. (1991). Autobiographical memory with influence of right hemisphere damage on emotionality and specificity. *Brain Cognition*, *15*, 106-118.
- Coan, J. A., Allen, J. B. (2004). Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. *Biological Psychology*, *67*, 7-49.
- Cobos, P., Sánchez, M., Garcia, C., Nieves, M., Vila, J.. (2002). Revisiting the James versus Cannon debate on emotion: Startle and autonomic modulation in patients with spinal cord injuries. *Biological Psychology*, *61*, 251-269.
- Colibazzi, T., Posner, J., Wang, Z., Gorman, D., Gerber, A., Yu, S., ... Peterson, B. (2010). Neural Systems Subserving Valence and Arousal During the Experience of Induced Emotions. *Emotion*, *10*(3), 377-389.

- Collet, C., Vernet-Maury, E., Delhomme, G., Ditmar, A. (1997). Autonomic nervous system patterns specificity to basic emotions. *International Journal of Psychophysiology*, 62, 45-57.
- Collins, K. J (1999). Temperature regulation and the autonomic nervous system. In C. J. Mathias & R. Bannister (Eds.), *Autonomic failure: a textbook of clinical disorders of the autonomic nervous system* (pp. 169-195). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Critchley, H. D. (2002). Electrodermal responses: What happens in the brain. *The Neuroscientist*, 8(2), 132-142.
- Czéh, B., Perez-Cruza, C., Fuchs, E., Flügge, G. (2008). Chronic stress-induced cellular changes in the medial prefrontal cortex and their potential clinical implications: Does hemisphere location matter? *Behavioural Brain Research*, 19, 1–13.
- Damásio, A. (2011). *O Erro de Descartes: Emoção, razão e cérebro humano*. New York: Grosset Putman.
- Damásio, A. (2001). Fundamental feelings. *Nature*, 413, 781.
- Damásio, A., Grabowski, T., Bechara, A., Damásio, H., Ponto, L., Parvizi, J., Hichwa, R. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nature Neuroscience*, 3, 1049-1056.
- Damásio, A. (1998). Emotion in the perspective of an integrated nervous system. *Brain Research Reviews*, 26, 83-86.
- Damásio, A. (1994). *O Erro de Descartes: Emoção, razão e cérebro humano*. New York: Grosset Putman.
- Damásio, A., Tranel, D., Damásio, H. (1990). Face agnosia and the neural substrates of memory. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 89–109.
- Danner, D. D., Snowdon, D. A., Friesen, W. V. (2001). Positive emotions in early life and longevity: Findings from the nun study. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(5), 804-813.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. Chicago: University of Chicago Press.
- Davidson, R. J. (2004a). What does the prefrontal cortex “do” in affect : perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biological Psychology*, 67, 219-233.
- Davidson, R. J., Shackman, A. J., Maxwell, J. S. (2004b). Asymmetries in face and brain related to emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(9), 389-391.

- Davidson, R. J. (2001). Toward a biology of personality and emotion. *Annual New York Academy Science*, 935, 191-207.
- Davidson, R. J., Marshall, J. R., Tomarken, A. J., Henriques, J. B. (2000). While a phobic waits: Regional brain electrical and autonomic activity in social phobics during anticipation of public speaking. *Biological Psychiatry*, 47, 85-95.
- Davidson, R. J. (1998). Affective style and affective disorders: Perspectives from affective neuroscience. *Cognition and Emotion*, 12, 307-330.
- Davidson, R. J. (1995). Cerebral asymmetry, emotion, and affective style. In R. J. Davidson (Ed.), *Brain Asymmetry* (pp. 735). MIT Press, Cambridge, MA.
- Davidson, R. J. (1993). The neuropsychology of emotion and affective style. In M. Lewis (Ed.), *Handbook of Emotions* (pp. 653). Guilford Press, New York.
- Davidson, R. J. (1992) Emotion and affective style: Hemispheric substrates. *Psychological Science*, 3, 39-43
- Davidson, J. R., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A., Friesen, W. V. (1990). Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: emotional expression and brain physiology I. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(2), 330-341.
- Davidson, R. J. Fox, N. A. (1989). Frontal brain asymmetry predicts infants' response to maternal separation. *Journal of Abnormal Psychology*. 98, 127-131.
- Davidson, R. J., Fox, N. A. (1982). Asymmetrical brain activity discriminates between positive and negative stimuli in human infants. *Science*, 218, 1235-1237.
- Davidson, R. J., Schwartz, G. E., Saron, C., Bennett, J., Goleman, D. J. (1979). Frontal versus parietal EEG asymmetry during positive and negative affect. *Psychophysiology*, 16, 202-203
- de Gelder, B., Pourtois, G., Raamsdonk, M., Vroomen, J., Weiskrantz, L. (2001). Unseen stimuli modulate conscious visual experience: evidence from inter-hemispheric summation. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*, 12(2), 385-391.
- De Pascalis, V., Ray, WJ., Tranquillo, I., D'Amico, D. (1998). EEG activity and heart rate during recall of emotional events in hypnosis: Relationships with hypnotizability and suggestibility. *International Journal of Psychophysiology*, 29, 255-275.
- Demaree, H. A., Everhart, D. E., Youngstrom, E. A., Harrison, D. W. (2005). Brain lateralization of emotional processing: historical roots and a future incorporating 'dominance'. *Behavioural and Cognitive Neuroscience Review*, 4, 3-20.

- Demaree, H. A., Harrison, D. W., Rhodes, R. D. (2000). Quantitative electroencephalographic analyses of cardiovascular regulation in low- and high-hostile men. *Psychobiology*, 28, 420-431.
- Deschaumes-Molinario, C., Dittmar, A., Vernet-Maury, E. (1992). Autonomic nervous system response patterns correlate with mental imagery. *Physiol Behav*, 51(5), 1021-1027.
- Devinsky, O. (2000). Right cerebral hemisphere domination for a sense of corporeal and emotional self. *Epilepsy & Behavior*, 1, 60-73.
- Ekman, P. (1999). Basic Emotions. In T. Dalgleish & M. Power (Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion* (pp. 45-60). Sussex, UK.: Wiley & Sons, Ltd.
- Ekman, P., Davidson, R. J., Friesen, W. V. (1990). The Duchenne smile: emotional expression and brain physiology II. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(2), 342-353.
- Ekman, P. Friesen, W. V., O'Sullivan, M., Chan, A., Diacoyanni-Tarlatzis, I., Heider, ... Tzavaras, A. (1987). Universals and cultural differences in the judgments of facial expressions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53, 712-717.
- Ekman, P. , Levenson, R. W. , Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221, 1208-1210.
- Ekman, P., Friesen, W. (1975). *Unmasking the face*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Ekman, P., Sorenson, E. R., Friesen, W. V. (1969). Pan-cultural elements in facial displays of emotions. *Science*, 164, 86-88.
- Erhan, H., Borod, J. C., Tenke, C. E., Bruder G. E. (1998). Identification of emotion in a dichotic listening task: event-related brain potential and behavioral findings. *Brain Cognition*, 37(2), 286-307.
- Esteves, F., Ohman, A. (1993). Masking the face: recognition of emotional facial expressions as a function of the parameters of backward masking. *Scandinavian Journal of Psychology*, 34, 1-18.
- Fabes, R. A., Eisenberg, N. (1997). Regulatory control and adults' stress-related responses to daily life events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73(5), 1107-17.
- Fernández-Carriba, S., Loeches, A., Morcillo, A. E., Hopkins W.D. (2002). Functional asymmetry of emotions in primates: new findings in chimpanzees. *Brain Research Bulletin*, 57(3/4), 561-564.
- Fowles, D. C., Kochanska, G., Murray, K. (2000). Electrodermal activity and temperament in preschool children. *Psychophysiology*, 37(6), 777-87.
- Fox, N. A. (1991). If it's not left, it's right. *American Psychiatric*, 46, 863-872

- Fox, N. A., Davidson, R. J. (1986). Taste-elicited changes in facial signs of emotion and the asymmetry of brain electrical activity in human newborns. *Neuropsychologia*, *24*(3), 417-22.
- Frazier, T. W., Strauss, M. E., Steinhauer, S. R. (2004). Respiratory sinus arrhythmia as an index of emotional response in young adults. *Psychophysiology*, *41*, 75-83.
- Fridlund, A. J., Schwartz, G. E., Fowler, S. C. (1984). Pattern recognition of self-reported emotional state from multiple-site facial EMG activity during affective imagery. *Psychophysiology*, *21*, 622-637.
- Frijda, N. H. (1999). Emotions and Hedonic Experience. In D. Kahneman, E. Diener, & N. Schwartz (Eds.), *Well-Being: The foundations of hedonic psychology* (pp. 190-209). New York: Russel Sage Foundation.
- Frijda, N., Ortony, A., Sonnemans, J., Clore, G. L. (1992). The complexity of intensity. Issues concerning the structure of emotion intensity. In M. S. Clark (Ed.), *Review of Personality and social psychology* (pp. 60-89). Newbury Park, CA: Sage.
- Frijda, N.H. (1988). The laws of emotion. *American Psychologist*, *43*, 349-358.
- Furnival, C. M., Linden, R. J., Snow, H. M. (1973). Chronotropic and inotropic effects on the dog heart of stimulating the efferent cardiac sympathetic nerves. *Journal of Physiology*, *230*, 137-153.
- Fusar-Poli, P., Placentino, A., Carletti, F., Allen, P., Landi, P., Abbamonte, M., ... Politi, P. (2009). Laterality effect on emotional faces processing: ALE meta-analysis of evidence. *Neuroscience Letters*, *452* (3), 262-267
- Gainotti, G. (2012). Unconscious processing of emotions and the right hemisphere. *Neuropsychologia*, *50*(2), 205-218.
- Gainotti, G. (2001). Disorders of emotional behavior. *Journal of Neurology*, *248*, 743-749.
- Gainotti, G. (1997). Emotional Disorders in relation to Unilateral Brain Damage. In T.E. Feinberg & M. J. Farah (Eds.), *Behavioral Neurology and Neuropsychology* (pp. 691-698). McGraw-Hill.
- Gasbarri, A., Arnone, B., Pompili, A., Pacitti, F., Pacitti, C., Cahill, L. (2007). Sex-related hemispheric lateralization of electrical potentials evoked by arousing negative stimuli. *Brain Research*, *1138*, 178-186.
- Gazzaniga, M. S. (2000). Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition? *Brain*, *123*, 1293-1326.
- Gobbini, M. I., Haxby, J. V. (2007). Neural systems for recognition of familiar faces. *Journal of Neurophysiology*, *45*, 32-41.

- Gross, J. J. (1999). Emotion regulation: Past, present and future. *Cognition and Emotion*, *13*, 551-573.
- Grossman, P. (1992). Respiratory and cardiac rhythms as windows to central and autonomic biobehavioral regulation: selection of window frames, keeping the panes clean and viewing the neural topography. *Biological Psychology*, *34*, 131-161.
- Grossman, P., Svebak, S. (1987). Respiratory Sinus Arrhythmia as an index of parasympathetic cardiac control during active coping. *Psychophysiology*, *24*, 228-235.
- Gur, R. C., Skolnick, B. E., Gur, R. E. (1994). Effects of emotional discrimination tasks on cerebral blood flow: regional activation and its relation to performance. *Brain Cognition*, *25*, 271-286.
- Hagemann, D., Waldstein, S. R., Thayer, J. F. (2003). Central and autonomic nervous system integration in emotion. *Brain and Cognition*, *52*, 79-87.
- Hancock, P. J., Bruce, V. V., Burton, A. M. (2000). Recognition of unfamiliar faces. *Trends in Cognition Science*, *4*(9), 330-337.
- Harmon-Jones, E. (2007). Trait anger predicts relative left frontal cortical activation to anger-inducing stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, *66*, 154-160.
- Harmon-Jones, E., Gable, P., Peterson, C. (2010). The role of asymmetric frontal activity in emotion-related phenomena: a review and update. *Biological Psychology*, *84*, 451-462.
- Harmon-Jones, E., Sigelman, J. (2001). State anger and prefrontal brain activity: evidence that insult-related relative left-prefrontal activation is associated with experienced anger and aggression. *Journal of Personality and Social Psychology*, *80*(5), 797-803.
- Harmon-Jones, E., Allen, J. J. (1998). Anger and prefrontal brain activity: EEG asymmetry consistent with the approach motivation despite negative affective valence. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*(5), 1310-1316.
- Harrington, A. (1995). Unfinished business: Models of laterality in the nineteenth century. In R. J. Davidson & K. Hugdal (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 3-27). Cambridge, MA: MIT Press.
- Harrison, D. W., Gorelzenko, P. M. (1990). Functional asymmetry for facial affect perception in high and low hostile men and women. *International Journal of Neuroscience*, *55*, 89-97.
- Hasbrook, R., Chiarello, C. (1998). Bihemispheric processing of redundant bilateral lexical information. *Neuropsychologia*, *12*, 78-94.
- Hauser, M. C. (1993). Right hemisphere dominance in the production of facial expressions in monkeys. *Science*, *261*, 475-477.

- Hausmann, M., Güntürkün, O. (2000). Steroid fluctuations modify functional cerebral asymmetries: the hypothesis of progesterone-mediated interhemispheric decoupling. *Neuropsychologia*, 38, 1362–1374.
- Haxby, J. V., Gobbini, M. I., Furey, M. L., Ishai, A., Schouten, J. L., Pietrini, P. (2001). Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science*, 293(5539), 2425–2430.
- Hebb, P. (1949). *The organization of behavior. A neuropsychological theory*. New York: Wiley.
- Heilman, K. M., Gilmore, R. L. (1998). Cortical influences in emotion. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 15(5), 409-423.
- Heilman, K. M., Schwartz, H., Watson, R. T. (1978). Hypoarousal in patients with the neglect syndrome and emotional indifference. *Neurology*, 28, 229-232.
- Heller, W. (1993). Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality and arousal. *Neuropsychology*, 7, 476-489.
- Hellige, J. (1990). Hemispheric Asymmetry. *Annual Review Psychology*, 41, 55-80.
- Hellige, J. (1993). *Hemispheric Asymmetry*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Henriques, J. B., Davidson, R. J. (1991). Left frontal hupoactivation in depression. *Journal of Abnormal Psychology*, 100, 535-545.
- Herrington, J., Heller, W., Mohanty, A., Engels, A., Banich, M., Webb, A., Miller, G. (2010). Localization of asymmetric brain function in emotion and depression. *Psychophysiology*, 47(3), 442–454.
- Hofmans, J. (2010). Editorial: Applications of Functional Measurement in Psychology. *Psicológica*, 31(3), 431-439.
- Hugdahl, K. (1995). Classical conditioning and implicit learning: The right hemisphere hypothesis. In R. J. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 235-267). Cambridge, MA: MIT Press.
- Hugdahl, K., Franzon, M., Andersson, B., Walldebo, G. (1983). Heart-rate responses to lateralized visual stimuli. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 18, 186-198.
- Iacobini, M., Zaidel, E. (2003). Interhemispheric visuo-motor integration in humans: the effect of redundant targets. *European Journal of Neuroscience*, 17, 1981-1986.

- Ishai, A., Pessoa, L., Bickle, P. C., Ungerleider, L. G. (2004). Repetition suppression of faces is modulated by emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(26), 9827–9832.
- Izard, C. E. (1977). *Human Emotions*. New York: Plenum Press.
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, *19*, 188-205.
- Jansari, A., Rodway, P., Gonçalves, S. (2011). Identifying facial emotions: Valence specific effects and an exploration of the effects of viewer gender. *Brain and Cognition*, *76*(3), 415–423.
- Jönson, P., Sonnby-Borgström, M. (2003). The effects of pictures of emotional faces on tonic and phasic autonomic control in women and men. *Biological Psychology*, *62*, 157-173.
- Kalin, N. H., Larson, C., Shelton, S. E., Davidson, R. J. (1998). Asymmetric frontal brain activity, cortisol, and behavior associated with fearful temperament in rhesus monkeys. *Behavioral Neuroscience*, *112*(2), 286-92.
- Kansaku, K., Yamaura, A., Kitazawa, S. (2000). Sex differences in lateralization revealed in the posterior language areas. *Cerebral Cortex*, *10*, 866–872.
- Keselman, H. (1998). Testing treatment effects in repeated measures designs: an update for psychophysiological researchers. *Psychophysiology*, *35*, 470-478-
- Keselman, H., Keselman, J. (1988). Comparing repeated measures means in factorial designs. *Psychophysiology*, *25*, 612-618.
- Khalfa, S., Isabelle, P., Jean-Pierre, B., Manon, R. (2002). Event-related skin conductance responses to musical emotions in humans. *Neuroscience Letters*. *328*, 145-149.
- Killgore, W., Yurgelun-Todd, D. (2007). The right-hemisphere and valence hypothesis: could they both be right (and sometimes left)? *Social Cognitive and Affective Neurosciences*, *2*(3), 240-50.
- Klitzner, M. D., Anderson, N. H. (1977). Motivation × Expectancy × Value: A functional measurement approach. *Motivation and Emotion*, *1*(4), 347–365.
- Knecht, S., Drager, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Floel, A. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, *123*, 2512–2518.
- Lacey, B. C., Lacey, J. I. (1978). Two-way communication between the heart and the brain: Significance of time within the cardiac cycle. *American Psychologist*, *33*, 99-113.

- Lane, R. D., Reiman, E. M., Ahern, G. L., Thayer, J. F. (2000). Activity in medial prefrontal cortex correlates with vagal component of heart rate variability during emotion. *Psychosomatic Medicine*, 62, 1286.
- Lane, R. D., Chua, P. M., Dolan, R. J. (1999). Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures. *Neuropsychologia*, 37, 989-997.
- Lane, R. D., Jennings, J. R. (1995). Hemispheric asymmetry, autonomic asymmetry, and the problem of sudden cardiac death. In R. J Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 271-307). Cambridge, MA: MIT Press.
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3), 261-273.
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 372-385.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention and the startle reflex. *Psychophysiological review*, 97, 377-395.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. (1998). Emotion and motivation: Measuring affective perception. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 15(5), 397-408.
- Lang, P. J., Davis, M., Öhman, A. (2000). Fear and anxiety: animal models and human cognitive psychophysiology. *Journal of Affective Disorders*, 61, 137-159.
- Lang, P. J. (1979). A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology*, 16, 495-512.
- Larsen, R. J, Diener E. (1992) Promises and Problems with the circumplex model of emotion. In M. S. Clark (Ed.), *Emotion (13 Review of Personality and Social Psychology)* (pp. 25-35). Newbury Park, London: SAGE publications.
- LeDoux, J. E. (1986). Cognitive-emotional interactions in the brain. *Cognition and Emotion*, 3, 267-289.
- Levenson, R. W., Ekman, P., Friesen, W. V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.
- Levine, S. C., Levy, J. (1986). Perceptual asymmetry for chimeric faces across the life span. *Brain Cognition*, 5(3), 291-306.
- Levy, M. N., Martin, P. J. (1979). Neural control of the heart. In R. M. Berne & N. N. Sperelakis (Eds.), *Handbook of Physiology* (pp. 581-620). Bethesda, MD: American Physiological Society.

- Lioti, M., Tucker, D. M. (1995). Emotion in asymmetric corticolimbic networks. In R. J. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 389-422). Cambridge, MA: MIT Press.
- Macaluso, E., Frith, F (2000). Interhemispheric differences in extrastriate areas during visuo-spatial selective attention. *Neuroimage*, *12*(5), 485-94.
- MacNeilage, P. F., Rogers, L. J., Vallortigara, G. (2009). Origins of the Left & Right Brain. *Scientific American*, *301*, 60 - 67
- Mammucari, A., Caltagirone, C., Ekman, P., Friesen, W., Gainotti, G., Pizzamiglio, L., Zoccolotti, P. (1988). Spontaneous facial expression of emotions in brain-damaged patients. *Cortex*, *24*, 521-533.
- Mandal, M. K., Ashtana, H. S., Tandon, S. C., Ashtana, S. (1992). Role of cerebral hemispheres and regions in processing hemifacial expression of emotion: evidence from brain-damage. *International Journal of Neuroscience*, *63*(3-4), 187-195.
- Mangun, G. R., Buonocore, M. H., Girelli, M., Jha, A. P. (1998). ERP and fMRI measures of visual spatial selective attention. *Human Brain Mapping*, *6*(5-6), 383-389.
- Matsumoto, D., Ekman, P. (1989). American-Japanese cultural differences in rating the intensity of facial expressions of emotion. *Motivation and Emotion*, *13*, 143-157.
- Meyer, W. U., Niepel, M. (1994). Surprise. In V. S. Ramachandran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (pp. 353-358). Orlando, FL: Academic Press.
- Meyer, W. U., Niepel, M., Schützwohl, A. (1994). Überraschung und Attribution [Surprise and attribution]. In: F. Försterling & J. Stiensmeier-Pelster (Eds.), *Attributionstheorie. Grundlagen und Anwendungen* (pp. 105-121). Göttingen: Hogrefe.
- Mills, C. K (1912). The cerebral mechanism of emotional expression. *Transactions of the American Association of Physicians of Philadelphia*, *34*, 381-390.
- Mohr, B., Landgrebe, A., Schweinberger, S. R. (2002). Interhemispheric cooperation for familiar but not unfamiliar face perception. *Neuropsychologia*, *40*, 1841-1848.
- Mohr, B., Pulvermüller, F., Cohen, R., Rockstroh, B. (2000). Interhemispheric cooperation during word processing: evidence for a callosal transfer dysfunction in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, *46*, 231-9.
- Mohr, B., Pulvermüller, F., Rayman, J., Zaidel, E. (1994). Interhemispheric cooperation during lexical processing is mediated by the corpus-callosum—evidence from the split-brain. *Neuroscience Letters*, *181*, 17-21.

- Moore, P., Chrabaszcz, J., Peterson, R. (2010) The cognitive processing of somatic anxiety: Using functional measurement to understand and address the fear of pain. *Psicológica*, 31, 605-627.
- Morris, P. L., Robinson, R. G., Raphael, B., Hopwood, M. J. (1996). Lesion location and poststroke depression. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 8(4), 399-403.
- Morrow, L., Vrtunsky, PB., Kim, Y., Bolle, F. (1982). Arousal responses to emotional stimuli and laterality of lesion. *Neuropsychologia*, 20, 77-81.
- Nesse R. M. (1990). Evolutionary explanations of Emotions. *Human Nature*, 1(3), 261-289.
- Nicholls, M. E., Ellis, B. E., Clement, J. G., Yoshino, M. (2004). Detecting hemifacial asymmetries in emotional expression with three-dimensional computerized image analysis. *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences*, 271, 663-668.
- Ojemann, J. G., Ojemann, G. A., Lettich, E. (1992). Neuronal activity related to faces and matching in human right nondominant temporal cortex. *Brain*, 115, 1-13.
- Oliveira, A., Teixeira, N., Oliveira, M., Breda, S., Fonseca, I. (2007). Algebraic Integration Models of Facial Features of Expression: A Case Made for Pain. *Teorie & Modelli. Rivista di Storia e Metodologia della Psicologia*, 12(1-2), 155-166.
- Oliveira, A., Teixeira, M., Fonseca, I., Santos, E., Oliveira, M. (2006). Inter-emotion comparisons of facially expressed emotion intensities: dynamic ranges and general-purpose rules. In D. Kornbrot, R. Msetfi, & S. MacRae (Eds.), *Fechner Day 2006: Proceedings of the XXII Annual Meeting of the International Society for Psychophysics* (pp. 239-244). St. Albans: ISP.
- Oliveira, A., Cardoso, F., Teixeira, M. (2002a). A medida funcional da intensidade das emoções. *Psicologia e Educação*, 1(1/2), 115-122.
- Oliveira, A., Cardoso, F., Teixeira, M., Fonseca, I. (2002b). Making ground for an integration approach to emotion intensity: can people obey a prescribed averaging rule? In J. A. Silva, E. H Matsushima, & N. P. Ribeiro (Eds), *Fechner Day 2002: Proceedings of the VIII Annual Meeting of the International Society for Psychophysics* (pp. 480-486). Rio de Janeiro: Legis Summa.
- Oliveira, A., Cardoso, F. (2001). A psicofisiologia como psicofísica interna: um quadro para a abordagem psicofisiológica da intensidade emocional. *Psychologica*, 28, 87-105.
- Oppenheimer, S. M., Gelb, A., Girvin, J. P., Hachinski, V. C. (1992). Cardiovascular effects of human insular cortex stimulation. *Neurology*, 42, 1727-1732.
- Palomba, D., Sarlo, M., Angrilli, A., Mini, A., Stegagno, L. (2000). Cardiac responses associated with affective processing of unpleasant film stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 36, 45-57.

- Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience*. New York: Oxford University Press.
- Paradiso, S., Anderson, B., Tranel, D., Robinson, R. (2011). Altered Neural Activity and Emotions Following Right Middle Cerebral Artery Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 20(2), 94–104.
- Paradiso, S., Chemerinski, E., Yazici, K. M., Tartaro, A., Robinson, R.G. (1999). Frontal lobe syndrome reassessed: comparison of patients with lateral or medial frontal brain damage. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 67(5), 664-667.
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T., Perry, R. P. (2007). The control-value theory of achievement emotions: An integrative approach to emotions in education. In P.A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in education* (pp. 13–36). Burlington, MA, San Diego, CA, and London, UK: Academic Press.
- Pereira, T. (2006). *Estudo dos padrões de lateralização do processamento cerebral afectivo: Influência da categoria e intensidade emocional*. Tese de mestrado, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Pereira, T. Fonseca, F., Oliveira, A. (2006). Influence of emotion category and intensity on affective brain processing: CNS and ANS indices. In D. Kornbrot, R. Msetfi, & S. MacRae (Eds.), *Fechner Day 2006: Proceedings of the XXII Annual Meeting of the International Society for Psychophysics*. St. Albans: ISP.
- Pfurtscheller, G., Silva, L. F. (1999). Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic Principles. *Clinical Neurophysiology*, 110, 1842-1857.
- Pizzagali, D. A., Lehmann, D., Hendrick, A. M., REGARD, M., Pascual-Marqui, R. D., Davidson, R. J. (2002). Affective judgments of faces modulate early activity (~160 ms) within the fusiform gyri. *NeuroImage*, 16, 663-677.
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. New York: Harper & Row.
- Porges, S. W. (1995). Orienting in a defensive world : Mammalian modifications of our evolutionary heritage: A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, 32, 301-318.
- Randall, W. C. (1977). Sympathetic control of the heart. In W. C. Randall (Ed.), *Neural Regulation of the Heart* (pp. 43-94). New York, NY: Oxford University Press.
- Reisenzein, R., Meyer, W., Schützwohl, A. (1996). Reactions to Surprising Events: A Paradigm for Emotion Research. In N. Frijda (Ed.), *Proceedings of the 9th conference of the International Society for Research on Emotions* (pp. 292-296). Toronto: ISRE.

- Reuter-Lorenz, P., Davidson, R.J. (1981). Differential contributions of the two cerebral hemispheres to the perception of happy and sad faces. *Neuropsychologia*, 19(4), 609-613.
- Rinn, W. B. (1984). The neuropsychology of facial expressions: A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expression. *Psychology Bulletin*, 95, 52-77.
- Roser M., Corballis, M. (2003). Interhemispheric neural summation in the split brain: effects of stimulus colour and task. *Neuropsychologia*, 41, 830-846.
- Ross, E., Monnot, M. (2008). Neurology of affective prosody and its functional-anatomic organization in right hemisphere. *Brain and Language*, 104(1), 51-74
- Ross, E. D., Mesulam, M. M. (1979). Dominant language functions of the right hemisphere? Prosody and emotional gesturing. *Archives of Neurology*, 36(3), 144-148.
- Russel, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161-1178.
- Sackheim, H. A., Gur, R. C., Saucy, M. (1978). Emotions are expressed more intensely on the left side of the face. *Science*, 202, 434-436.
- Savazzi, S., Marzi, C., (2002). Speeding up reaction time with invisible stimuli. *Current Biology*, 12, 403-407.
- Scherer, K.R. (1984). On the nature and function of emotion: A component process approach. In K.R. Scherer & P. Ekman (Eds), *Approaches to Emotion* (pp. 293-317). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schiffer, F., Mottaghy, FM., Vimal, RL., Renshaw, PF., Cowan, R., Pascual-Leone, A., ... Rohan, M. (2004). Lateral visual field stimulation reveals extrastriate cortical activation in the contralateral hemisphere: na fMRI study. *Psychiatric Research: NeuroImaging*, 131, 1-9.
- Schneider, F., Gur, R. E., Mozley, L. H., Smith, R. J., Mozley, P. D., Censits, D. M., Alavi, A., Gur, R. C. (1995). Mood effects on limbic blood flow correlate with emotional self-rating: a PET study of oxygen-15 labeled water. *Psychiatric Research: NeuroImaging*, 61, 265-283.
- Schwartz, G., Ahern, G., Brown, S. (1979). Lateralized facial muscle response to positive and negative stimuli. *Psychophysiology*, 16, 561-571.
- Schwartz, G., Fair, P., Salt, P., Mandel, M., Klerman, G. (1976). Facial muscle patterning to affective imagery in depressed and nondepressed subjects. *Science*, 192, 489-491.
- Schweinberger, S., Baird, L., Blumler, M., Kaufmann, J., Mohr, B. (2003). Interhemispheric cooperation for face recognition but not for affective facial expressions. *Neuropsychologia*, 41, 407-414.

- Schweinberger, S., Sommer, W., Stiller, R. (1994). Event-related potentials and models of performance asymmetries in the face and word recognition. *Neuropsychologia*, 32, 175-191.
- Seeck, M., Michel, C., Blanke, O., Thut, G., Landis, T., Schomer, D. (2001). Intracranial neurophysiological correlates related to the processing of faces. *Epilepsy & Behavior*, 2(6), 545–557.
- Sohn, J., Sokhadze, E., Watanuki, S. (2001). Electrodermal and cardiovascular manifestations of emotions in children. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 20(2), 55-64.
- Spencer, S., Shapiro, D., Zaidel, E. (1996). The role of the right hemisphere in the physiological and cognitive components of emotional processing. *Psychophysiology*, 33, 112-122.
- Starkstein, S. E., Roninson, R. G., Honig, M. A., Parikh, R. M., Joselyn, J., Price, T. R. (1989). Mood changes after right-hemisphere lesions. *British Journal of Psychiatry*, 155, 79-85.
- Surguladze, S. A., Brammer, M. J., Young, A. W., Andrew, C., Travis, M. J., Williams, S. C. (2003). A preferential increase in the extrastriate response to signals of danger. *Neuroimage*, 19(4), 1317–1328.
- Sutton, S. K., Davidson, R. J. (2000). Prefrontal brain electrical asymmetry predicts the evaluation of affective stimuli. *Neuropsychologia*, 38, 1723-1733.
- Talarico, J. M., Berntsen, D., Rubin, D. C. (2009). Positive emotions enhance recall of peripheral details. *Cognitive Emotion*, 23(2), 380–398
- Tamietto, M., de Gelder, B. (2008). Affective blindsight in the intact brain: neural interhemispheric summation for unseen fearful expressions. *Neuropsychologia*, 46(3), 820-828.
- Tamietto, M., Corazzini, L., de Gelder, B., Geminiani, G. (2006). Functional asymmetry and interhemispheric cooperation in the perception of emotions from facial expressions. *Experimental Brain Research*, 171, 389-404.
- Thayer, J. F., Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61, 201-216.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., Henriques, J. B. (1990). Resting frontal brain asymmetry predicts affective responses to films. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(5), 791-801.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., Wheeler, R. E., Doss, R. C. (1992). Individual differences in anterior brain asymmetry and fundamental dimensions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62(4), 676-687.

- Tomkins, S. S. (1962). *Affect, imagery and consciousness: Vol. 1. The positive affects*. New York: Springer.
- Tranel D. (2000). Electrodermal activity in cognitive neuroscience: Neuroanatomical and neuropsychological correlates. In R. D. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (pp. 192-224). New York: Oxford University Press.
- Tranel, D., Damásio, H. (1994). Neuroanatomical correlates of electrodermal skin conductance response. *Psychophysiology*, 31, 427-438.
- Tucker, D. M., Stenslie, C. E., Roth, R. S., Shearer, S. L. (1981). Right frontal lobe activation and right hemisphere performance. Decrement during a depressed mood. *Archives of General Psychiatry*, 38(2), 169-174.
- Van Kleek, M. (1989). Hemispheric differences in global versus local processing of hierarchical visual stimuli by normal subjects: New data and a meta-analysis of previous studies. *Neuropsychologia*, 27, 1165-1178.
- Vanhamme, J., Snelders, D. (2003). What if you surprise your customers... will they be more satisfied? Findings from a pilot experiment. In P.A. Keller & D.W. Rook (Eds.), *Advances in Consumer Research* (pp. 48-55). Utah: Provo.
- Vernet-Maury, E., Alaoui-Ismaïli, O., Dittmar, A., Delhomme, G., & Chanel, J. (1999). Basic emotions induced by odorants : a new approach based on autonomic pattern results. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 75, 176-183.
- Vernet-Maury, E., Robin, O., Dittmar, A.(1995). The ohmic perturbation duration, an original temporal index to quantify electrodermal responses. *Behavioural Brain Research*. 67, 103-107.
- Vissing, S. F., Scherrer, U., Victor, R. G. (1991). Stimulation of skin sympathetic nerve discharge by central comand. Differential control of sympathetic outflow to skin and skeletal muscle during static exercise. *Circulation Research*, 69, 228-238
- Vuilleumier, P., Pourtois, G. (2007) Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 45, 174-194.
- Vuilleumier, P., Richardson, M. P., Armony, J. L., Driver, J., Dolan, R. J. (2004). Distant influences of amygdala lesion on visual cortical activation during emotional face processing. *Nature Neuroscience*, 7(11), 1271– 1278.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624–631.

- Wager, T. D., Phan, K. L., Liberzon, I., Taylor, S. F. (2003). Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. *Neuroimage*, *19*, 513-531.
- Waldstein, S. R., Kop, W. J., Schmidt, L. A., Haufler, A. J., Krantz, D. S., Foz, N. A. (2000). Frontal electrocortical and cardiovascular reactivity during happiness and anger. *Biological Psychology*, *55*, 3-23.
- Watson, D., Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, *98*, 219-235.
- Weddell, R. A. (1994). Effects of subcortical lesion site on human emotional behavior. *Brain Cognition*, *25*(2), 161-193
- Wheeler, R. E., Davidson, R. J., Tomarken, A. J. (1993). Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: a biological substrate of affective style. *Psychophysiology*, *30*, 82-89.
- Wild, B., Erb, M., Bartels, M. (2001). Are emotions contagious? Evoked emotions while viewing emotionally expressive faces: quality, quantity, time course and gender differences. *Psychiatric Research*, *102*, 109-124.
- Wittling, W. (1990). Psychophysiological correlates of human brain asymmetry: Blood pressure changes during lateralized presentation of an emotionally laden film. *Neuropsychologia*, *28*, 457-470.
- Wittling, W. (1995). Brain asymmetry in the control of autonomic-physiologic activity. In R. J. Davidson & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 305-357). Cambridge, MA: MIT Press, MA.
- Wittling, W., Block, A., Genzel, A., Schweiger, E. (1998). Hemisphere asymmetry in parasympathetic control of the heart. *Neuropsychologia*, *36*(5), 461-468.
- Wittling, W., Rosemann, R. (1993). Emotion-related hemisphere asymmetry: Subjective emotional response to laterally presented films. *Cortex*, *29*, 431-448.
- Yokoyama, K., Jennings, R., Ackles, P., Hood, P., Boller, F. (1987). Lack of heart rate changes during attention-demanding tasks after right hemisphere lesions. *Neurology*, *37*, 624-630.
- Zaidel, E., Clarke, J. M., Suyenobu, B. (1991). Hemispheric independence: a paradigm case for cognitive neuroscience. In A. Wechsler (Ed.), *Neurobiological Foundations of Higher Cognitive Function* (pp. 297-352). New York: Guilford.
- Zaidel, E. (1983). Disconnection syndrome as a model for laterality effects in the normal brain. In J. Hellige (Ed.), *Cerebral Hemisphere Asymmetry* (pp. 95-151). New York: Praeger Publishers.

Zamrini, E. Y., Meador, K. J., Loring, D. W., Nichols, F. T., Lee, G. P., Figueroa, R. E., Thompson W. O. (1990). Unilateral cerebral inactivation produces differential left/right heart rate responses. *Neurology*, 40, 1408-1411.

Zoccolotti, P., Caltagirone, C., Benedetti, N., Gainotti, HG. (1986). Perturbation des réponses végétatives aux stimuli émotionnels au cours des lésion hémisphériques unilatérales. *Encéphale*, 12, 263-268.

ANEXOS

ANEXO I – ESTUDO SUPLEMENTAR

DISCRIMINABILIDADE DE EXPRESSÕES FACIAIS DE BAIXA INTENSIDADE

1. Introdução e Objectivo

A expressão facial constitui uma forma paradigmática de comunicação da informação afectiva não-verbal, essencial à interacção social na nossa espécie. As expressões faciais podem veicular diferentes níveis de intensidade afectiva, que modulam a sua percepção e julgamento pelos outros, sendo previsível uma dificuldade crescente na discriminação e classificação das emoções à medida que os seus níveis de intensidade expressiva decrescem. Esta relação inversa implica, no limite, a existência de um limiar de intensidade abaixo do qual as expressões de categorias emocionais diversas se tornam efectivamente indistintas.

A manipulação dos níveis de intensidade das expressões faciais em tarefas experimentais de reconhecimento e de julgamento impõe desta forma alguma cautela metodológica, sendo fundamental averiguar se os níveis de intensidade expressiva mais baixos permitem uma adequada discriminabilidade das emoções – condição essencial à comparação de respostas comportamentais ou fisiológicas entre diferentes categorias emocionais.

Nesse sentido, desenhamos um pequeno estudo complementar, visando fundamentalmente avaliar se os níveis mais baixos de intensidade expressiva utilizadas nos estudos precedentes permitiriam uma discriminação entre emoções significativamente acima da taxa de discriminação prevista pelo acaso.

2. Material e Métodos

Um total de 66 participantes, com idade média de 21 ± 1.7 anos, participaram de forma voluntária na experiência. Do ponto de vista clínico, todos os sujeitos eram saudáveis,

não possuíam história de distúrbios psiquiátricos ou neurológicos e não se encontravam sob o efeito de qualquer fármaco. Os estímulos utilizados foram as expressões faciais de emoção sintetizadas, no seu nível mais baixo de intensidade, para utilização nas experiências da 1ª Fase Experimental (Parte II, Cap. I; emoções representadas: Alegria, Cólera, Medo e Tristeza). Todos os sujeitos avaliaram cada uma das faces num único momento, e a tarefa implementada consistiu em classificarem a emoção representada através de sete escalas, correspondendo, respectivamente, às categorias de Alegria, Desprezo, Medo, Nojo, Surpresa, Cólera e Tristeza, cada uma das quais podendo variar entre 0 e 7 (“0” significando a ausência completa dessa emoção, “7” o mais intenso grau de presença dessa emoção). Neste formato de resposta, que Ekman viria a adoptar após o debate com J. Russel em torno dos inconvenientes do método de escolha forçada entre categorias emocionais (Russel, 1994¹; Ekman, 1994²), os sujeitos eram livres de classificar a emoção numa ou mais das 7 escalas, sem restrição.

3. Resultados

A figura seguinte apresenta os resultados relativos à percentagem de vezes que cada uma das sete emoções possíveis foram escolhidas para cada grupo de faces de acordo com a sua categoria emocional (Alegria, Medo, Cólera e Tristeza). Os asteriscos por cima das colunas indicam uma diferença significativa (nível de significância = .05; teste binomial) relativamente à taxa de escolhas previstas pelo acaso, representada no gráfico pela linha a tracejado (cerca de 14,3%). Os asteriscos colocados por cima de arcos de ligação entre duas colunas exprimem uma diferença significativa entre as percentagens de escolha das categorias emocionais representadas pelas duas colunas (teste binomial, nível de significância = .05). Verificou-se uma elevada percentagem de escolhas correctas, significativamente acima da taxa esperada pelo acaso, em todas as categorias emocionais, bem como, com excepção do Medo, a existência de diferenças estatisticamente significativas relativamente à emoção mais escolhida em segundo lugar. No caso particular do Medo, a categoria “Surpresa” foi na realidade a mais

¹ Russell, J.A. (1994). Is there universal recognition of emotion from facial expression? A review of cross-cultural studies. *Psychological Bulletin*, 115, 102-141.

² Ekman, P. (1994). Strong evidence for universals in facial expression: A reply to Russell's mistaken critique. *Psychological Bulletin*, 115, 268-287.

escolhida, não se registando uma diferença significativa relativamente à taxa de escolhas de “Medo”, o que ilustra uma confusão entre as duas categorias emocionais.

Os mesmos resultados decorrem da análise das classificações numéricas (*ratings*), representadas graficamente na Figura 2(suppl.), As colunas representam agora a classificação média obtida por cada categoria de expressões faciais. As barras de erro em cada coluna correspondem ao erro padrão da média. As mais altas classificações médias foram obtidas nas categorias emocionais que foram também as mais frequentemente escolhidas para cada categoria de expressões faciais. A inspeção comparativa das barras de erro (erro padrão das médias) permite verificar que, tal como sucedera já com as percentagens de escolha, a diferença entre a categoria emocional com mais elevada classificação média e a que se lhe segue é significativa em todas as categorias de expressão facial excepto no Medo, onde se verifica identicamente uma confusão com a Surpresa.

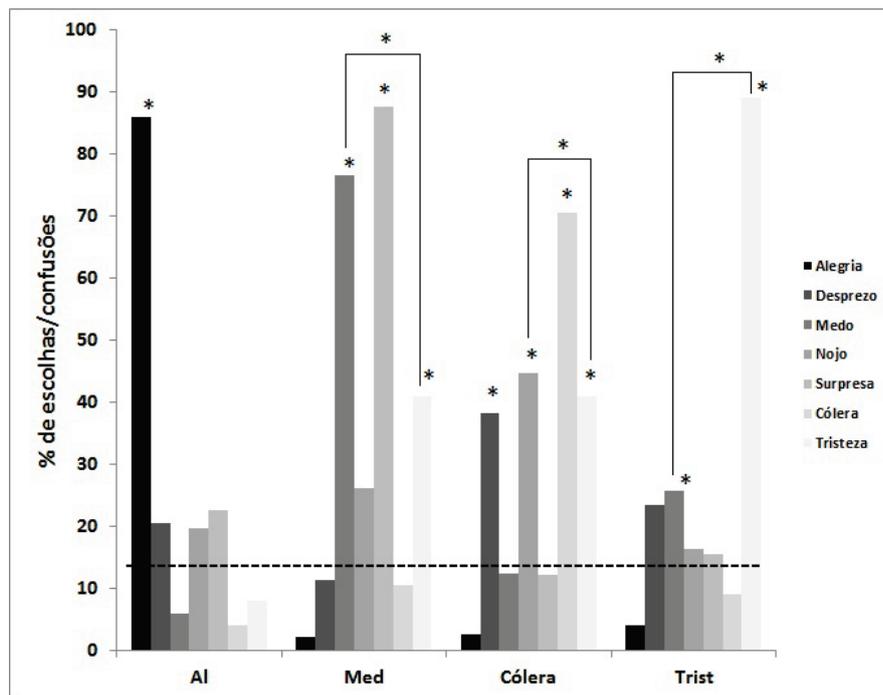


Figura 1 (suppl.). Representação da percentagem de escolhas para cada categoria emocional representada.

Legenda: AI – Alegria; Med – Medo; Trist – Tristeza; a linha a tracejado indica a probabilidade teórica de escolha para cada uma das sete emoções em opção (cerca de 14%). * $p < 0.05$

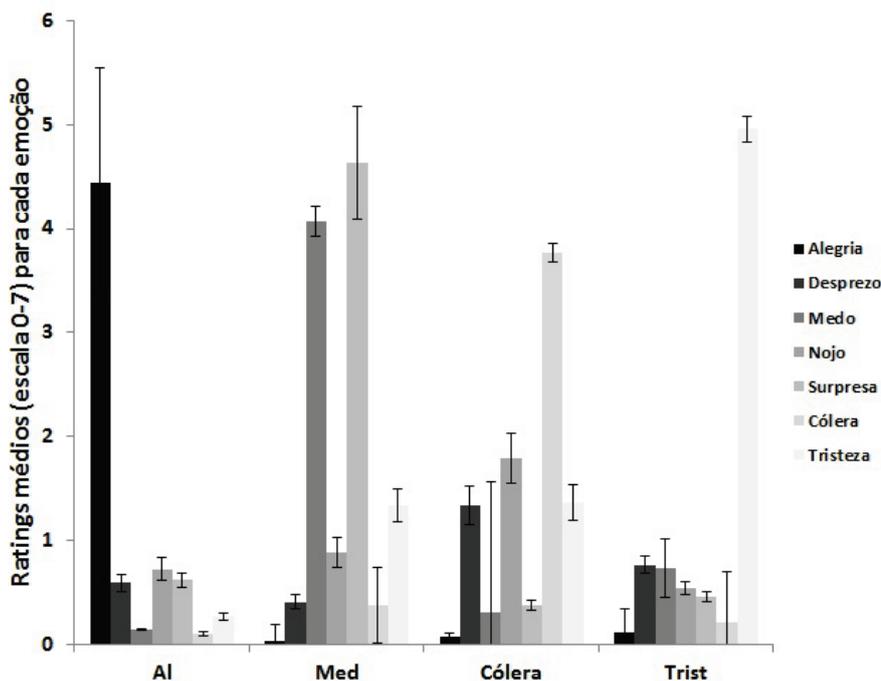


Figura 2 (suppl.). Representação das classificações (*ratings*) médias para cada categoria emocional representada. As barras de erro representam o erro padrão da média.

Legenda: AI – Alegria; Med – Medo; Trist – Tristeza

4. Conclusão

Os resultados obtidos neste pequeno estudo suplementar indicam uma boa discriminabilidade das faces exprimindo emoções em níveis baixos de intensidade (a cerca de 33% de deformação digital (*morphing*) entre a face neutra e a expressão emocional mais intensa), com exceção das faces exprimindo Medo, para as quais se identificou uma confusão importante com a Surpresa. Num outro estudo, Bartneck & Reichenbach³ avaliaram a percepção de expressões faciais artificiais subtis, tendo documentado que, a partir dos 30% de intensidade geométrica (0%-neutro; 100%-intensidade máxima), a precisão em termos de reconhecimento não diferiu significativamente da precisão na máxima intensidade. Curiosamente, as expressões de Medo apresentaram os menores valores de precisão em qualquer nível de intensidade, o que pode constituir uma consequência da artificialidade das expressões faciais sintetizadas, com claro prejuízo em termos de naturalidade para as expressões de Medo. Do ponto de vista das implicações para as experiências reportadas na presente

³ Bartneck, C.; Reichenbach, J. (2005). Subtle emotional expressions of synthetic characters. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62:179-192.

dissertação, estes resultados legitimam a utilização das faces de baixa intensidade e as conclusões extraídas nos casos em que sedes diferenciais de processamento foram sugeridas para as baixas e altas intensidades expressivas. Relativamente ao caso particular do Medo, recomendam o uso de cautelas adicionais na interpretação dos resultados, tendo em conta a confusão consistentemente revelada com a Surpresa.