

Universidade Federal de Ouro Preto

Núcleo de Pesquisa em Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

PPG CBIOL

Dissertação

**Efeitos da percepção visual
de estímulos afiliativos na
variabilidade da frequência
cardíaca em humanos e a
influência comportamental
autorrelatada: Uma abordagem
evolucionista**

Cássia Regina Vieira Araújo

Ouro Preto

2020



UFOP

Cássia Regina Vieira Araújo

**Efeitos da percepção visual de estímulos afiliativos na
variabilidade da frequência cardíaca em humanos e a influência
comportamental autorrelatada: uma abordagem evolucionista**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas do Núcleo de Pesquisa em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Bioquímica metabólica e fisiológica

Orientadora: Gabriela Guerra Leal de Souza

Ouro Preto

2020

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

A663e Araújo, Cássia Regina Vieira .
Efeitos da percepção visual de estímulos afiliativos na variabilidade da frequência cardíaca em humanos e a influência comportamental autorrelatada [manuscrito]: uma abordagem evolucionista. / Cássia Regina Vieira Araújo. - 2020.
121 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Gabriela Guerra Leal de Souza.
Dissertação (Mestrado Acadêmico). Universidade Federal de Ouro Preto. Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas.
Área de Concentração: Bioquímica Metabólica e Fisiológica.

1. Comportamento social. 2. Variabilidade do batimento cardíaco. 3. Empatia. 4. Solidão. I. Souza, Gabriela Guerra Leal de . II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 616.1

Bibliotecário(a) Responsável: Celina Brasil Luiz - CRB6-1589



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



FOLHA DE APROVAÇÃO

Cássia Regina Vieira Araújo

Efeitos da percepção visual de estímulos afiliativos na variabilidade da frequência cardíaca em humanos e a influência comportamental autorrelatada: uma abordagem evolucionista

Dissertação apresentada à Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de mestre

Aprovada em 24 de novembro de 2020

Membros da banca

Doutora Gabriela Guerra Leal de Souza - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutora Fernanda Cacilda dos Santos Silva - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutora Rafaela Ramos Campagnoli - (Universidade Federal Fluminense)

Gabriela Guerra Leal de Souza, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 21/12/2020



Documento assinado eletronicamente por **Gabriela Guerra Leal de Souza, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/12/2020, às 01:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0118082** e o código CRC **EED71363**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e acima de tudo à minha família, a minha mãe, Maria de Lourdes, a meu pai, José Geraldo, a minha irmã, Carla, e a todos os felinos da casa Araújo, que sempre me apoiaram em toda minha jornada. Vocês são parte do que eu sou.

Aos demais membros da família, minhas avós, Isaura e Maria Cândida e avôs, José Abel e Antônio, a todos os primos e tios. Vocês também são parte da minha vida. Obrigada por tudo.

À minha orientadora, Gabi, por ter me acolhido em seu laboratório, por toda compreensão, carinho, partilha de conhecimentos e paciência. Obrigada por ser essa mulher, educadora e pesquisadora maravilhosa e tão humana, que inspira a todos os seus alunos.

Aos amigos e membros do Laboratório de Psicofisiologia, pelo companheirismo, atenção e incentivo. Agradeço imensamente por todo esse tempo que estivemos juntos, compartilhando as alegrias e angústias, e superando os desafios da vida científica. Agradeço também ao técnico Alexandre, sempre atencioso e disponível para ajudar a todos no laboratório.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas, pelo incentivo aos alunos e por fornecer à comunidade acadêmica cursos de alta qualidade e pesquisas de grande relevância. Além disso, agradeço ao coordenador Alexandre e ao secretário Robson, pela paciência e atenção dedicada aos alunos.

Aos amigos e membros do Departamento de Química, por todo o carinho, compreensão e acolhimento. Obrigada por me apoiarem nesse momento de trabalho e pós-graduação conjuntos. Sem o apoio de vocês eu não teria condições de finalizar esta etapa tão importante da minha vida.

À todos os amigos dos quais estive distante por muito tempo nessa fase tão corrida. Obrigada por compreenderem a minha ausência. Aos amigos que estiveram por perto, sou muito grata pelo companheirismo, especialmente ao Flávio que sempre me acolheu e incentivou, e à Andressa e Natália, pelos vários momentos de descontração que vivemos juntas.

Aos alunos da Universidade Federal de Ouro Preto que participaram voluntariamente dessa pesquisa, sem os quais não seria possível a execução dos experimentos.

Às agências de fomento CAPES, FAPEMIG e CNPq pelo financiamento do projeto.

À Universidade Federal de Ouro Preto, por todo o suporte fornecido aos alunos e funcionários.

“Fizestes o caminho do verme ao homem, e muito, em vós, ainda é verme. Outrora fostes macacos, e ainda agora o homem é mais macaco do que qualquer macaco.”

Friedrich Nietzsche

“Fazer uma pequena flor é um trabalho de eras.”

William Blake

RESUMO

A socialidade é uma importante ocorrência na história evolutiva de muitas espécies, e os humanos são animais descritos como essencialmente sociais. No nível proximal de análise, vários estudos investigam como mecanismos neurais podem regular a socialidade. O sistema nervoso autônomo desempenha um papel fundamental no entendimento dessas relações, e sua atividade pode ser medida pela variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma ferramenta promissora no campo da psicofisiologia. O objetivo deste estudo foi investigar a influência da percepção visual de estímulos afiliativos na VFC e avaliar a influência de medidas comportamentais subjetivas autorrelatadas. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Ouro Preto (CAAE: 32885314.2.0000.5150). A amostra foi composta por 72 estudantes de graduação (44 mulheres e 28 homens) com idades entre 18 e 33 anos ($M = 23,37$, $DP = 3,04$). Os voluntários foram expostos a estímulos de afiliação (14 fotografias com pessoas em interação social direta, envolvendo pistas como toque e contato visual), pareados com estímulos controle (14 fotografias com pessoas sem interação social). Ambos os estímulos foram precedidos e sucedidos por um período de 3 minutos sem estímulo. O primeiro período sem estímulo foi considerado a linha de base. O sinal eletrocardiográfico foi registrado durante todo o experimento para análise posterior da VFC, a partir da qual foram extraídos os componentes do domínio do tempo (SDNN e RMSSD) e do domínio da frequência (HF e LF). Foi realizada uma avaliação psicométrica de alguns aspectos sociais do comportamento por meio de escalas de autorrelato validadas, especificamente foram avaliados a empatia, toque social e solidão. Os resultados mostraram que a percepção de estímulos afiliativos induziu mudanças fásicas na VFC (SDNN: $p = 0,04$; RMSSD: $p = 0,007$; HF: $p = 0,022$). Especificamente, a percepção desses estímulos provocou uma diminuição no SDNN ($p = 0,01$), RMSSD ($p = 0,04$) e HF ($p = 0,045$) quando comparados aos níveis basais. Nenhuma diferença significativa foi observada para o LF ($p = 0,12$). Após a exposição a esses estímulos, o RMSSD ($p = 0,006$) e HF ($p = 0,03$) não retornaram aos níveis basais. Em relação à percepção dos estímulos controle, nenhuma mudança fásica significativa foi detectada para o SDNN ($p = 0,43$), RMSSD ($p = 0,11$) e HF ($p = 0,41$). Uma diferença significativa foi detectada para o LF ($p = 0,03$), o qual diminuiu quando comparado aos níveis basais ($p = 0,02$). Comparou-se também as mudanças (Δ) percentuais da VFC em relação aos níveis basais em ambas as condições, controle e afiliativa. A percepção de estímulos afiliativos induziu uma maior diminuição no RMSSD em comparação ao controle ($p = 0,003$). Nenhuma diferença significativa foi detectada para SDNN ($p = 0,90$), HF ($p = 0,50$) e LF ($p = 0,97$). O toque social e a solidão não tiveram correlação significativa com mudanças basais ou fásicas na VFC durante a percepção de estímulos afiliativos ($p > 0,01$ para todas as correlações). A empatia não se correlacionou significativamente com a VFC basal ($p > 0,01$ para todas as correlações). Por outro lado, uma correlação significativa foi detectada entre a empatia e o Δ SDNN ($p = 0,003$). Uma análise de regressão linear (Δ VFC durante a percepção de estímulos afiliativos como variável dependente) mostrou que a empatia foi responsável por 12% da variação no Δ SDNN ($p = 0,002$). Esta relação foi descrita mais adequadamente com um modelo quadrático do tipo U invertido. Em conclusão, a percepção de estímulos afiliativos induziu reduções fásicas na VFC, sugerindo que a interação social com indivíduos desconhecidos não implica necessariamente em contextos de segurança necessários para um aumento da atividade vagal. A empatia foi a única medida subjetiva autorrelatada que influenciou as mudanças fásicas na VFC, as quais foram mais adequadamente explicadas por uma função do tipo U invertido, o que ressalta a necessidade de se considerar modelos não-lineares no estudo do comportamento humano. Por fim, este estudo está em concordância com os pressupostos que consideram a herança ancestral na evolução do comportamento humano, os quais preveem a presença de mecanismos cognitivos evoluídos subjacentes à regulação de processos sociais.

Palavras-chave: Comportamento social; variabilidade da frequência cardíaca fásica; toque social; empatia; solidão

ABSTRACT

Sociality is an important occurrence in the evolutionary history of many species, and humans are animals described as essentially social. At the proximal level of analysis, several studies investigate how neural mechanisms can regulate sociality. The autonomic nervous system plays a fundamental role in understanding these relationships, and its activity can be measured by heart rate variability (HRV), a promising tool in the field of psychophysiology. The aim of this study was to investigate the influence of visual perception of affiliative stimuli on HRV and to evaluate the influence of self-reported subjective behavioral measures. This study was approved by the Federal University of Ouro Preto's Ethical Commission (CAAE: 32885314.2.0000.5150). The sample consisted of 72 undergraduate students (44 female and 28 male) aged between 18 and 33 years ($M = 23.37$, $SD = 3.04$). Volunteers were exposed to social affiliative stimuli (14 pictures with people in direct social interaction, comprising features as touch and gaze), paired with control stimuli (14 pictures with people without social interaction). Both stimuli were preceded and succeeded by a blank screen which lasted 3 minutes. The first 3-min blank screen was used as baseline. The electrocardiographic signal was recorded throughout the experiment for further HRV analysis from which time domain (SDNN and RMSSD) and frequency domain components (HF and LF) were extracted. A psychometric assessment of some social aspects of behavior was performed using validated self-report scales, specifically empathy, social touch and loneliness were assessed. Results showed that perception of affiliative social stimuli induced phasic changes in HRV ($p = 0.04$; RMSSD: $p = 0.007$; HF: $p = 0.022$). Specifically, perception of affiliative stimuli led to a decrease in SDNN ($p = 0.01$), RMSSD ($p = 0.04$) and HF ($p = 0.045$) when compared to baseline levels. No significant difference was observed for LF ($p = 0.12$). After exposure to affiliative stimuli RMSSD ($p = 0.006$) and HF ($p = 0.03$) did not return to baseline levels. Regarding perception of control stimuli, no significant phasic change was detected to SDNN ($p = 0.43$), RMSSD ($p = 0.11$) and HF ($p = 0.41$). A significant difference was detected in LF ($p = 0.03$), which decreased when compared to baseline levels ($p = 0.02$). Percentage changes (Δ) of HRV between both conditions, control and affiliative, were compared relative to baseline levels. Perception of affiliative social stimuli induced a greater decrease in RMSSD compared to control ($p = 0.003$). No significant difference was detected to SDNN ($p = 0.90$), HF ($p = 0.50$) and LF ($p = 0.97$). Allo-grooming and loneliness had no significant correlation with baseline or phasic changes in HRV during affiliative social perception ($p > 0.01$ for all correlations). Empathy did not correlate significantly with baseline HRV ($p > 0.01$ for all correlations). On the other hand, a significant correlation between empathy and Δ SDNN was detected ($p = 0.003$). Linear regression analysis (Δ HRV during affiliative social perception as dependent variable) showed that empathy accounted for 12% of variation in Δ HRV ($p = 0.002$). This relationship was more accurately described with an inverted-U shaped quadratic model. In conclusion, the perception of affiliative stimuli induced phasic reductions in HRV, suggesting that social interaction with unknown individuals does not necessarily imply the safety contexts necessary for an increase in vagal activity. Empathy was the only self-reported subjective measure that influenced phasic changes in HRV, which were more adequately explained by an inverted U-type function, which highlights the need to consider nonlinear models in the study of human behavior. Finally, this study is in agreement with the assumptions that consider ancestral inheritance in the evolution of human behavior, which predict the presence of evolved cognitive mechanisms underlying the regulation of social processes.

Keywords: Social behavior, phasic heart rate variability, empathy, social touch, loneliness

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 — Neurônios espelho na região pré-motora “F5c” do córtex de um primata | 18 |
| Figura 2 — Modelo esquemático representando modificações neuroanatômicas no sistema nervoso autônomo (sistema vagal) de um mamífero | 23 |
| Figura 3 — Do sistema nervoso autônomo à variabilidade da frequência cardíaca | 27 |
| Figura 4 — Influência da ativação de estruturas corticais e subcorticais na VFC | 29 |
| Figura 5 — Resumo do experimento | 38 |
| Figura 6 — Fotografias utilizadas na etapa de treino | 39 |
| Figura 7 — Texto utilizado na etapa treino | 39 |
| Figura 8 — Fotografias utilizadas na etapa afiliativa | 40 |
| Figura 9 — Texto utilizado na etapa afiliativa | 40 |
| Figura 10 — Fotografias utilizadas na etapa controle | 41 |
| Figura 11 — Texto utilizado na etapa controle | 41 |
| Figura 12 — Sequências experimentais | 43 |
| Figura 13 — Posicionamento dos eletrodos para a aquisição do ECG | 46 |
| Figura 14 — Fluxograma do procedimento experimental | 48 |
| Figura 15 — Fluxograma da etapa de treino | 50 |
| Figura 16 — Fluxograma da etapa afiliativa | 51 |
| Figura 17 — Fluxograma da etapa controle | 51 |
| Figura 18 — Efeito da sequência de exibição do estímulo na fase controle para SDNN, RMSSD, HF e LF | 54 |
| Figura 19 — Efeito da sequência de exibição do estímulo na fase afiliativa para SDNN, RMSSD, HF e LF | 55 |
| Figura 20 — Variação do SDNN ao longo da etapa controle | 58 |
| Figura 21 — Variação do SDNN ao longo da etapa afiliativa | 59 |
| Figura 22 — Variação do RMSSD ao longo da etapa controle | 60 |
| Figura 23 — Variação do RMSSD ao longo da etapa afiliativa. | 61 |
| Figura 24 — Variação do HF ao longo da etapa controle | 62 |
| Figura 25 — Variação do HF ao longo da etapa afiliativa | 63 |
| Figura 26 — Variação do LF ao longo da etapa controle | 64 |
| Figura 27 — Variação do LF ao longo da etapa afiliativa | 65 |

| | |
|--|----|
| Figura 28 — Comparação entre o Δ SDNN da fase controle e o Δ SDNN da fase afiliativa | 66 |
| Figura 29 — Comparação entre o Δ RMSSD da fase controle e o Δ RMSSD da fase afiliativa..... | 67 |
| Figura 30 — Comparação entre o Δ HF da fase controle e o Δ HF da fase afiliativa | 68 |
| Figura 31 — Comparação entre o Δ LF da fase controle e o Δ LF da fase afiliativa | 69 |
| Figura 32 — Relação quadrática entre nível global de empatia e Δ SDNN na fase afiliativa | 72 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 O estudo do comportamento social à luz da evolução: uma perspectiva histórica | 13 |
| 1.2 Um olhar ao passado para a compreensão do presente: aspectos do comportamento social em um contexto ecológico ancestral | 15 |
| 1.3 A vida em grupo: características da socialidade | 16 |
| 1.3.1 Solidão | 16 |
| 1.3.2 Empatia | 17 |
| 1.3.3 Toque social | 20 |
| 1.4 O comportamento social e a evolução do sistema nervoso | 22 |
| 1.5 Do sistema nervoso autônomo à variabilidade da frequência cardíaca | 24 |
| 1.5.1 Integração autônoma-central na geração da VFC | 27 |
| 1.5.2 Obtenção da VFC e métodos de análise | 30 |
| 1.5.3 A origem do estudo da variabilidade em sistemas vivos e o uso da VFC como marcador de patologias | 31 |
| 1.6 O estudo das emoções e do comportamento nas Neurociências cognitivas | 32 |
| 1.7 Níveis de adaptabilidade: repouso, reatividade, recuperação | 34 |
| 1.8 Hipóteses do estudo | 35 |
| 2 OBJETIVOS | 36 |
| 3 METODOLOGIA | 37 |
| 3.1 Aprovação do estudo e recrutamento dos voluntários | 37 |
| 3.2 Critérios para participação no estudo | 37 |
| 3.3 Amostra | 37 |
| 3.4 Desenho experimental | 38 |
| 3.5 Estímulos visuais | 39 |
| 3.5.1 Sequências experimentais | 42 |
| 3.5.2 Aparato para a exibição dos estímulos visuais | 44 |
| 3.6 Avaliação comportamental subjetiva | 44 |
| 3.6.1 Questionário de saúde e hábitos gerais | 44 |
| 3.6.2 Índice de reatividade interpessoal | 44 |

| | |
|---|-----|
| 3.6.3 Escala de grooming mútuo | 45 |
| 3.6.4 Escala de solidão | 45 |
| 3.7 Avaliação fisiológica | 46 |
| 3.7.1 Aquisição e registro do sinal eletrocardiográfico | 46 |
| 3.7.2 Processamento do sinal eletrocardiográfico e análise da VFC | 47 |
| 3.8 Procedimentos | 48 |
| 3.9 Análises estatísticas | 52 |
| | |
| 4 RESULTADOS | 54 |
| 4.1 Efeito da sequência de exibição dos estímulos na VFC | 54 |
| 4.2 Influência do sexo e da idade na VFC | 56 |
| 4.3 Modulação da VFC basal pela percepção de estímulos sociais | 58 |
| 4.4 Efeito da percepção de pistas de interação social na VFC | 66 |
| 4.5 Influência comportamental autorrelatada na VFC | 70 |
| | |
| 5 DISCUSSÃO | 73 |
| 5.1 A percepção visual de contextos afiliativos reduz a VFC | 73 |
| 5.2 A empatia modula a VFC durante a percepção visual de contextos afiliativos..... | 79 |
| 5.3 Limitações do estudo | 83 |
| | |
| 6 CONCLUSÃO | 85 |
| | |
| REFERÊNCIAS | 86 |
| | |
| APÊNDICE A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO | 105 |
| | |
| APÊNDICE B – COMPARAÇÃO DA VALÊNCIA E DA ATIVAÇÃO ENTRE OS BLOCOS AFILIATIVO E CONTROLE UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS EXPERIMENTAIS | 108 |
| | |
| APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO | 109 |
| | |
| APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE SAÚDE E HÁBITOS GERAIS | 111 |

| | |
|--|-----|
| ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS QUANTO À VALÊNCIA E ATIVAÇÃO SEGUNDO OS PADRÕES DO IAPS | 114 |
| ANEXO B – ÍNDICE DE REATIVIDADE INTERPESSOAL | 115 |
| ANEXO C – ESCALA DE GROOMING MÚTUO | 118 |
| ANEXO D – ESCALA DE SOLIDÃO | 120 |

1 INTRODUÇÃO

A socialidade constitui uma importante ocorrência na história evolutiva de muitas espécies de animais, de invertebrados a vertebrados (ALEXANDER, 1974, RUBENSTEIN e KEALEY, 2010). Essa habilidade do indivíduo para viver em sociedade foi um fator decisivo para a adaptação de grande parte dos grupos da ordem Primates, especialmente a família dos homínídeos, à qual pertencem os humanos (MALONE, FUENTES, e WHITE, 2012; ROGERS e GIBBS, 2014). Nesse grupo de animais é notável a capacidade para formar interações sociais cooperativas e afiliativas (de WAAL, 2007).

O *Homo sapiens* é posto como um primata ultra-social (TOMASELLO, 2015) e, nas palavras de Baumeister e Leary (1995, p. 497), possui um “forte direcionamento para formar e manter ao menos um mínimo de relações interpessoais duradouras e positivas”. Esta proposição destaca as relações sociais como uma motivação fundamental em humanos.

A deliberação de que o homem é inerentemente um animal social teve grandes implicações práticas à medida em que foi constatada a existência de uma importante convergência entre relações sociais, saúde e até mesmo sobrevivência (SNYDER-MACKLER et al., 2020). Há poucas décadas, tal fato não era considerado diretamente em estudos de natureza biológica, permanecendo no domínio das ciências sociais. Entretanto, a partir da década de 70, muitos estudos trouxeram evidências do impacto das relações sociais na vida dos indivíduos (BERKMAN, 1984; CHRISTENFELD e GERIN, 2000; UMBERSON e MONTEZ, 2010). Foi demonstrado que uma série de parâmetros fisiológicos e moleculares como pressão arterial, níveis de cortisol e de marcadores pró-inflamatórios, reatividade cardiovascular e regulação autonômica estão negativamente alterados em situações sociais adversas (BOEN et al., 2018; UCHINO, CACIOPPO e KIECOLT-GLASER, 1996; UMBERSON e MONTEZ, 2010; UCHINO, 2006). Em várias classes de psicopatologias como esquizofrenia, depressão, ansiedade social e autismo, os comportamentos sociais estão marcadamente prejudicados (GRADY e KEIGHT, 2002; KENNEDY e ADOLPHS, 2012; YOUNG, 2008). Foi também demonstrada a relevância das relações sociais como fator de proteção à saúde (UMBERSON e MONTEZ, 2010). A formação de laços sociais positivos pode fomentar um contexto de segurança que promove, por exemplo, uma redução da resposta de estresse, em contraste com a ausência desses laços, a qual induz uma preparação neural para lidar com ameaças no ambiente, produzindo hipervigilância e consequências a longo prazo (CACIOPPO e CACIOPPO, 2014). De fato, há indícios de até mesmo maior

risco de mortalidade entre pessoas com menor envolvimento em relações sociais (COHEN, 2004; HOUSE; LANDIS e UMBERSON, 1988). Essas associações destacam o impacto das relações sociais para vários domínios da vida e, conseqüentemente, ressaltam a necessidade de investigações de todos os seus aspectos e mecanismos.

Há alguns anos, entretanto, a despeito da importância das relações sociais para a saúde e sobrevivência, o estudo do comportamento social humano ainda constituía um tópico relativamente negligenciado no campo das neurociências (YOUNG, 2008). Felizmente, este cenário tem se alterado. Atualmente nota-se crescentes avanços na investigação de muitos aspectos da socialidade. Em particular, há um crescente interesse em avaliar mecanismos neurais subjacentes (SAITOVITCH *et al.*, 2019; SAROLIDOU *et al.*, 2020).

É fato que as contribuições das Neurociências cognitivas e das ciências sociais são de grande relevância nesse campo. Contudo, em trajetórias separadas, revelam-se ainda insuficientes para lidar com um fenômeno tão complexo como é o comportamento social. Sendo assim, uma das demandas vigentes nos estudos acerca do comportamento social humano é a integração de diferentes campos de pesquisa. Sgoifo *et al.* (2009) argumentam que para que ocorram importantes avanços deve-se considerar a importância de integrar de maneira sistemática o conhecimento da pesquisa cardiovascular, da etologia, psicologia e psiquiatria.

Assim, se as relações sociais afetam a saúde e a sobrevivência, investigar os mecanismos que regem a socialidade, de uma forma mais integrada e interdisciplinar, representa uma promissora forma de avançar na compreensão do comportamento social humano. A proposta do presente estudo é investigar mecanismos neurais autonômicos subjacentes à percepção social utilizando ferramentas das neurociências cognitivas e valendo-se de uma abordagem evolucionista na interpretação dos resultados.

1.1 O estudo do comportamento social à luz da evolução: uma perspectiva histórica

O comportamento social é um assunto que despertou fascinação na comunidade científica desde os primórdios das investigações, e ainda fomenta debates em vários âmbitos de pesquisa. No entanto, sempre foi um desafio a integração entre os diversos campos, especialmente as ciências sociais e as ciências naturais. Em meados do século XIX, no aclamado “A origem das espécies” (1859), Charles Darwin, embora não tenha discorrido diretamente sobre a evolução do comportamento humano, fez a seguinte afirmação:

Prevejo um futuro de portas abertas para investigações muito mais importantes. A psicologia apoiar-se-á em alicerces sólidos (...): a aquisição necessariamente gradual de cada faculdade e de cada aptidão mental. Muita luz será projetada sobre a origem do homem e sobre a sua história. (DARWIN, 1859, p. 418)

Aproximadamente uma década mais tarde em “A expressão das emoções no homem e nos animais” (DARWIN, 1872), Charles Darwin argumentou que emoções e comportamentos são características tão conservadas nas espécies quanto estruturas anatômicas. Em outros termos, assim como para compreender a função de um órgão, ou a estrutura de um membro, é crucial fazer uma consideração filogenética para a compreensão do comportamento. Dessa forma, as bases evolucionistas para a compreensão do comportamento foram lançadas.

No final da década de 1950 ocorreu a chamada "revolução cognitiva", um grande avanço nas pesquisas experimentais sobre a relação entre cérebro, mente e comportamento, envolvendo diversas áreas como psicologia, neurociências, antropologia, computação e filosofia (VASCONCELLOS e VASCONCELLOS, 2007). Todavia, o estudo do comportamento dentro de uma abordagem evolucionista só foi formalizado depois, e à parte, com o advento da Etologia (ALCOCK, 2003). Nesse sentido, Tinbergen (1963 apud ALCOCK, 2011) fez uma importante contribuição ao postular os quatro princípios para a compreensão integrada do comportamento. Ele afirmou que para a ocorrência dessa integração é necessário examinar a causa imediata, a ontogênese, a filogênese e o valor adaptativo do comportamento investigado (ALCOCK, 2003).

Uma das primeiras sínteses entre comportamento social e biologia foi realizada por Edward O. Wilson que, na década de 1970 propulsionou a Sociobiologia, sendo severamente criticado e mal compreendido numa época em que o estudo em humanos era desencorajado. Neste contexto, ainda prevalecia a noção da natureza humana como moldada culturalmente (YAMAMOTO, 2018), o que muito influenciou o interesse das investigações. O advento

dessa disciplina merece destaque, uma vez que revolucionou a compreensão do comportamento social. Não obstante, encontrou grande resistência no que tange à aplicação ao estudo do comportamento humano. A Sociobiologia desdobrou-se posteriormente em disciplinas importantes como a Ecologia Comportamental, que focou na adaptação das respostas comportamentais a ambientes específicos, a Psicologia Evolucionista, que focou nos mecanismos psicológicos evoluídos e a abordagem Coevolução gene-cultura, que destacou o papel da interação entre herança cultural e genética (LALAND e BROWN, 2018).

No início deste milênio, nos campos da Psicologia social e Neurociências cognitivas, Cacioppo e outros pesquisadores (2000) salientaram a importância de mais pesquisas acerca de mecanismos que aproximassem processos e eventos biológicos, pois nessas áreas de conhecimento havia relativamente pouca integração no estudo do comportamento em diversos níveis de análise. Além disso, mesmo com a formalização de disciplinas que enfatizavam a importância da teoria evolucionista para a compreensão do comportamento humano, a maior parte dos estudos ainda se concentrava na investigação das causas imediatas do comportamento, em particular dos mecanismos fisiológicos e moleculares. No final desta mesma década, de acordo com Krill e colegas (2007) o número de publicações acerca da relação entre cérebro e comportamento era significativo, contudo, surpreendentemente, poucos desses estudos apresentavam uma base teórica de interpretação pautada em uma perspectiva evolucionista (KRILL *et al.*, 2007).

Esse atraso em estudar o comportamento humano em uma abordagem evolucionista está, em grande medida, relacionada à resistência profundamente arraigada em considerar o ser humano como parte do mundo natural e sujeito aos mesmos mecanismos a que estão os outros seres vivos (LALAND e BROWN, 2018).

Diante do exposto, para uma investigação completa e consistente sobre o comportamento humano é indispensável considerar os aspectos distais. Afinal, como apontou Dobzhansky (1973, p.125), “nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução”. Nesse sentido, deve-se considerar o contexto que propiciou modificações no comportamento que é observado hoje. Em outros termos, para entender os pormenores do comportamento social humano é necessário considerar a herança ancestral.

1.2 Um olhar ao passado para a compreensão do presente: aspectos do comportamento social em um contexto ecológico ancestral

O contexto no qual o comportamento social evoluiu nos primatas humanos foi delimitado por características bem específicas e muito diferentes das condições atuais. Em princípio, a maior parte da evolução biológica se passou na época pré-agrícola, no Pleistoceno (de 2 milhões a 10 mil anos atrás), quando os seres humanos viviam em pequenos grupos de caçadores-coletores nômades na savana africana (TOOBY e COSMIDES, 1990). Esses grupos se estabeleciam principalmente por influências da pressão seletiva da predação e de conflitos intergrupo e manifestavam tendências de fissão ou fusão em resposta a diversas influências ecológicas e sociais, por exemplo, disponibilidade de alimento, território e relações de parentesco (BARKOW, COSMIDES e TOOBY, 1992; TOOBY, COSMIDES e PRICE, 2006). Considerando que as mudanças no ambiente físico decorrem de forma deveras mais rápida que as mudanças evolutivas, vários dos comportamentos atuais observáveis não são adaptações à vida moderna, mas refletem adaptações a esse ambiente ancestral, o “ambiente da adaptação evolutiva” (TOOBY e COSMIDES, 1990; YAMAMOTO, 2018). Um clássico exemplo é a notável diferença nas respostas aversivas a ameaças modernas como carros e armas em comparação ao medo instantâneo a ameaças ancestrais como cobras e aranhas (ÖHMAN e MINEKA, 2001; KRILL *et al.*, 2007)

Nesse ambiente ancestral ocorreu a seleção de grande parte das estruturas neurais que produziam comportamentos voltados à solução de problemas específicos que os humanos encontravam recorrentemente, como competição por uma posição hierárquica, obtenção de recursos, forrageamento, cuidados com a prole, busca de parceiros para acasalamento, defesa de território e proteção contra predadores e grupos externos (TOOBY e COSMIDES, 2005; YAMAMOTO, ALENCAR e LACERDA, 2018). Esses comportamentos produzidos por estruturas evoluídas, por sua vez, têm certa flexibilidade, estabelecendo-se de acordo com circunstâncias ambientais particulares (NETTLE, 2009).

Assim, mesmo quando se pretende ter uma visão sobre o comportamento em um nível de análise proximal, especialmente os aspectos sociais, é preciso ter também a perspectiva de que eventos do passado tiveram grande impacto na constituição do sistema nervoso. Portanto, para compreender as respostas comportamentais imediatas, faz-se necessário, da mesma forma, considerar alguns aspectos distais. Afinal, como eloquentemente colocado por de Waal (2007, p.7) “podemos tirar o primata da selva, mas não a selva do primata. Isso também se aplica a nós, primatas bípedes.”.

1.3 A vida em grupo: características da socialidade

A vida social humana, conforme salientam Brewer e Caporael (2006, p. 148) “pode ser caracterizada como um perpétuo ato de malabarismo: manter a integridade da identidade individual, relações interpessoais e interesses coletivos simultaneamente.” O comportamento social envolve uma série de respostas que permitem aos indivíduos a coordenação de suas atividades, a comunicação eficaz e diversos tipos de interação. Em um grupo, os indivíduos precisam detectar potenciais oportunidades para interações cooperativas e ao mesmo tempo se proteger de interações desvantajosas (YAMAMOTO, ALENCAR e LACERDA, 2018). Investigar os mecanismos subjacentes a essas respostas é um caminho para a compreensão dos processos e consequências da vida em grupo. Da mesma forma, é importante identificar os mecanismos envolvidos nos processos de isolamento social, uma vez que estar à margem do grupo pode representar uma ameaça à sobrevivência (CACIOPPO, J. T.; CACIOPPO, S.; BOOMSMA, 2014).

1.3.1 *Solidão*

Muitos anos de pesquisa revelaram potenciais consequências do isolamento social para a saúde e o bem-estar dos seres humanos. Foi apontado que o isolamento é um fator de risco para mortalidade equivalente ou superior à obesidade e tabagismo (HOLT-LUNSTAD, SMITH e LAYTON, 2010; HOUSE, LANDIS e UMBERSON, 1988). E assim como a ausência de interações com as pessoas, a percepção dessa ausência, que caracteriza a solidão (PERLMAN e PEPLAU, 1984), tem um impacto importante. Esse impacto na vida humana é tamanho que alguns autores indicam a solidão como um fator crucial para o desenvolvimento de psicopatologias e prejuízos na saúde em geral (HAWKLEY e CACIOPPO, 2003; HOLT-LUNSTAD, SMITH e LAYTON, 2010; MUSHTAQ *et al.*, 2014).

O interesse em investigar as bases neurobiológicas e os mecanismos neurais relacionados à solidão é crescente. Foi demonstrado, por exemplo, que indivíduos mais solitários têm uma sensibilidade maior a ameaças sociais, as quais alteram a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, envolvido na resposta de estresse (CACIOPPO e HAWKLEY, 2009). Outro estudo mostrou que maiores níveis de solidão, quando comparado a menores, estão associados a uma ativação diferencial em áreas neurais associadas ao processamento de recompensa (estriado ventral) e áreas visuais. Em indivíduos mais solitários ocorre uma menor ativação do estriado ventral e uma maior ativação do córtex visual em resposta à

exposição a estímulos sociais, indicando maior atenção visual a esses estímulos e menor efeito positivo dos mesmos (CACIOPPO *et al.*, 2010). Ainda, a solidão influencia significativamente a forma como o controle autonômico cardíaco é modulado pela administração da ocitocina (NORMAN, *et al.*, 2011), um hormônio que regula comportamentos afiliativos (INSEL e YOUNG, 2000), de forma que indivíduos mais solitários mostram uma menor reatividade cardiovascular a esse hormônio (NORMAN, *et al.*, 2011). Esse compilado de estudos evidencia que a solidão afeta a forma como o indivíduo se relaciona em seu grupo social.

Foi demonstrado que algumas das mesmas regiões neurais envolvidas no processamento de ameaças básicas à sobrevivência participam também da percepção de ameaças às conexões sociais (EISENBERGER, 2013; EISENBERGER, LIEBERMAN e WILLIAMS, 2003). Em um contexto ancestral, onde os indivíduos isolados possuíam maiores probabilidades de morrer em consequência da predação, por exemplo, o estabelecimento de interações sociais era crucial. Dessa forma, a solidão pode ter evoluído como um mecanismo motivacional aversivo para evitar o isolamento e manter os indivíduos unidos em um grupo, aumentando assim a chance de sobrevivência. (CACIOPPO, CACIOPPO E BOOMSMA, 2014). Por outro lado, é importante considerar que, conforme sustenta Duntley (2005, p. 224) “outros humanos constituem uma das forças mais hostis em nossa história evolutiva”. Por isso é fundamental considerar as diversas formas de interação que ligam os indivíduos.

O engajamento em interações tanto cooperativas quanto competitivas são formas relevantes de interação, típicas da vida em grupo. Essa foi uma importante pressão seletiva que possibilitou a evolução da capacidade de prever as ações de outros indivíduos. Em várias espécies sociais os indivíduos desenvolveram estruturas que permitem sentir o que outro indivíduo sente através da observação, possibilitando colocar-se no lugar do outro. Esse processo identificatório tão importante na evolução do comportamento social é denominado empatia (DECETY, 2006).

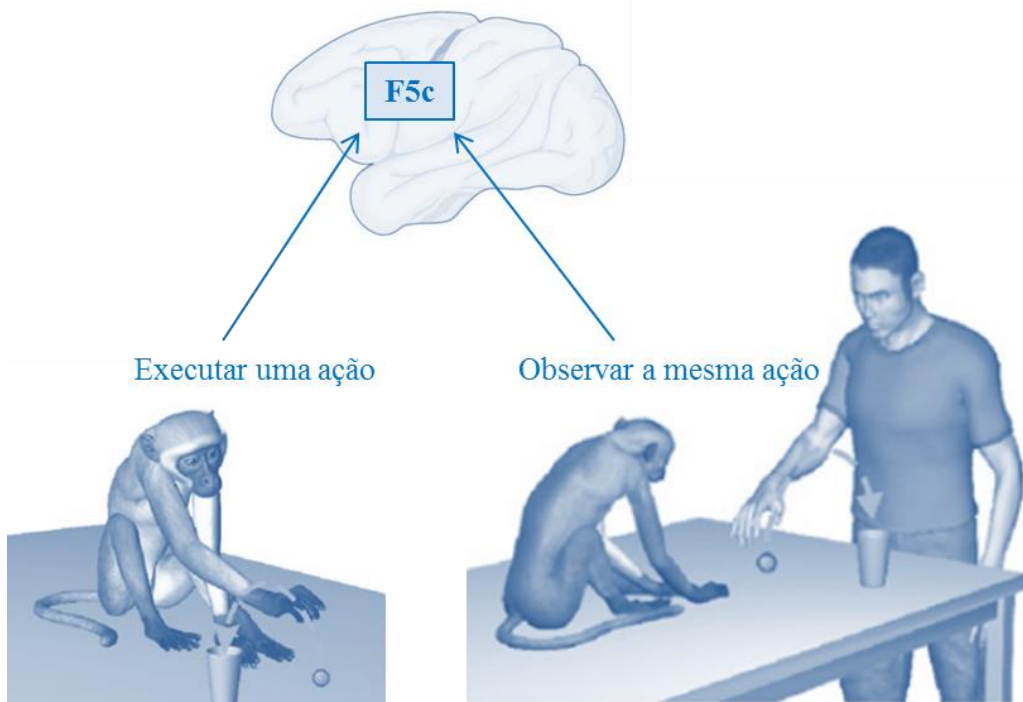
1.3.2 Empatia

A empatia reflete um aspecto fundamental das interações sociais, e é tópico de extensa investigação em vários campos de pesquisa há longa data. Lipps (1903, apud PRESTON e de WAAL, 2002) introduziu o termo *Einfühlung* (“sentir como”) ao propor que a percepção de um estado afetivo poderia eliciar no indivíduo o mesmo estado observado, proporcionando assim um contágio emocional através de um processo projetivo (PRESTON e de WAAL,

2002). O comportamento social humano não é inteiramente compreendido se não se considerar que os indivíduos têm essa capacidade de compartilhar e entender os estados subjetivos e sentimentos alheios.

Atualmente há claras evidências de que a empatia possui bases evolutivas, neuroendócrinas e neurofisiológicas (DECETY, 2011). Em mamíferos sociais, propõe-se que as bases filogenéticas e ontogenéticas da empatia se sustentam a partir do contágio emocional entre cuidadores e prole, o qual é estendido na vida adulta para outros membros do grupo (CAPORAEL, 1997). As bases neurobiológicas dos processos empáticos começaram a ser elucidadas na década de 1990, com a identificação da atividade de um conjunto de neurônios em uma região específica do córtex em primatas não-humanos. Pellegrino *et al.* (1992) e Gallese *et al.* (1996) demonstraram que neurônios na região pré-motora F5c disparavam quando o animal executava uma ação e também quando observava um coespecífico ou um experimentador humano executando a mesma ação (Figura 1). Em decorrência dessa atividade, esses neurônios foram denominados neurônios-espelho e podem representar a base neural da empatia.

Figura 1 — Neurônios-espelho na região pré-motora “F5c” do córtex de primata



Fonte: Adaptado de Casile (2013)

Essas descobertas causaram grande fascinação na comunidade científica e desde então uma vasta quantidade de pesquisas voltaram-se ao entendimento neurofisiológico da empatia (CASILE, CAGGIANO e FERRARI, 2011). Em humanos, estudos mostraram que a observação do estado emocional de outro indivíduo ativa partes das mesmas redes neuronais envolvidas no processamento emocional no próprio observador. Por exemplo, ocorre ativação do córtex cingulado anterior (CCA) e da ínsula anterior (IA) quando os indivíduos têm uma experiência de dor e essa mesma ativação é detectada quando se observa terceiros na mesma situação dolorosa (JACKSON, MELTZOFF, e DECETY 2005; LAMM, DECETY e SINGER, 2010). Recentemente foi demonstrado que mesmo em roedores há evidências da atividade de neurônios-espelho para processos emocionais. Carrillo *et al.*, (2019) demonstraram que neurônios no CCA de roedores disparam quando sentem dor causada por um choque a laser e também quando observam um coespecífico na mesma situação.

Importantemente, em um estudo recente, Schaefer *et al.* (2020) demonstraram que existe associação entre áreas relacionadas à empatia, como a ínsula, o CCA, córtex somatossensorial primário (S1) e córtex pré-frontal dorsolateral (CPFdl) e o relato verbal de empatia, realizado por instrumentos psicométricos. Essa correspondência entre neuroimagem e psicometria aumenta as oportunidades para o estudo da empatia. Foi demonstrado, por exemplo, que simplesmente observar cenas de indivíduos em interação pode ativar regiões relacionadas a processos cognitivos sociais, como córtex pré-frontal ventromedial (CPFvm) e ventrolateral (CPFvl), e essa ativação é dependente do traço individual de empatia do indivíduo (KRÄMER *et al.*, 2009). Silva *et al.* (2017) demonstraram que indivíduos com maior empatia classificam estímulos sociais como mais agradáveis do que os indivíduos com menor empatia.

Conforme afirmam Lockwood, Seara-Cardoso e Viding (2014), a empatia é um fator chave de motivação para o comportamento pró-social ou altruísta. Foi proposto um interessante modelo no qual o contágio emocional, um processo empático, fornece um substrato para o engajamento social cooperativo. De acordo com esse modelo, ao observar outro indivíduo em situações desagradáveis, o compartilhamento desse afeto produz no próprio observador um desconforto. Esse indivíduo se engaja, por conseguinte, em um comportamento de ajuda, com a motivação de reduzir em si próprio o sentimento desagradável. Dessa forma, o compartilhamento do estado afetivo fornece uma base motivacional para o engajamento em certas formas de comportamento social cooperativo e altruísta (de WAAL e PRESTON, 2017), revelando a importância de se considerar a empatia nos estudos com a temática de interação social.

1.3.3 Toque social

A vida social é marcada por uma considerável frequência de interações entre os indivíduos. Em vários grupos de animais, especialmente em primatas antropóides, esse fato tem substancial importância para o entendimento da dinâmica da socialidade (DUNBAR, 2020). Uma das formas de avaliar a frequência de interações é através do comportamento denominado “*allogrooming*” ou toque social (NELSON e GEHER, 2007).

O toque social, um tipo específico de estimulação tátil, é um comportamento observado em muitas espécies (BSHARY e SCHAEFFER, 2002; KIMURA, 1998; MOORE *et al.*, 1995; WACHTMEISTER, 2001; WILKINSON, 1986). Em primatas ele é caracterizado por um movimento preciso de arrancada (SPARKS, 1967 apud DUNBAR, 2010), sendo inicialmente identificado como possuindo uma função de higiene e remoção de ectoparasitas (HARRISON, 1965 apud DUNBAR, 2010). Entretanto, o tempo que esses animais dedicam a tal comportamento supera enormemente o tempo necessário para uma função estritamente higiênica. Constatou-se, dessa forma, que o toque social possuía uma função afetiva com importantes implicações para o fortalecimento dos vínculos sociais (DUNBAR, 2010; OLAUSSON, 2008).

Há mecanismos neurobiológicos que embasam essas funções sociais, por exemplo, o toque social está associado a mudanças fisiológicas, como a liberação de ocitocina e vasopressina, que se correlacionam com o comportamento maternal em mamíferos (DUNBAR, 2008). Alguns estudos identificaram que o movimento característico do toque social estimula fibras aferentes não-mielinizadas com mecanorreceptores de baixo limiar de estimulação, as fibras CT-táteis, as quais projetam para diversas áreas cerebrais, dentre elas o córtex insular, região envolvida nos processos de empatia e interocepção. As fibras mielinizadas A β que respondem ao toque discriminativo e manipulação do ambiente, por sua vez, projetam para o córtex somatossensorial primário e secundário (DAVIDOVIC, STARCK e OLAUSSON, 2019; LILJENCRANTZ e OLAUSSON, 2014; OLAUSSON, 2008). Essa via sensorial à parte presume o toque social como um domínio distinto do toque, com uma importante função social (OLAUSSON, 2008).

Foi demonstrado que a visualização passiva de cenas de interação social causava a ativação do córtex insular posterior nos observadores, como se eles próprios experimentassem o toque observado (BLAKEMORE *et al.*, 2005; MORRISON, BJORNSDOTTER e OLAUSSON, 2011). Esses estudos têm grande relevância, pois trazem evidências de que a simples observação do toque social entre indivíduos pode produzir respostas “do tipo

espelho” no sistema sensorial do observador. Em uma alusão aos neurônios-espelho no sistema motor, isso demonstra uma interessante associação entre a percepção sensorial do ver e do sentir.

Um importante estudo investigou os movimentos de flexão e extensão envolvidos na percepção de estímulos afiliativos. Foi demonstrado que o tempo de reação da flexão do dedo indicador para detectar um alvo que aparecia na tela de um computador era menor quando voluntários visualizavam fotos afiliativas, com conteúdos de crianças e famílias, enquanto o tempo de reação para realizar a mesma tarefa usando o movimento oposto, o de extensão, era maior. Estas constituem evidências de que pistas sociais positivas podem evocar predisposições pró-sociais, visto que os autores consideraram o movimento de flexão do dedo como um movimento similar ao *allogrooming* (SOUZA *et al.*, 2012). Além disso, Campagnoli *et al.* (2015) demonstraram que a percepção visual de estímulos afiliativos aumenta a expectativa de aproximação e ativa circuitos neurais motores subjacentes à preparação para um movimento, possivelmente o *allo-grooming*, indicando um planejamento motor para a interação social.

Outros estudos comportamentais investigam o toque social em termos de frequência, ou seja, do tempo dispendido nessas atividades sociais (NELSON e GEHER, 2007). Essas avaliações são importantes, dado que a frequência de interações tem consequências para o indivíduo, envolvendo alocação de tempo e energia (WILSON, 1980). Interações cooperativas baseadas em reciprocidade são relacionadas ao toque social. Por exemplo, foi observado que entre babuínos-gelada selvagens (*Theropithecus gelada*) a probabilidade de uma fêmea ajudar outra, quando esta está sob ataque, é significativamente correlacionada com a quantidade de tempo que as duas dispenderam previamente em toque social (DUNBAR, 1980 apud DUNBAR, 2008).

O toque social representa, dessa maneira, um aspecto fundamental na comunicação e manutenção das relações sociais entre indivíduos em um grupo, fomentando comportamentos cooperativos. Em humanos, há evidências de que os comportamentos afiliativos via toque são uma forma fundamental de tamponar os efeitos negativos do estresse e aumentar os sentimentos de segurança (HERTENSTEIN *et al.*, 2006; WALKER e MCGLONE, 2013). Assim, embora mais raramente estudado em humanos, o toque social constitui um aspecto importante para o entendimento da socialidade nesse grupo (MORRISON, LÖKEN e OLAUSSON, 2010).

1.4 O comportamento social e a evolução do sistema nervoso

O tempo que os primatas investem em atividades sociais está relacionado ao tamanho e complexidade do grupo social (DUNBAR, 1996). Características da socialidade que abrangem a empatia, o toque social e outros comportamentos estão associados à evolução de um cérebro grande e complexo, como é o cérebro dos primatas. Nos hominíneos, o crescimento do volume cerebral foi de aproximadamente 450 cm³ nos australopitecinos a 1350 cm³ no *Homo sapiens* (LEWIN, 2005 apud DALGALARRONDO, 2011). Essa evolução foi cinco vezes mais rápida que na linhagem dos grandes símios, um fenômeno único na evolução dos mamíferos (FALK e GIBSON, 2001 apud DALGALARRONDO, 2011).

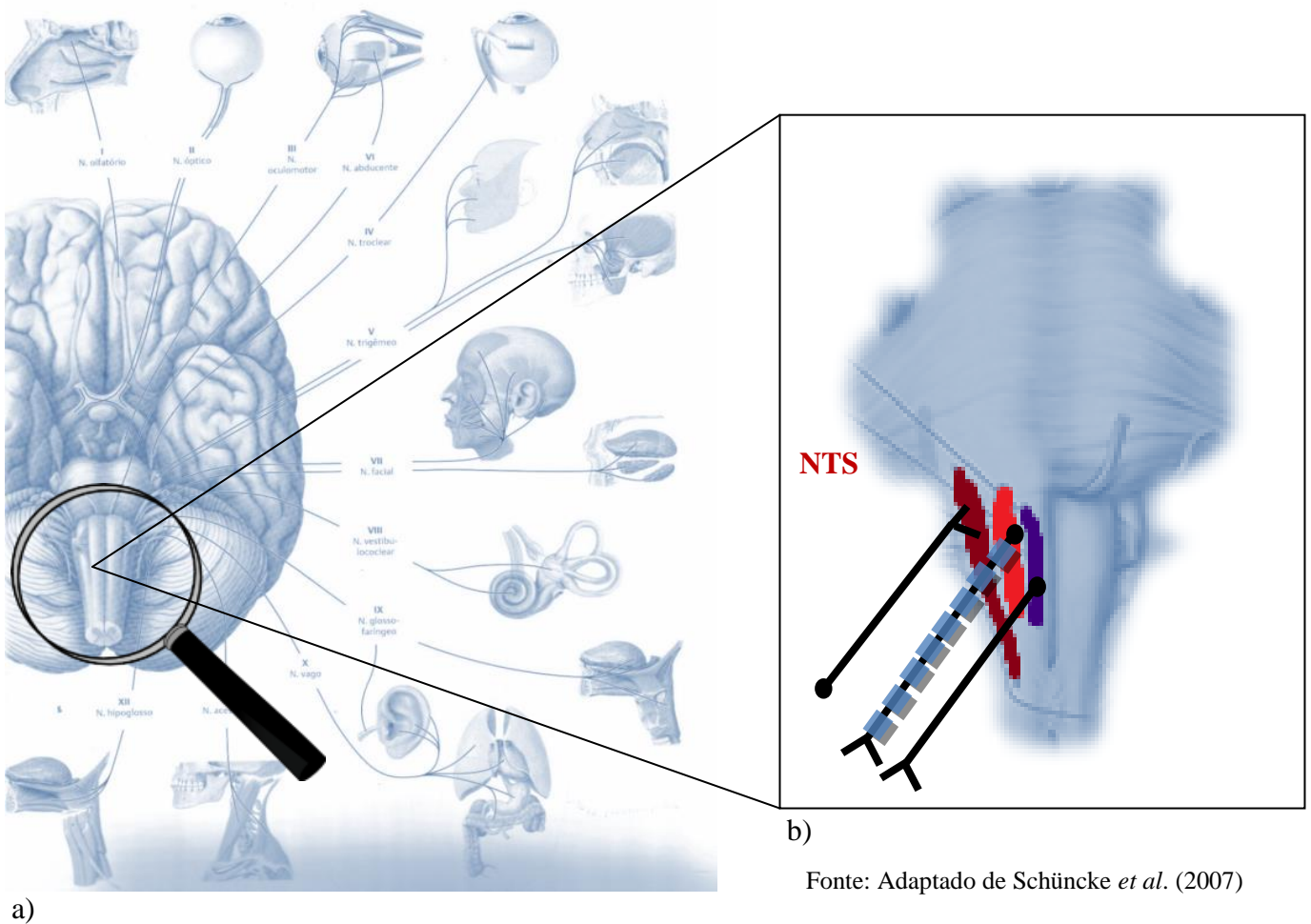
Especificamente, o neocórtex sofreu uma expansão significativa. O neocórtex é uma aquisição evolutiva mais recente, sendo responsável, em humanos, por funções cognitivas sofisticadas como pensamento, linguagem simbólica e memória de longo prazo (DUNBAR, 1992). Dunbar (1998) propôs a “hipótese do cérebro social”, com a qual foi demonstrada uma relação quantitativa entre tamanho do grupo social, complexidade comportamental e volume do neocórtex (em relação ao volume total do cérebro) em primatas (DUNBAR, 1998, 2012). De acordo com essa hipótese, foi justamente a complexidade da vida em grupo uma das principais pressões seletivas para a expansão tão vigorosa do cérebro. As demandas da vida em grupo, com diversas possibilidades de interação entre os indivíduos, proporcionaram a evolução de estruturas cada vez mais complexas e especializadas, contribuindo para um neocórtex maior (DUNBAR, 1993; DUNBAR e SHULTZ, 2007).

Um dos pré-requisitos para um cérebro grande e complexo é uma alta demanda de oxigênio, em particular o neocórtex, que é extremamente vulnerável a mudanças nas concentrações de oxigênio disponíveis no organismo (PORGES, 1995). Uma importante teoria, desenvolvida na década de 1990, propôs que mudanças filogenéticas na evolução do sistema nervoso autônomo dos mamíferos propiciaram uma otimização do suprimento de oxigênio para o córtex. Trata-se da teoria polivagal, a qual propõe que modificações no sistema nervoso autônomo dos mamíferos promoveram uma regulação mais fina e flexível do sistema cardiorrespiratório dessa classe. Essas modificações possibilitaram, por sua vez, diferentes estratégias comportamentais, mais diversificadas que as exibidas pelos répteis (PORGES, 1995).

Na elaboração dessa teoria, Porges descreve mudanças anatômicas e fisiológicas que ocorreram no nervo vago, o décimo par de nervos cranianos da divisão parassimpática do

sistema nervoso autônomo. Na classe Mammalia, as fibras motoras do nervo vago se originam em dois núcleos separados: o núcleo ambíguo (NA), que contém neurônios cardioinibitórios e broncoconstritores com axônios mielinizados de condução rápida, e o núcleo motor dorsal do vago (DMNX), mais ancestral, com axônios não mielinizados de condução mais lenta (MCALLEN e SPYER, 1976 apud PORGES, 1995). Junto com o núcleo do trato solitário (NTS), onde terminam muitas aferências vagais de órgãos periféricos, o DMNX forma o sistema vagal dorsal, enquanto o NA compõe o sistema vagal ventral. (PORGES, 1995) (Figura 2)

Figura 2 — Modelo esquemático representando modificações neuroanatômicas no sistema nervoso autônomo (sistema vagal) de um mamífero. (a) Divisão cranial do sistema nervoso autônomo parassimpático. (b) Sistema vagal no tronco encefálico. NTS: Núcleo do trato solitário, terminação de muitas aferências. NA: Núcleo ambíguo, eferências mielinizadas. DMNX: Núcleo motor dorsal do vago, com eferências não mielinizadas.



Fonte: Adaptado de Schüncke *et al.* (2007)

Na evolução desse novo sistema vagal, eferências dos nervos glossofaringeo, vago e acessório migraram formando o NA, o que resultou em uma cascata de modificações. Por exemplo, as eferências vagais desse núcleo, que incluem eferências para músculos lisos e

somáticos, exercem controle sobre órgãos supra-diafragmáticos, o que permite uma série coordenada de comportamentos como sucção, deglutição e respiração. Além disso, permite a oxigenação mais eficiente do sangue através da coordenação entre respiração e frequência cardíaca (PORGES, 1995).

Dessa forma, em mamíferos coexistem dois sistemas vagais, um mais primitivo que regula funções mais vegetativas, e um sistema vagal mais recente que controla processos mais flexíveis e elaborados, que vai de respostas de orientação à comunicação social. Esses sistemas vagais sustentam estratégias comportamentais distintas. Enquanto o DMNX sustenta respostas de imobilização como congelamento e evitação passiva, o NA sustenta estados calmos que inibem as respostas de luta ou fuga induzidas pela ação do sistema nervoso simpático, o que possibilita comportamentos de aproximação social (PORGES, 1995, 2003).

É importante destacar, conforme afirma Porges (1995, 2003), que apesar dessas modificações filogenéticas mais recentes, o cérebro dos mamíferos retém os sistemas mais primitivos e que a atuação de cada sistema depende das condições ambientais. Em condições que demandam menor energia, como na ausência de confronto ou no sono, a atividade vagal é mais alta, enquanto em situações que exigem grande demanda metabólica, como exercício, estresse, atenção e ameaça, ocorre uma redução da atividade vagal.

Em suma, a teoria polivagal traz uma contribuição fundamental ao propor um mecanismo fisiológico envolvendo o SNA, que fornece a base para o desenvolvimento do comportamento social nos mamíferos, de modo que “a adaptação bem-sucedida de mamíferos é dependente da retirada sistemática e confiável e reengajamento vagal como um mecanismo para regular rapidamente a produção metabólica em resposta às demandas ambientais” (PORGES et al., 1996, p. 700).

Um dos órgãos modulados por influências vagais é o coração, o que coloca a atividade cardíaca como um importante ponto de partida para acessar o funcionamento do SNA.

1.5 Do sistema nervoso autônomo à variabilidade da frequência cardíaca

O entendimento da importante atuação do nervo vago sobre o coração é de longa data. Há 150 anos, no clássico “A expressão das emoções no homem e nos animais”, Darwin fez uma importante menção, resgatando a pesquisa de Claude Bernard, onde destaca diretamente a influência do coração sobre o cérebro, e deste sobre o coração:

O coração, que bate ininterruptamente dia e noite de uma maneira tão admirável, é extremamente sensível a estímulos externos... Quando o

coração é afetado, ele reage sobre o cérebro; e o estado do cérebro, por sua vez, reage, por meio do nervo pneumogástrico (vago), sobre o coração; assim, a partir de qualquer estímulo, haverá muita ação e reação mútua entre os dois mais importantes órgãos do corpo. (BERNARD, 1866 apud DARWIN, 1872, p. 66)

O coração é duplamente innervado por eferências simpáticas e por eferências parassimpáticas. Há muito tempo sabe-se que a estimulação vagal parassimpática pode reduzir (Figura 3b), enquanto a estimulação simpática pode aumentar a frequência dos batimentos cardíacos (Figura 3a) (BERNTSON; CACIOPPO e QUIGLEY, 1991).

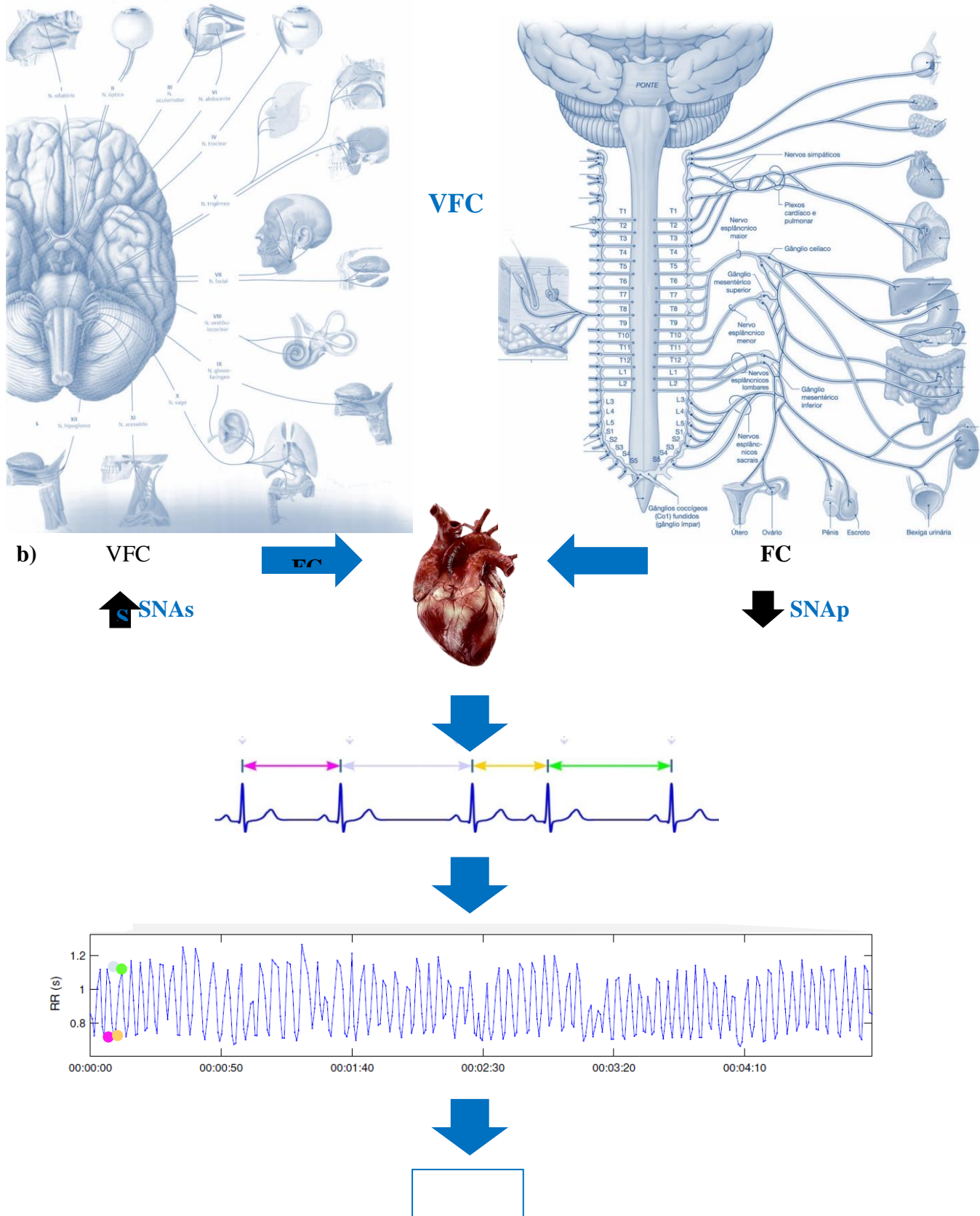
Em condições de duplo bloqueio farmacológico da influência simpática e parassimpática, por exemplo, com propranolol e atropina, respectivamente, foi demonstrado que a frequência intrínseca de batimentos cardíacos é maior que a frequência em condições de repouso, com a influência autonômica (JOSE e COLLISON, 1970). Assim, em condições normais, o coração está sob controle inibitório via ação parassimpática, favorecendo a conservação de energia (THAYER *et al.*, 2012). Quando alguma mobilização de energia é necessária, como na resposta de luta-ou-fuga, a atividade simpática acelera a despolarização espontânea nos nodos sinoatrial e atrioventricular, aumentando a frequência cardíaca e fortalecendo a contratilidade dos átrios e ventrículos. Por outro lado, a atividade vagal desacelera a despolarização espontânea nos nodos sinoatrial e atrioventricular, diminuindo a frequência cardíaca (SHAFFER e VENNER, 2013). Dessa forma, em estados de repouso onde não é necessária mobilização, a conservação de energia é favorecida pela dominância da atividade parassimpática sobre a simpática (JOSE e COLLISON, 1970; THAYER *et al.*, 2012).

É importante destacar que a modulação parassimpática sobre o coração ocorre de forma mais rápida que a modulação simpática. Essas diferenças de tempo de ação ocorrem em função de mecanismos distintos de sinalização intracelular subjacentes a diferentes receptores. A atividade simpática ocorre através da ação da noradrenalina em receptores β -adrenérgicos do tipo 1, que geram uma cascata de reações intracelulares em múltiplas etapas. A via de transdução de sinal se inicia com a ativação de proteínas G, seguida da ativação da adenilato ciclase, o que leva ao aumento nos níveis de monofosfato de adenosina cíclico e uma série de fosforilações subsequentes, culminando na abertura de canais de Na^+ e Ca^{2+} . Devido a essas várias etapas a atividade simpática não pode gerar flutuações maiores que 0,15HZ. Por outro lado, a atividade parassimpática no coração ocorre por meio de poucas etapas através da ação da acetilcolina em receptores muscarínicos do tipo M2, resultando na ativação de proteínas G, as quais levam à abertura de canais de K^+ e fechamento de canais de Ca^{2+} . Dessa

forma, a atividade vagal pode gerar flutuações de alta frequência, maiores que 0,5 Hz (HAYANO e YUDA, 2019; MOYES e SCHULTE, 2010).

A propagação dos potenciais de ação pelo coração gera um considerável campo eletromagnético. Quando eletrodos são colocados na superfície do corpo, o componente elétrico pode ser obtido, gerando um sinal conhecido como eletrocardiograma (ECG) (MCCRATY *et al.*, 2009) (Figura 3c). O ECG é constituído por 3 componentes básicos que refletem diferentes etapas do ciclo cardíaco: a onda P, que corresponde ao início da despolarização atrial, o complexo QRS, que marca a repolarização atrial e início da despolarização ventricular, e a onda T, correspondendo à repolarização ventricular (SHAFFER, MCCRATY e ZERR, 2014). Os intervalos entre os picos do complexo QRS do ECG (denominados intervalos RR) são plotados gerando um gráfico denominado tacograma (figura 3d). A partir da análise do tacograma, obtêm-se medidas da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que é definida como oscilações nos intervalos de tempo entre ciclos cardíacos consecutivos (TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY, 1996)

Figura 3 — Do sistema nervoso autônomo (SNA) à variabilidade da frequência cardíaca. Influência da divisão parassimpática (SNAp) (a) e simpática (SNAs) (b) sobre o coração. Eletrocardiograma (c) e Tacograma (d).



Fonte: Adaptado de Schüncke et al. (2007)

1.5.1 Integração autônoma-central na geração da VFC

A VFC é uma medida que representa a integração entre o sistema nervoso central e o sistema nervoso autônomo (THAYER e LANE, 2000). Benarroch (1993) descreveu a “rede autônoma-central”, que consiste de um conjunto de estruturas neurais cujas interconexões formam um substrato de atividades centrais, visceromotoras e neuroendócrinas. Essa rede inclui áreas corticais, amígdala, ínsula, cíngulo, hipotálamo, tálamo, núcleo parabraquial da ponte, substância cinzenta periaquedutal e núcleo do trato solitário, dentre outras. Conexões específicas nessa rede são críticas para gerar adaptações fisiológicas e comportamentais que possibilitam o ajuste do organismo ao meio em que ele se encontra (BENARROCH, 1993).

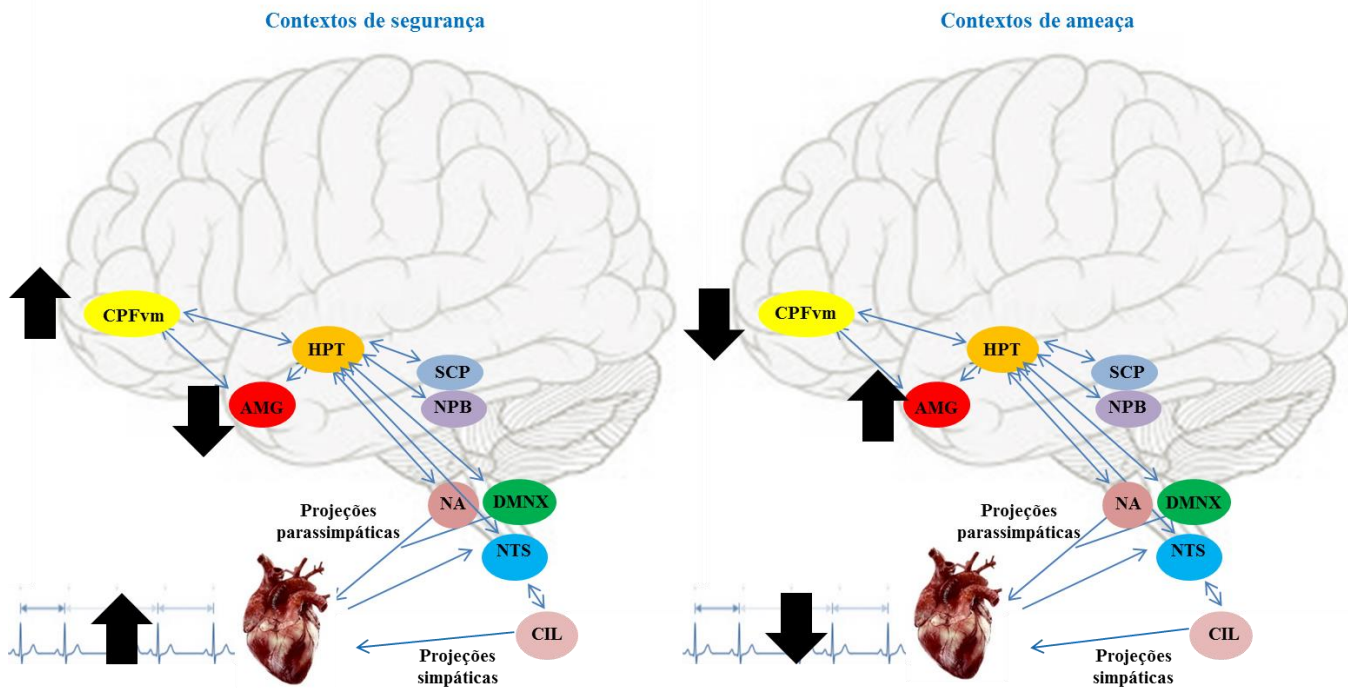
Anos mais tarde Thayer e Lane (2000), com base nesse trabalho, desenvolveram o modelo de integração neurovisceral. Esse modelo descreve a influência inibitória do córtex pré-frontal em algumas estruturas subcorticais envolvidas na produção do comportamento defensivo, o que permite ao organismo regular o comportamento de acordo com as demandas ambientais. Essas modificações corticais e subcorticais influenciam indiretamente a VFC (THAYER e LANE, 2000; THAYER, 2006).

Em contextos de segurança, circuitos subcorticais, incluindo a amígdala, são inibidos por conexões gabaérgicas via circuitos corticais pré-frontais, possibilitando o aumento da VFC. Particularmente, o córtex pré-frontal ventromedial (CPFvm) tem um papel importante na percepção de segurança. Por outro lado, em contextos de ameaça, incerteza ou novidade, os circuitos subcorticais não são mais inibidos devido a uma hipoativação pré-frontal, e ocorre, dessa forma, uma preparação simpato-excitatória para a ação, resultando em diminuição da VFC (THAYER *et al.*, 2012) (Figura 4).

A percepção de diferentes contextos influencia, portanto, a atividade de várias regiões neurais que, por sua vez, refletem em mudanças na VFC e geram comportamentos apropriados. À vista disso, é interessante considerar o papel dessas vias na compreensão do funcionamento social, uma vez que em contextos sociais é necessário rastrear informações de ameaça e segurança para a elaboração de um comportamento adequado. Algumas pesquisas demonstraram que, de fato, processos interpessoais alteram a VFC. Por exemplo, há evidências de que interações sociais negativas reduzem a VFC (SHAHRESTANI *et al.*, 2015). O contexto de ameaça em tarefas sociais leva a uma maior retirada vagal (BOSCH *et al.*, 2009), o que também ocorre durante a percepção de indivíduos com um alto status social (CLOUTIER *et al.*, 2013) e durante situações de conflito interpessoal (D'ANTONO *et al.*,

2005). Por outro lado, estabelecer conexões sociais positivas e maior integração social está associado a um aumento da VFC ao longo do tempo (GOUIN, ZHOU e FITZPATRICK, 2015; KOK e FREDRICKSON, 2010). Assim, mudanças na VFC em resposta à percepção desses diversos contextos pode constituir uma ferramenta de grande valor para o estudo do comportamento social.

Figura 4 — Algumas das conexões da rede autonômica central: influência da ativação de estruturas corticais e subcorticiais na VFC. Córtex pré-frontal ventromedial (CPFvm), hipotálamo (HPT), amígdala (AMG), substância cinzenta periaquedutal (SCP), núcleo parabraquial (NPB), núcleo ambíguo (NA), núcleo motor dorsal do vago (DMNX), núcleo do trato solitário (NTS), coluna intermédia lateral (CIL). Em contextos de segurança, o CPFvm exerce uma influência inibitória nos circuitos subcorticiais, resultando em aumento da atividade vagal e da VFC (a). Em contextos de ameaça, essa inibição é diminuída, resultando em retirada vagal, ativação simpática e redução da VFC (b).



Fonte: Adaptado de Kandel (2014)

1.5.2 Obtenção da VFC e métodos de análise

A VFC reflete, como previamente exposto, as “interações cérebro-corção”, constituindo um índice da função autonômica (SHAFFER; MCCRATY e ZERR, 2014). Essa medida possui a grande vantagem de poder ser obtida por métodos não-invasivos e de baixo custo, portanto, tem uma relevância substancial para a pesquisa científica (CATAI *et al.*, 2020). Em 1996, foi estabelecida uma padronização para a nomenclatura e métodos de análise da VFC. As abordagens analíticas mais comumente usadas são as do domínio do tempo e do domínio da frequência, podendo-se extrair diferentes parâmetros, cada um dos quais refletindo um aspecto particular do SNA (SHAFFER e VENNEN, 2013; TASK FORCE, 1996). Alguns parâmetros encontram-se no quadro 1.

Quadro 1 — Parâmetros comumente utilizados da VFC

| Parâmetro | Sigla | Domínio | Unidade | Interpretação fisiológica |
|--|--------------|----------------|-----------------|---|
| Desvio padrão dos intervalos NN (<i>Standard deviation of the N-N interval</i>) | SDNN | Tempo | ms | É uma estimativa da VFC global. As atividades, tanto do sistema nervoso simpático quanto do sistema nervoso parassimpático, contribuem para essa medida (TASK FORCE, 1996). Foi proposto que, em registros de curto prazo, o SDNN reflete primariamente a atividade parassimpática (SHAFFER, McCRATY e ZERR, 2013). |
| Raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR adjacentes (<i>Root mean square of the successive differences of the RR intervals</i>) | RMSSD | Tempo | ms | Representa a modulação parassimpática, refletindo o controle vagal cardíaco, com influência mínima da atividade respiratória (PENTILLÄ <i>et al.</i> , 2001; TASK FORCE, 1996). |
| Componente de alta frequência (<i>High Frequency</i>) | HF | Frequência | ms ² | Reflete a atividade parassimpática e corresponde às variações da frequência cardíaca relacionadas ao ciclo respiratório. Varia na faixa de 0,15 a 0,4 Hz (ERNST, 2017; TASK FORCE, 1996). |
| Componente de baixa frequência (<i>Low Frequency</i>) | LF | Frequência | ms ² | Pode ser influenciado por mecanismos vagais, simpáticos e barorreflexos. Varia na faixa de 0,04 Hz a 0,15 Hz (GOLDSTEIN <i>et al.</i> , 2011; TASK FORCE, 1996). |

Vale salientar que a VFC é influenciada por vários fatores como idade (De MEERSMAN e STEIN, 2007), sexo (De MEERSMAN e STEIN, 2007), atividade física (GOLDSMITH *et al.*, 1997; SOARES-MIRANDA *et al.*, 2014), uso de medicamentos (ALVARES *et al.*, 2016; QUINTANA e HEATHERS, 2014), ritmo circadiano (SAMMITO, SAMMITO e BÖCKELMANN, 2016), ingestão de alimentos e líquidos (LU *et al.*, 1999; ROUTLEDGE *et al.*, 2002), especialmente contendo cafeína (SONDERMEIJER *et al.*, 2002; ZIMMERMANN-VIEHOFF *et al.*, 2015) e álcool (GONZALEZ *et al.*, 1992; KOSKINEN *et al.*, 1994), tabagismo (HAYANO *et al.*, 1990), níveis de estresse (KIM *et al.*, 2018), dentre outros. Portanto, a interpretação fisiológica dos parâmetros citados anteriormente é válida desde que se faça o devido controle dessas potenciais influências na VFC.

1.5.3 A origem do estudo da variabilidade em sistemas vivos e o uso da VFC como marcador de patologias

Shaffer, Mccraty e Zerr (2014) descreveram adequadamente a ideia de variabilidade com a expressão “um coração saudável não é um metrônomo”. Na década de 1960, Hon e Lee (1965) observaram uma significativa redução da VFC relacionada ao sofrimento fetal, o que despertou o interesse na sua utilização em estudos clínicos. Anos mais tarde, foi verificado que uma VFC reduzida era um preditor de mortalidade após infarto agudo do miocárdio (WOLF, 1978). Desde então, houve um crescente uso dessa medida em diversos estudos.

Conforme destacam Goldberger, Rigney e West (1990) “o coração e outros sistemas fisiológicos podem se comportar mais erraticamente quando jovens e saudáveis. Contra intuitivamente, o comportamento regular pode às vezes estar associado a doenças” (GOLDBERGER; RIGNEY e WEST, 1990, p. 44).

O estudo da variabilidade em fisiologia foi inspirado no estudo de sistemas dinâmicos complexos. O princípio básico desses sistemas é que “quando processos restringem mutuamente uns aos outros, o sistema como um todo tende a oscilar espontaneamente dentro de uma gama de estados”. E importante “um sistema trancado em um padrão particular está desregulado” (THAYER, 2011, p. 748).

A oscilação em diferentes gamas de estados permite ao organismo responder às demandas ambientais. Contrariamente, a oclusão em um padrão particular não permite o ajuste do organismo (THAYER e STERNBERG, 2006). Isso é observado a nível fisiológico

no funcionamento do SNA, onde a desregulação autonômica, na qual tipicamente há uma hiperativação do simpático e uma hipoativação do parassimpático resulta em uma baixa VFC, e essa condição em repouso pode ser considerada um sinal patológico (SHAFFER e VENNEN, 2013).

Em um considerável número de estudos há relatos de associações entre VFC e condições patológicas ou mesmo fatores de risco para a saúde. Foi demonstrado que uma baixa VFC está associada a um maior risco de mortalidade (KLEIGER; STEIN e BIGGER, 2005; THAYER *et al.*, 2011), de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (CARNETHON *et al.*, 2002), à obesidade (KAGEYAMA *et al.*, 1997; KIM *et al.*, 2005), diabetes (YOSHIOKA e TERASAKI, 1994), câncer (ARAB *et al.*, 2016), transtornos de depressão (KEMP *et al.*, 2010), ansiedade (SERVANT *et al.*, 2008), ansiedade generalizada, ansiedade social, transtorno do pânico e transtorno obsessivo compulsivo (PITTIG *et al.*, 2012), epilepsia (LOTUFO *et al.*, 2012), ideação suicida (FORKMANN *et al.*, 2016), transtorno bipolar (HENRY *et al.*, 2010; CHANG *et al.*, 2014) e estresse crônico (LAMPERT *et al.*, 2016). Assim, a VFC vem sendo útil como um marcador de estados patológicos.

Nos últimos anos houve um aumento progressivo no uso da VFC como marcador de regulação emocional, funcionamento interpessoal e desempenho em tarefas cognitivas, o que a colocou como uma promissora ferramenta de investigação em vários campos das neurociências (BALZAROTTI *et al.*, 2017; SMITH *et al.*, 2019).

1.6 O estudo das emoções e do comportamento nas Neurociências cognitivas

É fato que para uma compreensão integrada do comportamento humano é necessária a implementação dos recursos da teoria evolutiva. Em termos de contribuição, é necessário destacar também que os métodos das neurociências cognitivas têm igualmente grande valor (KRILL *et al.*, 2007). Na década de 1990, o desenvolvimento de técnicas de imageamento do cérebro, juntamente com outras tecnologias como estimulação magnética transcraniana, *eye-tracking*, eletromiografia e VFC propiciou uma renovação no campo do estudo do comportamento humano (PETERSON *et al.*, 2015).

O estudo da Psicofisiologia das emoções, particularmente, teve grandes avanços com as pesquisas de Lang e colaboradores, com os aprimoramentos do paradigma de indução de emoção através da visualização passiva de fotografias (LANG *et al.*, 1993). Um importante instrumento foi por eles elaborado: o *International Affective Picture Systems* (IAPS), um banco de fotografias padronizadas e classificadas com base no modelo bidimensional da

emoção: valência e ativação (LANG, BRADLEY e CUTHBERT, 2005). Neste modelo, a ativação refere-se à intensidade de uma resposta emocional, enquanto a valência diz respeito ao grau de agradabilidade da mesma, refletindo os sistemas motivacionais de aproximação e evitação (LANG *et al.*, 1993). Por exemplo, fotografias com conteúdos de mutilação e animais peçonhentos são classificadas com baixa valência e alta ativação, enquanto fotografias contendo cenas de família são classificadas com alta valência e baixa ativação e cenas eróticas e alimentos apetitosos com alta valência e alta ativação (BRADLEY *et al.*, 2001; LANG, BRADLEY e CUTHBERT, 2005).

A dimensão afetiva de estímulos visuais é uma categoria distinta de outros aspectos do processamento visual, como cor, forma e complexidade (LANG *et al.*, 1998; LANE, CHUA e DOLAN, 1990; VOLCHAN *et al.*, 2003). Dessa forma, o paradigma de visualização passiva de fotografias possibilitou uma extensa pesquisa sobre as respostas centrais e periféricas a diferentes estímulos emocionais. Foram investigadas, por exemplo, respostas de condutância da pele, atividade dos músculos zigomático maior e corrugador do supercílio, reflexo de sobressalto, atividade cerebral através das técnicas de potenciais relacionados a eventos (via eletroencefalograma) e ressonância magnética funcional, e frequência cardíaca (LANG e BRADLEY, 2010). Assim, a combinação de estímulos padronizados e medidas fisiológicas precisas possibilitou um grande florescimento no estudo do processamento afetivo em humanos.

Algumas poucas pesquisas utilizando esse paradigma se voltaram à investigação das respostas autonômicas através do uso da VFC. Para citar alguns, Deo, Sharma e Khadka (2013) avaliaram múltiplos parâmetros da VFC para as 3 classes de estímulos emocionais presentes no IAPS, não encontrando nenhuma diferença entre estímulos positivo, negativo ou neutro. Por outro lado, Choi *et al.* (2017) detectaram diferenças quando foram considerados os níveis de ativação dos estímulos. Acima de determinado limiar de ativação foi demonstrada uma correlação entre valência de estímulos negativos e VFC.

De acordo com Balzarotti *et al.* (2017), há algumas previsões de mudanças na VFC subjacentes a diferentes processos emocionais. Com base na teoria polivagal é esperado que estados emocionais negativos estariam associados a uma redução da VFC, enquanto estados emocionais positivos poderiam aumentar a VFC. Nesse sentido, Shi *et al.* (2017) demonstraram um aumento da VFC após a indução de sentimentos de felicidade em relação à tristeza. Fujimura e Okanoya (2012) mostraram que indivíduos que possuíam uma menor VFC de repouso exibiam uma maior ativação emocional em resposta a estímulos positivos.

Apesar da quantidade significativa de estudos relativos a estímulos emocionais e respostas periféricas e centrais, poucos utilizaram especificamente o paradigma de visualização passiva de fotografias para investigar a modulação sobre a VFC. Além disso, considerando os estudos existentes sobre esse tópico, ainda não há um consenso claro quanto a relação entre a VFC e respostas emocionais e quais os parâmetros desta seriam marcadores mais adequados (BALZAROTTI *et al.*, 2017).

1.7 Níveis de adaptabilidade: repouso, reatividade, recuperação

A maior parte dos estudos que utilizam a VFC referem-se à VFC tônica dos indivíduos, ou seja, a VFC basal ou de repouso, medida em um momento específico no tempo. Outros estudos consideram a VFC fásica, ou seja, mudança da VFC entre dois momentos (Δ VFC), onde, por exemplo, os indivíduos executam alguma tarefa ou são expostos a alguma situação (LABORDE, MOSLEY e THAYER, 2017).

Quando se pretende avaliar a complexidade de determinado comportamento, considerar apenas a VFC tônica pode se revelar insuficiente. Por exemplo, avaliar certa resposta fisiológica durante o exercício ou uma tarefa atencional não captura a complexidade da mesma comparado à avaliação do quanto essa resposta alterou em relação a um nível basal. Nesse sentido, recentes revisões destacam a importância de se considerar abordagens que permitam avaliar mudanças fásicas na VFC (BALZAROTTI *et al.*, 2017; LABORDE, MOSLEY e MERTGEN, 2017; SMITH *et al.*, 2019).

Laborde, Mosley e Mertgen (2018) desenvolveram recentemente um importante recurso conceitual: os 3Rs do controle vagal cardíaco, que se referem ao repouso, à reatividade e à recuperação. Em complemento à ideia de repouso, que se refere à VFC basal, é importante considerar a reatividade, a qual representa a mudança entre a VFC de repouso e a VFC relacionada a um evento específico e a recuperação, que se refere à VFC após a ocorrência do evento, avaliando a restauração às condições basais ou em relação à condição anterior. Assim, enquanto a reatividade representa um índice de como os recursos são mobilizados em determinada situação, a recuperação diz respeito a como esses recursos deixam de ser utilizados na ausência do evento (LABORDE, MOSLEY e THAYER, 2017; LABORDE, MOSLEY e MERTGEN, 2018). Em última instância, esses índices “fásicos” refletem o quanto um organismo reage a uma determinada situação e se recupera da mesma.

De acordo com Smith et al. (2019) são raros os estudos que investigam a VFC em contextos de mudanças. Avaliações nesse sentido tem sua importância pelo fato de considerarem a variação da atividade autonômica, revelando o quão eficientemente os recursos autorregulatórios do indivíduo são mobilizados. Isso possibilita avaliar a adaptabilidade a determinada demanda, o que é tão importante para entender uma resposta comportamental (BALZAROTTI *et al.*, 2017; LABORDE, MOSLEY e THAYER, 2017; LABORDE, MOSLEY e MERTGEN, 2018; SMITH *et al.*, 2019).

1.8 Hipóteses do estudo

Ao levar em consideração os dados que predominam na literatura neurocientífica, que investigam os aspectos proximais do comportamento, foram elaboradas as hipóteses deste estudo. Para tal, é necessário considerar alguns pressupostos que foram citados ao longo deste texto. O primeiro deles é o destaque conferido ao impacto positivo das relações sociais para a vida dos indivíduos. Outro aspecto a ser considerado é que uma maior VFC está associada à boa saúde física e mental e que mudanças nessa variável ocorrem em função das demandas do organismo. Assim, em contextos seguros, onde a demanda é menor, é esperado um aumento da VFC, em particular dos parâmetros que representam atividade parassimpática. Igualmente, é esperado um aumento da VFC subjacente à experiência de estados afetivos positivos, os quais presumivelmente poderiam ser induzidos pela percepção de estímulos de alta valência como contextos sociais afiliativos.

O presente estudo utilizou o paradigma de visualização passiva de fotografias para investigar se a percepção visual de estímulos sociais poderia modular a atividade do sistema nervoso autônomo, medida através da VFC. Com base nos pressupostos citados anteriormente, foram formuladas as hipóteses centrais do estudo:

- A percepção de estímulos sociais provocará um aumento da VFC em relação aos níveis basais.
- Após a percepção desses estímulos, a VFC retornará aos níveis basais.
- A percepção de pistas de interação com contato visual e toque presentes nos estímulos afiliativos provocará um aumento maior da VFC em comparação à percepção de estímulos sem essas pistas.
- Medidas comportamentais subjetivas autorrelatadas se correlacionarão às mudanças na VFC relacionadas à percepção de estímulos afiliativos.

2 OBJETIVOS

O objetivo central do presente estudo foi examinar se a percepção visual de estímulos (afiliativos) modula a VFC, e se comportamentos sociais autorrelatados influenciam esta modulação.

Os objetivos específicos foram:

Investigar se a percepção do estímulo afiliativo é capaz de provocar mudanças fásicas na VFC basal dos indivíduos.

Investigar se após a percepção do estímulo afiliativo a VFC dos indivíduos retorna aos níveis basais.

Investigar se a percepção de pistas de interação social no estímulo afiliativo é capaz de modular a VFC dos indivíduos em comparação à percepção do estímulo controle, sem pistas de interação social.

Investigar se a empatia, o toque social e a solidão correlacionam-se à VFC basal dos indivíduos e se explicam mudanças fásicas na VFC relacionadas à percepção do estímulo afiliativo em funções lineares e não lineares.

3 METODOLOGIA

3.1 Aprovação do estudo e recrutamento dos voluntários

Este estudo utilizou uma amostra de humanos e foi aprovado pelo comitê de Ética da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) (CAE: 32885314.2.0000.5150) (APÊNDICE A). O recrutamento desses voluntários foi realizado através de divulgação no site da UFOP (<http://www.ufop.br>), por convite verbal pelos pesquisadores do Laboratório de Psicofisiologia da UFOP nas salas de aula e através de cartazes espalhados pelos corredores das unidades acadêmicas localizadas no Campus Morro do Cruzeiro da UFOP.

3.2 Critérios para participação do estudo

Os voluntários deveriam cumprir alguns critérios de inclusão, exclusão e restrições temporárias para a participação no estudo. Os critérios de inclusão consistiram em ter idade entre 18 e 35 anos e ser estudante de graduação ou pós-graduação da UFOP.

Os critérios de exclusão adotados foram: estar fazendo tratamento com medicamentos (exceto anticoncepcional); ter diagnóstico de doença psiquiátrica ou cardíaca; ser fumante; fazer uso de álcool ou drogas com frequência diária ou quase diária.

Além disso, os voluntários deveriam cumprir as seguintes restrições temporárias: Não consumir álcool e nem drogas horas antes do experimento; não consumir bebidas que contivessem cafeína (café, coca-cola, guaraná, mate, chá preto, etc.) e não realizar exercícios físicos 2 horas antes do experimento. Todos estes critérios foram adotados de acordo com as recomendações de Laborde, Mosley e Thayer (2017) a fim de eliminar os efeitos confundidores na VFC.

3.3 Amostra

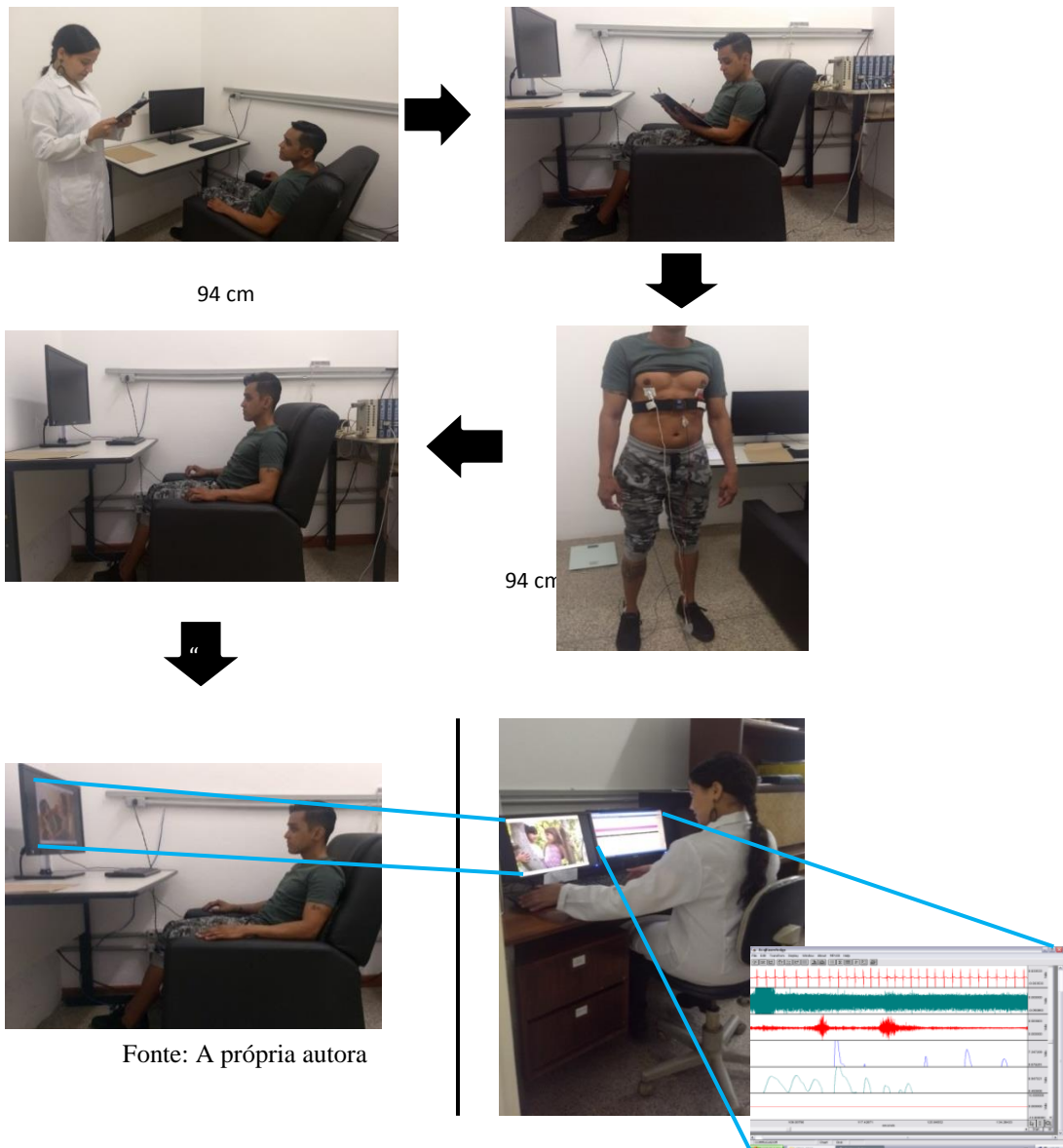
Participaram deste estudo 126 estudantes da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Ouro Preto, com idades entre 18 e 33 anos ($M= 23,19$; $DP= 3,35$), sendo 75 do sexo feminino e 51 do sexo masculino. Após a análise do questionário de saúde e hábitos gerais foram eliminados 5 indivíduos por fazerem uso de medicamentos, 15 indivíduos por não cumprir o critério “não ser fumante” e 12 indivíduos por possuírem doenças. Além disso,

22 indivíduos foram eliminados devido a problemas técnicos no registro da VFC. Dessa forma, a amostra final deste estudo foi constituída por 72 indivíduos, com idades entre 18 e 33 anos ($M= 23,37$; $DP= 3,04$), 44 mulheres e 28 homens.

3.4 Desenho Experimental

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Psicofisiologia da UFOP, localizado no Instituto de Ciências Exatas e Biológicas no Campus Morro do Cruzeiro, no período entre 8h e 17h. As sessões experimentais ocorriam individualmente, com duração aproximada de 1h, consistindo da apresentação de estímulos visuais, enquanto o registro eletrocardiográfico era obtido. No início e ao término do experimento era feita a avaliação comportamental utilizando escalas de autorrelato (Figura 5).

Figura 5 — Etapas do experimento

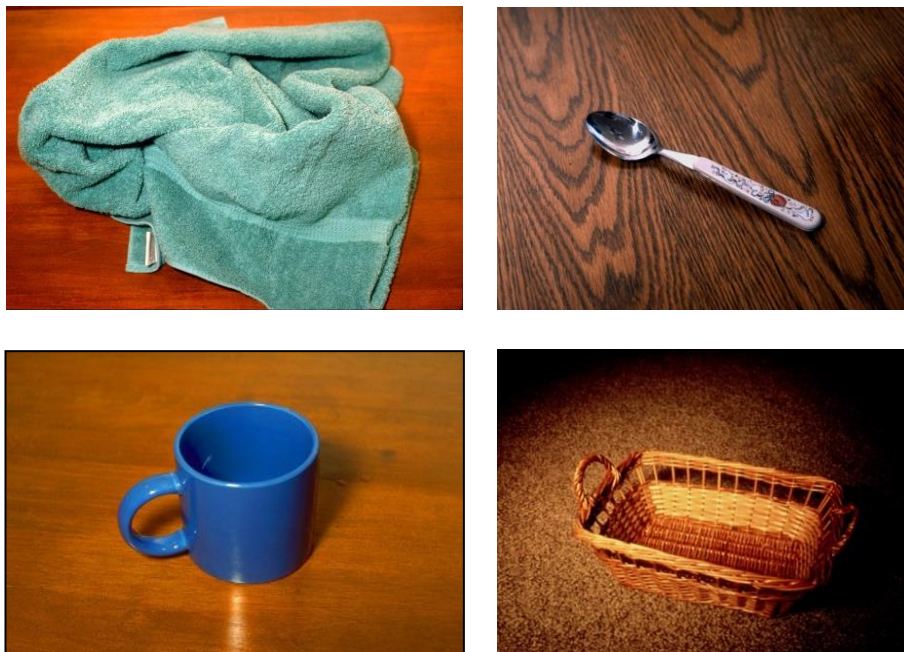


3.5 Estímulos Visuais

O experimento utilizou estímulos visuais que consistiam de fotografias de três categorias distintas: neutra, afiliativa e controle.

As fotografias de conteúdo neutro foram utilizadas para a etapa de treino do experimento. Essas fotografias foram selecionadas do *International Affective Picture System* (IAPS) (LANG BRADLEY e CUTHBERT, 2005). Foram selecionadas 4 fotografias de imagens de objetos (7002, 7004, 7009, 7010) (Figura 6).

Figura 6 — Fotografias neutras utilizadas na etapa de treino



Fonte: *International Affective Picture System* (2005)

Antes do bloco de fotos neutras era apresentado o texto abaixo (Figura 7):

Figura 7 — Texto utilizado na etapa de treino

“A história da evolução da espécie humana é marcada pelo desenvolvimento gradual da habilidade de manusear e confeccionar utensílios e ferramentas. Lanças, facas e cuias foram provavelmente os primeiros objetos fabricados pelo homem. Auxiliando nas tarefas domésticas diárias ou servindo como peças de decoração, os objetos atravessaram os séculos. Até hoje eles fazem parte do cotidiano, de uma forma tão intensa, que já não se pode viver sem eles.”

Foram selecionadas 28 fotografias de conteúdo afiliativo (número de identificação no ANEXO A) e 28 fotografias controle (número de identificação no ANEXO A) para as etapas afiliativa e controle, respectivamente, sendo selecionadas a partir de um banco de fotografias validado por Silva *et al.* (2017).

O conteúdo das fotografias selecionadas para a etapa afiliativa consistia de imagens de duas pessoas realizando atividades juntas (Figura 8).

Figura 8 — Exemplos de fotografias utilizadas na etapa afiliativa



Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2017)

Foi utilizado um texto que antecedia a exibição dessas imagens (Figura 9).

Figura 9 — Texto utilizado na etapa afiliativa

“Os seres humanos constituem uma espécie social e, portanto, precisam estar juntos tanto durante a infância quanto durante a vida adulta. Em termos evolutivos, responder prontamente a pistas sociais garante a sobrevivência da espécie, pois permite a manutenção dos elos sociais, que são muito importantes para a reprodução, localização de alimentos e defesa. Desta forma, os indivíduos têm uma forte motivação intrínseca para formar vínculos afetivos e compartilhar experiências.”

O conteúdo das fotografias utilizadas na etapa controle consistia de imagens de duas pessoas realizando atividades individualmente (Figura 10).

Figura 10 — Exemplos de fotografias utilizadas na etapa controle



Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2017)

Antes da exibição dessas imagens também foi utilizado um texto. (Figura 11).

Figura 11 — Texto utilizado na etapa controle

“Atualmente, a falta de tempo, o estresse, e o uso excessivo das novas tecnologias, tem provocado a redução do contato visual e social entre os indivíduos, contrariando a natureza social da espécie humana. Essa redução vem se construindo desde a infância, nas relações entre pais e filhos, e até mesmo entre as próprias crianças, que em muitos momentos, apesar de estarem próximas uma das outras, preferem fazer atividades individualmente.”

A distinção fundamental entre as duas categorias de imagens da etapa afiliativa e controle é a presença de contato visual e/ou toque entre os sujeitos envolvidos nas atividades (etapa afiliativa) e a ausência desses contatos (etapa controle). Dessa forma, a etapa afiliativa foi composta por pistas que indicavam interação social, ausentes nas fotografias da etapa controle. Esses estímulos foram testados de acordo com o mesmo padrão do IAPS para valência e ativação (SILVA *et al.*, 2017) (ANEXO A).

Toda a etapa treino foi utilizada para familiarizar os indivíduos quanto aos procedimentos que seriam realizados. Os textos precedentes à exibição das fotografias foram utilizados com o intuito de induzir sentimentos de afiliação na etapa afiliativa, mas não na etapa controle, o que pôde ser constatado pelo estudo desenvolvido por Mota e colaboradores (2020, no prelo) que demonstrou um aumento da expectativa de aproximação após a percepção do estímulo afiliativo e redução após a percepção do estímulo controle. Além disso, com essa medida os indivíduos foram informados quanto ao estímulo subsequente, o que contribui para minimizar os efeitos negativos do viés de antecipação demonstrado em outros estudos (SCHÜMACHER *et al.*, 2015; KAFFENBERGER *et al.*, 2010; HERWIG *et al.*, 2007).

3.5.1 Sequências experimentais

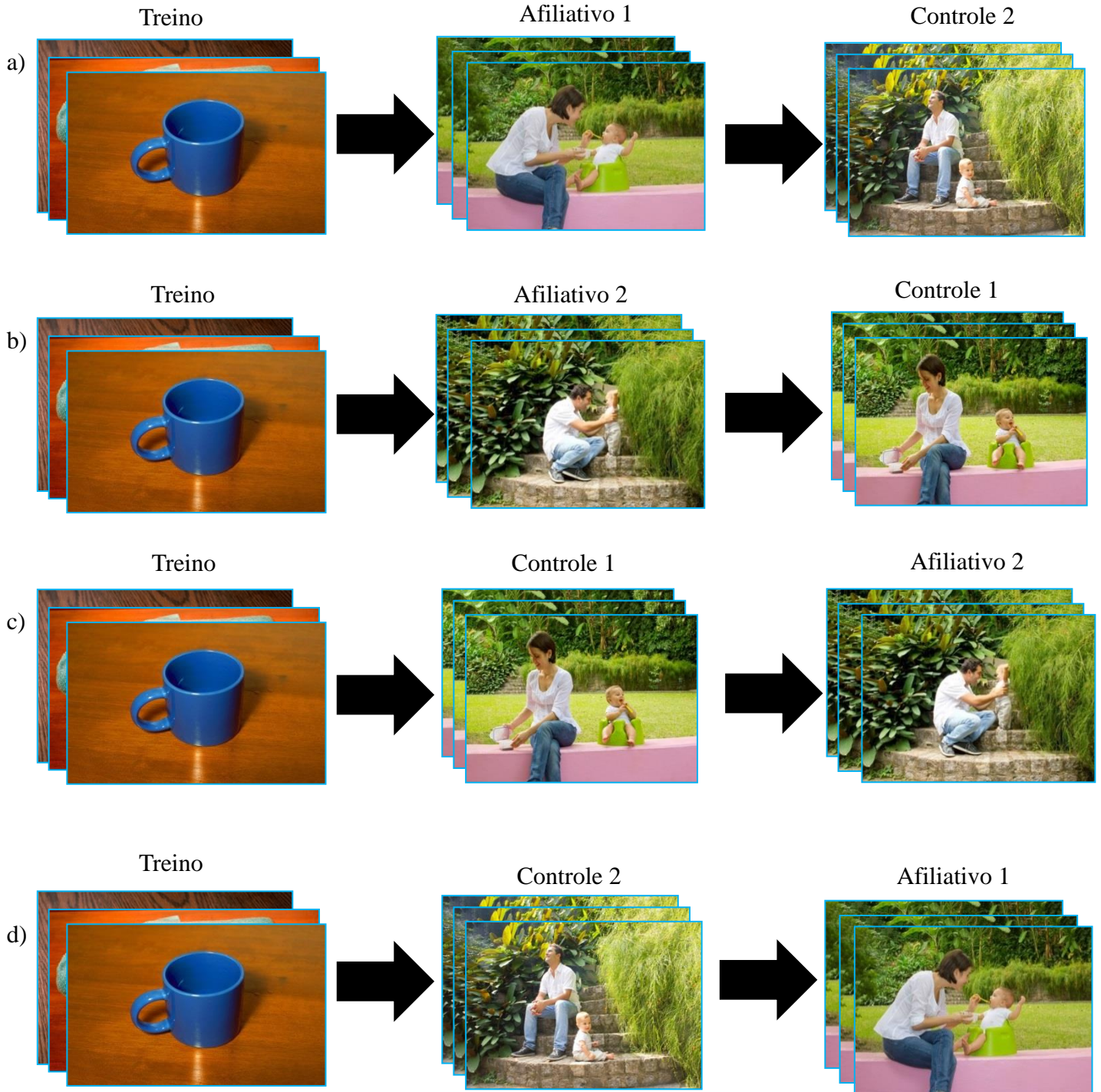
As 28 fotografias da etapa afiliativa foram divididas em dois blocos: Afiliativo 1, contendo 14 fotografias e Afiliativo 2, contendo outras 14 fotografias diferentes. O mesmo foi feito quanto às fotografias da etapa controle, sendo 28 fotografias distribuídas em dois blocos: Controle 1, contendo 14 fotografias e Controle 2, contendo outras 14 fotografias diferentes. Com esses 4 blocos de fotografias foram elaboradas as sequências experimentais (figura 12):

- Sequência A: Treino, afiliativo 1 e controle 2 (Figura 12a)
- Sequência B: Treino, afiliativo 2 e controle 1 (Figura 12b)
- Sequência C: Treino, controle 1 e afiliativo 2 (Figura 12c)
- Sequência D: Treino, controle 2 e afiliativo 1 (Figura 12d)

Esse procedimento de contrabalanceamento da ordem de apresentação dos estímulos em diferentes sequências experimentais foi adotado a fim de evitar os efeitos de habituação ao experimento, como recomendado por Laborde, Mosley e Thayer (2017) e também para evitar que o efeito do primeiro estímulo fosse estendido ao estímulo subsequente. Os blocos de fotografia utilizados não apresentaram diferenças de valência e ativação (APÊNDICE B) e cada voluntário foi designado a visualizar uma das sequências experimentais, de forma que o primeiro voluntário foi designado para a sequência A, o segundo voluntário para a sequência

B, o terceiro para a sequência C, o quarto para a sequência D, o quinto para a sequência A, o sexto para a sequência B, e assim sucessivamente até o último voluntário.

Figura 12 — Sequências experimentais



Fonte: A própria autora

3.5.2 Aparato para a exibição do estímulo

A sequência experimental selecionada para cada voluntário era exibida em um monitor Samsung S23C550H de 23” acoplado a um computador principal que controlava a exibição de forma automática, pré-programada via *software E-Prime®* versão 2.0 Professional (*Psychology Software Tools Inc., Pittsburgh, PA*).

3.6 Avaliação comportamental subjetiva

A avaliação comportamental foi realizada através de escalas de autorrelato na versão lápis e papel citadas abaixo:

3.6.1 Questionário de saúde e hábito gerais

O questionário de saúde e hábitos gerais (APÊNDICE D) foi elaborado por pesquisadores do laboratório de Psicofisiologia com o intuito de verificar o cumprimento dos critérios de inclusão, exclusão e restrições temporárias pelos voluntários, além de controlar a amostra quanto a uma série de aspectos que poderiam interferir nos parâmetros avaliados. Este questionário avaliou hábitos como tabagismo, uso de bebida alcoólica e drogas ilícitas, prática de exercícios, uso de medicamentos, diagnóstico de doenças, além de idade e sexo dos participantes.

3.6.2 Índice de reatividade interpessoal

O índice de reatividade interpessoal (ANEXO B) é uma escala utilizada para avaliar o traço de empatia dos indivíduos. Foi proposta por Davis (1983), validada e traduzida para o português por Sampaio *et al.* (2011). Nessa escala a empatia é representada como um construto multidimensional, avaliando os seus componentes afetivos (subescalas “angústia pessoal” e “consideração empática”) e cognitivos (subescalas “tomada de perspectiva” e “fantasia”). A escala é composta por 26 itens e utiliza uma escala Likert de 5 pontos para as alternativas: 1 - “não me descreve”, 2 - “me descreve um pouco”, 3 - “Me descreve mais ou menos”, 4 - “Me descreve bem”, 5 - “Me descreve muito bem”. A soma dos escores de todas

as subescalas gera o escore do nível global de empatia, com pontuação mínima de 26 e pontuação máxima de 130. Essa escala possui uma boa consistência interna, com alfa de Cronbach igual a 0,86 para a pontuação total e 0,76 para angústia pessoal; 0,75 para consideração empática; 0,68 para tomada de perspectiva e 0,81 para fantasia.

3.6.3. Escala de grooming mútuo

O toque social foi avaliado através da escala de *grooming* mútuo (ANEXO C), proposta por Nelson e Geher (2007). É uma escala de duas dimensões composta por 28 itens, utilizada para medir a frequência do toque social referente a indivíduos do círculo social mais íntimo, ao longo dos últimos 12 meses. Metade dos itens refere-se à frequência de atividades relacionadas a executar o toque social enquanto a outra metade refere-se à frequência de atividades relacionadas a receber o toque social. Os itens dessa escala refletem uma ampla variedade de formas nas quais o *grooming* pode se manifestar em humanos, sendo pontuados da seguinte maneira: 1 - “Nunca”, 2 - “1 a 6 vezes por ano”, 3 - “7 a 12 vezes por ano”, 4 - “1 a 3 vezes por mês”, 5 - “1 a 3 vezes por semana”, 6 - “4 a 7 vezes por semana”, 7 - “1 ou mais vezes por dia”. O escore final de cada dimensão é obtido pela soma das pontuações dos seus 14 itens, sendo o escore mínimo de 14 e o escore máximo de 98. Essa escala mostrou boa consistência interna, com o alfa de Cronbach da subescala “tocar” igual a 0,81 e o da subescala “ser tocado” igual a 0,85.

3.6.4. Escala de solidão

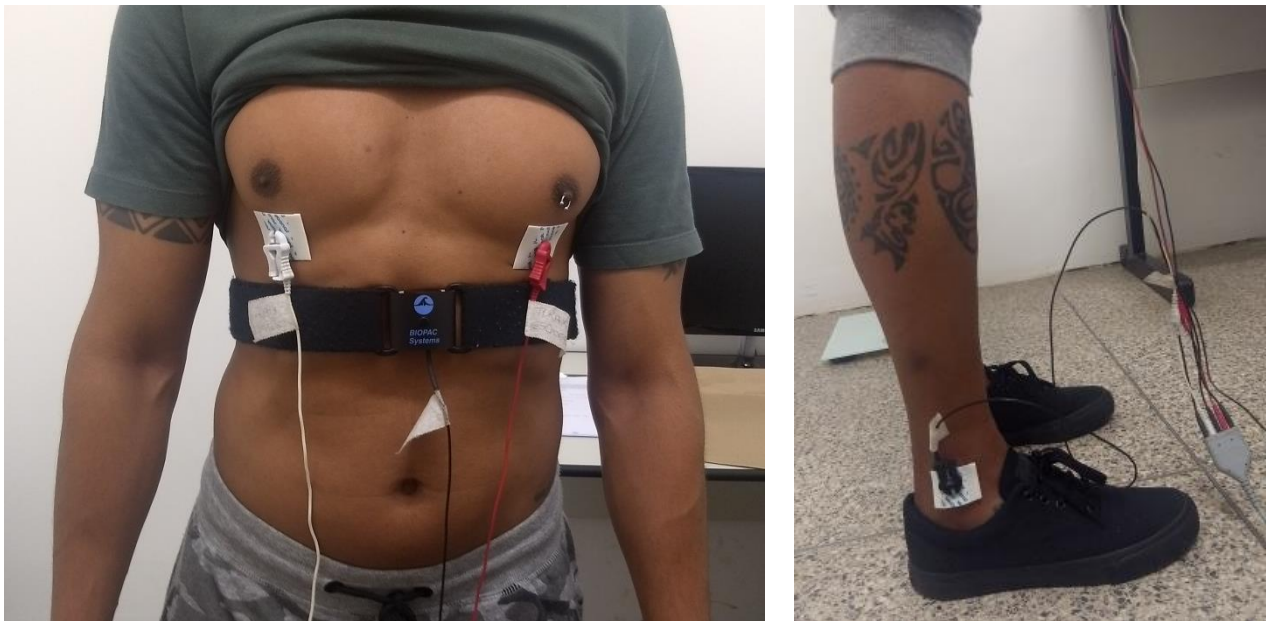
A solidão foi avaliada pela escala de solidão da UCLA (ANEXO D), desenvolvida por Russel, Peplau e Cutrona (1980), traduzida e adaptada para o português por Barroso et al. (2016). Trata-se de uma escala de autorrelato composta por 20 itens que avaliam a experiência de solidão do indivíduo, considerando a satisfação com as suas relações sociais. As alternativas de resposta são apresentadas em forma de escala Likert de quatro pontos, sendo: 1 - “Nunca”, 2 - “Raramente”, 3 - “Algumas vezes”, 4 - “Frequentemente”. O escore final é obtido pela soma das pontuações dos 20 itens, sendo o escore mínimo de 20 e o escore máximo de 80 pontos. A escala mostrou boas qualidades psicométricas, evidências de validade de construto e alta consistência interna, com alfa de Cronbach igual a 0,94.

3.7. Avaliação fisiológica

3.7.1 Aquisição e registro do sinal eletrocardiográfico

A aquisição do sinal eletrocardiográfico foi feita por meio de eletrodos (Ag-AgCl) posicionados na 2ª derivação cardíaca, sendo 2 eletrodos colocados na região torácica, um à direita e um à esquerda na altura do 5º espaço intercostal, na linha dos mamilos e um terceiro eletrodo sobre o maléolo lateral direito para aterramento do sinal (Figura 13). As regiões de fixação dos eletrodos foram previamente higienizadas com etanol a 70%, os adesivos foram colocados na pele e, em seguida, os eletrodos propriamente ditos foram fixados.

Figura 13 — Posicionamento dos eletrodos para a aquisição do ECG



Fonte: A própria autora

O registro do sinal foi realizado por um módulo ECG100 acoplado ao sistema MP100 do Biopac (*BIOPAC Systems, Inc. EUA*), com uma taxa de amostragem de 1000 Hz, em tempo real através do *software AcqKnowledge*.

3.7.2 Processamento do sinal eletrocardiográfico e análise da VFC

O pré-processamento do sinal eletrocardiográfico bruto foi realizado off-line através de rotinas em Matlab 6.5 (*MathWorks*, USA). O sinal de ECG de cada indivíduo foi inspecionado visualmente para identificação e correção de picos de onda R ausentes ou excedentes e para exclusão de intervalos anormais ou sinal muito ruidoso.

A análise da VFC foi realizada com o *software* Kardia (PERAKAKIS *et al.*, 2010) por métodos lineares, no domínio do tempo e no domínio da frequência. O algoritmo utilizado no processamento foi a transformada rápida de Fourier (FFT).

A partir das análises no domínio do tempo foram obtidos os componentes SDNN e RMSSD. Pela análise no domínio da frequência, a VFC foi decomposta em dois componentes principais, o HF e o LF.

O SDNN (*standard deviation of normal-to-normal interval*) é o desvio padrão de todos os intervalos RR do eletrocardiograma, expresso em ms. Representa a VFC global, porém registros de curto prazo podem refletir a atividade parassimpática. É um parâmetro que pode ser utilizado em registros de no mínimo 60s (SALAHUDDIN, JEONG E KIM, 2007; SHAFFER E GINSBERG, 2017; TASK FORCE, 1996).

O RMSSD (*root mean square of the successive differences between the RR intervals*) é a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR adjacentes, expresso em ms. Representa a atividade parassimpática (vagal). Registros de no mínimo 10s foram validados para esse parâmetro (MUNOZ *et al.*, 2015; PENTILLÄ *et al.*, 2001; SALAHUDDIN, JEONG E KIM, 2007; SHAFFER E GINSBERG, 2017; TASK FORCE, 1996).

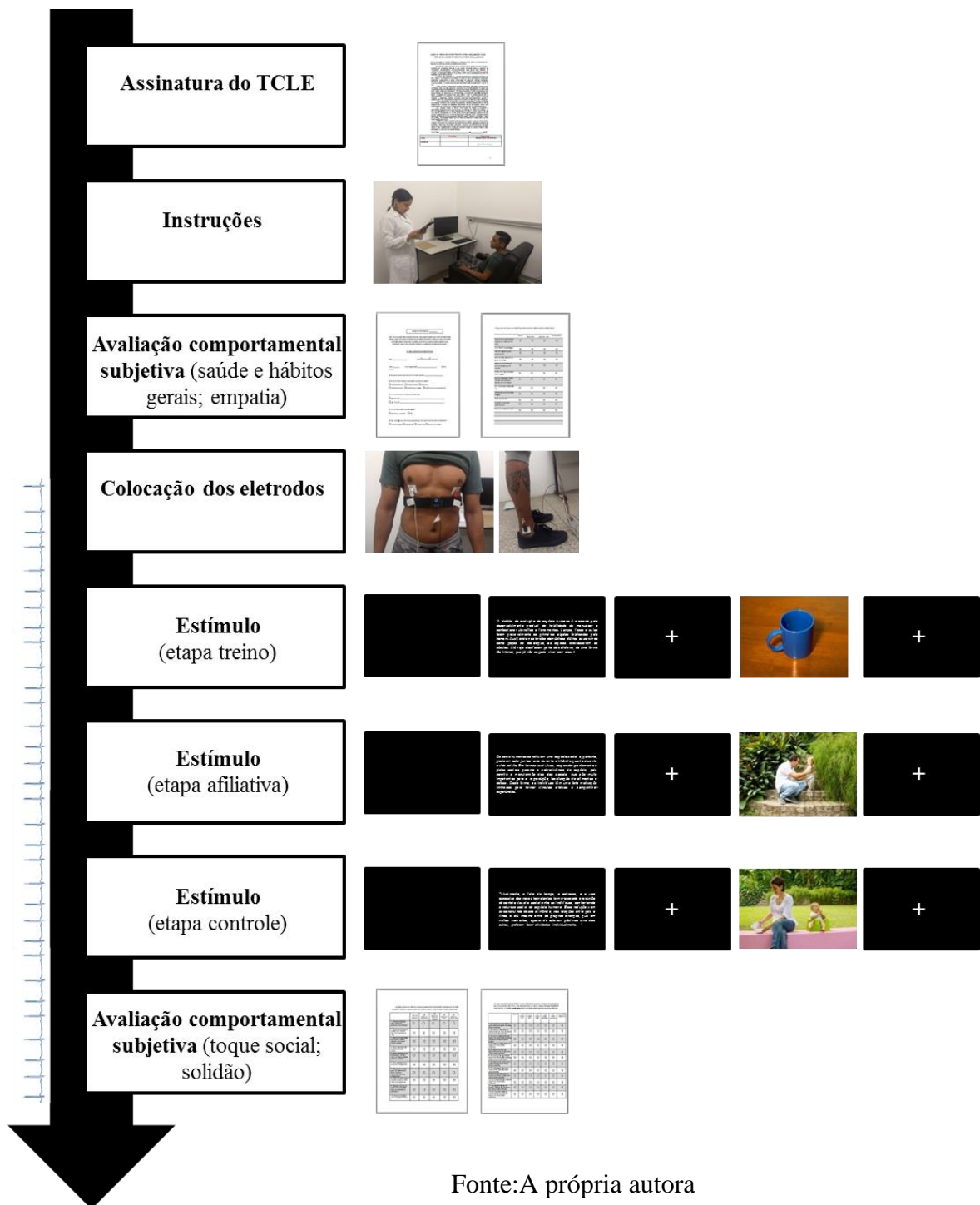
O HF (High Frequency) é o componente de variações do sinal de ECG em alta frequência, abrangendo a faixa de 0,15 a 0,4 Hz, expresso em ms^2 . É um marcador da atividade vagal sobre o coração e corresponde à modulação respiratória, refletindo as variações da frequência cardíaca relacionadas ao ciclo respiratório. É um parâmetro que pode ser utilizado em registros de no mínimo 60s (ERNST, 2017; PORGES, 2007; SHAFFER E GINSBERG, 2017; TASK FORCE, 1996).

O LF (Low Frequency) é o componente de variações do sinal de ECG em baixa frequência, abrangendo a faixa de 0,04 a 0,15 Hz, expresso em ms^2 . Recebe influências da atividade simpática, vagal e simpática e barorreflexa. É um parâmetro que pode ser utilizado em registros de no mínimo 120s (GOLDSTEIN *et al.*, 2011; PORGES, 2007; SHAFFER, MCCRATY E ZERRR, 2014; TASK FORCE, 1996).

3.8 Procedimentos

Os procedimentos realizados no experimento estão resumidos na figura 14 e detalhados a seguir.

Figura 14 — Fluxograma do procedimento experimental



Fonte: A própria autora

O voluntário era recepcionado no laboratório e conduzido à sala de experimentos, sendo instruído a desligar o celular e se sentar em uma poltrona. Em seguida o voluntário recebia o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C). Através deste termo ele era informado que os seus dados fisiológicos e psicométricos não seriam nominais, mas sim numerados. Dessa forma, o anonimato e a confidencialidade dos voluntários eram garantidos.

Após assinar o termo, o experimento era iniciado. O pesquisador solicitava ao voluntário que caso estivesse com vontade de urinar, que fosse ao banheiro, pois ficaria um tempo considerável sem poder sair. O esvaziamento da bexiga é uma medida que elimina os efeitos da distensão da bexiga nas medidas de VFC (QUINTANA e HEATHERS, 2014). Após o retorno do voluntário ao laboratório, o pesquisador solicitava-lhe que se sentasse na poltrona da sala de experimentos, relatava brevemente as instruções do experimento seguindo um roteiro padronizado, entregava o questionário sobre saúde e hábitos gerais e a escala de empatia e saía da sala. Imediatamente após o preenchimento dos questionários, os mesmos eram colocados dentro de um envelope, o qual era numerado e, ao final do experimento, lacrado na frente do voluntário. O tempo de preenchimento era livre.

Após responder os questionários e entregá-los, o pesquisador solicitava ao voluntário que se levantasse para a colocação dos eletrodos para o registro do ECG, o qual era, a partir desse instante, continuamente registrado até o final do experimento. Após todos os ajustes, o voluntário era instruído a se sentar novamente na poltrona em frente ao monitor de 23”, através do qual seriam exibidos os estímulos e as instruções. A tela era ajustada sobre a mesa a uma distância de 94 cm da face do voluntário.

Na sequência o voluntário era instruído a ficar relaxado em repouso na poltrona, sem realizar movimentos bruscos ao longo do experimento e seguir as instruções que seriam exibidas na tela. Os estímulos englobaram 3 etapas: Treino (Figura 15), afiliativa (Figura 16) e controle (Figura 17), exibidos sequencialmente. A ordem de exibição das etapas afiliativa e controle foi contrabalanceada conforme descrito na seção 3.5.1 (Figura 12). Em cada uma dessas etapas o padrão de exibição era o mesmo, consistindo de uma fase pré-estímulos, seguida de uma fase de exibição de estímulos propriamente dita, e uma fase pós-exibição dos estímulos.

Na fase pré-estímulos, era exibida a tela sem imagem e na cor preta, por 3 minutos. Na fase de exibição dos estímulos propriamente dita era exibido o texto, com tempo livre para leitura, seguido das 14 fotografias (4 segundos cada) intercaladas por telas pretas contendo uma cruz para fixação (4-5 segundos). Esse padrão de exibição segue uma configuração

blocada, como recomendado por Bradley, Cuthbert e Lang (1996) para um maior efeito na sustentação da reatividade emocional. Na fase pós-estímulos, era exibida novamente a tela sem imagem e na cor preta, por 3 minutos. Os fluxogramas de cada etapa com suas respectivas fases encontram-se a seguir:

Figura 15 — Fluxograma da etapa de treino

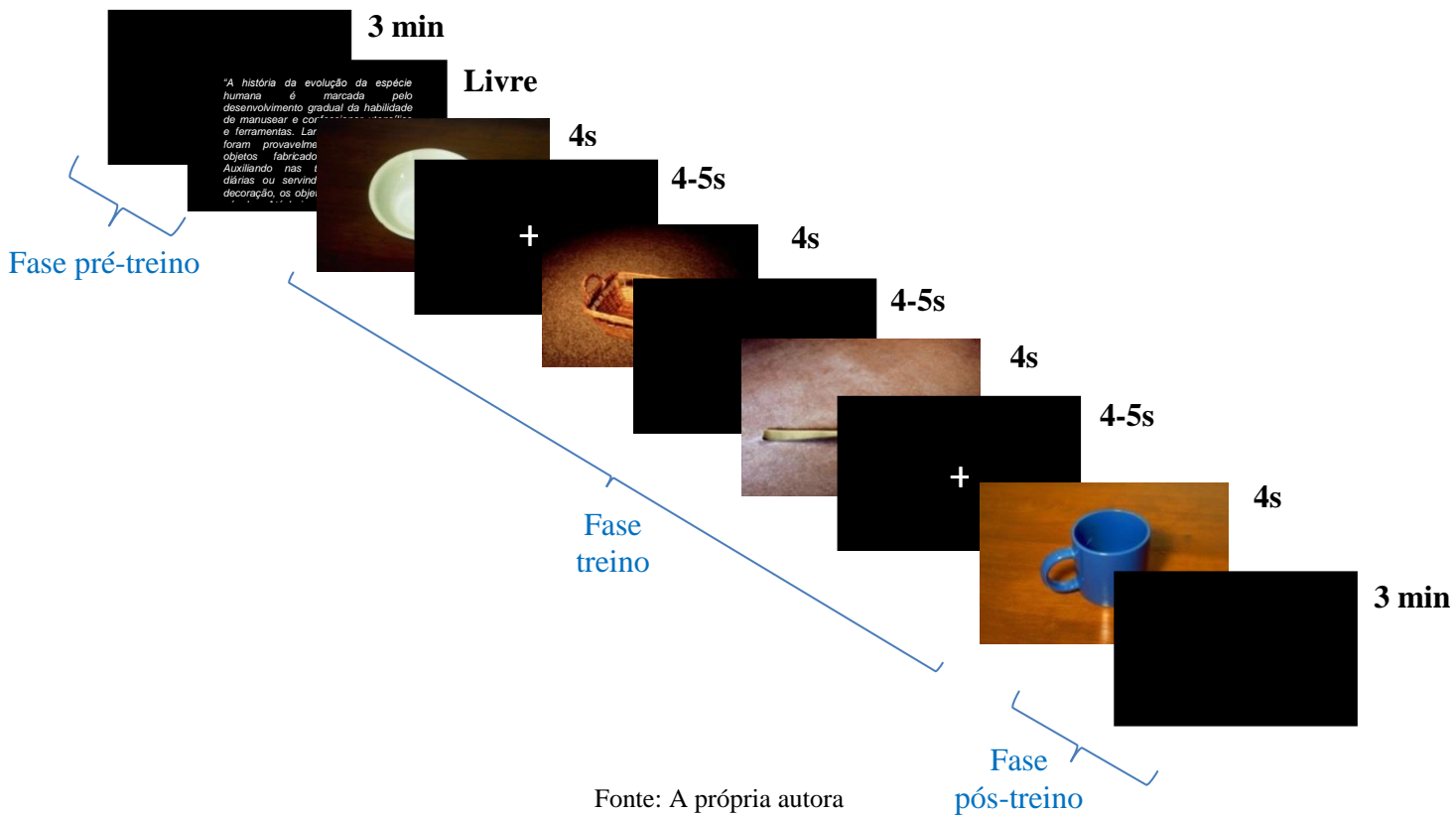


Figura 16 — Fluxograma da etapa afiliativa

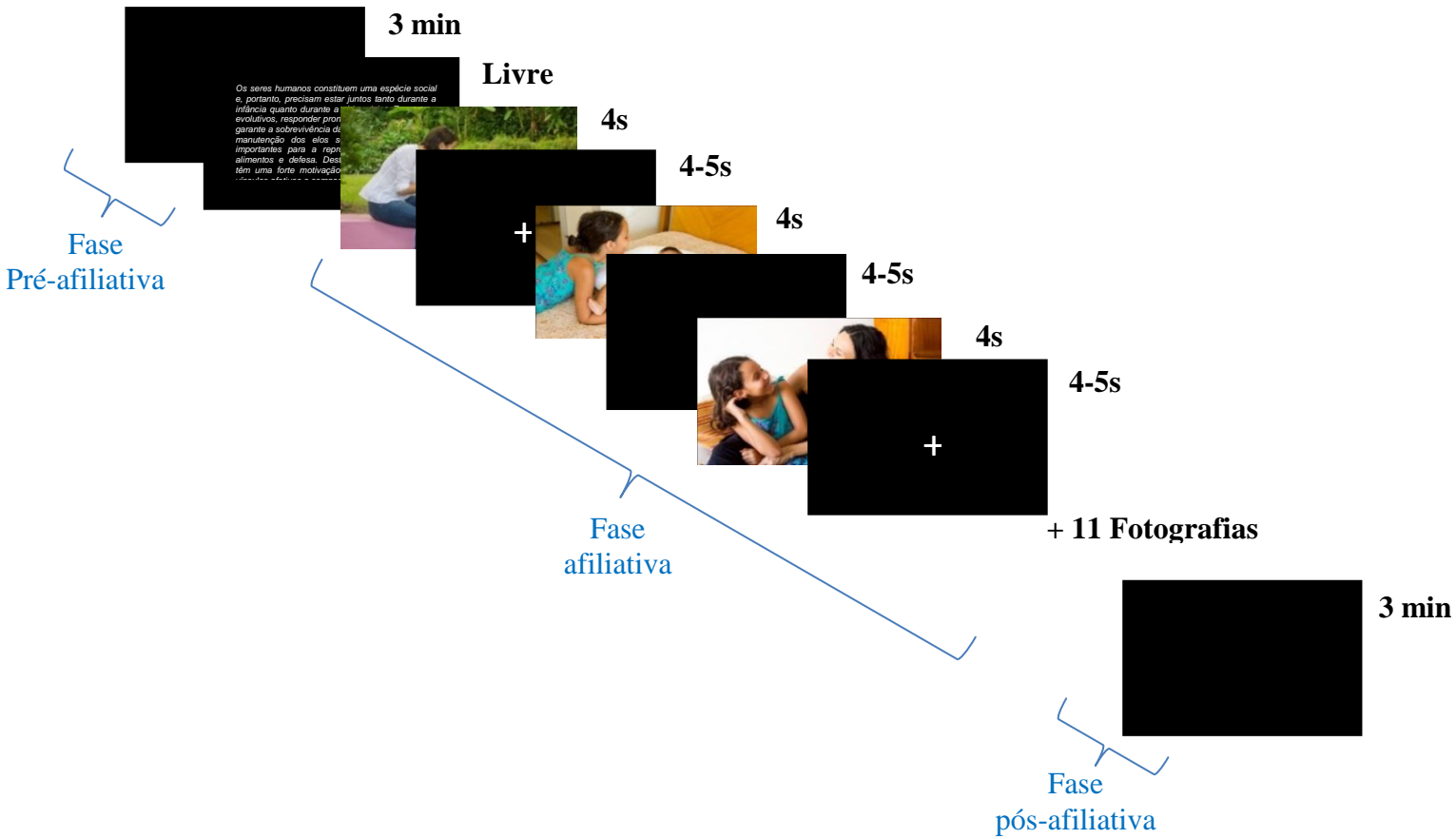
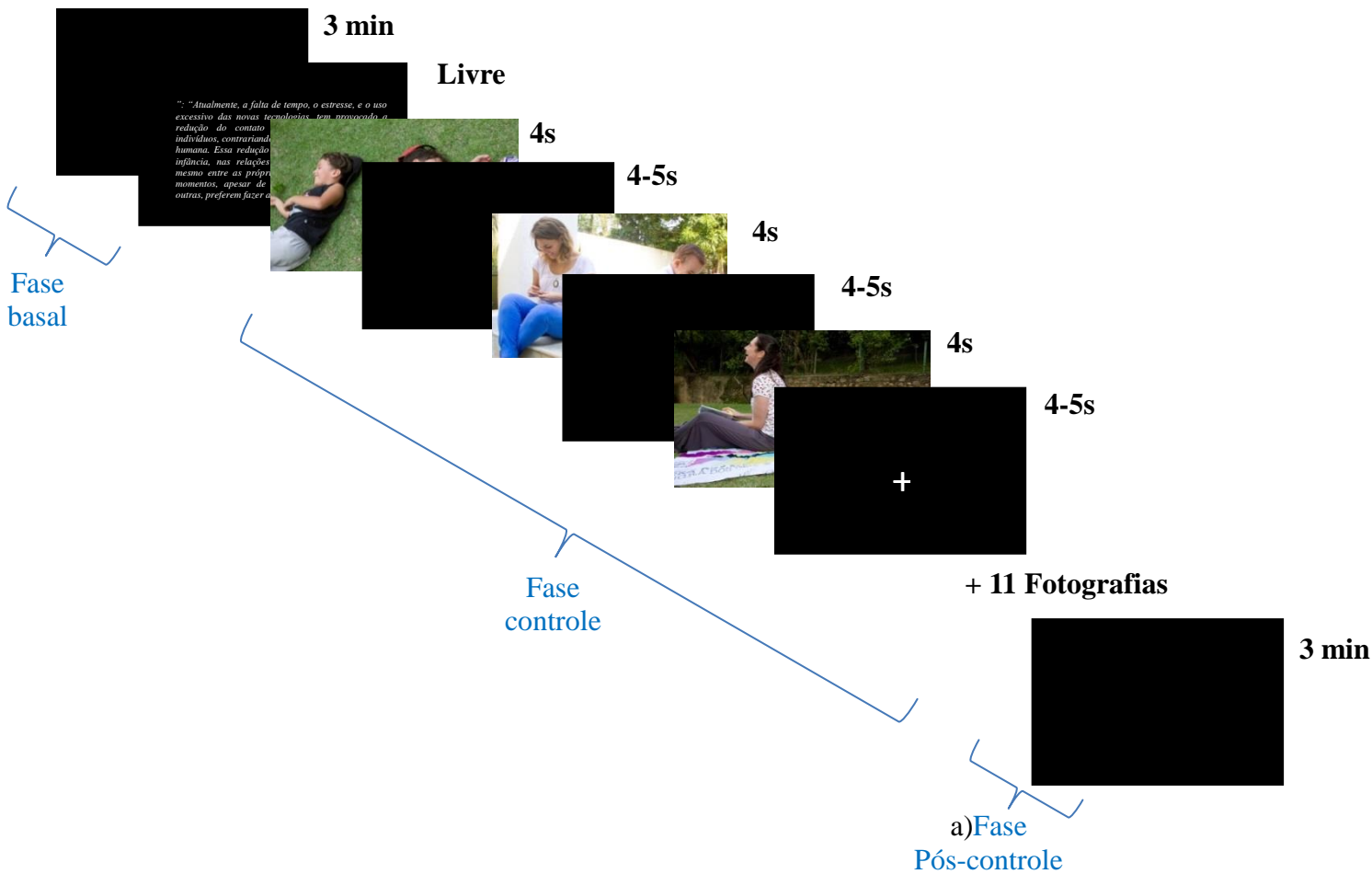


Figura 17 — Fluxograma da etapa controle



3.9 Análises Estatísticas

A construção do banco de dados foi feita através do *software* Microsoft Office Excel 2016 (*Copyright Microsoft Corporation 2016*), e para as análises estatísticas utilizou-se o *software* Statistica versão 10.0 (*Statsoft, Inc.*).

Para cada voluntário foram calculados os escores das escalas de empatia (nível global de empatia), *grooming* mútuo (receber toque e fazer toque) e solidão através do somatório dos itens de cada escala.

Foram calculadas também as médias dos diferentes parâmetros da VFC (SDNN, RMSSD, HF e LF) dos indivíduos para cada fase do experimento (pré-afiliativo, afiliativo, pós-afiliativo, pré-controle, controle, pós-controle), sendo processados os 2 minutos iniciais de cada fase (0 a 120 s). A primeira fase observada pelo indivíduo (pré-afiliativa ou pré-controle, dependendo da sequência experimental) foi considerada a linha de base (fase basal). A VFC correspondente a toda etapa treino não foi analisada.

A avaliação da normalidade dos dados foi realizada através do teste *Kolmogorov-Smirnov*. Todos os testes (paramétricos e não-paramétricos) foram empregados conforme a normalidade das variáveis.

Inicialmente foi realizada uma análise preliminar para verificar se houve efeito de sequência de exibição de estímulos na VFC. A VFC foi analisada nas 4 sequências distintas (VFC na sequência A x VFC na sequência B x VFC na sequência C x VFC na sequência D). Utilizou-se o teste *One-way ANOVA* (para os dados com distribuição normal) ou *Kruskal-Wallis ANOVA* (para os dados com distribuição não normal), tanto para a VFC na fase afiliativa nas quatro sequências, quanto para a VFC na fase controle nas quatro sequências.

A amostra do estudo foi composta por indivíduos em uma faixa estreita de idade. Para confirmar se não haveria influência dessa variável na VFC nessa amostra, foram realizadas correlações de Pearson (para os dados normais) ou Spearman (para os dados não normais).

Para verificar se haveria diferenças na VFC entre homens e mulheres, foram realizados testes t independentes (para os dados normais) ou o teste de Mann-Whitney (para os dados não normais).

Para verificar se a percepção dos estímulos afiliativos seria capaz de provocar uma mudança fásica na VFC basal e se após a percepção dos estímulos afiliativos a VFC retornaria aos níveis basais, foi utilizada ANOVA para medidas repetidas seguida do pós-teste de Fisher (para os dados normais) ou ANOVA de Friedman, seguida do teste Wilcoxon (para os dados

não normais). O mesmo procedimento foi realizado para verificar o efeito da percepção dos estímulos controle.

Para verificar se a percepção de pistas de interação social nos estímulos afiliativos seria capaz de modular a VFC dos indivíduos em comparação à percepção dos estímulos controle, sem pistas de interação, foi utilizado teste t pareado para amostras dependentes (para os dados normais), ou teste pareado de Wilcoxon (para os dados não normais). Para estas análises, foram utilizados os valores em porcentagens de aumento ou redução da VFC na fase afiliativa em relação à fase basal e da fase controle em relação à fase basal. Para todos os testes estatísticos supracitados foi utilizado nível de significância de 0,05.

Para verificar a relação entre a empatia, o toque social e a solidão e a VFC basal e mudanças físicas na VFC relacionadas à percepção dos estímulos afiliativos, foram feitas correlações de Pearson (para os dados normais), ou Spearman (para os dados não normais). Para essas correlações foram feitas correções de Bonferroni para múltiplas comparações. O nível de significância adotado foi de 0,01. Para as correlações significativas foi realizada uma análise de regressão linear, onde a VFC entrou como variável dependente e os comportamentos correlacionados (detectados na etapa anterior) como preditores. Por fim, considerando as mesmas variáveis do modelo de regressão linear, foi realizada análise de regressão não-linear para verificar qual modelo seria mais adequado.

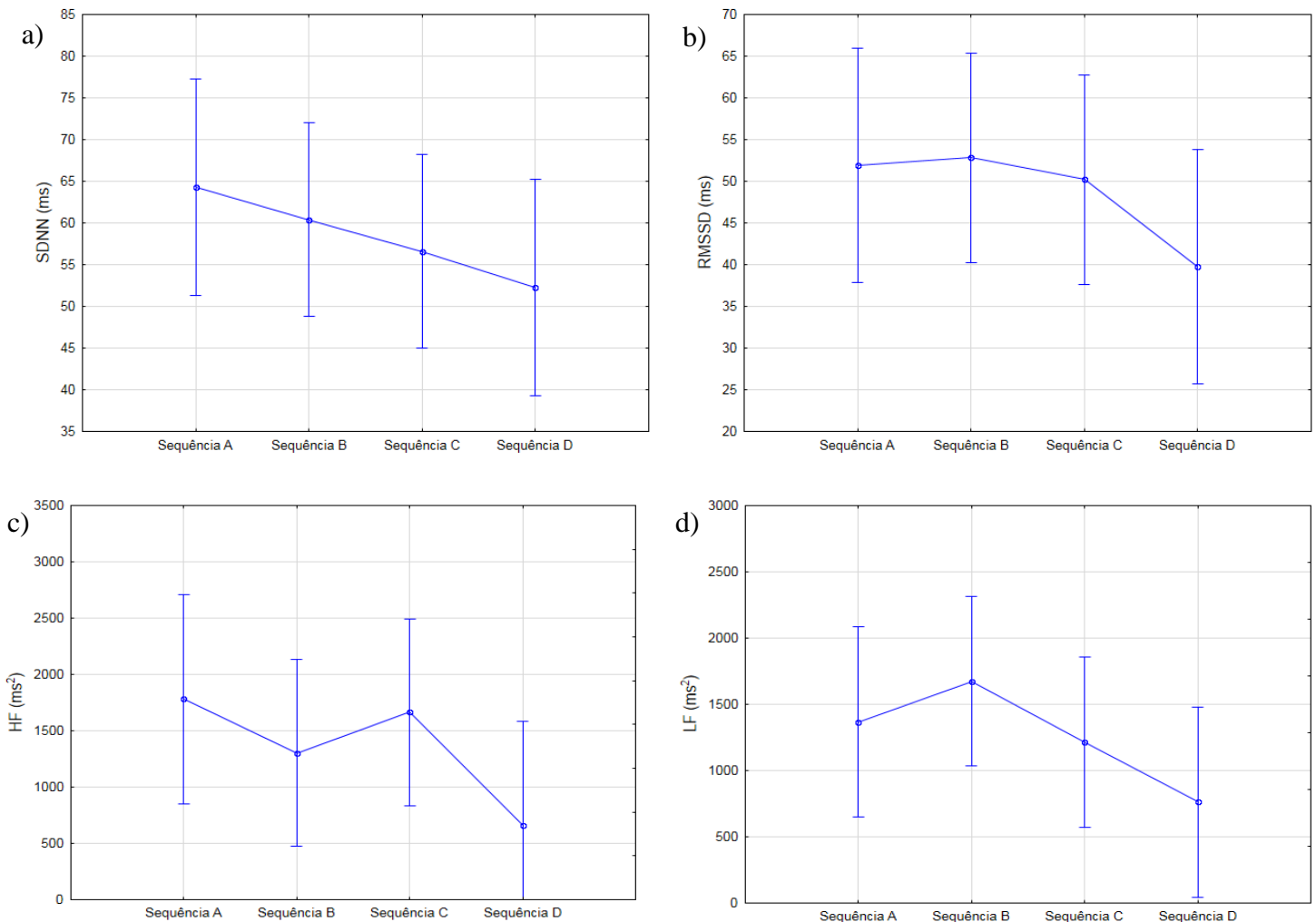
4 RESULTADOS

4.1 Efeito da sequência de exibição dos estímulos na VFC

No presente estudo foram utilizados 2 blocos distintos de estímulos afiliativos e 2 blocos distintos de estímulos controle, os quais foram exibidos em sequências diferentes. Isso resultou em 4 combinações (Figura 12 na seção 3.5.1). Foi preciso, portanto, antes das análises principais, verificar se esses diferentes blocos e sequências afetariam a VFC na fase afiliativa e na fase controle.

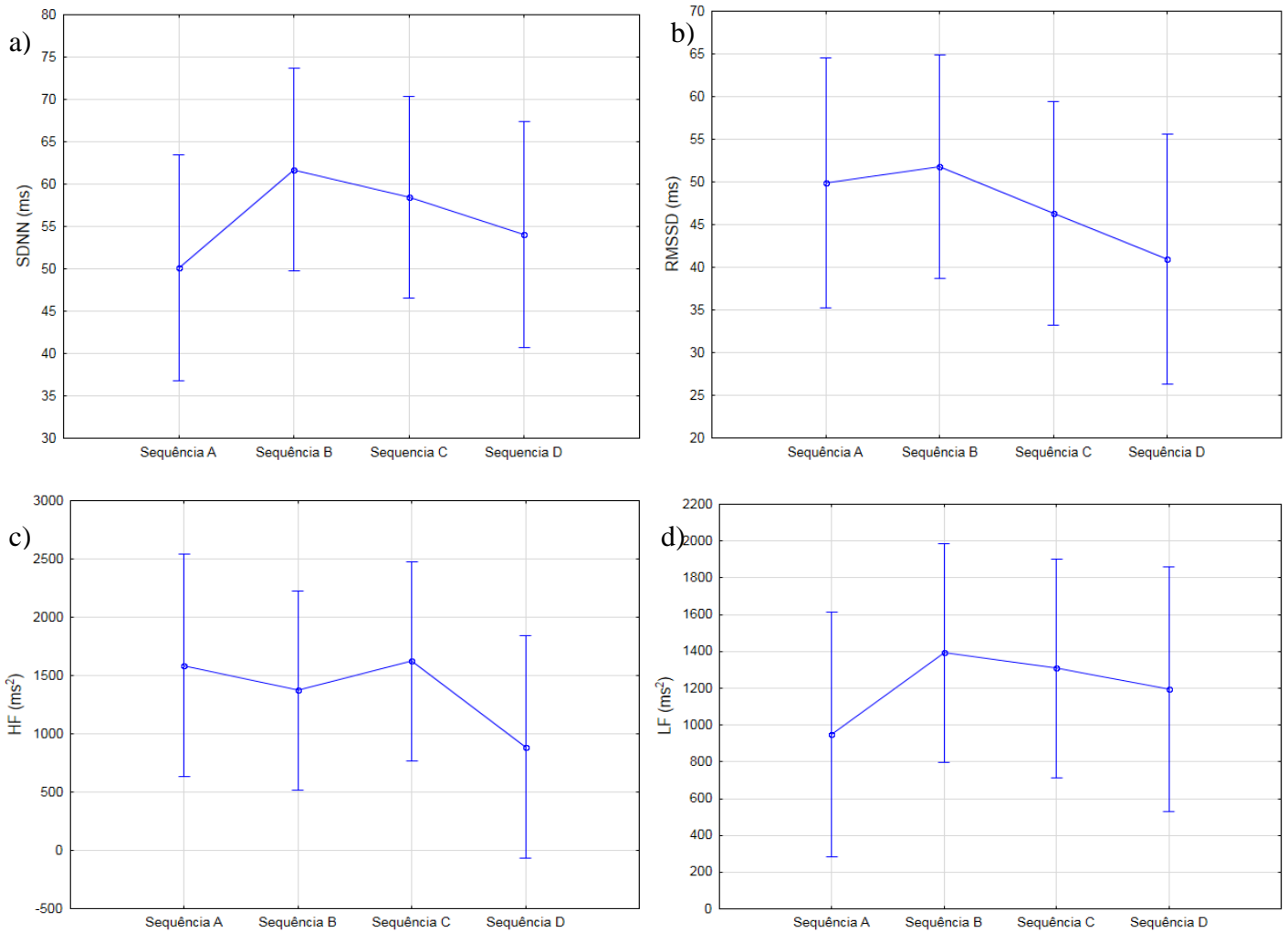
Não foram observadas diferenças significativas para o SDNN ($F_{(3, 68)} = 0,63$, $p = 0,59$; Figura 18a), para o RMSSD ($F_{(3, 68)} = 0,77$, $p = 0,51$; Figura 18b), para o HF ($H = 3,21$, $p = 0,36$; Figura 18c) e para o LF ($H = 5,16$, $p = 0,15$; Figura 18d) entre as 4 combinações correspondentes à fase controle.

Figura 18 — Efeito da sequência de exibição dos estímulos na fase controle para SDNN (a), RMSSD (b), HF (c) e LF (d)



Da mesma forma, não houve diferenças significativas desses mesmos parâmetros entre as combinações referentes à fase afiliativa: SDNN ($F_{(3, 68)} = 0,62$, $p = 0,59$; Figura 19a), o RMSSD ($F_{(3, 68)} = 0,45$, $p = 0,71$; Figura 19b), o HF ($H = 0,18$, $p = 0,97$; Figura 19c) e LF ($H = 1,60$, $p = 0,65$; Figura 19d).

Figura 19 — Efeito da sequência de exibição dos estímulos na fase afiliativa para SDNN (a), RMSSD (b), HF (c) e LF (d)



Em suma, para uma mesma classe de estímulos (afiliativos ou controle), não houve influência da ordem de exibição ou do tipo de fotografia na VFC. Dessa forma, os dados foram agrupados para as análises posteriores.

4.2 Influência do sexo e da idade na VFC

O sexo e a idade são variáveis que podem afetar a VFC. Portanto, antes das análises principais do estudo foi testada a influência dessas variáveis na VFC dos indivíduos. O estudo utilizou indivíduos em uma faixa estreita de idade e as análises confirmaram que não houve correlação entre idade e VFC (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1 — Coeficientes de correlações de Pearson (r) entre a VFC basal e a idade

| VFC | Idade | |
|-------|-------|------|
| | r | p |
| SDNN | -0,14 | 0,21 |
| RMSSD | -0,20 | 0,08 |

Tabela 2 — Coeficientes de correlações de Spearman (rho) entre a VFC basal e a idade

| VFC | Idade | |
|-----|-------|------|
| | rho | p |
| HF | -0,17 | 0,13 |
| LF | -0,11 | 0,35 |

Quanto à influência do sexo, não foram detectadas diferenças dos parâmetros da VFC entre mulheres e homens (Tabela 3 e Tabela 4). Portanto, todas as análises posteriores foram conduzidas com mulheres e homens conjuntamente.

Tabela 3 — Comparação da VFC basal de homens e mulheres (parâmetros com distribuição normal)

| Parâmetro da VFC | Sexo | | | | t | p |
|------------------|----------|--------|-----------|--------|------|------|
| | Feminino | | Masculino | | | |
| | M | DP | M | DP | | |
| SDNN | 58,661 | 23,784 | 64,780 | 25,692 | 0,34 | 0,73 |
| RMSSD | 49,926 | 28,191 | 53,556 | 32,894 | 0,68 | 0,50 |

Tabela 4 — Comparação da VFC basal de homens e mulheres (parâmetros com distribuição não normal)

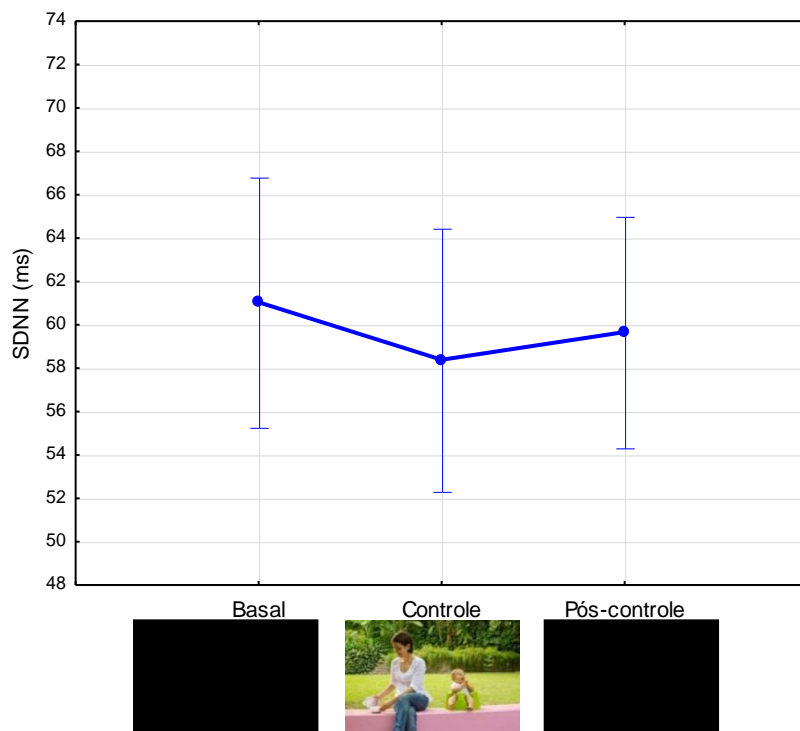
| Parâmetro da VFC | Sexo | | | | | | | | |
|------------------|----------|--------|---------|-----------|--------|---------|----|-------|------|
| | Feminino | | | Masculino | | | U | Z | p |
| | Mediana | P25 | P75 | Mediana | P25 | P75 | | | |
| HF | 1049,17 | 413,41 | 2006,74 | 725,55 | 340,60 | 1891,28 | 29 | 0,62 | 0,53 |
| LF | 608,87 | 336,20 | 1610,52 | 1019,43 | 727,73 | 2074,39 | 26 | -0,91 | 0,36 |

4.3 Modulação da VFC basal pela percepção de estímulos sociais

A primeira questão investigada nesse estudo foi se a percepção dos estímulos afiliativos seria capaz de provocar uma mudança física na VFC basal. Investigou-se também se após a percepção dos estímulos sociais a VFC retornaria aos níveis basais. As hipóteses iniciais propostas eram de que a percepção dos estímulos sociais causaria um aumento da VFC, e que após a percepção desses estímulos a VFC retornaria aos níveis basais. Para isso foi comparada a VFC durante e após a percepção dos estímulos com a VFC basal ao longo da etapa controle e ao longo da etapa afiliativa.

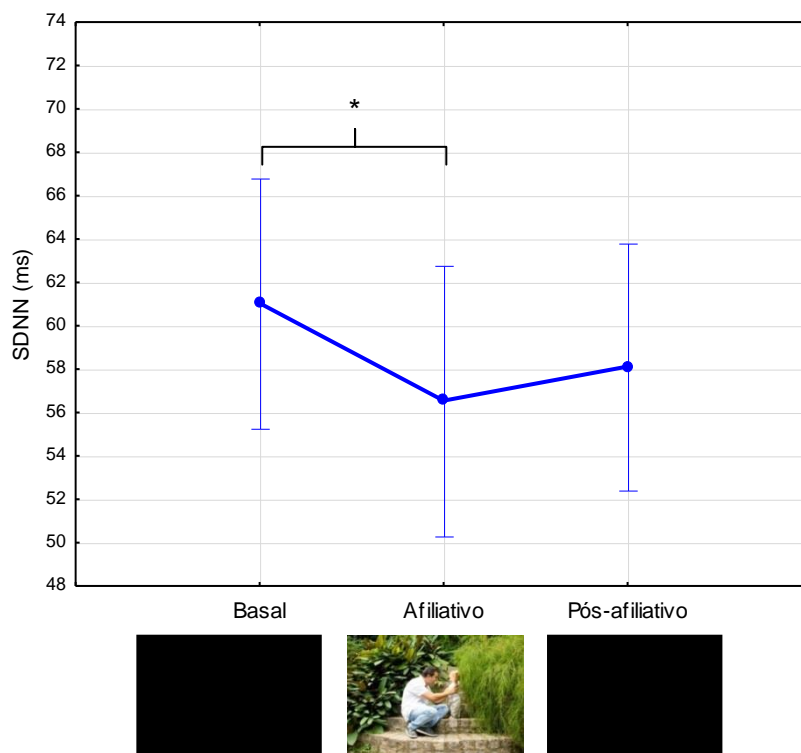
Foi observado que o SDNN não se alterou significativamente ao longo da etapa controle, demonstrando que não houve modulação desse parâmetro pela percepção dos estímulos controle (Basal: M= 61,040 ms, DP= 24,549; Controle: M= 58,388 ms, DP= 25,819; Pós-controle: M= 59,664 ms, DP= 22,711; $F_{(2, 142)} = 1,018$, $p = 0,43$) (Figura 20).

Figura 20 — Variação do SDNN ao longo da etapa controle



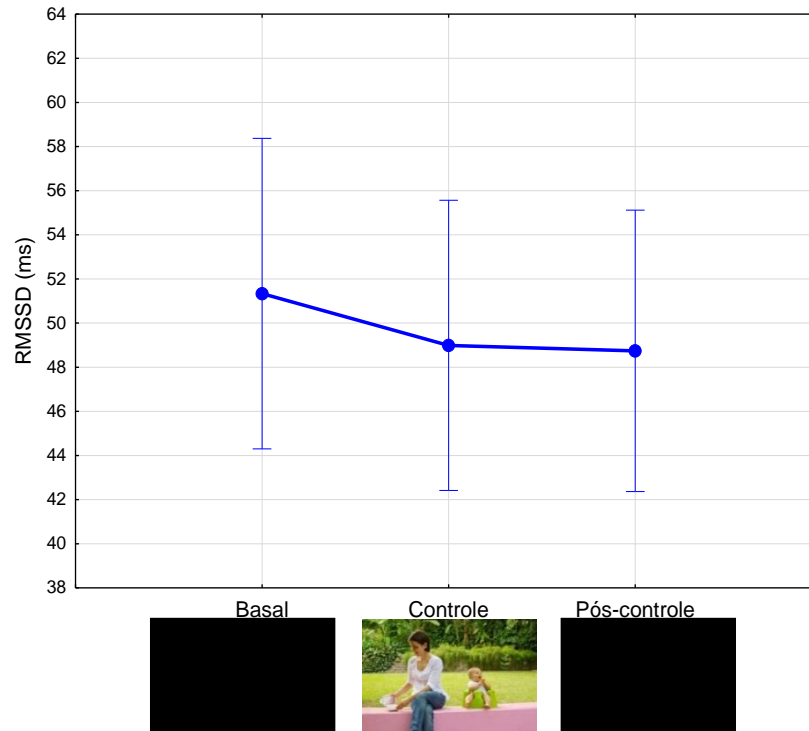
No entanto, ao longo da etapa afiliativa foi observada uma diferença significativa (Basal: $M= 61,040$ ms, $DP= 24,549$; Afiliativo: $M= 56,547$ ms, $DP= 26,557$, Pós-afiliativo: $M= 58,118$ ms, $DP= 26,557$; $F_{(2, 142)}= 3,258$, $p= 0,04$). O pós-teste mostrou uma redução significativa do SDNN na fase afiliativa quando comparada à fase basal ($*p= 0,01$) (Figura 21), o que demonstra que a percepção dos estímulos afiliativos foi capaz de modular esse parâmetro da VFC, provocando, diferentemente do esperado, uma redução, e não aumento do mesmo. Não foi detectada diferença significativa entre o SDNN na fase pós-afiliativa e a fase basal.

Figura 21 — Variação do SDNN ao longo da etapa afiliativa
* representa $p < 0,05$.



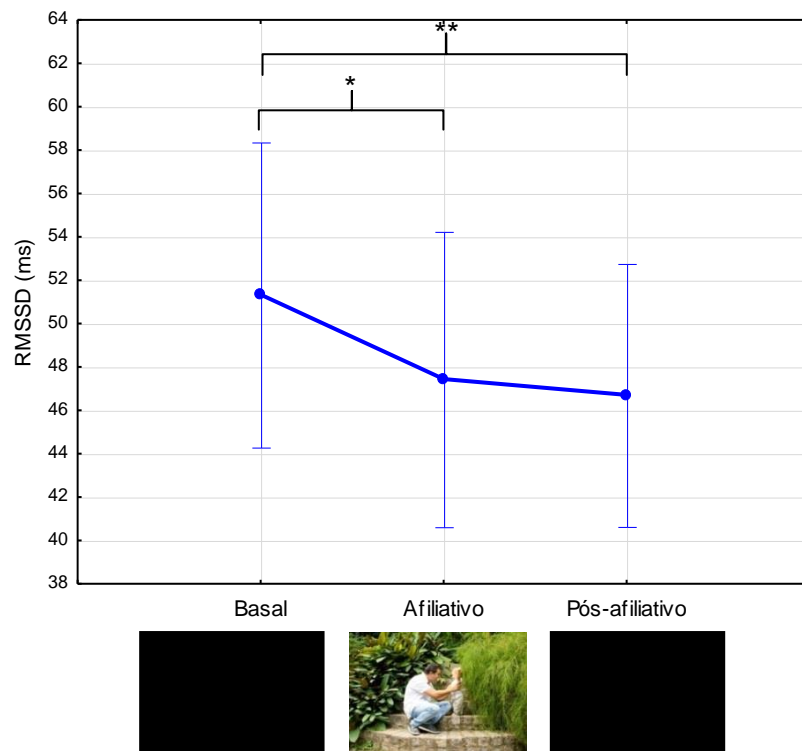
Observou-se que o RMSSD não se alterou ao longo da etapa controle, ou seja, a percepção dos estímulos controle não modificou esse parâmetro em relação aos níveis basais (Basal: M= 51,338 ms, DP= 29,933; Controle: M= 48,989 ms, DP= 27,981; Pós-controle: M= 48,742 ms, DP= 27,135; $F_{(2, 142)} = 2,17$, $p = 0,11$) (Figura 22).

Figura 22 — Variação do RMSSD ao longo da etapa controle



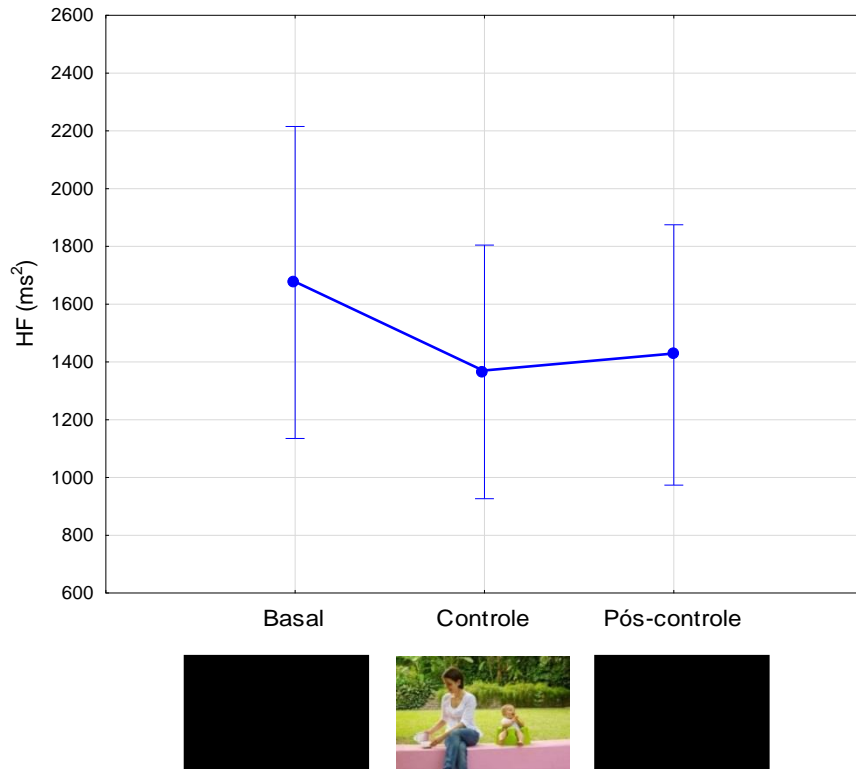
Todavia, ao longo da etapa afiliativa foi constatada uma diferença significativa (Basal: $M= 51,338$ ms, $DP= 29,933$, Afiliativo: $47,442$ ms, $DP= 28,976$, Pós-afiliativo: $M= 46,708$ ms, $DP= 27,135$; $\chi^2= 9,75$, $p= 0,007$). O pós-teste mostrou uma redução do RMSSD na fase afiliativa quando comparada à fase basal ($Z= 2,003$, $*p= 0,04$), demonstrando que também para esse parâmetro da VFC, a percepção dos estímulos afiliativos foi capaz de causar uma alteração significativa. Além disso, foi detectada uma redução do RMSSD na fase pós-afiliativa quando comparada à fase basal ($Z= 2,710$, $**p= 0,006$) (Figura 23), o que indica que esse parâmetro não retornou aos níveis basais após a percepção dos estímulos.

Figura 23 — Variação do RMSSD ao longo da etapa afiliativa.
* e ** representam $p < 0,05$.



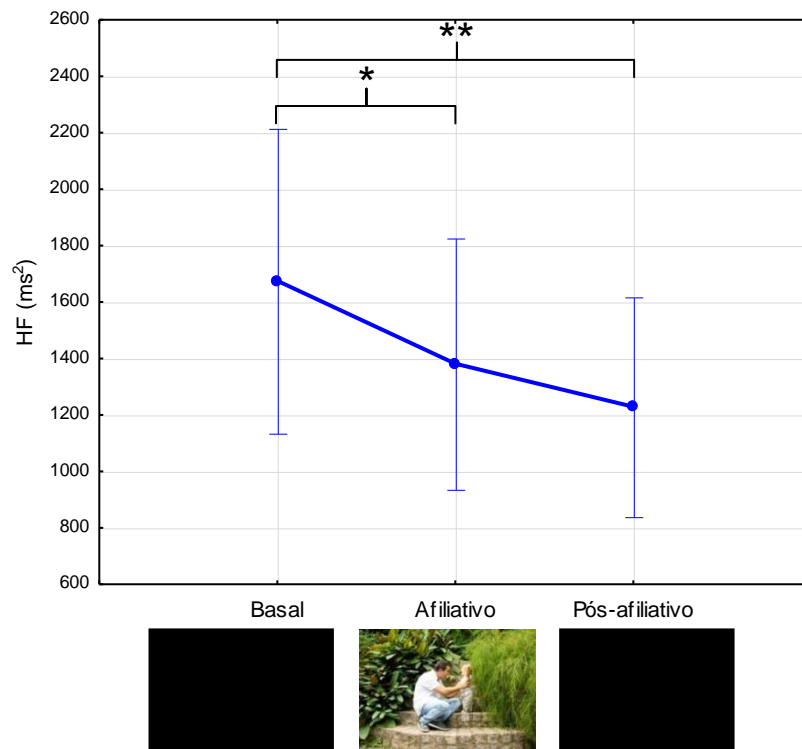
O HF não se alterou significativamente ao longo da etapa controle (Basal: $M=1675,433 \text{ ms}^2$, $DP=2298,013$; Controle: $M=1365,808 \text{ ms}^2$, $DP=1868,274$; Pós-controle: $M=1424,392 \text{ ms}^2$, $DP=1917,542$; $\chi^2=1,750$, $p=0,41$) (Figura 24).

Figura 24 — Variação do HF ao longo da etapa controle



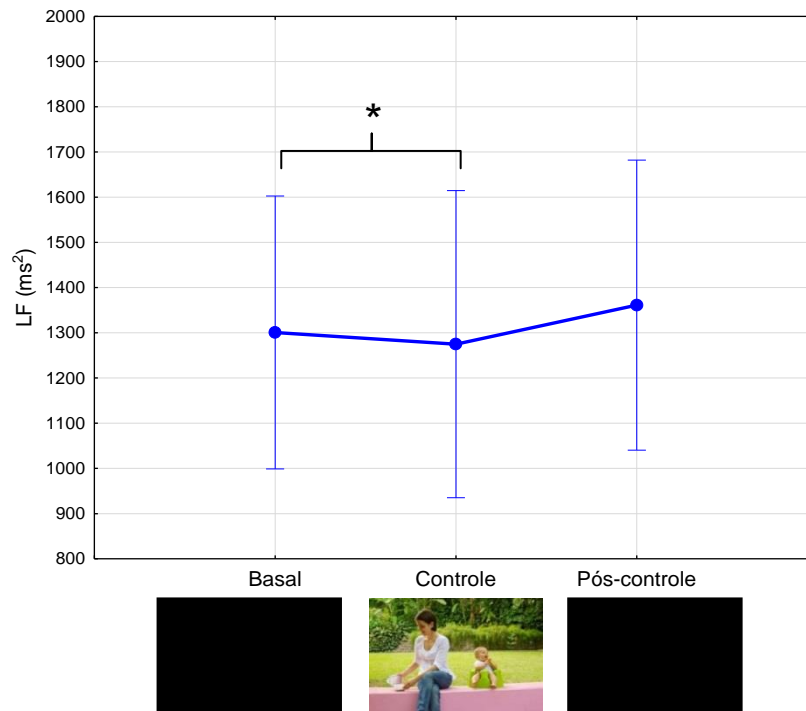
Ao longo da etapa afiliativa foi observada uma diferença significativa (Basal: $M=1675,433 \text{ ms}^2$, $DP= 2298,013$; Afiliativo: $1381,748 \text{ ms}^2$, $DP= 1893,591$, Pós-afiliativo: $M=1229,074 \text{ ms}^2$, $DP= 1657,254$; $\chi^2= 7,583$, $p = 0,022$): O pós-teste mostrou uma maior redução do HF na fase afiliativa quando comparada à fase basal ($Z= 2,003$, $*p= 0,045$) e maior uma redução do HF na fase pós-afiliativa quando comparada à fase basal ($Z= 2,239$, $**p= 0,03$) (Figura 25). Assim, de forma semelhante ao observado para o RMSSD, a percepção dos estímulos afiliativos reduziu o HF, o qual não retornou aos níveis basais após a percepção do estímulo.

Figura 25 — Variação do HF ao longo da etapa afiliativa
* e ** representam $p < 0,05$.



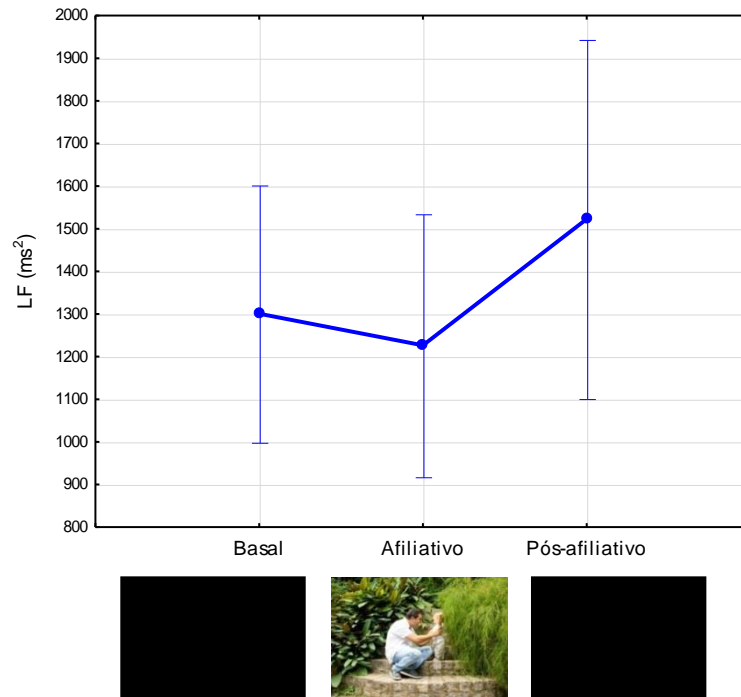
O LF se alterou significativamente ao longo da etapa controle (Basal: $M= 1300,829$ ms^2 , $DP= 1284,270$; Controle: $M= 1274,947$ ms^2 , $DP= 1445,640$; Pós-controle: $M= 1361,297$ ms^2 , $DP= 1365,328$; $\chi^2= 6,861$, $p= 0,03$). O pós-teste mostrou uma redução significativamente maior do LF na fase controle quando comparada à fase basal ($Z= 2,23$, $*p= 0,02$) (Figura 26).

Figura 26 — Variação do LF ao longo da etapa controle
*representa $p < 0,05$.



Ao longo da etapa afiliativa não foram observadas mudanças significativas (Basal: $M=1300,829 \text{ ms}^2$, $DP=1284,270$; Afiliativo: $1226,574 \text{ ms}^2$, $DP=1312,989$, Pós-afiliativo: $M=1522,853 \text{ ms}^2$, $DP=1793,200$; $\chi^2=4,194$, $p=0,12$) (Figura 27).

Figura 27 — Variação do LF ao longo da etapa afiliativa



Em suma, foi demonstrado no presente estudo que a percepção dos estímulos afiliativos foi capaz de exercer um efeito modulatório sobre a VFC. No entanto, diferentemente do esperado, a VFC reduziu em relação aos níveis basais. Especificamente, esse efeito foi observado para o SDNN, o RMSSD e o HF, parâmetros que representam a atividade parassimpática (ERNST, 2017; PENTILLÄ et al., 2001; SHAFFER, McCRATY e ZERR, 2013; TASK FORCE, 1996). Além disso, considerando o RMSSD e o HF, foi observado que a VFC não retornou aos níveis basais, sinalizando que não houve recuperação. Ademais, a percepção dos estímulos controle, mas não dos estímulos afiliativos, provocou uma redução do LF, um parâmetro que pode representar a atividade simpática (TASK FORCE, 1996).

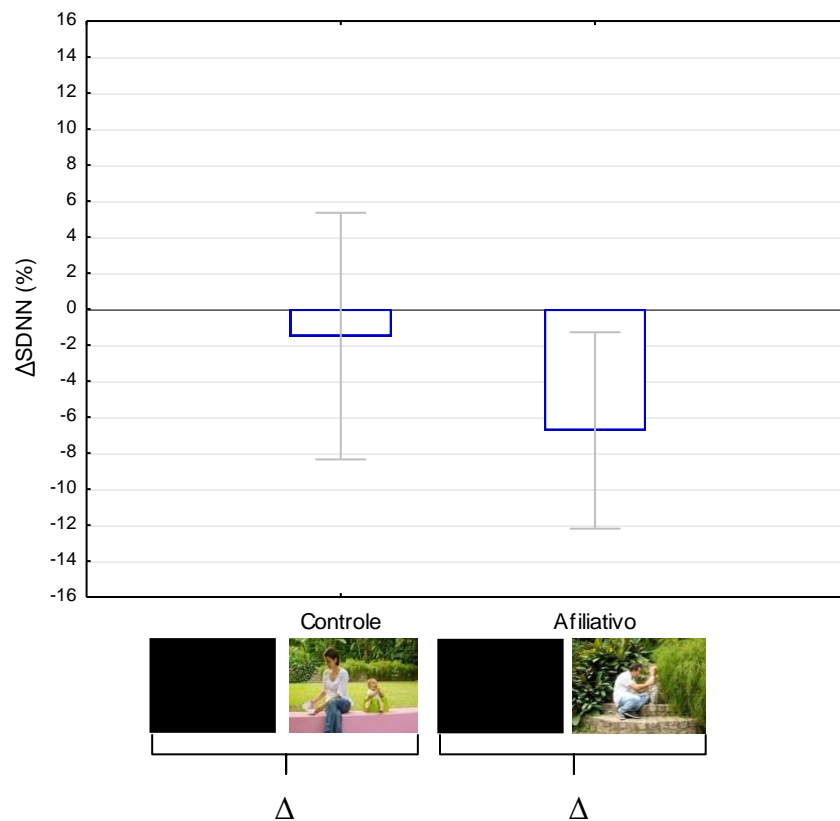
4.4 Efeito da percepção de pistas de interação social na VFC

A hipótese central levantada nesse estudo propõe que a percepção dos estímulos afiliativos, devido às pistas de interação social, como toque e contato visual, provocaria um aumento significativo da VFC em comparação à percepção do estímulo controle, sem essas pistas.

Para isso foi comparada a VFC referente à fase controle com a VFC referente à fase afiliativa. Em ambos os casos foram consideradas as porcentagens de aumento ou redução em relação à VFC basal, ou seja, as reatividades aos estímulos.

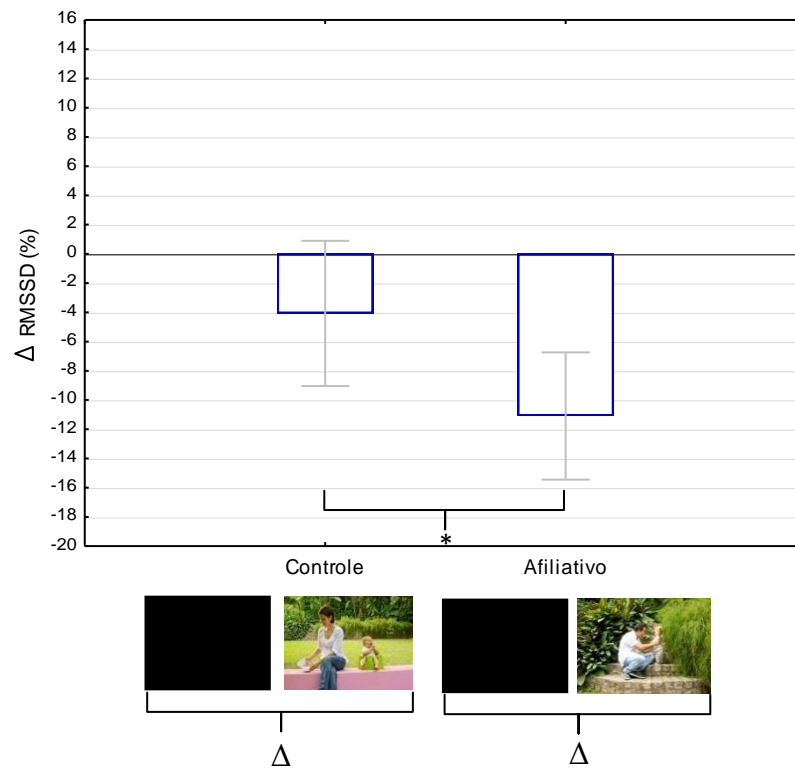
Verificou-se que o SDNN da fase controle reduziu em média 1,5% (DP= 29,65) em relação ao basal, enquanto o SDNN da fase afiliativa reduziu em média 6,74% (DP= 23,62) em relação ao basal. Porém, não foi detectada diferença significativa entre essas duas condições ($Z = -0,117$, $p = 0,90$) (Figura 28).

Figura 28 — Comparação entre o Δ SDNN da fase controle e o Δ SDNN da fase afiliativa



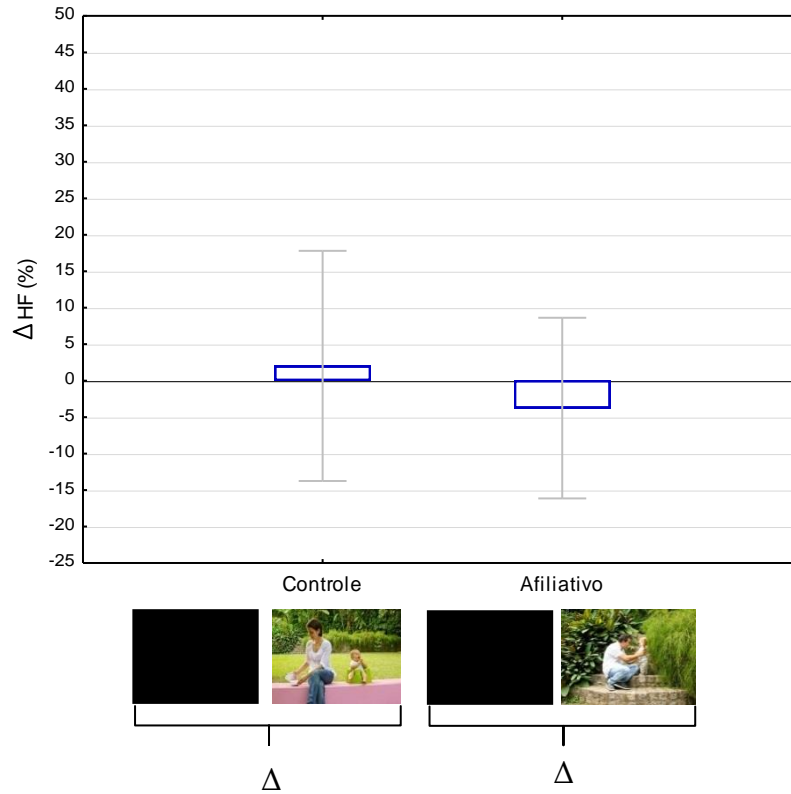
Quanto ao RMSSD, observou-se uma redução média de 4,08% (DP= 21,49) na fase controle em relação ao basal, enquanto na fase afiliativa a redução foi de 11,09% (DP= 18,83) em relação ao basal. Foi constatada uma diferença significativa entre as duas condições ($t = 3,048$, $*p = 0,003$) (Figura 29), demonstrando que a percepção de pistas de interação social nos estímulos afiliativos provocou uma redução maior na VFC em comparação à percepção dos estímulos controle, sem essas pistas.

Figura 29 — Comparação entre o Δ RMSSD da fase controle e o Δ RMSSD da fase afiliativa. * representa $p < 0,05$



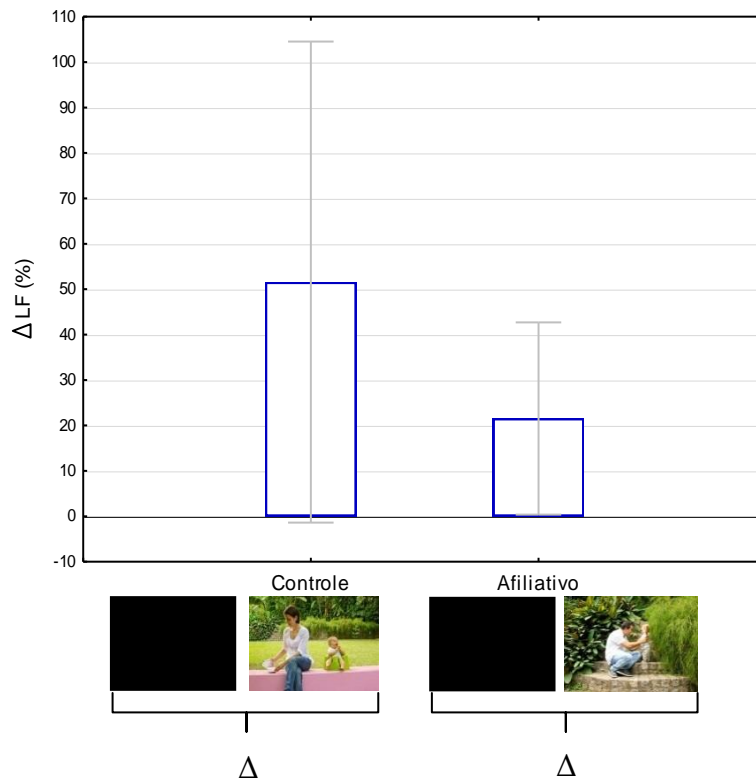
Não foi encontrada diferença significativa entre o Δ HF da fase controle e o Δ HF da fase afiliativa ($t= 0,673$, $p= 0,50$). HF da fase controle em relação à fase basal: 2,02%, DP= 68,32. HF da fase afiliativa em relação à fase basal: -3,76%, DP= 53,62 (Figura 30).

Figura 30 — Comparação entre o Δ HF da fase controle e o Δ HF da fase afiliativa



Da mesma forma, não foi encontrada diferença significativa entre o Δ LF da fase controle e o Δ LF da fase afiliativa ($Z= 0,02$, $p= 0,97$): LF da fase controle em relação à fase basal: $M= 51,56\%$, $DP= 229,23$. LF da fase afiliativa em relação à fase basal: $M= 21,53\%$, $DP= 91,58$ (Figura 31).

Figura 31 — Comparação entre o Δ LF da fase controle e o Δ LF da fase afiliativa



Em suma, a percepção dos estímulos sociais não aumentou a VFC, mas provocou uma redução. Além disso, foi demonstrada uma redução significativamente maior na fase afiliativa em relação à fase controle, o que ocorreu especificamente para o parâmetro RMSSD. Assim, a percepção de pistas de interação social presentes naquela categoria de estímulo promoveu um efeito nessa redução.

4.5 Influência comportamental autorrelatada na VFC

Outra importante questão investigada nesse estudo foi se a VFC basal estaria associada às medidas autorrelatadas, especificamente a empatia, o toque social e a solidão. Investigou-se também se as mudanças na VFC moduladas pela percepção de estímulos afiliativos seriam influenciadas por esses comportamentos.

Para isso, inicialmente foram calculados os coeficientes de correlação entre os componentes da VFC basal e os comportamentos autorrelatados.

Não foi detectada correlação entre nenhum comportamento investigado e a VFC basal dos indivíduos (Tabela 5 e Tabela 6).

Tabela 5 — Coeficientes de correlações de Pearson (r) entre a VFC basal e os comportamentos autorrelatados

| VFC basal | Empatia | | Tocar | | Ser tocado | | Solidão | |
|--------------|---------|------|-------|------|------------|------|---------|------|
| | r | p | r | p | r | p | r | p |
| SDNN | -0,04 | 0,72 | 0,06 | 0,56 | 0,06 | 0,60 | -0,15 | 0,18 |
| RMSSD | 0,09 | 0,42 | 0,10 | 0,36 | 0,11 | 0,32 | -0,17 | 0,14 |

Tabela 6 — Coeficientes de correlações de Spearman (rho) entre a VFC basal e os comportamentos autorrelatados

| VFC basal | Empatia | | Tocar | | Ser tocado | | Solidão | |
|-----------|---------|------|-------|------|------------|------|---------|------|
| | rho | p | rho | p | rho | p | rho | p |
| HF | 0,11 | 0,31 | 0,05 | 0,62 | 0,02 | 0,83 | -0,15 | 0,20 |
| LF | 0,05 | 0,67 | 0,08 | 0,46 | 0,01 | 0,89 | -0,04 | 0,73 |

Calculou-se também os coeficientes de correlação entre os componentes da VFC referentes às mudanças na fase afiliativa em relação à basal (Δ SDNN, Δ RMSSD, Δ HF e Δ LF) e os comportamentos autorrelatados.

A empatia correlacionou-se significativamente com as mudanças físicas da VFC relacionadas à percepção dos estímulos afiliativos. Especificamente, foi detectada uma relação direta entre o Δ SDNN na fase afiliativa e o nível global de empatia ($r= 0,34$, $p= 0,003$) (tabela 7). Não foi verificada nenhuma relação entre os demais comportamentos e os parâmetros da Δ VFC (Tabela 7 e Tabela 8).

Tabela 7 — Coeficientes de correlações de Pearson (r) entre a Δ VFC referente aos estímulos afiliativos e os comportamentos autorrelatados

| Δ VFC | Empatia | | Tocar | | Ser tocado | | Solidão | |
|----------------|---------|--------|-------|------|------------|------|---------|------|
| | r | p | r | p | r | p | r | p |
| Δ SDNN | 0,34 | 0,003* | 0,03 | 0,74 | 0,02 | 0,80 | -0,03 | 0,74 |
| Δ RMSSD | 0,11 | 0,34 | -0,01 | 0,87 | -0,07 | 0,54 | 0,13 | 0,24 |

*p < 0,01

Tabela 8 — Coeficientes de correlações de Spearman (rho) entre a Δ VFC referente aos estímulos afiliativo e os traços de comportamentos autorrelatados

| Δ VFC | Empatia | | Tocar | | Ser tocado | | Solidão | |
|--------------|---------|------|-------|------|------------|------|---------|------|
| | rho | p | rho | p | rho | p | rho | p |
| Δ HF | 0,01 | 0,88 | -0,08 | 0,47 | -0,03 | 0,78 | 0,10 | 0,40 |
| Δ LF | 0,18 | 0,11 | -0,07 | 0,51 | 0,02 | 0,84 | -0,07 | 0,55 |

Com o intuito de avaliar se a empatia seria um preditor de mudanças na VFC referente à percepção dos estímulos afiliativos, foi realizada uma análise de regressão, onde o Δ SDNN na fase afiliativa entrou como uma variável dependente e o nível global de empatia como preditor.

A análise revelou que a empatia teve um efeito significativo nas mudanças físicas da VFC. Especificamente, o nível global de empatia explicou 12% de variação no Δ SDNN referente à percepção dos estímulos afiliativos (Tabela 9).

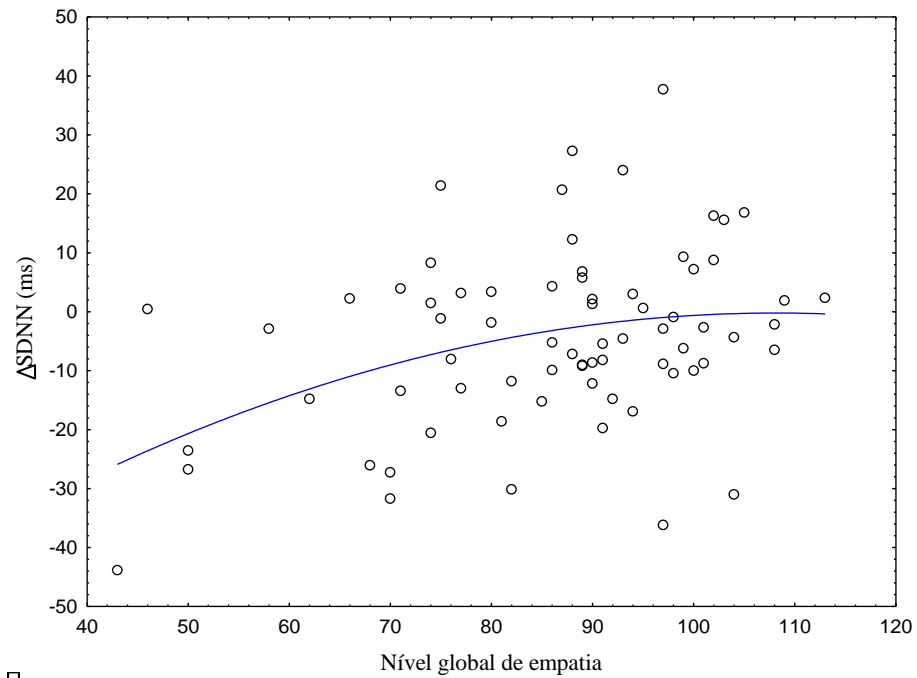
Tabela 9 — Análise de regressão do Δ SDNN na fase afiliativa com o nível global de empatia como preditor

| Preditor | β | Erro Padrão | R^2 | p |
|-------------------------|---------|-------------|-------|-------|
| Nível global de empatia | 0,34 | 0,11 | 0,12 | 0,002 |

Considerando a natureza não linear de vários parâmetros biológicos, foi realizada uma análise de regressão não linear para verificar se a relação entre empatia e Δ SDNN poderia ser explicada em termos quadráticos.

Foi observada uma relação não linear significativa ($p < 0,05$), dada pela equação: $\Delta\text{SDNN} = -0,006x^2 + 1,3075x - 70,937$, evidenciando que a relação entre o ΔSDNN na fase afiliativa e o nível global de empatia segue uma função do tipo U invertido (Figura 32).

Figura 32 — Relação quadrática entre nível global de empatia e ΔSDNN na fase afiliativa



Em suma, a empatia foi a única medida psicométrica autorrelatada que influenciou a VFC, e o modelo quadrático, seguindo uma função do tipo U invertido, foi mais adequado para explicar essa relação.

5 DISCUSSÃO

5.1 A percepção visual de contextos afiliativos reduz a VFC

O presente estudo investigou se a percepção de estímulos de interação social modula a atividade do SNA. Testou-se a hipótese de que a percepção de estímulos sociais causaria um aumento da VFC, a qual retornaria aos níveis basais após a exposição a tais estímulos. Adicionalmente foi proposto que estímulos sociais contendo pistas de interação, como contato visual e toque, especificamente, causariam um maior aumento da VFC, em comparação aos estímulos controle (fotografias positivas sem interação social). Entretanto, nenhuma dessas hipóteses foi confirmada. Surpreendentemente as análises revelaram o padrão oposto: a percepção social reduziu a VFC, a qual não retornou aos níveis basais. Além disso, a percepção de pistas de interação social foi capaz de provocar uma redução maior, comparado aos estímulos controle. Em particular, foi detectada uma redução de componentes da VFC que representam a atividade parassimpática. Esse mesmo padrão de redução da VFC foi também observado em uma pesquisa recente desenvolvida por Lacerda (2020) ainda não publicada, onde foram utilizados os mesmos estímulos em um tempo maior de registro dos mesmos parâmetros da VFC. Esses resultados replicam parcialmente alguns dos achados do presente estudo.

É sabido que uma maior atividade vagal está associada à percepção de contextos de segurança (PORGES, 2003, THAYER, 2012). As hipóteses que previam o aumento da VFC nas situações investigadas no presente estudo foram elaboradas com base no pressuposto de que estímulos afiliativos de alta valência teriam a capacidade de contextualizar um ambiente seguro. Os resultados mostraram que este não parece ser o caso.

De acordo com a teoria polivagal (PORGES, 1995; PORGES, 2003) a retirada ou reengajamento vagal são mecanismos que permitem regular rapidamente o metabolismo em resposta às demandas ambientais, e assim elaborar uma resposta apropriada. Então, de que forma o tipo de demanda avaliada no presente estudo, isto é, o processamento de informação visual afiliativa, poderia levar a uma retirada vagal?

Pesquisas que avaliam especificamente a relação entre VFC e a percepção visual de estímulos afiliativos são raras. Um estudo publicado recentemente, utilizando imagens com pessoas em situações positivas e negativas, avaliou como mudanças em avaliações cognitivas ou afetivas estariam relacionadas ao controle vagal cardíaco. Não foi detectada relação entre maior RMSSD e mudanças mais eficientes das avaliações nos contextos positivos, como era o esperado (GROL e RAEDT, 2020).

Outros estudos investigaram a relação entre a atividade autonômica e o comportamento social utilizando outras metodologias e abordagens ou ainda, avaliaram a relação entre VFC e relações sociais em outras populações. É importante considerar essas pesquisas para um entendimento mais consistente dos dados do estudo aqui apresentado.

Um estudo avaliou a relação entre a VFC e vários aspectos das interações sociais em idosos. Os resultados demonstraram que a atividade vagal cardíaca de repouso não foi um preditor significativo do funcionamento social (EGIZIO *et al.*, 2008). Shahrestani *et al.* (2014) em uma meta-análise, investigaram o impacto de tarefas de engajamento social na VFC em crianças. Neste estudo eles compararam crianças normais e crianças com psicopatologia demonstrando, ao final, que durante a tarefa de engajamento social a VFC não se alterou em relação à condição basal, tanto em crianças com diagnóstico de psicopatologia quanto em crianças normais. Outra investigação meta-analítica utilizou registros da VFC de adultos saudáveis durante interações sociais e demonstrou que interações sociais positivas não modificaram a VFC basal dos indivíduos (SHAHRESTANI *et al.* 2015). Estes estudos sinalizam que as interações sociais não levam necessariamente a um aumento da VFC, nem que a VFC basal explique um melhor ou pior funcionamento social.

Por outro lado, um estudo mostrou que após vivenciar uma situação de estresse, a interação social pode exercer um efeito positivo na VFC. Willemen *et al.* (2008) utilizaram um protocolo capaz de provocar estresse emocional em adolescentes, com consequente redução da VFC. Eles demonstraram que após essa condição a VFC aumentava significativamente como resultado da interação com um familiar.

Schwerdtfeger, Rominger e Obser (2020) utilizaram um protocolo de avaliação momentânea ecológica para investigar os efeitos das interações sociais do cotidiano na VFC (especificamente RMSSD), considerando o traço de timidez dos indivíduos. Eles verificaram que as interações sociais aumentaram a VFC apenas nos indivíduos com alto traço de timidez, e esse aumento ocorreu apenas quando estes indivíduos interagiam com pessoas próximas. Assim, os autores argumentaram que engajar em interações com pessoas próximas pode sinalizar segurança social para indivíduos vulneráveis, refletindo um maior controle autonômico cardíaco.

Também em um estudo ambulatorial, Schwerdtfeger e Friedrich (2009) investigaram o impacto das relações sociais na VFC em indivíduos, os quais apresentavam sintomas depressivos. Foi observado que uma VFC reduzida, característica desses indivíduos, era de fato moderada pelo contexto social. Eles demonstraram que quando esses indivíduos estavam engajados em interações sociais a VFC era maior em comparação a momentos sem

engajamento social. De forma semelhante ao estudo citado anteriormente, o efeito de um maior controle vagal cardíaco foi observado quando os indivíduos interagem com parceiros, membros da família e amigos, ou seja, com pessoas próximas. Estas pesquisas mostraram, portanto, que as interações sociais podem de fato, aumentar a VFC, mas em condições bem específicas: quando os indivíduos interagem com pessoas próximas, uma vez que essas respostas não foram observadas quando em interações com pessoas desconhecidas.

Guerra *et al.* (2012) demonstraram que o estímulo social tem o potencial de inibir respostas de defesa agindo, assim, como um possível mecanismo de promoção da saúde. Esta inibição ocorre de forma mais intensa através da percepção visual de pessoas próximas, comparado a pessoas estranhas. Além disso, foi demonstrado que a percepção visual de pessoas queridas foi capaz de eliciar respostas emocionais positivas superiores mesmo em comparação a outros estímulos sociais agradáveis, inclusive os de alta valência como faces de bebês (GUERRA *et al.*, 2011).

Há evidências de que experiências de conexão social, evocadas pela presença de pessoas próximas podem silenciar respostas de estresse através da ativação de regiões neurais envolvidas na detecção de pistas de segurança (EISENBERGER, 2013; EISENBERGER *et al.*, 2011; YOUNGER *et al.*, 2010). A percepção visual de faces familiares está relacionada a uma menor atividade na amígdala, revelando um nível de vigilância reduzido, em oposição à percepção de faces estranhas, a qual elicia uma atividade maior nessa mesma região (WINSTON, *et al.*, 2002; GOBBINI e HAXBY, 2007). Esses estudos são relevantes para o tópico em discussão, uma vez que algumas dessas regiões neurais estão descritas no modelo de integração neuroviceral (THAYER e LANE, 2000), portanto se correlacionam com a VFC. Um aumento da ativação da amígdala, particularmente, influencia na regulação autonômica, resultando em uma menor VFC (THAYER *et al.*, 2012).

Esse compilado de investigações indica que, enquanto pessoas próximas sinalizam apoio e conforto, a figura de pessoas desconhecidas não necessariamente promove um contexto seguro, fato este, por sua vez, em concordância com os resultados do presente estudo. Estímulos contendo indivíduos estranhos, apresentando comportamentos relevantes como contato visual e toque social, induziram uma maior retirada vagal, indicando que tal contexto possa não configurar segurança.

Segundo a teoria da distinção ideal formulada por Brewer (1991), os indivíduos possuem, além da necessidade fundamental de inclusão e manutenção social, a necessidade de diferenciar um indivíduo do outro. Esse conceito é de grande relevância quando se considera o contexto ancestral em que os mecanismos da mente humana evoluíram. De acordo com

Piazza e Ingram (2015, p. 169) “durante a maior parte da história humana os humanos cooperaram com membros de sua própria tribo ou comunidade, com quem interagiam de forma recorrente”. A cooperação entre estranhos, por outro lado, era uma ocorrência incomum e além disso, pequenos grupos de indivíduos travavam conflitos com outros grupos por muitas gerações (TOOBY e COSMIDES, 2005; WRANGHAM e PETERSON, 1998, apud GONÇALVES, 2010).

Nesse contexto, confiar indiscriminadamente poderia representar uma estratégia pouco adaptativa, pois deixaria os indivíduos mais vulneráveis à exploração e à morte (PARK e LEEUWEN, 2015). De fato, essa configuração ancestral de gerações de conflito intergrupo e alianças com pequenos grupos constituídos por pessoas próximas forneceu uma pressão seletiva importante, a qual favoreceu a evolução de mecanismos cognitivos que conferiram a capacidade de diferenciação entre um indivíduo próximo e um indivíduo desconhecido (TOOBY, COSMIDES e PRICE, 2006; WRANGHAM, 1987).

Há uma série de indícios desses mecanismos especializados em fazer distinções. Por exemplo, existe uma região neural específica no córtex temporal inferior, o giro fusiforme lateral direito, especializada no reconhecimento facial (MCCARTHY *et al.*, 1997; MOSCOVITCH, WINOCUR e BEHRMANN, 1997). Heckendorf *et al.* (2016) demonstraram que ocorre processamento preferencial em áreas específicas, incluindo as de processamento facial, em resposta à percepção visual de crianças familiares, em comparação a crianças estranhas. Além disso, há evidências de que os humanos possuem a capacidade de distinção de faces individuais desde o início do desenvolvimento (PASCALIS, 2011). Dessa perspectiva ontogenética, é observado que crianças no segundo semestre de vida manifestam o denominado “medo de estranhos”, um conjunto de respostas comportamentais e fisiológicas que indicam confiavelmente reações defensivas à aproximação de indivíduos estranhos (WATERS, MATAS e SROUFE, 1975). Esse fenômeno universal, observado tão cedo no desenvolvimento, revela a capacidade de diferenciar entre o familiar e o estranho, coincidindo com o período de aprendizado motor do engatinhamento, exatamente quando há maiores chances da prole se afastar da mãe e ter contato com indivíduos desconhecidos (BERTENTHAL, PROFFITT e CUTTING, 1984).

É evidente, portanto, que existem substratos neurofisiológicos que regulam a percepção de pessoas, os quais permitem detectar diferenças em relação a pessoas próximas ou desconhecidas. O presente estudo avaliou a atividade do sistema nervoso autônomo quando os indivíduos observavam cenas afiliativas com pessoas desconhecidas, demonstrando que ocorre uma retirada vagal maior referente às cenas que exibiam pistas de interação social

em relação às que não exibiam. A teoria polivagal, ao traçar uma relação fundamental entre funcionamento social e atividade vagal, sustenta que há um aumento desta em contextos seguros, quando o engajamento social é adaptativo e diminuição dessa influência inibitória quando a resposta de luta ou fuga é adaptativa (PORGES, 1995, 2003, 2011). Tal colocação conduz inevitavelmente a seguinte questão: Em quais condições o engajamento social é adaptativo? Observar pessoas estranhas em cenas de interação pode contextualizar segurança e promover um incremento vagal?

Muitos dos estudos que encontraram uma relação positiva entre relações sociais e o controle vagal cardíaco consideraram interações com pessoas próximas ou do mesmo grupo (SCHWERDTFEGER, ROMINGER e OBSER, 2020; SMITH *et al.*, 2011; DIAMOND, HICKS e OTTER-HENDERSON, 2011; SCHWERDTFEGER e FRIEDRICH-MAI, 2009; HORSTEN *et al.*, 1999; HELM, SBARRA e FERRER, 2014; NEALEY-MOORE *et al.*, 2007). Nesse sentido, o presente estudo contribui com evidências autonômicas ao demonstrar que a interação social, mesmo em condições positivas e aparentemente passivas, nem sempre sinaliza segurança e, portanto, não necessariamente contribui para o aumento da VFC.

Compete neste ponto considerar o conceito de neurocepção utilizado por Porges (2003, 2007), para salientar que o organismo avalia continuamente fontes de riscos do ambiente e das vísceras através do processamento sensorial, o qual não requer processamento consciente. Esse processamento envolve estruturas que respondem a movimentos das mãos, faces e vozes, os quais influenciam a atividade límbica. Assim, quando o ambiente é percebido como seguro, a atividade límbica é inibida, o que gera um estado calmo que possibilita o engajamento social e o aumento do controle vagal cardíaco. Considerar essa cadeia de efeitos e reconhecer a ligação fundamental entre a VFC e a percepção de contextos de segurança tem importantes implicações para o presente estudo, uma vez que esta percepção é mais provável de ocorrer em grupos familiares ou pessoas próximas, enquanto as consequências da interação social com desconhecidos pode ser um tanto incerta e causar insegurança.

Burnstein, Crandall e Kitayama (1994) apresentaram uma série de estudos que evidenciaram o impacto das relações de parentesco na decisão de engajar em uma interação cooperativa. Nesse sentido, é imprescindível levar em consideração que o comportamento social evoluiu a partir de um contexto familiar. Hamilton (1963, 1964) fez uma grande contribuição em Biologia evolutiva ao propor um possível mecanismo de como processos evolutivos vinculam organismos dentro de grupos sociais. Ele desenvolveu uma importante teoria acerca do altruísmo, um tipo de interação social cooperativa de grande relevância.

Segundo sua formulação, também conhecida como seleção de parentesco, uma interação social cooperativa “altruísta” ocorre devido a motivação implícita que os indivíduos possuem de preservar seus próprios genes em indivíduos com os quais compartilham parte dessa dotação genética. Assim, os indivíduos estão dispostos a investir energia própria indiretamente, em favor de seus próprios genes presentes em parte da população, com o fim de maximizar sua aptidão inclusiva. Nessa perspectiva, "do ponto de vista do gene", há maiores vantagens para o indivíduo em favorecer aqueles com quem estabelece relações de parentesco. Como exemplo disso, foi demonstrado que em lares onde um dos pais não tem relação de parentesco com a prole, os índices de mortalidade são significativamente maiores, em comparação a lares com dois pais biológicos (DALY e WILSON, 1985). Também foi evidenciada uma maior taxa de sobrevivência entre indivíduos vivendo em áreas com maior número de indivíduos com relação de parentesco (DONG e LEE, 2014)

Burnstein, Crandall, e Kitayama (1994) sustentam que a teoria psicológica social tem muito a ganhar com a formulação da aptidão inclusiva de Hamilton (1963), porque ela oferece, em suas palavras, “a melhor explicação das condições sob as quais as estruturas genéticas e os comportamentos que elas causam se beneficiam e se disseminam como resultado de transações sociais” (BURNSTEIN, CRANDALL e KITAYAMA, 1994, p.774). Nesse contexto, além de afirmar que as relações sociais são essenciais para a saúde apoiando-se no entendimento do homem como um ser ultra social (TOMASELLO, 2014), que a socialidade está obrigatória e profundamente enraizada no ser humano (CAPORAEL, 1997), e que o ser humano possui uma forte inclinação para manter relações sociais (BAUMEISTER E LEARY, 1995), é fundamental também destacar que o comportamento social humano evoluiu em contextos bem específicos, em pequenos grupos sociais, e que as bases das interações cooperativas são influenciadas por relações de parentesco (HAMILTON, 1964; DAWKINS, 1976). Consistente com essa proposição, Lieberman, Tooby e Cosmides (2007) apresentaram evidências que suportam a hipótese de que há em humanos mecanismos de detecção de parentesco.

Em uma população complexa de organismos como são as populações humanas, é evidente que as interações sociais não se limitam a grupos familiares ou mesmo a grupos pequenos de indivíduos conhecidos. Ao fazer uma análise sob a perspectiva adaptacionista, porém, verifica-se que pode também haver vantagens na formação de laços sociais cooperativos além daqueles baseados em parentesco. Ainda que outros indivíduos do grupo não compartilhem patrimônio genético semelhante, há a possibilidade de que, ao se engajar em uma interação social cooperativa, o indivíduo seja recompensado no futuro com favores

em troca. Em outros termos, o engajamento pode ocorrer proporcionalmente à reciprocidade (TRIVERS, 1971; AXELROD e HAMILTON, 1981). Em uma análise evolucionista, o valor adaptativo do comportamento social depende do engajamento resultar em vantagens para o indivíduo, então é plausível que para espécies que vivem em grupo, os indivíduos desenvolvam mecanismos que permitam detectar, além de informações de parentesco, os custos e os benefícios de um engajamento social, o que foi evidenciado por Cosmides (1989).

Em síntese, a mente humana conservou adaptações cognitivas a condições ancestrais (COSMIDES, 1989; TOOBY e COSMIDES, 1990). Uma das adaptações conservadas foi justamente a capacidade de processamento de pistas sociais, incluindo o reconhecimento de indivíduos próximos ou desconhecidos (COSMIDES, TOOBY e KURZBAN, 2003; LIEBERMAN, TOOBY e COSMIDES, 2007). Yamamoto (2009) argumenta que:

Passamos muito rapidamente, de um modo de vida de caçador-coletor, caracterizado por pequenos grupos nômades, com alto grau de parentesco, para grupos urbanos em cidades superpopuladas, nas quais cruzamos todos os dias com pessoas que nunca mais veremos novamente (YAMAMOTO, 2009, p.12).

Dada a herança ancestral da capacidade para formar e manter laços sociais com familiares e pequenos grupos, é plausível que mecanismos subjacentes à diferenciação de indivíduos e avaliação de riscos inerentes à socialização indiscriminada tenham sido conservados. O presente trabalho contribui para esse tópico ao demonstrar que a percepção de pistas de interação com indivíduos desconhecidos relacionam-se a uma maior retirada vagal, sugerindo uma possível detecção de ameaça em contextos não familiares.

5.2 A empatia modula a VFC durante a percepção visual de contextos afiliativos

A empatia, o toque social e a solidão são comportamentos relacionados à socialidade, portanto, possíveis moduladores da VFC nas interações sociais. Os resultados deste estudo mostraram que a empatia foi o único relacionado à VFC durante a fase afiliativa. Quanto ao toque social e a solidão, por outro lado, não foram observadas relações significativas com a VFC.

Um estudo anterior utilizando esses mesmos estímulos visuais demonstrou que indivíduos mais solitários classificam os contextos afiliativos como menos agradáveis, comparado a indivíduos menos solitários (SILVA *et al.*, 2017). Com base nesses achados, poderia se esperar uma correlação negativa entre solidão e VFC, o que não foi detectado. Um

estudo realizado por Araújo (2017) avaliou a relação entre solidão e VFC de repouso, não encontrando associação significativa. Foi levantada a hipótese de que a solidão não necessariamente constitui uma causa de má saúde e bem-estar dos indivíduos em todos os contextos. Pelo contrário, a solidão pode muitas vezes configurar um aspecto sintomático, uma forma de defesa em situações sociais potencialmente ameaçadoras.

É interessante que, conforme salientaram Hawkley e Cacioppo (2010), a solidão aumenta a motivação para a interação social, mas também gera hipervigilância a ameaças sociais, o que parece, à princípio, um descompasso. No presente estudo, a solidão não se correlacionou à VFC basal, nem influenciou significativamente nas mudanças da VFC na fase afiliativa com pistas de interação social. Nesse sentido, dada a vasta literatura que indica, por um lado, uma VFC reduzida como indicador de mal-estar psicológico, adoecimento e mortalidade (CARNETHON *et al.*, 2002; KAGEYAMA *et al.*, 1997; KEMP *et al.*, 2010; KIM *et al.*, 2005; KLEIGER; STEIN e BIGGER, 2005; PITTIG *et al.*, 2012; THAYER *et al.*, 2011; YOSHIOKA e TERASAKI, 1994) e, por outro lado, a solidão como preditor desses mesmos fatores (CACIOPPO e CACIOPPO, 2014), faz-se ainda necessário uma investigação mais aprofundada dos correlatos fisiológicos da solidão e sua relação com a percepção social. Especialmente nesse caso, talvez seja apropriado utilizar outras metodologias de pesquisa para suprir as limitações inerentes à abordagem psicométrica.

O toque social é parte fundamental do repertório de comunicação dos primatas, tendo uma grande relevância para a manutenção dos grupos e fortalecimento dos laços sociais (DUNBAR, 2010; MORRISON, LOKEN e OLAUSSON, 2010; WALKER e MCGLONE, 2013). Então, uma hipótese plausível no presente estudo seria que uma maior frequência desse comportamento estaria associada à percepção de segurança nas relações sociais e, portanto, teria relação com uma maior VFC na fase afiliativa. No entanto, não foi observada interação deste comportamento, tanto para a subescala tocar, quanto para a subescala ser tocado, com variações na VFC. Uma possível interpretação desse resultado é que a escala de toque social utilizada é referente ao contato com pessoas próximas, enquanto os estímulos utilizados no presente estudo foram compostos por indivíduos desconhecidos. Esse resultado implica, portanto, que o engajamento em maior ou menor frequência de comportamentos de toque social com pessoas próximas não tem relação com sentir-se seguro em contextos de interação com estranhos.

Em relação à empatia foi observado que esta explicou 12% de variação na Δ VFC durante a percepção dos estímulos afiliativos. A análise desse resultado requer a consideração de dois aspectos importantes: os estímulos compostos por pessoas desconhecidas para

investigar a influência da empatia sobre a VFC, e a natureza não linear dessa influência. A primeira consideração é digna de destaque, uma vez que há um conjunto de evidências convergentes com os resultados desse estudo ao revelar a importância da distinção entre indivíduos próximos ou desconhecidos em algumas respostas fisiológicas relacionadas a empatia. Embora não se possa estabelecer uma relação causal no presente estudo, naturalmente há potenciais interpretações.

Consistente com a noção do impacto da influência da familiaridade nas interações sociais, é interessante que a empatia ocorre preferencialmente em relação a indivíduos com algum grau de proximidade. Por exemplo, em roedores há evidências de que o contato social pode aliviar as respostas de dor e aumentar a empatia, mas apenas quanto à presença de animais próximos, com algum tempo de convivência, mas não quanto à presença de animais estranhos (LANGFORD *et al.*, 2010). Em humanos, de Dreu *et al.* (2010) demonstraram que a administração de ocitocina aumenta a empatia e mesmo as interações cooperativas, porém isso só foi observado quando o alvo da cooperação eram indivíduos do próprio grupo. Quando se tratava de indivíduos de outro grupo, o efeito observado era o oposto. Um estudo mostrou que a observação de um amigo em condições de exclusão social se relacionou a uma ativação muito maior da ínsula e do córtex cingulado anterior dorsal, regiões confiavelmente relacionadas à empatia, em comparação à observação de um estranho (MEYER *et al.*, 2013). Azevedo *et al.* (2013) detectaram uma menor ativação da ínsula quando os participantes observavam indivíduos de outro grupo social em situações dolorosas, em comparação a indivíduos do mesmo grupo social, evidenciando que a resposta empática era influenciada pelo senso de pertencimento grupal. Uma pesquisa recente utilizando metodologia semelhante, detectou, intrigantemente, um aumento significativo da VFC quando indivíduos observavam pessoas de um grupo alheio em condições de sofrimento, mas não quando observavam pessoas do próprio grupo (di PALMA *et al.*, 2019). Na mesma linha, Park *et al.* (2014) demonstraram que indivíduos mais orientados para a aproximação obtinham um maior aumento da atividade parassimpática quando observavam indivíduos desconhecidos em situação de sofrimento emocional. Por fim, foi verificado em um estudo recente que quanto maior a VFC de repouso dos indivíduos, menor a ativação da ínsula durante a observação de faces de pessoas em geral; em outros termos, menor a tendência a manifestar empatia com indivíduos desconhecidos (MILLER, XIA e HASTINGS, 2019). Assim, ao discorrer sobre a predisposição humana para a empatia é necessário destacar as evidências de uma tendência preferencial à empatia com indivíduos pertencentes a um mesmo grupo social ou a pessoas mais próximas, e mesmo respostas opostas a indivíduos estranhos. Esse conjunto de

evidências está em concordância com o efeito da empatia sobre a VFC no presente estudo, uma vez que foi observado, por um lado, menores níveis de empatia associados a uma maior retirada vagal durante a percepção de estímulos de indivíduos desconhecidos.

Interessantemente, este estudo demonstrou que esse efeito é também observado para níveis mais extremos de empatia. Em contraposição à noção de que “quanto mais, melhor”, levantada já por alguns pesquisadores, no presente trabalho o modelo quadrático mostrou-se mais adequado que o modelo linear para explicar a relação entre VFC e empatia. Foi demonstrado que pontuações mais extremas do nível global de empatia, ou seja, tanto uma empatia muito baixa quanto uma empatia muito alta explicaram uma maior redução do SDNN durante a percepção dos estímulos afiliativos.

Kogan e colaboradores (2013) foram os primeiros a testar diretamente a hipótese de uma associação quadrática entre VFC e indicadores sociais. A questão chave é se seria “mais de uma boa coisa” sempre melhor, no caso da VFC. E, como esperado, ficou evidente que os modelos quadráticos explicaram mais acuradamente a relação entre a VFC e as medidas de bem-estar social. Em um estudo posterior, foi proposto uma relação também quadrática, do tipo U invertido, entre VFC e comportamento pró-social autorrelatado, sendo demonstrado que níveis muito baixos ou muito altos dessa medida se associaram a uma maior retirada vagal (KOGAN *et al.*, 2014). Recentemente, Miller, Kahle e Hastings (2017) detectaram uma relação quadrática entre empatia e VFC em crianças. Esses achados convergem com os resultados do presente estudo, uma vez que a empatia constitui um aspecto fundamental da socialidade e de comportamentos pró-sociais (de WAAL e PRESTON, 2017).

Há 30 anos Goldberger, Rigney e West (1990) argumentaram que a ausência de linearidades é regra em vez de exceção nas ciências naturais. Apesar dessa constatação, ainda hoje predominam os modelos lineares. A importância de se considerar essas relações não-lineares não deve ser subjugada e tem implicações sumamente importantes para a compreensão de vários fenômenos biológicos, inclusive o comportamento social. Grant e Schwartz (2011), ao analisar fenômenos psicológicos, também destacaram a importância de considerar pontos de inflexão, acima dos quais, traços, comportamentos e experiências positivas se tornam negativos. No presente estudo essa função se mostrou essencial para a compreensão da forma como a empatia se relaciona às mudanças na VFC em resposta a estímulos sociais.

Foi observado que menores níveis de empatia explicam uma maior retirada vagal, o que sinaliza percepção de ameaça. O mesmo fenômeno foi observado quando se considera níveis mais extremos de empatia. A partir de um enfoque adaptacionista, esta relação

aparentemente paradoxal torna-se mais coerente, uma vez que é considerado que todos os fenômenos na natureza envolvem custos e benefícios (ACKERMAN e KENRICK, 2008). Em proporções muito grandes, determinado comportamento pode ter um custo excedente ao benefício, conferindo importantes prejuízos para o indivíduo, em termos de perda de aptidão. Por conseguinte, qual seria o custo associado a uma alta empatia?

Em termos distais, o estabelecimento de relações sociais em circunstâncias incertas, direcionada a indivíduos desconhecidos pode ter acarretado em perda de aptidão por chances menores de reciprocidade e até mesmo riscos de mortalidade (DUNTLEY, 2005). A empatia por indivíduos do próprio grupo pode ter fomentado as interações sociais cooperativas, fortalecendo a coesão grupal, tão importante para a sobrevivência dos indivíduos. Isso foi tão importante quanto se defender de indivíduos de outros grupos nas situações de conflitos recorrentes no ambiente de adaptação evolutiva (CHOI E BOWLES, 2007; YAMAMOTO, 2008). Assim, presume-se que maiores níveis de empatia direcionados a indivíduos estranhos pode não ser uma estratégia adaptativa, o que se reflete nos processos implícitos de regulação vagal durante a percepção de indivíduos desconhecidos.

Diante do exposto, fica claro o impacto que a teoria evolutiva pode ter ao ser considerada em diversos campos de estudo do comportamento humano, inclusive nas Neurociências cognitivas. Assim, o presente estudo é concluído ressaltando a importância da integração dessas áreas.

5.3 Limitações do estudo

Há várias limitações deste estudo que devem ser consideradas. As análises da VFC não foram controladas quanto à frequência respiratória, um fator que afeta o componente HF (ERNST, 2017; KLEIGER, STEIN e BIGGER, 2005), o que pode ter influenciado as respostas avaliadas para esse parâmetro. Não foram coletadas informações acerca do número de horas de sono no dia anterior ao experimento, e além disso, os experimentos foram realizados em uma janela temporal bastante ampla (8h às 17h). Essas limitações devem ser consideradas dadas as influências circadianas na VFC (SAMMITO, SAMMITO e BÖCKELMANN, 2016)

Não foram coletadas informações acerca da etnia, um fator que afeta as respostas emocionais (AZEVEDO *et al.*, 2013; DI PALMA *et al.*, 2019), e também medidas antropométricas (YI *et al.*, 2013). Não foi realizado o controle quanto ao ciclo estral das

mulheres, outro fator que pode influenciar as respostas comportamentais, como foi recentemente demonstrado por Adjei, Xue e Mandic (2018).

Apesar dessas limitações é importante salientar que o desenho experimental desse estudo adotou análises do tipo “dentro dos indivíduos”, uma forma altamente recomendada para controlar múltiplas influências na VFC, as quais constituem potenciais confundidores em análises do tipo “entre os indivíduos” (LABORDE, MOSLEY e THAYER, 2017; QUINTANA e HEATHERS (2014).

É importante, por fim, mencionar as limitações inerentes às medidas autorrelatadas, uma vez que os indivíduos podem não relatar acuradamente suas emoções e comportamentos, devido ao viés de aceitação social (MAUSS e ROBINSON, 2009).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou a relação entre a VFC e a percepção visual de contextos afiliativos. Especificamente, investigou-se se a visualização de cenas com pistas de interação social poderia eliciar um aumento da VFC. Foi demonstrado, entretanto, o padrão oposto de modulação: uma redução significativa do RMSSD, do SDNN e do HF em relação aos níveis basais e uma redução do RMSSD em relação ao estímulo controle. Apesar de ir em contraposição a hipótese inicial do estudo, esses resultados revelaram-se promissores ao indicar que mesmo estímulos de natureza social e alta valência tem uma interação mais complexa que inicialmente suposto. Esses resultados sugerem que a interação social com indivíduos desconhecidos não implica necessariamente em contextos de segurança necessários para um aumento da atividade vagal. Pelo contrário, a afiliação com estranhos pode implicar em maiores custos para os indivíduos e possivelmente configurar um contexto de ameaça, o que pôde ser detectado por uma medida autonômica que é um marcador da percepção desses contextos.

Além disso, investigou-se a influência de comportamentos autorrelatados na VFC. Em particular, foi avaliado se a empatia, o toque social e a solidão explicariam mudanças fásicas na VFC durante a percepção visual de contextos afiliativos. Apenas a empatia apresentou uma relação com a VFC durante a indução afiliativa. Especificamente, foi demonstrado que a interação entre o nível global de empatia e o SDNN é mais adequadamente explicada por uma função do tipo U invertido que por uma função linear. Esse resultado indica que tanto níveis muito altos, quanto níveis muito baixos de empatia explicam uma maior retirada vagal durante a percepção dos estímulos afiliativos. Dessa forma, é destacada a necessidade de reconsiderar a noção de que “quanto mais, melhor” que ainda predomina na Psicofisiologia.

Dada a importância do grupo familiar na evolução do comportamento social, a prontidão e as consequências do estabelecimento de vínculos sociais para além desse grupo deve ser investigada em pormenores. O presente estudo contribui para esse tópico ao demonstrar que, em termos de atividade autonômica, a afiliação com indivíduos estranhos não fornece um contexto seguro para o engajamento. Este estudo está, portanto, em concordância com os pressupostos que consideram a herança ancestral na evolução do comportamento humano, os quais preveem a presença de mecanismos cognitivos evoluídos subjacentes à regulação de processos sociais. Dessa forma, é reforçada a importância da integração entre a neurociência cognitiva e a teoria evolutiva.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, J. M.; KENRICK, D. T. The costs of benefits: help-refusals highlight key trade-offs of social life. **Personality and social psychology review: an official journal of the Society for Personality and Social Psychology, Inc**, v. 12, n. 2, p. 118–40, 2008.
- ADJEL, T.; XUE, J.; MANDIC, D. P. The Female Heart : Sex Differences in the Dynamics of ECG in Response to Stress. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 1–8, 2018.
- ALCOCK, J. A textbook history of animal behaviour. **Animal Behavior**, v. 65, p. 3–10, 2003.
- ALCOCK, J. **Comportamento Animal**: Uma abordagem evolutiva. 9 ed. Trad. Silva, E. Porto Alegre: Artmed, 2011. 606 p.
- ALEXANDER, R. The evolution of social behavior. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 171, p. 325–383, 1974.
- ALVARES, G. A., QUINTANA, D. S., HICKIE, I. B., AND GUASTELLA, A. J. Autonomic nervous system dysfunction in psychiatric disorders and the impact of psychotropic medications: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Psychiatry Neuroscience**. v. 41, p. 89–104, 2016
- ARAB, C., DIAS, D. P. M., BARBOSA, R. T. A., CARVALHO, T. D. DE, VALENTI, V. E., CROCCETTA, T. B., FERREIRA, M., ABREU, L. C., FERREIRA, C. Heart rate variability measure in breast cancer patients and survivors: A systematic review. **Psychoneuroendocrinology**, v. 68, p. 57–68. 2016
- ARAÚJO, C. R. V. Evidências psicofisiológicas da solidão como uma resposta adaptativa 2017. Monografia. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, UFOP, Ouro Preto, 2017.
- AXELROD, R., HAMILTON, W. D. (1981). The evolution of cooperation. **Science**, 211, 1390-1396.
- BALZAROTTI, S., BIASSONI, F., COLOMBO, B., CICERI, M. R. Cardiac vagal control as a marker of emotion regulation in healthy adults : A review. **Biological Psychology**, v. 130, p. 54–66, 2017.
- BARKOW, J., COSMIDES, L.; TOOBY, J. **The Adapted Mind: Evolutionary psychology and the generation of culture**. New York: Oxford University Press, 1992, 666 p.
- BARROSO, S. M., MIDGETT, A. H., GOMES, R., CARVALHO, N. Evidências de validade da Escala Brasileira de Solidão UCLA **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 65, n. 1, p. 68–75, 2016.
- BAUMEISTER, R. F.; LEARY, M. R. The need to belong: Desire for Interpersonal Attachments as a fundamental human motivation. **Psychological Bulletin**. v. 117, n. 3, p. 497–529, 1995.

BENARROCH, E.E. The central autonomic network: functional organization, and perspective. **Mayo Clinic Proceedings**. v. 68, p. 988–1001, 1993.

BERKMAN, L. F. Assessing the physical health effects of social networks and social support. **Annual Review of Public Health**. v. 5, p. 413–432, 1984.

BERNTSON, G. G.; CACIOPPO, J. T.; QUIGLEY, K. S. Autonomic determinism: The modes of autonomic control, the doctrine of autonomic space, and the laws of autonomic constraint. **Psychological Review**, v. 98, n. 4, p. 459–487, 1991

BERTENTHAL, B.; JAMES, PROFFITT; CUTTING, D. Infant sensitivity to figural coherence in biomechanical motions. **Infant sensitivity to figural coherence in biomechanical motions**, v. 37, p. 213–230, 1984.

BLAKEMORE, S., BRISTOW, D., BIRD, G., FRITH, C., WARD, J. Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision – touch synaesthesia. **Brain**, v. 128, p. 1571–1583, 2005.

BOEN, C.; BARROW, D.; BENSEN, J. T.; FARNAN, L.; GERSTEL, A.; HENDRIX, L.; YANG, C. Social Relationships, Inflammation, and Cancer Survival. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v. 27, n. 5, p. 541–549, 2019.

BOSCH, J. A., DE GEUS, E. J. C., CARROLL, D., GOEDHART, A. D., ANANE, L. A., VAN ZANTEN, J. J. V., HELMERHORST, E. J., EDWARDS, K. M. A general enhancement of autonomic and cortisol responses during social evaluative threat. **Psychosomatic Medicine**, v. 71, p. 877–885, 2009.

BRADLEY, M. M. et al. Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. **Emotion**, v. 1, n. 3, p. 276–298, 2001.

BRADLEY, M. M.; CUTHBERT, B. N.; LANG, P. J. Picture media and emotion: Effects of a sustained affective context. **Psychophysiology**, v. 33, p. 662–670, 1996.

BREWER, M. B. The social self: On being the same and different at the same time. **Personality & Social Psychology Bulletin**, v. 17, n. 5, p. 475–482, 1991.

BREWER, M. B., CAPORAEL, L. R. An evolutionary perspective on social identity: Revisiting groups. In: SCHALLER, M.; SIMPSON, J. A.; KENRICK, D. T. *Evolution and Social Psychology*. New York: Psychology Press, 2006. 143-161 p.

BSHARY, R., SCHAEFFER, D. Choosy reef fish select cleaner fish that provide high-quality service. **Animal Behaviour**. v. 63, n. 3, p. 557–564, 2002.

BURNSTEIN, E.; CRANDALL, C.; KITAYAMA, S. Some Neo-Darwinian Decision Rules for Altruism: Weighing Cues for Some Neo-Darwinian Decision Rules for Altruism: Weighing Cues for Inclusive Fitness as a Function of the Biological Importance of the Decision. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 67, p. 773–789, 1994.

CACIOPPO, J. T., BERNTSON, G. G., SHERIDAN, J. F., & MCCLINTOCK, M. K. Multilevel Integrative Analyses of Human Behavior: Social Neuroscience and the

Complementing Nature of Social and Biological Approaches. **Psychological Bulletin**, v. 126, p. 829–843, 2000.

CACIOPPO, J. T.; CACIOPPO, S. Social Relationships and Health: The Toxic Effects of Perceived Social Isolation. **Social and Personality Psychology Compass**, v. 8, n. 2, p. 58–72, 2014.

CACIOPPO, J. T.; CACIOPPO, S.; BOOMSMA, D. I. Evolutionary Mechanisms for Loneliness. **Cognitive Emotion**, v. 28, n. 1, p. 1–22, 2014.

CACIOPPO, J. T.; HAWKLEY, L. C. Perceived social isolation and cognition. **Trends in cognitive sciences**, v. 13, n. 10, p. 447–54, out. 2009.

CACIOPPO, J. T.; NORRIS, C. J.; DECETY, J.; MONTELEONE, G. In the Eye of the Beholder: Individual Differences in Perceived Social Isolation Predict Regional Brain Activation to Social Stimuli. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 21, n. 1, p. 83–92, 2010.

CAMPAGNOLI, R. R., KRUTMAN, L., VARGAS, C. D., LOBO, I., OLIVEIRA, J. M., OLIVEIRA, L., PEREIRA, M. G., DAVID, I. A., VOLCHAN, E. Preparing to caress: a neural signature of social bonding. **Frontiers in Psychology**. v. 6, n. 16, p. 1-9, 2015.

CAPORAEL, L. The evolution of truly social cognition: The core configurations model. **Personality and social psychology review**, v. 1, p. 276–298, 1997.

CARNETHON M. R., LIAO D., EVANS G. W., CASCIO, W. E., CHAMBERS, L. E., ROSAMOND, W. D., HEISS, G. Does the cardiac auto- nomic response to postural change predict incident coronary heart disease and mortality? The Atherosclerosis Risk in Communities Study. **American Journal of Epidemiology**. v. 155, n. 1, p. 48-56, 2002.

CARRILLO, M.; HAN, Y.; MIGLIORATI, F.; LIU, M.; GAZZOLA, V.; KEYSERS, C. Emotional Mirror Neurons in the Rat’s Anterior Cingulate Cortex. **Current Biology**, v. 29, n. 8, p. 1301–1312, 2019.

CASILE, A.; CAGGIANO, V.; FERRARI, P. F. The Mirror Neuron System: A Fresh View. **Neuroscientist**, v. 17, p. 524–538, 2011.

CATAI, A. M., PASTRE, C. M., GODOY, M. F., SILVA, E., TAKAHASHI, A. C. M. VANDERLEI, L. C. M. Heart rate variability: Are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 24, n. 2, p. 91–102, 2020.

CHANG, H.; CHANG, C.; TZENG, N.; KUO, T. B. J.; LU, R.; HUANG, S. Heart rate variability in unmedicated patients with bipolar disorder in the manic phase. **Psychiatry and clinical neurosciences**, v. 68, n. 9, p. 674–82, 2014.

CHOI, K.; KIM, J.; KWON, O. S.; KIM, M. J.; RYU, Y. H.; PARK, J. Is heart rate variability (HRV) an adequate tool for evaluating human emotions? – A focus on the use of the International Affective Picture System. **Psychiatry Research**, v. 251, p. 192–196, 2017.

CHOI, J-K, BOWLES, S. The coevolution of parochial altruism and war. **Science**, v. 318, p. 636-640, 2006.

CHRISTENFELD, N.; GERIN, W. Dossier: Stress Social support and cardiovascular. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 54, p. 251–257, 2000.

COHEN, S. Social relationship and health. **American Psychologist**, v. 59, p. 676–684, 2004.

COSMIDES, L. The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task. **Cognition**, 31, 187-276, 1989.

COSMIDES, L., TOOBY, J.; KURZBAN, R. Perceptions of race. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 7, n. 173-179, 2003.

CLOUTIER, J., NORMAN, G. J., LI, T., BERNTSON, G. G. Person perception and autonomic nervous system response: The costs and benefits of possessing a high social status. **Biological Psychology**. v. 92, p. 301–305, 2013.

DALGALARRONDO, P. **Evolução do cérebro: Sistema nervoso, Psicologia e Psicopatologia sob a perspectiva evolucionista**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 461p.

DALY, M.; WILSON, M. Child abuse and other risks of not living with both parents. **Ethology and Sociobiology**. v. 6, p. 197-210, 1985

D'ANTONO, B., MOSKOWITZ, D. S., MINERS, C., & ARCHAMBAULT, J. Gender and communal trait differences in the relations among social behaviour, affect arousal, and cardiac autonomic control. **Journal of Behavioral Medicine**, v. 28, p. 267–279, 2005

DARWIN, C. (1859). **A Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural ou a Preservação de Raças Favorecidas na Luta pela Sobrevivência**. Trad. Afonso, A. São Paulo: Coleção Planeta Darwin, 2009. 442p.

DARWIN, C. (1872). **A Expressão das Emoções no Homem e nos Animais**. Trad. Leon de Souza lobo Garcia. São Paulo: Companhia das Letras, 2009. 343p.

DAVIDOVIC, M.; STARCK, G.; OLAUSSON, H. Developmental Cognitive Neuroscience Processing of affective and emotionally neutral tactile stimuli in the insular cortex. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 35, p. 94–103, 2019.

DAVIS, M. H. Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. **Journal of personality and social psychology** v. 44, n. 1, p. 113, 1983

DAWKINS, R. (1976) **O gene egoísta**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

DECETY, J. Human empathy. **Japanese Journal of Neuropsychology**, v. 22, p. 11–33, 2006.

DECETY, J. The neuroevolution of empathy. **Annals of the New York Academy of Sciences**. v. 1231, p. 35–45, 2011.

- DEO, S. K.; SHARMA, D.; KHADKA, R. The effect of affective pictures on heart rate variability. Birmingham: 37th Congress of IUPS (2013) Proc 37th IUPS, PCC168, 2013
- DIAMOND, L. M., HICKS, A. M., OTTER-HENDERSON, K. D. Individual differences in vagal regulation moderate associations between daily affect and daily couple interactions. **Personality and Social Psychology Bulletin**, v. 37, p. 731–744, 2011.
- DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**. v. 35, p. 125–129, 1973.
- DONG, H.; LEE, J. Z. Kinship Matters: Long-Term Mortality Consequences of Childhood Migration, Historical Evidence from Northeast China, 1792-1909. **Social Science & Medicine**, v. 119, p. 274–283, 2014.
- de DREU, C. K. W., GREER, L. L., HANDGRAAF, S. S., SHALVI, S., VAN CLEEF, G. A., BAAS, M., VELDEN, F. S. T., DIJK, E. V., FEITH, S. W. W. The Neuropeptide Oxytocin Regulates Parochial Altruism in Intergroup Conflict Among Humans. **Science**, v. 328, p. 1408–1411, 2010.
- DUNBAR, R. I. M. Functional significance of social grooming in primates. **Folia Primatologica**, v. 57, p. 121–131, 1991.
- DUNBAR, R. I. M. Neocortex size as a constraint size in primates on group ecologically. **Journal of Human Evolution**, v. 20, p. 469–493, 1992.
- DUNBAR, R. I. M. Coevolution of neocortical size, group size and language in humans. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 16, p. 681–735, 1993.
- DUNBAR, R. I. M. Determinants of Group Size in Primates: A General Model. **Proceedings of the British Academy**, v. 88, p. 33–57, 1996.
- DUNBAR, R. I. M. The social brain hypothesis. **Evolutionary Anthropology**, v. 6, p. 178–190, 1998.
- DUNBAR, R. I. M. The social role of touch in humans and primates: behavioural function and neurobiological mechanisms. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, v. 34, n. 2, p. 260–268, 2010.
- DUNBAR, R. I. M. The social brain meets neuroimaging. **Trends in cognitive sciences**, v. 16, n. 2, p. 101–102, 2012.
- DUNBAR, R. I. M. The Social Brain: Psychological Underpinnings and Implications for the Structure of Organizations. **Current Directions in Psychological Science**, v. 23, n. 2, p. 109–114, 2014.
- DUNBAR, R. I. M. Structure and function in human and primate social networks: implications for diffusion, network stability and health. **Proceedings of Royal Society A**, v. 476, p. 1–26, 2020.

DUNBAR R. I. M.; SHULTZ S. Evolution in the social brain. **Science**, v. 317, p. 1344-1347, 2007

DUNTLEY, J. D. Adaptations to dangers from humans. In: BUSS, D. M. **The handbook of evolutionary psychology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. p. 224-249

EISENBERGER, N. I. Social ties and health: A social neuroscience perspective. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 23, n. 3, p. 407–413, 2013.

EISENBERGER, N. I.; LIEBERMAN, M. D.; WILLIAMS, K. D. Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. **Science**. v. 302, p. 290–292, 2003.

EISENBERGER N. I., MASTER S. L., INAGAKI T. I., TAYLOR S. E., SHIRINYAN D., LIEBERMAN M. D., NALIBOFF B. Attachment figures activate a safety signal-related neural region and reduce pain experience. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 108, p. 11721–11726, 2011

EGIZIO, V. B.; JENNINGS, J. R.; CHRISTIE, I. C; SHEU, L. K.; MATTHEWS, K. A. GIANAROS, P. J. Cardiac vagal activity during psychological stress varies with social functioning in older women. **Psychophysiology**. v. 45, p. 1046–1054, 2008.

ERNST, G. Hidden Signals - The History and Methods of Heart Rate Variability. **Frontiers in Public Health**. v. 5, p. 1–12, 2017.

FORKMANN, T.; MEESEN, J.; TEISMANN, T.; SÜTTERLIN, S.; GAUGGEL, S.; MAINZ, V. Resting vagal tone is negatively associated with suicide ideation. **Journal of affective disorders**, v. 194, p. 30–2, 2016.

FUJIMURA, T.; OKANOYA, K. Heart Rate Variability Predicts Emotional Flexibility in Response to Positive Stimuli. **Psychology**, v. 3, n. 8, p. 578–582, 2012.

FUTUYMA, D. F. (1986) **Biologia evolutiva**. 2 ed. Trad. Mario de Vivo. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002. 631p.

GALLESE V, FADIGA L, FOGASSI L, RIZZOLATTI G. Action recognition in the premotor cortex. **Brain**. v. 119, p. 593, 1996.

GOBBINI, M. I.; HAXBY, J. V. Neural systems for recognition of familiar faces. **Neuropsychologia**, v. 45, n. 1, p. 32–41, 2007.

GONÇALVES, D. M. Violência e identificação de raça como consequência da categorização de grupo. **Estudos de Psicologia**, v. 15, n. 1, p. 97–102, 2010.

GONZALEZ G. J., MENDEZ L. A., MENDEZ N. A., CORDERO V. J. Effect of acute alcohol ingestion on short-term heart rate fluctuations. **Journal of Studies on Alcohol**. p. 53, p. 86–90, 1992.

GOLDBERGER, A. L.; RIGNEY, D. R. . WEST. B. J. Chaos and Fractals in Human Physiology. **Scientific American**, p. 43–49, 1990.

GOLDSMITH, R. L., BIGGER, T. J. J., BLOOMFIELD, D. M., STEINMAN, R. C. Physical fitness as a determinant of vagal modulation. **Medicine and Science in Sports and Exercise** v. 29, p. 812–817, 1997.

GOLDSTEIN, D. S.; BENTHO, O.; PARK, M.; SHARABI, Y. LF power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baroreflexes. **Experimental Physiology**, v. 96, n. 12, p. 1255–1261, 2011.

GOUIN, J.-P., ZHOU, B., FITZPATRICK, S. Social integration prospectively predicts changes in heart rate variability among individuals undergoing migration stress. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 49, p. 230–238, 2015.

GRANT, A. M.; SCHWARTZ, B. Too Much of a Good Thing: The Challenge and Opportunity of the Inverted U. **Perspectives on Psychological Science**, v. 6, n. 1, p. 61–76, 2011.

GRADY, C. L.; KEIGHT, L. Studies of Altered Social Cognition in Neuropsychiatric Disorders Using Functional Neuroimaging. **Canadian Journal of Psychiatry**, v. 47, n. 4, 2002.

GROL, M.; RAEDT, R. DE. The link between resting heart rate variability and affective flexibility. **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, v. 20, p. 746–756, 2020.

GUERRA, P.; CAMPAGNOLI, R. R.; VICO, C.; VOLCHAN, E.; ANLLO-VENTO, L.; VILA, J. Filial versus romantic love: Contributions from peripheral and central electrophysiology. **Biological Psychology**, v. 88, n. 2-3, p. 196–203, 2011.

GUERRA, P. ; VICO, C.; SÁNCHEZ, A.; ANLLO-VENTO, L.; VILA, J. Viewing Loved Faces Inhibits Defense Reactions: A Health-Promotion Mechanism? **PloS One** v. 7, n. 7, p. 1-9, 2012.

HAMILTON, A. W. D. The Evolution of Altruistic Behavior. **The American Naturalist**, v. 97, n. 896, p. 354–356, 1963.

HAMILTON, H. The genetical evolution of social behavior. Parts I, II. **Journal of Theoretical Biology**, v. 7, p. 1-52, 1964.

HAWKLEY, L. C.; CACIOPPO, J. T. Loneliness and pathways to disease. **Brain, Behavior and Immunity**, v. 17, n. 1, p. 98–105, 2003.

HAWKLEY, L. C.; CACIOPPO, J. T. Loneliness Matters: A Theoretical and Empirical Review of Consequences and Mechanisms. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 40, n. 2, p. 1–14, 2013.

HAYANO, J., YAMADA, M., SAKAKIBARA, Y., FUJINAMI, T., YOKOYAMA, K., WATA-NABE, Y., Short-and long-term effects of cigarette smoking on heart rate variability. **American Journal of Cardiology**. v. 65, p. 84–88, 1990.

HAYANO, J. YUDA, E. Pitfalls of assessment of autonomic function by heart rate variability. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 38, n. 3, p. 1–8, 2019.

HECKENDORF, E.; HUFFMEIJER, R.; BAKERMANS-KRANENBURG, M. J. VAN IJZENDOORN, M. Neural Processing of Familiar and Unfamiliar Children's Faces: Effects of Experienced Love Withdrawal, but No Effects of Neutral and Threatening Priming. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 10, p. 1–14, 2016.

HELM, J. L., SBARRA, D. A., FERRER, E. Coregulation of respiratory sinus arrhythmia in adult romantic partners. **Emotion**, v. 14, p. 522–531, 2014.

HENRY, B. L.; MINASSIAN, A.; PAULUS, M. P.; GEYER, M. A.; PERRY, W. Heart Rate Variability in Bipolar Mania and Schizophrenia. **Journal of Psychiatric Research**, v. 44, n. 3, p. 1–19, 2010.

HERTENSTEIN, M. J.; VERKAMP, J. M.; KERESTES, A. M.; HOLMES, R. M. The communicative functions of touch in humans, nonhumans primates and rats: a review and synthesis of the empirical research. **Genetic social and general psychology monographs**. v. 132, n. 1, p. 5-94, 2006.

HERWIG, U., KAFFENBERGER, T., BAUMGARTNER, T., & JANCKE, L. Neural correlates of a “pessimistic” attitude when anticipating events of unknown emotional valence. **NeuroImage**, v. 34, p. 848–858, 2007.

HOLT-LUNSTAD, J., SMITH, T. B., & LAYTON, J. B. Social relationships and mortality risk: A meta-analytic review. **PLoS Medicine**, v. 7, n. 7, p. 1-20, 2010.

HOLT-LUNSTAD, J., SMITH, T. B., BAKER, M., HARRIS, T., STEPHENSON, D. Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality: A Meta-Analytic Review. **Perspectives on Psychological Science**, v. 10, n. 2, p. 227–237, 2015.

HON E. H.; LEE S.T. The fetal electrocardiogram. 3. Display techniques. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**. v. 91, p. 56–60, 1965.

HORSTEN, M., ERICSON, M., PERSKI, A., WAMALA, S. P., SCHENCK-GUSTAFSSON, K., & ORTH-GOMÉR, K. Psychosocial factors and heart rate variability in healthy women. **Psychosomatic Medicine**, v. 61, p. 49–57, 1999.

HOUSE, J. S.; LANDIS, K. R.; UMBERSON, D. Social Relationships and Health. **Science**, v. 241, p. 540–545, 1988.

INSEL, T.R., YOUNG, L.J. Neuropeptides and the evolution of social behavior. **Current Opinion Neurobiology**. 10, 784–789, 2000.

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

JOSE, A.D., COLLISON, D. The normal range and determinants of the intrinsic heart rate in man. **Cardiovascular Research**. v. 4, p. 160–167, 1970.

KANDEL, E. **Princípios de neurociências**. Trad. Ana Lúcia Severo Rodrigues. 5ed Porto Alegre: Artmed, 2014.

KAFFENBERGER, T., BRUHL, A. B., BAUMGARTNER, T., JANCKE, L., HERWIG, U. Negative bias of processing ambiguously cued emotional stimuli. **Neuroreport**, v. 21, p. 601–605, 2010

KAGEYAMA, R., NISHIKIDO, N., HONDA, Y., KUROKAWA, Y., IMAI, H., KOBAYASHI, T. Effects of obesity, current smoking status, and alcohol consumption on heart rate variability in male white-collar workers. **International Archives of Occupational and Environmental Health** v. 69, p. 447–454, 1997.

KAWACHI, I.; BERKMAN, L. F. Social Ties and Mental Health. **Journal of Urban Health**, v. 78, n. 3, p. 458–467, 2001

KEMP A. H., QUINTANA D. S., GRAY M. A., FELMINGHAM K. L., BROWN K., GATT J. M. Impact of depression and antidepressant treatment on heart rate variability: a review and meta-analysis. **Biological Psychiatry**. v. 67, p. 1067–1074, 2010.

KENNEDY D. P., ADOLPHS R. The social brain in psychiatric and neurological disorders. **Trends in Cognitive Science**. v. 16, n. 11, p. 559–572, 2012

KENRICK, D. T.; MANER, J. K.; NORMAN, P. L. Evolutionary social psychology. In: BUSS, D. M. **The handbook of evolutionary psychology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. 803-827p.

KENRICK, D. T.; LI, N. P.; BUTNER, J. Dynamical Evolutionary Psychology : Individual Decision Rules and Emergent Social Norms. **Psychological Review**, v. 110, n. 1, p. 3–28, 2003.

KIM, H.; CHEON, E.; BAI, D.; LEE, Y. H.; KOO, B. Stress and Heart Rate Variability : A Meta-Analysis and Review of the Literature. **Psychiatry Investigation**, v. 15, n. 3, p. 235–245., 2018.

KIMURA, R. Mutual grooming and preferred associate relationships in a band of free-ranging horses. **Applied Animal Behaviour Science**. v. 59, n. 4, p. 265–276, 1998

KLEIGER, R. E.; STEIN, P. K.; BIGGER, T. Heart Rate Variability : Measurement and Clinical Utility. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, v. 10, n. 1, p. 88–101, 2005.

KOGAN, A., GRUBER, J., SHALLCROSS, A. J., FORD, B. Q., MAUSS, I. B. Too much of a good thing? Cardiac vagal tone's nonlinear relationship with well-being. **Emotion**, v. 13, n. 4, p. 599–604, 2013.

KOGAN, A., OVEIS, C., CARR, E. W., GRUBER, J., MAUSS, I. B., SHALLCROSS, A., IMPETT, E. A., LOWE, I., HUI, B., CHENG, C. Vagal Activity Is Quadratically Related to Prosocial Traits , Prosocial Emotions and Observer Perceptions of Prosociality. **Personality processes and individual differences** v. 107, n. 6, p. 1051–1063, 2014.

KOK, B. E., FREDRICKSON, B. L. Upward spirals of the heart: Autonomic flexibility, indexed by vagal tone, reciprocally and prospectively predicts positive emotions and social connectedness. **Biological Psychology**, v. 85, p. 432–436, 2010

KOSKINEN, P., VIROLAINEN, J., KUPARI, M. Acute alcohol intake decreases short-term heart rate variability in healthy subjects. **Clinical Science** v. 87, p. 225–230, 1994.

KOSONOGOV, V., MARTÍNEZ-SELVA, J. M., TORRENTE, G., CARRILLO-VERDEJO, E., SÁNCHEZ-NAVARRO, J. Does Social Content Influence the Subjective Evaluation of Affective Pictures? **The Spanish Journal of Psychology**, v. 23, p. 1-20, 2020.

KRÄMER, U. M.; MOHAMMADI, B.; DOÑAMAYOR, N.; SAMII, A.; MÜNTE, T. F. Emotional and cognitive aspects of empathy and their relation to social cognition - an fMRI-study. **Brain Research**, v. 1311, p. 110–120, 2009.

KRILL, A. L.; PLATEK, S. M.; GOETZ, A. T.; SHACKELFORD, T. K. Where Evolutionary Psychology Meets Cognitive Neuroscience : A Precipice to Evolutionary Cognitive Neuroscience. **Evolutionary Psychology**, v. 5, p. 232–256, 2007.

LABORDE, S.; MOSLEY, E.; MERTGEN, A. Vagal Tank Theory : The Three Rs of Cardiac Vagal Control Functioning - Resting , Reactivity , and Recovery. **Frontiers in Neuroscience**, v. 12, p. 1–14, 2018.

LABORDE, S.; MOSLEY, E.; THAYER, J. F. Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research – Recommendations for Experiment Planning , Data Analysis , and Data Reporting. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 1–18, 2017.

LACERDA, K. C. D. Efeito da prática de Yoga nos comportamentos pró-sociais e na reatividade psicofisiológica a cenas de interação social. 2020. Qualificação. Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, UFOP, Ouro Preto, 2020.

LALAND, K. N.; BROWN, G. R. Reflexões evolucionistas sobre o comportamento humano. In: YAMAMOTO, M. E.; VALENTOVA, J. V. **Manual de Psicologia Evolucionista**. Natal: Edufrn, 2018. 568-594p.

LAMM, C., DECETY, J., SINGER, T. Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. **NeuroImage**, v. 54, p. 2492–2502, 2010.

LAMPERT, R.; TUIT, K.; HONG, K.; DONOVAN, T.; FORRESTER, L.; SINHA, R. Cumulative stress and autonomic dysregulation in a community sample. **Stress**, v. 19, n. 3, p. 269–279, 2017.

LANE R. D., CHUA P.M., DOLAN R. . J. Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures. **Neuropsychologia**. v. 37, p. 989-97, 1999.

LANG P.J.; BRADLEY M. M. Fitzsimmons JR et al. Emotional arousal and activation of the visual cortex: an fMRI analysis. **Psychophysiology**. v. 35, p.199-210, 1998

LANG, P. J.; BRADLEY, M. M. Emotion and the motivational brain. **Biological Psychology**, v. 84, n. 3, p. 437–450, 2010.

LANG, P. J.; BRADLEY, M. M.; CUTHBERT, B. N. International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. **Technical Report A-6**, v. University, 2005.

LANG, P. J., GREENWALD, M. K., BRADLEY, M. M., HAMM, A. O. Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. **Psychophysiology**, v. 30, p. 261–273, 1993

LANGFORD, D. J, TUTTLE, A. H., BROWN, K., DESCHENES, S., DAVID, B., MUTSO, A., ROOT, K. C., SOTOCINAL, S. G., STERN, M. A., MOGIL, J. S., STERNBERG. Social approach to pain in laboratory mice Social approach to pain in laboratory mice. **Social Neuroscience**, v. 5, p. 37–41, 2010.

LEWIN, R. **Human Evolution**: An illustrated introduction. 5 ed. Blackwell Publishing Ltd, 2005, 277p.

LIEBERMAN, D.; TOOBY, J.; COSMIDES, L. The architecture of human kin detection. **Nature**, v. 445, p. 728–731, 2007.

LILJENCRANTZ, J.; OLAUSSON, H. Tactile C fibers and their contributions to pleasant sensations and to tactile allodynia. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 8, p. 6–11, 2014.

LOCKWOOD, P. L., SEARA-CARDOSO, A., VIDING, E. Emotion Regulation Moderates the Association between Empathy and Prosocial Behavior. **PlosOne** v. 9, p. 1-6, 2014 .

LOTUFO, P.; VALIENGO, L.; BENSEÑOR, I. M.; BRUONI, A. R. A systematic review and meta-analysis of heart rate variability in epilepsy and antiepileptic drugs. **Epilepsia**, v. 53, n. 2, p. 272–82, fev. 2012.

LU, C. L, ZOU, X., ORR, W. C., CHEN, J. Postprandial changes of sympathovagal balance measured by heart rate variability. **Digestive Diseases and Sciences** v. 44, p. 857–861, 1999.

MALONE, N.; FUENTES, A.; WHITE, F. J. Variation in the Social Systems of Extant Hominoids : Comparative Insight into the Social Behavior of Early Hominins. **International Journal of Primatology**, 2012.

MAUSS, I. B., ROBINSON, M. D. Measures of emotion: A review. **Cognition and Emotion** v. 23, n. 2, p. 209-237, 2009

MCCRATY, R.; ATKINSON, M.; TOMASINO, D.; BRADLEY, R. T. The Coherent Heart Heart – Brain Interactions , Psychophysiological Coherence , and the Emergence of System-Wide Order. **Integral Review**, v. 5, n. 2, p. 11–114, 2009.

MCCARTHY, G.; PUCE, A.; GORE, J. C.; TRUETT, A. Face-Specific Processing in the Human Fusiform Gyrus Face-Specific Processing in the Human Fusiform Gyms. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 9, p. 605–610, 1997.

De MEERSMAN, R.E., STEIN, P.K. Vagal modulation and aging. **Biological Psychology**, v. 74, p. 165–173, 2007

MEYER, M. L. et al. Empathy for the social suffering of friends and strangers recruits distinct patterns of brain activation. **Scan**, v. 8, p. 446–454, 2013.

MILLER, J. G.; KAHLE, S.; HASTINGS, P. D. Moderate Baseline Vagal Tone Predicts Greater Prosociality in Children. **Developmental Psychology**, v. 53, n. 2, p. 274–289, 2017..

MILLER, J. G.; XIA, G.; HASTINGS, P. D. Resting heart rate variability is negatively associated with mirror neuron and limbic response to emotional faces. **Biological Psychology**, v. 146, n. December 2018, p. 107717, 2019.

MOORE, D., ANGEL, J. E., CHEESEMAN, I. M., ROBINSON, G. E. A highly specialized social grooming honey bee. **Journal of Insect Behavior**, v. 8, n. 6, p. 855-861, 1995.

MORRISON, I.; BJORNSDOTTER, M.; OLAUSSON, H. Vicarious Responses to Social Touch in Posterior Insular Cortex Are Tuned to Pleasant Caressing Speeds. **The Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 26, p. 9554–9562, 2011.

MORRISON, I.; LOKEN, L.; OLAUSSON, H. The skin as a social organ. **Experimental Brain Research**, v. 204, p. 305–314, 2010.

MOSCOVITCH, M.; WINOCUR, G.; BEHRMANN, M. What Is Special about Face Recognition? Nineteen Experiments on a Person with Visual Object Agnosia and Dyslexia but Normal Face Recognition. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 9, p. 555–604, 1997.

MOTA, B. E. F.; RODRIGUES, P. O.; LACERDA, K. C. D.; DAVID, I. A., VOLCHAN, E.; CAMPAGNOLI, R. R.; SOUZA, G. G. L. Getting People to Smile: Pictures of Social Interaction Prompt a Sustained Increase of the Smile Expression and Induce Sociability. 2020. No prelo.

MOYES, C. D.; SCHULTE, P. M. **Principios de fisiologia animal**. Trad. KLEIN, A. 2 ed. Porto Alegre: Artemed, 2010, 752p.

MUNOZ, M. L., VAN ROON, A., RIESE, H., THIO, C., OOSTENBROEK, E., WESTRIK, I., GEUS, E. J. C., GANSEVOORT, R., LEFRANDT, J., NOLTEL, I. M., SNIEDER, H. Validity of (ultra)short recordings for heart rate variability measurements. **PLoS ONE** v. 10, n. 9, p. 1-15, 2015

NEALEY-MOORE, J. B., SMITH, T. W., UCHINO, B. N., HAWKINS, M. W., OLSON-CERNY, C. Cardiovascular reactivity during positive and negative marital interactions. **Journal of Behavioral Medicine**, v. 30, p. 505–519, 2007.

NELSON, H.; GEHER, G. Mutual Grooming in Human Dyadic Relationships: An Ethological Perspective. **Current Psychology**, v. 26, n. 2, p. 121–140, 2007.

NETTLE, D. Ecological influences on human behavioural diversity: a review of recent findings. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24, p. 618–624, 2009.

ÖHMAN, A., MINEKA, S. Fear, phobias and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. **Psychological Review**, v. 108, p. 483-522, 2001.

di PALMA, M.; ARCANG, E.; LATTANZI, D.; GAB, A.; GALLUCCI, M.; CUPPINI, R. Heart Rate Variability reveals the fight between racially biased and politically correct behaviour. **Nature**, v. 9, p. 1–13, 2019.

PARK, M.; LEE, K.; SOHN, S.; EOM, J.; SOHN, J. Personality and Social Psychology Degree of extraversion and physiological responses to physical pain and sadness. **Scandinavian Journal of Psychology**, v. 55, p. 483–488, 2014.

PÁRK, J. H., LEEUWEN, F. V. Evolutionary Perspectives on Social Identity. In: V. ZEIGLER-HILL, L. WELLING, T. SHACKELFORD. **Evolutionary perspectives on social psychology**. New York: Springer, 2015, 115-126p.

PASCALIS, O.; VIVIÉS, X. M.; ANZURES, G.; QUINN, P. C.; SLATER, A. M.; TNAKA, J.W.; LEE, K. Development of Face Processing. **Wiley Interdisciplinary Reviews**, v. 2, p. 666–675, 2011.

di PELLEGRINO, G. ; FADIGA, L.; FOGASSI, L.; GALLESE, V.; RIZZOLATTI, G. Understanding motor events : A neurophysiological study. **Experimental Brain Research**, v. 91, p. 176–180, 1992.

PENTILLÄ, J., HELMINEN, A., JARTI, T., KUUSELA, T., HUIKURI, H. V., TULPPO, M. P. Time domain, geometrical and frequency domain analysis of cardiac vagal outflow: effects of various respiratory patterns. **Clinical Physiology**. 21, 365–376, 2001.

PERAKAKIS, P., JOFFILY, M., TAYLOR, M., GUERRA, P., VILA, J. KARDIA: A Matlab software for the analysis of cardiac interbeat intervals. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**. v. 98, n. 1, p. 83–89, 2010.

PEREIRA, M. G.; VOLCHAN, E.; DE SOUZA, G. G. L.; OLIVEIRA, L.; CAMPAGNOLI, R.; MACHADO-PINHEIRO, W.; PESSOA, L. Sustained and transient modulation of performance induced by emotional picture viewing. **Emotion**, v. 6, p. 622–634, 2006.

PERLMAN, D., PEPLAU, L. A. Loneliness research: a survey of empirical findings. In L. A. Peplau & S. Goldston (Eds.) Preventing the harmful consequences of severe and loneliness (pp. 13-46) U.S. Government Printing Office, 1984

PETERSON, S. J., REINA, C. S., WALDMAN, D. A. BECKER, W. J. (2015). Using physiological methods to study emotions in organizations. In: C. E. J. Härtel, W. J. Zerbe, N. M. Ashkanasy. **Research on emotion in organizations**. Vol. 11. New ways of studying emotions in organizations Emerald Group Publishing, 2015. p. 3–27.

PIAZZA, J. R.; INGRAM, J. P. D. Evolutionary Cyberpsychology: Revisiting Some Old Predictions and Posting Some New Ones in the Age of Facebook. In: V. ZEIGLER-HILL, L. WELLING, T. SHACKELFORD. **Evolutionary perspectives on social psychology**. New York: Springer, 2015 159-177 p.

PITTIG, A.; ARCH, J. J.; LAM, C. W. R.; CRASKE, M. G. Heart rate and heart rate variability in panic, social anxiety, obsessive-compulsive, and generalized anxiety disorders at baseline and in response to relaxation and hyperventilation. **International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology**, v. 87, n. 1, p. 19–27, 2013.

PORGES, S. W. Orienting in a Defensive World: mammalian modification of our evolutionary heritage. A polyvagal theory. **Psychophysiology**, v. 32, p. 301–318, 1995.

PORGES, S. W. The Polyvagal Theory: phylogenetic contributions to social behavior. **Physiology & Behavior**, v. 79, n. 3, p. 503–513, 2003.

PORGES, S. W. The polyvagal perspective. **Biological Psychology**, v. 74, p. 116–143, 2007.

PORGES, S. W., DOUSSARD-ROOSEVELT, J. A., PORTALES, A. L., GREENSPAN, S. I. Infant regulation of the vagal brake predicts child behavior problems: A psychobiological model of social behavior. **Developmental Psychobiology**, v. 29, n. 8, p. 697–712, 1996

PORGES, W. P.; FURMAN, S. A. The Early Development of the Autonomic Nervous System Provides a Neural Platform for Social Behavior: A Polyvagal Perspective. **Infant Child Development**, v. 20, n. 1, p. 106–118, 2011.

PRESTON, S. D.; de WAAL, F. B. M. DE. Empathy: Its ultimate and proximate bases. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 25, p. 1–71, 2002.

QUINTANA, D. S.; HEATHERS, J. A. J. Considerations in the assessment of heart rate variability in biobehavioral research. **Frontiers in Psychology**, v. 5, p. 1–10, 2014.

ROGERS, J.; GIBBS, R. A. Comparative primate genomics: emerging patterns of genome content and dynamics. **Nature Reviews Genetics**, v. 15, p. 347–359, 2014.

ROUTLEDGE, H. C., CHOWDHARY, S., COOTE, J. H., AND TOWNEND, J. N. Cardiac vagal response to water ingestion in normal human subjects. **Clinical Science**. v. 103, p. 157–162, 2002.

RUBENSTEIN, D.; KEALEY, J. Cooperation, Conflict, and the Evolution of Complex Animal Societies. **Nature Education Knowledge**. v. 3, p. 78, 2010.

RUSSELL, D.; PEPLAU, L. A.; CUTRONA, C. E. The revised UCLA Loneliness Scale: Concurrent and discriminant validity evidence. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 39, n. 3, p. 472–480, 1980.

SAITOVITCH, A.; LEMAITRE, H.; RECHTMAN, E.; VINÇON-LEITE, A.; CALMON, R.; GRÉVENT, D. Neural and behavioral signature of human social perception. **Nature**, v. 9, p. 1–8, 2019.

SALAHUDDIN, L., CHO, J., JEONG, M. G., A KIM, D. Ultra short term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings. **Conference proceedings engineering in medicine and biology society**, p. 4656–4659, 2007

SAMMITO, S.; SAMMITO, W.; BÖCKELMANN, I. The circadian rhythm of heart rate variability. **Biological Rhythm Research**, v. 47, n. 5, p. 717–730, 2016.

SAMPAIO L. R., GUIMARÃES P. R. B., CAMINO, C. P., FORMIGA, N.S., MENEZES, I .G. Estudos sobre a dimensionalidade da empatia: tradução e adaptação do Interpersonal Reactivity Index (IRI). **Psico** v. 42, n. 1, 2011.

SAROLIDOU, G., AXELSSON, J., KIMBALL, B. A., SUNDELIN, T., REGENBOGEN, C., LUNDSTRÖM, J. N., LEKANDER, M., OLSSON, M. People expressing olfactory and visual cues of disease are less liked. **Philosophical Transactions B**, v. 375, p. 1–8, 2020.

SCHAEFER, M., CHERKASSKIY, L., DENKE, C., SPIES, C., SONG, H., MALAHY, S., HEINZ, A., STRÖHLE, A., SCHÄFER, M., MIANROUDI, N., BARGH, J. A. Empathy-Related Brain Activity in Somatosensory Cortex Protects From Tactile Priming Effects : A Pilot Study. **Frontiers in human neuroscience**, v. 14, n. May, p. 1–11, 2020.

SCHÜMACHER, S., HERWIG, U., BAUR, V., MUELLER-PFEIFFER, C., MARTIN-SOELCH, C., RUFER, M., BRÜHL, A. B. Psychophysiological Responses During the Anticipation of Emotional Pictures. **Journal of Psychophysiology**. v. 29, n. 1, p. 13–19, 2015.

SCHÜNKE, M.; SHULTE, E.; SCHUMACHER, U.; VOLL, M.; WESKER, K. **Prometheus: Atlas de Anatomia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan SA, 2007. 401p.

SCHWERDTFEGER, A.; FRIEDRICH-MAI, P.; MAINZ, J. G. Social Interaction Moderates the Relationship Between Depressive Mood and Heart Rate Variability : Evidence From an Ambulatory Monitoring Study. **Health Psychology**, v. 28, n. 4, p. 501–509, 2009.

SCHWERDTFEGER, A.; ROMINGER, C. OBSER, P. D. A shy heart may benefit from everyday life social interactions with close others : An ecological momentary assessment trial using Bayesian multilevel modeling. **Biological Psychology**, v. 152, 2020.

SERVANT D, LOGIER R, MOUSTER Y, G. M. Heart rate variability. Applications in psychiatry. **Encephale**, v. 35, n. 5, p. 423–428, 2008.

SGOIFO, A.; MONTANO, N.; SHIVELY, C.; THAYER, J.; STEPTOE, A. The inevitable link between heart and behavior: New insights from biomedical research and implications for clinical practice. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 33, p. 61–62, 2008.

SHAFFER F., GINSBERG J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. **Frontiers in Public Health**. v. 5, p. 1-17, 2017.

SHAFFER, F.; MCCRATY, R.; ZERR, C. L. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart’s anatomy and heart rate variability. **Frontiers in psychology**, v. 5, n. September, p. 1–19, jan. 2014.

SHAFFER, F.; VENNER, J. Heart Rate Variability Anatomy and Physiology. **Biofeedback**, v. 41, n. 1, p. 13–25, 2013.

SHAHRESTANI, S., STEWART, E. M., QUINTANA, D. S., HICKIE, I. B., GUASTELLA, A. J. Heart rate variability during social interactions in children with and without psychopathology: a meta-analysis. **Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines**, v. 55, n. 9, p. 981–9, 2014.

SHAHRESTANI, S.; STEWART, E. M.; QUINTANA, D. S.; HICKIE, I. B.; GUASTELLA, A. J. Heart rate variability during adolescent and adult social interactions: a meta-analysis. **Biological psychology**, v. 105, p. 43–50, 2015.

SHI, H.; YANG, L.; ZHAO, L.; SU, Z.; MAO, X.; ZHANG, L.; LIU, C. Differences of Heart Rate Variability Between Happiness and Sadness Emotion States : A Pilot Study Differences of Heart Rate Variability Between Happiness and Sadness Emotion States : A Pilot Study. **Journal of Medical and Biological Engineering**, v. 37, n. 4, p. 527–539, 2017.

SILVA, H. D.; CAMPAGNOLI, R. R.; MOTA, B. E. F.; ARAÚJO, C. R. V.; MOCAIBER, I.; REGO, V. R.; VOLCHAN, E. AND SOUZA, G. G. L. Bonding Pictures: Affective Ratings Associated to Empathy and Loneliness. **Frontiers in Psychology**, v.8, p. 1-9, 2017.

SMITH, T. W., CRIBBET, M. R., NEALEY-MOORE, J. B., UCHINO, B. N., WILLIAMS, P. G., MACKENZIE, J. Matters of the variable heart: respiratory sinus ar- rhythmia response to marital interaction and associations with marital quality. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 100, p. 103–119, 2011.

SMITH, T. W., DEITS-LEBEHN, C., WILLIAMS, P. G.; BAUCOM, B. R. W., UCHINO, B. N. Toward a social psychophysiology of vagally mediated heart rate variability : Concepts and methods in self-regulation , emotion , and interpersonal processes. **Social and Personality Psychology Compass**, v. 14, n. 3, p. 1–24, 2020.

SNYDER-MACKLER, N.; BURGER, J. R.; GAYDOSH, L.; BELSKY, D. W.; NOPPERT, G. A.; CAMPOS, F.A.; BARTOLOMUCCI, A.; YANG, Y. C.; AIELLO, A. E.; RAND, A. O.; HARRIS, K. M.; SHIVELY, C. A.; ALBERTS, S.;TUNG, J. Social determinants of health and survival in humans and other animals. **Science**, v. 368, p. 1–12, 2020.

SOARES-MIRANDA, L., SATTELMAIR, J., CHAVES, P., DUNCAN, G., SISCOVICK, D. S., STEIN, P. K. Physical activity and heart rate variability in older adults: the cardiovascular health study. **Circulation** v. 129, p. 2100–2110, 2014.

SONDERMEIJER, H.P., VAN MARLE, A.G.J., KAMEN, P., KRUM, H. Acute effects of caffeine on heart rate variability. **The American Journal of Cardiology** v. 90, p. 906–907, 2002

SOUZA, G. G. L.; PEREIRA, M. G.; VILA, J.; OLIVEIRA, L.; VOLCHAN, E. Affiliative Stimuli as Primers to Prosocial Predispositions. **The Spanish journal of psychology**, v. 15, n. 01, p. 237–243, 2012.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACINGELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards os measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**, v.93, p. 1043-1065, 1996.

THAYER, J. F.; AHS, F.; FREDRIKSON, M.; SOLLERS, J. J.; WAGER, T. D. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, v. 36, n. 2, p. 747–756, 2012.

THAYER, J. F.; LANE, R. D. A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. **Journal of Affective Disorders**, v. 61, n. 3, p. 201–216, 2000.

THAYER, J. F.; LANE, R. D. Claude Bernard and the heart-brain connection: further elaboration of a model of neurovisceral integration. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, v. 33, n. 2, p. 81–88, 2009.

THAYER, J. F.; STERNBERG, E. Beyond heart rate variability: vagal regulation of allostatic systems. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1088, p. 361–72, 2006.

TOMASELLO, M. The ultra-social animal. **European Journal of Social Psychology**, v. 194, p. 187–194, 2014.

TOOBY, J., COSMIDES, L. The past explains the present: emotional adaptations and the structure of ancestral environments. **Ethology and Sociobiology**, 11, 375-424, 1990.

TOOBY, J. COSMIDES, L. Conceptual foundations of evolutionary psychology. In D. BUSS. **The Handbook of Evolutionary Psychology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. p. 5-67

TOOBY, J.; COSMIDES, L.; PRICE. M. E. Cognitive adaptations for n-person exchange: the evolutionary roots of organizational behavior. **Managerial and Decision Economics**, v. 27, p. 1–27, 2006

TRIVERS, R. The evolution of reciprocal altruism. **Quarterly Review of Biology**, v. 46, p. 35–57, 1971

UCHINO, B. N. Social support and health: a review of physiological processes potentially underlying links to disease outcomes. **Journal of behavioral medicine**, v. 29, n. 4, p. 377–387, 2006.

UCHINO, B. N.; CACIOPPO, J. T.; KIECOLT-GLASER, J. K. The relationship between social support and physiological processes: A review with emphasis on underlying mechanisms and implications for health. **Psychological Bulletin**, v. 119, n. 3, p. 488–531, 1996.

UMBERSON, D. ; MONTEZ, J. K. Social Relationships and Health: A Flashpoint for Health Policy. **Journal of Health and Social Behavior**, v. 51, p. 54–66, 2010.

VASCONCELLOS, J. S. L., VASCONCELLOS, C. T. D. V. An analysis of two cognitive revolutions. **Psicologia em Estudo**, v. 12, n. 2, p. 385–391, 2007.

VOLCHAN, E. , PEREIRA, M. G., OLIVEIRA, L., VARGAS, C., MOURÃO-MIRANDA, J. , AZEVEDO, T. A., WALTER MACHADO-PINHEIRO, W., PESSOA, L. Estímulos

emocionais: processamento sensorial e respostas motoras Emotional stimuli: sensory processing and motor responses. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 25, p. 29–32, 2003.

de WALL, F. **Eu primata: por que somos como somos**. (L. T. Mota, Trad.) São Paulo: Companhia das Letras, 2007. 198 p.

de WAAL, F. B. M. DE; PRESTON, S. D. Mammalian empathy: behavioural manifestations and neural basis. **Nature Reviews**, v. 18, n. 8, p. 498-509, 2017.

WACHTMEISTER, C. Display in monogamous pairs: A review of empirical data and evolutionary explanations. **Animal Behaviour**, v. 61, n. 5, p. 861-868, 2001.

WALKER, S. C.; MCGLONE, F.P. The social brain: Neurobiological basis of affiliative behaviors and psychological well-being. **Neuropeptides**. v. 47, p. 379-393, 2013.

WATERS, EVERETT; MATAS, LEAH; SROUFE, A. Infants Reactions to an Approaching Stranger: Description, Validation, and Functional Significance of Wariness. **Child Development**, v. 46, n. 2, p. 348-356, 1975.

WILLEMEN, A. M., GOOSSENS, F. A., KOOT, H. M., SCHUENGEL, C. Physiological Reactivity to Stress and Parental Support: Comparison of Clinical and Non-Clinical Adolescents. **Clinical Psychology and Psychotherapy**. v. 351, p. 340–351, 2008.

WILKINSON, G. S. Social grooming in the common vampire bat, *Desmodus rotundus*. **Animal Behaviour**, v. 34, n. 6, p. 1880–1889, 1986.

WILSON, E. O. **Sociobiology: The New Synthesis**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1980. 366p.

WINSTON, J. S., STRANGE, B. A., O'DOHERTY, J., DOLAN, R. J. Automatic and intentional brain responses during evaluation of trustworthiness of faces. *Nature Neuroscience*, v. 5, p. 277–283, 2002

WOLF M. M., VARIGOS G. A., HUNT D. , SLOMAN J. G. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. **The Medical Journal of Australia**. v. 2, p.52–53, 1978.

WRANGHAM, R. W. Evolution of social structure. In: SMUTS, B. B., CHENEY, D. L., SEYFARTH, R. M., WRANGHAM, R. W., AND STRUHSAKER, T. T. **Primate Societies**. Chicago: University of Chicago Press. 1987. 282–297 p.

YAMAMOTO, M. E. *Porque somos como somos? A psicologia evolucionista e a natureza humana*. **Ciência Sempre**, 4, 12-17, 2009.

YAMAMOTO, M. E.; ALENCAR, A. I.; LACERDA, A. R.. Competição e Cooperação. In: YAMAMOTO, M. E.; VALENTOVA, J. V. **Manual de Psicologia Evolucionista**. Natal: Edufrn, 2018, 465-502p.

YAMAMOTO, M. E.; VALENTOVA, J. V. **Manual de Psicologia Evolucionista**. Natal: Edufrn, 2018. 844p

YI, S. H., LEE, K., SHIN, D. G., KIM, J. S., AND KIM, H. C. Differential association of adiposity measures with heart rate variability measures in Koreans. **Yonsei Medical Journal**. v. 54, p. 55–61, 2013

YOUNG S.N. The neurobiology of human social behaviour: An important but neglected topic. **Journal of Psychiatry and Neuroscience**. 2008, v.33, p. 391–392, 2008

YOUNGER, J., ARON, A., PARKE, S., CHATTERJEE, N., MACKEY, S. Viewing pictures of a romantic partner reduces experimental pain: Involvement of neural reward systems. **PLoS ONE**. V. 5, n. 10, p. 1-7, 2010

ZIMMERMANN-VIEHOFF, F., THAYER, J. F., KOENIG, J., HERRMANN, C., WEBER, C. S., AND DETER, H. C. Short-term effects of espresso coffee on heart rate variability and blood pressure in habitual and non-habitual coffee consumers: A randomized crossover study. **Nutritional Neuroscience**. v. 19, p. 169–175, 2015.

**APÊNDICE A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Psicofisiologia das Emoções: O Impacto da Interação Social e dos Traços Individuais

Pesquisador: Gabriela Guerra Leal de Souza

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 32885314.2.0000.5150

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ouro Preto

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 817.668

Data da Relatoria: 19/10/2014

Apresentação do Projeto:

O estudo será realizado em duas etapas, ambas tendo como amostra estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Ouro Preto, saudáveis, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 30 anos. Na 1ª etapa, 270 estudantes deverão assistir a um dos 9 blocos de fotografias (30 estudantes por bloco) que conterà 30 fotos positivas, 30 fotos negativas e 30 fotos neutras retiradas de um catálogo internacional de fotos.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral:

O objetivo geral desse estudo é investigar o impacto de cenas de interação social sobre a resposta de marcadores parassimpáticos (variabilidade da frequência cardíaca), simpáticos (tempo de trânsito de pulso e condutância da pele), somáticos (contração dos músculos zigomático, corrugador e orbicular do olho) e comportamentais, além de verificar se há influência dos traços individuais sobre esses marcadores.

Objetivos específicos da 1ª etapa do estudo:

- Investigar a agradabilidade (valência) e intensidade de ativação provocada pela visualização de fotos de bebês e crianças em cenas de interação social e em cenas sem interação social.
- Verificar se o traço de afeto positivo e negativo, a percepção da solidão e da empatia

Endereço: Morro do Cruzeiro-ICEB II, Sala 29 -PROPP/UFOP

Bairro: Campus Universitário

CEP: 35.400-000

UF: MG

Município: OURO PRETO

Telefone: (31)3559-1368

Fax: (31)3559-1370

E-mail: cep@propp.ufop.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO



Continuação do Parecer: 817.668

modificam a classificação da valência e intensidade de ativação das fotografias.

Objetivos específicos da 2ª etapa do estudo:

- Comparar a resposta dos marcadores parassimpáticos (variabilidade da frequência cardíaca), simpáticos (tempo de trânsito de pulso e condutância da pele) e somáticos (contração dos músculos zigomático, corrugador do supercílio e orbicular do olho) durante a visualização das fotos com interação social em relação às fotos sem interação social.
- Investigar se os traços individuais mais pró-sociais promovem um aumento dos efeitos provocados pelo bloco de fotos com interação social. - Comparar a respostas dos marcadores parassimpáticos, simpáticos e somáticos antes e depois do bloco de fotos com interação social, e antes e depois do bloco de fotos sem interação social. - Verificar se o bloco de fotos com interação social consegue modular o medo de rejeição e a expectativa de aproximação. - Verificar se o bloco de fotos com interação promove um aumento do comportamento pró-social na tarefa de video game.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos dessa pesquisa são a existência de problemas técnicos com os data-shows das salas de aula (1ª etapa) ou nos equipamentos de registros fisiológicos (2ª etapa) e constrangimento durante o preenchimento dos questionários de traços individuais. Entretanto, será utilizada uma equipe treinada e capacitada visando minimizar esses inconvenientes.

Benefícios:

Juntos esses resultados poderão indicar que maior atividade parassimpática e da atividade dos músculos zigomático maior e orbicular do olho e menor atividade simpática e da atividade do corrugador do supercílio são marcadores neurobiológicos relacionados a pistas pró-sociais. No futuro, poderão ser utilizadas estratégias terapêuticas que possam regular esses parâmetros neurobiológicos no sentido de promover melhor bem estar físico e mental e consequentemente trazendo benefícios aos indivíduos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa cujo objetivo é investigar o impacto de cenas de interação social sobre as respostas fisiológicas e comportamentais de indivíduos saudáveis, além de verificar se os traços individuais podem modular esses efeitos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos de acordo com a resolução 466/2012 foram apresentados.

| | | | |
|---|------------------------------|----------------------------------|--|
| Endereço: Morro do Cruzeiro-ICEB II, Sala 29 -PROPP/UFOP | | | |
| Bairro: Campus Universitário | | CEP: 35.400-000 | |
| UF: MG | Município: OURO PRETO | | |
| Telefone: (31)3559-1368 | Fax: (31)3559-1370 | E-mail: cep@propp.ufop.br | |

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



Continuação do Parecer: 817.668

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

APROVADO

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

OURO PRETO, 03 de Outubro de 2014

Assinado por:
Núncio Antônio Araújo Sól
(Coordenador)

Endereço: Morro do Cruzeiro-ICEB II, Sala 29 -PROPP/UFOP
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 35.400-000
UF: MG **Município:** OURO PRETO
Telefone: (31)3559-1368 **Fax:** (31)3559-1370 **E-mail:** cep@propp.ufop.br

APÊNDICE B – COMPARAÇÃO DA VALÊNCIA E DA ATIVAÇÃO ENTRE OS BLOCOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS EXPERIMENTAIS

| Valência | | | | |
|--------------|-------|---------------|------|------|
| Bloco | Média | Desvio padrão | t | p |
| Afiliativo 1 | 7,14 | 0,44 | 0,67 | 0,50 |
| Controle 2 | 7,03 | 0,41 | | |
| Afiliativo 2 | 7,18 | 0,33 | 1,33 | 0,19 |
| Controle 1 | 7,00 | 0,36 | | |
| Afiliativo 1 | 7,14 | 0,44 | 0,23 | 0,81 |
| Afiliativo 2 | 7,18 | 0,33 | | |
| Controle 1 | 7,00 | 0,36 | 0,21 | 0,83 |
| Controle 2 | 7,03 | 0,41 | | |

| Ativação | | | | |
|--------------|-------|---------------|------|------|
| Bloco | Média | Desvio padrão | t | p |
| Afiliativo 1 | 3,75 | 0,46 | 0,81 | 0,42 |
| Controle 2 | 3,92 | 0,67 | | |
| Afiliativo 2 | 3,62 | 0,54 | 1,41 | 0,16 |
| Controle 1 | 3,90 | 0,51 | | |
| Afiliativo 1 | 3,75 | 0,46 | 0,67 | 0,50 |
| Afiliativo 2 | 3,62 | 0,54 | | |
| Controle 1 | 3,90 | 0,51 | 0,09 | 0,92 |
| Controle 2 | 3,92 | 0,67 | | |

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: “Psicofisiologia das Emoções: O Impacto de Fotografias Positivas e dos Traços Individuais”

Convidamos você a participar como voluntário de um estudo que irá investigar a influência de fotografias positivas e dos traços individuais sobre a resposta de marcadores neurobiológicos e comportamentais. Este estudo será realizado no Laboratório de Psicofisiologia, localizado no ICEB III (subsolo) no Campus Morro do Cruzeiro, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) sob a coordenação da Profª Drª Gabriela Guerra Leal de Souza.

O teste será realizado em uma sala especialmente preparada (isolamento de som relativo, e temperatura controlada). Ao longo do teste você assistirá fotografias, preencherá questionários e serão mensuradas as seguintes medidas fisiológicas: batimentos cardíacos, suor da ponta dos dedos, respiração e contração de alguns músculos faciais. A duração total do experimento será de aproximadamente 1 hora e 15 min.

Todos os seus questionários e dados fisiológicos não serão nominais e sim numerados para que seja garantido o anonimato e a confidencialidade. Os dados dos questionários serão armazenados em armários que ficarão trancados e arquivados por 5 anos, sendo logo após incinerados. Os dados fisiológicos ficarão armazenados em computadores do Laboratório de Psicofisiologia, que possuem senhas inviabilizando assim, o acesso de terceiros aos seus dados. Todo o material estará sob a responsabilidade da professora e coordenadora do projeto. Será utilizada uma equipe treinada e capacitada visando minimizar possíveis constrangimentos durante o preenchimento dos questionários e desconforto durante a coleta dos sinais fisiológicos.

A sua participação na pesquisa é voluntária e você estará livre para interrompê-la a qualquer momento, sem que isto lhe prejudique. Não será oferecido nenhum tipo de ressarcimento financeiro de despesas decorrentes da sua participação, porém você poderá entrar em contato com a pesquisadora para qualquer tipo de esclarecimento.

Em qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso à professora e pesquisadora Gabriela Guerra Leal de Souza, por telefone (31) 3559-1672 (DECBI), e-mail: souzaggl@gmail.com ou ainda pessoalmente no ICEB III, subsolo, sala 01. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética desta pesquisa, poderá entrar em contato pessoalmente com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), localizado na Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPP), ICEB II, Campus Universitário – Morro do Cruzeiro, Universidade Federal de Ouro Preto, por telefone (31) 3559-1368 ou e-mail: mailto:cep@propp.ufop.br.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito do estudo acima citado. Ficaram claros para mim quais são os procedimentos a serem realizados e garantia de proteção e sigilo dos meus dados individuais. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e concedo para fins científicos, os direitos sobre os meus dados. Poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízos de qualquer espécie.

Ouro Preto, _____ de _____ de 20__ .

| | Voluntário | Pesquisador |
|-------|-------------------|-------------------------------|
| Nome: | | Gabriela Guerra Leal de Souza |

| | | |
|-------------|--|--------------------------|
| Assinatura: | | <i>Giuseppina Guarna</i> |
|-------------|--|--------------------------|

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE SAÚDE E HÁBITOS GERAIS

Código do Participante: _____

NÃO HÁ QUALQUER IDENTIFICAÇÃO NOMINAL NOS QUESTIONÁRIOS QUE VOCÊ IRÁ RESPONDER AGORA E NEM NOS DADOS FISIOLÓGICOS QUE SERÃO COLETADOS A SEGUIR. A PARTIR DE AGORA, VOCÊ SERÁ IDENTIFICADO PELO NÚMERO QUE ESTÁ NA PARTE SUPERIOR DESTA FOLHA. PORTANTO, SEJA O MAIS SINCERO POSSÍVEL NA RESPOSTA ÀS PERGUNTAS ABAIXO.

Por favor, preencha com letra de forma.

Data: ____/____/_____

Sexo: Feminino Masculino

Idade: _____

Curso de graduação: _____

Período: _____

1) Há quanto tempo você mora em Ouro Preto/Mariana? _____

2) Em Ouro Preto/Mariana, você mora em que tipo de moradia?

República particular República federal Alojamento

Residência sozinho Residência com colegas Residência com seus pais/parentes

3) Você tem filho? sim não Se sim, quantos anos tem o seu(sua) filho(a)? _____

4) Você mora com alguma criança? sim não

Se sim:

Qual a idade da criança? _____

Qual o grau de parentesco? _____

5) Você tem ou teve alguma dessas doenças diagnosticadas por um médico?

Depressão. Quando? _____

Ansiedade generalizada. Quando? _____

Pânico. Quando? _____

Transtorno Bipolar. Quando? _____

Transtorno obsessivo compulsivo. Quando? _____

Fobia (qual? _____). Quando? _____

Outros transtornos mentais (qual? _____). Quando? _____

Alguma doença neurológica? (qual? _____). Quando? _____

Alguma doença cardíaca (qual? _____). Quando? _____

Nenhuma

6) Você está fazendo uso de medicamentos? Especifique a via de administração de acordo com os códigos: via oral (o), injetável (i), tópico (t), spray (s). Medicamentos:

Anticoncepcional Sim Não Qual? _____ Via: ()

7) No caso de ser do sexo feminino, favor escrever a data da última menstruação. ____/____/____.

8) Pratica esportes regularmente? sim não

Qual é o esporte? _____

Qual a frequência semanal? _____

Qual a duração de cada uma das sessões? _____

Há quanto tempo pratica? _____

9) Exercitou-se hoje? sim não

Que exercício você fez? _____

Por quanto tempo? _____ Que horas realizou esse exercício? _____

10) Fez ingestão de cafeína hoje (café, cappuccino, mate, coca-cola e etc...)? sim não

Que horas fez a ingestão? _____

11) Fez ingestão de álcool nas últimas 24 h? sim não

12) Fez ingestão de drogas ilícitas nas últimas 24 h? sim não

13) Recentemente, você passou por alguma situação que considere extremamente estressante?

sim não

Qual foi a situação? _____

Quando ela ocorreu? _____

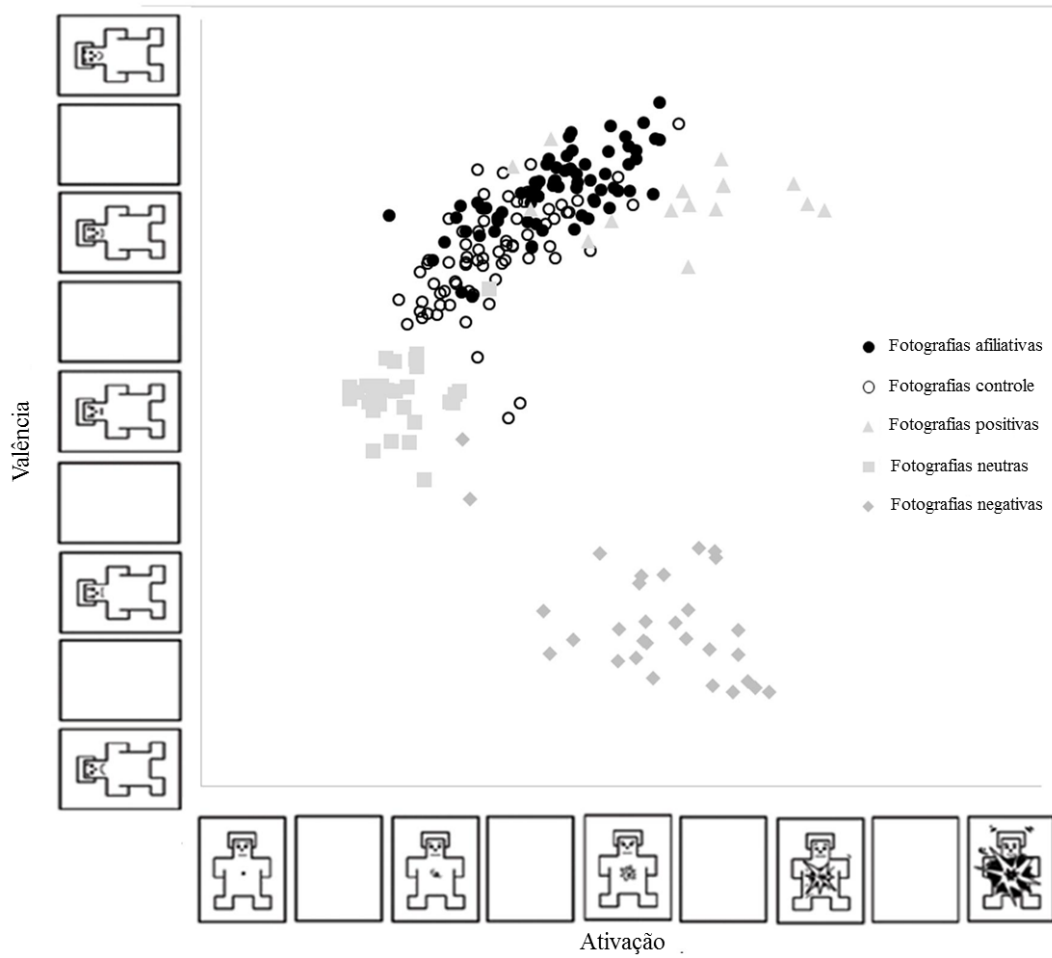
| 14) Durante os três últimos meses, com que frequência você utilizou a(s) substância(s) abaixo? | Nunca | 1 ou 2 vezes | Mensalmente | Semanalmente | Diariamente ou quase todo dia |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Derivados do tabaco (cigarros, charuto, cachimbo, fumo de corda...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Bebidas alcoólicas (cerveja, vinho, destilados como pinga, uísque, vodka, vermouths...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Maconha (baseado, erva, haxixe...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cocaína, crack (pó, pedra, branquinha, nuvem...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Estimulantes como anfetaminas ou ecstasy (bolinhas, rebites...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Inalantes (cola de sapateiro, cheirinho-da-loló, tinta, gasolina, éter, lança-perfume, benzina...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Hipnóticos/sedativos (remédios para dormir: diazepam, lorazepam, lorax, dienpax, rohypnol) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Drogas alucinógenas (como LSD, ácido, chá-de-lírio, cogumelos...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Opióides (heroína, morfina, metadona, codeína...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Outras, Especificar: _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

15) Se você NUNCA fumou derivados de tabaco, pode passar para a folha seguinte. Se você fuma ou já fumou, responda as perguntas a, b e c.

- a) Somando todos os cigarros (derivados de tabaco) que você fumou na vida inteira, o total chega a 5 maços ou 100 cigarros?
 Sim Não
- b) Atualmente você fuma cigarros?
 Sim Não
- c) Quando foi a última vez que você fumou cigarros? _____

ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS QUANTO À VALÊNCIA E ATIVAÇÃO SEGUNDO OS PADRÕES DO IAPS



Adaptado de Silva et al. (2017)

IDENTIFICAÇÃO NÚMÉRICA DAS FOTOGRAFIAS UTILIZADAS EM CADA BLOCO EXPERIMENTAL

| Número de identificação das fotografias | | | | | | | |
|---|-----|-------------|-----|------------|-----|------------|-----|
| Afilativo 1 | | Afilativo 2 | | Controle 1 | | Controle 2 | |
| 7 | 91 | 9 | 97 | 10 | 98 | 8 | 92 |
| 29 | 99 | 21 | 107 | 22 | 108 | 30 | 100 |
| 73 | 101 | 31 | 115 | 32 | 116 | 74 | 102 |
| 45 | 105 | 81 | 127 | 82 | 128 | 46 | 106 |
| 65 | 117 | 43 | 129 | 44 | 130 | 66 | 118 |
| 71 | 125 | 57 | 131 | 58 | 132 | 72 | 126 |
| 41 | 141 | 39 | 139 | 40 | 140 | 42 | 142 |

ANEXO B – ÍNDICE DE REATIVIDADE INTERPESSOAL

As frases abaixo se referem aos seus pensamentos, sentimentos e atitudes em diversas situações. Indique o quanto cada uma delas o descreve escolhendo a opção apropriada

| | Não me descreve | Me descreve um pouco | Me descreve mais ou menos | Me descreve bem | Me descreve muito bem |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Costumo fantasiar com coisas que poderiam me acontecer | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Preocupo-me com as pessoas que não têm uma boa qualidade de vida | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Escuto os argumentos dos outros, mesmo estando convicto de minha opinião. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Fico comovido com os problemas dos outros. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Sinto emoções de um personagem de filme como se fossem minhas próprias emoções | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Fico apreensivo em situações emergenciais. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Depois de ver uma peça de teatro ou um filme sinto-me envolvido com seus personagens. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Antes de tomar alguma decisão procuro avaliar todas as perspectivas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Quando vejo que se aproveitam de alguém, sinto necessidade de protegê-lo. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Sinto-me indefeso numa situação emotiva. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 11. Tento compreender meus amigos imaginando como eles veem as coisas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Habitualmente me envolvo emocionalmente com filmes e/ou livros. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Habitualmente fico nervoso quando vejo pessoas feridas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Incomodo-me com as coisas ruins que acontecem aos outros | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Imagino como as pessoas se sentem quando eu as crítico. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. Tenho facilidade de assumir a posição de um personagem de filme. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. Fico tenso em situações de fortes emoções | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. Sinto compaixão quando alguém é tratado injustamente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 19. Costumo me emocionar com as coisas que vejo acontecer aos outros | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20. Descrevo-me como uma pessoa de “coração mole” (muito sensível). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 21. Quando vejo uma história interessante, imagino como me sentiria se ela estivesse acontecendo comigo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 22. Perco o controle quando vejo alguém que esteja precisando de muita ajuda | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 23. Tento compreender o argumento dos outros | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 24. Tendo a perder o controle durante emergências | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 25. Sou neutro quando vejo filmes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 26. Coloco-me no lugar do outro se eu me preocupo com ele | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ANEXO D – ESCALA DE SOLIDÃO

Abaixo encontram-se várias afirmativas sobre a forma que alguém pode **se sentir**, pedimos que leia com atenção e marque com que frequência cada uma das afirmativas abaixo descreve você.

| | Nunca | Raramente | Algumas vezes | Frequentemente |
|--|-------|-----------|---------------|----------------|
| 1. Eu me sinto infeliz por fazer tantas coisas sozinho(a). | | | | |
| 2. Eu não tolero ficar tão sozinho(a). | | | | |
| 3. Eu sinto que não tenho companhia. | | | | |
| 4. Eu sinto que ninguém me compreende. | | | | |
| 5. Eu fico esperando as pessoas me ligarem ou escreverem. | | | | |
| 6. Eu sinto que não tenho ninguém a quem eu possa recorrer. | | | | |
| 7. Eu não me sinto próximo(a) a ninguém. | | | | |
| 8. Sinto que meus interesses e ideias não são compartilhados por aqueles que me rodeiam. | | | | |
| 9. Eu me sinto excluído(a). | | | | |
| 10. Eu me sinto completamente sozinho(a). | | | | |
| 11. Eu sou incapaz de me aproximar e de me comunicar com as pessoas ao meu redor. | | | | |
| 12. Eu sinto que minhas relações sociais são superficiais. | | | | |
| 13. Eu me sinto carente de companhia. | | | | |
| 14. Eu sinto que ninguém me conhece realmente bem. | | | | |
| 15. Eu me sinto isolado(a) das outras pessoas. | | | | |
| 16. Sou infeliz estando tão excluído(a). | | | | |
| 17. Para mim é difícil fazer amigos. | | | | |
| 18. Eu me sinto bloqueado(a) e excluído(a) por outras pessoas. | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| 19. Sinto que as pessoas estão ao meu redor, mas não estão comigo. | | | | |
| 20. Eu me sinto incomodado(a) em realizar atividades sozinho(a). | | | | |

