

Emoção-Atenção: Respostas neuronais EPN em estímulos de consumo alimentar - Um estudo ERP

Hugo de Almeida¹, Sónia Brito-Costa², Irina Adriana Saur Amaral³

¹ Consumer Neuroscience lab (Cnl), Universidade de Aveiro, hugodealmeida@ua.pt

² Applied Research Institute (I2A), Instituto Politécnico de Coimbra, sonya.b.costa@gmail.com

³ CIMAD & GOVCOPP, Universidade de Aveiro, isaur@ua.pt

Resumo

As reações emocionais complexas combinam e estruturam-se em duas dimensões motivacionais, traduzidas pelos estados defensivos e apetitivos, mecanismos de adaptação evolutiva e de sobrevivência. Na natureza, os seres humanos quando expostos a estímulos emocionais, produzem padrões neuronais de processamento atencional, (> 120 ms), reflectindo-se na seleção de respostas e na discriminação de estímulos. Estes padrões, modeladores de estados afetivos e cognitivos, afetam os campos recetivos neuronais, com modulação da amplitude da early posterior negativity (EPN), gerando comportamento humano atencional distinto, entre homens e mulheres, quando expostos as mesmas condições experimentais. Para aferirmos se este processo ocorre em estímulos de consumo alimentar, testamos o projetivo comportamento preferencial e diferencial de consumo, tendo por base as diferenças evolutivas dos sujeitos do sexo masculino e feminino. Sujeitamos os participantes a um procedimento experimental exploratório, induzindo um conjunto de estímulos forçados, compostos por imagens de Hambúrgueres vegetarianos e não vegetarianos. A medição da actividade cerebral, foi adquirida através de Eletroencefalografia (EEG). Os resultados sugerem que a modulação da amplitude early posterior negativity (EPN), tanto para estímulos positivos, como negativos apresentam diferenças significativas entre a actividade cerebral de género. Nos pontos de corte entre 120 e 200 ms, foi possível observar que as regiões occipito-temporais estiveram mais ativadas para os participantes do sexo masculino quando foram expostos a estímulos de hambúrgueres não vegetais.

Palavras-chave: Emoção, Atenção, EEG, ERP, EPN, Comportamento, Consumo

Abstract

Complex emotional reactions are structured along two motivational dimensions: defensive and appetitive states, which act as mechanisms of evolutionary adaptation and survival. In nature, when exposed to emotional stimuli, humans produce neural patterns of attentional processing (> 120 ms), which are reflected in response selection and stimulus discrimination. These patterns, which shape affective and cognitive states, influence neuronal receptive fields through the modulation of early posterior negativity (EPN) amplitude, resulting in distinct attentional behaviours between men and women when exposed to the same experimental conditions. To assess whether this process occurs in food consumption-related stimuli, we tested the projective preferential and differential consumption behaviour based on the evolutionary differences between male and female participants. Participants underwent an exploratory experimental procedure involving a set of forced-choice stimuli composed of images of vegetarian and non-vegetarian hamburgers. Brain activity was measured using Electroencephalography (EEG). The results suggest that the modulation of EPN amplitude, in response to both positive and negative stimuli, presents significant gender differences in brain activity. Between the 120 and 200 ms time window, it was observed that the occipito-temporal regions were more activated in male participants when exposed to non-vegetarian hamburger stimuli.

Keywords: Emotion, Attention, EEG, ERP, EPN, Behaviour, Consumption

1. INTRODUÇÃO

As emoções têm um papel importante nas dinâmicas do ser humano. Os estímulos emocionais na atenção são processos dinâmicos e complexos (Bocanegra & Zeelenberg, 2009). A ativação por parte de estímulos emocionais evocam marcadores atencionais visuais seletivos (Bolos et al., 2021).

Estímulos forçados adquiridos por QEEG, demonstraram modulações significativas em componentes *event related potential* (**ERP**) em localizações relacionadas com processamento visual quando os sujeitos eram expostos a estímulos de referência emocional, não se mostrando esta tendência tão saliente em estímulos de natureza neutra (Schupp et al., 2006). Estudos referentes a relação emoção-atenção de **ERP** revelaram componentes significativos de *early posterior negativity* (**EPN**) mostrando a evidência da complexidade da estrutura do processamento da emoção visual seletiva (Schupp et al., 2008). Com frequência os estudos de **ERP**, demonstraram que os estímulos emocionais visuais excitantes que atuam na dicotomia, degradáveis e agradáveis, estão diretamente relacionados a *triggers de late positive potential* (**LPP**) em comparação a estímulos neutros (> 400 ms) (Codispoti et al., 2006).

Adicionalmente, tem sido observado que o **ERPs** sofrem uma variação potenciada pelo estado de excitação emocional em estímulos afetivos (Müller-Bardorff et al., 2018). Em oposição a estímulos neutros, nos pontos de *coorte* compreendidos entre os 150ms e os 300ms, o occipital P1 reflete menos positividade (Schindler et al., 2020). Os modeladores **EPN** estão mais presentes nos estímulos com relevância evolutiva e de sobrevivência das espécies, ativando a atenção visual automática precoce (Van Strien & Van der Peijl, 2018), produzindo mudanças autonómicas, gerando padrões associados à preparação para a ação (Lang et al., 1997).

Consequentemente, o nível verificado de *arousal* dos estímulos emocionais sugere a disponibilização de recursos atencionais aprimorados, estando relacionado o nível atencional e a sua amplitude crescente pelas características indexadas ao valor do estímulo afetivo (Olofsson et al., 2008). O paradigma de ERPs, sendo a aquisição através de EEG quantitativo, e beneficiando da resolução temporal, é fundamental para a caracterização e entendimento dos processos e análise dos parâmetros de amplitude e latência das modulações dos componentes ERP no processamento visual (Duncan et al., 2009).

A estimação das fontes, matriz de covariância espacial do sinal EEG, demonstra a diferenciação do EPN em dois pontos opostos de ativação na janela temporal N170 (140 – 190 ms), (EPN, 250 – 360 ms) (Müller-Bardorff et al., 2018). Estes resultados, medidos em P1, parecem indicar que a construção emocional está dependente das regiões occipito-temporais dentro da dominância do hemisfério direito (Müller-Bardorff et al., 2018; Rotshtein et al., 2010; Rossion et al., 2000).

De acordo com estes resultados, notavelmente, estudos de EEG sugerem que o processamento perceptivo pode ser guiado por fatores motivacionais, sendo considerado um processo básico de modulação emocional (Morris et al., 1998).

Da perspetiva da estrutura de processo duplo, a componente EPN nas diversas classificações emocionais, pode não ocorrer apenas em modulações elevadas e não elevadas, e parece levantar condicionantes a uma decodificação mais estratégica de informações emocionais. Os componentes ERP sobre diferentes condições de *priming*, são processos mais pronunciados para estímulos de alto significado evolutivo, ou seja, imagens eróticas e fotos de mutilações (Junghöfer et al., 2001).

No que concerne à exploração dos mecanismos do processamento facial emocional, foram fornecidos dados importantes sobre a discriminação de estímulos emocionais, especificamente, a **EPN**, foi considerado o primeiro componente cortical de ERP a ser relacionado com o processamento emocional em estímulos emocionais. (Schupp et al., 2003). Podemos encontrar esta componente ERP na janela temporal entre o *trigger* inicial dos 200 ms os 359ms (Hammerschmidt et al., 2018).

Um largo número de estudos revelou que a emoção conduz um conjunto de processos que facilitam a percepção, envolvendo fortemente mecanismos de processamento complexos, que tem como resultado o melhoramento dos processos perceptivos da atenção (Phelps et al., 2006).

O processamento afetivo no cérebro humano, levanta um conjunto de interesses pelas potencialidades de aplicação em várias áreas do conhecimento. Os **ERPs** permitem a avaliação das respostas neuronais a eventos afetivos com resolução temporal de milissegundos, e, medir **ERPs** permitiu concluir que gestos simbólicos variando em valência

hedónica e a componente afetiva do ser humano, acontecem em janelas temporais de processamento 120-200ms, correspondente à fase anterior de processamento com similaridades a processamentos emocionais não-verbais. Alguns estudos em linguagem emocional evidenciam semelhanças com a caracterização anteriormente explicitada, e concretamente na leitura de signos linguísticos, na valência agradável e desagradável, aparecem evidências que estas potenciam amplitudes **EPN** perfeitas relativamente a itens compostos por componentes neutras, comprovando assim a relação emoção-atenção indicada pelo componente EPN, representada pelas associações implícitas da partilha. O **EPN** foi sugerido para indicar marcação de percepção precoce e processamento, priorizado de processamento emocional (Carretié, 2014; Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2009).

A modulação **EPN** foi anteriormente relacionada a processos de seleção de atenção precoce e é vista como uma componente de codificação estrutural e *configural* sendo indicativa de processos avaliação associativos emocionais, aqui, as instruções atencionais devem amplificar a modulação emocional dos **ERPs** envolvidos no estágio de processamento assumido de estímulos.

O presente estudo examinou os efeitos de saliência motivacional associada ao comportamento preferência, representada pelo processamento da emoção, e a sua relação com efeitos atencionais sugerida pela componente **EPN**. O objetivo específico passou por interpretar se a componente **EPN** é sensível às preferências afetivas protagonizadas pelas diferenças de género, feminino-masculino, quando expostas aos mesmos estímulos de alimentos de consumo humano, especificamente em duas categorias de gosto distintas, hambúrgueres vegetarianos e hambúrgueres não vegetarianos.

2. MATERIAIS E METODOS

2.1. PARTICIPANTES

Trinta participantes, estudantes voluntários saudáveis (15 mulheres, 15 homens) com a média de idade de 23,9 anos (variação de 20 a 31), todos eles portugueses nativos. Na entrevista, os sujeitos não relataram uso de drogas, doenças neurológicas, mentais ou físicas crónicas ou toma de medicação. Foram assegurados que todos os sujeitos não eram vegetarianos nem veganos. Todos os voluntários leram e assinaram um formulário de consentimento informado livre e esclarecido, detalhado e aprovado pela regulamentação geral de proteção de dados pessoais da Universidade de Aveiro.

2.2. ESTÍMULOS

Foram apresentados 200 estímulos experimentais em dez blocos de 20 estímulos=300000ms x 10=3 000 000ms, 100 neutros, *cats faces pictures*, e 100 imagens de hambúrgueres vegetarianos e não vegetarianos (Figura_1). As imagens foram adquiridas da base de dados getty Image. As sequências de estímulos foram randomizadas e as imagens de hambúrgueres foram apresentadas durante 10000 ms e as *cats faces pictures* durante 5000ms, nenhum bloco e intervalo entre estímulos foram programados, com a *cat face* a ser uma interferência entre estímulos exibida no centro do ecrã (Figura_2). Todas as imagens foram expostas de forma vertical para obter controlo na variação visual. As imagens tinham resolução visual de 70 pixels, e o tamanho era de 6 × 8 cm. Foi controlado nas imagens que não continham qualquer estímulo não relacionado com o *target* do estudo, letterings, brands, bebidas, especificamente batatas fritas, silhuetas humanas ou outra qualquer referência a animais, na mesma imagem. O ângulo de visão era de 7,8 ° e foi utilizado um headfix para garantir a estabilização da cabeça garantindo os corretos ângulos de visão.

ICIEMC 2020



Figura 1 _ exemplos dos estímulos forçados apresentados.

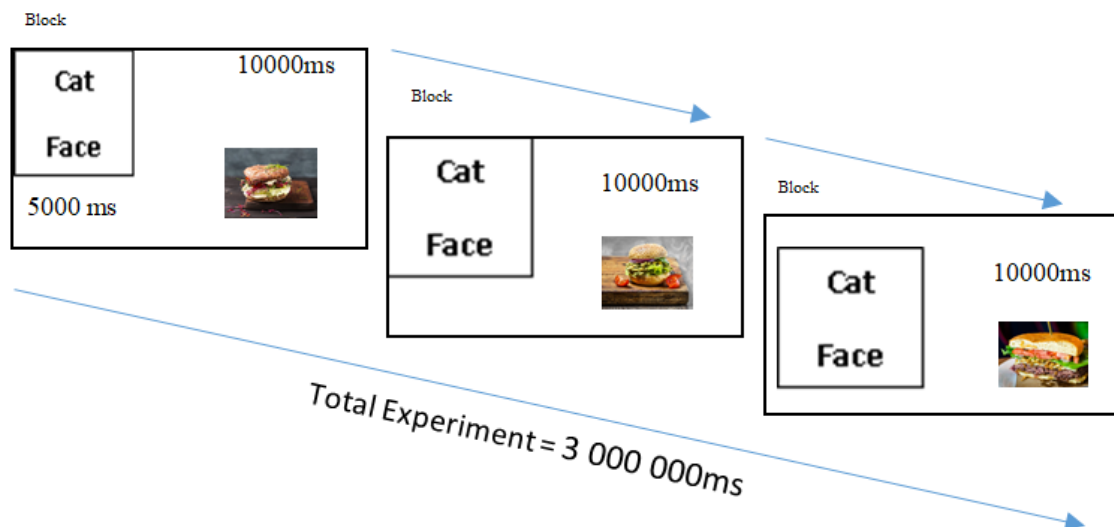


Figura 2 _apresentação do experimento

Os estímulos neutros *Cat faces* não são aqui apresentados devido a questões de direitos autorais.

2.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os participantes foram acomodados numa cadeira confortável e a luminosidade da câmara de Gesell controlada para as características de baixa luminosidade. Eles foram instruídos para fixar a visão no centro do ecrã na distância de 1 metro na exposição e duração de cada bloco experimental. Após serem dadas as instruções iniciais, os participantes testaram um bloco de 20 estímulos para adaptação comportamental e cognitiva. Depois da etapa inicial e com os sujeitos familiarizados com o ambiente do laboratório, os indivíduos receberam 10 blocos de 20 estímulos. O tempo exato de início de cada estímulo foi medido através de um fotodiodo. Para cada estímulo, o tempo de exposição foi de 500ms, o tempo de intervalo foi randomizado entre os 2000ms e os 2500ms. Para garantir a estabilidade expositiva por participante, os estímulos foram randomizados por bloco.

2.4. GRAVAÇÕES ERP E ANÁLISES

Os ERP com derivações 129 rede de sensores geodésicos, (Figura_3), com filtros aplicados de 0,01 a 100 Hz, e amostragens de 250 Hz. Foi utilizado software de aquisição de biosinais Netstation e amplificadores da Electrical Geodesics, Inc. - EGI (EGI; Eugene, OR). As baselines de funcionamento basearam-se em impedâncias não superiores a 30 k. O registo dos dados foi feito de forma constante e foi utilizado um sensor de vértice como referência. O tratamento de artefactos baseou-se nos métodos de Nolan et al., 2010 para controlar os efeitos estatísticos de artefactos para análises ERP. Os biodados adquiridos sofreram uma correção na linha base e foram transformados em referência média. Por último, o formato de ondas médias foi extraído separadamente por 20 células experimentais, uma categoria por estímulo válido e estímulo neutro por sensor e por participante.

Na análise estatística o processamento comportado retificado e aceite foi considerado a onda de fonte única em cada ponte tempo e medidas repetidas convencionais ANOVAs. Nas análises de controlo da forma de onda, foram determinados válidos apenas os eventos observados por um tempo de duração superior a 10 ms. Foram observadas interações com consistência no contraste de género x categoria no intervalo temporal de 100 a 200ms. Na análise ANOVA convencional, foram consideradas as médias das fontes occipito-temporais mais salientes e com uma dinâmica temporal partir de 130 a 180 ms.

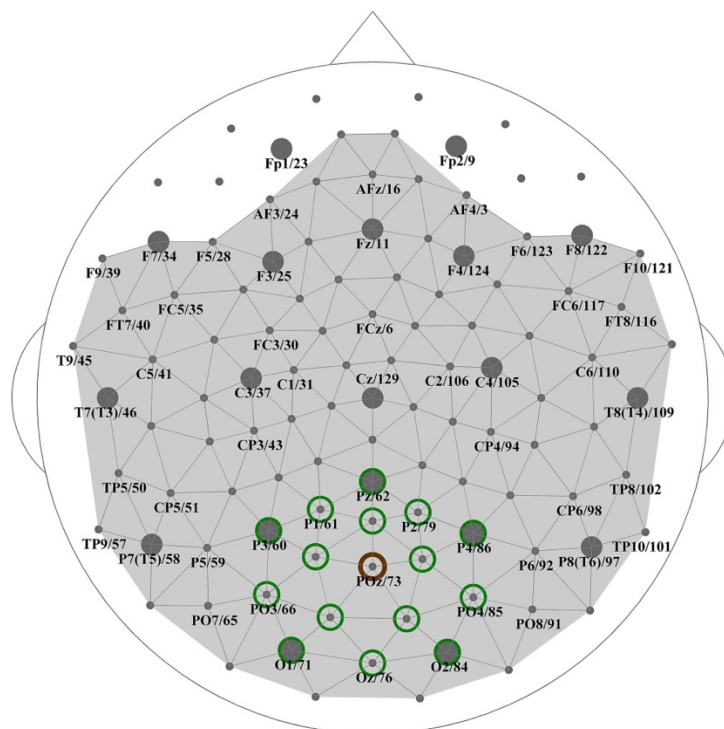


Figura 3 _ rede de sensores geodésicos

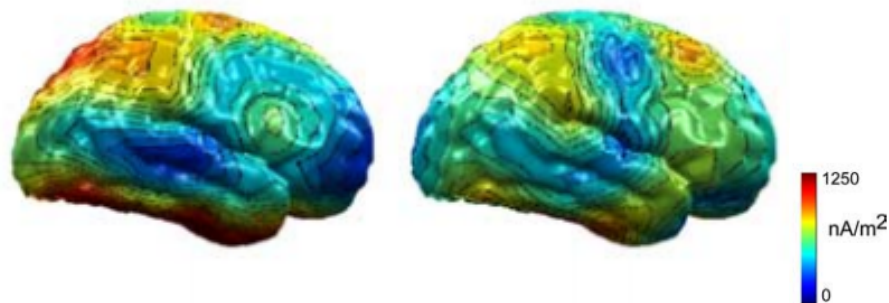
3. RESULTADOS

3.1. EEG: ANÁLISE DO SENSOR

Na janela de tempo após o estímulo inicial entre os (> 120 ms) e os (< 200 ms), medido como a amplitude média foram observadas relações significativas entre gênero e categoria e isso resultou em dois locais de agrupamento anatômico lateralizado em localizações occipito-temporais (giro temporal médio, giro temporal inferior, giro fusiforme) e médio-occipitais posteriores (precuneus, cuneus, giro occipital superior, giro occipital médio, giro occipital inferior) respectivamente (Figura_4).

Na análise estatística ANOVA relativo a categoria de imagens e tendo como variáveis o gênero (masculino vs feminino), foi descoberta uma relação elevadamente significativa entre a categoria e o gênero ($F(1,21) = 46,6$; $p < 0,0001$) e observada uma ativação neuronal mais pronunciada para hambúrgueres não vegetarianos para homens e hambúrgueres vegetarianos para mulheres (Figura_5). Excluindo a variável categoria e gênero não se observou nenhuma relação significativa ($F_s(1, 32) < 1$; ns).

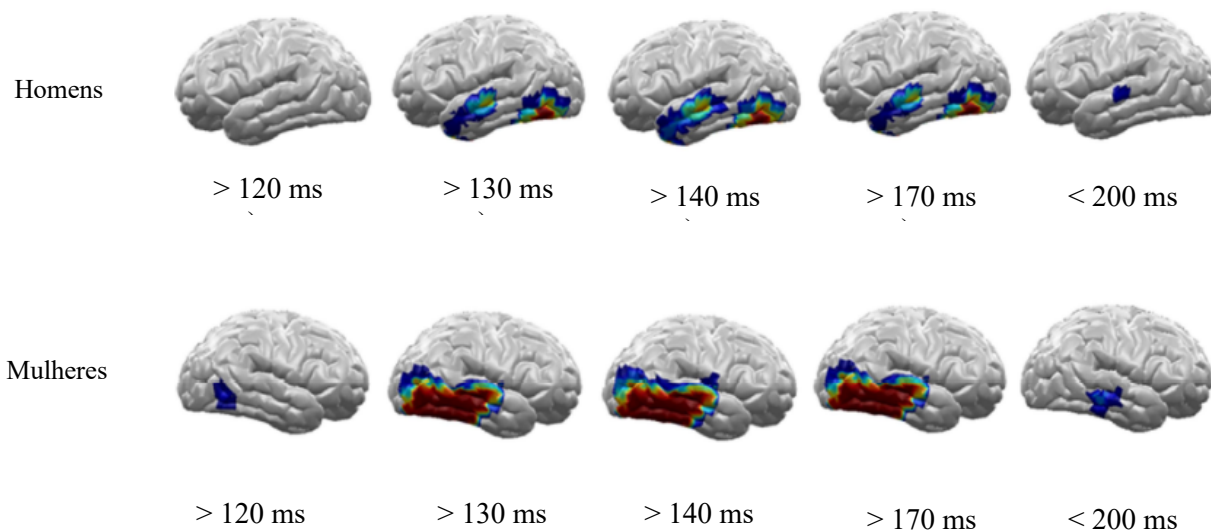
Nas análises efetuadas usando ANOVAs com a divisão pronunciada entre sujeitos do sexo feminino e masculino, foram observadas relações significativas na categoria (masculino: $F(1,8) = 21,2$; $p < 0,001$; feminino: $F(1,8) = 21,3$; $p < 0,001$) não aparecendo nenhum critério significativo na relação, categoria $\times$ hemisfério ou hemisfério ($F_s(1,17) < 1$; ns). Na análise da atividade neuronal para o fator hemisfério e fator categoria, existiu uma correlação significativa na atividade neuronal hemisférica, direta para a categoria hambúrguer não vegetariano ($r(20) = 0,41$ $p < 0,05$; unilateral). Na divisão de gêneros este efeito de saliência apresentou significância, unicamente para o sexo masculino ($r(20) = 0,61$; $p < 0,05$) (Figura_6).



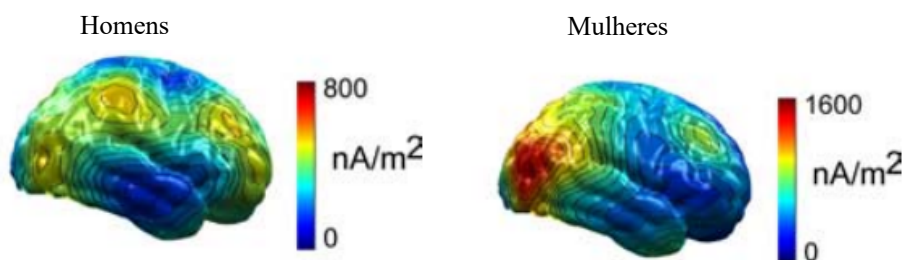
(Figura_4) Agrupamento anatômico lateralizado

3.2. ESTIMATIVAS DA FONTE DE EEG

Na estimativa de fontes do EEG, para identificar regiões do cérebro com atividade de diferentes significâncias funcionais (Imagem funcional da atividade elétrica cerebral) foi utilizado o *software* LORETA (*Low Resolution Tomography*) e o SPM99 (*Statistical Parametric Mapping*). As estimativas das fontes relacionados a **ERP** revelaram diferenças significativas na frequência e características topográficas nas diferenças entre gêneros entre hambúrgueres vegetarianos e não vegetarianos. A inspeção visual das formas de onda do **ERP** revelou a modulação do potencial do **ERP** relação forte de categoria por gênero sobre as regiões têmporo-occipitais e em ambas as localizações parietais entre a janela temporal 120 e 230 ms.



(Figura_5) Ativação neuronal EPN, mais pronunciada para hambúrgueres não vegetarianos para homens e hambúrgueres vegetarianos para mulheres



(Figura_6) Correlação, género masculino, significativa na atividade neuronal, hemisférica direita para a categoria hambúrguer não vegetariano.

4. DISCUSSÃO

Este estudo tentou perceber os atributos emocionais na sua relação com os efeitos atencionais sobre estímulos de consumo alimentares, e a ativação neuronal indexada a potenciais cerebrais de eventos relacionados, tendo como base os efeitos da EPN na validação do gosto humano na relação entre géneros.

Como variável independente, a predição do comportamento humano nas motivações para o comportamento de consumo, tem por base as atitudes e a manutenção da homeostasia da felicidade e do prazer. A análise neuronal, revelou diferenças significativas entre géneros para hambúrgueres vegetarianos e hambúrgueres não vegetarianos. Particularmente, o efeito EPN relativo ao género masculino foi observado de forma significativa na ativação neuronal para hambúrgueres não vegetarianos, em oposição ao padrão neuronal do género feminino onde se observou efeitos não significativos de EPNs para a mesma categoria de estímulo.

Observamos que o processamento cerebral neste estudo assume um processo implícito, sendo processado na janela temporal até ao ponto de corte dos 200ms, consistente com a ideia que estes processos tem uma reduzida relação com processos conscientes ou perceptivos (Laurent et al., 2020)(Berridge & Winkielman, 2003).

Esta questão levanta hipóteses de subjetividade no processo de escolha no comportamento do consumidor, que pode em parte ser explicado pela relação, evolução e comportamento, ponto comum da execução comportamental pelos

aspectos evolutivos. Sendo que o **EPN** é um potencial relacionado a eventos (ERP), que reflete o processamento automático antecipado de informação emocionalmente significativa, indexa a atenção seletiva natural (Bradley et al., 2003), processos evolutivos e de sobrevivência (Buss, 1995). A amplitude do **EPN** é amplificada por estímulos de significado evolutivo, componente da evolução para os sujeitos acederem aos seus objetivos, e o comportamento humano é o mecanismo que assegura as direções das ações para as metas que determinam essa componente (dimensão motivacional).

Em suma, os resultados fornecem mais informações sobre o processamento seletivo de preferência comportamental em relação a estímulos de consumo alimentar nas diferenças de géneros, tendo como base a componente EPN.

5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Na diferenciação específica de género nos fatores evolutivos, o estudo tem limitações na seletividade de áreas de processamento correlacionadas com efeitos de genética comportamental. O estudo não fornece nenhuma evidência genética (predisposição) e não relaciona essa evidência com os resultados obtidos na modulação EPN.

REFERÊNCIAS

- Alpers, G. W., Gerdes, A. B. M., Lagarie, B., Tabbert, K., Vaitl, D., & Stark, R. (2009). Attention and amygdala activity: An fMRI study with spider pictures in spider phobia. *Journal of Neural Transmission*, 116(6), 747–757. <https://doi.org/10.1007/s00702-008-0106-8>
- Berridge, K. C., & Winkielman, P. (2003). What is an unconscious emotion? (The case for unconscious “liking”). *Cognition and Emotion*, 17(2), 181–211. <https://doi.org/10.1080/026999303002289>
- Bocanegra, B. R., & Zeelenberg, R. (2009). Dissociating Emotion-Induced Blindness and Hypervision. *Emotion*, 9(6), 865–873. <https://doi.org/10.1037/a0017749>
- Bolos, L. A., Lagerkvist, C. J., Normann, A., & Wendin, K. (2021). In the eye of the beholder: Expected and actual liking for apples with visual imperfections. *Food Quality and Preference*, 87(August 2020), 104065. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104065>
- Bradley, M. M., Sabatinelli, D., Lang, P. J., Fitzsimmons, J. R., King, W., & Desai, P. (2003). Activation of the visual cortex in motivated attention. *Behavioral Neuroscience*, 117(2), 369–380. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.117.2.369>
- Buss, D. M. (1995). Evolutionary Psychology: A New Paradigm for Psychological Science. *Psychological Inquiry*, 6(1), 1–30. https://doi.org/10.1207/s15327965pli0601_1
- Carretié, L. (2014). Exogenous (automatic) attention to emotional stimuli: a review. In *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience* (Vol. 14, Issue 4). <https://doi.org/10.3758/s13415-014-0270-2>
- Ciesielski, B. G., Armstrong, T., Zald, D. H., & Olatunji, B. O. (2010). Emotion modulation of visual attention: Categorical and temporal characteristics. *PLoS ONE*, 5(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013860>
- Codispoti, M., Ferrari, V., De Cesare, A., & Cardinale, R. (2006). Chapter 3 Implicit and explicit categorization of natural scenes. *Progress in Brain Research*, 156, 53–65. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)56003-0](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)56003-0)
- Duncan, C. C., Barry, R. J., Connolly, J. F., Fischer, C., Michie, P. T., Näätänen, R., Polich, J., Reinvang, I., & Van Petten, C. (2009). Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clinical Neurophysiology*, 120(11), 1883–1908. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.07.045>
- Flaisch, T., Häcker, F., Renner, B., & Schupp, H. T. (2011). Emotion and the processing of symbolic gestures: An event-related brain potential study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6(1), 109–118. <https://doi.org/10.1093/scan/nsq022>
- Flaisch, T., Schupp, H. T., Renner, B., & Junghöfer, M. (2009). Neural systems of visual attention responding to emotional gestures. *NeuroImage*, 45(4), 1339–1346. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.12.073>
- Hammerschmidt, W., Kagan, I., Kulke, L., & Schacht, A. (2018). Implicit reward associations impact face processing: Time-resolved evidence from event-related brain potentials and pupil dilations. *NeuroImage*, 179(December 2017), 557–569. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.06.055>
- Herbert, C., Junghofer, M., & Kissler, J. (2008). Event related potentials to emotional adjectives during reading. *Psychophysiology*, 45(3), 487–498. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00638.x>

- Junghöfer, M., Bradley, M. M., Elbert, T. R., & Lang, P. J. (2001). Fleeting images: A new look at early emotion discrimination. *Psychophysiology*, 38(2), 175–178. <https://doi.org/10.1017/S0048577201000762>
- Kissler, J., Herbert, C., Winkler, I., & Junghofer, M. (2009). Emotion and attention in visual word processing-An ERP study. *Biological Psychology*, 80(1), 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.03.004>
- Laurent, B., Peyron, R., Bastuji, H., Frot, M., & Garcia Larrea, L. (2020). Pain and subconscious mechanisms. *Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine*, 204(4), 397–403. <https://doi.org/10.1016/j.banm.2020.01.021>
- Macht, M., & Dettmer, D. (2006). Everyday mood and emotions after eating a chocolate bar or an apple. *Appetite*, 46(3), 332–336. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2006.01.014>
- Morris, J. S., Friston, K. J., Büchel, C., Frith, C. D., Young, A. W., Calder, A. J., & Dolan, R. J. (1998). A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. *Brain*, 121(1), 47–57. <https://doi.org/10.1093/brain/121.1.47>
- Müller-Bardorff, M., Bruchmann, M., Mothes-Lasch, M., Zwitserlood, P., Schlossmacher, I., Hofmann, D., Miltner, W., & Straube, T. (2018). Early brain responses to affective faces: A simultaneous EEG-fMRI study. *NeuroImage*, 178, 660–667. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.05.081>
- Nolan, H., Whelan, R., & Reilly, R. B. (2010). FASTER: Fully Automated Statistical Thresholding for EEG artifact Rejection. *Journal of Neuroscience Methods*, 192(1), 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2010.07.015>
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77(3), 247–265. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.11.006>
- Phelps, E. A., Ling, S., & Carrasco, M. (2006). Emotion facilitates perception and potentiates the perceptual benefits of attention. *Psychological Science*, 17(4), 292–299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01701.x>
- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M. J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., & Crommelinck, M. (2000). The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects: An electrophysiological account of face-specific processes in the human brain. *NeuroReport*, 11(1), 69–74. <https://doi.org/10.1097/00001756-200001170-00014>
- Rotshtein, P., Richardson, M. P., Winston, J. S., Kiebel, S. J., Vuilleumier, P., Eimer, M., Driver, J., & Dolan, R. J. (2010). Amygdala damage affects event-related potentials for fearful faces at specific time windows. *Human Brain Mapping*, 31(7), 1089–1105. <https://doi.org/10.1002/hbm.20921>
- Schindler, S., Bruchmann, M., Steinweg, A. L., Moeck, R., & Straube, T. (2020). Attentional conditions differentially affect early, intermediate and late neural responses to fearful and neutral faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(7), 765–774. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa098>
- Schindler, S., & Bublatzky, F. (2020). Attention and emotion: An integrative review of emotional face processing as a function of attention. *Cortex*, 130, 362–386. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.06.010>
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Hillman, C. H., Hamm, A. O., & Lang, P. J. (2004). Brain processes in emotional perception: Motivated attention. *Cognition and Emotion*, 18(5), 593–611. <https://doi.org/10.1080/02699930341000239>
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Chapter 2 Emotion and attention: event-related brain potential studies. *Progress in Brain Research*, 156, 31–51. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)56002-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)56002-9)
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Öhman, A., Weike, A. I., Stockburger, J., & Hamm, A. O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: An ERP analysis. *Emotion*, 4(2), 189–200. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.4.2.189>
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2003). Attention and emotion: An ERP analysis of facilitated emotional stimulus processing. *NeuroReport*, 14(8), 1107–1110. <https://doi.org/10.1097/00001756-200306110-00002>
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Bublatzky, F., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2008). The selective processing of emotional visual stimuli while detecting auditory targets: An ERP analysis. *Brain Research*, 1230, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.07.024>
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2007). Selective visual attention to emotion. *Journal of Neuroscience*, 27(5), 1082–1089. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3223-06.2007>
- Van Strien, J. W., & Van der Peijl, M. K. (2018). Enhanced early visual processing in response to snake and trypophobic stimuli. *BMC Psychology*, 6(1), 2–9. <https://doi.org/10.1186/s40359-018-0235-2>