



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS



Laíz Aparecida Azevedo Silva

Neurociências e saúde pública: efeito de sistema de rotulagem frontal sobre a reatividade emocional evocada pela visualização de alimentos ultraprocessados.

Niterói/RJ

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS



Laíz Aparecida Azevedo Silva

Neurociências e saúde pública: efeito de sistema de rotulagem frontal sobre a reatividade emocional evocada pela visualização de alimentos ultraprocessados.

Orientadora: Dr.^a Isabel de Paula Antunes David

Tese de Doutorado
submetida à Universidade
Federal Fluminense como
requisito parcial para
obtenção do título de Doutor
em Neurociências.

Niterói/RJ

2024

Folha de aprovação

Laíz Aparecida Azevedo Silva

Neurociências e saúde pública: efeito de sistema de rotulagem frontal sobre a reatividade emocional evocada pela visualização de alimentos ultraprocessados.

Dra. Isabel de Paula Antunes David (Presidente)
Universidade Federal Fluminense

Dra. Liana Catarina Lima Portugal
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Dra. Fátima Cristina Smith Erthal
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dra. Adriana da Cunha Faria Melibeu
Universidade Federal Fluminense

Dra. Regina Célia Cussa Kubrusly
Universidade Federal Fluminense

Niterói/RJ
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter guiado a minha caminhada, concedido força, saúde para enfrentamento da pandemia de COVID-19 e pelo discernimento para conseguir alcançar meus objetivos nesta jornada.

Ao meu amado filho Daniel, meu maior presente durante essa jornada, que mesmo tão pequeno compreendeu os meus momentos de ausência e tornou essa caminhada mais viva, alegre e cheia de amor.

Ao meu esposo, Maicon, pelo companheirismo, paciência, amor, dedicação e força durante toda minha caminhada.

À minha mãe, minha grande incentivadora e meu orgulho, agradeço pelo amor, carinho, paciência e dedicação de sempre.

Aos meus familiares, por estarem ao meu lado apoiando, pelo amor, carinho, paciência e generosidade.

A minha queridíssima orientadora, Isabel David, a quem serei eternamente grata. Que honra aprender com essa mulher extraordinária, muito obrigada por tamanha generosidade, leveza, carinho, paciência e dedicação. Obrigada por ensinar com tanto amor, você é um exemplo, uma inspiração que levarei para minha vida. Obrigada por tanto, agradeço a enorme sorte de ser orientada por você.

Aos meus maiores companheiros de projeto, Thayane Lemos, Guilherme Macedo e Sarah Gaspar, agradeço enormemente todo aprendizado compartilhado, parceria, amizade e carinho, vocês foram fundamentais nessa etapa, muito obrigada!

Aos companheiros do LABNEC pelo acolhimento, carinho e parceria.

Agradeço ao programa de Pós-Graduação em Neurociências e todo o corpo docente de excelência, que se adaptaram e reinventaram para a manutenção da qualidade do ensino, mesmo com o grande desafio da pandemia.

A todos os voluntários que participaram deste experimento, sem os quais não seria possível a realização do mesmo.

Agradeço às queridas professoras Liana Portugal, Fátima Erthal, Adriana Melibeu e Regina Kubrusly, pela grande contribuição e generosidade para compor a banca avaliadora.

RESUMO

Os alimentos ultraprocessados (AUP) evocam fortes reações emocionais positivas que predispõem o seu consumo. Ferramentas de mensuração da emoção, como escalas psicométricas e eletroencefalografia, podem ser úteis para compreensão do consumo excessivo associado aos AUP. Ambas podem ser utilizadas para avaliar se sistemas de rotulagem nutricional frontal seriam eficazes em modular a resposta emocional evocada pelos AUP, tornando a reação emocional a estes alimentos menor ou semelhante a evocada por alimentos *in natura*/minimamente processados (INMP). A tese foi dividida em dois capítulos. No capítulo 1, foi realizado um experimento comportamental remoto, utilizando a metodologia aplicada ao Sistema Internacional de Imagens Afetivas (International Affective Pictures System, IAPS). Estudantes Universitários da UFRJ (n=247) foram aleatoriamente distribuídos em 3 braços do estudo contendo as condições: (1) Controle, sem sistema de rotulagem (código de barras) (n=83); (2) sistema de rotulagem de advertência em formato de triângulo (n = 84); (3) sistema de rotulagem de advertência em formato de octógono (n = 80). Eram apresentadas 92 imagens aos participantes: 70 imagens do catálogo IAPS de diferentes categorias emocionais, 11 imagens de AUP e 11 imagens de alimentos INMP. As imagens de AUP poderiam ser apresentadas com ou sem sistema de rotulagem (código de barras), dependendo do braço do estudo. Após a visualização de cada imagem, os participantes a classificavam em duas dimensões da emoção: valência hedônica e ativação emocional por meio de uma escala denominada *Self-Assessment Manikin* (SAM). Como esperado, as imagens de AUP evocaram maior resposta de valência e ativação que as imagens de alimentos INMP no braço controle do estudo. Entretanto, os participantes que visualizaram imagens de AUP com o selo triangular ou octógono, classificaram as imagens de AUP como igualmente positivas às imagens de alimentos INMP. Ocorreu uma redução da diferença entre a ativação dos AUP e dos alimentos INMP (Delta AUP-INMP) no braço do estudo contendo o octógono. No Capítulo 2, foi realizada uma revisão narrativa da literatura que utiliza a técnica de potenciais relacionadas a eventos, derivada da eletroencefalografia, para mensurar o impacto de sistemas de rotulagem frontais sobre a resposta emocional aos AUP. Estes estudos sugerem que mudanças nas percepções dos AUP causados pelos sistemas de rotulagem frontal sejam seguidas por mudanças nas respostas cerebrais emocionais dos consumidores em relação aos AUP, o que pode influenciar implicitamente o comportamento dos consumidores. Novos estudos interdisciplinares no âmbito da saúde pública e psicofisiologia são necessários para compreender melhor o papel das emoções na eficácia de sistemas de rotulagem frontal. Esperamos que este trabalho faça a ponte entre os campos da neurociência e da investigação sobre o consumo alimentar e forneça uma base para futuras investigações interdisciplinares, gerando evidências científicas que embasam a formulação de políticas públicas mais eficientes para desestimular o consumo de AUP.

Palavra-chave: rótulo de advertência; selo octógono; selo triangular; comportamento alimentar; reatividade emocional; alimentos ultraprocessados; eletroencefalografia.

ABSTRACT

Ultra-processed foods (UPF) elicit strong positive emotional responses that predispose individuals to consume them. Tools for measuring emotions, such as psychometric scales and electroencephalography, can be useful in understanding the excessive consumption associated with UPF. They can help assess whether front-of-package nutrition labels would be effective in modulating the emotional response evoked by UPF, making the emotional reaction to these foods less or similar to that evoked by unprocessed/minimally processed foods (UMFP). The thesis comprises two chapters. Chapter 1 describes a remote behavioral experiment conducted using the methodology applied to the International Affective Pictures System (IAPS). A total of 247 university students from UFRJ were randomly assigned to one of three study arms. University students from UFRJ (n=247) were randomly assigned to 3 study arms containing the following conditions: (1) control, no labeling system (barcode) (n=83); (2) triangular warning label system (n=84); (3) octagonal warning label system (n=80). The first arm was the control group, which had no labeling system and consisted of 83 participants. The second arm consisted of 84 participants and was exposed to a triangle-shaped warning labeling system. The third arm consisted of 80 participants and was exposed to an octagon-shaped warning labeling system. During the study, participants were shown 70 images from the IAPS catalog, which included images from different emotional categories, as well as 11 images of UPF and 11 images of UMFP foods. The UPF images were presented with or without a labeling system (barcode), depending on the arm of the study. After viewing each image, participants rated it on two emotional dimensions: hedonic valence and emotional activation, using a scale called the Self-Assessment Manikin (SAM). As anticipated, the control group showed greater valence and activation responses to the UPF images than to the UMFP food images. However, participants who viewed UPF images with the triangular or octagon label rated them as equally positive as the UMFP food images. In the study arm containing the octagon, there was a reduction in the difference between the activation of UPF and UMFP foods (Delta UPF-UMFP). Chapter 2 presents a narrative literature review that utilizes event-related potentials, derived from electroencephalography, to measure the impact of frontal labeling systems on emotional responses to UPFs. The studies suggest that changes in perceptions of UPFs caused by frontal labeling systems are followed by changes in consumers' emotional brain responses to UPFs, which can implicitly influence consumer behavior. New interdisciplinary studies are needed in public health and psychophysiology to better understand the role of emotions in the effectiveness of frontal labeling systems. This work aims to bridge the fields of neuroscience and food consumption research and provide a basis for future interdisciplinary research. The goal is to generate scientific evidence to support the formulation of more effective public policies to discourage the consumption of UPF.

Keywords: warning label; octagon label; triangular label; eating behavior; emotional reactivity; ultra-processed foods; electroencephalography.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1. Descrição dos grupos de alimentos e propósito do processamento industrial definida pela classificação NOVA.....	27
Figura 1. Disposição das fotografias do IAPS, com base nos valores médios de relato dos voluntários americanos (homens e mulheres) para as dimensões valência (eixo y) e ativação emocional (eixo x). Cada ponto no gráfico representa o relato médio para uma fotografia. Linhas de regressão encontram-se representadas separadamente para as fotos agradáveis e fotos desagradáveis e assume-se que refletem os sistemas motivacionais apetitivo e defensivo, respectivamente (Adaptado de BRADLEY et al., 2001).	25
Figura 2. Disposição das fotografias do catálogo IAPS e das imagens de alimentos, com base nos valores médios de relato dos voluntários (homens e mulheres) para as dimensões valência (eixo y) e ativação emocional (eixo x). Cada ponto no gráfico representa o relato médio para uma fotografia. Linhas de regressão encontram-se representadas separadamente para as fotos agradáveis e fotos desagradáveis e assume-se que refletem os sistemas motivacionais apetitivo e defensivo, respectivamente. Figura traduzida de Lemos et al., (2022).	28
Figura 3. Exemplo de imagem de produto ultraprocessado com o sistema de advertências proposto pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC)....	33
Figura 4. Exemplo de diferentes modelos de rotulagem nutricional frontal adotados por diferentes países. Fonte: PERU, 2017; BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 2011; DEPARTMENT OF HEALTH, 2016; ANVISA, 2020.....	34

Capítulo 1:

Figure 1 - Participants' recruitment and assignment to each experimental study arms (Barcode label, Triangular label and Octagon label . SAM, Self-Assessment Manikin Scale (Bradley and Lang, 1994).....55

Figure 2. Behavioral experiment design. Top panel: schematic representation of the sequence of events in a trial. Participants clicked with a mouse or touchpad at the Self-Assessment Manikin scale to indicate how they felt after observing each of the 92 pictures (22 food pictures, 11 UPF and 11 UMPF, plus the 74 pictures from the IAPS). Bottom panel: Illustration of a picture depicting an UMPF (left). Illustration of a picture depicting an UPF during the barcode label, triangular label and octagon label study arms (right).....62

Figure 3. Affective space. Each IAPS picture is represented by a gray dot in the plot. The square blue symbol represents the mean affective ratings of all UMPF pictures, while the square brown symbol represents the mean of all UPF pictures. Left panel, barcode label (control) study arm; middle panel, triangular label study arm; right panel, octagon label study arm. UPF, ultra-processed foods; UMPF, unprocessed/minimally processed foods; IAPS, International Affective Picture System.....67

Capítulo 2

Fig. 1. Example of how event-related potentials are extracted from the raw electroencephalography signal. (A) First, an event of interest, such as a food picture, is presented to the participant on a computer screen while the electroencephalography signal is recorded. (B) Event markers (i.e., triggers) in the electroencephalography signal time-locked to the event of interest define the segments that will be averaged. (C) The waveforms associated with the event of interest are not observable in the electroencephalography signal after a single presentation of the food image. The experimenter must present food images multiple times by conducting many trials and averaging the signal across segments, averaging out random brain activity and retaining only the relevant event-related potential. (D) After averaging, the event-related potentials (in this case, the late positive potential, LPP) are revealed.....87

Fig. 2. Event-related potentials (such as LPP) can be plotted using different visual representations. (A) Distribution of positive or negative electrical activity across the electrodes (2D brain maps) during a time window 300-700 ms after stimulus onset for each condition (emotional, neutral) and its differential effect, displayed as the difference in activity between the conditions (emotional – neutral). Note that emotional pictures elicited greater positivity than neutral pictures (indicated by the red colour) at centroparietal electrodes (e.g., C3, Cz, C4, P3, Pz, P4). (B) The standardized placement of scalp electrodes (according to the international 10-20 system). (C) Event-related potentials of the emotional (red line) and neutral (blue line) conditions showing the LPP at electrode Pz. Note that the positive voltages are shown higher on the y-axis. (D) The same differential effect representation of the LPP (emotional – neutral) as in (A) but using a 3D brain map. The colour represents positive (red) or negative (blue) deflections over the scalp, measured in microvolts (μ V). The waveforms were obtained from the same dataset used by Lobo et al. (2014), in which the emotional condition refers to unpleasant images. Nonetheless, pleasant images, such as food images, also evoked greater LPP amplitudes than neutral images. LPP, late positive potential.....88

LISTA DE TABELAS

Table 1. Sample characteristics.....	65
Table 2. Median pleasantness and arousal ratings for the pictures depicting UMPF and UPF by study arms groups.....	68
Table 3. Median the emotional reactivity index ($\Delta = \text{UPF} - \text{UMPF}$) obtained from pleasantness and arousal ratings by study arms.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)
Alimentos *in natura*/minimamente processados (alimentos INMP)
Alimentos ultraprocessados (AUP)
Eletroencefalografia (EEG)
IAPS – *International Affective Picture System (IAPS)*
Índice de massa corporal (IMC)
Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC)
Guideline Daily Amount (GDA)
Negatividade Posterior Precoce (EPN)
Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS)
Potencial Evocado ou Potencial Relacionado a Evento (ERP)
Potencial Positivo Tardio (LPP)
Self-Assessment Manikin Scale (SAM)

Capítulo 1:

Body Mass Index (BMI)
Food Standard Agency (FSA),
Front-of-package nutrition labels (FoPNL)
International Affective Pictures System (IAPS)
Interquartile Range (IQR)
Pan American Health Organization (PAHO)
Self-Assessment Manikin Scale (SAM)
Ultra-processed foods (UPF),
Unprocessed/minimally processed foods (UMPF)
Warning Labels (WL)

Capítulo 2:

Electroencephalography (EEG)
Early Posterior Negativity (EPN)
Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)
International Affective Picture System (IAPS)
Late Positive Potential (LPP)
Noncommunicable Diseases (NDCS)
Ultra-Processed Food (UFF)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	A sindemia global de obesidade, desnutrição e mudanças climáticas: o papel crucial dos alimentos ultraprocessados	13
1.2	Emoções e tomada de decisão: o papel das pistas emocionais implícitas e o consumo de produtos ultraprocessados	19
1.3	Mensuração de respostas emocionais implícitas em laboratório	22
1.4	O uso de sistemas de rotulagem nutricional frontal: uma ferramenta estratégica para reduzir a reatividade emocional evocada por alimentos ultraprocessados.....	29
1.5	Objetivos	37
1.5.1	Objetivo geral.....	37
1.5.2	Objetivos específicos.....	37
2	CAPÍTULO 1.....	38
2.1	Title: The ability of warning labels to influence the positive emotional appeal of ultra-processed foods.....	39
3	CAPÍTULO 2 - ESTUDO 2.....	66
3.1	Title: Use of event-related potentials to measure the impact of front-of-package labels on food-evoked emotion.....	68
4	DISCUSSÃO GERAL.....	94
5	CONCLUSÃO	101
6	REFERÊNCIAS	102
7	APÊNDICES	111
7.1	Ficha pessoal	111
7.2	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Pesquisado.....	115
8	ANEXOS.....	116
8.1	Escala Self-Assessment Manikin Scale (SAM)	116
8.2	Escala de fome	117
8.3	Imagens do catálogo IAPS de diferentes conteúdos emocionais.....	118
8.4	Imagens de alimentos <i>in natura</i> ou minimamente processados.....	122
8.5	Imagens de alimentos ultraprocessados com selo triangular	123
8.6	Imagens de alimentos ultraprocessados com selo de octógono.....	124
8.7	Imagens de alimentos ultraprocessados com código de barras.....	125

1 INTRODUÇÃO

1.1 A sindemia global de obesidade, desnutrição e mudanças climáticas: o papel crucial dos alimentos ultraprocessados

A obesidade (Índice de massa corporal (IMC), igual ou superior a 30 kg/m², WHO, 2018), é considerada um grave problema de saúde pública mundial, sendo apontada como importante fator para a mortalidade e morbidade (LIM et al., 2012). Segundo estudo conduzido em duzentos países, entre o período de 1975 a 2014, a obesidade mundial triplicou (NCD-RISC, 2016). No Brasil, o cenário não é diferente. Em um levantamento conduzido em um estudo pela Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico - VIGITEL (BRASIL, 2023), observou-se que a obesidade na população brasileira passou de 11,8% em 2006 para 24,3% em 2023, sendo que 61,4% da população encontra-se com excesso de peso (IMC $\geq$ 25 kg/m²).

Em 2019, a partir do relatório *The Lancet*, a problemática da obesidade foi inserida em um contexto mais amplo de Sindemia Global de obesidade, desnutrição e mudanças climáticas (SWINBURN et al., 2019). A Sindemia ocorre quando dois ou mais fatores com determinantes comuns se combinam e interagem de forma sinérgica, resultando em desigualdades socioeconômicas persistentes (SINGER, 2009). Este termo é usado para abordar casos em que vários problemas de saúde interagem uns com os outros, bem como com o ambiente sociocultural, econômico e físico (SINGER, 2009) fornecendo uma ferramenta para uma avaliação empírica de como estados de saúde de multimorbidade surgem em uma população e que, portanto, auxilia a encontrar intervenções eficazes para mitigá-los (MENDENHALL et al., 2017).

A obesidade, em combinação com a desnutrição e as mudanças climáticas, ameaçam a segurança alimentar da maior parte da população mundial. O conceito de Sindemia Global de obesidade, desnutrição e mudanças climáticas reconhece estas três crises coexistentes como sinérgicas e interdependentes. O enfrentamento desta Sindemia Global torna-se urgente e requer a reformulação dos sistemas alimentares, ou seja, de todos os processos relacionados à alimentação, que vai desde a produção, o processamento e a distribuição dos alimentos, até sua preparação e consumo (SWINBURN et al., 2019).

Nesse cenário, o grupo de pesquisadores do Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (Nupens/USP) sugeriu, de forma pioneira, que a classificação dos alimentos que aborda apenas o conteúdo de nutrientes seria insuficiente para a compreensão da relação entre a alimentação e a saúde (MONTEIRO, 2009). Sendo assim, este grupo de pesquisa percebeu a necessidade de um novo sistema de classificação de alimentos e propôs, em 2009, uma classificação denominada NOVA que considera que a categorização dos alimentos deve ir além da sua composição nutricional. Isso porque, além da composição em macro e micronutrientes (ex. gorduras, proteínas, açúcares, vitaminas, minerais), mecanismos não relacionados a nutrientes específicos (ex. a hiperpalatabilidade, a propaganda, a presença de aditivos químicos, a ausência de substâncias protetoras) também parecem contribuir para uma alimentação de baixa qualidade e nas consequentes doenças associadas. Nesse sentido, destaca-se que é importante classificar os alimentos segundo a extensão e propósito do processamento industrial empregado antes do consumo do alimento e não somente pelos seus nutrientes, como era feito até então (MONTEIRO, 2009). A partir do trabalho inovador desenvolvido pelo grupo do Nupens da USP, o grau de processamento industrial do alimento e a finalidade deste processamento tornou-se tema de destaque na prevenção da obesidade e outras doenças crônicas não transmissíveis.

A classificação NOVA divide os alimentos em quatro grupos de acordo com o grau de processamento industrial aplicado durante a sua produção (MONTEIRO et al., 2016): alimentos in natura e minimamente processados (grupo 1), ingredientes culinários (grupo 2), alimentos processados (grupo 3) e o surgimento do termo alimentos ultraprocessados (AUP, grupo 4). Os alimentos ultraprocessados (AUP) seriam formulações industriais contendo cinco ou mais ingredientes, inteira ou majoritariamente constituídos por substâncias extraídas de alimentos (como açúcar, óleos, gorduras, proteínas e sal) ou derivadas de constituintes de alimentos (como gordura hidrogenada, amido modificado, hidrolisados proteicos, açúcar invertido, xarope de milho). Essas formulações ainda recebem aditivos como antioxidantes, corantes, estabilizantes, conservantes, realçadores de sabor e edulcorantes artificiais. Exemplos desses alimentos são refrigerantes, salgadinhos de pacote, molhos prontos, macarrão instantâneo, embutidos, misturas para bolo, pães de forma e dentre outros.

Os alimentos *in natura* (grupo 1) são aqueles que foram extraídos diretamente de plantas ou animais e não passaram por qualquer processo industrial, como carnes frescas, ovos, frutas, legumes, verduras, raízes e tubérculos. Já os alimentos minimamente processados (grupo 2) são aqueles *in natura* que sofreram pequenos processos como limpeza, secagem e embalagem, assim como processos que aumentam a sua durabilidade como pasteurização, resfriamento ou congelamento (MONTEIRO et al., 2016).

Os ingredientes culinários são aqueles utilizados como temperos durante o preparo das refeições como sal, açúcar, óleos e gorduras. Por fim, os alimentos processados (grupo 3) seriam alimentos *in natura* ou minimamente processados que receberam ingredientes culinários, para torná-lo durável e mais palatável. Exemplos seriam legumes e verduras preservados em salmoura, frutas cristalizadas, carne seca, sardinha e atum enlatados, queijos e pães feitos com poucos ingredientes como farinha de trigo, leveduras, água e sal (MONTEIRO et al., 2016).

Quadro 1. Descrição dos grupos de alimentos e propósito do processamento industrial definida pela classificação NOVA.

Grupo	Definição	Propósito do processamento	Exemplos
Alimentos <i>in natura</i> e minimamente processados	Alimentos <i>in natura</i> : obtidos diretamente de plantas ou de animais e adquiridos para consumo sem que tenham sofrido qualquer alteração. Minimamente processados: são alimentos <i>in natura</i> que, antes de sua aquisição, foram submetidos a alterações mínimas.	Aumentar a duração dos alimentos <i>in natura</i> permitindo a sua estocagem por períodos mais longos.	Grãos secos, polidos e empacotados ou moídos na forma de farinhas, raízes e tubérculos lavados, cortes de carne resfriados ou congelados e leite pasteurizado.
Ingredientes culinários processados	Produtos extraídos de alimentos <i>in natura</i> ou diretamente da natureza.	Criar produtos usados para temperar e cozinhar alimentos <i>in natura</i> e minimamente processados.	Sal de cozinha, açúcar, melado, mel, óleos e gorduras.

Alimentos processados	Fabricados essencialmente com a adição de sal ou açúcar a um alimento <i>in natura</i> ou minimamente processado.	Aumentar a duração de alimentos <i>in natura</i> ou minimamente processados ou modificar seu sabor.	Alimentos em conserva, carnes salgadas, queijos e pães.
Alimentos ultraprocessados	A fabricação envolve diversas etapas e técnicas de processamento e vários ingredientes, muitos deles de uso exclusivamente industrial.	Criar produtos industriais prontos para o consumo que sejam capazes de substituir alimentos não processados e/ou minimamente processados.	Refrigerantes, pães de forma, biscoitos, produtos congelados prontos para aquecer e macarrão 'instantâneo'.

Fonte: Adaptado de Monteiro et al. (2016).

A classificação NOVA proporcionou embasamento científico para as recomendações presentes no Guia Alimentar para a População Brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014), o que fez com que a classificação tivesse impacto direto em políticas públicas de nutrição e saúde no Brasil. A partir da NOVA, diversos países também adotaram o conceito de alimentos ultraprocessados em seus guias alimentares como o Uruguai, Canadá, Peru e Equador, tendo a formulação da NOVA promovido uma ampla contribuição para a saúde pública em diversas partes do mundo (MINISTERIO DE SALUD, 2016; HEALTH CANADA, 2019; LÁZARO SERRANO; DOMÍNGUEZ CURI, 2019; MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, 2018).

Um número bastante expressivo de evidências utilizando a classificação NOVA, inicialmente no âmbito da epidemiologia e depois em outras áreas do conhecimento, têm consolidado o consumo de alimentos ultraprocessados como potencial fator de risco para a obesidade, diabetes, síndrome metabólica, doença renal crônica, doenças intestinais, hipertensão e câncer (LANE et al., 2021). Por exemplo, Hall et al., 2019, em um estudo randomizado controlado, avaliou se o consumo de alimentos ultraprocessados exerceria efeito sobre a massa e composição corporal dos participantes em comparação ao consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados. Para isso, os participantes foram alocados em um centro de estudos durante quatro semanas. Na metade inicial do período, eles receberam uma dieta aleatoriamente composta de apenas alimentos *in natura* e minimamente processados ou apenas alimentos ultraprocessados. Na metade final, a dieta alternava para a dieta

não recebida no período inicial. Os participantes foram instruídos a consumir a quantidade de alimentos que desejassem em cada um dos dois casos, e as dietas foram elaboradas para conter uma quantidade equivalente de calorias, macronutrientes, açúcar, sódio e fibra. Os autores observaram que quando os participantes recebiam alimentos ultraprocessados, eles ganhavam peso e gordura corporal. Por outro lado, quando os participantes receberam alimentos *in natura* ou minimamente processados, eles perderam peso e gordura corporal. Portanto, parece que o grau de processamento dos alimentos é um fator importante na causa da obesidade.

De 2011 a 2015, estudos realizados no Brasil, Canadá e Chile investigaram as aquisições domiciliares de alimentos e verificaram que os alimentos ultraprocessados continham em média maior densidade energética, mais açúcares livres e menos fibras totais na sua composição quando comparados aos alimentos *in natura* ou minimamente processados, mesmo quando consumidos em combinação com ingredientes culinários, como açúcar e gorduras (MONTEIRO et al., 2011, CROVETTO et al., 2014, MOUBARAC et al., 2013).

O consumo de alimentos ultraprocessados nos Estados Unidos, no período de 2007-2012, representou quase 60% da ingestão calórica (BARALDI et al., 2018). No México, em 2012, cerca de 30% da ingestão calórica da dieta da população foi proveniente do consumo de alimentos ultraprocessados (MARRÓN-PONCE et al., 2018). O consumo desses alimentos foi alto entre todos os grupos socioeconômicos e, particularmente, em crianças e adolescentes. Ainda, foi encontrada uma relação significativa entre os alimentos ultraprocessados e o alto teor de carboidratos, açúcares livres, gorduras totais, saturadas e densidade energética na dieta, enquanto uma relação inversa foi observada com o teor de proteína, fibras, vitaminas e minerais (MOUBARAC et al., 2017).

Portanto, limitar o consumo de alimentos ultraprocessados pode ser uma estratégia eficaz para a prevenção da obesidade e doenças associadas. Além disso, estes alimentos são pobres nutricionalmente favorecendo o surgimento de carências nutricionais, como a deficiência de vitaminas e minerais (LOUZADA et al., 2015). Este grupo alimentar também tem como característica baixa quantidade de compostos bioativos, que são considerados fatores de proteção contra essas mesmas doenças citadas (SHAHIDI, 2020). Por serem altamente convenientes, estes alimentos podem ser consumidos em qualquer ambiente ou situação e, por isso, associam-se a

desatenção ao comer que, por sua vez, estimula um consumo excessivo de calorias (PAHO, 2015).

A modificação da matriz original do alimento, observada na produção dos ultraprocessados, também vem se mostrando uma questão importante, uma vez que gera nutrientes acelulares que não são absorvidos da mesma forma quando estão em sua matriz original (FARDET; ROCK, 2019). O microbioma humano também parece ser impactado negativamente pelo consumo deste grupo de alimentos, resultando em um padrão inflamatório que também se associa ao maior risco de doenças crônicas não-transmissíveis (MARTÍNEZ; CAMPOS, 2020). É preciso ressaltar ainda que estes alimentos podem impactar negativamente a cultura, a vida social e o meio ambiente (PAHO, 2015).

Em uma revisão narrativa, foi discutido que os alimentos ultraprocessados causam um grande impacto na degradação ambiental, uma vez que, para o seu modo de produção utiliza-se quantidades significativas de recursos ambientais finitos e por converter fatores que impactam de forma negativa o meio ambiente. Logo, podem ser citadas associações com a perda de biodiversidade, emissões de gases de efeito estufa, uso significativo do solo, da água e desperdício de alimentos. Além disso, os impactos se estendem ao uso de herbicidas, a eutrofização, a degradação da terra e o uso de embalagens plásticas gerando altas quantidades de lixo (ANASTASIOU et al., 2022).

Esses danos ambientais decorrentes da produção de alimentos ultraprocessados podem engatilhar um problema geracional relacionado à desnutrição. A produção industrial de larga escala e o uso extensivo de recursos naturais finitos podem causar eventos climáticos extremos que estão relacionados à má nutrição e à insegurança alimentar e nutricional, pois podem reduzir a produção, disponibilidade e acesso a alimentos (SWINBURN et al., 2019). Alimentos provenientes de cultivos de baixa biodiversidade tendem a criar dietas restritas em nutrientes, podendo não suprir completamente as necessidades nutricionais dos indivíduos (LOUZADA et al., 2015). Dentro deste contexto, a produção, comercialização e consumo de alimentos ultraprocessados tem sido apontado como um fator importante na geração de sistemas alimentares menos saudáveis e sustentáveis (FARDET; ROCK, 2019). Logo, reduzir o consumo de alimentos ultraprocessados é, portanto, um fator importante no enfrentamento da Sindemia Global da desnutrição, obesidade e mudanças climáticas.

1.2 Emoções e tomada de decisão: o papel das pistas emocionais implícitas e o consumo de produtos ultraprocessados

Os indivíduos apresentam uma grande variabilidade no comportamento de escolha de alimentos, os motivadores que influenciam são complexos e incluem características situacionais, socioculturais, psicológicas, fisiológicas, além de fatores intrínsecos e extrínsecos do alimento (KÖSTER, 2009). Uma questão a ser considerada é que as decisões de compra dos consumidores são guiadas por emoções evocadas por alimentos (GUTJAR et al., 2015).

Podemos definir a emoção como uma predisposição para a ação, resultante da ativação de diferentes circuitos cerebrais por estímulos de relevância biológica, importantes para a sobrevivência. A interação com estes estímulos desencadeia respostas emocionais que irão aumentar a chance de sobrevivência (LANG; BRADLEY, 2010). A identificação de pistas de segurança ou possíveis fontes de energia, assim como de ameaça, dispara processos fisiológicos voltados, respectivamente, para comportamentos apetitivos ou defensivos. A interação entre fatores de risco e de segurança internos e externos ao indivíduo é um balanço que deve resultar em comportamentos adaptativos.

Nossos comportamentos, ações, julgamentos e emoções podem ser alterados, a todo momento, de forma automática, por meio de pistas emocionais contidas no ambiente, que irão modular a ativação de respostas cerebrais relacionadas a sistemas motivacionais. Por exemplo, já foi demonstrado que visualizar fotos de indivíduos interagindo socialmente promove uma facilitação de movimentos relacionados ao toque social (como acariciar uma superfície macia), possivelmente pelo maior recrutamento de repertórios motores corticais envolvidos com movimentos de interação social (CAMPAGNOLI et al., 2015). Outro estudo demonstrou que, de fato, imagens de interação social evocam reações emocionais mais agradáveis e ativantes que imagens de indivíduos não interagindo socialmente (SILVA et al., 2017).

De maneira análoga, pistas implícitas no ambiente também são capazes de influenciar o ato de se alimentar, bem como as escolhas alimentares. O ato de comer pode ser visto como um comportamento automático, isto é, o ambiente poderia ter mais influência e controle sobre esse comportamento que o próprio indivíduo (COHEN; FARLEY, 2008). A visualização do alimento, o tamanho da porção e a duração da refeição são pistas que irão influenciar a escolha do tipo e da quantidade

do alimento consumido (FEUNEKES et al., 1995; WANSINK; KIM, 2005; WANSINK; PAINTER; NORTH, 2005; WANSINK; PAINTER; LEE, 2006).

O comportamento alimentar pode ser altamente guiado por hábitos e reações automáticas a pistas contextuais, como o fácil acesso a alimentos ricos em gorduras e açúcares, enquanto comportamentos autocontrolados tendem a ter menos impacto no consumo. Algumas estratégias podem ser adotadas para promoção da melhora do hábito alimentar, tais como, a implementação de pistas alimentares efetivamente saudáveis no ambiente do indivíduo e a adoção de políticas públicas que envolvam a redução de pistas ambientais que associam alimentos ultraprocessados, como a propaganda alimentícia (FÜRTJES et al., 2020).

A indústria de alimentos utiliza pistas ambientais que associam seus produtos a aspectos sedutores e positivos, predispondo ações voltadas à aproximação desses alimentos. Muitas das práticas de marketing de alimentos feitas para crianças, adolescentes e adultos vão muito além da persuasão explícita para convencê-los de que produtos de uma marca são superiores à de outra. Para capturar os consumidores, incorporam técnicas de neuromarketing, tendo como embasamento teórico a Psicologia e a Neurobiologia, para de forma sutil influenciar as preferências alimentares e de consumo, por exemplo, através do estabelecimento de associações de marca com emoções positivas (DAVID et al., 2016).

A indústria de alimentos também investe no design da embalagem dos seus produtos, de forma a aumentar a reação emocional positiva evocada pela visualização dos mesmos. A cor da embalagem, pode fornecer pistas implícitas sobre o sabor do produto, realçando a resposta emocional positiva. Por exemplo, possíveis associações cruzadas entre modalidades sensoriais (visão e paladar) moldadas evolutivamente (SPENCE, 2015), podem evocar, implicitamente, um aumento da resposta emocional positiva aos produtos ultraprocessados de sabor doce quando pareados com a cor vermelha, como demonstrado em um trabalho desenvolvido pelo nosso grupo (LEMOS et al., 2020). A indústria de alimentos vem explorando essas associações entre modalidades sensoriais na confecção e design de suas embalagens e rótulos. De fato, alimentos como cereais matinais, sorvete, chá gelado e iogurte são percebidos como mais doces quando apresentados em embalagens vermelhas (HUANG; LU, 2015).

A palatabilidade é uma característica intrínseca dos alimentos que afeta na escolha de alimentos. Este é processado fisiologicamente pelo sistema hedônico, que

está relacionado ao desejo de consumo e ao prazer gerado por contato com estímulos específicos, como alimentos (PECIÑA & BERRIDGE, 2005; BERRIDGE, 2007). Logo, o gostar e o querer podem influenciar os processos cerebrais que desencadeiam comportamentos específicos (BERRIDGE & KRINGELBACH, 2015). O sistema hedônico funciona por meio de processos automáticos que podem incentivar o consumo de alimentos com sensações agradáveis, independentemente da necessidade de manter níveis adequados de energia (PECIÑA & BERRIDGE, 2005; BERRIDGE, 2007).

Características dos alimentos, como sua textura, gosto, sons emitidos ao mastigar, aroma e aparência, podem influenciar o consumo de alimentos específicos devido ao potencial de prazer que eles oferecem. Essas características podem ser combinadas para promover uma percepção multissensorial do alimento (SPENCE, 2015). Ao fazê-lo, modalidades sensoriais como sistemas gustativos, auditivos e visuais interagem com informações relacionadas ao processamento desses estímulos alimentares. Ao trabalharem juntos, esses sistemas podem aumentar ainda mais a sensação de prazer que fornecem (SPENCE, 2015). Parece que este sistema também está relacionado aos locais do cérebro corticolímbico que são responsáveis pelo processamento de emoções (BERRIDGE & KRINGELBACH, 2015).

Um fator preocupante dos alimentos ultraprocessados é que esses alimentos são considerados hiperpalatáveis (por meio do excesso de açúcar combinado com gordura e/ou sal, além de aditivos realçadores do sabor) o que pode torná-los altamente atrativos aos consumidores (MOUBARAC, 2015). De fato, trabalhos anteriores do nosso grupo têm demonstrado que alimentos ultraprocessados geram fortes reações emocionais positivas nos indivíduos (DAVID et al., 2018, LEMOS et al., 2022), mais fortes do que as reações emocionais evocadas por alimentos *in natura* ou minimamente processados (LEMOS et al., 2022).

O comportamento e as escolhas dos consumidores podem ser influenciados pelas pistas emocionais evocadas pelos alimentos. No estudo de Lemos et al. (2022) a maior reatividade emocional evocada por alimentos ultraprocessados do que alimentos *in natura*/ minimamente processados foi associada à maior intenção dos participantes em consumir os primeiros em detrimento dos últimos. Outros trabalhos também demonstram que avaliar as respostas emocionais dos participantes aos alimentos apresentados melhora significativamente os modelos de predição das escolhas alimentares (GUTJAR et al., 2015; KÖSTER et al., 2015).

Gutjar et al., 2015 realizaram um estudo propondo um modelo mais abrangente em que explora como as respostas emocionais evocadas por alimentos podem influenciar as escolhas alimentares, associadas com o gosto pelo produto. Nesse modelo, tanto propriedades sensoriais, tais como sabor, odor e textura, bem como características extrínsecas aos produtos, como embalagem e rótulo, são antecedentes às respostas emocionais (decompostas em dimensões de valência e excitação) e ao gosto, embora de maneiras diversificadas, afetam as escolhas e consumo alimentar. Os autores relatam que um fator de novidade do estudo é que ao adicionar ao modelo o fator embalagem observa-se que, a segunda dimensão emocional (ativação) também se torna relevante, logo, no contexto de escolha do pacote, todos os três preditores, ou seja, valência, excitação e gosto contribuem para o melhor valor preditivo para a escolha do alimento. Portanto, parece que em um contexto real, quando os consumidores estão avaliando a embalagem de um produto alimentício, a dimensão de excitação/ativação das emoções evocadas desempenha um papel importante na tomada de decisão da vida cotidiana, e esse parâmetro da resposta emocional aos produtos alimentícios não é, ou pelo menos é incompletamente, capturado pelo constructo geral de 'gostar'.

Considerando o possível impacto das emoções sobre as escolhas dos consumidores, a elaboração de políticas públicas que visem reduzir o consumo de alimentos ultraprocessados deveria considerar evidências sobre a resposta emocional evocada por estes alimentos. Desta forma, estudos que apliquem técnicas válidas de mensuração das emoções são importantes para a implementação de estratégias de saúde pública, como a implementação de sistemas de rotulagem nutricional frontal.

1.3 Mensuração de respostas emocionais implícitas em laboratório

O comportamento direcionado a estímulos relevantes do meio pode ser caracterizado por dois tipos básicos de respostas: a aproximação direta para estímulos apetitivos e a esquiva de estímulos aversivos (ELLIOT, 2008). Dependendo da intensidade do estado motivacional (para aproximação ou esquiva) e da saliência do estímulo-alvo, o comportamento resultante aumenta ou diminui a velocidade e a intensidade do esforço para aproximação ou esquiva (BRADLEY, LANG, 2000). Estas duas características motivacionais do comportamento podem ser representadas como

parâmetros quantificáveis de valência afetiva (agradável/desagradável) e intensidade de ativação emocional, os quais definem um espaço hipotético bidimensional. Admite-se que estes dois sistemas motivacionais (apetitivo e defensivo/aversivo) estariam associados com ativação cerebral, autonômica e comportamental, que variariam de acordo com a intensidade da ativação emocional (BRADLEY et al., 2001; LANG; BRADLEY; CUTHBERT, 2008). É através destas alterações corporais que o nível de ativação dos sistemas motivacionais em humanos poderia, de acordo com Lang (1977), ser avaliado.

Os estados emocionais deflagram-se como respostas neurais que, por sua vez, promovem reações corporais e comportamentais, tais como, sudorese, alteração da frequência cardíaca, alterações da musculatura facial, modificações no tempo de resposta, alteração do diâmetro pupilar que são difíceis de serem relatadas pelos participantes (CACIOPPO; TASSINARY; BERNTSON, 2016).

Podemos mensurar a ativação dos sistemas motivacionais através de sistemas de respostas que são modulados pelas emoções como: i) a linguagem expressiva e avaliativa; ii) mudanças fisiológicas mediadas pelo sistema somático e autonômico; iii) e padrões comportamentais, tais como padrões motores de esquiva/ aproximação ou benefícios/déficits de desempenho em uma tarefa (LANG; BRADLEY; CUTHBERT, 1997).

O sistema internacional de imagens afetivas (IAPS – *International Affective Picture System*) é um catálogo desenvolvido no Centro para Estudo das Emoções e Atenção dirigido pelos pesquisadores Peter Lang e Margaret Bradley na Universidade da Flórida. O objetivo do catálogo IAPS foi produzir estímulos emocionais calibrados que servissem como medidas padrões, encorajando replicações científicas e comparações nas pesquisas com emoção. O catálogo atual inclui mais de mil imagens, possuindo várias categorias semânticas: animais, natureza, utensílios domésticos, nudez, casal erótico, rostos humanos, corpos mutilados, armas, alimentos, esportes, etc (LANG; BRADLEY; CUTHBERT, 2008).

A construção do IAPS tem sido orientada pelo modelo teórico de Lang e Bradley sobre as duas dimensões das emoções (valência e ativação emocional) e pela aplicação de uma escala psicométrica, denominada de escala de autoavaliação através de bonecos, em inglês Self-Assessment Manikin Scale (SAM) (BRADLEY; LANG, 1994).

O SAM utiliza escalas pictóricas não-verbais de fácil compreensão e rápida aplicação. Para cada imagem apresentada aos participantes, estes devem avaliar as imagens através da escala SAM em duas dimensões da emoção: valência (prazer hedônico) e ativação emocional. A primeira dimensão mede o grau de agradabilidade da figura, enquanto que a segunda indica o nível de alerta, ativação ou excitação emocional. As imagens que compõem o IAPS foram classificadas por centenas de voluntários norte-americanos em relação a estas duas dimensões emocionais. No gráfico a seguir (Figura 1) estão representadas cada uma das fotos deste catálogo de imagens, com base no relato destes voluntários, em função dos valores médios para os relatos avaliativos de valência (eixo y) e ativação emocional (eixo x), independente do sexo. Vale ressaltar que a disposição das fotografias assemelha-se a um bumerangue. As fotos com maior valência e maior ativação emocional fazem parte do extremo superior do bumerangue, enquanto que as fotos com menor valência e maior ativação compõem o extremo inferior do bumerangue (LANG; BRADLEY; CUTHBERT, 2008).

Importante ressaltar que os relatos afetivos ao longo das dimensões da escala SAM de prazer hedônico e ativação emocional, covariaram de forma consistente com outras medidas de reatividade emocional, apresentando alta correlação com respostas fisiológicas cerebrais, como a atividade elétrica cortical (Potenciais relacionados a eventos), e com reações corporais periféricas tais como condutância elétrica da pele e frequência cardíaca (MOLTÓ et al., 2013; BRADLEY; LANG, 2000). Portanto, a utilização desta escala torna-se útil não somente na construção de bancos de imagens emocionais padronizadas, mas na mensuração da resposta emocional implícita a estímulos visuais. Importante ainda comentar que este método é tradicionalmente realizado com a presença física dos participantes e experimentadores. Participantes são alocados em uma sala e as imagens são projetadas em uma tela enquanto os participantes avaliam as imagens em um caderno de respostas contendo a escala SAM.



Figura 1. Disposição das fotografias do IAPS, com base nos valores médios de relato dos voluntários americanos (homens e mulheres) para as dimensões valência (eixo y) e ativação emocional (eixo x). Cada ponto no gráfico representa o relato médio para uma fotografia. Linhas de regressão encontram-se representadas separadamente para as fotos agradáveis e fotos desagradáveis e assume-se que refletem os sistemas motivacionais apetitivo e defensivo, respectivamente (Adaptado de BRADLEY et al., 2001).

Outra técnica que pode ser utilizada para mensurar a emoção é a eletroencefalografia (EEG), a qual utiliza registros específicos da atividade elétrica cortical (HAJCAK; MACNAMARA; OLVET, 2010 ; OLOFSSON et al., 2008). O EEG reflete a atividade sincrônica de populações neuronais corticais, especificamente, a soma de potenciais pós-sinápticos excitatórios de neurônios piramidais. O registro do sinal de EEG consiste em uma técnica não invasiva, apresenta alta resolução temporal, mais simples de ser implementada em laboratório, além de ser mais barato que outras medidas de investigação do sistema nervoso central (LUCK, 2005; LUCK & GIRELLI, 1998).

O Potencial Evocado ou Potencial Relacionado a Evento (sigla ERP - do inglês *event related potential*) é uma técnica de análise do sinal de EEG bastante utilizada em estudos de emoção, que possibilita o registro temporal de processos corticais de eventos relacionados no tempo. Especificamente, por meio da marcação do aparecimento de estímulos de interesse no sinal de EEG ocorre a conversão do sinal do EEG em potencial evocado ou ERP, sendo caracterizados pela ancoragem no tempo e específicos para um determinado estímulo de interesse (por exemplo, o aparecimento de uma fotografia emocional). Posteriormente, este sinal é amplificado e filtrado para ser realizada uma média dos ensaios para um indivíduo e finalmente uma grande média (promediação) com a média do sinal em determinada janela temporal para todos os indivíduos (LUCK, 2005).

Os ERPs são tipicamente diferenciados pela janela temporal de ocorrência, morfologia, topografia no escalpo e resposta às manipulações experimentais. Oferecem uma maneira simples para estudar estágios consecutivos da cadeia de processamento da informação, desde a apresentação do estímulo até a emissão da resposta (PICTON et al., 2000; FABIANI et al., 2007).

Para estudos com alimentos podemos destacar a Potencial Positivo Tardio (sigla LPP- do inglês *Late Positive Potential*) (DAVID et al., 2018; FERNANDES et al., 2022), que consiste em uma deflexão positiva no sinal, que é observada principalmente em eletrodos centro-parietais por volta de 300 milissegundos (ms) após o aparecimento do estímulo (HAJCAK; MACNAMARA; OLVET, 2010; HAJCAK; OLVET, 2008). Outra ERP frequentemente utilizada em trabalhos do nosso grupo de pesquisa é a negatividade posterior precoce (*Early Posterior Negativity*, EPN) (LEMONS et al., 2020), que consiste em uma deflexão negativa localizada na região temporo-occipital do mapa topográfico, geralmente ocorre cerca de 200-300ms após o aparecimento do estímulo visual (FOTI et al., 2009; SCHUPP et al., 2012).

Existem poucas imagens de alimentos ultraprocessados disponíveis nos catálogos padronizadas a partir do sistema SAM de classificação (LANG; BRADLEY; CUTHBERT, 2008; MICCOLI et al., 2014). Estas imagens também não estão culturalmente adaptadas à população brasileira, não fazendo parte da rotina alimentar do brasileiro. Em um estudo conduzido pelo nosso grupo (LEMONS et al., 2022), foi desenvolvido um banco de imagens de alimentos ultraprocessados e de alimentos *in natura* e minimamente processados que fazem parte da realidade da população

brasileira, utilizando-se a metodologia aplicada ao IAPS. Estas imagens serão utilizadas na presente tese como será descrito em maiores detalhes no Capítulo 1.

Em um outro estudo conduzido pelo nosso grupo, mostramos que alimentos ultraprocessados evocam uma forte reação emocional positiva (DAVID et al., 2018), o que poderia promover uma alta predisposição a consumi-los a despeito das consequências negativas associadas ao seu consumo. Neste estudo foi aplicada a metodologia utilizada na elaboração do catálogo IAPS, com a utilização da escala SAM que mede duas dimensões da emoção, que são o prazer hedônico e a ativação emocional (BRADLEY; LANG, 1994). Foi observado neste estudo que as imagens de alimentos ultraprocessados promoveram nos participantes uma reação extrema de prazer hedônico e ativação emocional.

Em outro estudo (LEMOS et al., 2022), aplicamos a mesma técnica para avaliar a reatividade emocional dos participantes à visualização de alimentos ultraprocessados quando comparados à alimentos *in natura* ou minimamente processados. Neste estudo, demonstramos que as imagens de alimentos ultraprocessados evocam uma reação emocional mais positiva e ativante do que imagens de alimentos *in natura* ou minimamente processados, ocupando uma região mais superior e à direita, dentro do espaço afetivo (Figura 2) (LEMOS et al., 2022).

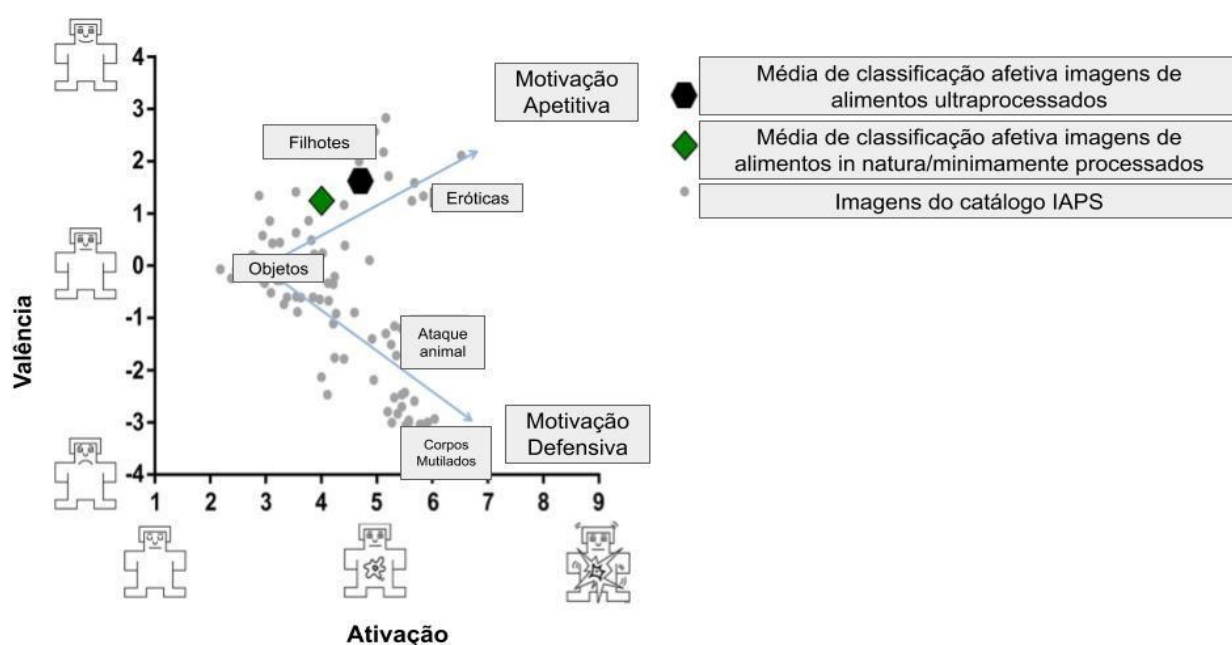


Figura 2. Disposição das fotografias do catálogo IAPS e das imagens de alimentos, com base nos valores médios de relato dos voluntários (homens e mulheres) para as dimensões valência (eixo y) e ativação emocional (eixo x). Cada ponto no gráfico representa o relato médio para uma fotografia. Linhas de regressão encontram-se representadas separadamente para as fotos agradáveis e fotos desagradáveis e assume-se que refletem os sistemas motivacionais apetitivo e defensivo, respectivamente. Figura traduzida de Lemos et al., (2022).

Uma pergunta importante é se estratégias de saúde pública, como a aplicação de sistemas de rotulagem frontal, seriam eficazes em reduzir a resposta emocional evocada por alimentos ultraprocessados, tornando-os igualmente ou menos atrativos do que alimentos *in natura* ou minimamente processados. Portanto, o uso de diferentes técnicas que possibilitam mensurar a emoção de maneira implícita pode ser usada como estratégias para produção de evidências científicas que embasam a formulação de políticas públicas, para diminuir o consumo de alimentos ultraprocessados. Entretanto, não é conhecido o impacto da rotulagem nutricional frontal diretamente sobre o processamento emocional de alimentos, tornando esse trabalho pioneiro.

1.4 O uso de sistemas de rotulagem nutricional frontal: uma ferramenta estratégica para reduzir a reatividade emocional evocada por alimentos ultraprocessados

Nos últimos anos, diversos países têm desenvolvido ações destinadas a facilitar o uso das informações nutricionais pelos consumidores, assim como incentivar a reformulação voluntária de alimentos pelo setor produtivo. A principal solução que tem sido adotada é implementar os modelos de rotulagem nutricional frontal em complementação à tabela nutricional. Esses modelos possuem como premissa básica comunicar aos consumidores certas características nutricionais dos alimentos de maneira simples, facilmente visível e compreensível (HERSEY et al., 2013; VAN KLEEF; DAGEVOS, 2015; CECCHINI et al., 2016).

Uma forma de classificar os rótulos nutricionais frontais consiste em posicionar os rótulos em um contínuo de acordo com a natureza da informação apresentada. Em um extremo estão os rótulos com somente fatos nutricionais, sem avaliação quanto à salubridade do produto. Em outro extremo, encontram-se os rótulos nutricionais apenas com recomendações e avaliações gerais de salubridade do produto, sem apresentarem fatos nutricionais. Entretanto, quanto mais informações factuais, mais processamento cognitivo, interpretação e conhecimento nutricional são necessários para a compreensão do rótulo por parte do consumidor. Por outro lado, reduzir ou eliminar os fatos nutricionais pode acarretar em perda de informações importantes para o consumidor (HAMLIN, MCNEILL, MOORE, 2014; VAN KLEEF; DAGEVOS, 2015).

Para a implantação da rotulagem nutricional frontal o Codex Alimentarius (2019) propõe alguns princípios básicos, tais como, que seja adotado um modelo único por nação, que sua utilização não substitui a declaração nutricional completa e que seja priorizado um modelo de fácil entendimento pela grande variedade de consumidores (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 2020).

Um tipo de rotulagem que apresenta tanto fatos nutricionais quanto avaliações/recomendações é o semáforo nutricional. Este rótulo nutricional frontal foi proposto pelo o FSA (*FOOD STANDARDS AGENCY*; FSA, 2007), no Reino Unido, e consiste em um sistema que utiliza diferentes cores como indicativo de valores elevados ou seguros de açúcar, sódio, gordura saturada e trans. O vermelho indica

alta quantidade, o amarelo indica média quantidade, e o verde indica baixa quantidade.

Por outro lado, o Chile propôs a implementação de um modelo de rotulagem frontal que consiste em advertências textuais em forma de octógonos na cor preta, com bordas brancas e mensagem textual “Alto em [azúcares/grasas saturadas/sódio/calorias]” em cor branca ao centro (RAMIREZ; STERNSDORFF; PASTOR, 2016). O modelo de advertência com mensagens diretas, como as formas geométricas/selos octogonais adotados pelo Chile, não trazem informações sobre quantidade de nutrientes (como no sistema “Guideline Daily Amount”, GDA), mas destacam aqueles que atendem ou não atendem a critérios de saúde específicos, sendo de fácil compreensão. Após o sucesso da implementação no Chile, o modelo similar em formato de octógono foi adotado no Uruguai, Argentina, Equador, México, Peru e Venezuela (CROSBIE et al., 2023). Por outro lado, o governo equatoriano aprovou em 2013 a implementação da rotulagem frontal com o sistema de semáforo nutricional, enfatizando os conteúdos de gorduras totais, açúcares e sal (ECUADOR, 2013).

No Brasil, em 2020, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou a Resolução da Diretoria Colegiada no 429 de 08 de outubro, dispondo sobre a aplicação da rotulagem nutricional frontal no território nacional, sendo que a Instrução Normativa 75, da mesma data, instrui sobre a implantação do sistema (ANVISA, 2020). O sistema adotado consiste de uma lupa, com os dizeres “Alto em”, que estarão relacionados ao alto conteúdo de açúcar adicionado, gordura saturada e sódio e que entrará em vigor a partir de outubro de 2022. É importante destacar que durante o processo de escolha inúmeras propostas de advertências nutricionais foram recebidas pela ANVISA.

A proposta mais comentada no Brasil foi elaborada pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC, Figura 3), em parceria com uma equipe de pesquisa em design da Universidade Federal do Paraná. A proposta utiliza mensagens textuais diretas como o sistema adotado no Chile, mas apresenta inovações importantes quanto ao design, como a utilização de um triângulo ao invés do octógono. O triângulo estaria mais fortemente associado à indicação de alerta, além de não perder a resolução em tamanho menor, o que poderia ocorrer com o octógono (IDEC, 2017). A proposta inclui ainda um fundo branco que acentua o destaque da advertência na embalagem.

Para a população brasileira, Khandpur et al. (2019) conduziram um estudo online, randomizado e controlado, em que os participantes foram aleatoriamente distribuídos em 4 grupos: (1) advertências textuais em forma de triângulo com a frase “Muito ...”; (2) advertências textuais em forma de triângulo com a frase “Alto em...”; (3) a advertência textual na forma de octógono, como implementado pelo Chile, com os dizeres “Alto em...”; (4) um grupo controle sem advertência textual. Os voluntários responderam diversas perguntas, enquanto visualizavam 9 imagens de diferentes produtos. O objetivo da pesquisa foi avaliar a compreensão do teor de nutrientes dos produtos, sua salubridade e intenção de compra em uma amostra contendo 2.419 adultos brasileiros. Os selos com advertência textual foram superiores ao painel de informações nutricionais e à lista de ingredientes para melhorar a compreensão e a percepção dos voluntários sobre o perfil nutricional dos produtos, e, principalmente, ajudar na identificação de nutrientes em excesso. A advertência textual em forma de triângulo com a frase “Alto em...” saiu-se melhor que o controle durante a identificação dos produtos que apresentavam excesso de nutrientes. O triângulo também permitia o consumidor identificar a salubridade do produto através do número de selos que o produto recebia: quanto menor a quantidade de selos de advertência, mais saudável era o produto. É importante ainda destacar que advertência textual inserida em um triângulo preto diante um quadrado branco aumenta a visibilidade da advertência pelo brasileiro, em comparação ao modelo adotado pelo Chile.

Khandpur et al. (2022) conduziram um estudo com o objetivo de comparar a eficácia dos modelos de advertência com design de lupa e triângulo, na melhoria do entendimento, percepções e intenções de compra dos consumidores brasileiros. Os voluntários (n=1.384) foram alocados em um dos dois grupos do estudo e visualizaram imagens de alimentos com um selo triangular ou selo em forma de lupa. Os participantes do estudo indicaram que o selo em forma de triângulo foi mais eficiente em comunicar informações importantes e consideraram o triângulo uma ferramenta mais útil e de fácil entendimento em comparação ao selo em forma de lupa. Não foi observado neste estudo diferença estatística significativa entre os selos em forma de triângulo e lupa na capacidade dos participantes em identificar o excesso de nutrientes nos produtos apresentados. Entretanto, os participantes indicaram que o selo em forma de triângulo seria de mais fácil compreensão pela população brasileira do que o selo em forma de lupa. O selo triangular foi mais eficiente para indicar a

saudabilidade dos produtos e as evidências qualitativas do estudo indicam que foi o selo preferido pelos participantes em ambos grupos.

É importante destacar que Khandpur et al. (2022) inferem que os resultados encontrados podem ser atribuídos aos designs diferentes dos selos de advertência, visto que, triângulos e octógonos são comuns em sinais de trânsito e comunicam 'alerta', 'cuidado' ou 'aviso'. Por outro lado, a lupa, é menos intuitivamente alarmante, o que pode justificar um menor desempenho nos indicadores avaliados no estudo, embora, foi mais eficiente em incentivar os consumidores a reduzir suas intenções de compra. A presença de triângulos adicionais para cada nutriente em excesso pode desempenhar um papel no reforço da salubridade do alimento.

Uma pesquisa qualitativa conduzida na África do Sul, objetivou avaliar as percepções dos consumidores adultos sobre os rótulos de advertência em vários formatos, incluindo o selo em forma de triângulo (BOPAPE et al., 2021). O estudo selecionou consumidores diversificados por região demográfica, gênero, nível socioeconômico e grau de escolaridade. Os dados foram coletados de 113 participantes por meio de discussões de doze grupos focais. Após, os dados foram sistematizados e divididos em cinco temas: atitudes positivas em relação aos rótulos de advertência, benefícios e beneficiários dos rótulos de advertência, modificação do comportamento e atributos eficazes dos rótulos de advertência. Os participantes informaram que os rótulos de advertência os educaram de forma concisa e compreensível sobre a composição nutricional dos alimentos. Os participantes também relataram que os rótulos de advertência alertam sobre as implicações para a saúde, são facilmente compreensíveis e podem beneficiar a saúde infantil. O selo em forma de triângulo foi um dos formatos preferidos pelos participantes.



Figura 3. Exemplo de imagem de produto ultraprocessado com o sistema de advertências proposto pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC).

Uma vez que o consumidor não consegue facilmente identificar nos produtos ultraprocessados a quantidade excessiva de gordura, açúcar, sal e aditivos, os sistemas de rotulagem nutricional informativos desempenham um papel fundamental para transmitir as informações. O intuito é garantir o direito de escolha do consumidor, permitindo-lhe comprar o produto com base em informações nutricionais confiáveis e não somente com base nos aspectos sensoriais, praticidade ou propaganda.

Um estudo demonstrou que os sistemas de alerta (como o triângulo) foram mais eficientes que os sistemas em forma de semáforo nutricional ou o GDA em melhorar a habilidade dos consumidores de identificar corretamente os produtos com alta quantidade de ingredientes insalubres. No sistema GDA, as calorias, açúcares, gorduras totais, gorduras saturadas e sódio é calculado por porção do alimento e as quantidades de nutrientes são exibidos em gramas e mg, em conjunto com o percentual de valor diário (BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 2011). Os produtos insalubres contendo as advertências textuais proposta pelo Chile também foram mais

facilmente reconhecidos como menos saudáveis em comparação aos outros sistemas de rotulagem testados (ARRÚA et al., 2017).

Em relação aos modelos de alertas, estes podem ser vistos como evoluções dos semáforos nutricionais, pois diminuem a quantidade de informações transmitidas, focando nos aspectos nutricionais mais relevantes para a melhorar a qualidade da alimentação e da saúde. Como esses modelos são aplicados exclusivamente de forma compulsória e afetam apenas os produtos que contêm, pelo menos, um nutriente em alta quantidade, conseguem garantir um tratamento homogêneo do mercado e apresentar um menor custo de implementação do que modelos de semáforos nutricionais ou interpretativos aplicados de forma compulsória, que exigiriam modificações nos rótulos de todos os produtos. Na figura 4, pode ser visualizado imagens de diferentes rótulos nutricionais frontais.

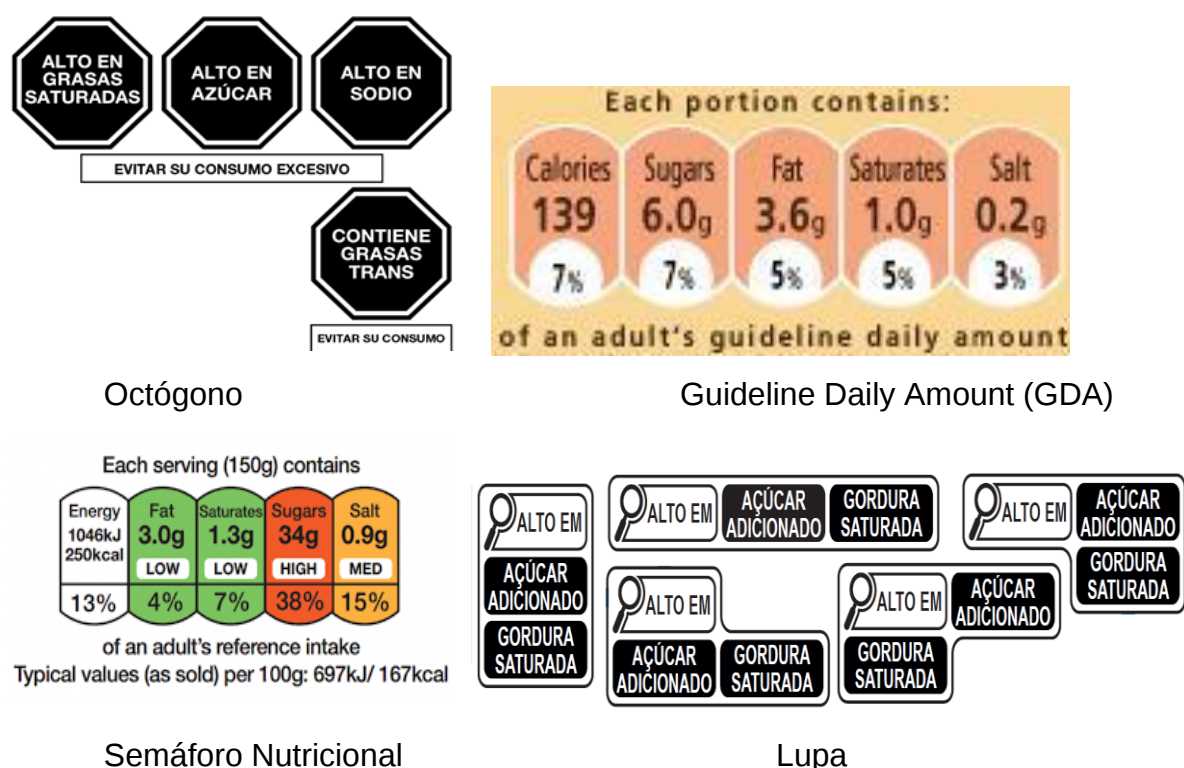


Figura 4. Exemplo de diferentes modelos de rotulagem nutricional frontal adotados por diferentes países. Fonte: PERU, 2017; BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 2011; DEPARTMENT OF HEALTH, 2016; ANVISA, 2020.

Em um estudo realizado no Uruguai, utilizando o sistema de rotulagem chileno, foi demonstrado que a rotulagem frontal foi relevante para o processo de tomada de decisão de compra, no qual os consumidores passaram a se interessar em comprar alimentos mais saudáveis (ARES et al., 2018), sendo que o sistema de advertências é eficiente na redução da intenção de compra em alimentos que as contém (SCHNETTLER et al., 2019).

Em estudo com crianças, Arrúa et al. (2017) verificaram que a presença do alerta chileno em alimentos para o público infantil, como sucos e biscoitos tipo waffer, causa maior influência na escolha alimentar quando comparado ao semáforo nutricional. No Uruguai, a implementação do alerta aumentou significativamente o entendimento dos consumidores sobre as informações nutricionais e melhorou a capacidade de identificar corretamente o excesso dos nutrientes chave (açúcares, sódio, gorduras totais e gorduras saturadas) (ARES et al., 2021).

Avaliações dos rótulos de advertência triangulares têm se mostrado consistentemente mais eficazes em informar os consumidores brasileiros sobre o conteúdo nutricional dos alimentos do que outros rótulos frontais, sendo que sua eficácia pode ser atribuída ao seu design e à consistência nas informações que comunicam (KHANDPUR et al., 2019). Entretanto, os resultados do estudo conduzido por Deliza et al. (2020), indicam que para a população brasileira, os sistemas de rotulagem frontal no formato de triângulo, octógono, círculo e lupa não diferem entre si em termos de entendimento e percepção de salubridade dos alimentos.

Deve-se destacar que apesar de ainda existirem fatores a serem amplamente debatidos em relação à rotulagem frontal adotada pelo Brasil, a implementação de um sistema de rotulagem frontal é de grande importância e uma conquista para a população brasileira, que pode trazer benefícios para a saúde da população. O uso da rotulagem frontal pode facilitar a compreensão do conteúdo nutricional de alimentos ultraprocessados, em conjunto com a redução da percepção de salubridade indevida e da intenção de compra de alimentos com alto conteúdo de açúcares, gorduras saturadas e sódio pela população (BANDEIRA et al., 2021).

Apesar das esferas acadêmicas e de outros grupos da sociedade serem veemente favoráveis para a adoção do sistema de advertência em formato de triângulo (KHANDPUR et al., 2018), o sistema de rotulagem em forma de lupa adotado pelo Brasil é inovador. Enquanto outros países da América Latina adotaram o sistema de alerta inicialmente implementado pelo Chile, o Brasil optou por um sistema novo,

com poucas evidências científicas a seu favor ou contrárias a ele (IDEC, 2020). Existe pouco conhecimento disponível na literatura sobre a lupa, uma vez que é um sistema que não foi efetivamente adotado em outro país. A indústria alimentícia, como em diversos outros países, não apoiou a decisão da implementação da rotulagem frontal no Brasil (MIALON et al., 2021).

Um fator importante a ser considerado é que o sistema proposto pelo IDEC, considera as recomendações para o perfil nutricional da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), que são mais rígidas quando comparadas ao perfil de nutrientes para a rotulagem frontal adotado pela ANVISA. Consequentemente, o sistema de rotulagem brasileiro em forma de lupa não aparecerá em diversos alimentos que receberiam a rotulagem frontal com base nos critérios recomendados pela OPAS, especialmente os alimentos com altas concentrações de açúcares livres (DURAN et al., 2021).

Um estudo realizado por Rosenblat et al. (2018) investigou a capacidade das advertências textuais de saúde (advertências de saúde apenas com texto e advertências de saúde com imagem e texto) para modular a reatividade emocional (indexada pela forma de onda LPP) evocada por imagens de snacks palatáveis. As alterações comportamentais provocadas pela exposição dos participantes às advertências relativas à saúde foram acompanhadas por alterações nos correlatos do processamento das emoções a nível cerebral. Após a exposição às advertências de saúde, os participantes mostraram uma atenuação da amplitude da LPP que estava associada às classificações de sabor dos aperitivos. Esta evidência apoia o pressuposto de que a utilização de advertências textuais para sensibilizar os consumidores para os danos à saúde associados à ingestão de um alimento rico em nutrientes preocupantes, torna o alimento menos apelativo e desencoraja os consumidores de o escolherem.

Em dois estudos desenvolvidos por nosso grupo de pesquisa (DAVID et al., 2018; FERNANDES et al., 2022), demonstramos que advertências textuais são capazes de modular as respostas motivacionais evocadas por alimentos ultraprocessados. Frases de advertência (exemplo: “Este produto contém muito açúcar e, se consumido em grandes quantidades, aumenta o risco de obesidade e de cáries dentárias”) foram capazes de reduzir as respostas de valência (DAVID et al., 2018) e de aumentar a ativação emocional mensurada através do potencial positivo tardio (LPP) obtido através da técnica de eletroencefalografia (FERNANDES et al.,

2022). Estes resultados sugerem que advertências textuais podem ser capazes de reduzir o apelo positivo dos ultraprocessados e aumentar a motivação de afastamento destes alimentos. Portanto, a aplicação de técnicas derivadas da psicofisiologia pode ser uma forte aliada na testagem da eficácia de estratégias de saúde pública que visam reduzir a venda e o consumo de alimentos ultraprocessados.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo geral

Avaliar a reatividade emocional evocada pela visualização de imagem de alimentos ultraprocessados e a capacidade de sistemas de rotulagem frontal em forma de triângulo e octógono em modular esta reatividade.

1.5.2 Objetivos específicos

Verificar se a aplicação de sistemas de rotulagem frontal na forma de triângulo e octógono, são eficazes em reduzir a resposta emocional evocada por alimentos ultraprocessados, tornando-os igualmente ou menos atrativos do que alimentos *in natura* ou minimamente processados.

Elaborar uma revisão de literatura que promova um elo entre os campos da neurociência e da Saúde Pública, fornecendo uma base para futuras investigações interdisciplinares, sobre como e porquê a eletroencefalografia pode ser utilizada para responder questões sobre o impacto dos sistemas de rotulagem nutricional frontal nas emoções evocadas pelos alimentos ultraprocessados.

2 CAPÍTULO 1

Artigo em preparação

2.1 Title: The ability of warning labels to influence the positive emotional appeal of ultra-processed foods.

Abstract

Introduction

Strong positive emotional reactions are elicited by ultra-processed foods (UPF), which may lead to overeating. Our goal was to determine whether triangular and octagon Warning Labels (WL) would elicit an emotional response from consumers that is at least as strong as that of unprocessed/minimally processed foods (UMPF).

Methods

University students (n = 247) participated in a supervised remote (online) behavioral experiment that applied the International Affective Pictures System (IAPS) methodology. The participants were randomly allocated into three experimental study arms: (1) barcode label (control), (2) triangular label, (3) octagon label. In all study arms the participants observed 22 food pictures (11 UPF and 11 UMPF) interleaved with 70 images of other affective categories from the IAPS catalog. The UPF would contain a barcode (study arm 1), a triangular (study arm 2) or an octagon label (study arm 3). After viewing each picture, participants should rate it on two dimensions of emotion: hedonic valence (pleasantness) and arousal using the Self-Assessment Manikin scale.

Results

Participants in study arm 1 (control) rated UPF as more pleasant and more arousing than UMPF pictures. However, when UPF pictures contained a WL (octagon or triangular), participants rated the UPF pictures as pleasant as the UMPF pictures. The octagon label was effective in reducing the arousal difference between UPF and UMPF. However, the alerting elements of the triangle may have been responsible for enhancing the arousal ratings attributed to UPF.

Conclusions

Warning Labels (triangular or octagon) can potentially minimize the positive emotional appeal attached to UPF. The design features of the triangular label may have greater potential to enhance the alert and promote arousal.

Keywords: Front-of-pack labels; Emotions; Ultra-processed foods, Unprocessed foods, NOVA, Public Health

1 Introduction

A higher prevalence of food insecurity as well as weight gain, was found to be linked to the high consumption of ultra-processed food (UPF) and to the low consumption of unprocessed/minimally processed food in Latin American countries (Pan American Health Organization, 2015; Coletro et al., 2023). The Pan American Health Organization (PAHO) points out that taxation, limitations on advertisements, and implementation of front-of-package nutrition labels (FoPNL) are liable strategies that can be used to regulate unhealthy food products and promote healthier food environments (Pan American Health Organization, 2019). FoPNL informs consumers about food nutritional properties, especially nutrients and ingredients that might be in excess quantities in the product (Pan American Health Organization, 2020). Graphic artwork and summarized nutritional information are used on the front of the package in a more visible and accessible way to facilitate consumers' food purchase decisions.

Although there is no consistency among countries regarding the elements and layout of FoPNL systems, in Latin America, there seems to be a preference for the use of warning labels (WL), initially proposed and adopted by Chile in 2016 (Crosbie et al., 2023). Of the eight Latin American countries that have implemented FoPNL, six have adopted WL that display black octagons Chile, Peru, Uruguay, Mexico, Argentina, and Venezuela (Mota et al., 2023). A WL that displays a black triangle, an internationally accepted form for alerts (ISO 2011), was adapted from Chilean octagons by Brazilians design researchers (Khandpur et al., 2019). Despite the studies that suggested that the triangle WL would be a reliable option for the Brazilian population (e.g. Khandpur et al., 2019; Khandpur, Mais and Martins, 2022), a FoPNL in the format of a magnifying glass was ultimately adopted in Brazil instead of a WL (see Coutinho et al. (2022) and Mais et al. (2023) for the discussion about FoPNL regulation in Brazil). When compared to other labels such as the Nutri-Score, the multiple traffic light label, the magnifying glass or the Health Star Rating, the published literature largely supports the idea that WL, such as the octagons and the triangles, are more effective in reducing perceptions of healthfulness of unhealthy products and the intention to purchase them (Khandpur, Swinburn & Monteiro, 2018; Khandpur, Mais and Martins, 2022; Deliza et al., 2020; Pan American Health Organization, 2021). The design elements of the WL, such as the familiar warning signs and the black color, serve to make them more visible to consumers, capture their attention, and clearly inform them about the nutritional

content of the food (Khandpur, Swinburn & Monteiro 2018; Khandpur et al., 2019; Deliza et al., 2020).

FoPL systems ought to assist in directing the selection of products. The dual processing theory of decision-making (Kanehan, 2003) states that consumers make decisions based on the interaction of instinctive (automatic, heuristic-based) and deliberate (controlled) thought processes. Decisions made using heuristics are more likely to be made by consumers who are pressed for time, tired, or highly motivated to eat hedonistically. Therefore, taste and brand reputation are likely to be more important to hedonically motivated consumers than nutritional information, which may have an effect on how well FoPL systems work (Sanjari et al., 2017). Hedonic motivation is considered the driven force of emotional responses (Becker et al., 2019; Hirschman & Holbrook, 1982). Although there are many theories of emotions (e.g. discrete emotions, Ekman, 2003; Ekman & Friesen, 1971; Ekman, Levenson, & Friesen, 1983), dimensional theories have conceptualized emotions as action dispositions that vary along two main dimensions: (1) hedonic valence (pleasantness), which varies from negative to positive, and (2) arousal (intensity of motivational mobilization), which varies from low to high (Bradley & Lang, 1994; Lang, Bradley & Cuthbert, 1990; Russell, 1980).

The assessment of hedonic valence and arousal dimensions of emotions significantly improves the prediction of food choices (Dalenberg et al., 2014, Gutjar et al., 2015). Previous studies suggest that pictures of UPF evoke a pleasant and arousing experience that is accompanied by a motivational force of attraction towards them (David et al., 2018; Lemos et al., 2022). Most importantly, pictures of UPF elicit higher levels of approach motivation than pictures of unprocessed/ minimally processed foods (UMPF) that were followed by a greater intention to consume the former instead of the latter (Lemos et al., 2022). Calorie-dense components and chemical additives are combined in UPF industrial formulations to optimize intake and palatability (Pan American Health Organization, 2015). Additionally, UPFs are heavily promoted by marketing, which may make them more alluring than UMPF (Pan American Health Organization, 2015; Lemos et al., 2022). Textual warnings have been shown to modulate brain responses related to the motivational significance of UPF pictures (Fernandes et al., 2022) and to reduce the emotional, appetite-driven responses elicited by UPF and the intention to consume them (David et al., 2018). In the present experimental study, we aimed to gain new insights on the impact of WL

(octagon and triangle) on consumers' instinctive and automatic emotional judgments toward UPF. We hypothesized that participants who were exposed to WL would consider UPF pictures as pleasant and arousing as UMPF pictures, demonstrating that WL may reduce the highly enhanced emotional appeal of UPF.

2 Materials and Methods

2.1 Participants

The study consisted in a supervised remote (online) behavioral experiment (Weydmann, 2023). Participants were recruited through email, social media or in-person (classrooms). Three hundred and sixty-four university students from the Federal University of Rio de Janeiro (Brazil) volunteered to participate in the study. They were included in the experimental sample when meeting the following criteria: being 18-30 years old, native speaker of Portuguese, access to a computer or notebook with internet connection, being omnivorous, and reporting normal or corrected visual acuity. The exclusion criteria included incomplete evaluation of the pictures presented (answer less than 50% of the Self-Assessment Manikin Scale, SAM, Bradley and Lang, 1994), making questions via the cell phone during the experiment, reporting being pregnant, and reporting eating disorder diagnosis. The final sample comprised 247 participants (median age 22 years, Interquartile Range (IQR) = 4.00) university students enrolled in different areas of knowledge and who were naive to the purpose of the study. The participants were allocated into three experimental study arms: (1) Triangular label (2) Octagon label and (3) Barcode label (Control). Figure 1 describes the final sample size after applying the exclusion criteria and after allocating the participants to each study arms. Before the experimental session, the participants were instructed to complete a set of questionnaires composed of sociodemographic, gender and anthropometric data.

This research was conducted according to the Declaration of Helsinki and was approved by the local Ethics Committee (CAAE: 29357820.1.0000.5699).

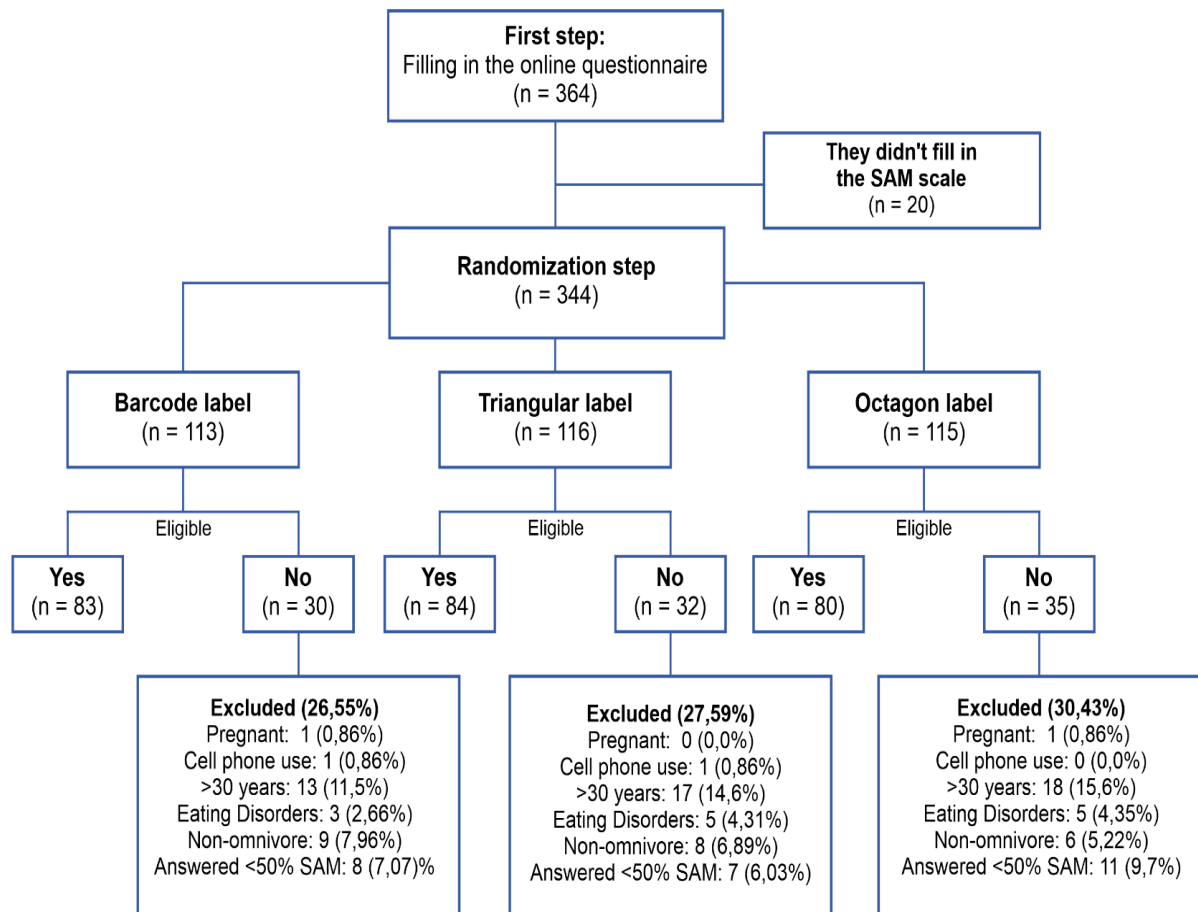


Figure 1 - Participants' recruitment and assignment to each experimental study arms (Barcode label, Triangular label and Octagon label). SAM, Self-Assessment Manikin Scale (Bradley and Lang, 1994).

2.2 Visual stimuli

The main experimental procedure was to elicit emotions in the participants by exposing them to a series of pictures with different emotional content, using the normative rating approach for the International Affective Picture System (IAPS), a standard technique suggested by Lang, Bradley & Cuthbert (2008). Pictures of food (UPF or UMF) and other emotional content (nature, puppies, sports, adventure, erotic, mutilated bodies, disease, loss, etc.) were used for this purpose. Participants visualized the same food (UPF and UMPF) and IAPS pictures in all the three experimental study arms. The presence and type of WL (triangular or octagon)

displayed on the UPF pictures was the only aspect that differed across experimental study arms. The details of the visual stimuli will be described in the following subsections.

2.2.1 Set of pictures from the International Affective Picture System

The participants in each study arm visualized 70 pictures from IAPS with positive, negative and neutral valences and varying in arousal. The list of the IAPS pictures codes applied during the study experiments can be accessed at the supplemental material. One important characteristic of the standardized affective pictures in the IAPS is their ability to evoke similar emotional reactions in diverse individual and cultural groups, making it possible to compare results from various individuals across the globe (Branco et al., 2023).

2.2.2 Set of food pictures

The seventy pictures from IAPS were presented interpeased with twenty-two food pictures (eleven UPF pictures and eleven UMPF pictures) to the participants in each study arm. New standardized pictures can be produced by using the same steps that were used to produce the IAPS normative ratings (Silva et al., 2017; Paes et al., 2016). For instance, food pictures have been standardized using the IAPS procedure (e.g. Miccoli et al., 2014 and Lemos et al., 2022). In those studies, the process involved showing a set of pictures to a group of participants, including pictures of food, which were the images of interest, along with background pictures from other emotional categories from the IAPS (Miccoli et al., 2014; Lemos et al., 2022). When evaluating target pictures (e.g. food stimuli), the background pictures from the IAPS provided an emotive basis for comparison. Consequently, the valence and arousal ratings given to the target pictures were validated by this procedure (Lemos et al., 2022). It's interesting to note that when employing this procedure, the participants are completely unaware of which category of pictures is of interest to the study. Thus, this lessens or eliminates the social desirability effect (Podsakoff, MacKenzie & Podsakoff 2012). In fact, at the end of the experiment, the participants answered the question “Did you think that any of the pictures’ categories were of interest to the study?” after they were presented to a list of pictures’ categories presented in the study (e.g. food, loss, puppies, family,

sport, mutilation, etc.). Only six participants from the 247 responded “food”. The six participants who responded “food” were similarly distributed across the study arms [Barcode label (n = 1), Triangular label (n = 3), Octagon label (n = 2)].

The pictures of UMPF and UPF were selected from a standardized picture dataset formulated by our group (Lemos et al., 2022). The food pictures from this dataset were classified in UPF and UMPF according to the NOVA classification system, in which food is classified according to the nature, extent and purpose of industrial processing (Monteiro et al., 2016). Every food picture (UMPF and UPF) was presented to the participants ready to eat, prepared and unpackaged; where appropriate. This process improved the similarity between UPF, UMPF and IAPS pictures (Miccoli et al., 2014). Since the product's name or brand were absent from the pictures illustrating UPF, we concentrated the study on the intrinsic qualities of the UPF as previously (Lemos et al., 2022). For further details about the food pictures' dataset, see Lemos et al., 2022.

The UMPF pictures included watermelon, apple, mandarin juice, salad, corn, egg, lettuce, pear, mango, banana and bean. The UPF pictures included gums, potato chips, chocolate bar, ready-to-eat lasagne, ice cream, margarine, cookies, soft drinks, sausages, cookies stuffed with vanilla and Brazilian cheese bread. Based on Lemos et al. (2022), the pictures were chosen so that the valence and arousal mean ratings for UPF were higher than those for UMPF in the control arm of the study, in line with our hypothesis that the WLs would be able to make the emotional responses of UMPF and UPF similar in the other study arms. The pictures of UPF were paired in terms of sweet and salty taste.

Some physical properties of the pictures such as perceptual properties, complexity and aesthetics may be responsible for some of the differences found in neural and subjective responses to emotional pictures (Bradley et al., 2007; Delplanque et al., 2007; Gerger, Leder & Kremer, 2014). Thus, we paired the pictures of UPF and UMPF on these attributes. For further details, see (Lemos et al., 2022). The pictures of UPF and UMPF did not differ in brightness ($t(20) = 0.41$, $p\text{-value} = 0.68$), contrast ($t(20) = 0.41$, $p\text{-value} = 0.68$), spatial frequency ($t(20) = 0.30$, $p\text{-value} = 0.77$), complexity ($t(20) = -1.90$, $p = 0.07$) and esthetics ($t(20) = 0.41$, $p\text{-value} = 0.07$).

The nutritional composition for each food picture was calculated by Lemos et al. (2022) based on the Food Standard Agency (FSA), taking into account the nutrient

content per 100 grams. Foods with a score of four or above on the FSA are deemed unhealthy, and beverages with a score of one or higher are also classified as unhealthy (UK Department of Health, 2011). All of the UPF included in the present study scored much higher than the 4 points for food and 1 point for beverage threshold (M_{FSA} score = 15.7; $SD = 7.32$), which is regarded as low nutritional quality (UK Department of Health, 2011). On the other hand, all UMPF were deemed healthy since they scored lower than these values (M_{FSA} score = -4.82; $SD = 2.96$). Foods in the UPF group were found to have worse nutritional quality than those in the UMPF group ($t(20) = -8.63$, $p < 0.001$).

2.3 Experimental study arms

Study arm 1 was the control condition where UPF pictures were presented (mixed with UMPF and IAPS pictures) along with a barcode label ($n = 83$). A barcode label was used as a control label, as in previous labeling research (Grummon et al., 2019; Taillie et al., 2020). In study arm 2, participants ($n = 84$) observed the UPF pictures along with the triangular WL. In study arm 3, participants ($n = 80$) observed the UPF pictures along with the octagon WL. The criteria used to determine if the UPF items depicted in the pictures would receive a WL, was based on the Pan American Health Organization (PAHO) Nutrient Profile Model (Pan American Health Organization, 2016). All the UPF depicted in the pictures presented excess of one of the following critical nutrients according to the PAHO Nutrient Profile Model (Pan American Health Organization, 2016): sugar, sodium and saturated fat. Although the PAHO Nutrient Profile Model includes other nutrients (including total fat, trans fat and other sweeteners), we focused on WL about sugar, sodium and saturated fat because these are the nutrients considered as nutrients of concern to apply WL in most of the Latin American Countries. Each picture received only one WL. The participants were instructed to measure and record the computer screen's size (diagonal length) and to stand 47 centimeters away from the computer. The mean reported computer screen size was 15.9" ($SD = 3.43$). The pictures occupied about 47% of the screen's area and all labels were approximately 4.3% of the picture's area at the top right. The size of the pictures and the labels in visual angle were approximately: pictures (height: 18.1° , width: 26.3°); labels (height: 4.9° , width: 4.9°).

2.4 Evaluative report: Hedonic valence and arousal

We applied the Self-Assessment Manikin scale (SAM) (Bradley & Lang, 1994) to obtain the hedonic valence and arousal ratings for each presented picture. The SAM scale uses non-verbal pictographic scales that are easy and quick to apply. Valence is assessed from a pictorial scale with manikins and interspersed spaces between them that range from "smiling-happy" (score = 9) to "frowning-unhappy" (score = 1). Arousal is measured from manikins and interspaces between them that reflect a range from an "excited wide-eyed" figure (score = 9) to a "relaxed-sleepy" (score = 1). In the original studies (e.g. Lang, Bradley and Cuthbert, 2008) participants used a pencil-and-paper version of the SAM to score each image they observed, which varied in valence and arousal. The pictures were displayed onto a screen during the studies, which took place in a room with a number of individuals. Since a portion of this data was gathered during the COVID-19 pandemic, we were able to collect data remotely by utilizing an adapted version of the normative rating procedure for the IAPS (Lang, Bradley & Cuthbert, 2008) that was previously validated to the remote format (Silva & Lemos et al., 2024, unpublished data). The digitized SAM scale (Size [height, width] $\cong 13.9^\circ, 35.4^\circ$) was positioned centrally on the participant's computer screen. The method of rating involved selecting the manikin (or the spaces between them) choice in each dimension that most accurately represented the individual emotional perception of each picture. The participant was limited to selecting a single response option for each picture from each dimension and was required to click on their choice using a mouse or touchpad.

2.5 Assessment of Hunger

Prior to the experimental session, we measured the participants' subjective levels of hunger using a hunger scale (Grand, 1968). The components on the hunger scale included the following items: the amount of time since their last meal, subjective hunger, the amount of their favorite food they could consume, and the estimated time until their next meal. We combined the items of the hunger scale as proposed by Tapper and Turner (2018) resulted in a hunger score. The scale consists of reported subjective hunger at the time, and participants were asked to rate first how hungry they

were, using a 7-point scale, and then how much of their favorite food they could eat right at the moment using a 6-point scale, with total scores varying from 0 to 11.

2.6 Experimental Procedure

2.6.1 Tools for remote data collection

The supervised remote experiment was designed to maintain as similar as possible the procedures and controls used in the original (in person) methodology proposed by Lang, Bradley & Cuthbert, 2008). The software used to deliver the stimuli and to collect the responses in the remote environment was the Psycopy 3.0v®, which is a free tool for conducting a wide variety of studies in the behavioral sciences (Peirce et al., 2019). The software allows conducting behavioral experiments remotely without losing quality. Visual stimuli can be presented in a browser via a script generated using HTML and JavaScript. To do this, the programmed experiment must be exported to a web page (<https://pavlovia.org/>), allowing users to access the experiment from anywhere with high temporal precision. Through the pavlovia.org website, it is possible to copy and modify existing experiments, create and manage online participants and experiment results (Peirce et al., 2019). To collect the sociodemographic data, as well as eating habits (including the hunger scale, Grand, 1968) we used Google Forms. The experimenter supervised the participant during the experimental session via WhatsApp.

2.6.2 Instructions and Procedures

Experimenters from our research team were responsible for performing the remote experiment individually with each of the participants. The contact between the experimenter and the participant followed a standardized script that consisted of three main steps: (1) An initial contact was made to confirm the interest in taking part in the study and to verify the access to a computer / notebook and to the Internet. The date for the research was scheduled according to the availability of the participant to stay in an adequate environment to run the experiment (e.g. being alone in a silent room with

access to a computer and internet); (2) A second contact was made the day before the study to confirm the scheduled date and to send instructions about the experiment (e.g. how to measure the size of the computer screen, the assessment of weight and height to improve the estimated Body Mass Index (BMI) calculation, not eating, talking or doing other activities during the experiment); (3) In the third step the experiment was executed. After confirming that the participant was ready, the experimenter sent the links to collect sociodemographic and eating habits data (Google Forms) and to the behavioral task consisting in the emotional evaluation of pictures by using the SAM scale (<https://pavlovia.org>). Immediately before the behavioral task, online instructions were delivered informing the participants that they should maintain a distance from the screen (with pictorial examples) of approximately 47 cm and also report the size of the screen, thus that the experimenters were able to access information about the size of the stimuli in terms of visual angle. In addition, explanatory videos prior to the behavioral experiment were also delivered, explaining the standardized procedures on how to perform the classification of the pictures by using the SAM scale (Lang, Bradley & Cuthbert, 2008). The experimenter was available via WhatsApp the whole time during the experiment, for control, execution of the experiment and to answer any questions.

2.6.3 Trial Structure

Nine additional IAPS pictures were used for training (3 positive, 3 negatives, and 3 neutral) prior to the start of the experimental trial. This procedure acts as an anchor for the emotional rating scales and gives the participant an overview of the pictures' emotional content that will be presented during the experiment. The participant was given the following instructions after the training: "Click the mouse or touchpad to begin the experiment when you're ready." The experimental session began with a screen containing the instruction: "Get ready, the experiment is about to begin" for 5 seconds. This message appeared only at the beginning of the experimental session and served to prepare the participant for the start of the experiment. The sequence of events for each trial is described at Figure 2, top panel. Each trial began with the sentence "observe the next picture", which lasted for 2 seconds. Next, a picture was presented for 6 seconds in which the participant simply looked at the image

with careful attention. The picture would be a picture of interest (UPF or UMPF) or a picture from another emotional category from the IAPS, and the participants were not informed about what pictures were of interest to the study. After the offset of the picture the "Rate the Image" screen appeared. During the 10-second presentation of this last screen, participants reported how they felt when looking at the present picture, classifying it in the valence and arousal dimensions of emotion using the SAM scale (Bradley & Lang, 1994).

Participants were randomly assigned to one of the three study arms (bar code/control, triangular label or octagon label). The three study arms were composed of the same pictures. The only difference between study arms was the label that was presented inserted in the UPF picture (Figure 2, Bottom panel).

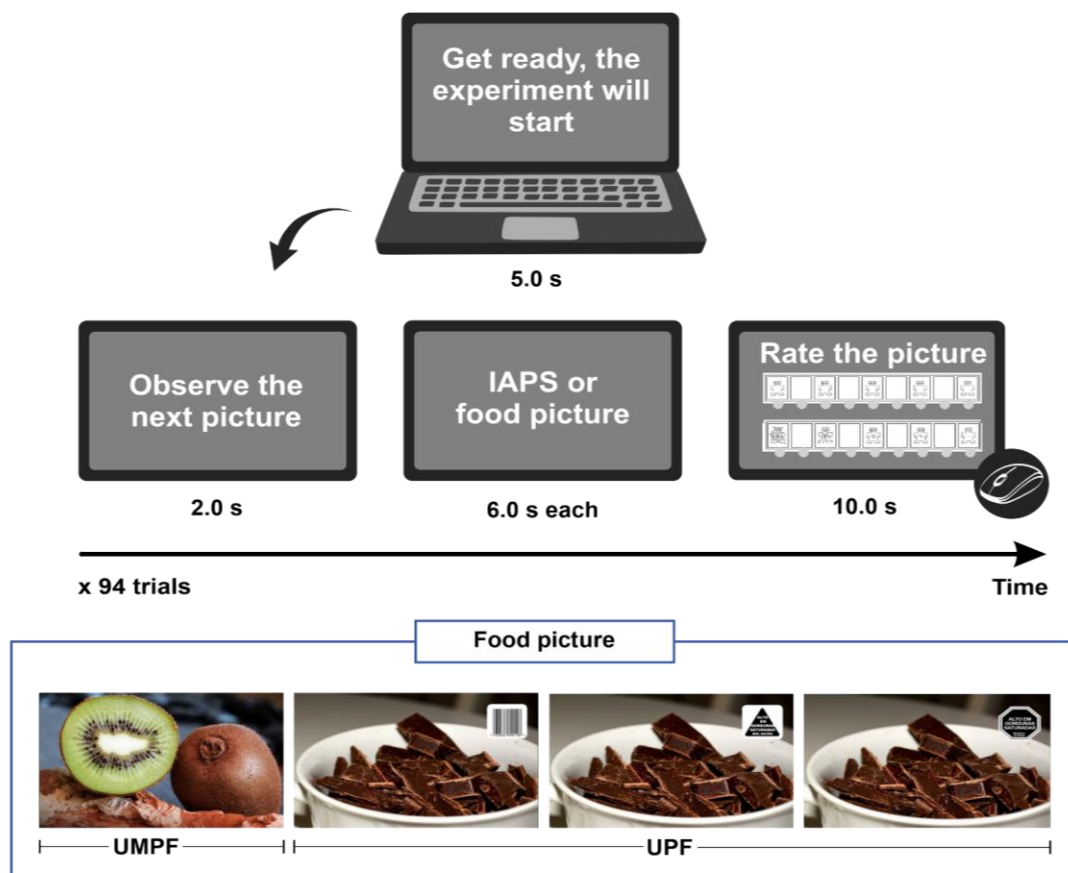


FIGURE 2. Behavioral experiment design. Top panel: schematic representation of the sequence of events in a trial. Participants clicked with a mouse or touchpad at the Self-Assessment Manikin scale to indicate how they felt after observing each of the 92 pictures (22 food pictures, 11 UPF and 11 UMPF, plus the 74 pictures from the IAPS). Bottom panel: Illustration of a picture depicting an UMPF (left). Illustration of a picture

depicting an UPF during the barcode label, triangular label and octagon label study arms (right).

2.7 Data Analysis

2.7.1 Sample characteristics

The demographic and anthropometric characteristics of the sample were summarized using descriptive statistics. Categorical variables (gender, BMI cutoff, race, area of study and income) were displayed as frequencies. Chi-square analysis was applied to the categorical variables to compare the observed frequencies across participants in each study arm (barcode label, triangular label or octagon label). Hunger score was described as a continuous variable and was displayed as median and interquartile range (IQR), because it did not present a normal distribution according to the Shapiro-wilk test ($w = 0.84$, $p < 0.05$). The hunger scores across the study arms were compared through Kruskal-Wallis ANOVA.

2.7.2 Distribution of hedonic valence and arousal ratings in two-dimensional affective space

The hedonic valence and arousal ratings of a heterogeneous set of emotional-laden pictures plotted on a Cartesian plane are arranged as a "boomerang" shape as vectors pointing in two directions (Bradley et al., 2001). The upper arm of the boomerang indicates appetitive motivation (approach-like behavior) and the lower arm indicates defensive motivation (avoidance behavior), (Lang and Bradley, 2007). We evaluated whether the distribution of mean valence and arousal ratings per picture in the two-dimensional affective space, fits the typical boomerang shape reported by Lang et al. (2008) on successive North American versions of the IAPS (Bradley & Lang 1994; Lang, Bradley & Cuthbert, 2008). To this aim, the hedonic valence and arousal rating of each picture was obtained by calculating the average of the ratings values attributed by all the participants for each picture and then plotting the averages on a Cartesian plane, with the "y" axis representing the hedonic valence and the "x" axis representing the arousal. Spearman's were conducted for the upper (appetitive

motivation, valence ratings ≥ 5) and lower arms (defensive motivation, valence ratings ≤ 5) to ascertain that we obtained the expected boomerang-shaped distribution of the pictures at the affective space (Miccoli et al., 2014).

2.7.3 Ultra-Processed Foods vs. Unprocessed/Minimally Processed Foods

The normality assumption was violated for both arousal and valence ratings ($p < 0.05$, Shapiro-wilk test). Thus, we conducted Wilcoxon signed-rank tests to compare UPF and UMPF ratings within each study arm. We also calculated the delta between UPF and UMPF ratings (UPF minus UMPF) and conducted a Kruskal-Wallis ANOVA to compare the UPF-UMPF delta across study arms. Post-hoc Dunn's test was conducted when applicable. For all the analyses the p-value considered for significance was $p < 0.05$.

3. Results

3.1 Sample characteristics

The study sample's descriptive characteristics are shown in Table 1. Most of the sample was composed by female participants (67.6%), most were eutrophic (59.9%), and white (54.7%), although black/brown individuals represented 43.3% of the sample. The majority of the sample consisted of individuals enrolled in graduation courses in health science (54.1%) and reported a household income less than five minimum wages per month (74.1%). As expected, there were no significant differences in terms of gender, Body Mass Index (BMI), household income, race/ethnicity and area of study across the three study arms. In addition, the hunger scores (median = 0.8, IQR = 3.53) did not differ across study arms ($X^2 = 5.22$, $p > 0.05$), as well as age (mean = 22 years old, IQR = 4.0; $X^2 = 0.14$; $p < 0.05$).

Table 1. Sample characteristics.

Indicators		Total n = 247	Barcode label n= 83	Study arms		Comparison of arms
				Triangular label n=84	Octagon label n=80	Chi-Square/ p-value
Gender, n (%)	Female	167 (67.6)	56 (67.5)	56 (66.7)	55 (68.8)	0.41/0.982
	Male	72 (29.1)	25 (30.1)	25 (29.8)	22 (27.5)	
	Non-binary or fluid	8 (3.2)	2 (2.4)	3 (3.6)	3 (3.8)	
Body Mass Index (kg/m ²), n (%)	Underweight (<18.5)	18 (7.3)	3 (3.6)	8 (9.5)	7 (8.8)	4.39/0.625
	Eutrophic (18.5-24.9)	148 (59.9)	51 (61.4)	52 (61.9)	45 (56.3)	
	Overweight (25-29.9)	55 (22.3)	21 (25.3)	17 (20.2)	17 (21.3)	
	Obesity (≥30)	26 (10.5)	8 (9.6)	7 (8.3)	11 (13.8)	
Race/Eth nicity, n (%)	White	135 (54.7)	52 (62.7)	44 (52.4)	39 (48.8)	4.18/0.653
	Black/Brown	107 (43.3)	30 (36.1)	38 (45.2)	39 (48.8)	
	Yellow	3 (1.2)	1 (1.2)	1 (1.2)	1 (1.3)	
	Not informed	2 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.2)	1 (1.3)	
Area of Study, n (%)	Health Sciences	133 (54.1)	44 (53.0)	42 (50.6)	47 (58.8)	6.73/ 0.875
	Biological Sciences	36 (14.6)	14 (16.9)	11 (13.3)	11 (13.8)	
	Exact and Earth Sciences	23 (9.3)	6 (7.2)	10 (12.0)	7 (8.8)	
	Engineering	20 (8.1)	9 (10.8)	6 (7.2)	5 (6.3)	

	Applied Social Sciences	17 (6.9)	4 (4.8)	8 (9.6)	5 (6.3)	
	Linguistics, Letters and Arts	12 (4.9)	3 (3.6)	5 (6.0)	4 (5.0)	
	Human Sciences	5 (2.0)	3 (3.6)	1 (1.2)	1 (1.3)	
	1-2	93 (37.7)	28 (33.7)	33 (39.3)	32 (40.0)	8.94/0.177
Income, n (%) minimum wages	2-5	90 (36.4)	26 (31.3)	30 (35.7)	34 (42.5)	
	5-10	38 (15.4)	15 (18.1)	15 (17.9)	8 (10.0)	
	>10	26 (10.5)	14 (16.9)	6 (7.1)	6 (7.5)	

Note: The body mass index (BMI) cut-off was based on the WHO (2000). In 2022, when the data was collected, the minimum wage in Brazil was 1,212 Brazilian reais per month (about 250 US dollars). Volunteers who indicated that they did not want to report their race were not included in the race analysis.

3.2 The two-dimensional affective space

The results (Figure 3) demonstrated that the IAPS pictures (gray dots) were appropriately dispersed throughout the affective space, exhibiting the standard boomerang-shaped distribution shown in other studies in which the experiment was run in person by the experimenter (Lemos et al., 2022, Bradley et al., 2001, David et al., 2018). The upper half of the chart featured the pleasant pictures from the IAPS (such as erotic images, sports, families, nature, and puppies), while the lower half featured the unpleasant images (such as images of mutilation, illness, pollution, accidents, and disgusting subjects). In the middle of the graph were the neutral pictures from the IAPS (objects). There was a positive correlation between valence and arousal ratings in the upper arm of the boomerang and negative correlation in the lower arm of the boomerang for the three study arms ($p < 0.05$), in agreement with previous findings (Miccoli et al., 2014). The rho-value for the spearman correlations analyses run for each study arm are described at Figure 3, along with the correlation fit lines.

Along with the pleasant pictures from the IAPS, the food pictures (UMPF and UPF, square blue symbol and brown square symbol, respectively, were situated in the upper part of the graph (appetitive space), in agreement with previous studies (Miccoli

et al., 2014, Lemos et al., 2022, David et al., 2018, Bradley et al., 2001). As expected, during the barcode label (control) study arm the UPF seems to evoke more intense emotions (greater valence and arousal ratings) than UMPF (Figure 3 left panel), as previously shown (Lemos et al., 2022). Notably, UPF and UMPF evoked similar emotional responses during the triangular label and octagon label study arms (Figure 3, middle and right panels, respectively).

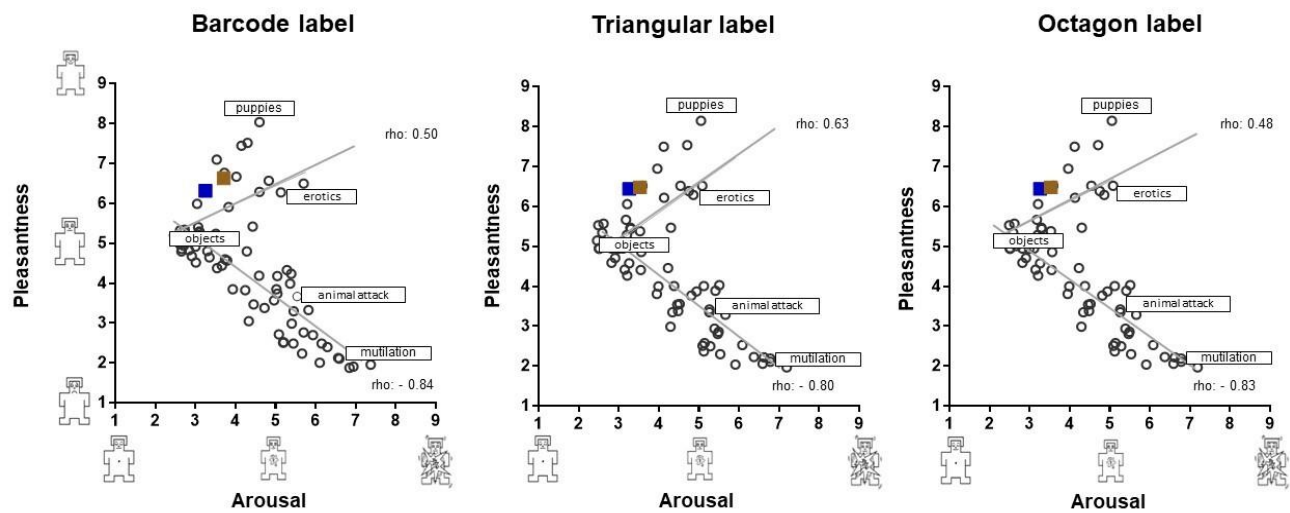


Figure 3. Affective space. Each IAPS picture is represented by a gray dot in the plot. The square blue symbol represents the mean affective ratings of all UMPF pictures, while the square brown symbol represents the mean of all UPF pictures. Left panel, barcode label (control) study arm; middle panel, triangular label study arm; right panel, octagon label study arm. UPF, ultra-processed foods; UMPF, unprocessed/minimally processed foods; IAPS, International Affective Picture System.

3.3 Ultra-Processed Foods vs. Unprocessed/Minimally Processed Foods

The results of the comparison between UPF and UMPF affective ratings within each study arm are displayed at Table 2. Participants at the barcode label (control) study arm rated the UPF pictures as more positive and arousing than UMPF (valence: $W = 763$, $p < .001$; arousal: $W = 463$, $p < .001$). During the triangular and octagon label study arms, the participants rated the UPF pictures as positive as the UMPF pictures

(valence, triangular label: $W = 1452$, $p = 0.53$; octagon label: $W = 1115$, $p = 0.27$). However, they rated the UPF pictures as more arousing than the UMPF pictures (arousal, triangular label: $W = 1108$, $p < 0.05$; octagon label: $W = 804$, $p < 0.05$).

Table 2. Median pleasantness and arousal ratings for the pictures depicting UMPF and UPF by study arms groups.

		<u>Barcode label</u>		<u>Triangular label</u>		<u>Octagon label</u>	
		UMPF	UPF	UMPF	UPF	UMPF	UPF
Pleasantness, median (IQR)		6.27 ^a (1.2)	6.55 ^b (1.5)	6.09 ^a (1.5)	6.27 ^a (1.5)	6.27 ^a (1.5)	6.41 ^a (1.6)
Arousal, median (IQR)		3.09 ^a (3.0)	3.45 ^b (3.0)	4.18 ^a (2.4)	4.22 ^b (2.6)	3.23 ^a (3.2)	3.36 ^b (3.3)

Note: Pleasantness ratings could range from 1 (extremely unpleasant) to 9 (extremely pleasant) with 5 indicating neutrality. Arousal ratings could range from 1 (very low arousal) to 9 (extremely arousing). Median rating scores within a row from the same study arm group with different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$), Wilcoxon signed-rank test. IQR, interquartile range; UMPF, unprocessed/minimally processed foods; UPF, ultra-processed foods.

The Kruskal-Wallis's test showed that the presence of a WL (triangular label or octagon label) had a significant effect on how participants rated the food pictures (Delta = UPF minus UMPF); $\chi^2 = 6.52$, $p < 0.05$ (for hedonic valence/ pleasantness) and $\chi^2 = 6.32$, $p < 0.05$ (for arousal), Table 3. The post-hoc test for hedonic valence_{delta} using Dunn's test showed significant differences between the barcode label study arm and both the octagon and triangular study arms, $p < 0.05$ for both comparisons. The octagon and triangular study arms did not differ $p = 0.96$. The post-hoc test for arousal_{delta} using Dunn's test showed a significant difference between the barcode label study arm and the octagon label study arm ($p = 0.02$) and a marginal difference between the barcode labels and the triangular label study arm ($p = 0.06$). The octagon and triangular study arms did not differ $p = 0.59$.

Table 3. Median the emotional reactivity index (delta = UPF minus UMPF) obtained from pleasantness and arousal ratings by study arms.

	Barcode label	Triangular label	Octagon label	p-value
Δ Pleasantness, median (IQR)	0.45 ^a (0.79)	0.14 ^b (1.18)	0.00 ^b (0.84)	0.038
Δ Arousal, median (IQR)	0.36 ^a (0.91)	0.10 ^{ab} (0.97)	0.00 ^b (0.72)	0.046

Note: The index was calculated by subtracting the mean ratings assigned for the UMPF from the mean ratings assigned for the UPF (delta = UPF minus UMPF). UMPF, unprocessed/minimally processed foods; UPF, ultra-processed foods. IQR, interquartile range.

4 - Discussion

The current study used the methodology from IAPS and the SAM scale (Lang, Bradley & Cuthbert, 2008) to investigate whether WL modulated emotional responses evoked by pictures of UPF relative to UMPF pictures. The participants from the barcode study arm (control) rated the UPF pictures as more pleasant and arousing than UMPF pictures as expected (Lemos et al., 2022). In agreement with our hypothesis, in the study arms where participants viewed the UPF pictures along with a WL (triangular label or octagon label), the pleasantness ratings assigned to the UPF pictures resembled the ratings assigned to UMPF. Food is essential to the organism's survival and is fundamental to its day-to-day existence. It is then expected that food (UMPF or UPF) act as a driver of approach behavior through the pleasure they evoke. The issue with UPF is that, in contrast to UMPF, they might prompt an exaggerated approach motivation, which would predispose people to consume UPF instead of UMPF (Lemos et al., 2022). UPF are made to be extremely tasty, which raises their hedonic value and the pleasure of eating them (Gearhardt & Schulte, 2021). Both WL were successful in modifying UPF to be as pleasant as UMPF, reducing the exaggerated positive emotions they usually evoke (David et al., 2018; Lemos et al., 2022). This finding may provide support to those countries that used or were considering using WL as a FoPL system to reduce the positive emotional appeal and consumption of UPF (Crosbie et al., 2023).

The difference between the arousal ratings attributed to UPF and UMPF during the WL study arms was significant even though it was less than during the barcode study arm. Since warnings are intended to make individuals aware of the presence of a hazard and to heightened alertness (Rousseau & Wogalte, 2006), it is anticipated that

arousal ratings would remain high in the study arms presenting WL. In fact, Fernandes et al. (2022) in a study applying electroencephalography and the SAM scale showed that the pleasantness rating were reduced and the Late Positive Potential (a brain biomarker of emotional arousal) was enhanced when participants viewed pictures of UPF preceded by a warning text (e.g. This product contains excessive sugar and, if consumed in large amounts, increases the risk of obesity and dental cavities) relative to a control text (e.g. This product contains sugar and must be kept under refrigeration and be consumed before the expiration date). It was suggested that the warning texts could strengthen the motivation to avoid UPF (Fernandes et al., 2022). Here instead of text warnings we applied WL that contain warnings symbols such as a triangle or an octagon. The triangle sign is a typical safety alert symbol while the octagon sign typically means STOP but can also be used for security notices (Rousseau and Wogalte, 2006). Given that the triangle is more frequently associated with alerts, this may have led to increased arousal, as evidenced by the marginal difference between the UPF delta and UMPF delta in the study arm that contained the triangle.

To the best of our knowledge, this is the first study which focused on the effect of WL on the emotional responses evoked by UPF relative to UMPF. Consumer decision-making is heavily influenced by emotions, and UPF may elicit strong emotional responses in individuals (David et al., 2018), making it difficult to resist them. Using WL to make UPF at least as emotionally charged as UMPF, would be a remarkable accomplishment. Here, we provided novel evidence that using WL as a public health tool would effectively reduce the heightened emotional reactions that UPF elicits. The study's novelty extends to the methodology as well as the experimental question. It was feasible to capture the *implicit* influence of WL on the emotional responses elicited by UPF pictures by using a remote version of the IAPS methodology (Lang, Bradley & Cuthbert, 2008). Because the food pictures were mixed in with background pictures from the IAPS, and to each study arm were assigned distinct experimental conditions (barcode, triangle, and octagon labels), participants were unaware that the food pictures were the ones of interest as well as the labels. Thus, by using the IAPS methodology we were able to capture the individuals' instinctive and automatic emotional judgments toward UPF and its modulation by WL.

Some limitations of this study should be highlighted. First, university students made up the sample. A sample of university students was selected in order to facilitate comparisons with earlier studies on emotions that used the normative rating procedure

for the IAPS with the paper-and-pencil version of SAM (e.g Lemos et al., 2022, David et al., 2018, Paes et al., 2016, Silva et al., 2017, Miccoli et al., 2014). Furthermore, women made up the majority of the sample. Brazil's higher proportion of female undergraduate students in health and biomedical courses (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2022), that also constitutes a large portion of our sample, explains this limitation. Despite the fact that the sample was primarily composed of women and students from health and biomedical courses, there were similar numbers of individuals who fit these descriptions in all three study arms. Lastly, we showed unpackaged UPF to allow the pairing of the physical attributes between UPF and UMPF pictures. Thus, the study focused on the effect of WL on the intrinsic attributes of UPF and care should be taken when interpreting the results in relation to UPF inside packaging. It would be interesting to study the effect of package elements on UPF emotional reactivity in the future.

5 - Conclusion

The present investigation broadens the body of evidence regarding the potential mechanisms by which triangular and octagon WL may affect consumer attitudes and actions. It is one of the first studies to demonstrate the utility of WL (triangular label and octagon label) in making UPF as pleasant as UMPF. Because of its more alerting qualities, the triangular label performed better than the octagon label at promoting arousal, indicated by its capacity in maintaining the arousal difference between UPF and UMPF. The current study may aid in the support of public policies that promote sustainable and healthy food environments.

6 - Supplementary Material

The code list of the images from the IAPS catalog and of the food that was used for the experiment. The positive pictures included 10 images depicting nature, family, dogs, sports, adventure, and eroticism; the neutral pictures included 30 images depicting objects, people, and landscapes; and the negative pictures included 30 images depicting pollution, disgust, illness, loss, accidents, contamination, animal attack, human attack, and mutilated bodies. List of the 70 IAPS pictures used in the experiments (codes). Negative: 1050, 1220, 1300, 1525, 1930, 2053, 2205, 3060,

3080, 3120, 3130, 3230, 3350, 5961, 5971 5972, 6010, 6020, 9000, 9001, 9220, 9300, 9301, 9320, 9341, 9342, 9440, 9480, 9520, 9903; Positive: 1460, 1710, 2070, 2165, 4660, 4670, 4680, 5260, 5830; Neutral: 1313, 1390, 1935, 1945, 2191, 2210, 2221, 2393, 2850, 2880, 5621, 7046, 7187, 7224, 7247, 7700, 9070, 9080, 9360, 6150, 7002, 7020, 7030, 7034, 7040, 7050, 7052, 7090, 7490, 7705, 7205; UMP: watermelon, apple, mandarin juice, salad, corn, egg, lettuce, pear, mango, banana and bean; UPF: gums, potato chips, chocolate bar, ready-to-eat lasagne, ice cream, margarine, cookies, soft drinks, sausages, cookies stuffed with vanilla and Brazilian cheese bread.

Funding

This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), and the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

7. Reference

- Becker, S., Bräscher, A. K., Bannister, S., Bensafi, M., Calma-Birling, D., Chan, R. C., ... & Wang, Y. (2019). The role of hedonics in the Human Affectome. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 102, 221-241. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.05.003>
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25(1), 49-59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, 1(3), 276. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.1.3.276>
- Bradley, M. M., Hamby, S., Löw, A., & Lang, P. J. (2007). Brain potentials in perception: picture complexity and emotional arousal. *Psychophysiology*, 44(3), 364-373. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00520.x>
- Branco, D., Gonçalves, Ó. F., & Badia, S. B. I. (2023). A Systematic Review of International Affective Picture System (IAPS) around the World. *Sensors*, 23(8), 3866. <https://doi.org/10.3390/s23083866>
- Coletro, H. N., de Menezes-Júnior, L. A. A., de Deus Mendonça, R., Meireles, A. L., Machado-Coelho, G. L. L., & de Menezes, M. C. (2023). The combined consumption

of fresh/minimally processed food and ultra-processed food on food insecurity: COVID Inconfidentes, a population-based survey. *Public Health Nutrition*, 26(7), 1414-1423. <https://doi.org/10.1017/S136898002300054X>

Coutinho, G. J., Feldenheimer da S. A. C., de Castro, I. R. R., Recine, E. G. I. G., Makuta, G., Rocha, N. C., ... & Barbosa, R. B. D. C. (2022). The challenges of front-of-package labeling in Brazil. *Frontiers in Nutrition*, 9, 921421.

Crosbie, E., Gomes, F. S., Olvera, J., Patiño, S. R. G., Hoepfer, S., & Carriedo, A. (2023). A policy study on front-of-pack nutrition labeling in the Americas: emerging developments and outcomes. *The Lancet Regional Health–Americas*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100400>

Dalenberg, J. R., Gutjar, S., Horst, G. J. T., De Graaf, K., Renken, R. J., & Jager, G. (2014). Evoked emotions predict food choice. *Plos One*, 9(12), e115388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115388>.

David, I. A., Krutman, L., Fernández-Santaella, M. C., Andrade, J. R., Andrade, E. B., Oliveira, L., ... & Braga, F. (2018). Appetitive drives for ultra-processed food products and the ability of text warnings to counteract consumption predispositions. *Public health nutrition*, 21(3), 543-557. <https://doi.org/10.1017/S1368980017003263>

Deliza, R., de Alcantara, M., Pereira, R., & Ares, G. (2020). How do different warning signs compare with the guideline daily amount and traffic-light system?. *Food Quality and Preference*, 80, 103821. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01455-9>

Delplanque, S., N'diaye, K., Scherer, K., & Grandjean, D. (2007). Spatial frequencies or emotional effects?: A systematic measure of spatial frequencies for IAPS pictures by a discrete wavelet analysis. *Journal of neuroscience methods*, 165(1), 144-150. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2007.05.030>

Ekman, P. (2003). Emotions revealed: Recognizing faces and feelings to improve communication and emotional life. Times Books/Henry Holt and Co.

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124–129. <https://doi.org/10.1037/h0030377>.

Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221(4616), 1208–1210. <https://doi.org/10.1126/science.6612338>.

Fernandes, T. F. D. C., Ferreira, N. B., Campagnoli, R. R., Gomes, F. D. S., Braga, F., David, I. A., & Lobo, I. (2022). Impact of textual warnings on emotional brain responses to ultra-processed food products. *Frontiers in Nutrition*, 9, 895317. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.895317>.

Gearhardt, A. N., & Schulte, E. M. (2021). Is food addictive? A review of the science. *Annual Review of Nutrition*, 41, 387-410. <https://doi.org/10.1159/000527322>

Gerger, G., Leder, H., & Kremer, A. (2014). Context effects on emotional and aesthetic evaluations of artworks and IAPS pictures. *Acta Psychologica*, 151, 174-183. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.06.008>

Grand, S. (1968). Color-word interference: An investigation of the role of vocal conflict and hunger in associative priming. *Journal of Experimental Psychology*, 77(1), 31-40. <https://doi.org/10.1037/h0025759>

Grummon, A. H., Taillie, L. S., Golden, S. D., Hall, M. G., Ranney, L. M., & Brewer, N. T. (2019). Sugar-sweetened beverage health warnings and purchases: a randomized controlled trial. *American journal of preventive medicine*, 57(5), 601-610. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2019.06.019>

Gutjar, S., de Graaf, C., Kooijman, V., de Wijk, R. A., Nys, A., Ter Horst, G. J., & Jager, G. (2015). The role of emotions in food choice and liking. *Food Research International*, 76, 216-223. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.022>

Hirschman, E. C., & Holbrook, M. B. (1982). Hedonic consumption: emerging concepts, methods and propositions. *Journal of marketing*, 46(3), 92-101. <https://doi.org/10.1177/002224298204600314>

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2022). Censo da Educação Superior 2022: Principais Resultados. Retrieved from: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2022/a_presentacao_censo_da_educacao_superior_2022.pdf Accessed: March 13, 2024.

ISO 3864. (2011). Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Part 1: Design principles for safety signs and safety markings. Retrieved from: [ISO 3864-1:2011\(en\), Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs and safety markings](https://www.iso.org/standard/55061.html) Accessed: March 13, 2024.

Kahneman, D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *American Economic Review*, 93(5), 1449–1475. <https://doi.org/10.1257/00028280322655392>.

Khandpur, N., Amaral Mais, L., & Bortoletto Martins, A. P. (2022). A comparative assessment of two different front-of-package nutrition label designs: a randomized experiment in Brazil. *PLoS One*, 17(4), e0265990. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265990>

Khandpur, N., Mais, L. A., de Moraes Sato, P., Martins, A. P. B., Spinillo, C. G., Rojas, C. F. U., ... & Jaime, P. C. (2019). Choosing a front-of-package warning label for Brazil: a randomized, controlled comparison of three different label designs. *Food Research International*, 121, 854-861. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.008>

Khandpur, N., Swinburn, B., & Monteiro, C. A. (2018). Nutrient-based warning labels may help in the pursuit of healthy diets. *Obesity*, 26 (11), 1670-1. <https://doi.org/10.1002/oby.22318>

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, 97(3), 377–395. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.3.377>.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical report A-8*. NIMH, Center for the Study of Emotion & Attention.

Lang, P., & Bradley, M. M. (2007). The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. *Handbook of emotion elicitation and assessment*, 29, 70-73.

Lemos, T. C., Coutinho, G., Silva, L. A., Stariolo, J. B., Campagnoli, R. R., Oliveira, L., ... & David, I. A. (2022). Ultra-processed foods elicit higher approach motivation than unprocessed and minimally processed foods. *Frontiers in Public Health*, 10, 891546. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.891546>.

Mais, L. A., Mialon, M., Hassan, B. K., Peres, J. M. D., Santos, M. G. D., Martins, A. P. B., ... & Carvalho, C. M. P. D. (2023). Do they really support “your freedom of choice”? FoPNL and the food industry in Brazil. *Frontiers in Nutrition*, 9, 921498. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.921498>

Miccoli, L., Delgado, R., Rodríguez-Ruiz, S., Guerra, P., García-Mármol, E., & Fernández-Santaella, M. C. (2014). Meet OLAF, a good friend of the IAPS! The Open Library of Affective Foods: a tool to investigate the emotional impact of food in adolescents. *PloS one*, 9(12), e114515. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114515>

Monteiro, C.A., Cannon, G., Levy, R., Moubarac, J.C., Jaime, P., Martins, A.P., ... & Sattamini, I. (2016). NOVA. The star shines bright [Food classification. Public health]. *World Nutrition*, 7, 28–38. Retrieved from: <https://worldnutritionjournal.org/index.php/wn/article/view/5/4> Accessed: March 13, 2024.

Mota, B. E. F., de Alcântara, I. C., Souza, P. M. D., Souza, G. G. L., Mais, L. A., Menezes, C. C., & David, I. A. (2023). Commentary: Strengthening Food Labeling Policies in Brazil. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1331250. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1331250>

Paes, J., de Oliveira, L., Pereira, M. G., David, I., Souza, G. G. L., Sobral, A. P., ... & Mocaiber, I. (2016). The perception of aversiveness of surgical procedure pictures is modulated by personal/occupational relevance. *Plos one*, 11(8), e0160582. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160582>

Pan American Health Organization (PAHO). (2021). Superior Efficacy of Front-of-Package Warning Labels in Jamaica. Retrieved from: [PAHONMHRF210002_eng.pdf](#) Accessed: March 13, 2024.

Pan American Health Organization. (2015). Ultra-processed food and drink products in Latin America: Trends, impact on obesity, policy implications. *Washington, DC: PAHO*. Retrieved from:

https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7699/9789275118641_eng.pdf

Accessed: March 13, 2024.

Pan American Health Organization. (2016). Pan American health organization nutrient profile model. *Washington, DC: PAHO*. Retrieved from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/18621> Accessed: March 13, 2024.

Pan American Health Organization. (2019). Ultra-processed food and drink products in Latin America: Sales, sources, nutrient profiles, and policy implications. *Washington, DC: PAHO*. Retrieved from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51094>. Accessed: March 13, 2024.

Pan American Health Organization. (2020). Front-of-package labeling as a policy tool for the prevention of noncommunicable diseases in the Americas. *Washington, DC: PAHO*. Retrieved from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52740> Accessed: March 13, 2024.

Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., ... & Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior research methods*, 51, 195-203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>

Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., & Podsakoff, N. P. (2012). Sources of method bias in social science research and recommendations on how to control it. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 539–569. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100452>.

Rousseau, G. K., & Wogalter, M. S. (2006). Research on warning signs. **Handbook of warnings**, 147-158. <https://doi.org/10.1201/9781482289688>

Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>.

Sanjari, S. S., Jahn, S., & Boztug, Y. (2017). Dual-process theory and consumer response to front-of-package nutrition label formats. *Nutrition reviews*, 75(11), 871-882. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux043>

Silva, H. D., Campagnoli, R. R., Mota, B. E. F., Araújo, C. R. V., Volchan, E., & Souza, G. G. (2017). Bonding pictures: affective ratings are specifically associated to loneliness but not to empathy. *Frontiers in Psychology*, 8, 258046. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01136>

Taillie, L. S., Hall, M. G., Gómez, L. F., Higgins, I., Bercholz, M., Murukutla, N., & Mora-Plazas, M. (2020). Designing an effective front-of-package warning label for food and drinks high in added sugar, sodium, or saturated fat in Colombia: an online experiment. *Nutrients*, 12(10), 3124. <https://doi.org/10.3390/nu12103124>

Tapper, K., & Turner, A. (2018). The effect of a mindfulness-based decentering strategy on chocolate craving. *Appetite*, 130, 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.08.011>

UK Department of Health. Nutrient Profiling Technical Guidance. (2011). Retrieved from: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/216094/dh_123492.pdf Accessed: March 13, 2024.

Weydmann, G., Palmieri, I., Simões, R. A., Centurion Cabral, J. C., Eckhardt, J., Tavares, P., ... & Bizarro, L. (2023). Switching to online: Testing the validity of supervised remote testing for online reinforcement learning experiments. *Behavior research methods*, 55(7), 3645-3657. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-01982-6>

3 CAPÍTULO 2 - ESTUDO 2

Use of event-related potentials to measure the impact of front-of-package labels on food-evoked emotion.

Artigo publicado no periódico Food Quality and Preference em setembro de 2023.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104995>

Carta de Aceite da Revista:

----- Forwarded message -----

De: **Food Quality and Preference** <em@editorialmanager.com>

Date: qui., 14 de set. de 2023 às 12:56

Subject: Decision on submission to Food Quality and Preference

To: Isabel A. David <isabeldavid@id.uff.br>

Manuscript Number:FQAP-D-23-00258R2

Use of event-related potentials to measure the impact of front-of-package labels on food-evoked emotion

Dear Professor David,

Thank you for submitting your manuscript to Food Quality and Preference.

I am pleased to inform you that your manuscript has been accepted for publication.

Your accepted manuscript will now be transferred to our production department. We will create a proof which you will be asked to check, and you will also be asked to complete a number of online forms required for publication. If we need additional information from you during the production process, we will contact you directly.

We appreciate you submitting your manuscript to Food Quality and Preference and hope you will consider us again for future submissions.

We encourage authors of original research papers to share the research objects – including raw data, methods, protocols, software, hardware and other outputs – associated with their paper. More information on how our open access Research Elements journals can help you do this is available at https://www.elsevier.com/authors/tools-and-resources/research-elements-journals?dgcid=ec_em_research_elements_email.

Kind regards,

Herbert L Meiselman

Associate Editor

Food Quality and Preference

3.1 Title: Use of event-related potentials to measure the impact of front-of-package labels on food-evoked emotion

Isabel A. David^{a*}, Fabio S. Gomes^b, Laiz A. A. Silva^a, Guilherme M. S. Coutinho^a, Luiza B. Pacheco^c, Jéssica S. Figueira^d, Mirtes G. Pereira^a, Leticia Oliveira^a, Gabriela G. L. Souza^e, Bruna E. F. Mota^{e,f}, Jasmin B. Stariolo^a, Thayane C. Lemos^a, Isabela Lobo^g, Rafaela R. Campagnoli^a.

^aLaboratory of Neurophysiology of Behavior, Department of Physiology and Pharmacology, Biomedical Institute, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brazil

^bPan American Health Organization, Washington DC, USA

^cMelbourne School of Psychological Sciences, The University of Melbourne, Melbourne, Victoria, Australia

^dDepartment of Psychology, Center for the Study of Emotion and Attention, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, USA

^eLaboratory of Psychophysiology, Department of Biological Sciences, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brazil

^fSchool of Nutrition, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brazil

^gIntegrated Morphology Laboratory, Institute of Biodiversity and Sustainability, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ, Brazil

^hDepartment of Neurobiology, Institute of Biology, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brazil

Abstract

Front-of-pack labelling (FoPL) systems are essential nutrition policy tools that can help consumers identify when food products contain an excessive amount of critical nutrients, such as sugars, saturated/trans fats, and sodium. FoPL systems can modify consumer behaviour by decreasing consumers' desire to purchase such products. Emotions significantly influence consumers' purchase decisions; thus, research on the performance of FoPL systems should measure emotions. However, measuring emotional responses to food may be challenging because the dimensional aspects of emotions can be difficult to verbalize. The emotional content of visual stimuli, such as food, activates brain responses that can be assessed using the event-related potential technique (ERP), in which brain responses to specific stimuli are extracted from the electroencephalographic brain signal. In this review, we address how and why the ERP would help answer questions about the impact of FoPL systems on food-evoked emotions. We hope that this review bridges the fields of neuroscience and consumer food research and provides a foundation for future interdisciplinary research.

Keywords: front-of-package nutrition labels; emotion; EEG; event-related potentials; ERP; ultra-processed food

Abbreviations

NDCs, noncommunicable diseases; EEG, electroencephalography; UPF, ultra-processed food; fMRI, functional magnetic resonance imaging; LPP, late positive potential; EPN, early posterior negativity; IAPS, International Affective Picture System.

1 Introduction

Noncommunicable diseases (NCDs) are the leading cause of mortality, morbidity, and disability (World Health Organization, 2021). The development of NCDs is closely linked to unhealthy diets containing excessive sugars, fats (saturated fats and trans fats), and sodium (World Health Organization, 2003, 2012). The excessive intake of these ‘critical nutrients’ of public health concern (hereafter, nutrients of concern) has been driven by substantial changes in food environments. Recently, food environments have been increasingly dominated by ultra-processed foods (UPFs), which are usually energy-dense and contain excessive amounts of critical nutrients of concern (Pan American Health Organization, 2019; Swinburn et al., 2019). Since these food environments play a central role in the development of NCDs, public policies and actions to shape them are essential to achieve an effective reduction in the demand for and availability of UPF. Front-of-package labelling (FoPL) has been highlighted as a key policy tool to help reshape the food environment by allowing consumers to identify products containing excessive amounts of nutrients of concern clearly and easily, thus helping them make healthier food purchases (Grunert & Wills, 2007; Pan American Health Organization, 2020). Hence, the adoption of FoPL is paramount (Pan American Health Organization, 2020).

FoPL systems should help guide purchasing decisions (Nohlen et al., 2022). According to dual processing decision-making theory (Kahneman, 2003, 2011, p. 499), consumers’ decision-making is based on the interaction between intuitive (automatic and based on heuristics) and deliberate (controlled) thinking. Regarding food purchase decisions, eating behaviours that rely heavily on heuristic, automatic processing, seem to promote less healthy food choices (Cohen & Babey, 2012). Heuristic-based decision-making is accentuated when the consumer is under time pressure, fatigued, or has a high hedonic eating motivation. As such, hedonically motivated consumers tend to prioritize taste and brand reputation over nutritional information, possibly impacting the effectiveness of FoPL systems (Sanjari et al., 2017).

Hedonic motivation is an important aspect of consumer experience and choice (Hirschman & Holbrook, 1982; Labbe et al., 2015). Hedonic responses are experiences of pleasure and displeasure. Although hedonic experiences and motivation are different concepts, hedonic experiences are related to the motivational force that promotes action dispositions towards a pleasant goal (approach motivation) or away

from a threat (avoidance motivation, Higgins, 2006; Lang & Bradley, 2010). If something evokes a pleasant experience, such as appetizing food, individuals also experience a motivational force of attraction towards it, which may vary in intensity (Higgins, 2006). Hedonic motivation is considered the core process of emotional responses (Becker et al., 2019). Although different theories of emotions exist (e.g., discrete emotion theory, Ekman, 2003, pp. xvii, 267; Ekman & Friesen, 1971; Ekman et al., 1983), dimensional theories have conceptualized emotions as action dispositions that vary along two main dimensions: (1) hedonic valence (pleasantness), which varies from negative to positive, and (2) arousal (intensity of motivational mobilization), which varies from low to high (Bradley & Lang, 1994; Lang et al., 1990; Russell, 1980). Emotional responses have a potent influence on decision-making (Lerner et al., 2015), and the assessment of hedonic valence and arousal dimensions of emotions significantly improves the prediction of food choices (Dalenberg et al., 2014; Gutjar et al., 2015).

From a public health perspective, it is imperative for policy-makers to consider FoPL systems that influence consumer purchase decisions (Pan American Health Organization, 2020). Considering the role of emotions in consumers' food choices, research on FoPL performance should measure emotions. However, the dimensional aspects of emotions may be difficult to verbalize and may prompt actions and influence decisions without conscious awareness (Köster, 2009). Nonverbal techniques are valuable for better understanding consumers' emotional motivators, especially those that reflect implicit and automatic brain and bodily emotional reactions to food stimuli (Kaneko et al., 2018).

Since emotions and consumer decision-making go hand in hand (Lerner et al., 2015), here we argue that neuroscience-based approaches would help answer questions relevant to the implementation of FoPL systems, with a particular focus on the event-related potential technique. Event-related potential is a brain measure derived from the electroencephalographic signal that measures the processing dynamics in the brain related to a specific sensory, cognitive, or motor event. Event-related potentials can provide insights into emotional responses evoked by food stimuli (Carbine et al., 2018) and may help understand how emotions evoked by food can impact the efficacy of FoPL systems.

2 Neuroscience-based measures may indicate the most effective way to communicate nutritional information in front-of-package labels

In their interesting opinion article, Niedziela and Ambroze (2021) pointed out the lack of methodological rigor regarding the application of neuroscience-based measures in consumer food research, raising doubts about the reliability of these findings. Neuroscience studies require considerable specialist knowledge and a long time to plan, collect, analyse, and report findings. Although the required time is essential for well-controlled studies, it is usually too long if the intention is to apply the findings for sale or commercial purposes, which require much shorter time intervals. However, as Ares and Vidal (2021) pointed out in their commentary on Niedziela and Ambroze (2021), the applicability of neuroscience-based measures in the context of consumer food research goes beyond neuromarketing.

Neuroscience-based measures can be applied in studies on food emotions and to address the issue of consumer food choices from a public health perspective, that is, to improve nutrition and population health. A large body of neuroscience studies support the implementation of FoPL (e.g., Enax et al., 2015; Lemos et al., 2020; Rosenblatt et al., 2018; Wegman et al., 2018; Zerbini et al., 2019), some of which have even been cited in policy reports (e.g., Nohlen et al., 2022). Most studies have used electroencephalography (Fernandes et al., 2022; Lemos et al., 2020; Rosenblatt et al., 2018; Schubert et al., 2021) or functional magnetic resonance imaging (Enax et al., 2015; Prevost et al., 2018; Van Rijn et al., 2017; Zerbini et al., 2019; Zhang et al., 2020) to understand food-related brain responses. Both imaging techniques are noninvasive brain measures that provide complementary data on human brain activity.

Electroencephalography is less expensive and more portable relative to other neuroimaging techniques (such as fMRI) and has dominated basic studies on emotion and neuromarketing studies in the food industry sector (Hajcak et al., 2011; Stasi et al., 2018). Here, we briefly outline how and why an electroencephalography approach (specifically, event-related potentials) would help to answer policy-relevant FoPL research questions. In the following sections, we provide a brief explanation of the event-related potential technique and its use to capture individuals' emotions. We then provide examples of studies using event-related potentials to examine the impact of FoPL systems. Our aim is to unite theoretical perspectives from the field of consumer

food research (with an emphasis on public health) and those from the field of neuroscience to provide new insights for future interdisciplinary research.

3 Event-related potentials and food-evoked emotions

This section provides a brief overview of event-related potentials to readers unfamiliar with their use and interpretation, focusing on event-related potentials associated with emotional stimuli. For further details about the event-related potential technique, see Kappenman and Luck (2011) and Luck (2014).

Electroencephalography measures the electrical activity of the human brain, specifically the cerebral cortex (the human brain's outermost layer of neural tissue). Electroencephalography signals are obtained by placing electrodes on the scalp with conductive gel or paste. The names and locations of the electrodes on the scalp are standardized, with the international 10-20 system being the most used method (Klem et al., 1999). The electrodes are connected to an amplifier that amplifies and converts the analogue electrical signals from the electrodes into digital signals that can be processed using a computer. The electroencephalography signal is then plotted as changes in the electrical voltage over time; this signal takes the form of waves (waveforms) with positive or negative voltage deflections that oscillate over time.

The raw electroencephalography signal has improved our understanding of brain processes; however, to dive deeper into brain processes associated with specific stimuli, it is necessary to apply certain techniques to transform the raw signal. The event-related potential technique enables the isolation of brain activity (i.e., waveforms) associated with specific events (e.g., an external stimulus or movement of the participant) within the raw electroencephalography signal. Thus, event-related potentials can indicate changes in electrical brain activity in response to specific stimuli (Kappenman & Luck, 2011), including visual stimuli, such as pictures of food (Carbine et al., 2018), which are of interest for the present review. These waveforms are useful for assessing emotional brain responses to specific events, including the visualization of food, food packaging, and food labels (Fernandes et al., 2022; Jin et al., 2018; Lemos et al., 2020; Ma et al., 2014; Rosenblatt et al., 2018; Schubert et al., 2021; Svaldi et al., 2015; Versace et al., 2016, 2019), which can contribute to the development and support of FoPL policies to reduce the demand for UPFs.

Fig. 1 illustrates how event-related potentials are obtained from the raw electroencephalography signal by extracting multiple segments (epochs) containing the event of interest, such as the appearance of food images on a computer screen, from the ongoing electroencephalography signal. The procedure used to obtain event-related potentials from the raw electroencephalography signal involves averaging epochs time-locked to the onset of the stimulus of interest (e.g., food images) (Luck, 2014). The epochs are defined based on software-derived triggers generated by the computer that presents the stimulus. These software-derived triggers are sent to the electroencephalography acquisition system via a suitable connection (e.g., a parallel cable) and mark the electroencephalography signal to indicate the exact time that the stimulus appears on the participant's computer screen. Notably, it is not possible to obtain event-related potentials from a single presentation of the stimulus of interest. This stimulus must be presented several times to generate various epochs time-locked to the stimulus onset; these epochs are then averaged to calculate the event-related potentials (Fig. 1).

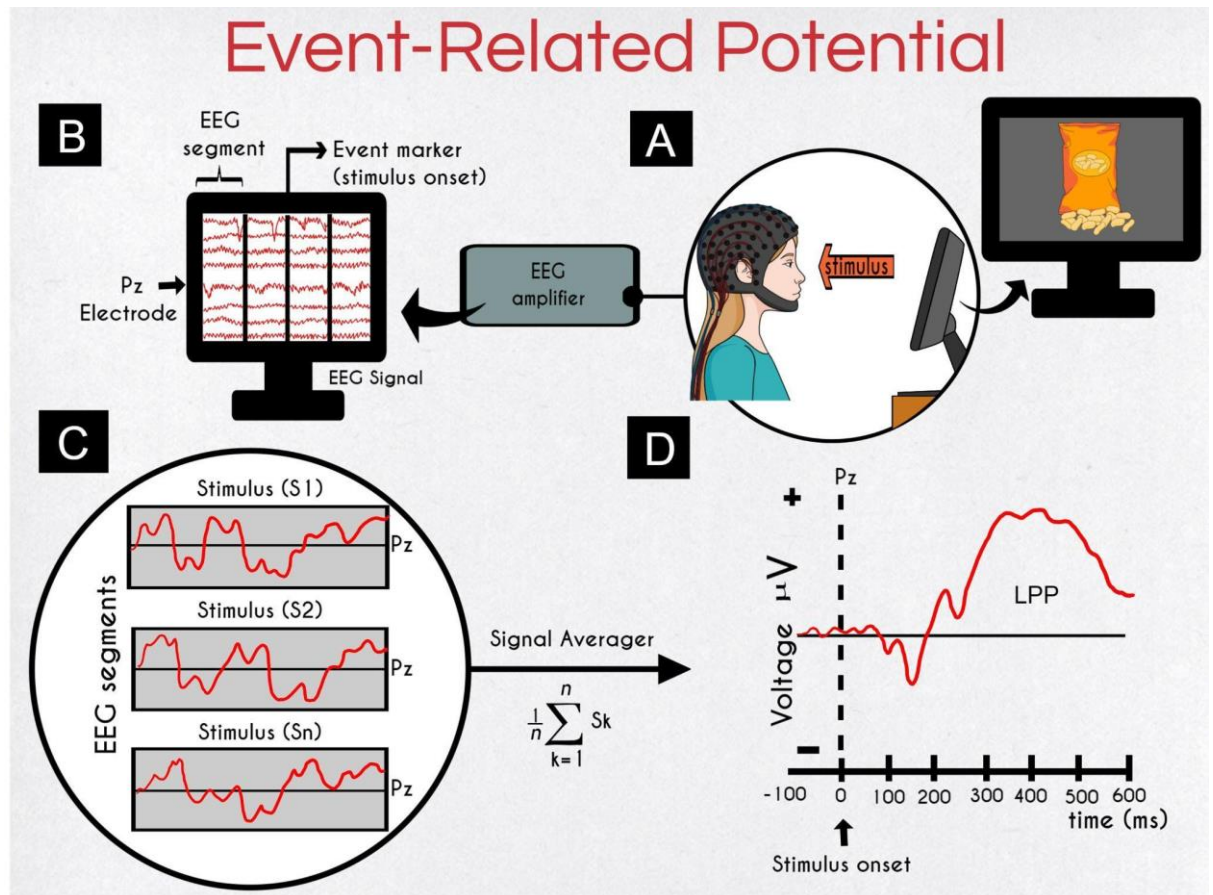


Fig. 1. Example of how event-related potentials are extracted from the raw electroencephalography signal. (A) First, an event of interest, such as a food picture, is presented to the participant on a computer screen while the electroencephalography signal is recorded. (B) Event markers (i.e., triggers) in the electroencephalography signal time-locked to the event of interest define the segments that will be averaged. (C) The waveforms associated with the event of interest are not observable in the electroencephalography signal after a single presentation of the food image. The experimenter must present food images multiple times by conducting many trials and averaging the signal across segments, averaging out random brain activity and retaining only the relevant event-related potential. (D) After averaging, the event-related potentials (in this case, the late positive potential, LPP) are revealed.

Various event-related potentials exist (Kappenman & Luck, 2011). These waveforms are defined by the polarity (positive or negative) of their deflection, their time window of occurrence (the latency or time window in which a specific waveform reaches its maximum amplitude) and scalp distribution (the electrodes at which the waveform typically occurs, Luck, 2014). The waveform shown in Fig. 1 is called the

late positive potential (LPP), has positive deflection and is observed mainly in the centroparietal electrodes (e.g., Cz, C3, C4, Pz, P3, and P4) approximately 300 milliseconds (ms) after the onset of the emotional stimuli and can persist for several seconds after the stimulus onset (Schupp et al. 2000; see Figs. 1 and 2 for LPP illustration). It is important to mention that there are other event-related potentials in addition to LPP that may be used to understand brain responses related to food-evoked emotions, such as early posterior negativity (EPN), N1, and P3 (Carbine et al., 2018; Lemos et al., 2020; Zsoldos et al., 2022).

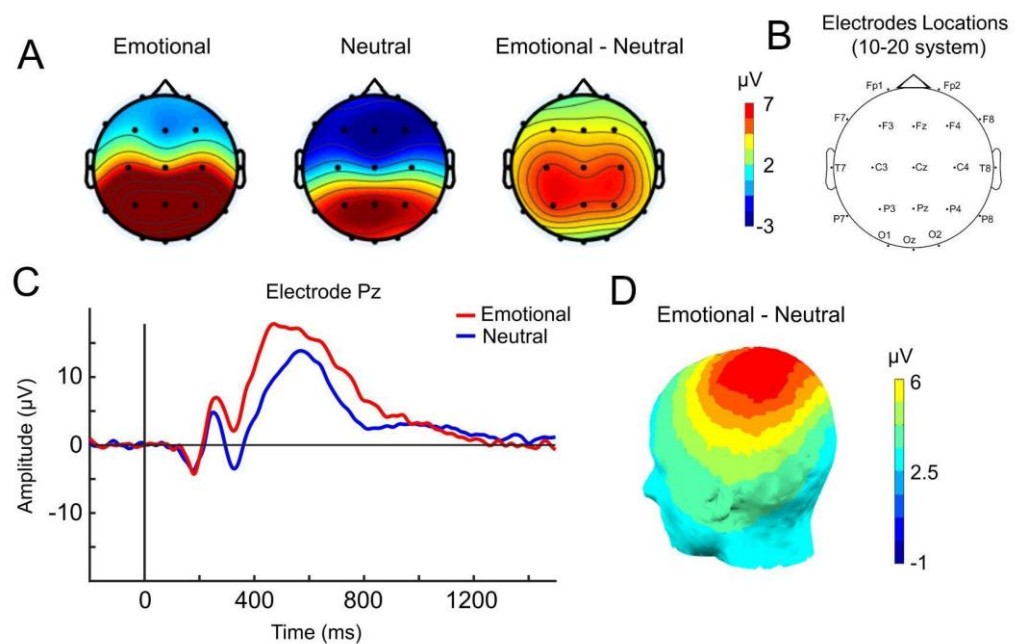


Fig. 2. Event-related potentials (such as LPP) can be plotted using different visual representations. (A) Distribution of positive or negative electrical activity across the electrodes (2D brain maps) during a time window 300-700 ms after stimulus onset for each condition (emotional, neutral) and its differential effect, displayed as the difference in activity between the conditions (emotional – neutral). Note that emotional pictures elicited greater positivity than neutral pictures (indicated by the red colour) at centroparietal electrodes (e.g., C3, Cz, C4, P3, Pz, P4). (B) The standardized placement of scalp electrodes (according to the international 10-20 system). (C) Event-related potentials of the emotional (red line) and neutral (blue line) conditions showing the LPP at electrode Pz. Note that the positive voltages are shown higher on the y-axis. (D) The same differential effect representation of the LPP (emotional – neutral) as in (A) but using a 3D brain map. The colour represents positive (red) or negative

(blue) deflections over the scalp, measured in microvolts (μV). The waveforms were obtained from the same dataset used by Lobo et al. (2014), in which the emotional condition refers to unpleasant images. Nonetheless, pleasant images, such as food images, also evoked greater LPP amplitudes than neutral images. LPP, late positive potential.

The amplitude of the event-related potential is represented by the magnitude of the waveform, which can be quantified by measuring the mean voltage over a given time window. This amplitude may change based on how stimulus information is processed by an individual and is sensitive to experimental manipulations. Thus, it is common in research to apply the event-related potential technique to extract amplitude measures (i.e., mean amplitude and peak amplitude) to compare event-related potentials across different experimental conditions (Luck, 2014). For instance, some event-related potentials, such as the LPP, show a higher amplitude when participants view pictures with emotional content (positive or negative) than when they view pictures with neutral content (Cuthbert et al., 2000; Hajcak et al., 2011; Lobo et al., 2014; Speed & Hajcak, 2020).

3.1 Functional significance of LPP and EPN

From an evolutionary perspective, emotions may organize the tendency to approach positive, appetitive stimuli and to avoid negative, unpleasant stimuli (Bradley et al., 2001; Campagnoli et al., 2015; Facchinetti et al., 2006; Lang et al., 1997; Portugal et al., 2020). This view is based on the fact that survival is facilitated by approach and avoidance behaviours linked to motivational systems in the brain (the appetitive and defensive systems, respectively) that are activated by positive or negative emotional stimuli in the environment (Lang & Bradley, 2010). Thus, when individuals observe an emotional stimulus, basic motivational circuits in the brain are triggered to mobilize them to acquire a reward (if the stimulus is positive, such as an image of an appetizing food) or, alternatively, to exhibit a defensive response (if the stimulus is threatening, such as an image of a burned body or blood) (Lang et al., 1997). The appetitive system determines behaviours linked to copulation, the nurturing of progeny, and alimentation, and the activation of this system is accompanied by pleasant affective states (Bradley et al., 2001). Borrowing this logic, UPFs are normally

positive stimuli that activate the appetitive system and corresponding approach behaviours (Lemos et al., 2022).

Stimuli with high motivational salience, such as palatable foods, capture attention, elicit affective states, and motivate behaviours (David et al., 2018; Lang & Bradley, 2013; Lemos et al., 2022). Food stimuli activate reward-related hedonic and motivational circuits in the brain that enhance the processing of reward-related stimuli in the visual cortex (Morales & Berridge, 2020). The LPP reflects increased attention to motivationally relevant stimuli that facilitates the visual processing of these stimuli (Cuthbert et al., 2000; Sabatinelli et al., 2007; Schupp et al., 2000). For instance, in a study combining electroencephalography and functional magnetic resonance imaging, Sabatinelli et al. (2007) showed that enhanced LPP amplitudes when viewing emotional pictures were associated with an increase in the activity of visual areas, reflecting perceptual sensitivity to stimulus motivational salience.

The presentation of motivationally relevant images, whether unpleasant or pleasant, induces greater LPP amplitudes than the presentation of stimuli with neutral emotional content (Hajcak et al., 2011) (Fig. 2). The LPP is considered a reliable, replicable index of the motivational relevance of visual stimuli and is related to the arousal dimension of emotion, i.e., motivational intensity (Lang & Bradley, 2010; Sabatinelli et al., 2007). For instance, Sabatinelli et al. (2007) recorded LPP and fMRI BOLD signals from the visual cortex while the participants observed pictures from the International Affective Picture System (IAPS, Lang et al., 2008) varying in arousal and valence dimensions. The LPP amplitude and ROI intensity derived from the fMRI BOLD signal were equivalent for pleasant and unpleasant IAPS pictures, modulated by the rated intensity of the picture's arousal. These results suggest that LPP reflects the arousal dimension of emotion instead of hedonic valence. Several studies in the field of psychophysiology, a subarea of neuroscience, have demonstrated that the event-related potential technique can capture the changes in the visual cortex triggered by a rewarding food stimulus, mainly via the LPP (e.g., Blechert et al., 2010, 2011; Meule et al., 2013; Versace et al., 2016, 2019; Wu et al., 2018). Images of foods engage motivational circuitry and induce greater LPP amplitudes than images of neutral objects, reflecting the motivational importance of the former images (Versace et al., 2019). In addition, LPP amplitudes for appetizing foods are higher than those for less palatable foods (Schubert et al., 2021). Moreover, the LPP amplitude can be modulated by cognitive emotion regulation strategies (Gross, 2002), such as when

emotional pictures are presented in combination with texts that promote changes in perception regarding emotion-laden pictures (Fernandes et al., 2022; MacNamara et al., 2009; Meule et al., 2013; Mocaiber et al., 2010).

Another well-known event-related potential elicited by emotional visual stimuli is early posterior negativity (EPN). EPN usually occurs approximately 200-300 ms after stimulus onset; it is a negative deflection that occurs in the temporo-occipital region of the scalp (e.g., electrodes P7, P8, PO7, PO8, O1, Oz, O2) (Hajcak et al., 2011). Similar to the LPP, the EPN is also associated with emotions; however, it is mainly related to the stimulus's hedonic valence instead of arousal (i.e., how pleasant or unpleasant that stimulus is). Larger EPN amplitudes (i.e., greater negative deflections) are generally observed for pleasant stimuli than for unpleasant stimuli (Schupp et al., 2012). Food images are considered positive (Lemos et al., 2022) and evolutionarily relevant stimuli; thus, studies using the event-related potential technique have shown that food images evoke greater EPN amplitudes than neutral images, such as those of objects (Blechert et al., 2011).

3.2 Impact of front-of-package labels on food-evoked emotions: Evidence from event-related potential studies

Although neuroscientific evidence obtained using the event-related potential technique is promising in terms of informing policy-makers about the effect of FoPL systems on food purchase decisions and choices, very few studies have addressed this subject. Rosenblatt et al. (2018) investigated the ability of health warnings (text-only health warnings and image-and-text health warnings) to modulate emotional reactivity (indexed by the LPP) in response to images of palatable snack foods. Participants were asked to rate the healthiness and taste of the snack foods in the images before and after exposure to health warning messages while their electroencephalography signals were recorded. At the end of the experiment, participants choose a food to eat. After exposure to health warnings, participants showed an increased tendency (compared to the control group that did not see the warnings) to choose healthy food items instead of tasty but unhealthy food items. The behavioural changes driven by participants' exposure to health warnings were accompanied by changes in the correlates of emotion processing at the brain level. After exposure to health warnings, participants showed an attenuated LPP amplitude

associated with the snacks' tastiness ratings. This evidence supports the assumption that using health warnings to make consumers aware of the health hazards associated with eating a food high in nutrients of concern makes the food less appealing and discourages them from choosing it.

In some FoPL systems, the colour red has been used as an interpretational aid to indicate products high in nutrients of concern (e.g., the traffic-light system), including sugars, or to identify unhealthy options (e.g., the Nutri-Score system). However, a study by Lemos et al. (2020) showed that pairing pictures of UPFs with red may subconsciously increase participants' positive emotional response to pictures of sweet UPFs (relative to salty UPFs). The participants' positive emotional responses to the UPF pictures were indexed using the EPN. The intention of the red colour code is to signal a higher risk of noncommunicable diseases (NCDs) or ill health or flag an unhealthy product; however, associating this colour with a sweet UPF might enhance consumers' desire to acquire and consume this food product (Lemos et al., 2020) because flavour perception involves multiple senses and cross-modal association between the senses (modalities) of sight (e.g., the colour red) and taste (e.g., sweetness) can occur, increasing the emotional response to sweet foods (Spence, 2015; Woods et al., 2016). For instance, breakfast cereal, ice cream, iced tea, and yogurt are perceived as sweeter when presented in red packages (Huang & Lu, 2015). Indeed, red is often used on food packages by the food industry to enhance the perception of the sweet taste of the product, making the product more emotionally positive and attractive.

Other studies have used event-related potentials. Although these studies did not evaluate FoPL directly, they are worth mentioning because they investigated how cognitive emotional regulation strategies (Gross, 2002) may change emotional responses to foods. For instance, instructing participants to consider the long-term consequences of consuming high-energy food products (e.g., weight gain and the development of NCDs) increases the LPP amplitude (Fernandes et al., 2022; Ma et al., 2014; Meule et al., 2013). These results suggest that thinking about the long-term consequences of eating unhealthy foods (which may be achieved by applying FoPL to meet such a purpose) increases the motivation to avoid them. For instance, Fernandes et al. (2022) showed that the LPP amplitude evoked by pictures depicting UPFs increased if individuals viewed UPF pictures preceded by a warning about the health risks of consuming UPFs (compared to after viewing a control sentence). The

participants also rated the UPF pictures as less positive when they were preceded by text warnings. These results shed new light on why text warnings may be effective in reducing UPF consumption, likely through the increased activation of motivational circuitry that facilitates behaviours related to avoiding UPFs.

4 Strengths and limitations of the event-related potential

Neuroscience-based measures, including the event-related potential technique, are useful for providing insights into the factors affecting consumer behaviour that occur implicitly and thus cannot be reported by consumers (Stasi et al., 2018). Additionally, in contrast to neuroscience-based measures, overt consumer responses may be affected by social desirability, a type of response bias that leads consumers to answer questions in a manner that they think will be viewed favourably by experimenters (Podsakoff et al., 2012). However, the ecological validity of studies using neuroscience-based measures is limited, although these measures are increasingly used in real-world environments and are using more naturalistic stimuli (Oliveira et al., 2012). It is important to emphasize that studies that apply neuroscience-based measures have high internal validity. To ensure high internal validity and the correct interpretation of the results, studies must be conducted in a controlled environment using laboratory-based experimental designs. The visual stimuli are presented to the participants in a sound-attenuated room with dimmed lights. The distance from the participant to the computer screen is kept constant using a forehead and chin rest to maintain the size of the visual stimuli during the experiment and reduce head movement. To ensure that the event-related potentials capture the emotional response evoked by the visual stimuli, the amplitude of the potentials is measured relative to control visual stimuli that are expected to evoke lower emotional responses (e.g., images of objects, Schupp et al., 2000). The testing and control images must be matched according to perceptual properties, such as contrast, spatial frequency, and figure–ground composition (Bradley et al., 2007). Assessments of text warnings or FoPL usually involve presenting this information as a prime (prior to the presentation of the food image) rather than within the image to maintain control over the physical characteristics of the images; the results are calculated relative to those after viewing the control prime (e.g., Fernandes et al., 2022).

Since these studies must be conducted under highly controlled conditions, they can provide trustworthy answers to research questions regarding specific FoPL system features such as colour, size, and formatting. For instance, Lemos et al. (2020) investigated whether a red code, which is typically applied to FoPL as an interpretational aid to indicate products with a high amount of nutrients of concern, implicitly increased positive emotions towards sweet UPFs. They first explicitly associated the colour codes (red, yellow, and green) with health-related meanings. Colour codes were presented before the sweet (or salty; the control) UPF images. The participants correctly evaluated the healthiness of each UPF according to the colour codes: UPFs (salty or sweet) were considered healthier when preceded by the green colour code and unhealthier when preceded by the red code. However, the EPN amplitude was greater for sweet than for salty UPFs when primed with red codes but not when primed with green or amber codes, suggesting that a red code unintentionally increases the motivational salience of sweet UPFs, even though participants explicitly associated the red code with higher health risks. This study exemplifies how techniques that capture implicit emotional processing, such as event-related potentials, are capable of revealing effects that are not captured by explicit measures.

However, caution is warranted when extrapolating these results to real-life situations. Neuroscience-based measures should be used to complement measures with greater ecological validity, such as surveys, questionnaires, and observational experiments, as highlighted by Niedziela and Ambroze (2021). Another advantage of neuroscience-based measures is that they provide deeper information regarding the cognitive and emotional mechanisms underlying the performance of FoPL systems. Knowing *whether* a policy intervention impacts consumer food choices is not the same as knowing *why* it occurs. Studies applying neuroscience-based measures are well suited for addressing questions about *why* a policy intervention affects consumers' behaviour.

A key advantage of the event-related potential technique compared to other neuroscience-based techniques is that it provides measures of neural activity with very high temporal resolution. Voltage changes that follow the onset of specific visual stimuli, such as food images, can be investigated on the order of milliseconds. Thus, the event-related potential technique provides an accurate reflection of brain dynamics and can be very useful in elucidating how brain processes change over time (Hari & Parkkonen, 2015). However, it is not the best technique to use when the objective is

to locate the brain regions in which specific processing occurs. Given the high temporal resolution and low spatial resolution of the ERP technique, it is important to focus on experimental questions of *when* and *how* brain processes related to food stimuli occur and not on *where* these processes occur. Other neuroscience-based techniques with better spatial resolution, such as functional magnetic resonance imaging (fMRI), are more suitable for localizing brain activity. However, fMRI has poor temporal resolution and is more expensive than electroencephalography. The relatively low cost of collecting electroencephalography data allows this technique to be applied with larger samples than those in fMRI studies. Moreover, unlike electroencephalography, fMRI is not portable, which prevents it from being used in different environments.

5 Discussion and conclusions

When we make a food purchase decision, we are influenced by our emotions (Gutjar et al., 2015). Emotions are difficult to verbalize and may push us towards action and influence our decisions without our conscious awareness. Valid measures of emotions are needed to better understand consumers' emotional motivations. Event-related potentials reflect brain responses that are the direct result of a specific stimulus, such as food stimuli. By applying this technique, it is possible to obtain valid measures of food-evoked emotions and their modulation by cognitive emotion regulation strategies (Gross, 2002), such as thinking about the long-term consequences of eating unhealthy food (e.g., weight gain and the development of NCDs, Fernandes et al., 2022; Ma et al., 2014; Meule et al., 2013).

This review focused on the role of the neuroscience-based event-related potential technique in addressing research questions related to FoPL systems. Front-of-package warning labels may evoke cognitive responses in consumers that change their perception of UPFs. For instance, front-of-package warning label systems may lead consumers to perceive UPFs and processed products with high levels of sugar, fat, saturated fat, trans fat, and sodium as unhealthy (Roberto et al., 2021). It is likely that changes in the perceptions of UPFs caused by front-of-package warning label systems may subsequently change consumers' emotional responses to UPFs, thus influencing their intention to purchase or consume UPFs. Evidence from event-related potential studies supports this hypothesis, but there is still a paucity of research on this topic. New event-related potential studies are needed to increase our understanding

of the effect of FoPL systems on the emotional processes underlying decisions regarding UPFs. However, translating event-related potential research on FoPL systems into practice and policy is complex. In this review, we presented a relatively short overview that included (1) a description and examples of event-related potentials and how they are obtained from the electroencephalography signal, (2) the use of event-related potentials as indices of brain activity in response to food cues (e.g., the LPP and EPN) and how they can be impacted by FoPL systems, and (3) the limitations and strengths of the event-related potential technique compared to other neuroscience-based techniques and other traditional methods of examining the efficacy of FoPL systems.

Although we have focused on FoPL, it is important to note that there are (complementary) public health nutrition strategies other than FoPL developed to curb the intake of UPFs, such as dietary guidelines, regulation of food environments, nutrition education, the regulation of advertising, taxation, and the regulation of physical access to unhealthy foods (UNICEF, 2021). Neuroscience-based measures provide the ability to assess consumer preferences and behaviours in different public health contexts, such as the application of nutrition education strategies. For instance, a healthy eating call by a health expert may decrease recipients' willingness to pay for sugar-containing food, and the efficacy of this strategy can be predicted by neural responses (Ntoumanis et al., 2023). Neuroscience-based measures are also useful for assessing the influence of nutrition claims on reward-related brain responses and, in turn, their potential impact on food choices (Rramani et al., 2023). Such methods may also be applied to investigate the brain reward mechanisms underlying how taxing UPFs influences consumer behaviour. More expensive products (including food) evoke a higher LPP amplitude than free products (Ma et al., 2018), which may help explain why price implicitly influences consumer decisions. In general, neuroscience-based measures can help policy-makers understand how UPF cues in food environments influence consumer choices through evoked emotions (Jacquier et al., 2012; Lemos et al., 2022). This knowledge would facilitate the development and testing of public health strategies (e.g., the regulation of food environments, restriction/prohibition of advertising, and regulation of physical access to unhealthy foods) to reduce the attractiveness and consumption of UPFs in food environments.

Finally, it is important to mention that no single field can reveal everything we need to know about the impact of FoPL systems on consumer food purchasing

decisions. Likewise, no single methodology can answer all research questions. Evidence from studies using the event-related potential technique can complement evidence obtained with more traditional methods (such as surveys, questionnaires, and observational experiments). Neuroscience-based measures should not replace traditional research methods in consumer food research but can be useful if combined with existing methods. Increased communication between research fields will facilitate the integration of evidence derived from multiple methods.

Funding

This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), and the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

6 References

- Ares, G., & Vidal, L. (2021). Commentary on “the future of consumer neuroscience in food research” by Niedziela and Ambroze. *Food Quality and Preference*, 92, 104176. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104176>.
- Becker, S., Bräscher, A. K., Bannister, S., Bensafi, M., Calma-Birling, D., Chan, R. C. K., Eerola, T., Ellingsen, D. M., Ferdenzi, C., Hanson, J. L., Joffily, M., Lidhar, N. K., Lowe, L. J., Martin, L. J., Musser, E. D., Noll-Hussong, M., Olino, T. M., Lobo, R. P., & Wang, Y. (2019). The role of hedonics in the human affectome. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 102, 221–241. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.05.003>.
- Blechert, J., Feige, B., Hajcak, G., & Tuschen-Caffier, B. (2010). To eat or not to eat? Availability of food modulates the electrocortical response to food pictures in restrained eaters. *Appetite*, 54(2), 262–268. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.11.007>.
- Blechert, J., Feige, B., Joos, A., Zeeck, A., & Tuschen-Caffier, B. (2011). Electrocortical processing of food and emotional pictures in anorexia nervosa and bulimia nervosa. *Psychosomatic Medicine*, 73(5), 415–421. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e318211b871>.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Sabatinelli, D., & Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation II: Sex differences in picture processing. *Emotion*, 1(3), 300–319. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.1.3.300>.

Bradley, M. M., Hamby, S., Löw, A., & Lang, P. J. (2007). Brain potentials in perception: Picture complexity and emotional arousal. *Psychophysiology*, 44(3), 364–373. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00520.x>.

Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9).

Campagnoli, R. R., Krutman, L., Vargas, C. D., Lobo, I., Oliveira, J. M., Oliveira, L., Pereira, M. G., David, I. A., & Volchan, E. (2015). Preparing to caress: A neural signature of social bonding. *Frontiers in Psychology*, 6, 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00016>.

Carbine, K. A., Rodeback, R., Modersitzki, E., Miner, M., LeCheminant, J. D., & Larson, M. J. (2018). The utility of event-related potentials (ERPs) in understanding food-related cognition: A systematic review and recommendations. *Appetite*, 128, 58–78. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.05.135>.

Cohen, D. A., & Babey, S. H. (2012). Contextual influences on eating behaviours: Heuristic processing and dietary choices. *Obesity Reviews*, 13(9), 766–779. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.01001.x>.

Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52(2), 95–111. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(99\)00044-7](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(99)00044-7).

Dalenberg, J. R., Gutjar, S., Horst, G. J. T., De Graaf, K., Renken, R. J., & Jager, G. (2014). Evoked emotions predict food choice. *PLoS One*, 9(12), e115388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115388>.

David, I. A., Krutman, L., Fernández-Santaella, M. C., Andrade, J. R., Andrade, E. B., Oliveira, L., Pereira, M. G., Gomes, F. S., Gleiser, S., Oliveira, J. M., Araújo, R. L., Volchan, E., & Braga, F. (2018). Appetitive drives for ultra-processed food products and the ability of text warnings to counteract consumption predispositions. *Public Health Nutrition*, 21(3), 543–557. <https://doi.org/10.1017/S1368980017003263>.

Ekman, P. (2003). *Emotions revealed: Recognizing faces and feelings to improve communication and emotional life*. Times Books/Henry Holt and Co.

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124–129. <https://doi.org/10.1037/h0030377>.

Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221(4616), 1208–1210. <https://doi.org/10.1126/science.6612338>.

Enax, L., Hu, Y., Trautner, P., & Weber, B. (2015). Nutrition labels influence value computation of food products in the ventromedial prefrontal cortex. *Obesity*, 23(4), 786–792. <https://doi.org/10.1002/oby.21027>.

- Facchinetti, L. D., Imbiriba, L. A., Azevedo, T. M., Vargas, C. D., & Volchan, E. (2006). Postural modulation induced by pictures depicting prosocial or dangerous contexts. *Neuroscience Letters*, 410(1), 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.09.063>.
- Fernandes, T. F. D. C., Ferreira, N. B., Campagnoli, R. R., Gomes, F. D. S., Braga, F., David, I. A., & Lobo, I. (2022). Impact of textual warnings on emotional brain responses to ultra-processed food products. *Frontiers in Nutrition*, 9, 895317. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.895317>.
- Gross, J. J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39(3), 281–291. <https://doi.org/10.1017/S0048577201393198>.
- Grunert, K. G., & Wills, J. M. (2007). A review of European research on consumer response to nutrition information on food labels. *Journal of Public Health*, 15(5), 385–399. <https://doi.org/10.1007/s10389-007-0101-9>.
- Gutjar, S., Dalenberg, J. R., De Graaf, C., De Wijk, R. A., Palascha, A., Renken, R. J., & Jager, G. (2015). What reported food-evoked emotions may add: A model to predict consumer food choice. *Food Quality and Preference*, 45, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.06.008>.
- Hajcak, G., Weinberg, A., MacNamara, A., & Foti, D. (2011). ERPs and the study of emotion. In E. S. Kappenman & S. J. Luck (Eds.), *The Oxford handbook of event-related potential components* (pp. 442–472). Oxford University Press.
- Hari, R., & Parkkonen, L. (2015). The brain timewise: How timing shapes and supports brain function. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1668), 20140170. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0170>.
- Higgins, E. T. (2006). Value from hedonic experience and engagement. *Psychological Review*, 113(3), 439–460. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.113.3.439>.
- Hirschman, E. C., & Holbrook, M. B. (1982). Hedonic consumption: Emerging concepts, methods and propositions. *Journal of Marketing*, 46(3), 92–101. <https://doi.org/10.1177/002224298204600314>.
- Huang, L., & Lu, J. (2015). Eat with your eyes: Package color influences the expectation of food taste and healthiness moderated by external eating. *Marketing Management*, 25(2), 71–87.
- Jacquier, C., Bonthoux, F., Baciú, M., & Ruffieux, B. (2012). Improving the effectiveness of nutritional information policies: Assessment of unconscious pleasure mechanisms involved in food-choice decisions. *Nutrition Reviews*, 70(2), 118–131. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00447.x>.
- Jin, J., Dou, X., Meng, L., & Yu, H. (2018). Environmental-friendly eco-labeling matters: Evidences from an ERPs study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 382468. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00417>.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.

Kahneman, D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *American Economic Review*, 93(5), 1449–1475. <https://doi.org/10.1257/000282803322655392>.

Kaneko, D., Toet, A., Brouwer, A. M., Kallen, V., & Van Erp, J. B. F. (2018). Methods for evaluating emotions evoked by food experiences: A literature review. *Frontiers in Psychology*, 9, 911. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00911>.

Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (2011). *The Oxford handbook of event-related potential components*. Oxford University Press.

Khandpur, N., Amaral Mais, L., & Bortoletto Martins, A. P. (2022). A comparative assessment of two different front-of-package nutrition label designs: a randomized experiment in Brazil. *PLoS One*, 17(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265990>

Klem, G. H., Lüders, H. O., Jasper, H. H., & Elger, C. (1999). The ten-twenty electrode system of the international federation. The international federation of clinical neurophysiology. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology Supplement*, 52, 3–6.

Köster, E. P. (2009). Diversity in the determinants of food choice: A psychological perspective. *Food Quality and Preference*, 20(2), 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.11.002>.

Labbe, D., Ferrage, A., Rytz, A., Pace, J., & Martin, N. (2015). Pleasantness, emotions and perceptions induced by coffee beverage experience depend on the consumption motivation (hedonic or utilitarian). *Food Quality and Preference*, 44, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.03.017>.

Lang, P. J., & Bradley, M. M. (2010). Emotion and the motivational brain. *Biological Psychology*, 84(3), 437–450. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.10.007>.

Lang, P. J., & Bradley, M. M. (2013). Appetitive and defensive motivation: Goal-directed or goal-determined? *Emotion Review*, 5(3), 230–234. <https://doi.org/10.1177/1754073913477511>.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, 97(3), 377–395. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.3.377>.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In P. J. Lang, R. F. Simons, & M. T. Balaban (Eds.), *Attention and orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 97–135). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical report A-8*. NIMH, Center for the Study of Emotion & Attention.

Lemos, T. C., Almo, A., Campagnoli, R. R., Pereira, M. G., Oliveira, L., Volchan, E., Krutman, L., Delgado, R., Fernández-Santaella, M. C., Khandpur, N., & David, I. A. (2020). A red code triggers an unintended approach motivation toward sweet ultra-processed foods: Possible implications for front-of-pack labels. *Food Quality and Preference*, 79, 103784. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103784>.

Lemos, T. C., Coutinho, G. M. S., Silva, L. A. A., Stariolo, J. B., Campagnoli, R. R., Oliveira, L., Pereira, M. G., Mota, B. E. F., Souza, G. G. L., Canella, D. S., Khandpur, N., & David, I. A. (2022). Ultra-processed foods elicit higher approach motivation than unprocessed and minimally processed foods. *Frontiers in Public Health*, 10, 891546. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.891546>.

Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P., & Kassam, K. S. (2015). Emotion and decision making. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 799–823. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043>.

Lobo, I., David, I. A., Figueira, I., Campagnoli, R. R., Volchan, E., Pereira, M. G., & De Oliveira, L. (2014). Brain reactivity to unpleasant stimuli is associated with severity of posttraumatic stress symptoms. *Biological Psychology*, 103, 233–241. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.09.002>.

Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT Press.

Ma, H., Mo, Z., Zhang, H., Wang, C., & Fu, H. (2018). The temptation of zero price: Event-related potentials evidence of how price framing influences the purchase of bundles. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 251. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00251>.

Ma, Q., Wang, C., Wu, Y., & Wang, X. (2014). Event-related potentials show taste and risk effects on food evaluation. *NeuroReport*, 25(10), 760–765. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000171>.

MacNamara, A., Foti, D., & Hajcak, G. (2009). Tell me about it: Neural activity elicited by emotional pictures and preceding descriptions. *Emotion*, 9(4), 531–543. <https://doi.org/10.1037/a0016251>.

Meule, A., Kübler, A., & Blechert, J. (2013). Time course of electrocortical food-cue responses during cognitive regulation of craving. *Frontiers in Psychology*, 4, 669. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00669>.

Mocaiber, I., Pereira, M. G., Erthal, F. S., Machado-Pinheiro, W., David, I. A., Cagy, M., Volchan, E., & De Oliveira, L. (2010). Fact or fiction? An event-related potential study of implicit emotion regulation. *Neuroscience Letters*, 476(2), 84–88. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.04.008>.

Morales, I., & Berridge, K. C. (2020). 'Liking' and 'wanting' in eating and food reward: Brain mechanisms and clinical implications. *Physiology & Behavior*, 227, 113152. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113152>.

Niedziela, M. M., & Ambroze, K. (2021). The future of consumer neuroscience in food research. *Food Quality and Preference*, 92, 104124. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104124>.

Nohlen, H., Bakogianni, I., Grammatikaki, E., Ciriolo, E., Pantazi, M., Dias, J., Salesse, F., Christoforetti, M. M., Wollgast, J., Bruns, H., Dessart, F., Marandola, G., & Bavel, R. (2022). *Front-of-pack nutrition labelling schemes – an update of the evidence – addendum to the JRC science for policy report “front-of-pack nutrition labelling schemes: A comprehensive review”*. Publications Office of the European Union.

Ntoumanis, I., Davydova, A., Sheronova, J., Panidi, K., Kosonogov, V., Shestakova, A. N., Jääskeläinen, I. P., & Klucharev, V. (2023). Neural mechanisms of expert persuasion on willingness to pay for sugar. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 17, 1147140. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2023.1147140>.

Oliveira, J. M., Volchan, E., Vargas, C. D., Gleiser, S., & David, I. A. (2012). Box for interaction with objects (BIO): A new device to synchronize the presentation of objects with electrophysiological recordings. *Behavior Research Methods*, 44(4), 1115–1120. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0197-x>.

Pan American Health Organization. (2019). *Ultra-processed food and drink products in Latin America: Sales, sources, nutrient profiles, and policy implications*. PAHO.

Pan American Health Organization. (2020). *Front-of-package labeling as a policy tool for the prevention of noncommunicable diseases in the Americas*. PAHO.

Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., & Podsakoff, N. P. (2012). Sources of method bias in social science research and recommendations on how to control it. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 539–569. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100452>.

Portugal, L. C. L., Alves, R. D. C. S., Junior, O. F., Sanchez, T. A., Mocaiber, I., Volchan, E., Erthal, F. S., David, I. A., Kim, J., Oliveira, L., Padmala, S., Chen, G., Pessoa, L., & Pereira, M. G. (2020). Interactions between emotion and action in the brain. *NeuroImage*, 214, 116728. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116728>.

Prevost, M., Hot, P., Muller, L., Ruffieux, B., Cousin, E., Pichat, C., & Baciú, M. (2018). Neural correlates of the healthiness evaluation processes of food labels. *Nutritional Neuroscience*, 21(7), 467–477. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2017.1309820>.

Roberto, C. A., Ng, S. W., Ganderats-Fuentes, M., Hammond, D., Barquera, S., Jauregui, A., & Taillie, L. S. (2021). The influence of front-of-package nutrition labeling on consumer behavior and product reformulation. *Annual Review of Nutrition*, 41(1), 529–550. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-111120-094932>.

Rosenblat, D. H., Summerell, P., Ng, A., Dixon, H., Murawski, C., Wakefield, M., & Bode, S. (2018). Food product health warnings promote dietary self-control through reductions in neural signals indexing food cue reactivity. *NeuroImage: Clinical*, 18, 702–712. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.03.004>.

Rramani, Q., Barakat, Y., Jacob, G., Ohla, K., Lim, S. X. L., Schicker, D., Freiherr, J., Saruco, E., Pleger, B., Weber, B., & Schultz, J. (2023). Nutrition claims influence expectations about food attributes, attenuate activity in reward-associated brain regions during tasting, but do not impact pleasantness. *Brain and Behavior*, 13(1), e2828. <https://doi.org/10.1002/brb3.2828>.

Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>.

Sabatinelli, D., Lang, P. J., Keil, A., & Bradley, M. M. (2007). Emotional perception: Correlation of functional MRI and event-related potentials. *Cerebral Cortex*, 17(5), 1085–1091. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl017>.

Sanjari, S. S., Jahn, S., & Boztug, Y. (2017). Dual-process theory and consumer response to front-of-package nutrition label formats. *Nutrition Reviews*, 75(11), 871–882. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux043>.

Schubert, E., Smith, E., Brydevall, M., Lynch, C., Ringin, E., Dixon, H., Kashima, Y., Wakefield, M., & Bode, S. (2021). General and specific graphic health warning labels reduce willingness to consume sugar-sweetened beverages. *Appetite*, 161, 105141. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105141>.

Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37(2), 257–261. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3720257>.

Schupp, H. T., Schmälzle, R., Fleisch, T., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2012). Affective picture processing as a function of preceding picture valence: An ERP analysis. *Biological Psychology*, 91(1), 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.04.006>.

Speed, B. C., & Hajcak, G. (2020). Event-related potentials and emotion dysregulation. In T. P. Beauchaine & S. E. Crowell (Eds.), *The Oxford handbook of emotion dysregulation* (pp. 166–181). Oxford University Press.

Spence, C. (2015). Multisensory flavor perception. *Cell*, 161(1), 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.007>.

Stasi, A., Songa, G., Mauri, M., Ciceri, A., Diotallevi, F., Nardone, G., & Russo, V. (2018). Neuromarketing empirical approaches and food choice: A systematic review. *Food Research International*, 108, 650–664. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.049>.

Svaldi, J., Tuschen-Caffier, B., Biehl, S. C., Gschwendtner, K., Wolz, I., & Naumann, E. (2015). Effects of two cognitive regulation strategies on the processing of food cues

in high restrained eaters. An event-related potential study. *Appetite*, 92, 269–277. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.05.026>.

Swinburn, B. A., Kraak, V. I., Allender, S., Atkins, V. J., Baker, P. I., Bogard, J. R., Brinsden, H., Calvillo, A., De Schutter, O., Devarajan, R., Ezzati, M., Friel, S., Goenka, S., Hammond, R. A., Hastings, G., Hawkes, C., Herrero, M., Hovmand, P. S., Howden, M., et al. (2019). The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: The Lancet Commission report. *The Lancet*, 393(10173), 791–846. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32822-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8).

UNICEF. (2021). *UNICEF technical note on effective regulatory approaches to protect, support and promote better diets and create healthy food environments for children*. UNICEF.

Van Rijn, I., Wegman, J., Aarts, E., De Graaf, C., & Smeets, P. A. M. (2017). Health interest modulates brain reward responses to a perceived low-caloric beverage in females. *Health Psychology*, 36(1), 65–72. <https://doi.org/10.1037/hea0000411>.

Versace, F., Frank, D. W., Stevens, E. M., Deweese, M. M., Guindani, M., & Schembre, S. M. (2019). The reality of “food porn”: Larger brain responses to food-related cues than to erotic images predict cue-induced eating. *Psychophysiology*, 56(4), e13309. <https://doi.org/10.1111/psyp.13309>.

Versace, F., Kypriotakis, G., Basen-Engquist, K., & Schembre, S. M. (2016). Heterogeneity in brain reactivity to pleasant and food cues: Evidence of sign-tracking in humans. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(4), 604–611. <https://doi.org/10.1093/scan/nsv143>.

Wegman, J., Van Loon, I., Smeets, P. A. M., Cools, R., & Aarts, E. (2018). Top-down expectation effects of food labels on motivation. *NeuroImage*, 173, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.02.011>.

Woods, A. T., Marmolejo-Ramos, F., Velasco, C., & Spence, C. (2016). Using single colors and color pairs to communicate basic tastes II: Foreground–background color combinations. *I-Perception*, 7(5), 2041669516663750. <https://doi.org/10.1177/2041669516663750>.

World Health Organization. (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation*. World Health Organization.

World Health Organization. (2012). *Guideline: Sodium intake for adults and children*. World Health Organization.

World Health Organization. (2021). *World health statistics 2021: Monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*. World Health Organization.

Wu, J., Willner, C. J., Hill, C., Fearon, P., Mayes, L. C., & Crowley, M. J. (2018). Emotional eating and instructed food-cue processing in adolescents: An ERP study. *Biological Psychology*, 132, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.10.012>.

Zerbini, C., Luceri, B., Marchetti, A., & Di Dio, C. (2019). Shaping consumption propensity through the emotional response evoked by nutritional labels: Evidence from an fMRI study. *Food Research International*, 125, 108547. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108547>.

Zhang, X., Liu, Y., Gu, Y., Wang, S., & Chen, H. (2020). Red for “stop”: “Traffic-light” nutrition labels decrease unhealthy food choices by increasing activity and connectivity in the frontal lobe. *Nutrients*, 12(1), 128. <https://doi.org/10.3390/nu12010128>.

Zsoldos, I., Sinding, C., & Chambaron, S. (2022). Using event-related potentials to study food-related cognition: An overview of methods and perspectives for future research. *Brain and Cognition*, 159, 105864. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2022.105864>.

4 DISCUSSÃO GERAL

O comportamento do consumidor é em grande parte influenciado pelas emoções e impacta os sistemas alimentares por meio das demandas de mercado, que muitas vezes são determinantes de quais alimentos serão produzidos e por quais métodos (FANZO et al., 2021). Esta relação entre a resposta emocional implícita evocada pelos alimentos e as escolhas de compra, tem sido amplamente explorada pela indústria de alimentos (SEBASTIAN, 2014).

Os sistemas de rotulagem nutricional frontal têm o potencial de contrapor ao impacto de imagens positivas embutidas nas propagandas ou embalagens de alimentos ultraprocessados. A elaboração e implementação de tais estratégias devem ser embasadas em evidências científicas e é importante considerar a interdisciplinaridade durante o desenvolvimento destes estudos.

A maior parte dos estudos em saúde pública que testam a eficácia de sistemas de rotulagem nutricional frontal e a reatividade emocional a alimentos utilizam técnicas de autorrelato que avaliam apenas as respostas que os participantes conseguem relatar (conscientes). Apesar de ser difícil o acesso a respostas emocionais implícitas por meio do relato dos participantes, essas respostas irão influenciar o consumidor no momento da compra. Logo, a compreensão da resposta emocional que é evocada pela visualização de alimentos ultraprocessados e dos fatores que possam modular esta resposta (como a aplicação de sistemas de rotulagem frontal) depende de técnicas que capturem respostas emocionais implícitas, como algumas técnicas aplicadas em psicofisiologia, uma subárea da Neurociências.

Constatamos através do estudo 1 (capítulo 1) que, de fato, o grau de processamento industrial do alimento é um fator chave na modulação das respostas emocionais aos alimentos. Aqueles alimentos que passaram por amplo processamento industrial tendem a evocar respostas emocionais mais intensas (maior ativação e valência hedônica) do que alimentos que sofreram pouco ou nenhum processamento industrial, em acordo com estudos anteriores do nosso grupo (DAVID et al., 2018; LEMOS et al., 2022).

No capítulo 1 realizamos a testagem da eficácia de rótulos de advertência (triângulo e octógono) em modular a reatividade emocional evocada pelos alimentos ultraprocessados em relação aos alimentos *in natura*/minimamente processados.

Destacamos que o uso de rótulos de advertências (em forma de triângulo ou octógono) foram eficientes em tornar a resposta emocional positiva (valência) evocada por imagens de alimentos ultraprocessados semelhantes as respostas evocadas por alimentos *in natura*/minimamente processados.

A indústria de alimentos utiliza pistas ambientais que associam seus produtos a aspectos positivos e sedutores, predispondo ações voltadas à aproximação desses alimentos. Além disso, investem fortemente no design da embalagem dos seus produtos, de forma a aumentar a reação emocional positiva evocada pela visualização dos mesmos. Outro ponto a ser destacado é a hiperpalatabilidade desses alimentos, obtida através da combinação de ingredientes que são positivos ao paladar humano (por exemplo, açúcar, gordura e sal), maximizando os níveis de prazer gerados pelo seu consumo (FAZZINO; ROHDE; SULLIVAN, 2019). Em um estudo conduzido pelo nosso grupo, mostramos que alimentos ultraprocessados evocam uma forte reação emocional positiva (DAVID et al., 2018), o que poderia promover uma alta predisposição a consumi-los a despeito das consequências negativas associadas ao seu consumo.

No estudo 1, foi aplicado uma metodologia padrão, no âmbito de uma subárea das neurociências, denominada psicofisiologia, para entendermos a emoção dos indivíduos frente a essas imagens por meio de escalas que medem duas dimensões da emoção, que são o prazer hedônico e a ativação emocional. A avaliação das emoções utilizando a escala SAM, Bradley e Lang, 1994, foi demonstrada em um estudo anterior como uma ferramenta eficiente para capturar as diferenças entre a reatividade emocional evocada por alimentos ultraprocessados e alimentos *in natura*/minimamente processados (LEMOs et al., 2020). Utilizando uma abordagem semelhante, observamos no estudo 1 que as imagens de alimentos ultraprocessados promoveram nos participantes uma reação de prazer hedônico e ativação emocional maior que os alimentos *in natura*/minimamente processados na condição controle, que foi minimizada com o uso de sistemas de advertência. Ou seja, a resposta emocional aos alimentos ultraprocessados tornou-se um pouco mais parecida ao que seria o fisiológico ou a reação emocional que deveríamos apresentar ao nos depararmos com um alimento extraído da natureza. Reduzir a resposta emocional exacerbada aos alimentos ultraprocessados frente aos alimentos *in natura*/minimamente processados, pode ser uma estratégia importante para estimular o consumo dos últimos ao invés dos primeiros. Uma grande contribuição do capítulo 1 foi gerar novas evidências de

que os sistemas de rotulagem em forma de advertência são eficazes em proporcionar esta modulação emocional, o que apoia políticas públicas que utilizam sistemas de rotulagem em formato de advertência.

É importante destacar, portanto, que esses achados são importantes para subsidiar a formulação de políticas públicas mais eficientes para conscientização e redução do consumo de alimentos ultraprocessados. Além disso, é importante ressaltar que a despeito da modulação dos sistemas de rotulagem frontais sobre as emoções, sistemas de advertência tornam mais fácil para o consumidor conseguir identificar nutrientes críticos presentes nos alimentos, que na maioria das vezes é desconhecido da população, o que pode facilitar a busca e escolha por alimentos mais saudáveis (PAHO, 2015; DELIZA et al., 2020; TEMPLE et al., 2020; PRATES et al., 2022). Em um estudo transversal, 2.400 brasileiros adultos responderam um questionário online avaliando a compreensão do conteúdo nutricional, a percepção de saudabilidade, a intenção de compra e a percepção dos consumidores, em 09 alimentos que continham diferentes modelos de rótulo nutricional (octógono, triângulo, círculo vermelho, lupa ou semáforo nutricional). Os autores encontraram que todos os modelos reduziram a percepção de saudabilidade, a intenção de compra e aumentaram a compreensão do conteúdo nutricional, em comparação ao grupo controle. Para a percepção de saudabilidade e intenção de compra dos alimentos analisados, os modelos de advertência apresentaram desempenho superior à lupa e ao semáforo nutricional. Os consumidores foram favoráveis à presença da rotulagem nutricional frontal, percebendo-a como confiável para aumentar a compreensão das informações nutricionais (BANDEIRA et al., 2021).

Corroborando com os achados descritos na literatura, um estudo avaliou as reações dos participantes colombianos a diferentes tipos de design de rótulos nutricionais de advertências (octógono, círculo e triângulo) e o impacto nas percepções de produtos com alta quantidade de açúcar, sódio ou gordura saturada. Em comparação ao rótulo controle (código de barras), os participantes relataram que os rótulos de advertências foram eficazes em fazê-los pensar sobre os danos para a saúde associados ao consumo desses alimentos, fazendo com que parecesse menos agradável e desencorajando-os de consumir. Ainda, todas as advertências ajudaram os participantes a identificar os alimentos como sendo menos saudáveis e com níveis mais altos de nutrientes preocupantes. Outro dado interessante é que não houve interação entre o tipo de advertência e o nível de escolaridade, o que sugere que todas

as advertências ajudariam a promover a equidade de saúde na Colômbia, uma vez que têm impactos semelhantes em todos os níveis educacionais (TAILLIE et al., 2020).

O nosso estudo reforça as evidências anteriores sobre a relevância dos sistemas de rotulagem para modular o comportamento do consumidor. O estudo é inovador uma vez que traz evidências sobre modulações implícitas, visto que os participantes não sabiam quais imagens eram as de interesse no estudo. É o primeiro estudo também a demonstrar que os selos de rotulagem em forma de advertência podem ser capazes de reduzir o apelo emocional positivos dos AUP, tornando-os igualmente positivos aos alimentos INMP.

Outro fator que merece destaque é a contribuição do capítulo 1 em aumentar as evidências científicas que indiquem que não somente a escolha do rótulo basta, mas que para ser eficiente é necessário pensar no formato e como características de design podem afetar de forma eficiente a escolha final do consumidor. O octógono reduziu a diferença de ativação emocional entre os AUP e os alimentos INMP, enquanto que esta redução da diferença, foi marginal quando o triângulo era apresentado juntamente com as imagens de alimentos ultraprocessados. Uma vez que as advertências em formato de triângulo têm classicamente como objetivo conscientizar os indivíduos sobre a presença de um perigo e aumentar o estado de alerta (ROUSSEA & WOGALTE, 2006), era de se esperar que as classificações de ativação permanecessem altas nos braços do estudo que apresentassem o triângulo. De fato, Fernandes et al. (2022) em um estudo aplicando eletroencefalografia e a escala SAM mostraram que a classificação de agradabilidade foi reduzida e o Potencial Positivo Tardio (um biomarcador cerebral de alerta emocional) foi aumentado quando os participantes visualizaram imagens de AUP precedidas por um texto de advertência (por exemplo: “Este produto contém muito açúcar e, se consumido em grandes quantidades, aumenta o risco de obesidade e cáries dentárias”) relativo a um texto de controle (“Este produto contém muito açúcar e deve ser mantido sob refrigeração e consumido antes do prazo de validade”). Logo, é possível que os textos de advertência possam aumentar a motivação para evitar os AUP (FERNANDES et al., 2022).

No capítulo 1, ao invés de textos de advertência, aplicamos sistemas de rotulagem que contém símbolos de aviso, como um triângulo ou um octógono. O sinal triangular é um símbolo típico de alerta de segurança, enquanto o sinal octógono normalmente significa PARE, mas também pode ser usado para avisos de segurança

(ROUSSEA; WOGALTE, 2006). Dado que o triângulo está mais frequentemente associado a alertas, isto pode ter levado a um aumento da ativação emocional, como evidenciado pela diferença marginal entre o delta (AUP- alimentos INMP) no braço do estudo que continha o triângulo.

No capítulo 2 realizamos uma revisão da literatura para explorar se sistemas de rotulagem frontais ou advertências são capazes de modular biomarcadores cerebrais da resposta emocional em estudos que utilizaram a técnica de potenciais relacionados a eventos. Na revisão, foi apresentado uma visão geral que incluiu (1) uma descrição e exemplos de potenciais relacionados a eventos e como eles são obtidos a partir do sinal eletroencefalográfico, (2) o uso de potenciais relacionados a eventos como índices de atividade cerebral em resposta a sinais alimentares (por exemplo, LPP e EPN) e como eles podem ser impactados pelos sistemas de rotulagem frontais, e (3) as limitações e pontos fortes da técnica de potencial relacionado a eventos em comparação com outras técnicas baseadas em neurociência e outros métodos tradicionais de exame a eficácia dos sistemas de rotulagem frontais.

A vantagem de se aplicar a técnica de potencial relacionado a eventos é que ela permite isolar, com precisão temporal, a atividade eletrofisiológica cerebral fásica sensível a mecanismos reguladores implícitos (HAJCAK; MACNAMARA; OLVET, 2010; MOCAIBER et al., 2010). Além disso, os autorrelatos são mais suscetíveis ao viés de desejabilidade social (PODSAKOFF et al., 2012). Como influências implícitas entre modalidades sensoriais cruzadas podem afetar as predisposições de consumo sem o conhecimento dos consumidores, acessar medidas cerebrais que aferem essas influências possui extrema importância na avaliação de fatores que predizem as escolhas alimentares.

Por exemplo, Meule et al. (2013) investigaram se estratégias cognitivas seriam capazes de modular o impacto emocional da imagem de alimento, alterando o sinal da LPP em resposta à imagem de alimentos altamente calóricos. A estratégia empregada foi fazer com que os voluntários pensassem nas consequências da ingestão a curto ou longo prazo dos alimentos visualizados, enquanto o sinal do EEG era coletado. Os resultados do estudo indicaram que quando os voluntários pensaram nas consequências a longo prazo da ingestão de alimento altamente calórico, a amplitude da LPP era significativamente maior, em comparação à condição onde os voluntários pensaram nas consequências a curto prazo. Portanto, estes resultados

indicam que as consequências negativas possivelmente tiveram um impacto emocional maior em relação ao impacto positivo imediato da ingestão do alimento.

Esses achados corroboram com estudo de Rosenblat et al. (2018), onde foi descrito que a utilização de advertências textuais sensibilizou os consumidores para os danos à saúde associados à ingestão de um alimento rico em nutrientes preocupantes, tornando-o menos apelativo e desencorajando os consumidores de o escolherem. Logo, o uso de estratégias cognitivas para alterar as respostas emocionais em imagens de alimentos foi capaz de alterar o impacto emocional que eles causam e podem ser adotados como estratégias de saúde pública, resultando em uma escolha mais saudável e mudanças em comportamentos alimentares.

Em estudos conduzidos pelo nosso grupo foi encontrado resultados similares, indicando que o uso de advertências textuais é capaz de modular as respostas motivacionais evocadas por alimentos ultraprocessados (DAVID et al., 2018) e de aumentar a ativação emocional mensurada através da LPP (FERNANDES et al., 2022).

A falta de embasamento científico sobre as respostas emocionais aos alimentos pode abrir margem para a aprovação de modelos que, além de não favorecerem a população, podem acabar incentivando a venda de produtos ultraprocessados pela indústria. Por exemplo, Lemos et al. (2020) avaliaram a eficácia do sistema de rotulagem no formato de semáforo, que indica a quantidades de nutrientes-chave (como açúcares, gorduras e sal) através da exibição de códigos de cores vermelha (alto), âmbar (médio) e verde (baixo) (KANTER et al., 2018).

Este sistema de rotulagem é adotado em vários países (WORLD OBESITY, 2021) e foi uma das propostas dos sistemas de rotulagem a serem adotados no Brasil. Lemos et al. (2020), realizaram dois experimentos que visavam compreender os efeitos das cores desse sistema de rotulagem sobre a resposta emocional dos participantes à visualização de alimentos ultraprocessados. Nos dois experimentos eram apresentadas imagens de alimentos ultraprocessados precedidas por uma das cores do semáforo nutricional (verde, âmbar ou vermelho).

A resposta emocional às imagens apresentadas era aferida por meio da escala SAM (Experimento 1) ou por meio do potencial relacionado a eventos denominados de Negatividade Posterior Precoce (EPN) através da técnica de eletroencefalografia (Experimento 2). Os resultados dos dois experimentos demonstraram que as cores do sistema de rotulagem em forma de semáforo podem gerar um efeito indesejado:

respostas emocionais mais positivas e alarmantes foram evocadas pelas imagens de alimentos de sabor doce, quando pareadas com a cor vermelha. Essa cor pode predispor, sem que o consumidor perceba, uma aproximação a produtos ultraprocessados de sabor doce, por meio de uma associação implícita entre os sentidos da visão e paladar.

A cor vermelha parece estar associada ao nível de doçura do alimento através de associações cruzadas entre modalidades sensoriais (JONHSON et al., 1983; KOCH; KOCH, 2003; WEI et al., 2012; WOODS et al., 2016; WOODS; SPENCE, 2015; VELASCO et al., 2016; SALUJA; STEVENSON, 2018). Essas associações cruzadas podem ser caracterizadas como uma tendência existente nos indivíduos em parear automaticamente as informações apresentadas em uma modalidade sensorial (por exemplo, visão) àquelas apresentadas em outra modalidade (por exemplo, paladar) para aprimorar a experiência perceptiva (SPENCE et al., 2009). Uma possível explicação para a associação cruzada entre a cor vermelha e o sabor doce, seria o fato que evolutivamente a cor vermelha foi sendo associada a frutas maduras (REGAN et al., 1998). Como o uso da cor vermelha em sistemas de rotulagem nutricional é muito frequente, os achados de Lemos et al. (2020) trouxeram, portanto, uma nova visão sobre o design de sistemas para a saúde pública.

A revisão narrativa (capítulo 2) traz, portanto, evidências de que os potenciais relacionados a eventos podem ser de grande importância para fornecer novas evidências sobre o efeito dos sistemas de rotulagem frontal sobre a resposta emocional, mas ainda há escassez de pesquisas sobre esse tema. Novos estudos com a técnica de potenciais relacionados a eventos são necessários para aumentar a compreensão do efeito dos sistemas de rotulagem frontais nos processos emocionais subjacentes às decisões relativas aos alimentos ultraprocessados.

Juntamente com o capítulo 1, em que foi aplicada a escala SAM, este trabalho reforça a relevância da interdisciplinaridade, com a aplicação de ferramentas no âmbito da psicofisiologia para responder perguntas relevantes do âmbito da Saúde Pública.

5 CONCLUSÃO

Concluimos que o uso de sistema de advertência em formato de triângulo ou octógono são possíveis estratégias eficientes para afetar as atitudes e ações dos consumidores, por meio da diminuição da resposta emocional positiva evocado pelos alimentos ultraprocessados em relação aos alimentos *in natura*/minimamente processados. Destaca-se que o formato da advertência adotada pelo país é de grande relevância e que no presente estudo o triângulo foi provavelmente mais eficiente em modular o alerta emocional, indicado pela sua capacidade de manter a diferença de ativação entre alimentos ultraprocessados e *in natura*/minimamente processados.

A utilização de ferramentas no âmbito da psicofisiologia com a escala SAM e a técnica de potenciais relacionados a eventos podem ser de grande valia para a Saúde Pública. É importante destacar a busca pela interdisciplinaridade nas pesquisas para que novas evidências científicas possam contribuir, gerando subsídios para formuladores de políticas públicas que promovam ambientes alimentares sustentáveis e saudáveis.

6 REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, K. et al. A conceptual framework for understanding the environmental impacts of ultra-processed foods and implications for sustainable food systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 368, p. 133155, 2022.

ANVISA. 2020. Resolução nº. 429, de 8 de outubro de 2020. Dispões sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, 09 out 2020, Seção 1.

ARES, G. et al. Immediate effects of the implementation of nutritional warnings in Uruguay: awareness, self-reported use and increased understanding. **Public Health Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 364-375, 2021.

ARES, G. et al. Product reformulation in the context of nutritional warning labels: Exploration of consumer preferences towards food concepts in three food categories. **Food Research International**, v.107, p.669-674, 2018.

ARRÚA, A. J. et al. Warnings as a directive front-of-pack nutrition labelling scheme: comparison with the Guideline Daily Amount and traffic-light systems. **Public Health Nutrition**, v. 20, n.13, p. 2308–2317, 2017.

BANDEIRA, L. M. et al. Desempenho e percepção sobre modelos de rotulagem nutricional frontal no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 55, p. 19, 2021.

BARALDI, L. G. Consumption of ultra-processed foods and associated sociodemographic factors in the USA between 2007 and 2012: evidence from a nationally representative cross-sectional study. **BMJ open**, v.8, n.3, 2018.

BERRIDGE, K. C. The debate over dopamine's role in reward: the case for incentive salience. **Psychopharmacology** (Berl), v. 191. n.3, p. 391-431, 2007.

BERRIDGE, K. C.; KRINGELBACH, M. L. Pleasure systems in the brain. **Neuron**, v. 86, n. 3, p. 646-664, 2015.

BOPAPE, M. et al. South African consumers' perceptions of front-of-package warning labels on unhealthy foods and drinks. **PloS One**, v.16, n.9, 2021.

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

BRADLEY; M.M.; LANG, P.J. Measuring emotion: behavior, feeling, and physiology. In: Lane, R.D.; Nadel, L. (Eds.). **Cognitive Neuroscience of Emotion**. New York: Oxford University Press, p. 242-276, 2000.

BRADLEY, M. M.; LANG, P. J. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. **Journal of Behavior Therapy e Experimental Psychiatry**, v.25, n. 1, p. 49-59, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Análise Epidemiológica e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Vigitel Brasil 2023: vigilância de fatores de risco e proteção para

doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2023 [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, Departamento de Análise Epidemiológica e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

BRITISH NUTRITION FOUNDATION. Front of pack labelling. Disponível em: <http://britishnutrition.org.uk/home.asp?siteId= 43 & sectionId= 1486 & subSectionId= 1348 & parentSection= 304 & which=4>. 2011. Acesso em 13/03/2024.

CACIOPPO, J.; TASSINARY, L.; BERNTSON, G. Handbook of Psychophysiology. 4th ed. Cambridge Handbooks in Psychology. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.

CAMPAGNOLI, R. R. et al. Preparing to caress: a neural signature of social bonding. *Frontiers in psychology*, v. 6, p. 16, 2015.

CECCHINI, M.; WARIN, L. Impact of food labelling systems on food choices and eating behaviours: a systematic review and meta-analysis of randomized studies. **Obesity Reviews**, v.17, p.201–10, 2016.

COHEN, D.; FARLEY, T. A. Peer reviewed: eating as an automatic behavior. **Preventing Chronic Disease**, v.5, n.1, 2008.

CROSBIE, E. et al. A policy study on front-of-pack nutrition labeling in the Americas: emerging developments and outcomes. **The Lancet Regional Health–Americas**, v. 18, p. 18:100400, 2023.

CROVETTO, M. M. et al. Household availability of ready-to-consume food and drink products in Chile: impact on nutritional quality of the diet. **Revista Médica de Chile**, n.142, v.7, p.850-8, 2014.

DAVID, I. A. et al. Appetitive drives for ultra-processed food products and the ability of text warnings to counteract consumption predispositions. **Public Health Nutrition**, v.21, n.3, p. 543 557, 2018.

DAVID, I. A et al. Pistas implícitas e obesidade: estratégias de proteção contra o marketing de alimentos. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v.11, n.2, p.383-398, 2016.

DELIZA, Rosires et al. How do different warning signs compare with the guideline daily amount and traffic-light system?. **Food Quality and Preference**, v. 80, p. 103821, 2020.

DEPARTMENT OF HEALTH. Guide to creating a front of pack (FoP) nutrition label for pre-packed products sold through retail outlets. 2016.

DURAN, A. C. et al. Role of different nutrient profiling models in identifying targeted foods for front-of-package food labelling in Brazil. *Public health nutrition*, v. 24, n. 6, p. 1514-1525, 2021.

ECUADOR. Acuerdo Ministerial 00004522- Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para consumo humano. Registro Oficial No. 134 No del 29 de Noviembre de 2013. : Ministerio de Salud Pública. Disponível em: <https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/filesstore/ECU%202013%20-%20AcuerdoMinisterial00004522-ReglamentoEtiquetadoDeAlimentos.pdf> 2013. Acesso em: 13 de março de 2024.

ELLIOT, A. J. Handbook of approach and avoidance motivation. Psychology Press, 2008.

FABIANI, M.; GRATTON, G.; FEDERMIER, K.D. Event-related brain potentials: methods, theory, and applications. In J.T. Cacioppo, L. G. Tassinari, & G. G. Berntson (Eds.), Handbook of psychophysiology. 3 ed. Cambridge: Cambridge University Press. chap. 4, p 85-119, 2007.

FARDET, A.; ROCK, E. Ultra-processed foods: A new holistic paradigm? Trends in Food Science & Technology, v. 93, p. 174–184, 2019.

FERNANDES, T. F. C. et al. Impact of textual warnings on emotional brain responses to ultra-processed food products. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, 2022.

FEUNEKES, G. I.; DE GRAAF, C.; VAN STAVEREN, W. A. Social facilitation of food intake is mediated by meal duration. **Physiology & Behavior**, v.58, n.3, p.551-558 (1995).

FOTI, D.; HAJCAK, G.; DIEN, J. Differentiating neural responses to emotional pictures: Evidence from temporal-spatial PCA. **Psychophysiology**, v. 46, p. 521–530, 2009.

FSA. Front of pack traffic light signpost labelling - technical guidance. Disponível em: <http://multimedia.food.gov.uk/multimedia/pdfs/frontofpackguidance2.pdf>. Acesso em: 13 de março de 2024.

FANZO, J. et al. Rigorous monitoring is necessary to guide food system transformation in the countdown to the 2030 global goals. **Food Policy**, v. 104, p. 102163, 2021.

FAZZINO, T. L.; ROHDE, K.; SULLIVAN, D. K. Hyper-palatable foods: development of a quantitative definition and application to the US food system database. **Obesity**, v. 27, n. 11, p. 1761-1768, 2019.

FÜRTJES, S. et al. Automatic and controlled processing: implications for eating behavior. **Nutrients**, v. 12, n. 4, p. 1097, 2020.

GUTJAR, S. et al. The role of emotions in food choice and liking. **Food Research International**, v.76, p.216-223, 2015.

HAJCAK, G.; MACNAMARA, A.; OLVET, D. M. (2010). Event-related potentials, emotion, and emotion regulation: an integrative review. **Developmental Neuropsychology**, v. 35, n. 2, p. 129–55, 2010.

HAJCAK, G.; OLVET, D. M. The persistence of attention to emotion: brain potentials during and after picture presentation. **Emotion**, v. 8, n. 2, p. 250, 2008.

HALL, K. D. et al. Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: An inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. **Cell Metabolism**, v.2, n.30, p. 67-77, 2019.

HAMLIN, R.P.; MCNEILL, L.S.; MOORE, V. The impact of front-of-pack nutrition labels on consumer product evaluation and choice: an experimental study. **Public Health Nutrition**, v. 18, p. 2126–34, 2014.

HEALTH CANADA. Canada's Dietary Guidelines: for Health Professionals and Policy Makers. Santé Canada, 2019.

HERSEY, J.C. et al. Effects of front-of-package and shelf nutrition labeling systems on consumers. **Nutrition Reviews**, v.71, p.1–14, 2013.

HUANG, L.; LU, J. Eat with your eyes : package color influences the expectation of food taste and healthiness moderated by external eating lei huang, State University of New York at Fredonia. **Marketing Management**, v.25, n.2, p. 71–87, 2015.

IDEC. Idec reprova decisão sobre rotulagem nutricional de alimentos. 2020. Disponível em: <https://idec.org.br/noticia/idec-reprova-decisao-sobre-rotulagem-nutricional-de-alimentos>. Acesso em: 13 de março de 2024.

IDEC (2017). Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Sistema de rotulagem. Disponível em: <https://idec.org.br/rotulagem>. Acesso em: 13 de março de 2024.

JONHSON, J.L., DZENDOLET, E., CLYDESDALE, F.M. Psychophysical relationship between sweetness and redness in strawberry-flavored drinks. **Journal of Food Protection**, v. 46, n.1, p.21–25, 1983.

KANTER, R.; VANDERLEE, L.; VANDEVIJVERE, S. Front-of-package nutrition labelling policy: Global progress and future directions. **Public Health Nutrition**, v. 21, n.8, p. 1399-1408, 2018.

KHANDPUR, N.; AMARAL, M. L.; BORTOLETTO, M., A. P. A comparative assessment of two different front-of-package nutrition label designs: A randomized experiment in Brazil. **Plos One**, v. 17, n. 4, 2022.

KHANDPUR, N. et al. Choosing a front-of-package warning label for Brazil: A randomized, controlled comparison of three different label designs. **Food Research International**, v. 121, 854-861, 2019.

KHANDPUR N, et al. Are front-of-package warning labels more effective at communicating nutrition information than traffic-light labels? A randomized controlled experiment in a Brazilian sample. **Nutrients**, v.10, p. 1–15, 2018.

KOCH, C., KOCH, C. Preconceptions of taste based on color. **Journal of Psychology**, v. 137, n.3, p. 233–242, 2003.

KÖSTER, E. P. Diversity in the determinants of food choice: A psychological perspective. **Food Quality Preference**, v. 20, p. 70–82, 2009.

KÖSTER, E. P.; MOJET, J. From mood to food and from food to mood: A psychological perspective on the measurement of food-related emotions in consumer research. **Food Research International**, v.76, p.180–191, 2015.

LANE, M. M. et al. Ultraprocessed food and chronic noncommunicable diseases: A systematic review and meta-analysis of 43 observational studies. **Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 22, n. 3, 2021.

LANG, P. J.; BRADLEY, M. M. Emotion and the motivational brain. **Biological Psychology**, v.84, n.3, p.57–70, 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-8**. NIMH, Center for the Study of Emotion & Attention, 2008.

LANG, P.J., BRADLEY, M.M.; CUTHBERT, B.N. Motivated attention, Affect, activation, and action. In: Lang PJ, Simons RF and Balaban M, eds. *Attention and Orienting, Sensory and Motivational Processes*. Mahwah, NJ:Lawrence Erlbaum Associates; 1997, p. 97–135.

LANG, P. J. Imagery in therapy: An information processing analysis of fear. **Behavior therapy**, v. 8, n. 5, p. 862-886, 1977.

LÁZARO SERRANO, M. L.; DOMÍNGUEZ CURI, C. H. Guías alimentarias para la población peruana. 2019.

LEMOS, T. C. et al. Ultra-Processed Foods Elicit Higher Approach Motivation Than Unprocessed and Minimally Processed Foods. **Frontiers In Public Health**, v. 10, 2022.

LEMOS, T.C. et al. A red code triggers an unintended approach motivation toward sweet ultra-processed foods: Possible implications for front-of-pack labels. **Food Quality and Preference**, v. 7, p. 103784, 2020.

LIM, S.S. et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **The Lancet**, v. 380, n. 9859, p. 2224-2260, 2012.

LOUZADA, M. L. C. et al. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v.49, 2015.

LUCK, S. J. An Introduction to the Event-Related Potential Technique (p. 374). MIT Press, 2005.

LUCK, S. J.; GIRELLI, M. Electrophysiological approaches to the study of selective attention in the human brain. In R. Parasuraman (Ed.), *The Attentive Brain* (pp. 71–94). Cambridge, MA: MIT Press, 1998.

MARRÓN-PONCE, J. A, et al. Energy contribution of NOVA food groups and sociodemographic determinants of ultra-processed food consumption in the Mexican population. **Public Health Nutrition**, v.21, n.1, p. 87-93, 2018.

MARTÍNEZ, L. E. E.; SEGURA C., M. R. Effect of ultra-processed diet on gut microbiota and thus its role in neurodegenerative diseases. **Nutrition**, v.71, p. 110609, 2020.

MENDENHALL, E. et al. Non-communicable disease syndemics: poverty, depression, and diabetes among low-income populations. **The Lancet**, v. 389, n. 10072, p. 951-963, 2017.

MEULE, A.; KÜBLER, A.; BLECHERT, J. Time course of electrocortical food-cue responses during cognitive regulation of craving. **Frontiers in Psychology**, v. 4, p. 669, 2013.

MIALON, M. et al. Arguments used by trade associations during the early development of a new front-of-pack nutrition labelling system in Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 24, n. 4, p. 766-774, 2021.

MICCOLI, L. et al. Meet OLAF, a good friend of the IAPS! the Open Library of Affective Foods: A tool to investigate the emotional impact of food in adolescents. **Plos One**, v. 9, n. 12, p. 1–22, 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

MINISTERIO DE SALUD. Guía de alimentación para la población uruguaya, 2016.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Documento Técnico de las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA) del Ecuador. GABA-ECU 2018. Quito-Ecuador, 2018.

MOCAIBER, I. et al. Fact or fiction? An event-related potential study of implicit emotion regulation. **Neuroscience Letters**, v. 476, n. 2, p. 84–88, 2010.

MOLTÓ, J. et al. Adaptación española del International Affective Picture System (IAPS). Tercera parte. **Anales de Psicología**, v. 29, v.3 , p.965-984, 2013.

MONTEIRO, C. A. et al. NOVA. A estrela brilha. Classificação dos alimentos. Saúde Pública. **World Nutrition**, v.7, n. 1-3, p. 28-40, 2016.

MONTEIRO, C. A. et al. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 14, n. 01, p. 5-13, 2011.

MONTEIRO, C.A. Nutrition and health.The issue is not food, nor nutrientes, so much as processing. **Public Health Nutrition**, v. 12, n. 5, p. 729-731, 2009.

MOUBARAC, J. C. et al. Consumption of ultra-processed foods predicts diet quality in Canada. **Appetite**, v.108, p. 512-520, 2017.

MOUBARAC, J. Ultra-processed food and drink products in Latin America: Trends, impact on obesity, policy implications. Pan American Health Organization World Health Organization: Washington, DC, USA, p.1-58, 2015.

MOUBARAC, J. C. et al. Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. **Public Health Nutrition**, v. 16, n. 12, p. 2240-8, 2013.

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC)*. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. **Lancet**, v. 387, p. 1377–96, 2016.

OLOFSSON, J. K. et al. Affective picture processing: an integrative review of ERP findings. **Biological Psychology**, v. 77, n. 3, p. 247–65, 2008.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). (2020). Front-of-package labeling. Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52740/PAHONMHRF200033_eng.pdf? Acesso em: 13 de março de 2024.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). Ultra-processed food and drink products in Latin America: Trends, impact on obesity, policy implications. Washington, DC. PAHO, 2015.

PECIÑA, S.; BERRIDGE, K. C. Hedonic hot spot in nucleus accumbens shell: where do muopioids cause increased hedonic impact of sweetness? **Journal of Neuroscience**, v. 25, n. 50, p. 11777-1186, 2005.

PERU. Manual de Advertencias Publicitarias en el marco de lo establecido en la Ley nº 30021, Ley de promoción de la alimentación saludable para niños, niñas y adolescentes, y su reglamento aprobado por decreto supremo nº 017-2017-SA. SALUD, M. d. Lima: Gobierno del Perú 2017.

PICTON, T. W. et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria. **Psychophysiology**, v.37, n.2, p. 127-152, 2000.

PODSAKOFF, P. M., MACKENZIE, S. B.; PODSAKOFF, N. P. Sources of method bias in social science research and recommendations on how to control it. **Annual Review of Psychology**, 63(1), 539–569, 2012..

PRATES, S. M. S. et al. Influence of nutrition claims on different models of front-of-package nutritional labeling in supposedly healthy foods: impact on the understanding of nutritional information, healthfulness perception, and purchase intention of Brazilian consumers. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 921065, 2022.

RAMIREZ, R., STERNSDORFF, N., PASTOR, C. Chile's Law on Food Labelling and Advertising: A Replicable Model for Latin America? Disponível em: <http://www.desarrollando-ideas.com/wp-content/>

uploads/sites/5/2016/05/160504_DI_report_food_chile_ENG. pdf . 2016. Acesso em: 13 de março de 2024.

REGAN, B. C. et al. Frugivory and colour vision in *Alouatta seniculus*, a trichromatic platyrrhine monkey. **Vision Research**, v.38, n.21, p. 3321–3327, 1998.

ROSENBLAT, D. H. et al. Food product health warnings promote dietary self-control through reductions in neural signals indexing food cue reactivity. **NeuroImage: Clinical**, v. 18, p. 702–712, 2018.

ROUSSEAU, G. K.; WOGALTER, M. S. Research on warning signs. **Handbook of warnings**, 147-158, 2006.

SALUJA, S.; STEVENSON, R. J. Cross-modal associations between real tastes and colors. **Chemical Senses**, v. 43, n.7, 475–480, 2018.

SCHNETTLER, B. et al. How do consumers perceive reformulated foods after the implementation of nutritional warnings? Case study with frankfurters in Chile. **Food Quality and Preference**, v. 74, p. 179-188, 2019.

SCHUPP, H. T. et al. Affective picture processing as a function of preceding picture valence: An ERP analysis. **Biological Psychology**, v. 91, n. 1, p.81–87, 2012.

SEBASTIAN, V. Neuromarketing and evaluation of cognitive and emotional responses of consumers to marketing stimuli. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 127, p. 753-757, 2014.

SHAHIDI, F. Food Processing and Effects on Bioactive Constituents: An Opinion Piece. **Journal of Food Bioactives**, v. 12, p. 1–2, 2020.

SILVA, H. D. et al. Bonding pictures: affective ratings are specifically associated to loneliness but not to empathy. **Frontiers in psychology**, v. 8, 2017.

SINGER, M. C. Introduction to syndemics: a systems approach to public and community health. San Francisco: Jossey-Bass, 2009.

SPENCE, C. On the psychological impact of food colour. **Flavour**, v. 4, n.1, p. 21, 2015.

SPENCE, C.; SENKOWSKI, D.; RÖDER, B. Editorial: Crossmodal processing. **Experimental Brain Research**, v.198, n 2–3, p. 107–111, 2009.

SWINBURN, B. A. et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. **Lancet** (London, England), v. 393, n. 10173, p. 791–846, 2019.

TAILLIE, L. S. et al. Designing an effective front-of-package warning label for food and drinks high in added sugar, sodium, or saturated fat in Colombia: an online experiment. **Nutrients**, v. 12, n. 10, p. 3124, 2020.

TEMPLE, N. J. Front-of-package food labels: A narrative review. **Appetite**, v. 144, p. 104485, 2020.

VAN KLEEF, E.; DAGEVOS, H. The growing role of front-of-pack nutrition profile labelling: a consumer perspective on key issues and controversies. **Critical reviews in food science and nutrition**, v.55, p.291–303, 2015.

VELASCO, C. et al. The semantic basis of taste shape. **I-Perception**, v.7, n. 5, p.1–20, 2016.

WANSINK, B.; PAINTER, J. E.; LEE, Y. K. The office candy dish: proximity's influence on estimated and actual consumption. **International Journal of Obesity**, v.30, n.5, p. 871, 2006.

WANSINK, B.; KIM, J. Bad popcorn in big buckets: portion size can influence intake as much as taste. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, v.37, n. 5, p.242–245, 2005.

WANSINK, B.; PAINTER, J. E.; NORTH, J. Bottomless bowls: why visual cues of portion size may influence intake. **Obesity Research**, v. 13, n. 1, p. 93-100, 2005.

WEI, S.T. et al. Optimisation of food expectations using product colour and appearance. **Food Quality and Preference**, v. 23, n.1, p. 49–62, 2012.

WOODS, A. T. et al. Using single colors and color pairs to communicate basic tastes II: Foreground-Background color combinations. **I-Perception**, v.7, n.5, p. 1–20, 2016.

WOODS, A. T.; SPENCE, C. Using single colors and color pairs to communicate basic tastes. **i-Perception**, v. 7, n. 4, p. 2041669516658817, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION: Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesityand-overweight>. 2018. Acesso em: 14 de março de 2024.

WORLD OBESITY. Implementing Front-of-pack nutrition labelling regulations: Considerations for European policymakers. 2021. Disponível em: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/wof-files/FOPL_Briefing_21Nov.pdf Acesso em: 14 de março de 2024.

7 APÊNDICES

7.1 Ficha pessoal

Data: ____/____/____

Código do voluntário: ____

Nome completo: _____

Marque abaixo como você se identifica: ☐ Homem ☐ Mulher ☐ Não binário

☐ Outro: _____

Você se identifica como uma pessoa trans e/ou travesti? ☐ Sim ☐ Não

Você é gestante atualmente? ☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

Idade (anos): _____

Qual o tamanho da tela do computador/notebook que você está utilizando para realizar o experimento?

- ☐ 11 polegadas
- ☐ 12 polegadas
- ☐ 13 polegadas
- ☐ 14 polegadas
- ☐ 15 polegadas
- ☐ 15,6 polegadas
- ☐ 16 polegadas
- ☐ 17 polegadas
- ☐ 18 polegadas
- ☐ 19 polegadas
- ☐ 20 polegadas
- ☐ 21 polegadas
- ☐ 24 polegadas
- ☐ 27 polegadas
- ☐ 32 polegadas
- ☐ Outro: _____

Qual a sua renda familiar?

- ☐ De 1 a 2 salários mínimos (até R\$ 2.200,00)
- ☐ De 2 a 5 salários mínimos (até R\$ 5.500,00)
- ☐ De 5 a 10 salários mínimos (até R\$ 11.000,00)
- ☐ De 10 a 15 salários mínimos (até R\$ 16.500,00)
- ☐ Mais de 15 salários mínimos

Sobre sua raça/etnia, você se considera:

- ☐ Preto
- ☐ Pardo
- ☐ Amarelo
- ☐ Indígena
- ☐ Branco
- ☐ Não desejo declarar
- ☐ Outro: _____

Universidade que está cursando:

- ☐ UFF
- ☐ UFRJ

Qual seu curso de graduação? _____

Período que está cursando: _____

Celular : _____

Telefone : _____

E-mail: _____

Peso atual (Kg): _____

Altura (m) : _____

Atualmente, você tem algum(ns) desses transtornos psiquiátricos diagnosticadas por um médico? (você pode marcar mais de uma opção)

- ☐ Depressão
- ☐ Ansiedade generalizada
- ☐ Pânico
- ☐ Transtorno Bipolar
- ☐ Transtorno obsessivo compulsivo
- ☐ Fobia
- ☐ Anorexia
- ☐ Bulimia
- ☐ Compulsão alimentar
- ☐ Não tenho nenhum destes transtornos psiquiátricos diagnosticado
- ☐ Outro: _____

Você já fez isolamento social por diagnóstico ou desenvolvimento de sintomas de COVID-19?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Outro: _____

Você já tomou alguma dose da vacina para o COVID-19?

- ☐ Não
- ☐ Sim, tomei a primeira dose
- ☐ Sim, tomei a primeira e segunda dose

Caso tenha respondido sim na pergunta anterior, indique qual vacina você tomou:

- ☐ AstraZeneca
- ☐ Coronavac
- ☐ Pfizer
- ☐ Outro: _____

Você está realizando ou realizou em algum momento no último ano isolamento social para prevenir a covid-19? Entenda que o isolamento social é a redução da quantidade e qualidade do contato social com a família, amigos e sociedade em geral.

- ☐ Sim, fiquei em isolamento por menos de uma semana
- ☐ Sim, fiquei em isolamento de uma a duas semanas
- ☐ Sim, fiquei em isolamento de 15 dias à 1 mês
- ☐ Sim, fiquei em isolamento por até 2 meses
- ☐ Sim, fiquei em isolamento por até 6 meses
- ☐ Sim, fiquei em isolamento por 1 ano
- ☐ Sim, fiquei em isolamento por mais de 1 ano
- ☐ Sim, estou em isolamento desde o início da pandemia (março de 2020) até hoje
- ☐ Não pratiquei isolamento social em nenhum momento

Marque na escala abaixo o quanto você está/estava realizando isolamento social no último ano, sendo “dez” MUITO ISOLAMENTO (saindo de casa apenas para compras e assistência médica) e “zero” NENHUM ISOLAMENTO.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nenhum isolamento	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Muito isolamento

Marque abaixo o quanto você evitou, durante a pandemia, locais como escola, trabalho e eventos sociais, por causa da COMIDA e por causa do ISOLAMENTO social devido à pandemia, sendo 0 "não evitei" e 5 "evitei totalmente":

COMIDA 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ISOLAMENTO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Você faz uso continuado de entorpecentes e/ou outras drogas?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Você apresenta alguma alteração oftalmológica?

- ☐ Não
- ☐ Miopia
- ☐ Astigmatismo
- ☐ Estrabismo
- ☐ Hipermetropia
- ☐ Outro: _____

Você usa óculos ou lentes de contato?

- ☐ sim
- ☐ não

Se aplicável, favor escrever a data de início da última menstruação e se faz uso de pílula ou outro método anticoncepcional hormonal.

Você está fazendo uso de algum desses medicamentos?

- ☐ Calmante
- ☐ Inibidor de apetite
- ☐ Outros medicamentos com atuação no sistema nervoso central
- ☐ Nenhum
- ☐ Outro: _____

Você se considera vegetariano?

- ☐ Sim ☐ Não

A sua dieta inclui:

- ☐ Carne vermelha
- ☐ Frango
- ☐ Leite e derivados
- ☐ Porco (Ex: presunto, mortadela, linguiça)

Você possui alguma das doenças abaixo?

- ☐ Diabetes
- ☐ Doença celíaca
- ☐ Hipertensão
- ☐ Colesterol alto
- ☐ Dislipidemia
- ☐ Alergia ou intolerância a qualquer alimento
- ☐ Não
- ☐ Outro: _____

7.2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Pesquisado.

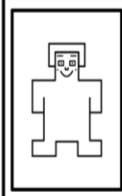
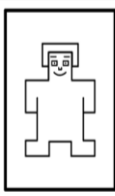
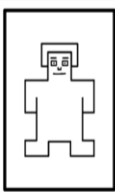
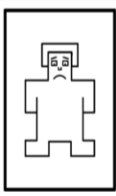
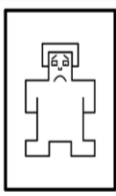
Neurociências e saúde pública: impacto emocional da visualização de imagens

Você receberá instruções relativas à tarefa que consiste basicamente em avaliar as imagens que estão sendo apresentadas. Serão diferentes fotografias com conteúdo emocional variado. O risco mais evidente detectado para sua participação no experimento é que poderão ser apresentadas algumas imagens de sangue e mutilação, que podem ser desconfortáveis. Entretanto, caso você se sinta desconfortável com elas ou com quaisquer outras imagens você poderá parar o experimento a qualquer momento. Em qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso à pesquisadora responsável, Prof^a. Laíz Aparecida Azevedo Silva (laiz_aasilva@hotmail.com; telefone (28) 99981-7625); para tirar dúvidas ou se manter atualizado com os resultados parciais da pesquisa. O interesse do estudo é o resultado coletivo, de forma que o sigilo sobre a identidade de cada voluntário será mantido. Ao final do experimento, caso seja do seu interesse, você será convidado a participar de uma reunião onde os fundamentos, objetivos e resultados obtidos serão discutidos e apresentados, podendo despertar o seu interesse para carreira científica, considerando como benefício a sua participação na pesquisa. Lembre-se que em qualquer etapa da pesquisa você está livre para abandonar o experimento e retirar o seu termo de consentimento caso se sinta incomodado com qualquer aspecto do teste. Além disso, caso você sinta qualquer desconforto maior, você poderá parar o experimento a qualquer momento. Os participantes da pesquisa poderão entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRJ - Macaé, na Rua Aloísio da Silva Gomes no. 50 - Granja dos Cavaleiros, Macaé - CEP: 27930-560 TEL.: (22) 2796-2552 email:cepufrrjmacae@gmail.com, para obter informações específicas sobre a aprovação deste projeto ou demais informações.

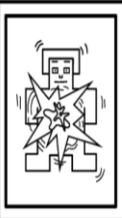
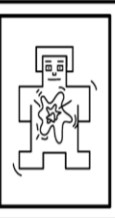
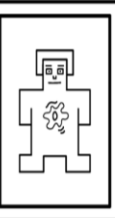
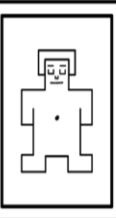
8 ANEXOS

8.1 Escala Self-Assessment Manikin Scale (SAM)

Valência - Escala Agradável X Desagradável

9	8	7	6	5	4	3	2	1
								

Ativação: Ativado X Não-ativado

9	8	7	6	5	4	3	2	1
								

8.2 Escala de fome

Avalie a sua sensação de fome marcando um dos quadrados abaixo:						
0	1	2	3	4	5	6
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
sem fome nenhuma	com pouca fome		com fome moderada		extremamente faminto	

Estime a quantidade da sua comida favorita que você seria capaz de comer agora:					
0	1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐	☐
absolutamente nada			o máximo disponível		

Estime o intervalo de tempo desde sua última refeição em frações de 15 minutos (considerando como ponto de partida o momento atual) (Ex.:01:15, 01:30, 01:45...):

Estime o tempo esperado até sua próxima refeição em frações de 15 minutos (considerando como ponto de partida o momento atual) (Ex.:01:15, 01:30, 01:45...):

8.3 Imagens do catálogo IAPS de diferentes conteúdos emocionais









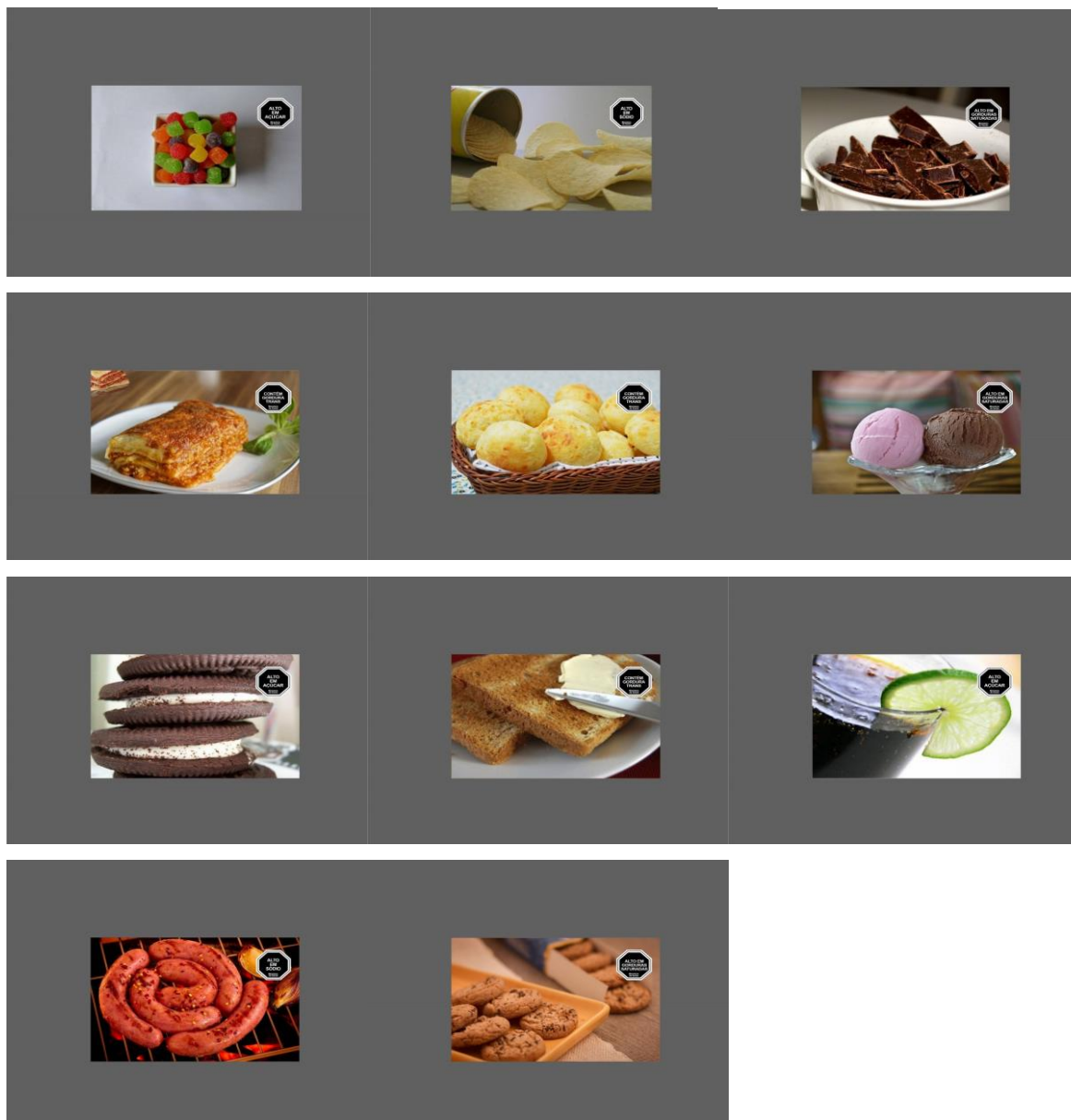
8.4 Imagens de alimentos *in natura* ou minimamente processados.



8.5 Imagens de alimentos ultraprocessados com selo triangular.



8.6 Imagens de alimentos ultraprocessados com selo de octógono.



8.7 Imagens de alimentos ultraprocessados com código de barras.

