

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

CASSIANO SILVA DA SILVA

EFEITO DOS ALIMENTOS HIPERPALATÁVEIS NO  
SISTEMA DOPAMINÉRGICO

Porto Alegre  
2023

CASSIANO SILVA DA SILVA

EFEITO DOS ALIMENTOS HIPERPALATÁVEIS NO  
SISTEMA DOPAMINÉRGICO

Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado como requisito para  
obtenção de título de Bacharel em  
Nutrição pela Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Orientadora: Professora Zilda de  
Albuquerque Santos

Porto Alegre  
2023

## CIP - Catalogação na Publicação

Silva, Cassiano Silva  
EFEITO DOS ALIMENTOS HIPERPALATÁVEIS NO SISTEMA  
DOPAMINÉRGICO / Cassiano Silva Silva. -- 2023.  
47 f.  
Orientador: Zilda Albuquerque dos Santos.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Medicina, Curso de Nutrição, Porto Alegre, BR-RS,  
2023.

1. Alimentos hiperpalatáveis. 2. Sistema  
dopaminérgico. 3. Comportamento alimentar. 4.  
Dopamina. I. Albuquerque dos Santos, Zilda, orient.  
II. Título.

## RESUMO

**Objetivo:** Revisar a literatura científica sobre o efeito dos alimentos hiperpalatáveis no sistema dopaminérgico e a influência da dopamina no comportamento alimentar de animais e humanos.

**Métodos:** Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, com busca de artigos nas seguintes bases de dados: PubMed e Google Scholar utilizando os seguintes descritores em inglês: “dopamine”, “eating behavior”, “dopamine and eating behavior”, “eating behavior and hyperpalatable foods”, “dopamine and palatable foods”, “dopamine and food reward”, “ultra-processed and dopamine”, “ultra-processed foods and eating behavior” e “dopamine and ultra-processed foods” e seus respectivos termos em português.

**Resultados:** Os estudos apresentados indicam que alimentos hiperpalatáveis ativam áreas da via dopaminérgica mesolímbica (núcleo accumbens e área tegmental ventral), aumentando a liberação de dopamina, com respectivo efeito na motivação para busca de alimentos, ativação do sistema de recompensa e aprendizado por reforço. Além disso, parece haver uma relação positiva entre ganho de peso, consumo de alimentos hiper palatáveis e menor disponibilidade de receptores D2.

**Conclusão:** Os alimentos hiperpalatáveis parecem contribuir na ativação do sistema dopaminérgico, relacionando-se a motivação (desejo) em consumi-los, devido ao seu maior grau de palatabilidade, favorecendo o condicionamento e reforço a estes alimentos. Porém, são necessários mais estudos para avaliar se existe relação entre ganho de peso, consumo de alimentos hiper palatáveis e maior resistência de receptores D2.

**Palavras-chave:** alimentos hiperpalatáveis, sistema dopaminérgico, dopamina, comportamento alimentar, obesidade.

## ABSTRACT

**Objective:** To review the scientific literature on the effect of hyperpalatable foods on the dopaminergic system and the influence of dopamine on the eating behavior of animals and humans.

**Methods:** This is a narrative review of the literature, searching for articles in the following databases: PubMed and Google Scholar using the following descriptors in English: “dopamine”, “eating behavior”, “dopamine and eating behavior”, “ eating behavior and hyperpalatable foods”, “dopamine and palatable foods”, "dopamine and food reward”, “ultra-processed and dopamine”, “ultra-processed foods and eating behavior” and “dopamine and ultra-processed foods” and their respective terms in Portuguese.

**Results:** The studies presented indicate that hyper-palatable foods activate areas of the mesolimbic dopaminergic pathway (nucleus accumbens and ventral tegmental area), increasing the release of dopamine, with respective effect on motivation to search for food, activation of the reward system and reinforcement learning. Furthermore, there seems to be a positive relationship between weight gain, hyper-palatable foods consumption and lower availability of D2 receptors.

**Conclusion:** The hyper-palatable foods seem to contribute to the activation of the dopaminergic system, relating to the motivation (desire) to consume them, due to their greater degree of palatability, favoring the conditioning and reinforcement of these foods. However, further studies are needed to assess whether there is a relationship between weight gain, hyper-palatable foods consumption and greater resistance of D2 receptors.

**Keywords:** hyper-palatable foods, dopaminergic system, dopamine, eating behavior, obesity.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>8</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
3.1 GERAL.....	9
3.2 ESPECÍFICO.....	9
<b>4 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>10</b>
4.1 ALIMENTOS HIPERPALATÁVEIS.....	10
4.2 SISTEMA DOPAMINÉRGICO .....	12
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>16</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente disponibilidade de alimentos hiperpalatáveis e os índices de sobrepeso, obesidade e doenças crônicas associados a esse contexto, tornou-se necessária a criação de modelos de classificação dos alimentos, que contribuíssem em pesquisas relacionando estes alimentos aos desfechos em saúde (VIGITEL, 2019; FERREIRA, 2019).

Com isso, Monteiro et al. (2019), criaram o sistema NOVA que classifica os alimentos com base no seu grau de processamento. Porém, nem todo alimento ultraprocessado é necessariamente um alimento hiperpalatável, tornando esta classificação apenas qualitativa. Fazzino et al (2019), buscaram na literatura uma definição de alimentos hiperpalatáveis e chegaram à conclusão que estes alimentos são o resultado da combinação mínima de dois dos seguintes três nutrientes: carboidratos, gorduras e sódio. Assim, alimentos com as seguintes combinações: 1) gorduras e sódio (>25% Kcal/gorduras e 0,3% de sódio no peso total); 2) açúcares simples e gorduras (>20% de açúcares e >20% gorduras); 3) carboidratos e sódio (>40% carboidratos e 0,2% de sódio no peso total), foram considerados alimentos hiperpalatáveis.

Esta composição de nutrientes, produzida a partir de um processamento da indústria de alimentos parece ser suficiente para conferir maior palatabilidade motivando o seu consumo. Estes alimentos provocam respostas motivacionais, hedônicas, emocionais e de lembranças afetivas mais intensificadas, que condicionam e reforçam o seu consumo, ativando sistemas de recompensa específicos, diminuindo as chances de escolhas alimentares mais saudáveis, como os alimentos in natura, podendo afetar tomada de decisão do consumidor (FAZZINO, TERA L et al., 2019; CONTRERAS-RODRIGUEZ, OREN et al., 2022; LEMOS, THAYANE et al., 2022; THANARAJAH et al., 2019).

Um dos neurotransmissores mais estudados na motivação em relação a um objetivo, como por exemplo a busca por alimento ou droga, é a dopamina (VOLKOW et al., 2011; AVSAR et al., 2017; BERKE, 2018; WISE, 2018). A dopamina circula no cérebro através de diferentes vias, o sistema dopaminérgico. (VOLKOW et al., 2011; SPERANZA et al., 2021; LIU; KAESER, 2019). A via mesocorticolímbica (área tegmental ventral (VTA), núcleo accumbens (NAc) e áreas mesocorticais), parece ter forte relação no comportamento motivado

e de recompensa alimentar, pois suas extensas projeções neurais, conectam diversas vias e áreas relacionadas ao aprendizado (hipocampo), emoções (amígdala, NAc e VTA), flexibilidade cognitiva e tomada de decisão (córtex pré frontal (PFC)) (VOLKOW et al., 2011; SPERANZA et al., 2021; ROSSI, 2018; LENNERZ; LENNERZ, 2018; SCHULTZ, 2007; BEELER et al., 2010; DUSZKIEWICZ et al., 2019).

Para cumprir a sua função, dentro do comportamento motivado e do sistema de recompensa, os receptores D1 e D2 de dopamina, parecem ser os de maior relevância (VOLKOW et al., 2011; DURST et al., 2019; ARIAS-CARRIÓN et al., 2010; SALAMONE; CORREA, 2012). Enquanto o receptor D1 está associado à sinalização do estímulo de produção de dopamina, o receptor D2 está associado à sua inibição. (MISSALE et al., 1998; BEAULIEU; GAINETDINOV, 2011; O'CONNOR et al., 2015). O padrão de liberação da dopamina na fenda sináptica (fásica- em maior quantidade e por mais tempo ou tônica-menor quantidade), em conjunto com os receptores D1 e D2 parece ser o ponto chave para o aprendizado por reforço, a partir do erro de predição de recompensa, que atribui valor a um estímulo (se foi ruim ou foi bom), fixando o comportamento com base no resultado (VOLKOW et al., 2011; BERKE, 2018; WISE, 2013; ROSSI, 2018; WANG 2018; BAIK, 2013; LENNERZ; LENNERZ, 2018).

A maior disponibilidade de alimentos hiperpalatáveis resulta em uma constante alternância do padrão de liberação de dopamina, principalmente nas regiões VTA, NAc e regiões estriatais, motivando a busca por mais destes alimentos (VOLKOW et al., 2011; BERKE, 2018; WISE, 2013; ROSSI, 2018; SCHULTZ; APICELLA; LJUNGBERG, 1993; WANG, 2018; VOLKOW et al., 2012; BERRIDGE et al., 2010). Por sua vez, o número de receptores D1 e D2, parece ter relevância na capacidade de estimular ou inibir a produção de dopamina, influenciando no estímulo cerebral de motivação e recompensa (WANG 2018; VOLKOW et al., 2012; BAIK, 2013).

Dado o aumento dos índices de sobrepeso e obesidade, torna-se fundamental a compreensão neuroendócrina do comportamento alimentar, a partir do sistema dopaminérgico, frente a essa maior disponibilidade de alimentos hiperpalatáveis. Sendo assim, esse estudo tem como objetivo revisar na literatura a influência do efeito dos alimentos hiperpalatáveis no sistema dopaminérgico.



## **2 JUSTIFICATIVA**

Dado o aumento nos índices de sobrepeso e obesidade, associado a maior disponibilidade de alimentos hiperpalatáveis, torna-se necessária a compreensão neuroendócrina do comportamento alimentar a partir do sistema dopaminérgico.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

Revisar, na literatura, publicações sobre o efeito do consumo de alimentos hiperpalatáveis no sistema dopaminérgico.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

Revisar o conceito de alimentos hiperpalatáveis;

Descrever o papel da dopamina e do sistema dopaminérgico no sistema de recompensa e motivação;

Identificar como a ingestão de alimentos hiperpalatáveis impacta na liberação de dopamina.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 ALIMENTOS HIPERPALATÁVEIS

Em um mundo cada vez mais globalizado e integrado, com a população em crescimento, principalmente em países subdesenvolvidos, torna-se cada vez mais necessário o acesso e a produção de alimentos para suprir a necessidade energética do ser humano. Diante disso, a tecnologia de alimentos proporcionou novas ideias, produtos e técnicas cada vez mais sofisticadas que favoreceram o aumento dessa demanda alimentar e a chegada até o consumidor. Cada vez mais encontramos pequenas redes de supermercados e varejistas locais perdendo espaço para grandes redes de hipermercados, cujas prateleiras e estoques estão dominados por produtos embalados e de fácil acesso. Produtos estes, que tem um marketing agressivo, chamativo e estratégico em suas embalagens, a partir das frases de efeito, propaganda direcionada a públicos específicos, tais como as crianças e adolescentes, além de paletas de cores atrativas, que prendem a atenção do consumidor e contribuem no reconhecimento de determinada marca ou produto associado a todo contexto cultural (LEMOS E THAYANE, et al 2022; SANTANA E MARINA, et al 2020).

O sistema NOVA, tem como intuito classificar os alimentos com base na natureza, extensão e finalidade do processamento. Podemos separar os alimentos em basicamente 4 grupos: 1) in natura e minimamente processados, 2) Ingredientes culinários processados. 3) Alimentos processados e 4) alimentos ultraprocessados (MONTEIRO et al., 2019).

Os alimentos que possuem uma alta palatabilidade, podem ser classificados, segundo o sistema de classificação dos alimentos (NOVA), como alimentos ultraprocessados. Estes alimentos, em sua maioria, são fabricados dentro da indústria alimentícia a partir de diversos processos de formulações, como embalagens à vácuo, a fim de preservar as características físicas e sensoriais dos produtos e ingredientes, tendo pouca ou nenhuma participação dos alimentos in natura do grupo 1, tornando-se práticos, acessíveis e altamente disponíveis para diversas situações do cotidiano (MONTEIRO et al., 2019).

Geralmente, são alimentos enriquecidos de açúcares, gorduras e óleos que possuem uma maior densidade energética, além de possuir concentrações maiores de sódio e aditivos químicos (MONTEIRO et al., 2019; MONTEIRO E CARLOS, et al 2017).

Porém, nem todo alimento ultraprocessado é hiper palatável, sendo apenas uma definição qualitativa, que tem como premissa, agrupar os alimentos com base no grau de

processamento a fim de identificar, por exemplo, desfechos em saúde. Essa definição carece de especificidade quanto aos mecanismos (em ingredientes) que podem impulsionar a palatabilidade (FAZZINO E TERA, et al. 2019).

De uma perspectiva quantitativa, uma revisão sistemática feita a partir do banco de dados de alimentos dos EUA, identificando mais de 7800 itens, sugeriu uma definição de alimentos hiperpalatáveis a partir de uma porcentagem específica de carboidratos, gorduras e sódio, tendo a combinação mínima de dois desses ingredientes que poderiam ser suficientes para induzir uma alta palatabilidade (FAZZINO E TERA, et al. 2019). Com base na busca da literatura e alguns critérios de inclusão a revisão agrupou os alimentos hiperpalatáveis em três grupos: 1) gorduras e sódio, com uma porcentagem de gorduras >25% em kcal e 0,3% de sódio em peso como, carnes processadas e lanches congelados (molhos de queijo, pizza, cachorro-quente, bacon); 2) açúcares simples e gorduras, com uma porcentagem de gorduras >20% e de açúcares >20% tais como, sobremesas (bolo, sorvete, brownie) e 3) carboidratos e sódio, com >40% carboidratos e 0,2% de sódio em peso total como por exemplo, pães, salgadinhos e salgados à base de carboidratos (biscoitos, pretzels, pipoca). Além disso, o estudo também sugeriu que o método de preparação e processamento são fatores determinantes para induzir uma maior hiperpalatabilidade (FAZZINO E TERA, et al. 2019).

A matriz alimentar destes ingredientes em conjunto, ativam mecanismos de saciedade sensorial específica (SSS), que podem contribuir numa maior ou menor indução alimentar de acordo com respostas de saciedade ou prazer (ROLLS, 2009; JOHNSON; VICKERS, 1992). Por exemplo, parece que a combinação de gorduras e açúcares simples ou gorduras e sódio, tem uma relação significativa de maior aumento da palatabilidade e de consumo do alimento. Já as combinações de carboidrato e gordura, de acordo com alguns estudos em humanos, utilizando neuroimagem, parecem ser mais eficientes em ativar áreas cerebrais de recompensa em comparação com apenas carboidratos ou gorduras sozinhas. Portanto, parece que a sinergia entre os diferentes ingredientes determina ser um fator chave na palatabilidade e hiperpalatabilidade em comparação aos mesmos ingredientes sozinhos (DIFELICEANTONIO et al., 2018).

Outro ponto a ser observado nestes alimentos, é que a grande maioria possui uma menor qualidade nutricional, principalmente na menor concentração de fibras alimentares, que poderiam favorecer uma maior saciedade, mudança na textura e estrutura e isso poderia resultar numa SSS mais fraca, podendo diminuir o consumo alimentar, de itens alimentares fontes destes nutrientes (FAZZINO E TERA, et al. 2019).

A hiperpalatabilidade de um alimento, que é formada por toda matriz alimentar, processamento e método de preparo, que desenvolve aspectos sensoriais específicos, além do marketing persuasivo, disponibilidade, acesso, política, cultura e valor econômico que compõe o contexto alimentar da população, pode provocar respostas motivacionais, hedônicas, emocionais e de lembranças afetivas mais intensificadas que reforçam e condicionam o consumo destes alimentos, ativando sistemas de recompensa e motivacionais específicos, diminuindo as chances de escolhas alimentares mais saudáveis, como os alimentos in natura, podendo afetar tomada de decisão do comprador (FAZZINO, TERA L et al., 2019; CONTRERAS-RODRIGUEZ, OREN et al., 2022; LEMOS, THAYANE et al., 2022; THANARAJAH et al., 2019).

#### 4.2 SISTEMA DOPAMINÉRGICO

A dopamina é um neurotransmissor (ou um mensageiro químico), também conhecido como 3,4-diidroxitiramina, uma molécula química derivada das catecolaminas, que tem como aminoácido (AA) precursor a tirosina, um AA não essencial. Esse neurotransmissor está presente, de maneira predominante no cérebro, sendo sintetizado na substância negra e na área tegmental ventral (VTA), localizadas no mesencéfalo tendo como algumas funções, controle motor, aprendizado, motivação e recompensa (SPERANZA et al., 2021; LIU; KAESER, 2019).

Após sintetizada, a dopamina circula por diferentes vias. Podemos destacar 3 principais vias dopaminérgicas (figura 1): a via nigro-estriatal, que desempenha papel no aprendizado de habilidades motoras; a via mesocortical, que está relacionada à atenção e motivação sustentada, planejamento e tomada de decisão, transportando dopamina sobretudo na região do córtex pré frontal; e a via-mesolímbica, relacionada ao sistema de recompensa e comportamento motivado (SPERANZA et al., 2021; VOLKOW et al., 2011; BEAULIEU; GAINETDINOV, 2011).

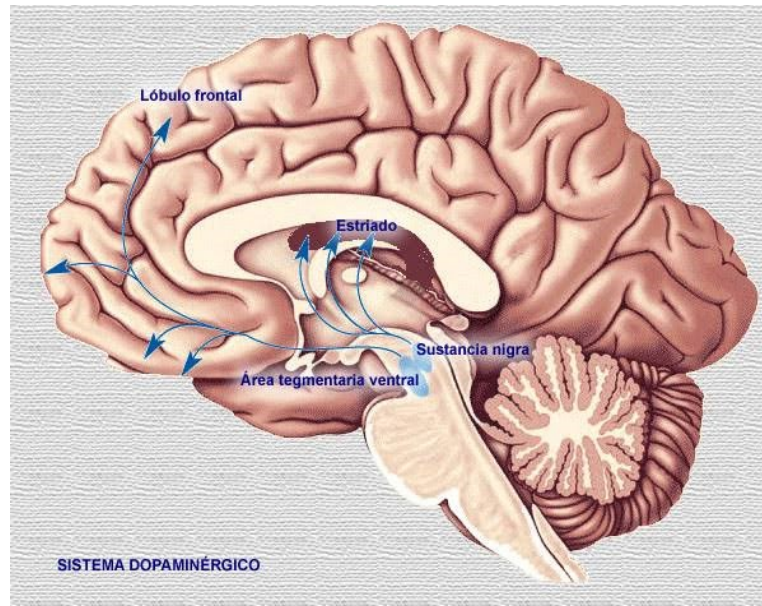


Figura 1: Principais vias dopaminérgicas (ARIAS-CARRIÓN et al., 2010).

Adaptada ao português.

A via mesolímbica, que inicia na VTA e se estende até o NAc, conecta projeções neurais para a amígdala, hipocampo, PFC entre outras. Já a via mesocortical, estende suas projeções principalmente ao PFC e orbitofrontal (OFC). Ambas as vias, têm sido sugeridas para modular o comportamento em relação à emoção, devido a uma sobreposição entre esses dois sistemas que, em muitos casos, são referidos como sistema mesocorticolímbico. No PFC a dopamina propicia o planejamento e flexibilidade cognitiva frente a algum estímulo ligado a uma recompensa ou motivação; na amígdala elicia informações afetivas/emocionais/ansiedade e estresse, no hipocampo (o principal formador de memórias) consolidando, por exemplo, experiências anteriores, habilidades e memórias ideais ao comportamento adaptativo (VOLKOW et al., 2011; SPERANZA et al., 2021; ROSSI, 2018; LENNERZ; LENNERZ, 2018; SCHULTZ, 2007; BEELER et al., 2010; DUSZKIEWICZ et al., 2019). Evidências crescentes, vêm relacionando a via nigro-estriatal também na regulação da aprendizagem e motivação em conjunto com a via mesocorticolímbica, podendo inclusive estar relacionada a curiosidade e motivação em conhecer e explorar novos territórios na era dos caçadores e coletores (LUO; HUANG, 2016; MATTHEWS; BUTLER, 2011; BAIK, 2021)

A VTA, do ponto de vista evolutivo, é um sistema mais primitivo em comparação às demais áreas do encéfalo. Historicamente, acredita-se que a dopamina, através da via mesolímbica, tenha motivado o homo sapiens na busca de alimentos, conferindo e fortalecendo o instinto de sobrevivência. Em tempos de escassez de alimentos, o homo sapiens, armazenava

a ingestão da pouca alimentação disponível, como gordura corporal, sobrevivendo quem tinha a motivação para busca de alimentos (ou mesmo água e abrigo) (VOLKOW et al., 2011).

Parte dos neurônios dopaminérgicos (60 a 80%) na VTA, respondem principalmente a estímulos visuais e auditivos, baseados na predição de recompensa. A teoria do erro de predição de recompensa (EPR), sugere que um estímulo ative o sistema de recompensa, definindo se este possui ou não algum valor. Nesta teoria, o estímulo favorece a liberação fásica de dopamina, ou seja, uma liberação rápida semelhante a explosões (maiores quantidades), levando a um aumento rápido desse neurotransmissor na via mesolímbica, consolidando memórias positivas ou negativas a esse estímulo. Tais memórias propiciam planejamento, tomada de decisão futura e comportamento motivado (LENNERZ; LENNERZ, 2018; DIEDEREN; FLETCHER, 2020; LERNER; HOLLOWAY; SEILER, 2021; SCHULTZ, 2007; SPERANZA et al., 2021; SCHULTZ; APICELLA; LJUNGBERG, 1993; STEINBERG et al., 2013; HAMID et al., 2015; LIU; KAESER, 2019).

O comportamento motivado parece estar relacionado ao aprendizado por reforço, resultante do EPR. Por exemplo, um alimento hiper palatável, atuaria como um estímulo, provocando uma liberação fásica de dopamina, na via mesolímbica, motivando o comportamento positivo, de busca por novos alimentos deste tipo (DIEDEREN; FLETCHER, 2020). Da mesma forma, um alimento estragado, motivaria um comportamento aversivo pelo estímulo negativo a tal alimento, diminuindo as concentrações de dopamina (SALAMONE; CORREA, 2012; ROSSI, 2018; LIN et al., 2020). Apesar de motivação, aprendizado e comportamento serem processos distintos, a dopamina parece possuir forte relação entre eles (BEELER et al., 2010; LAMMEL; LIM; MALENKA, 2014; HAMID et al., 2015; WYVELL; BERRIDGE, 2000; BERKE, 2018)

Para cumprir a sua função, a dopamina atua através da ligação com receptores de membrana pertencentes à família dos receptores acoplados à proteína G. Existem 5 tipos de receptores nos quais a dopamina pode se ligar: D1, D2, D3, D4 e D5, que podem ser classificados em dois grupos principais: receptores semelhantes a D1-like (D1 e D5) e semelhantes a D2-like (D2, D3 e D4), que diferem com base nas suas propriedades estruturais, farmacológicas, bioquímicas e graus de afinidade (BEAULIEU; GAINETDINOV, 2011; SPERANZA et al., 2021; MISSALE et al., 1998). Os receptores D1 e D2 parecem ser os mais relevantes no comportamento motivado e aprendizado por reforço. O receptor D1 está associado a liberações fásicas de dopamina, estimulando a sua produção, enquanto o receptor D2, de menor afinidade, está relacionado na diminuição de dopamina.

O padrão de liberação de dopamina está relacionado com a maior disponibilidade de alimentos hiper palatáveis, a partir da visualização e ingestão, aumentando suas concentrações principalmente nas regiões da VTA, NAc e regiões estriatais, parece estar relacionada ao erro de predição de recompensa e a motivação na busca destes alimentos (MISSALE et al., 1998; BEAULIEU; GAINETDINOV, 2011; O'CONNOR et al., 2015 DURST et al., 2019; WALLACE; FORDAHL, 2021).

Com isso, comportamentos relacionados à recompensa e motivação alimentar, tem recebido bastante atenção devido a diversas evidências da disfunção desse circuito a nível celular a partir da quantidade de receptores disponíveis, a partir da ingestão de alimentos hiper palatáveis, principalmente no contexto da obesidade, que parecem estar relacionados aos efeitos motivacionais em reforçar o consumo destes alimentos em modelos animais e humanos (BAIK, 2013).



## REFERÊNCIAS

- ARIAS-CARRIÓN, O. et al. Dopaminergic reward system: a short integrative review. **International Archives of Medicine**, 3 (1): 24, 2010.
- AVSAR, O. et al. Are dopaminergic genotypes risk factors for eating behavior and obesity in adults? **Neuroscience Letters**, 654 (18): 28-32, 2017
- BAIK, J.-H. Dopamine Signaling in reward-related behaviors. **Frontiers in Neural Circuits**, 7 (16): 1-11, 2013.
- BAIK, J.-H. Dopaminergic Control of the Feeding Circuit. **Endocrinology and Metabolism**, 36 (2): 229-239, 2021.
- BEAULIEU, J.-M. ; GAINETDINOV, R. R. The Physiology, Signaling, and Pharmacology of Dopamine Receptors. **Pharmacological Reviews**, 63 (1): 182-217, 2011.
- BEELEER, J. A. et al. Tonic Dopamine Modulates Exploitation of Reward Learning. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, 4 (14): 1-12, 2010.
- BERKE, J. D. What does dopamine mean? **Nature Neuroscience**, 21 (6): 787-793, 2018
- BERRIDGE, K. C. et al. The tempted brain eats: Pleasure and desire circuits in obesity and eating disorders. **Brain Research**, 1350 (37): 43-64, 2010.
- CONTRERAS-RODRIGUEZ, O.; SOLANAS, M.; ESCORIHUELA, R. M. Dissecting ultra-processed foods and drinks: Do they have a potential to impact the brain? **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, 23 (4): 697-717, 2022.
- DIEDEREN, K. M. J.; FLETCHER, P. C. Dopamine, Prediction Error and Beyond. **The Neuroscientist**, 27 (1): 30-46, 2020.
- DIFELICEANTONIO, A. G. et al. Supra-Additive Effects of Combining Fat and Carbohydrate on Food Reward. **Cell Metabolism**, 28 (1): 33-44, 2018.
- DURST, M. et al. Reward-representing D1-type neurons in the medial shell of the accumbens nucleus regulate palatable food intake. **International Journal of Obesity (2005)**, 43 (4): 917-927, 2019.
- DUSZKIEWICZ, A. J. et al. Novelty and Dopaminergic Modulation of Memory Persistence: A Tale of Two Systems. **Trends in Neurosciences**, 42 (2): 102-114, 2019.
- 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**, 27 (11): 1761-1768, 2019.
- FERREIRA, A. P. DE S.; SZWARCOWALD, C. L.; DAMACENA, G. N. Prevalência e

fatores associados da obesidade na população brasileira: estudo com dados aferidos da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 22 (14): 1-12, 2019.

HAMID, A. A. et al. Mesolimbic dopamine signals the value of work. **Nature Neuroscience**, 19 (1): 117-126, 2015.

JOHNSON, J.; VICKERS, Z. Factors influencing sensory-specific satiety. **Appetite**, 19 (1): 15-31, 1992.

LAMMEL, S.; LIM, B. K.; MALENKA, R. C. Reward and aversion in a heterogeneous midbrain dopamine system. **Neuropharmacology**, 76 (21): 351-359, 2014.

LEMOS, T. C. et al. Ultra-Processed Foods Elicit Higher Approach Motivation Than Unprocessed and Minimally Processed Foods. **Frontiers in Public Health**, 10 (13): 1-11, 2022.

LENNERZ, B.; LENNERZ, J. K. Food Addiction, High-Glycemic-Index Carbohydrates, and Obesity. **Clinical Chemistry**, 64 (1): 64-71, 2018

LERNER, T. N.; HOLLOWAY, A. L.; SEILER, J. L. Dopamine, Updated: Reward Prediction Error and Beyond. **Current Opinion in Neurobiology**, 67 (16): 123-130, 2021.

LIN, R. et al. The Raphe Dopamine System Controls the Expression of Incentive Memory. **Neuron**, 106 (3): 498-514, 2020.

LIU, C.; KAESER, P. S. Mechanisms and regulation of dopamine release. **Current opinion in neurobiology**, 57 (15): 46-53, 2019.

LUO, S. X.; HUANG, E. J. Dopaminergic Neurons and Brain Reward Pathways. **The American Journal of Pathology**, (3): 478-488, 2016.

MATTHEWS, L. J.; BUTLER, P. M. Novelty-seeking DRD4 polymorphisms are associated with human migration distance out-of-Africa after controlling for neutral population gene structure. **American Journal of Physical Anthropology**, 145 (3): 382-389, 2011.

MISSALE, C. et al. Dopamine Receptors: from Structure to Function. **Physiological Reviews**, 78 (1): 189-225, 1998.

MONTEIRO, C. A. et al. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. **Public Health Nutrition**, (1): 5-17, 2017.

MONTEIRO, C. A. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. **Public health nutrition**, 22 (5): 936-941, 2019.

O'CONNOR, EOIN C. et al. Accumbal D1R Neurons Projecting to Lateral Hypothalamus Authorize Feeding. **Neuron**, 88 (3): 553-564, 2015.

ROLLS, B. J. Sensory-specific Satiety. **Nutrition Reviews**, 44 (3): 93-101, 2009.

ROSSI, M. A.; STUBER, G. D. Overlapping Brain Circuits for Homeostatic and Hedonic Feeding. **Cell Metabolism**, 27 (1): 42-56, 2018

SALAMONE, JOHN D.; CORREA, M. The Mysterious Motivational Functions of Mesolimbic Dopamine. **Neuron**, 76 (3): 470-485, 2012.

SANTANA, M. O. et al. Analysing persuasive marketing of ultra-processed foods on Brazilian television. **International Journal of Public Health**, (7): 1067-1077, 2020.

SCHULTZ, W. Multiple Dopamine Functions at Different Time Courses. **Annual Review of Neuroscience**, 30 (1): 259-288, 2007.

SCHULTZ, W.; APICELLA, P.; LJUNGBERG, T. Responses of monkey dopamine neurons to reward and conditioned stimuli during successive steps of learning a delayed response task. **The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience**, 13 (3): 900-913, 1993.

**Secretária de Vigilância em Saúde.** Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. VIGITEL, 14 (139): 36-42, 2019.

SPERANZA, L. et al. Dopamine: The Neuromodulator of Long-Term Synaptic Plasticity, Reward and Movement Control. **Cells**, 10 (4): 735, 2021

STEINBERG, E. E. et al. A causal link between prediction errors, dopamine neurons and learning. **Nature Neuroscience**, 16 (7): 966-873, 2013.

THANARAJAH, S. E. et al. Food Intake Recruits Orosensory and Post-ingestive Dopaminergic Circuits to Affect Eating Desire in Humans. **Cell Metabolism**, 29 (3): 695-706, 2019.

VOLKOW, N. D. et al. Obesity and addiction: neurobiological overlaps. **Obesity Reviews**, 14 (1): 2-18, 2012.

VOLKOW, N. D.; WANG, G.-J.; BALER, R. D. Reward, Dopamine and the Control of Food intake: Implications for Obesity. **Trends in Cognitive Sciences**, 15 (1): 37-46, 2011.

WALLACE, C. W.; FORDAHL, S. C. Obesity and dietary fat influence dopamine neurotransmission: exploring the convergence of metabolic state, physiological stress, and inflammation on dopaminergic control of food intake. **Nutrition Research Reviews**, 35 (2): 236-251, 2022.

WANG, G.-J. Food addiction A common neurobiological mechanism with drug abuse. **Frontiers in Bioscience**, 23 (3): 811-836, 2018.

WISE, R. A. Dual Roles of Dopamine in Food and Drug Seeking: The Drive-Reward Paradox. **Biological Psychiatry**, 73 (9): 819-826, 2013.

WYVELL, C. L.; BERRIDGE, K. C. Intra-Accumbens Amphetamine Increases the Conditioned Incentive Salience of Sucrose Reward: Enhancement of Reward “Wanting” without Enhanced “Liking” or Response Reinforcement. **The Journal of Neuroscience**, 20 (21): 8122-8130, 2000.