

# Sistema Límbico

**Profa. Dra. Eliane Comoli**  
Depto Fisiologia - FMRP



## **ROTEIRO DE AULA TEÓRICA: Sistema Límbico**

- 1) Emoções
- 2) Lobo Límbico, Circuito de Papez e Sistema Límbico
- 3) Estruturas do Sistema Límbico e o papel central do Hipotálamo na interface entre telencéfalo límbico e mesencéfalo límbico
- 4) Organização do Hipotálamo e seu papel na homeostase via sistema neuro-endócrino e sistema nervoso autônomo.
- 5) Papel do hipotálamo na organização dos comportamentos motivados: defensivo/agressivo
- 6) Amígdala: divisão anatômica e fluxo de informação
- 7) Relação da amígdala com hipotálamo, hipocampo e córtex cerebral
- 8) Formação hipocampal: Giro denteado, hipocampo, subiculum e córtex entorrinal
- 9) Circuito tri-sináptico excitatório
- 10) Relações entre formação hipocampal, córtex cerebral, hipotálamo e amígdala
- 11) Organização das respostas emocionais ao medo inato.

# Alfred & Shadow - A short story about emotions

<https://www.youtube.com/watch?v=SJOjpprbfeE>

# Emoções



como prazer, euforia, tristeza, depressão, medo, ansiedade e raiva, contribuem para a riqueza da nossa vida pessoal.

Essas emoções assim como as alterações corporais que as acompanham são veiculadas por sistemas neurais distintos no cérebro.

A close-up photograph of a white mouse with long whiskers, holding a small, light-colored teddy bear in its mouth. The mouse is looking directly at the camera. The background is a plain, light-colored surface.

*“Emoções e sentimentos são criações mamíferas, originadas no sistema límbico”.*

# O que é *Emoção*?

*Emoção* é a execução de um programa complexo de ações (movimento, ações viscerais, etc); está engajada quando você se **confronta com algo intenso e repentino**. (altamente + ou -).

**É automático e inconsciente.**

**“É uma espécie de concerto de ações. Não tem nada a ver com o que se passa na mente” – António Damásio**



## Como as emoções afetam a maneira como respondemos ao mundo?

Ex: Medo frente a uma ameaça incluem respostas como mudanças de expressão facial, taquicardia, sudorese, piloereção, etc

*Emoção* é um complexo conjunto de alterações, no corpo, que tem um propósito geral de fazer a vida mais sobrevivível por cuidar de um perigo ou mesmo de uma oportunidade.

# *Sentimento*

Sentimento é um processo subsequente à emoção.

**É tomar consciência da emoção e conectá-la com o que você percebe dos acontecimentos. É como você se sente em relação a emoção.**

Engloba a participação de estruturas neurais além das utilizadas no processamento da emoção, tais como tronco encefálico e córtex insular.

O sentimento fica na memória.

**Permite construir uma visão do mundo que influencia nossos planejamentos futuros.**

**Faz uma enorme diferença na vida do indivíduo.**

*O que acontece no nosso cérebro quando sentimos uma emoção?*



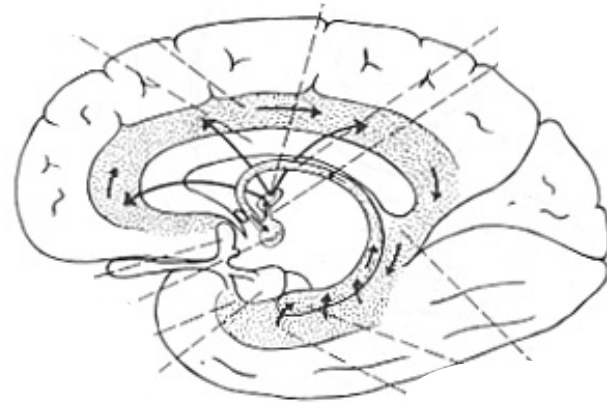
# Sistema Límbico

surgiu com a emergência dos mamíferos inferiores. É ele que comanda certos comportamentos necessários à sobrevivência de todos os mamíferos.

Cria e modula funções mais específicas, as quais permitem ao animal distinguir entre o que lhe agrada ou desagrada.

Desenvolvem funções afetivas, como a que induz as fêmeas a cuidarem atentamente de suas crias, ou a que promove a tendência desses animais a desenvolverem comportamentos lúdicos (gostar de brincar).

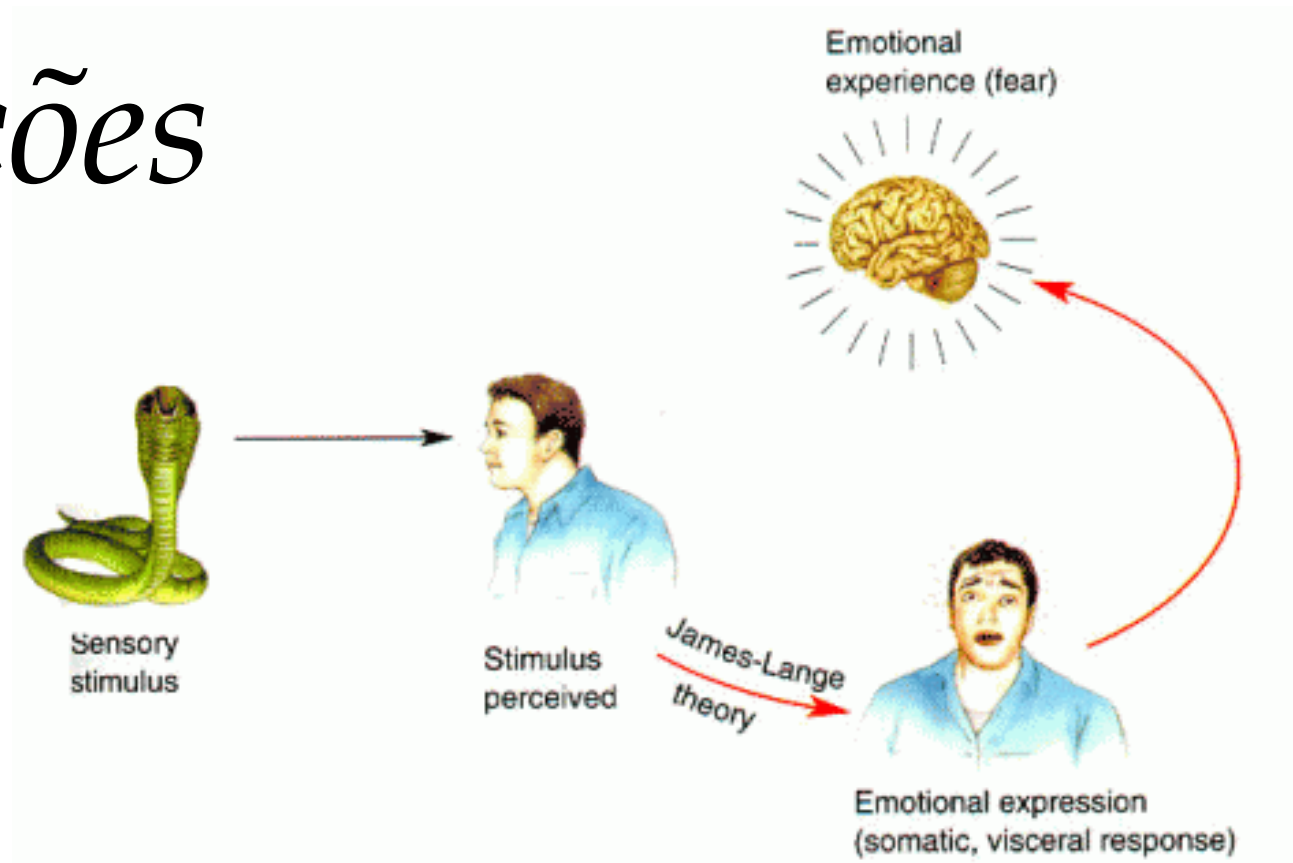




## Lobo Límbico (1878), Paul Broca

Convolução arqueada grande formada pelo  
Giro do Cíngulo e Giro Parahipocampal  
Ao redor do tronco e comissuras interhemisféricas

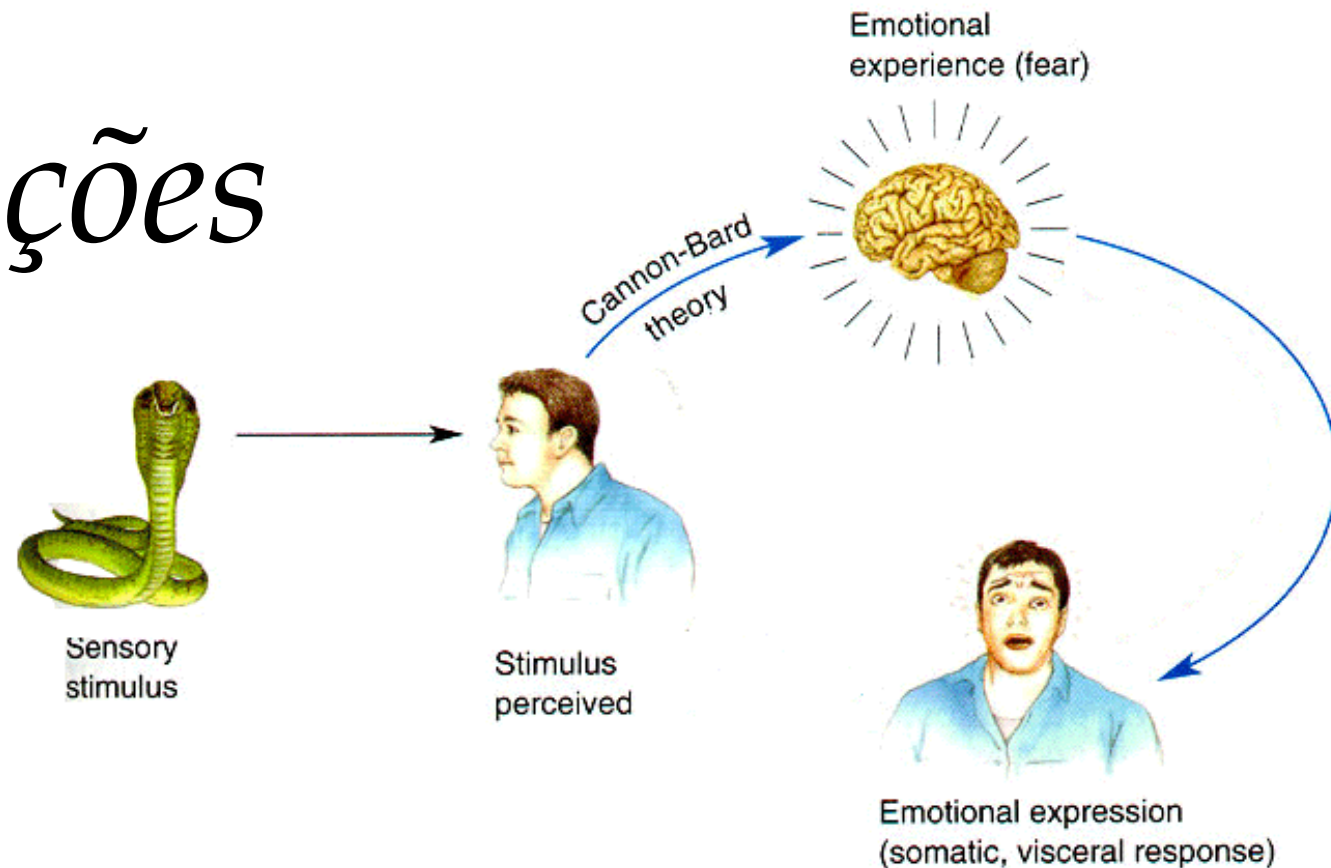
# Emoções



No final do século XVIII, **William James** propôs que um indivíduo, após perceber um estímulo que, de alguma forma o afeta, sofre alterações fisiológicas perturbadoras, como palpitações, falta de ar, angústia, etc. Reconhecimento desses sintomas (pelo cérebro) que gera a emoção.

*“sensações físicas são a emoção”*

# Emoções

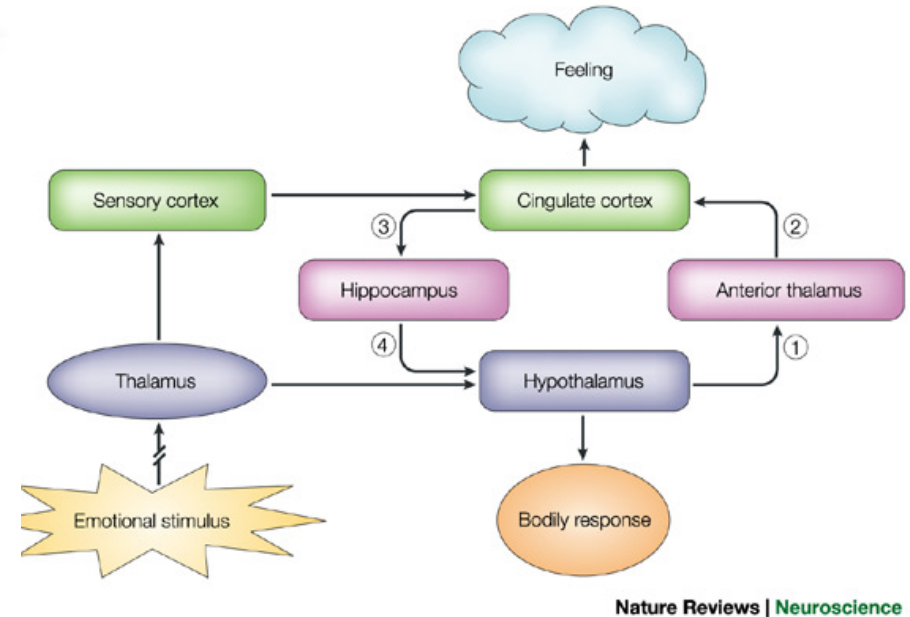
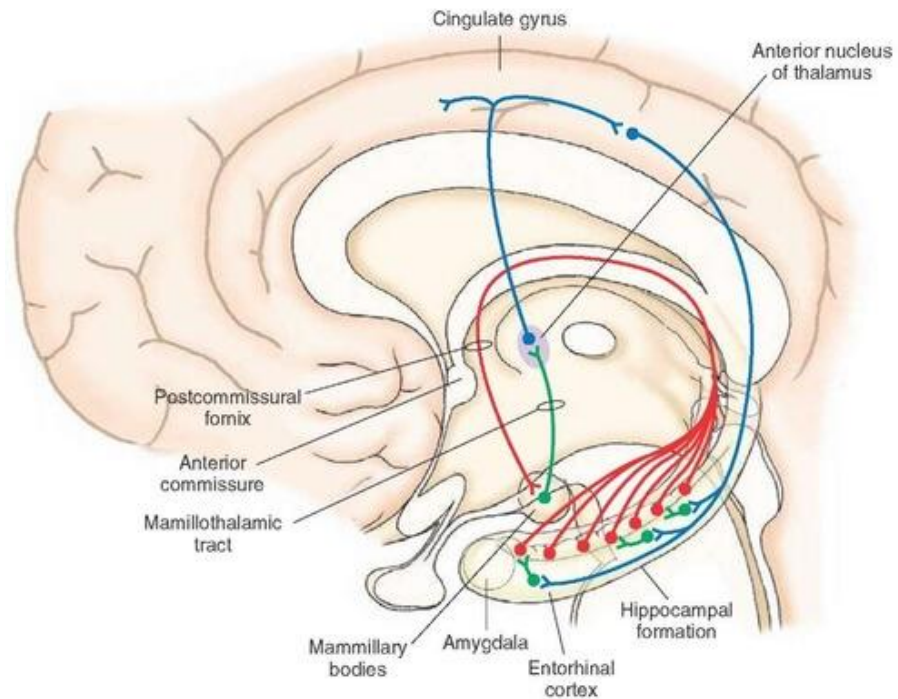


Em 1929, a teoria **Cannon-Bard**: diante de acontecimento que afeta, o impulso nervoso atinge inicialmente o tálamo (centro inicial) e a mensagem se divide:

para a córtex cerebral (experiências subjetivas de medo, raiva, tristeza, alegria, etc); outra para o hipotálamo (determina alterações neurovegetativas periféricas-sintomas).

*“as reações fisiológicas e a experiência emocional são simultâneas”*

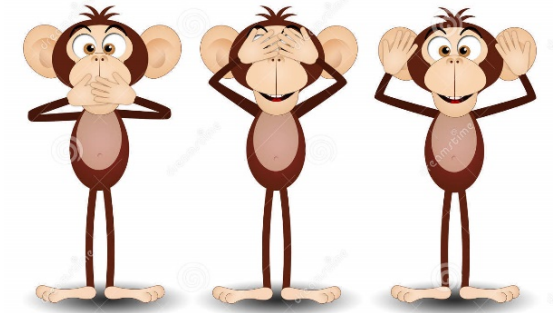
# Circuito de Papez



1937 Papez sugeriu que estruturas límbicas formavam uma rede neural complexa envolvida no comportamento emocional.

Acreditava que a experiência da emoção era determinada pelo **cortex cingulado**; expressão emocional era governada pelo **hipotálamo**.

**1939 Klüver e Bucy:** lesões no lobo temporal envolvendo amígdala e hipocampo influenciavam profundamente as respostas afetivas em primatas (docilidade, hipersexualidade indiscriminativa e traziam qualquer tipo de objetos `a boca inclusive serpentes venenosas, descaracterizando situações de risco).



**1952 Paul MacLean:** acrescentou novas estruturas ao sistema: as córtices orbitofrontal e médiofrontal (área pré-frontal), o giro parahipocampal, e importantes grupamentos subcorticais : amígdala, núcleo mediano do tálamo, área septal, núcleos basais do prosencéfalo, e formações do tronco cerebral.

*"As Estruturas do Sistema Límbico"; envolvidos na experiência emocional"*

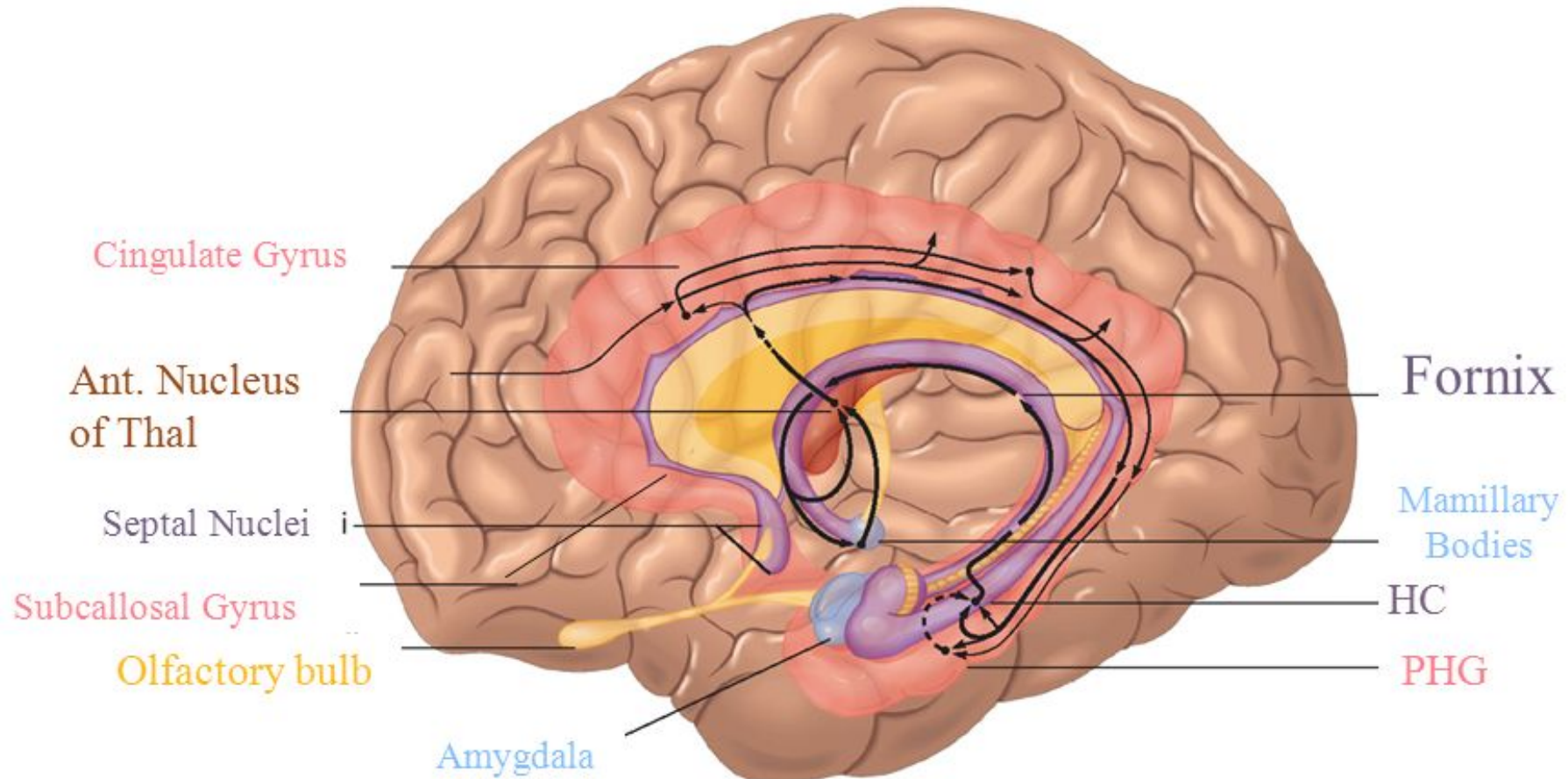
(observações clínicas)

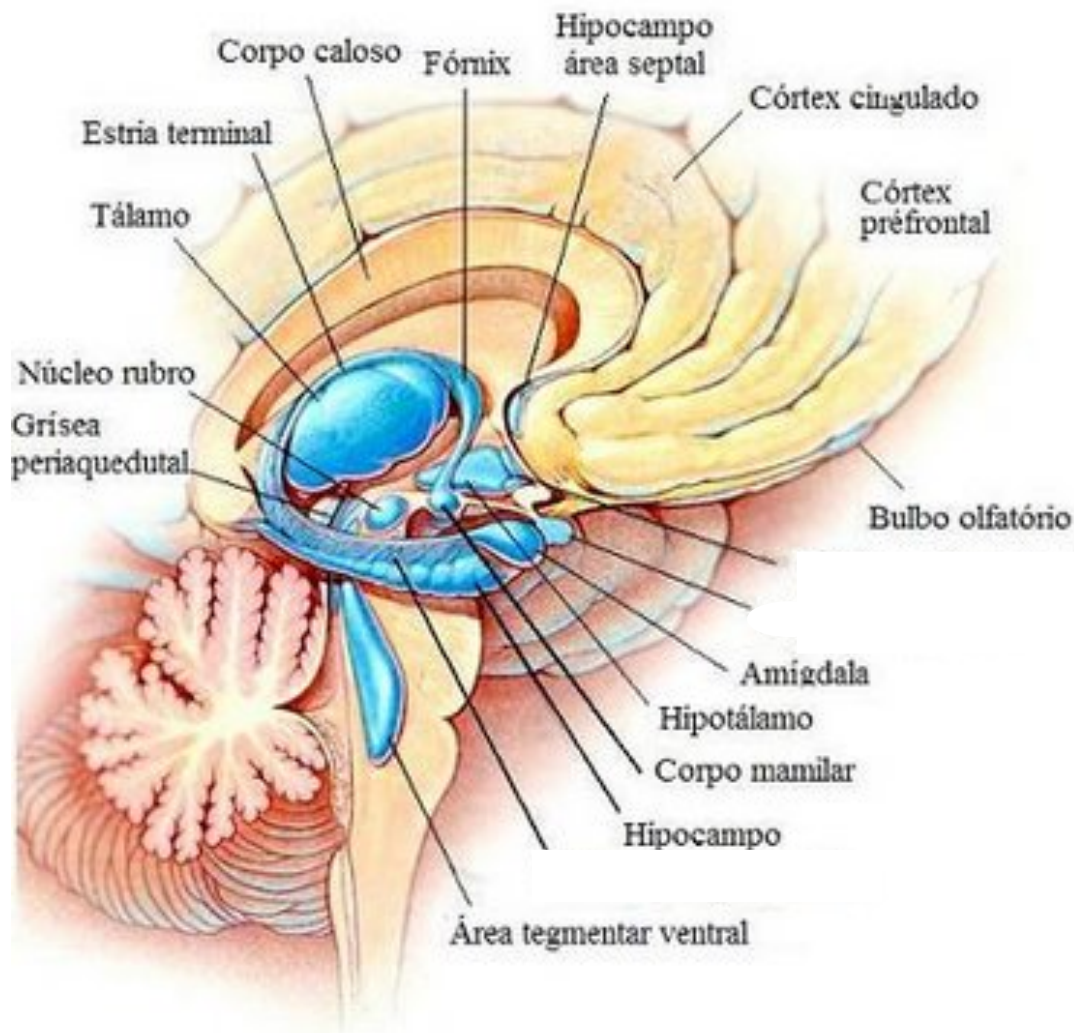
# LIMBIC SYSTEM

(cingulate gyrus, PHG, hypothalamus, septal area, nucleus acumbens, orbitofrontal ctx, amygdala)

Broca

Maclean



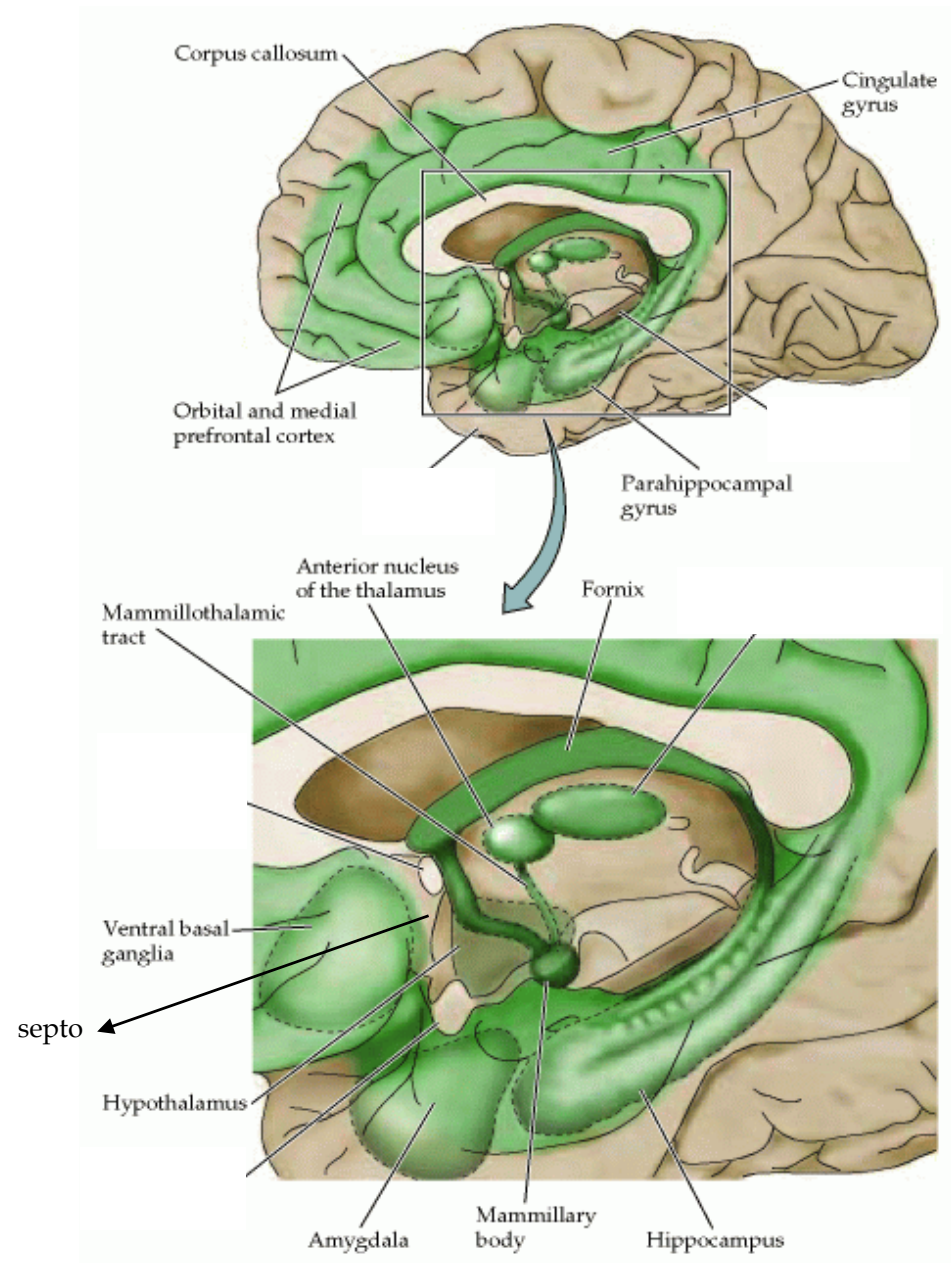


**Sistema Límbico** inclui todo o lobo límbico assim como os núcleos subcorticais associados como complexo amigdalóide, núcleos septais, hipotálamo, núcleos talâmicos e parte dos gânglios da base; área tegmentar medial do mesencéfalo

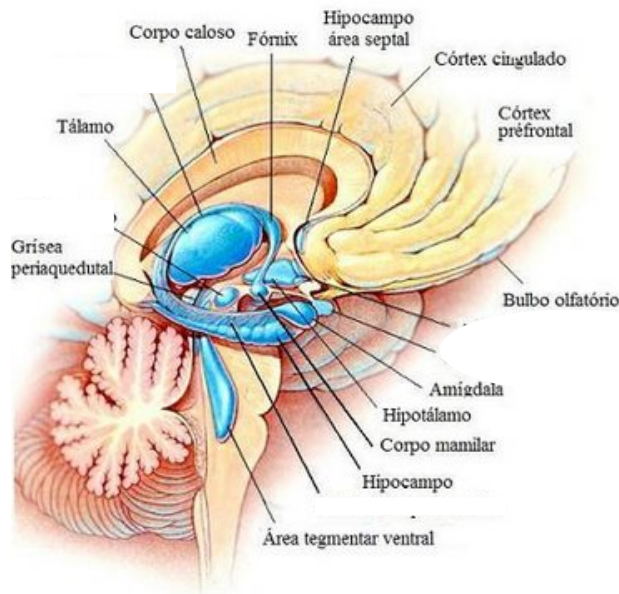
# Sistema Límbico



# Sistema Límbico



Nauta (1958) coloca o **hipotálamo numa posição central**, fornecendo um elo de ligação entre as estruturas límbicas telencefálicas e sítios límbicos mesencefálicos, em especial a substância cinzenta periaqueductal (PAG).



Estruturas límbicas telencefálicas modulam os sítios hipotalâmicos e mesencefálicos límbicos.

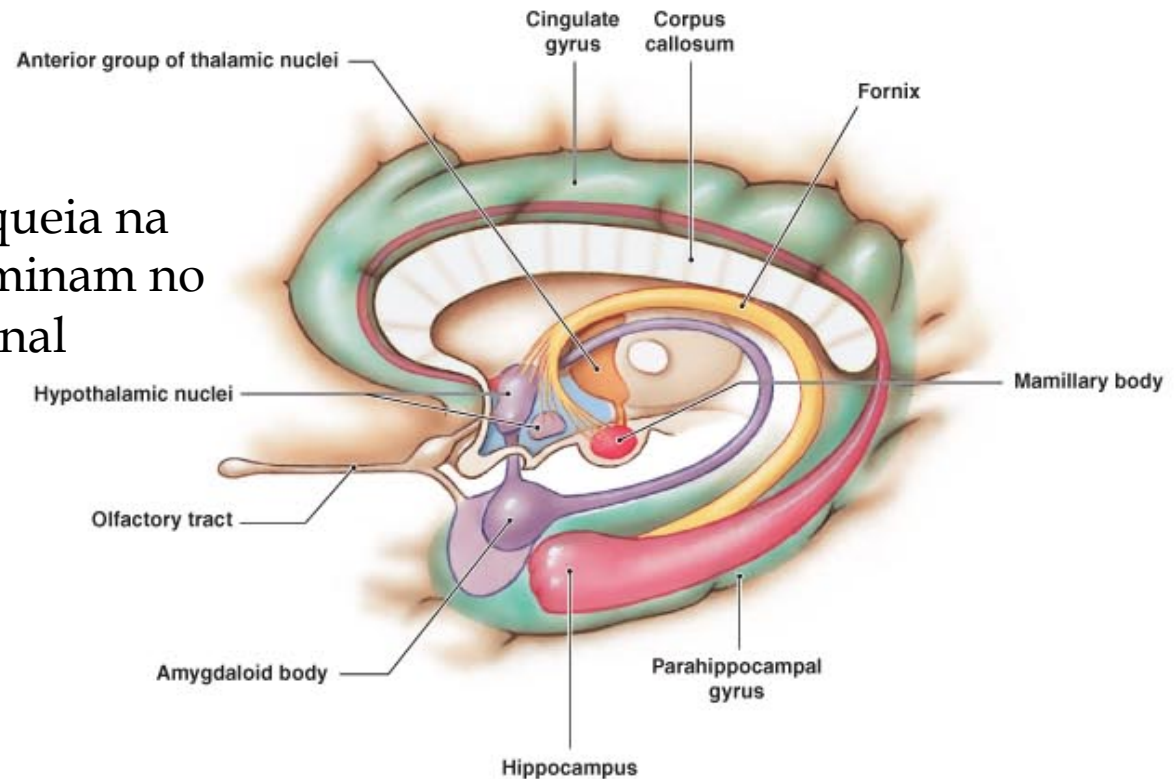
**Hipotálamo:** fundamental para orquestrar ajustes homeostáticos e comportamentais motivados;

Estruturas límbicas mesencefálicas: relacionadas com a execução das respostas autonômicas e comportamentais.

O hipotálamo conjuntamente ao polo límbico mesencefálico, pode ter acesso às estruturas límbicas telencefálicas, podendo dessa forma, influenciar o processamento neural nestas regiões (cognitiva de diversas emoções).

# Principais Sistemas de Saída da Amígdala

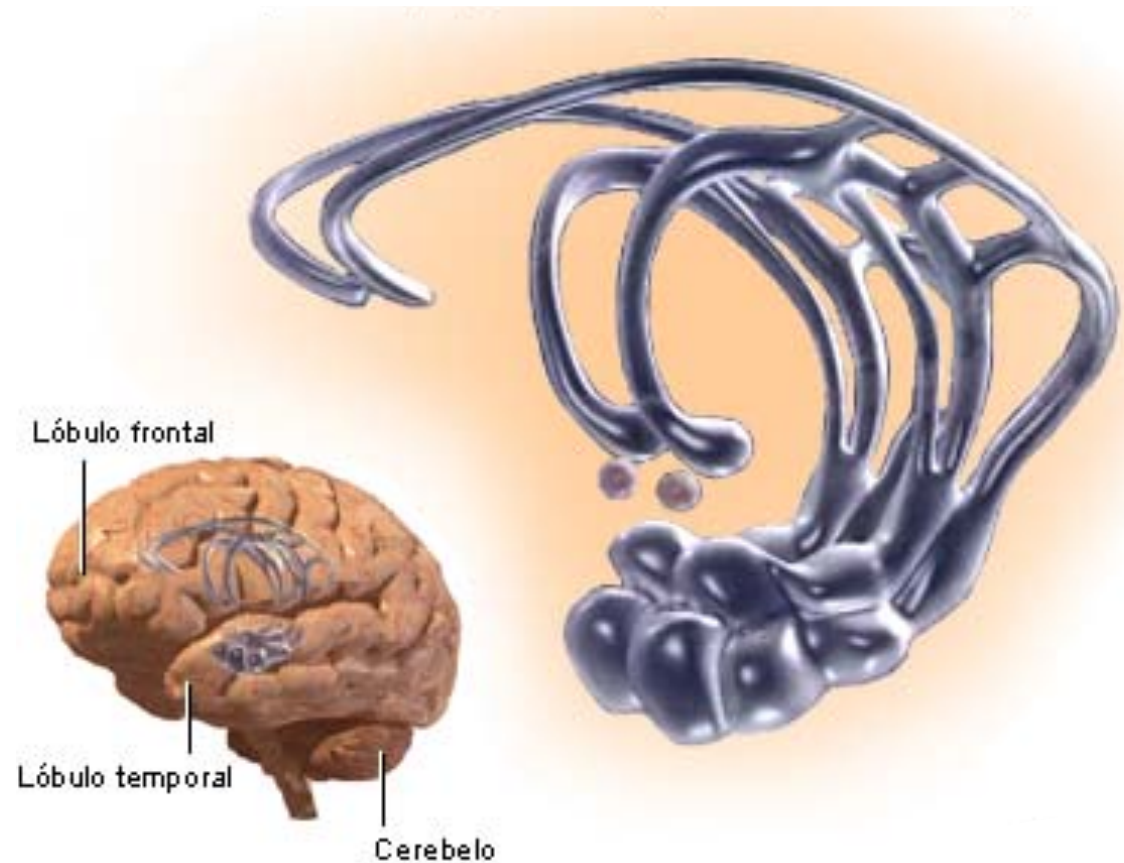
*Estria Terminal* – emerge  
Na amígdala caudal e arqueia na  
borda do caudado, e terminam no  
N. Leito da Estria Terminal

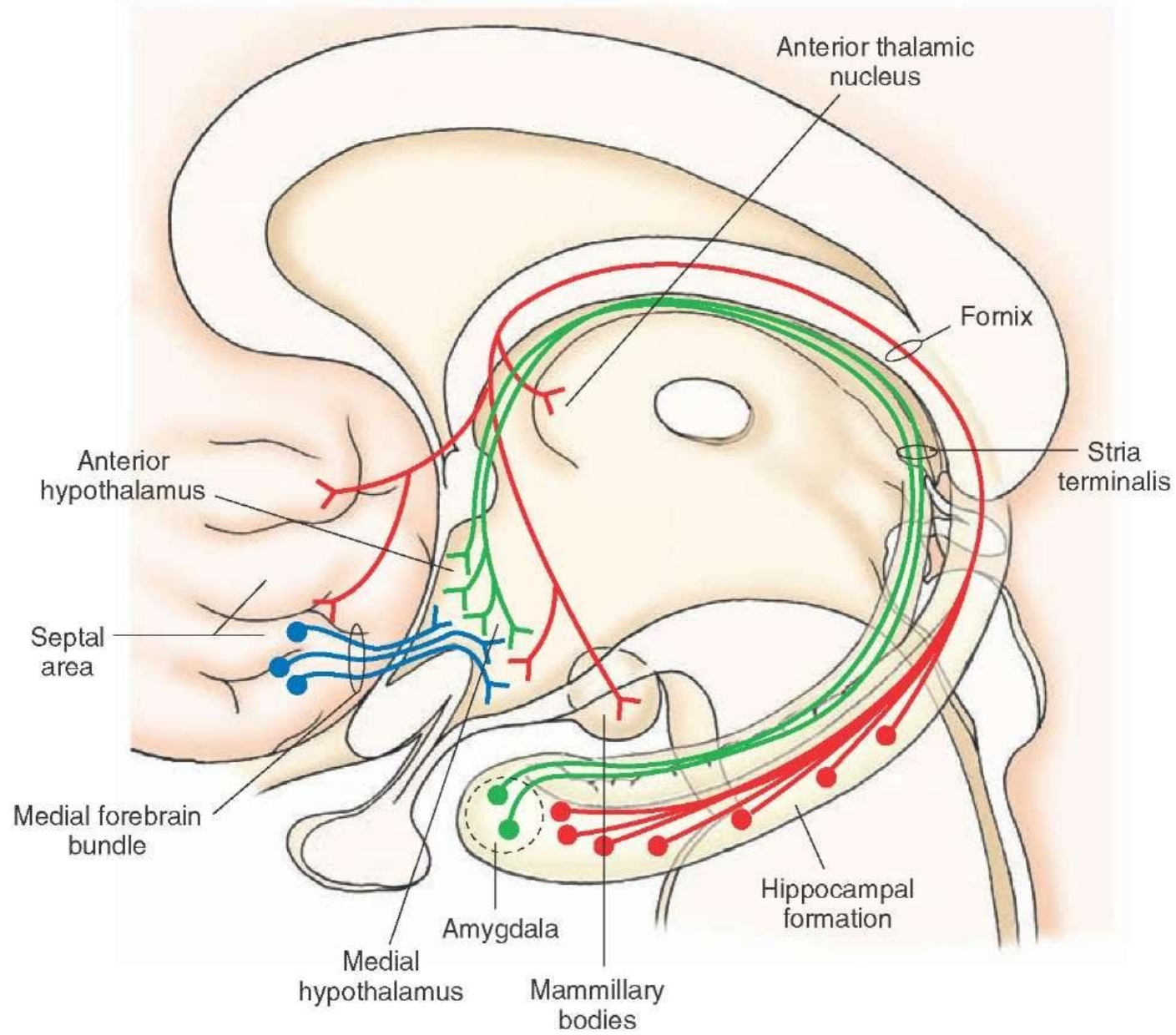


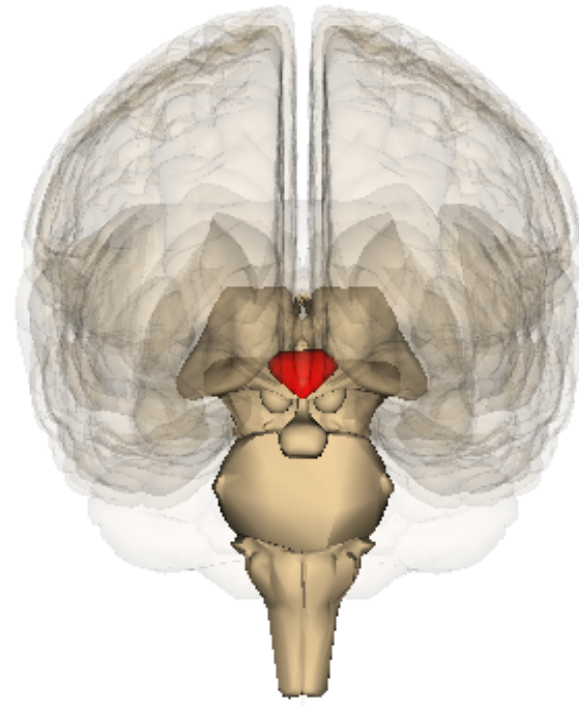
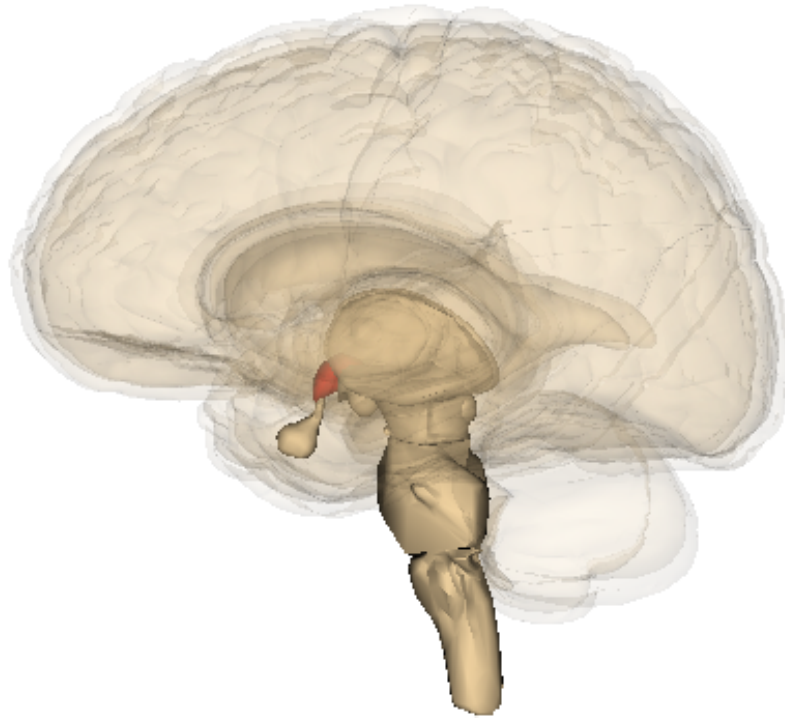
*Via Amígdalofugal Ventral* – emerge do canto dorsomedial da amígdala e segue medialmente e rostralmente para a substância inominata, áreas hipotalâmicas, região septal e núcleo da banda Diagonal de Broca.

# Conexões Extrínsecas da Formação Hipocampal

*Fórnix, principal sistema de fibras eferentes (hipocampo e subículum);  
Indusium griseum (giro denteado)*

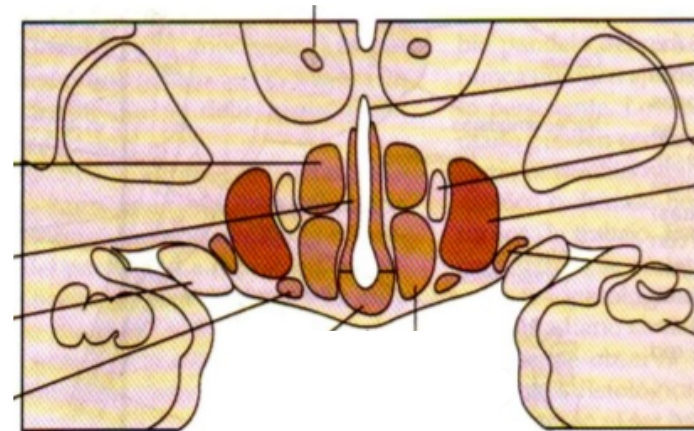
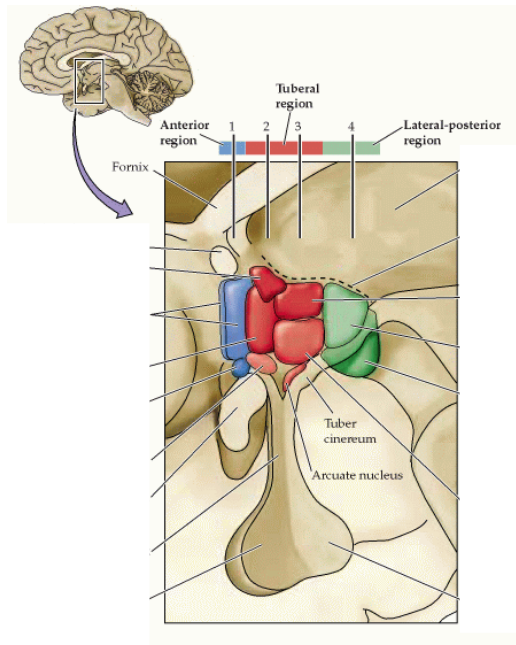






Hipotálamo

# Organização anátomo-funcional do Hipotálamo



## Vista Lateral do hipotálamo:

Níveis: pré-óptico, anterior, tuberal e mamilar

## Vista frontal do hipotálamo:

- a. zona periventricular: controle neuro-endócrino
- b. zona medial: organização de comportamentos motivados
- c. zona lateral: integração de informações viscerais

# Sistemas que se projetam para o hipotálamo

Olfação: sistema essencial para sobrevivência e funções reprodutivas, especialmente animais noturnos (primeira modalidade sensorial). Muitas estruturas prosencefálicas processam informação sensorial.

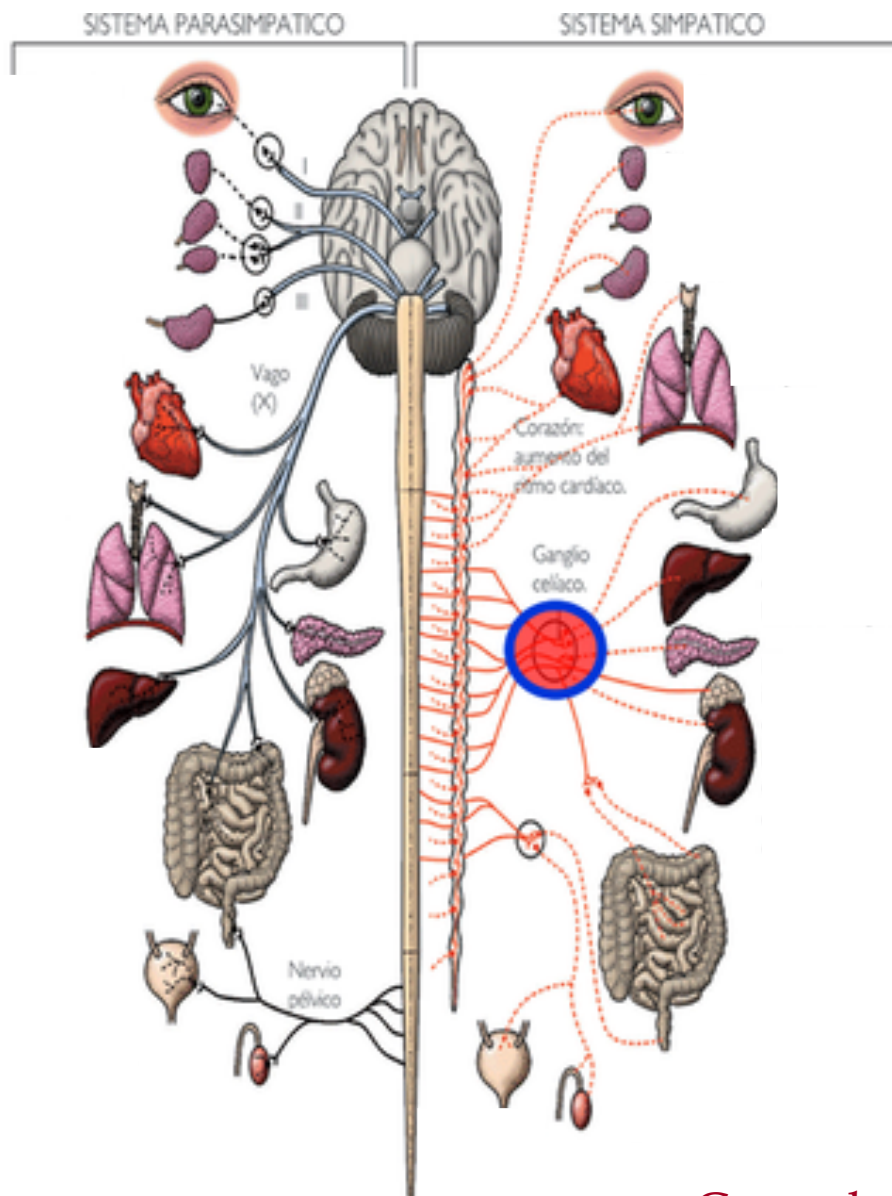
Projeções Visuais: controlam o ciclo endógeno biológico (núcleo supraquiasmático (SCH), impõe uma organização temporal para outras áreas do neuro-eixo.

Sensação Visceral: provenientes do NTS (recebe informações topográficas (Nervos Vago e Glossofaríngeo); gosto, cardiovasculares, respiratórias e viscerais.

Projeções de Regiões Límbicas: Hipocampo, Septo, Amígdala, Córtex Pré-frontal.

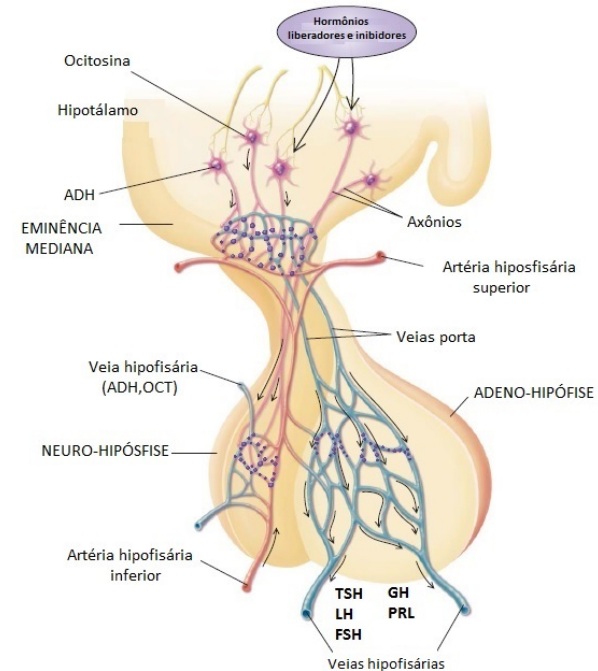


# Papel da zona periventricular do Hipotálamo



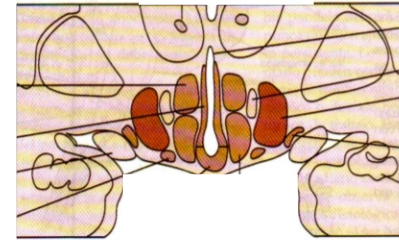
O Hipotálamo é um centro neural muito importante para a manutenção da homeostase do organismo.

Exerce influência sobre o Sistema Neuro-endócrino (ajustes a longo prazo) e Sistema Nervoso Autônomo (ajustes rápidos).



**Controle Hipotalâmico da Hipófise**  
Importante na função reprodutora

# Papel da zona medial



Consiste de uma série de grupamentos celulares bem definidos, denominados: n. pré-óptico medial, n.anterior do hipotálamo, n.ventromedial e n.dorsomedial do hipotálamo e n.mamilares; que servem como referência para definirem as diversas regiões rostocaudais do hipotálamo.

A zona medial do hipotálamo recebe um grande contingente de aferências oriundas de regiões límbicas do telencéfalo, e parece fundamental para a organização dos comportamentos de defesa e reprodutor.

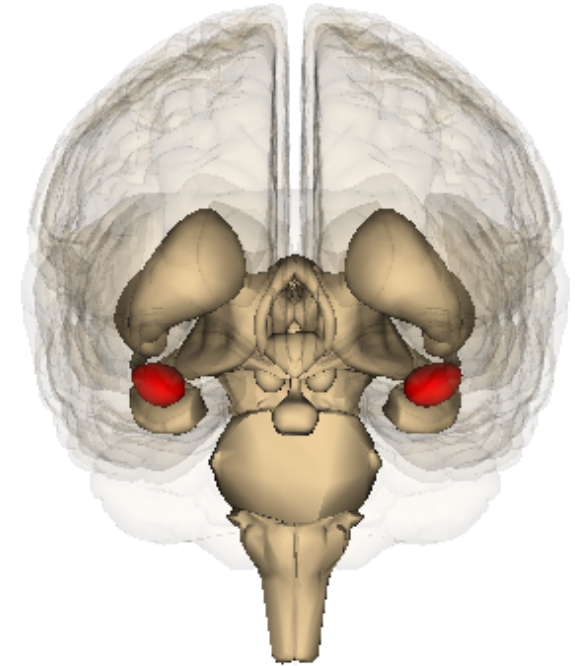
**Hipotálamo** é responsável por  
*integrar várias respostas endócrinas, autonômicas e  
comportamentais* que garantem a sobrevivência do indivíduo  
e manutenção da espécie.



Essas respostas estão envolvidas na  
*regulação do metabolismo*, fornecendo  
*suprimento adequado de nutrientes e água do  
ambiente*, permitindo a *geração e cuidado com  
a prole*, e *defendendo o animal* de predadores  
e outras ameaças.

# Amígdala

Nos vertebrados está envolvida com o desenvolvimento emocional normal tais como agressão e defesa (gera alerta imediato como reação rápida ao perigo), sexual ou parental (Blanchard, 72; Kling, 92).

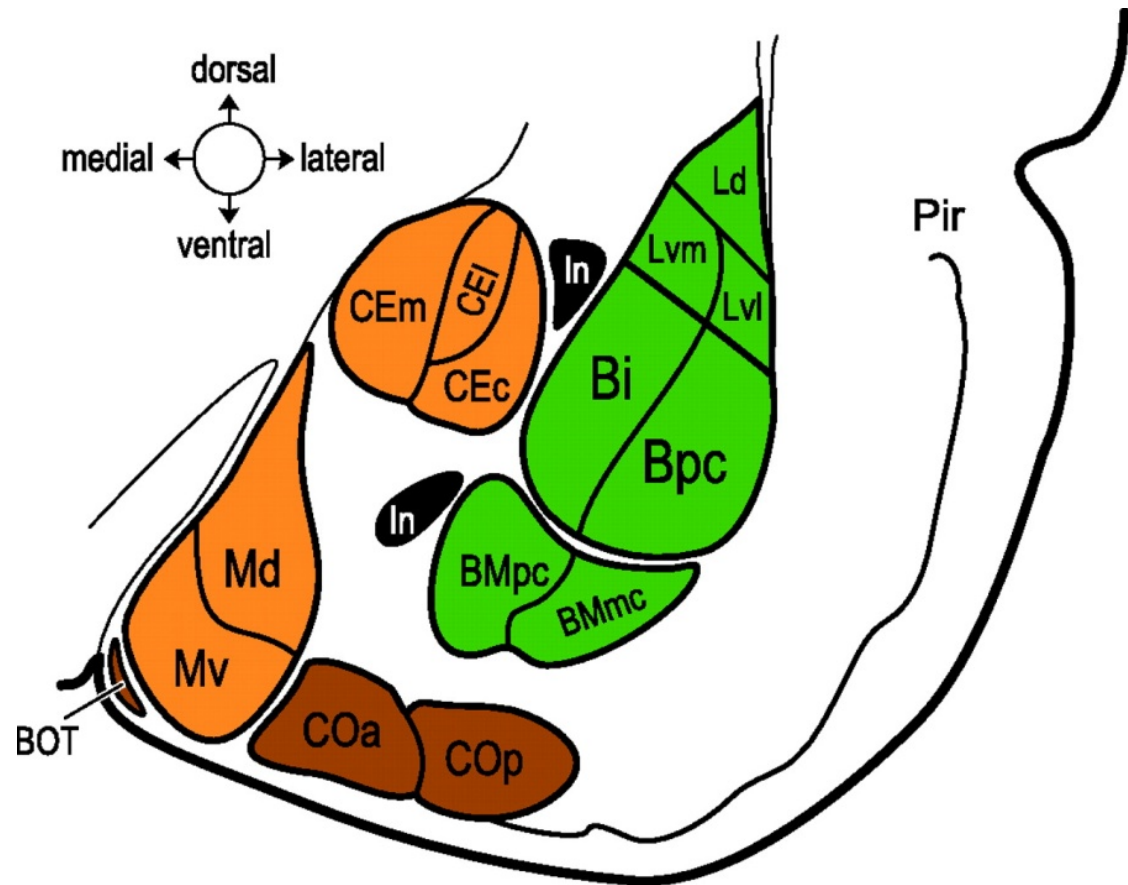


Está envolvida no aprendizado emocional e aprendizado condicionado de esQUIVA (LeDoux, 95). Forma associações entre estímulos muito aleatórios e eventos reforçadores (aprendizado de comportamentos adaptativos).

Participa do processamento de memória e atenção (Kapp 92), e na avaliação emocional de estímulos (Davis, 92; Gallanther, 96; LeDoux, 92, 95)

Em humanos, está envolvida no aprendizado social do medo e distúrbios de ansiedade (Olsson, 07).

O **Complexo Amigdalóide** é dividido em três grupamentos nucleares principais:

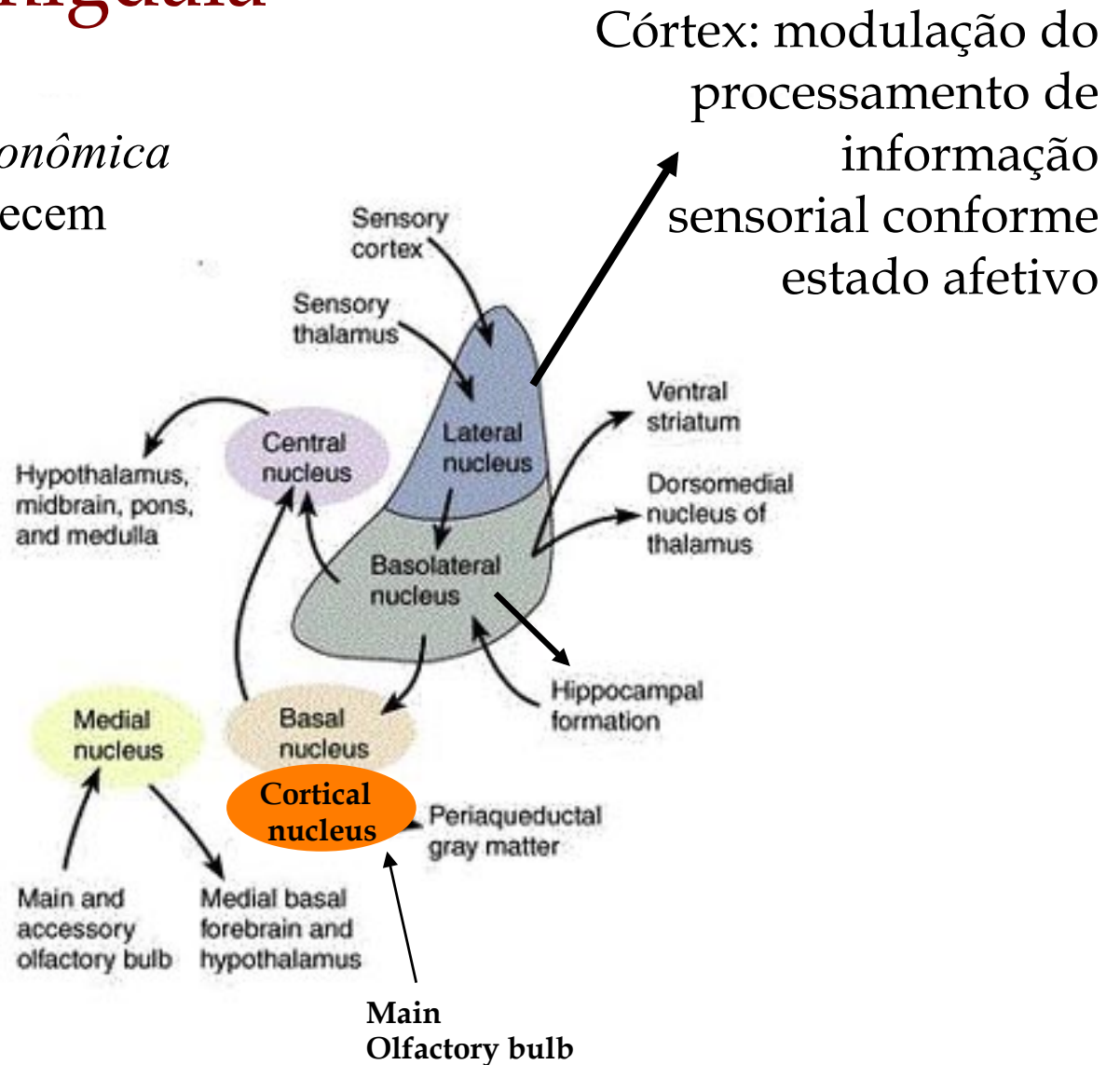


- a) Basolateral (verde)
- b) Cortical (marrom)
- c) Centromedial (laranja)

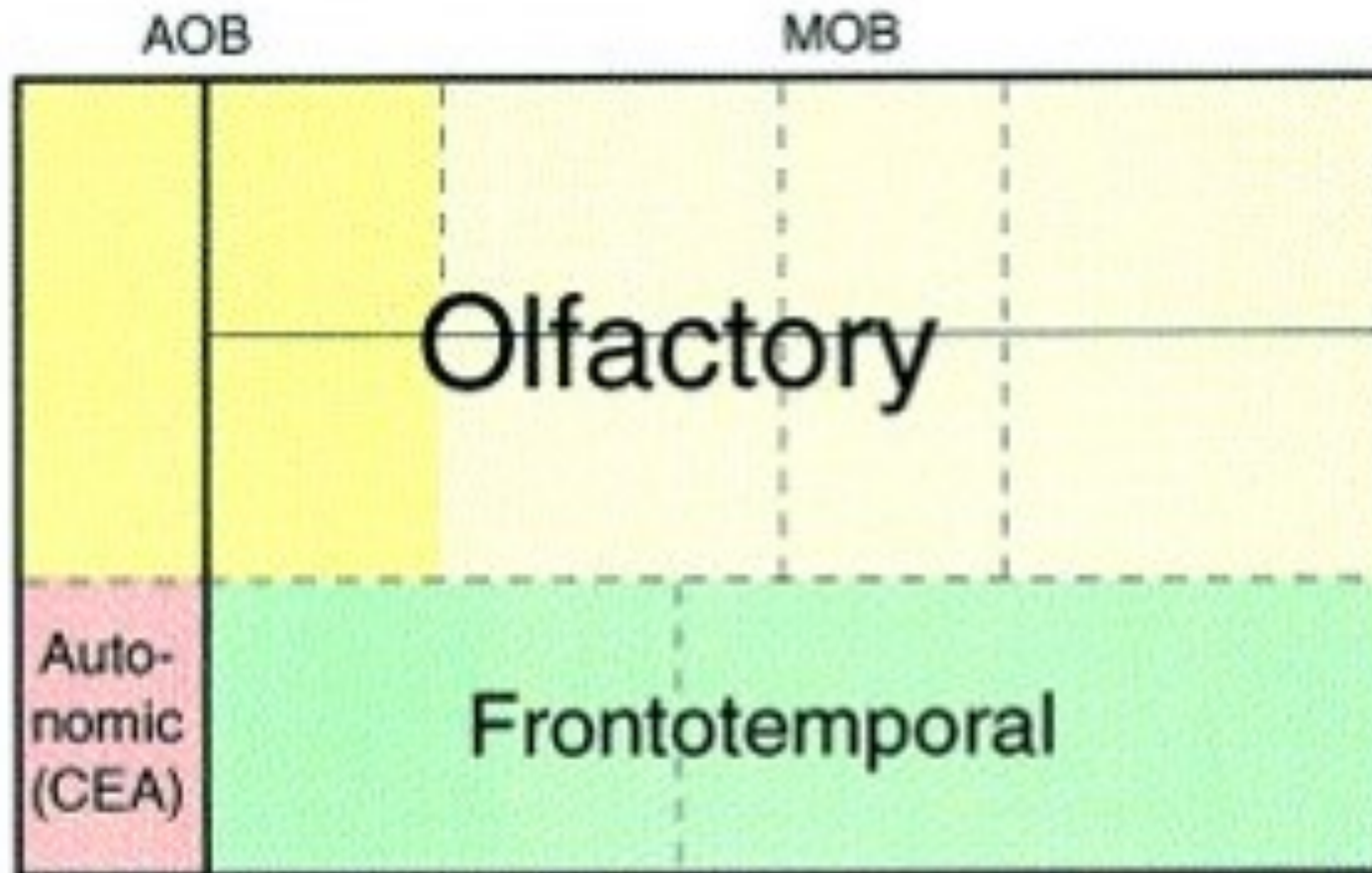
# Padrão geral das principais divisões e conexões da Amígdala

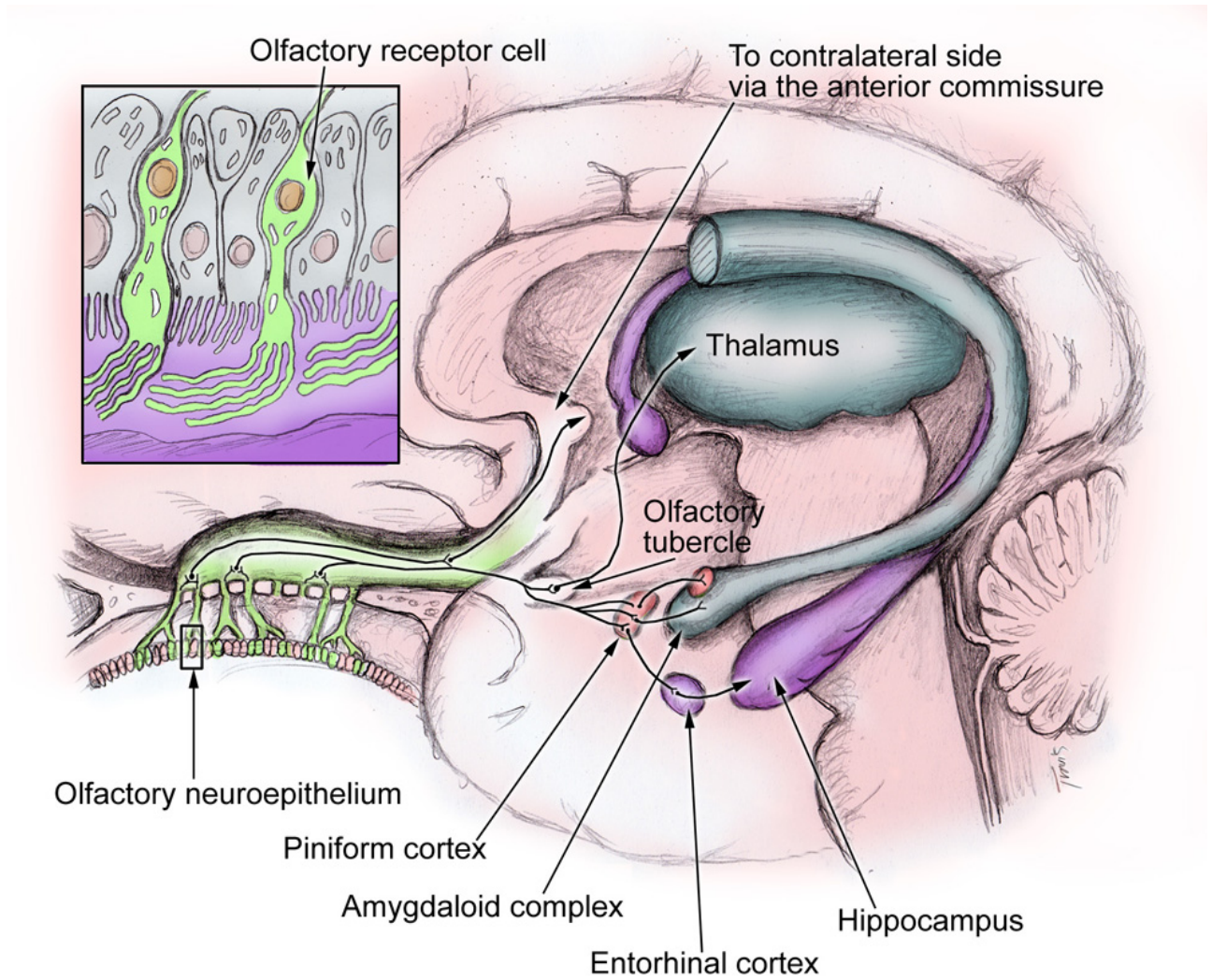
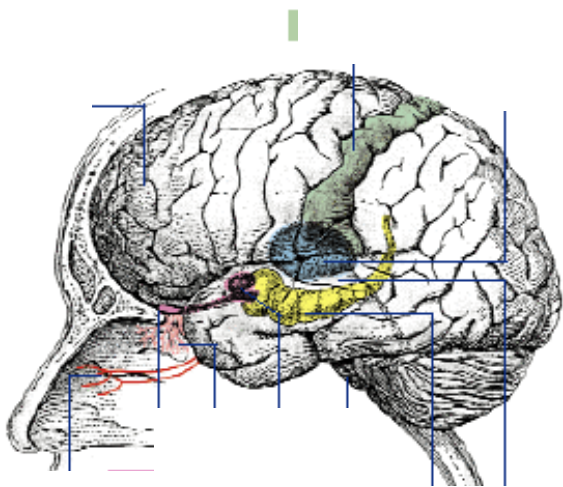
As conexões da *amígdala-autonômica* e *amígdala-hipotalâmica* fornecem ligações entre os estímulos do ambiente e comportamento animal: significado importante em termos de conservação evolutiva.

*Impulsos Sensoriais das projeções olfativas e vomeronasais conservadas em tetrápodos.*



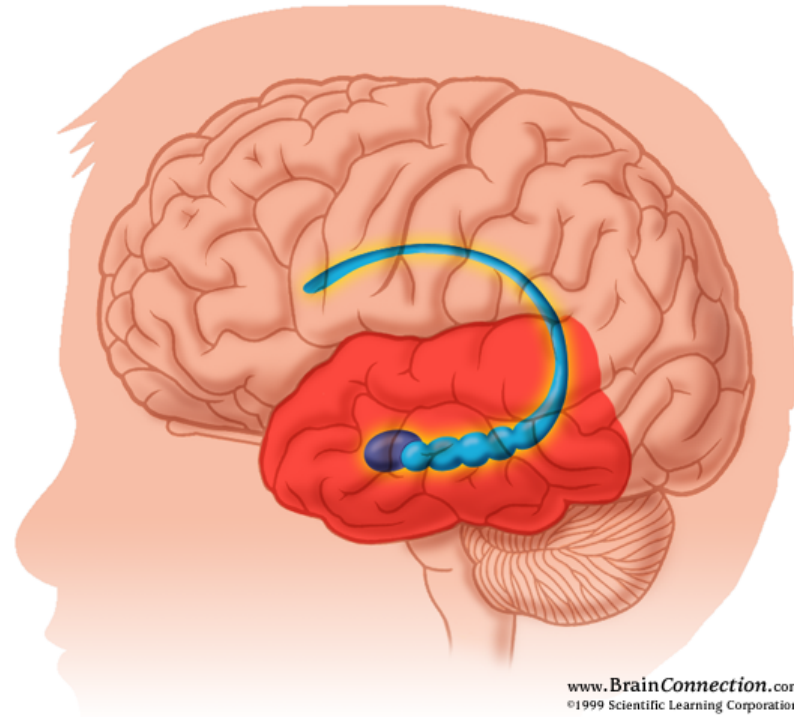
# Organização Funcional na Amígdala de Rato





**Sistema Olfativo:** processamento da informação olfativa





[www.BrainConnection.com](http://www.BrainConnection.com)  
©1999 Scientific Learning Corporation

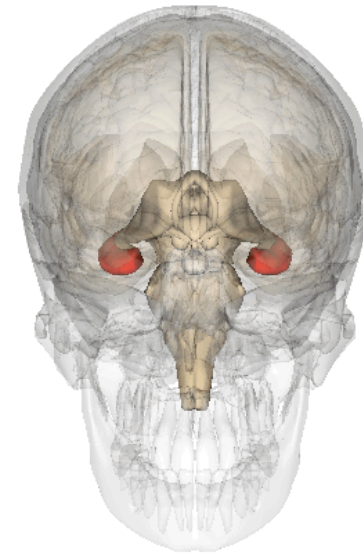
# Formação Hipocampal

# Formação Hipocampal

*Área Entorrinal: CórTEX Entorrinal Medial e Lateral*

*Complexo Subicular: Parasubiculum  
Presubiculum  
Subiculum*

*Hipocampo: Cornos de Amon (CA<sub>1,2,3</sub>)  
Giro denteado*



Importante para a Memória Anterógrada

# Circuitaria intrínseca organizada em alças fechadas. permite o fluxo unidirecional da informação; Plasticidade - LTP

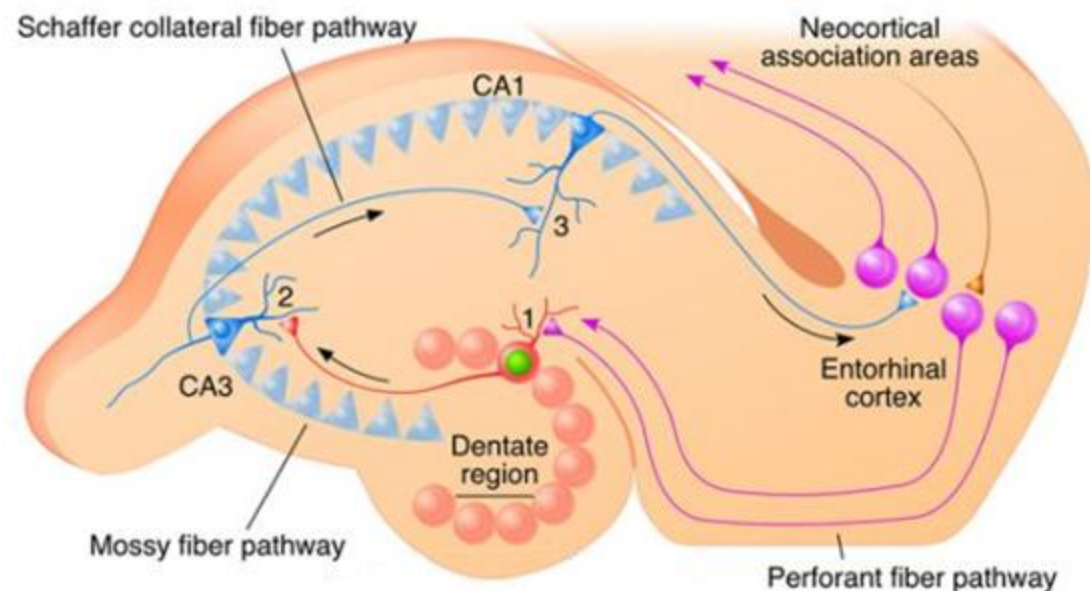
Giro Denteado: considerado a primeira etapa do circuito hipocampal intrínseco; principais impulsos provenientes do córtex entorrinal.

Em geral células do Giro denteado não se projetam fora da Formação Hipocampal, projetam-se para CA<sub>3</sub>.

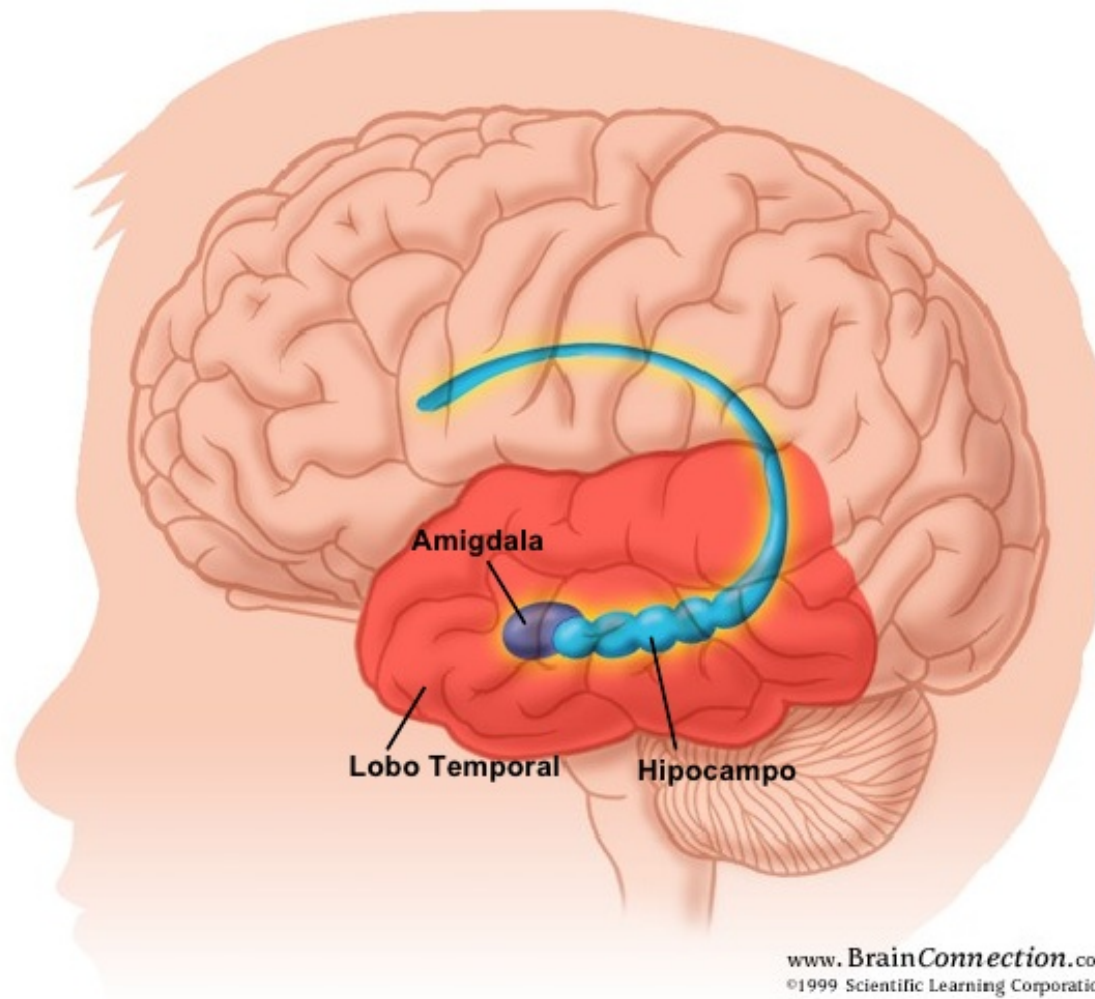
CA<sub>3</sub> (colaterais de Schaffer)  
projeta-se para CA<sub>1</sub>

CA<sub>1</sub>, projeta-se para subiculum.

Subiculum projeta-se para camadas profundas do córtex entorrinal

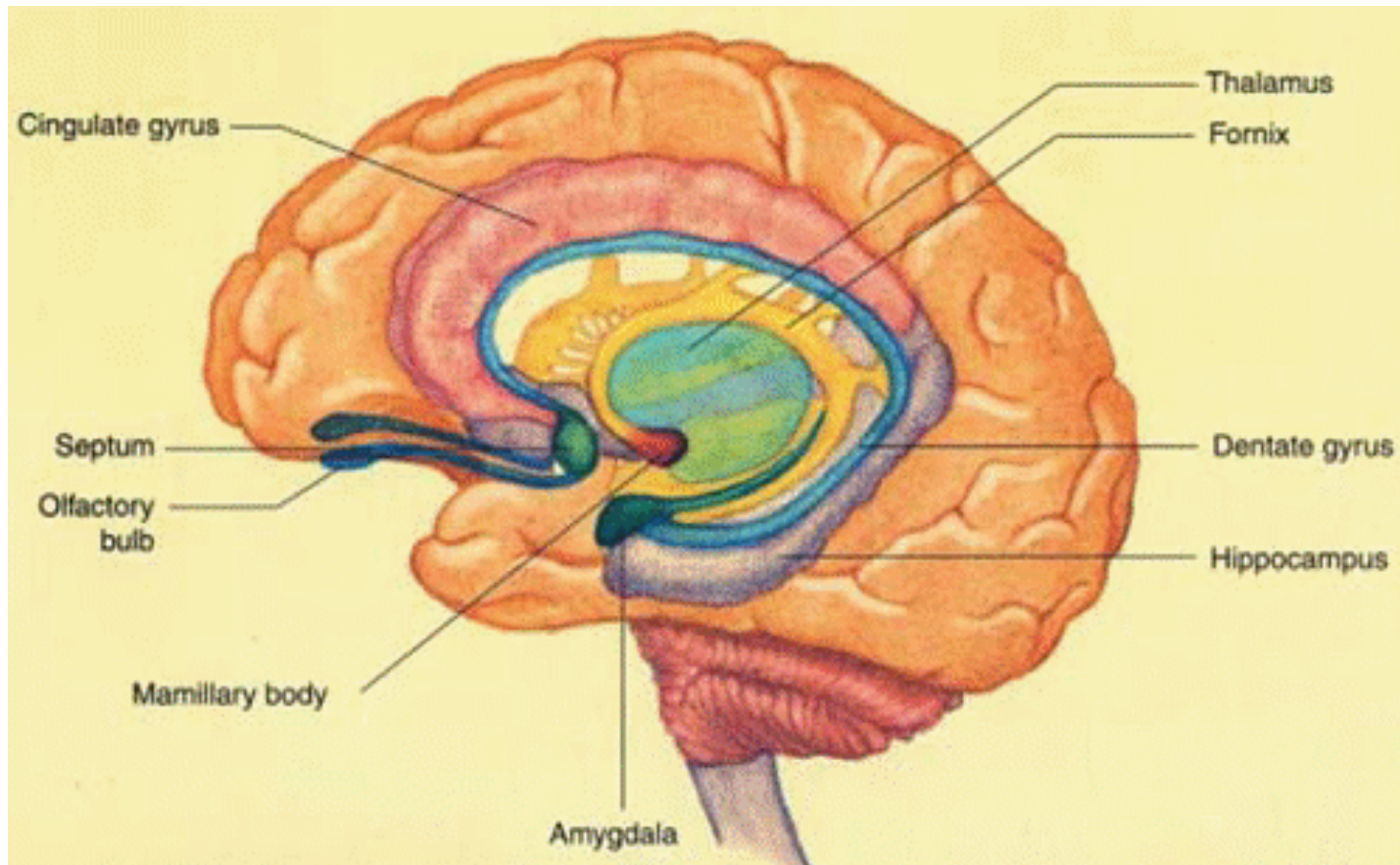


[https://www.youtube.com/watch?v=vso9jgfpI\\_c](https://www.youtube.com/watch?v=vso9jgfpI_c)

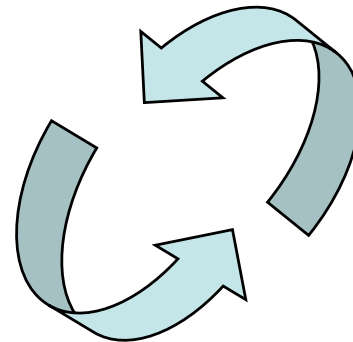


Importância da Amígdala na Formação da Memória?

# Conexões Bi-direcionais da Formação Hipocampal



Formação Hipocampal



Hipotálamo

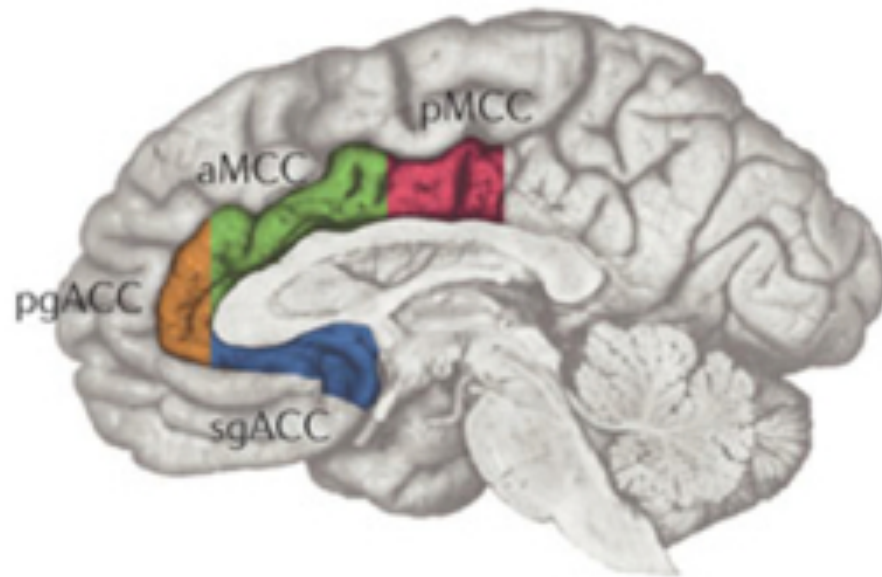
Área Septal

Amígdala

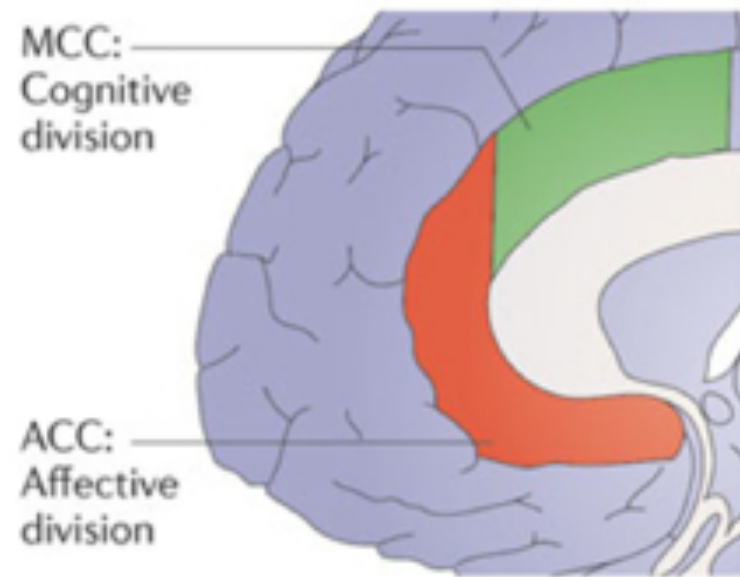
Manto cortical

# Córtex Cingulado

**c** Subdivisions of the rostral cingulate



**d** Functional segregation model



# Sistemas de Recompensa

É responsável pelo incentivo biológico (motivação e vontade, desejo) e aprendizado associativo (reforço positivo, condicionamento clássico), emoções positivas que envolvem componente prazeroso (alegria, euphoria, ecstasy).

Recompensa é uma propriedade atrativa e motivacional de um estímulo que induz comportamento de aproximação e consumatório.

Estímulo recompensa = objeto, evento, atividade ou situação que tem potencial para nos fazer aproximar e consumi-lo.

O estímulo recompensa pode funcionar como reforço positivo.

-

# Papel da Dopamina

É um indicador da saliência do estímulo ou evento; indica que algo é válido para se prestar atenção; indica quando algo está associado à recompensa. A atividade das células DA reflete quão desejável é o objeto.

Saliência - atenção

Valência - recompensa/punição

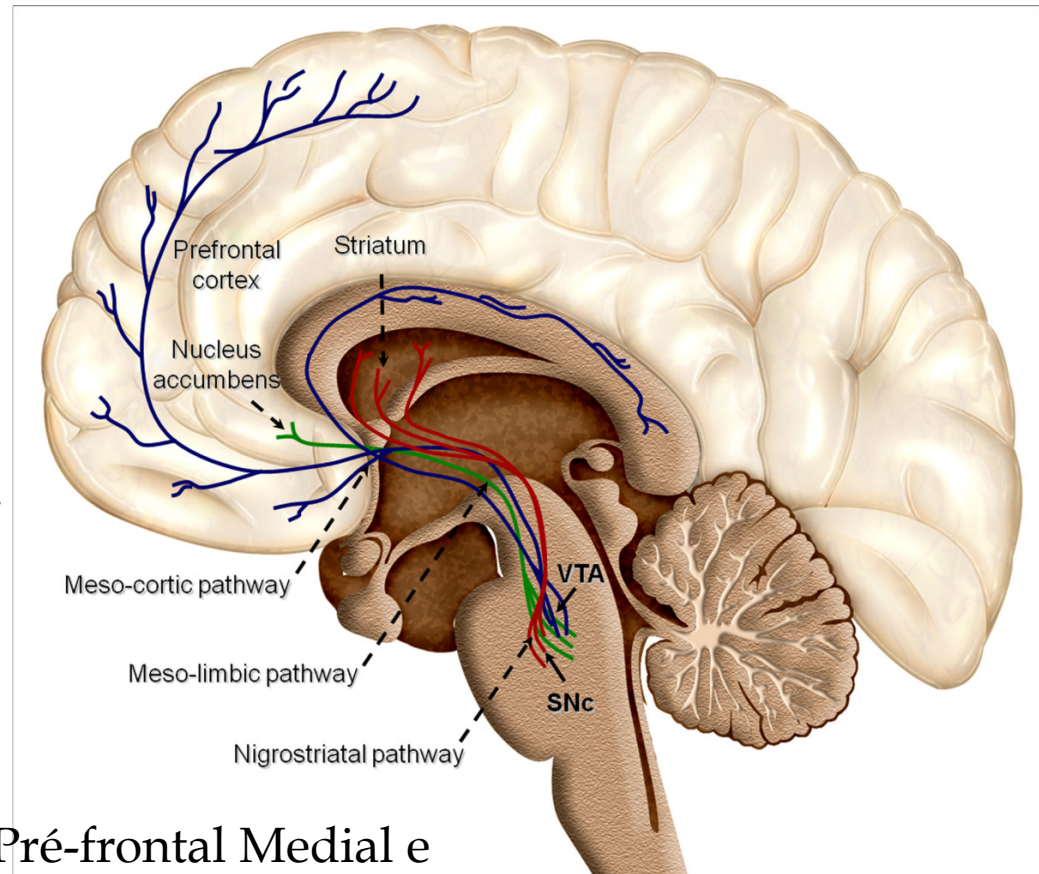
## Sistema Mesolímbico - Recompensa

*Projeções do VTA* para ACC, OBFm  
Amígdala, Hipocampo e Accumbens.

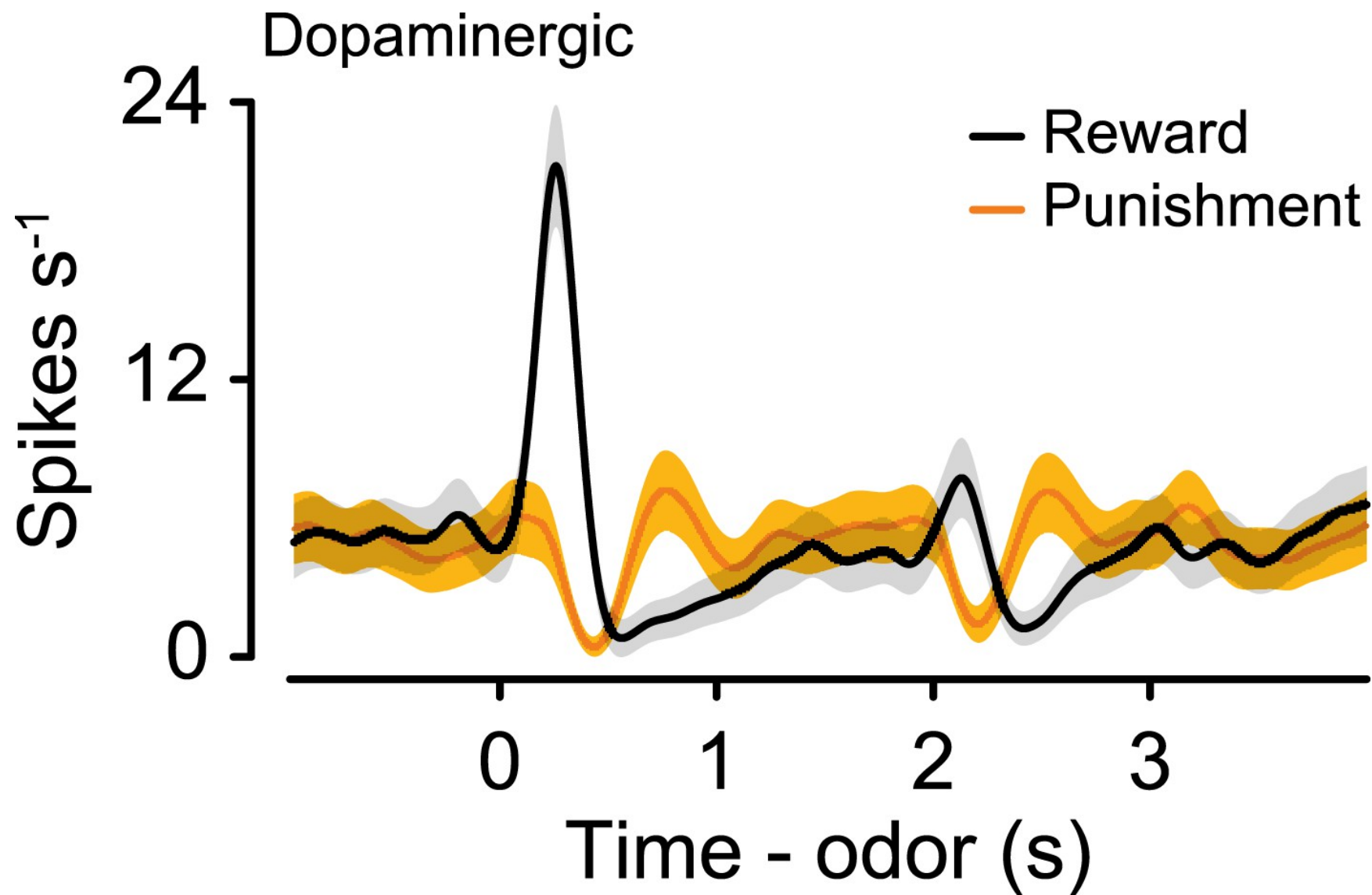
## Sistema Nigroestriatal - Saliência

## Sistema Mesocortical

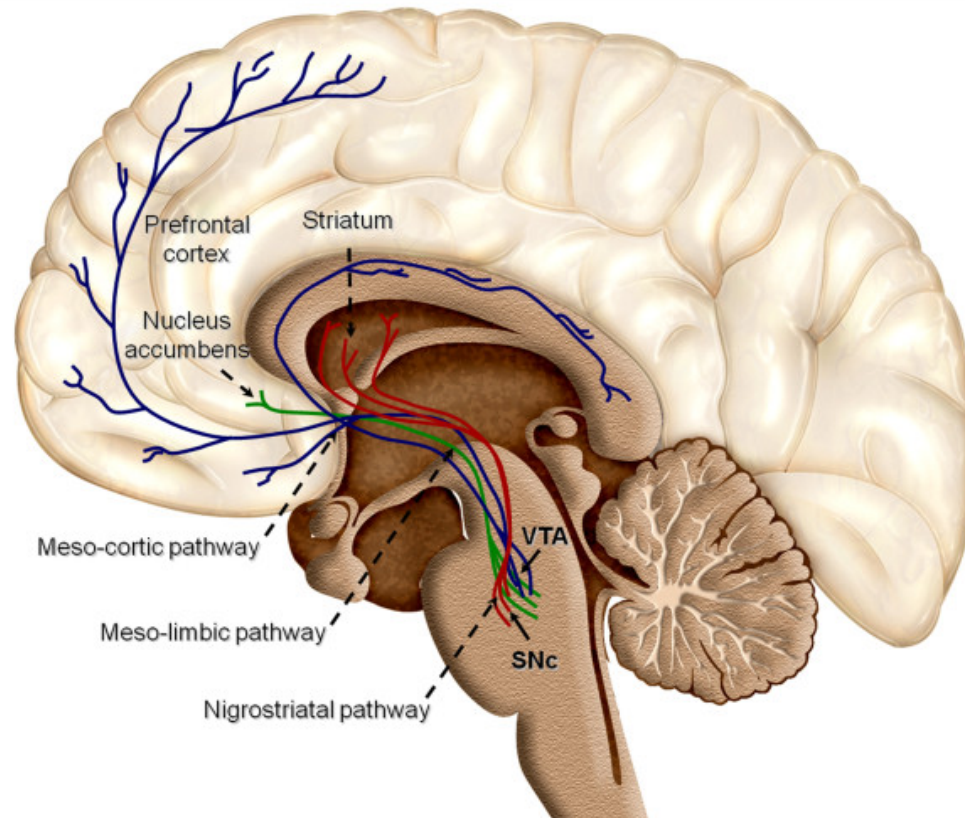
Projeções importantes para o Córtex Pré-frontal Medial e Neocórtex







# Sistema Dopaminérgico



Sistema de Recompensa envolve a via dopaminérgica mesolímbica (Área tegumentar ventral → Núcleo Acumbens)

Núcleo acumbens é considerado um elemento chave na integração das emoções com as ações motoras voluntárias.

# Sistemas de Recompensa

Dopamine and Brain Reward: Understanding How the Brain Responds to Natural Rewards and Drugs of Abuse

<https://www.youtube.com/watch?v=7VUIKP4LDyQ>