

Neuroimagem em Dependência Química

Profª Drª Patricia Rebello Teles
Curso de Formação de
Terapeutas em Dependência
Química

Mestre e Doutora em Física
Terapeuta em Dependência
Química



CLÍNICA
JORGE
JABER



Ao final da aula o aluno dever estar apto a:

- Consolidar o conteúdo da aula "Neurociência devido ao uso de substâncias psicoativas" (13/10/2025)
- Entender os princípios básicos dos métodos de diagnóstico por imagem:
 - a Física que possibilita a construção de aparelhos como PET, MRI, Raios-X etc.
 - como centros de pesquisa, como o CERN (Centro Europeu para Pesquisas Nucleares - Suíça), contribuem para o desenvolvimento desses equipamentos.
- Reconhecer que existem alterações cerebrais significativas relacionadas ao consumo de substâncias psicoativas, assim como a outras adicções (uso celular, internet, comida etc)

Revisão da aula de 13/10/2025

- OMS considera o consumo de substâncias psicoativas como um problema de saúde pública mundial (doença crônica).
 - Afeta economicamente os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Mercado	Valor
Cannabis	\$ 183 bilhões a \$ 287 bilhões
Cocaína	\$ 94 bilhões a \$ 143 bilhões
Opiáceos	\$ 75 bilhões a \$ 132 bilhões
ATS *	\$ 74 bilhões a \$ 90 bilhões
Total Global	\$ 426 bilhões a \$ 652 bilhões

*Do inglês “Anphetamine-type Stimulants” – Estimulantes derivados da Anfetamina
Fonte: Global Financial Integrity, 2017.

- Os 27 membros da União Europeia, passaram a incluir atividades ilícitas como tráfico de drogas e contrabando no cálculo do PIB.
- Pobreza, pouca educação e marginalização social são fatores importantes que aumentam o risco de ocorrência de transtornos associados ao uso de Drogas => prejudica os índices de educação, segurança e saúde.

Crime Transnacional	Valor estimado Anual (US\$)
Trafico de Drogas	\$ 426 bilhões a \$ 652 bilhões
Tráfico de Armas de Pequeno Porte	\$1,7 bilhões a \$ 3,5 bilhões
Tráfico Humano	\$150,2 bilhões
Tráfico de Órgãos	\$ 840 milhões a \$1,7 bilhões
Tráfico de Propriedade Cultural	\$ 1,2 bilhões a \$ 1,6 bilhões
Falsificação / Pirataria	\$ 923 bilhões a \$1,13 trilhões
Comercio Ilegal de Vida Silvestre	\$ 5 bilhões a \$ 23 bilhões
Pesca Ilegal	\$ 15,5 bilhões a \$ 36, 4 bilhões.
Registro Ilegal	\$ 52 bilhões a \$157 bilhões
Mineração Ilegal	\$ 12 bilhões a \$ 48 bilhões
Roubo de Petróleo Bruto	\$ 5,2 bilhões a \$11,9 bilhões
Total	\$ 1,6 trilhões a \$ 2,2 trilhões

Fonte: Global Financial Integrity, 2017.



- **Por que usar drogas e álcool?**

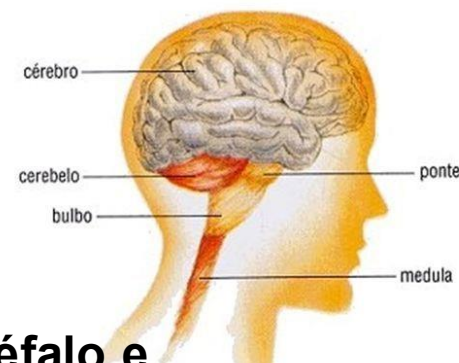
Porque elas dão prazer pronto, fácil, rápido e constante, para saciar nossa busca insaciável por conquistas e felicidade.

- **E como elas dão prazer? (cientificamente!!)**

Porque eles atuam direta ou indiretamente sobre o sistema límbico, também conhecido como sistema de recompensa



SISTEMA NERVOSO CENTRAL



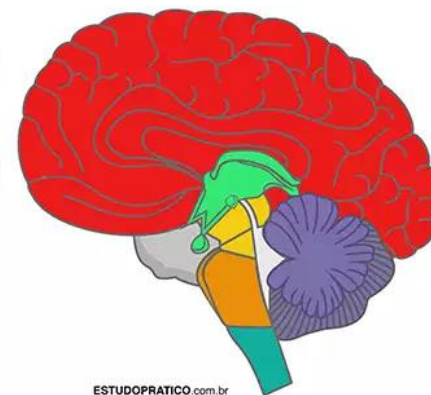
Formado pelo **encéfalo** e pela **medula espinhal**

Encéfalo é formado pelo cerebelo, tronco encefálico e cérebro.

Cérebro { Telencéfalo
Diencefalo

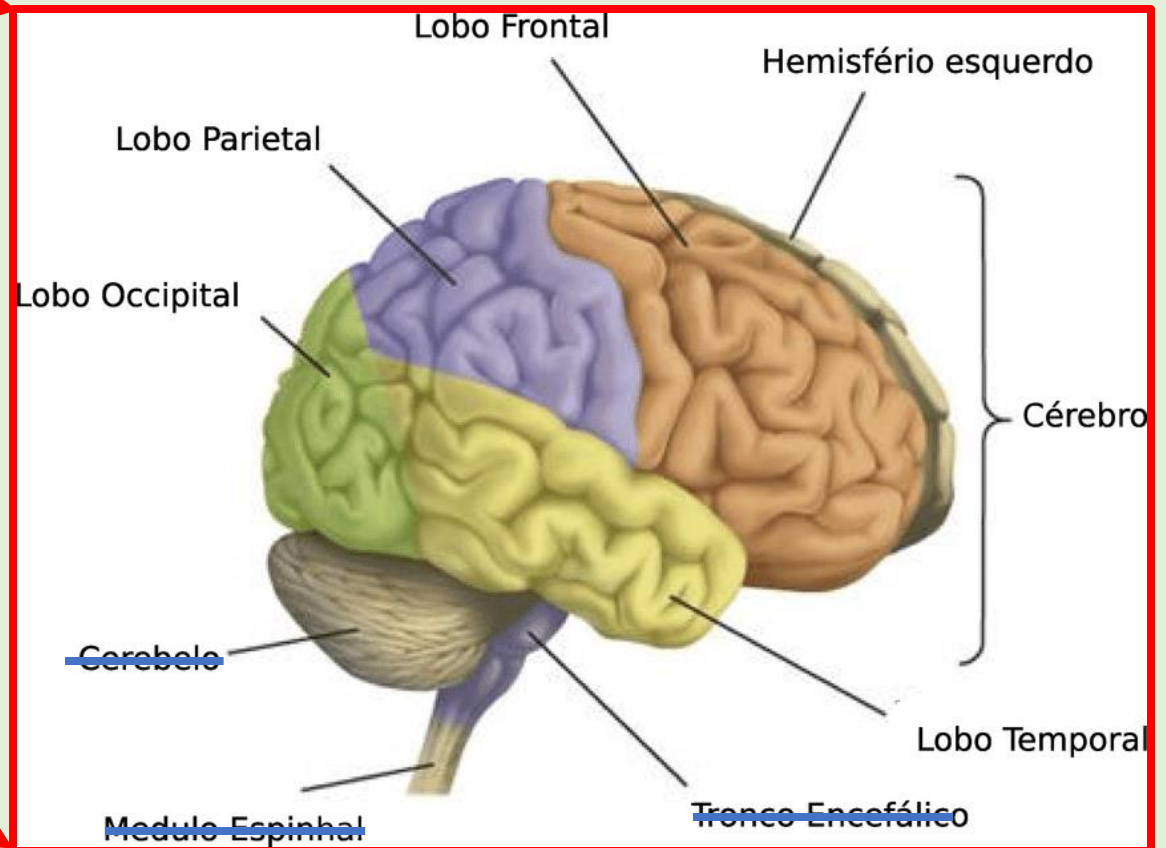
Tronco Encefálico { Mesencéfalo
Ponte
Bulbo

Cerebelo { Cerebelo



ESTUDOPRATICO.com.br

O **cérebro** é dividido por uma fissura longitudinal em 2 hemisférios, e é formado por diferentes estruturas, com funções diferentes.

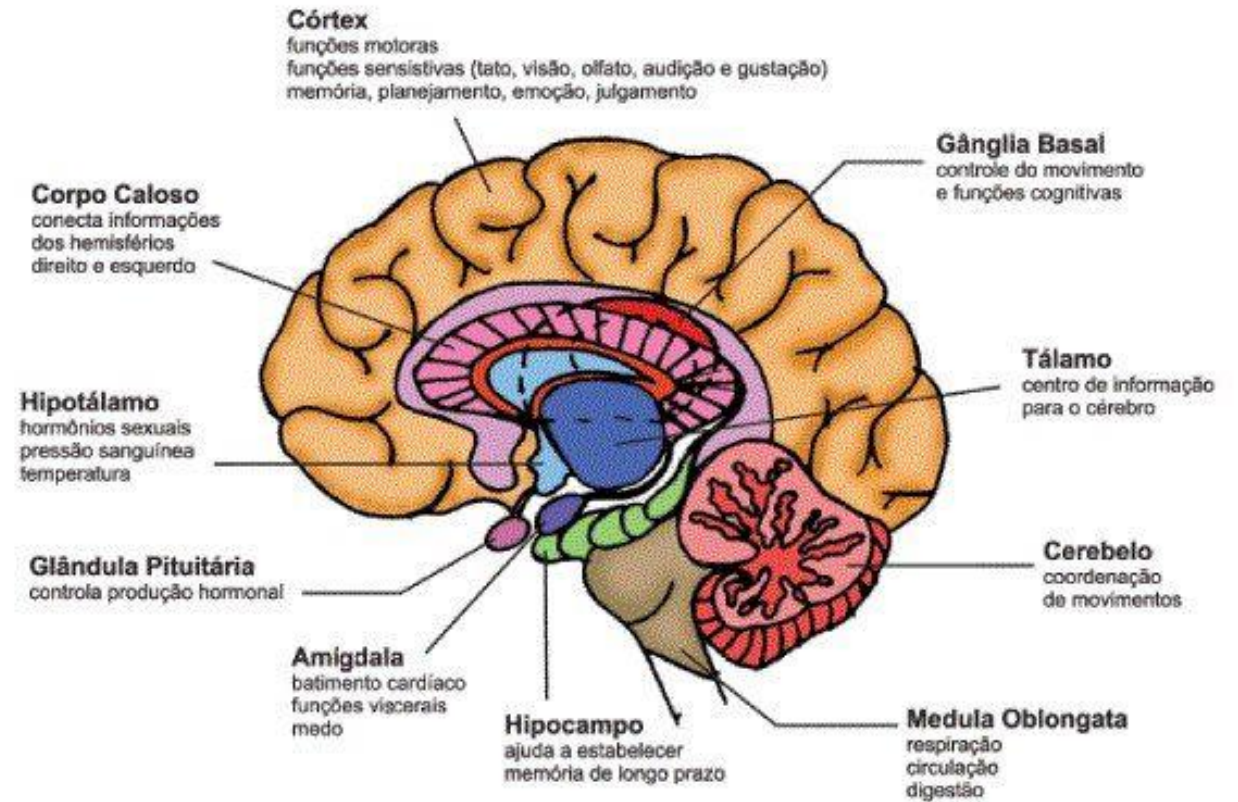


Obs: Há uma sofisticada e densa conexão entre as estruturas cerebrais, como em uma orquestra.



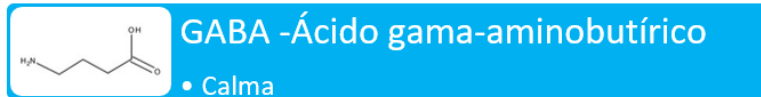
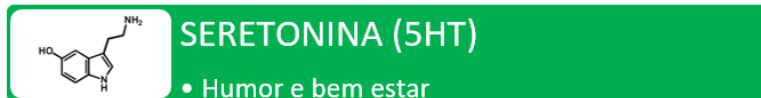
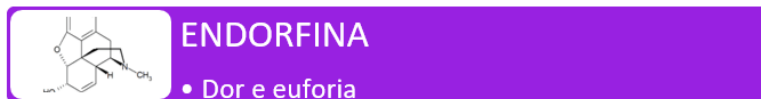
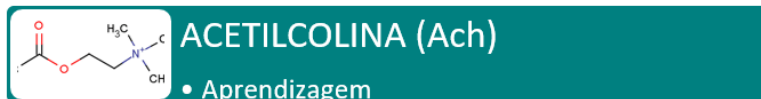
Algumas das principais estruturas do **encéfalo** e suas funções

adaptado por mindasks.blogspot.com



PRINCIPAIS NEUROTRANSMISSORES

@VTMNEURODIAGNOSTICO



- Agem como uma chave e o local do receptor age como um bloqueio => **leva a chave certa para abrir bloqueios específicos.**
- Se o neurotransmissor for capaz de funcionar no local do receptor, ele provocará mudanças na célula receptora.



As DROGAS e o ALCOOL
impactam o funcionamento dos
neurotransmissores no cérebro!!

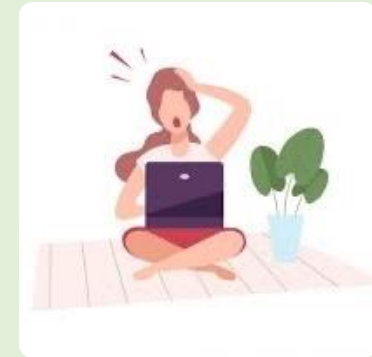
Adicção em drogas é uma doença crônica e essa concepção foi confirmada pelo estudo do cérebro de adictos através de imagens cujas técnicas possibilitaram entender os efeitos neurobiológicos das drogas.

Neuroimagem Estrutural

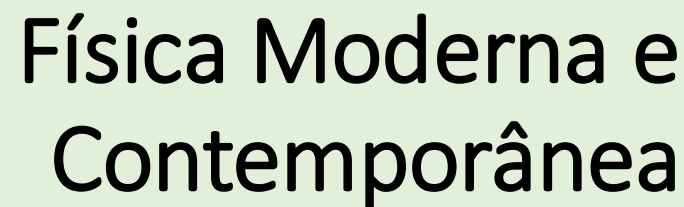
- Tomografia computadorizada (TC)
- Ressonância magnética (RM)

Neuroimagem Funcional

- Atividade Cerebral
 - Tomografia por emissão de pósitrons (PET)
 - Tomografia por emissão de fóton único (SPECT)
 - Ressonância magnética funcional (RMf)
- Neuroquímica Cerebral
 - Tomografia por emissão de pósitrons (PET)
 - Tomografia por emissão de fóton único (SPECT)
 - Espectroscopia

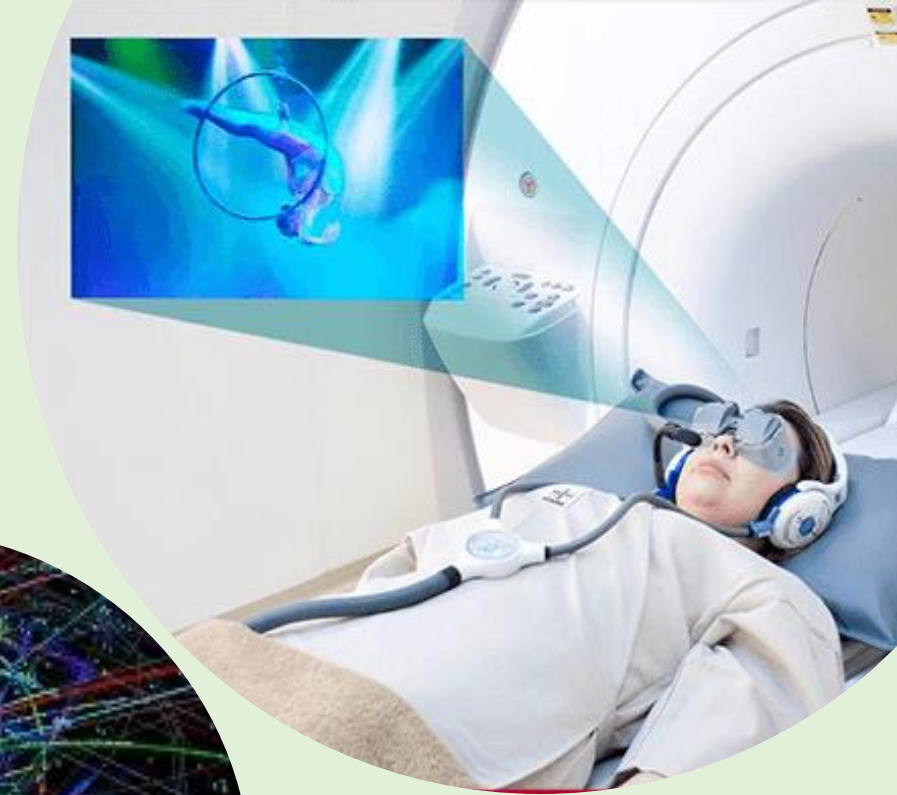






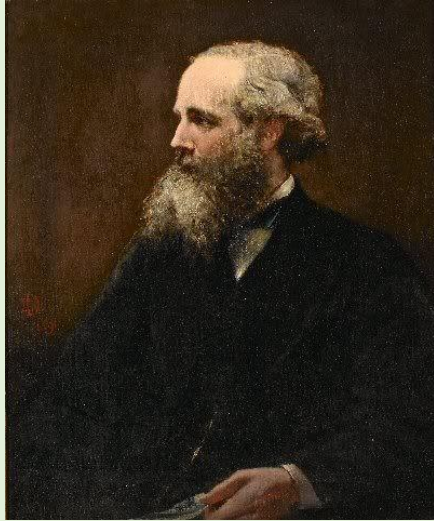
- conjunto de teorias surgidas no começo do século XX, principiando com a **Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade** e as alterações no entendimento científico daí decorrentes, bem como todas as teorias posteriores.

- Seu impacto inaugurou um novo período que modificou não somente a nossa visão de mundo, mas a visão da própria Física e das tecnologias.



Para informação de vcs!!

Não se preocupem com a matemática!!



$$\begin{aligned}\vec{\nabla} \times \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{E} &= 4\pi\rho \\ \vec{\nabla} \times \vec{B} &= 4\pi\vec{j} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{B} &= 0\end{aligned}$$

- Em 1860, James Clerk Maxwell descobriu que as leis empíricas da eletricidade e do magnetismo podiam ser resumidas em um sistema de quatro equações matemáticas que mais tarde vieram a ser conhecidas como **Equações de Maxwell**.

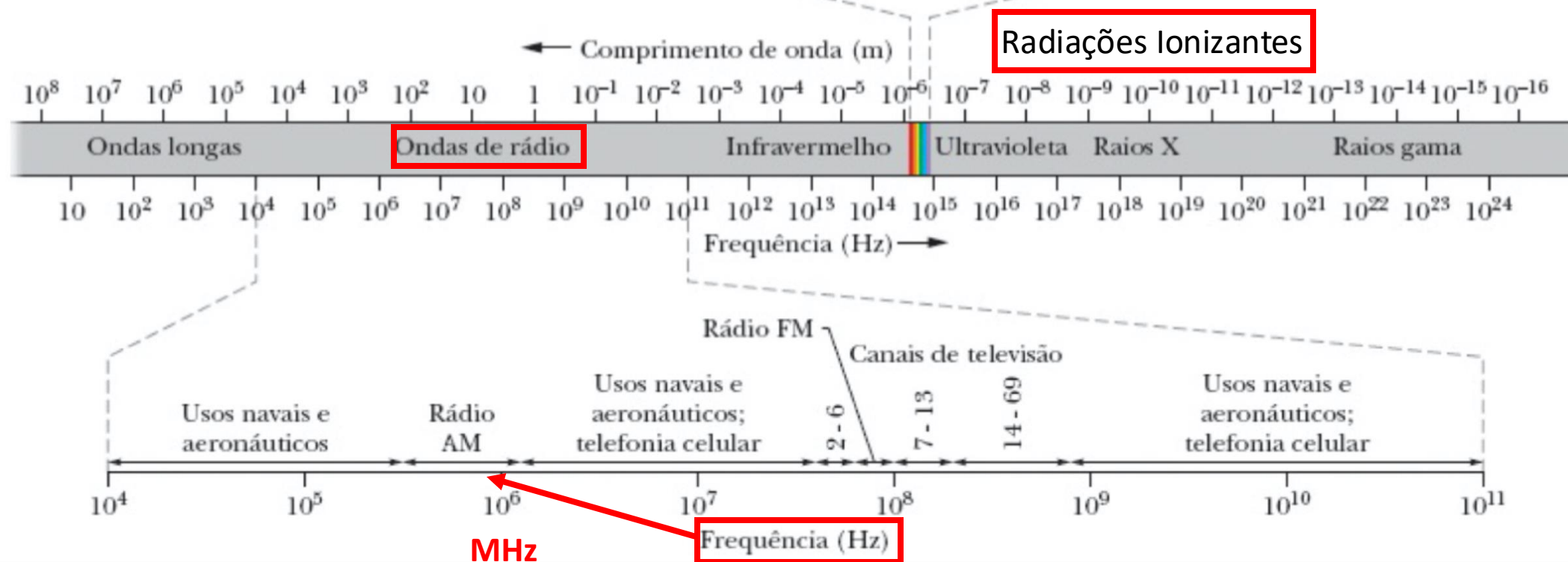
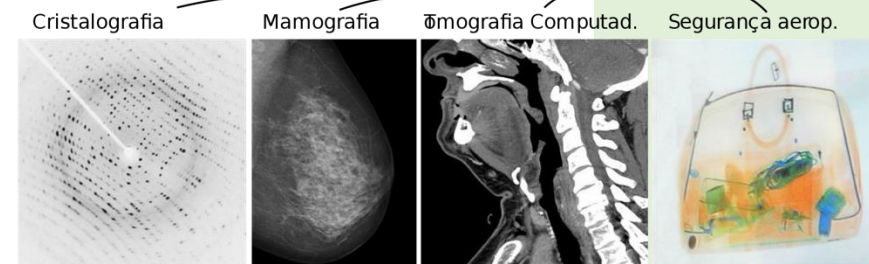
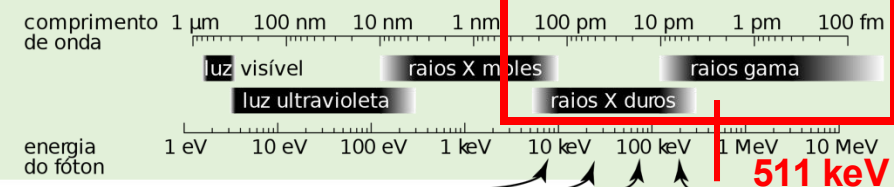
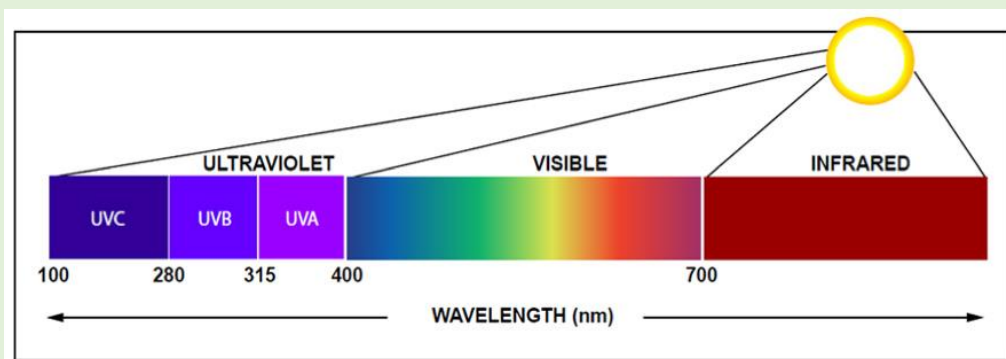
- As Equações de Maxwell são **compatíveis com uma equação de onda com velocidade de propagação constante** que podia ser escrita em termos de duas constantes do eletromagnetismo conhecidas experimentalmente na época: a permissividade do vácuo ϵ_0 e a permeabilidade do vácuo μ_0 , respectivamente.

$$c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0} \approx 300.000 \text{ km/s}$$

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{k} \text{ operador Laplaciano}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{A} \equiv \text{rotacional de um vetor } \vec{A}$$

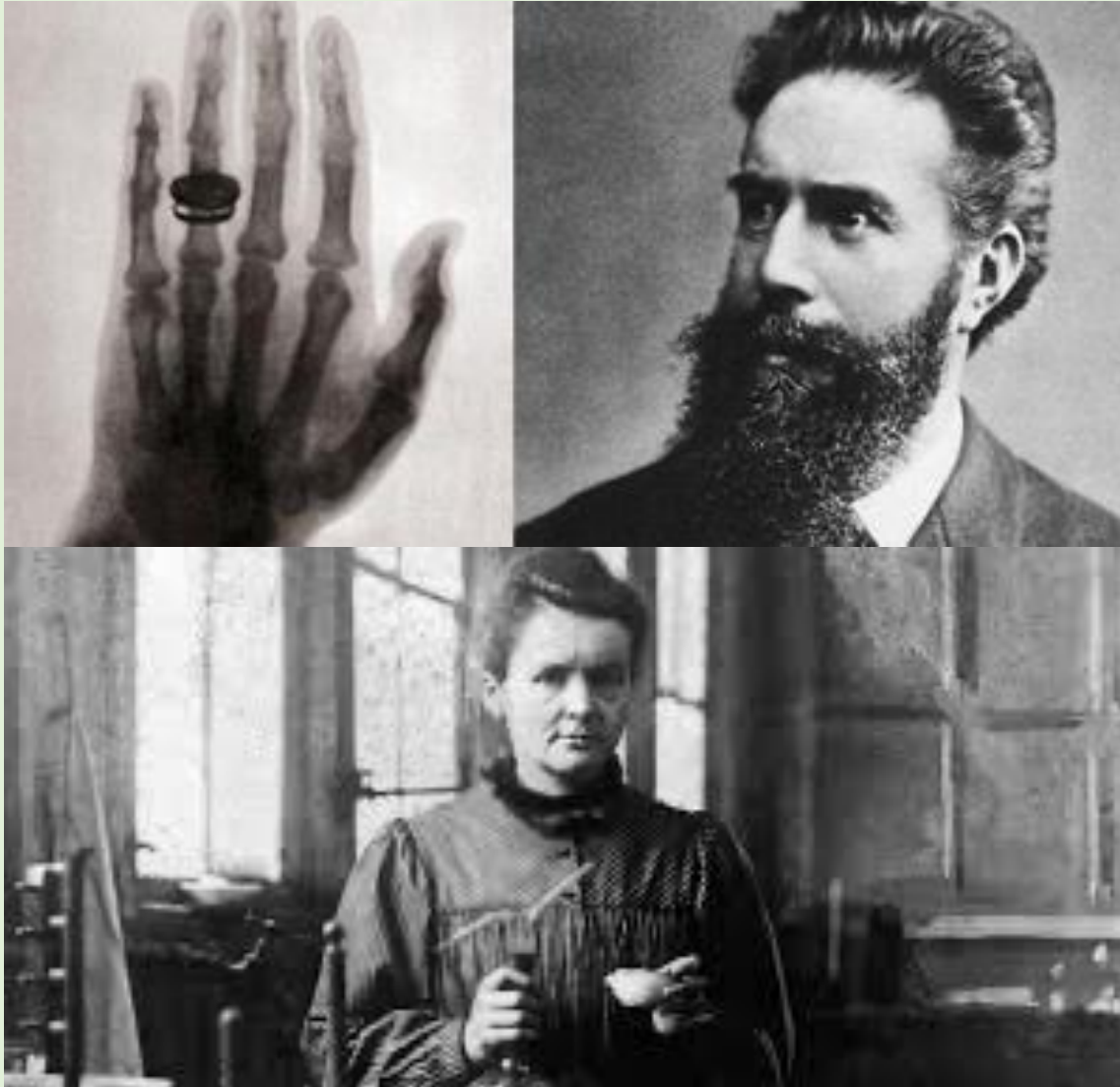
$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} \equiv \text{divergente de um vetor } \vec{A}$$



Radiações Ionizantes

Espectro Eletromagnético

luz é uma onda eletromagnética que viaja com velocidade c

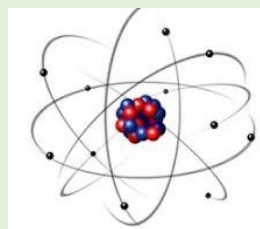


Os estudos experimentais com os gases rarefeitos permitiram por exemplo:

- descoberta dos raios X (Wilhelm Roentgen, 1895)
- descoberta da radioatividade (Henri Becquerel (Urânio) e Madame Curie (Radium) , 1896)
- descoberta do elétron (J.J. Thomson, 1897)



$$E_n(\nu) = nh\nu$$



Primórdios da Física Quântica (teoria):

- **Quantização da energia de Planck** para explicar o **efeito fotoelétrico** (Einstein, 1905)
- Atomo constituído de um núcleo, de carga positiva, rodeado por elétrons (Ernst Rutherford, 1908-1911); **Modelo atômico de Bohr** explica as **séries espectroscópicas do hidrogênio** (Niels Bohr, 1913)
- **Dualidade onda-partícula**, isto é, dependendo das circunstâncias, um elétron, ou outra partícula, pode se comportar como partícula ou como onda (Louis de Broglie, 1924)
- **Equação de Schrödinger** como consequência de alguns resultados experimentais (efeito fotoelétrico e efeito Compton) (1926, Erwin Schrödinger) determina as regiões mais prováveis de se encontrar um elétron em volta do núcleo atômico.
- **Princípio de incerteza:** não seria possível determinar, ao mesmo tempo e com total precisão, a posição e a quantidade de movimentos das partículas quânticas (Werner Heisenberg, 1925)

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi + V\Psi = i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t}$$

$$E(n) = -\frac{1}{n^2} \cdot 13,6 \text{ eV}$$



$$\lambda = h/p$$

$$f = E/h$$



$$\Delta x \Delta p \geq \hbar$$

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar$$

$$\hbar \equiv \frac{h}{2\pi}$$

Mecânica Quântica Relativística: une a mecânica quântica com a relatividade restrita

Equação de Dirac: propõe teoricamente a **existência das anti-partículas**

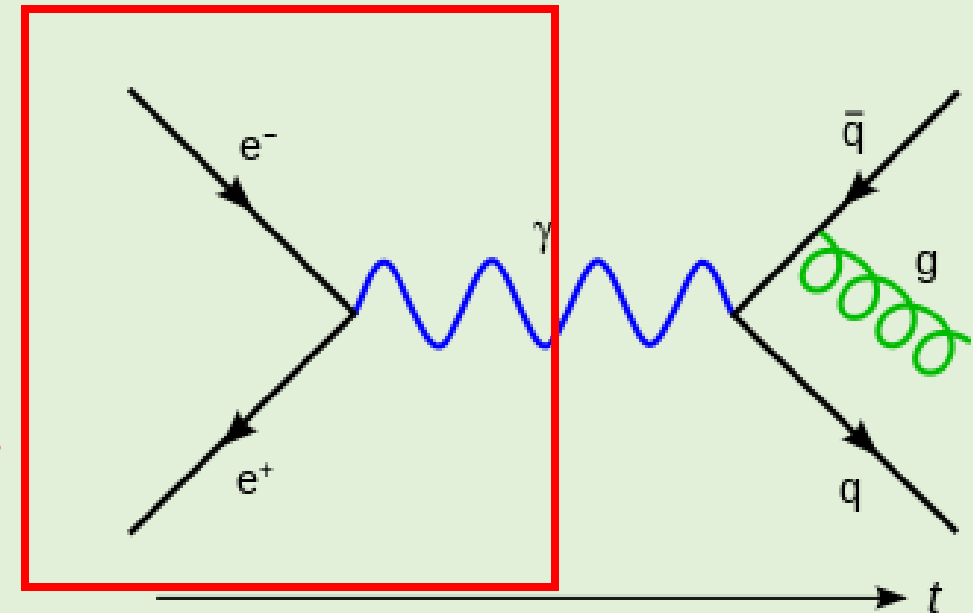
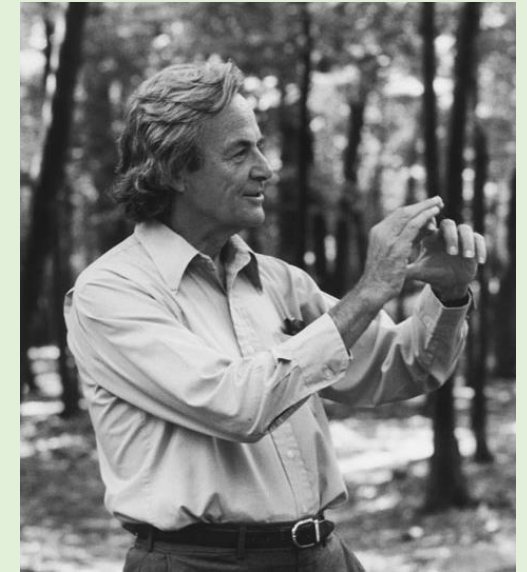
Quantização dos campos de partículas: os diagramas de Feynman ajudam a visualizar os processos de criação e aniquilação de (anti) partículas e suas interações.

Desenvolvimento teórico em conjunto com resultados experimentais:

importante para o progresso da Física no Séc XX.

Séc. XXI:

antigas e novas questões, Big Data, AI..



**“aniquilação elétron-
pósitron”**

**pósitron é a
antipartícula do elétron**

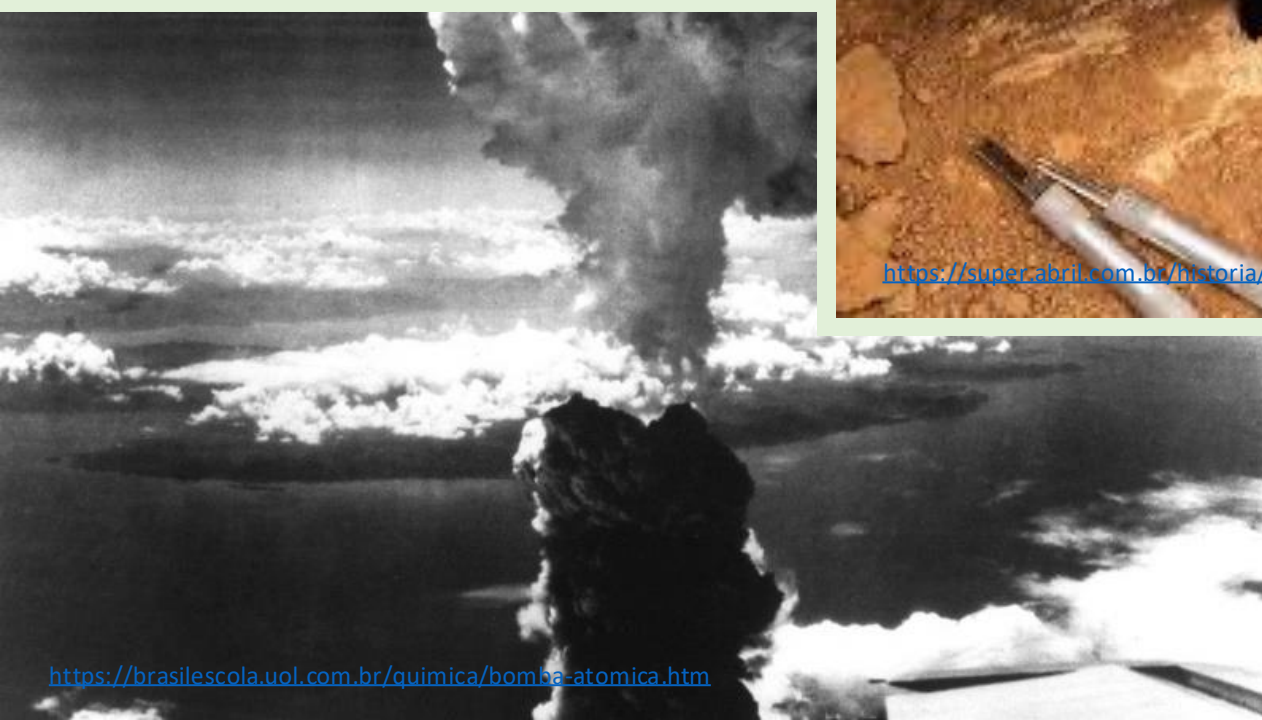
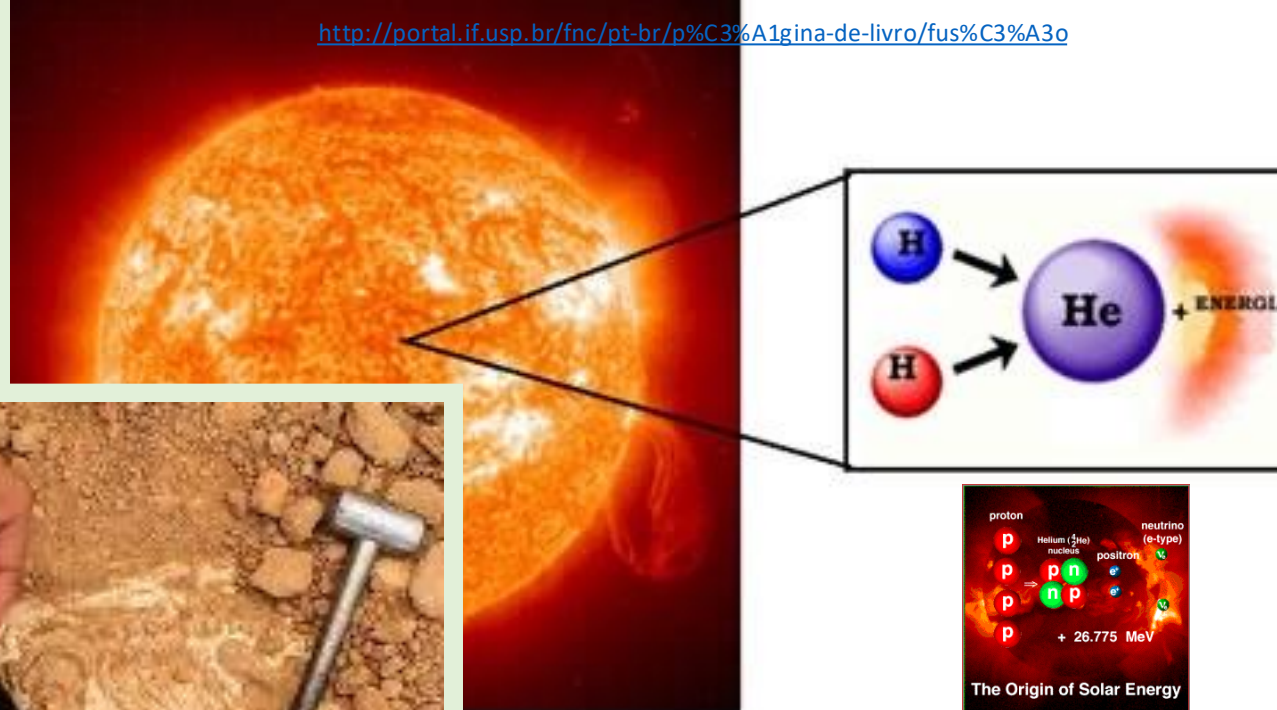
“A teoria quântica não mudou apenas as idéias dos cientistas sobre o comportamento da matéria, mudou a própria idéia de matéria.”

“As verdadeiras revoluções científicas são aquelas que além de ampliar os conhecimentos existentes, se fazem também acompanhar de uma mudança nas idéias básicas sobre a realidade.”

Paul Davies

<https://super.abril.com.br/ciencia/a-revolucao-da-teoria-quantica/>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A2nica_qu%C3%A2ntica

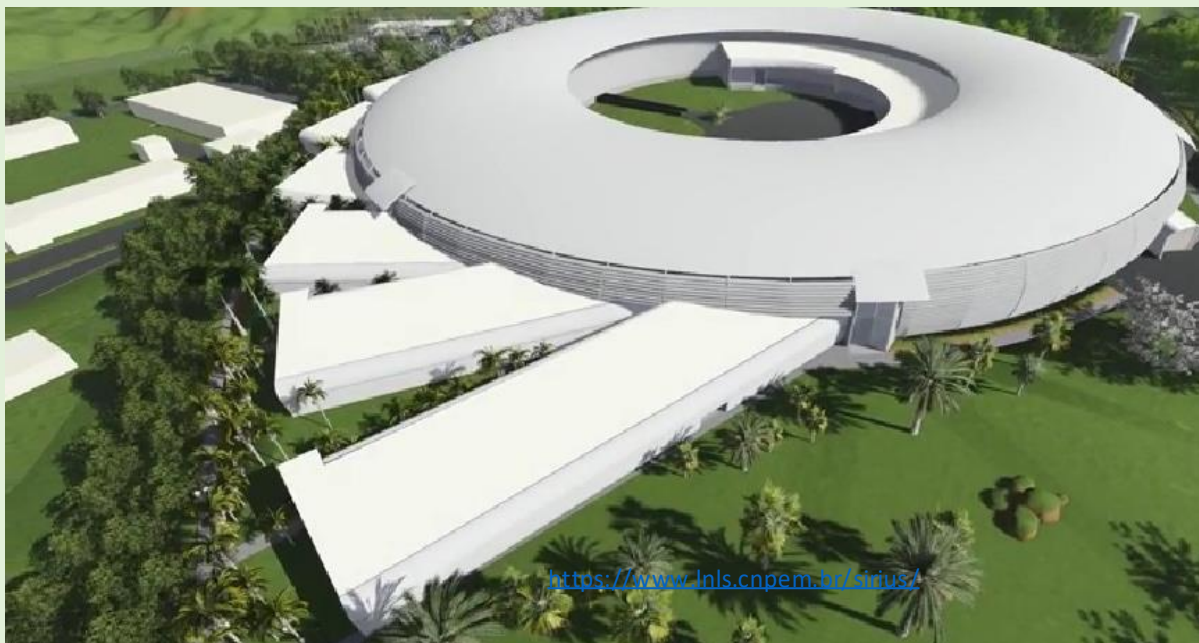




<https://www.scielo.org/article/rpsp/2006.v20n2-3/134-142/pt/>



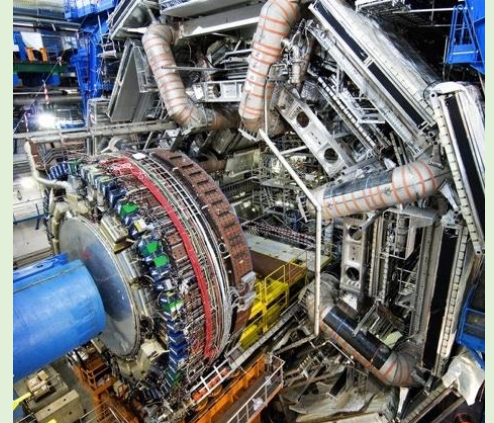
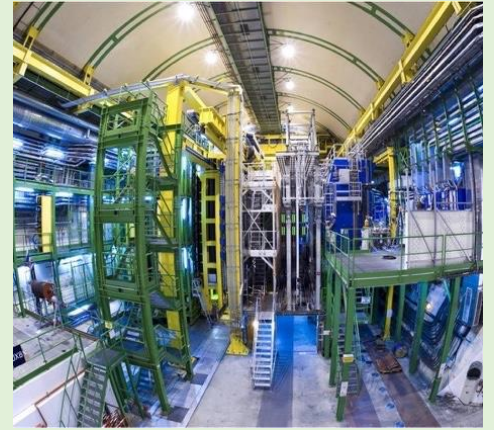
<https://www.youtube.com/watch?v=CmMOQa-VCHU>



<https://www.lnls.cnpem.br/sirius/>



<https://mundoconectado.com.br/noticias/v/13993/veja-como-e-o-supercomputador-mais-rapido-do-mundo>



Detectores e Magnetos:

- contribuição do Centro Europeu para Pesquisas Nucleares (CERN - Suíça) e de outros institutos de pesquisa pelo mundo em física, engenharia, química e eletrônica.

Typical image quality of positron emission tomography (PET) in the mid-2000's



58 kg

89 kg

127 kg

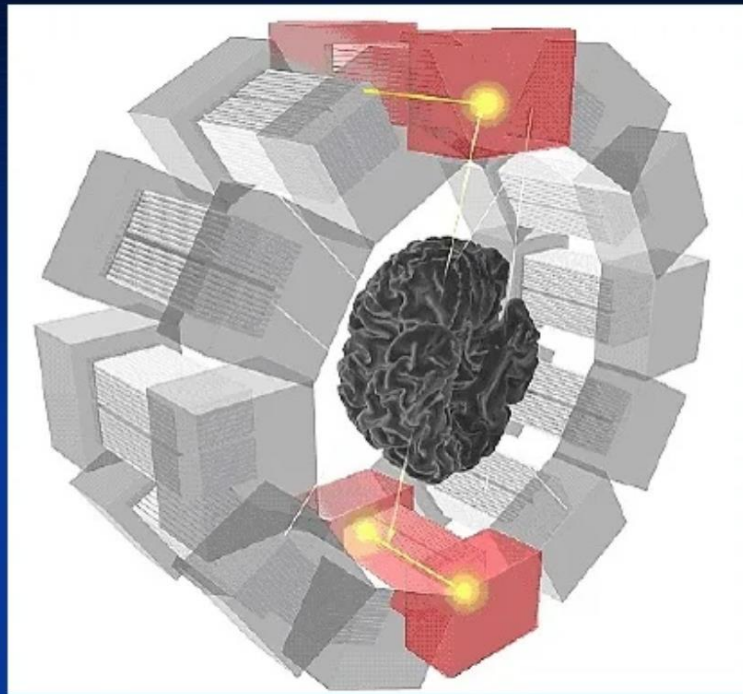
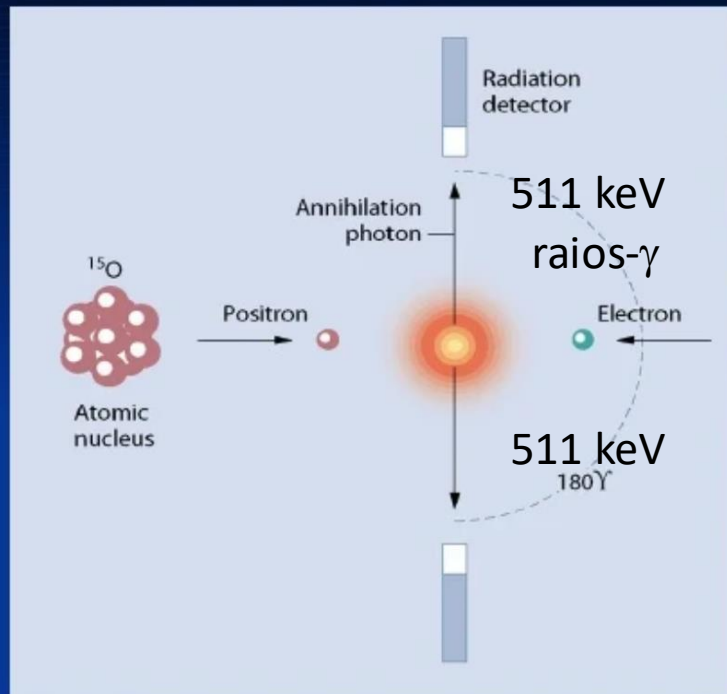
Today: SiPM-based PET is the state-of-the-art

Typical image quality of PET scanners using silicon photomultipliers (SiPM)



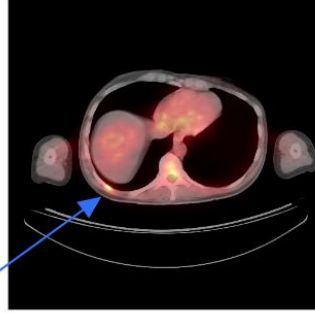
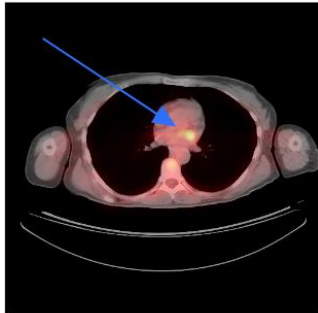
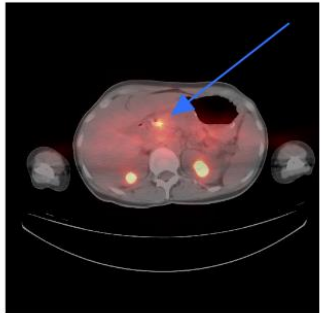
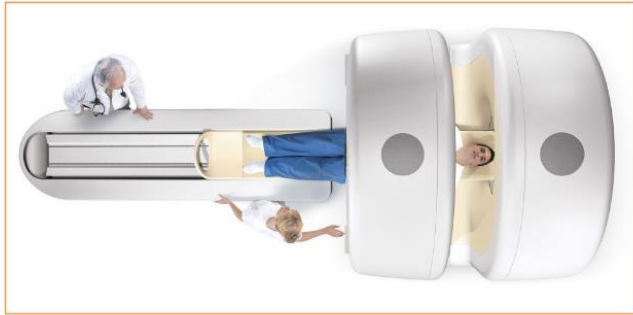
Tomografia Computadorizada por emissão de pósitron (PET)

Positron Emission Tomography (PET)



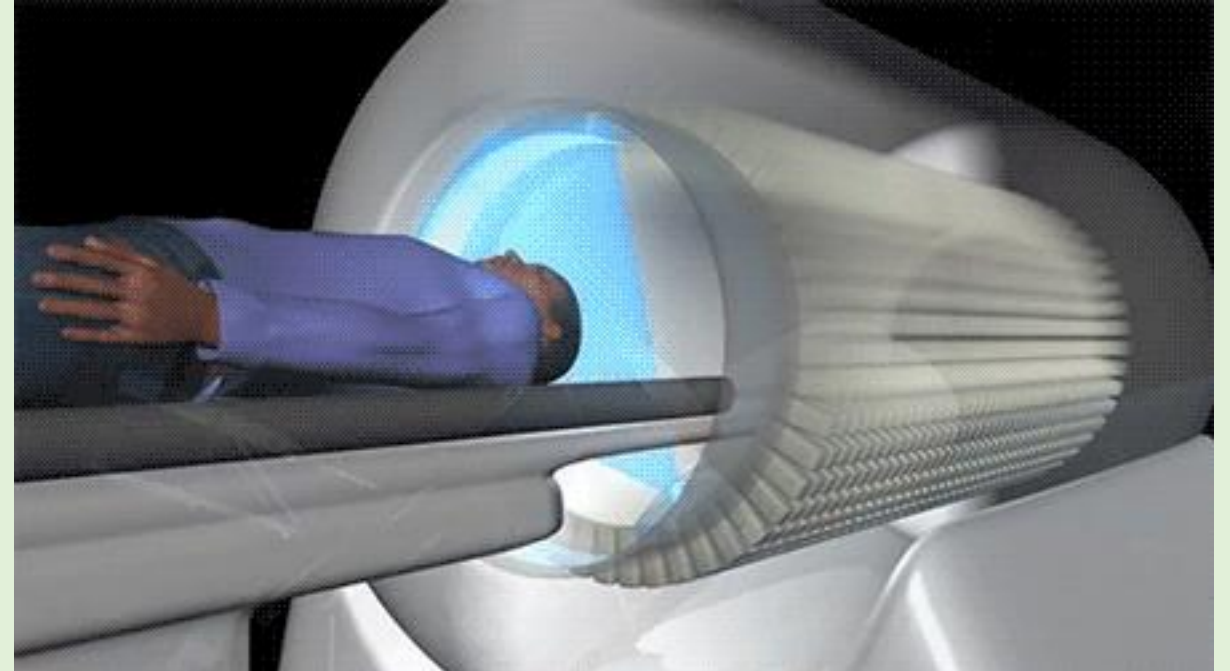
- usa radionuclídeos que decaem pela emissão de pósitrons interagem com elétrons próximos, sofrem aniquilação, liberando energia na forma de dois fótons de raios gama emitidos em direções e ângulos opostos entre si (ca. 180°) e uma energia distinta de 511 keV.
- As câmeras PET são compostas por um anel de detectores para a detecção desses raios gama de 511 keV (conhecido como detecção de coincidência).

PET/CT



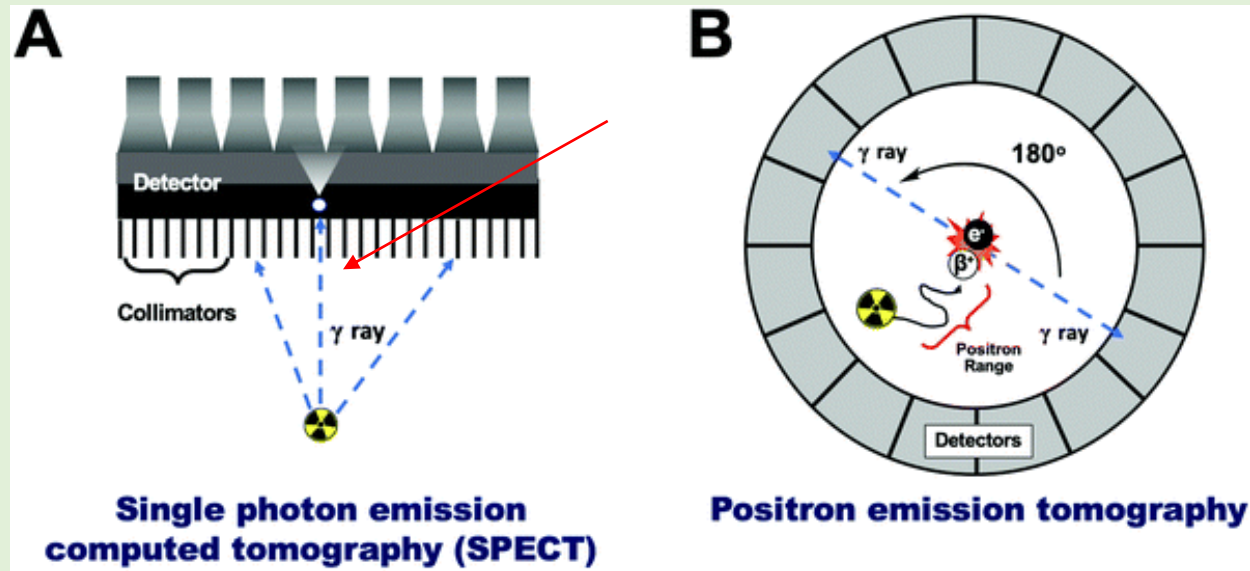
PET/CT (fused images): primary pancreatic cancer with suspicious chest wall and mediastinum lesions

Acoplando um tomógrafo por emissão de positrons (PET) a um outro multicortes por transmissão de raios X (CT): possibilidade de utilização direta das informações metabólicas fornecidas pelas imagens de PET, combinadas com as informações anatômicas presentes na tomografia computadorizada por raios X



Tomografia Computadorizada por emissão de fóton único (SPECT)

- usa radionuclídeos que emitem fótons de raios- γ durante seu decaimento radioativo com níveis de energia definidos que são detectados usando uma câmera γ .
- SPECT é realizado girando a câmera em torno do paciente para capturar as emissões γ em 3D.
- Para determinar a origem dos fótons γ , são utilizados **colimadores que permitem preferencialmente raios paralelos** (colimadores estreitos permitem imagens SPECT de alta resolução espacial).
 - o processo de colimação exclui uma quantidade significativa de fótons incidentes na diagonal. O equilíbrio entre a abertura do colimador e a resolução espacial associada geralmente determina a quantidade de radioatividade e o tempo de varredura necessários para diferentes aplicações de imagem SPECT.



Photon-Counting CT (PCCT)

Energy-resolved X-ray detection enables tissue-resolved CT imaging



Siemens NAEOTOM Alpha
photon-counting CT scanner



Clinical PCCT image,
Erasmus Medical Centre,
Rotterdam, the Netherlands

Um detector de contagem de fótons (PCD) registra as interações de fótons individuais. Ao acompanhar a energia depositada em cada interação, os pixels detectores de um PCD registram um espectro de energia aproximado, tornando-se uma técnica de CT espectral ou “resolvida em energia”.

Em contraste, os scanners de CT mais convencionais usam detectores integradores de energia (EIDs), onde é registrada a energia total (geralmente de um grande número de fótons, bem como ruído eletrônico) depositada em um pixel durante um período fixo de tempo. Esses EIDs registram, portanto, apenas a intensidade do fóton, comparável à fotografia em preto e branco, enquanto os PCDs registram também informações espectrais, semelhantes à fotografia colorida.

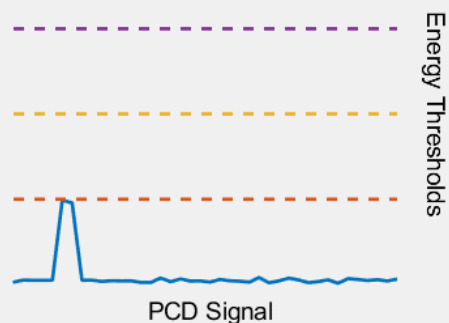
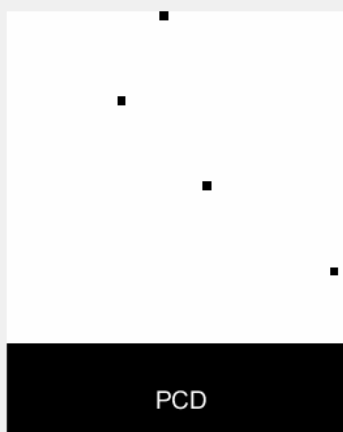
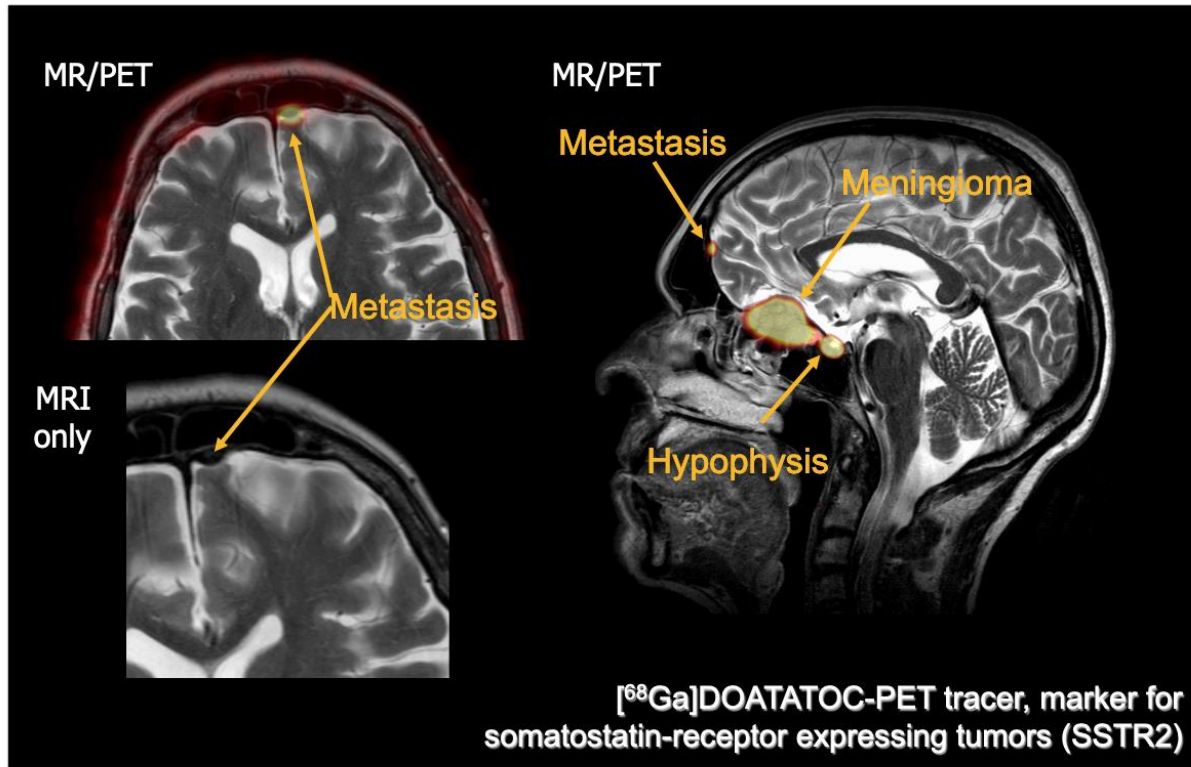


Imagem por Ressonância Magnética (MRI)

Multimodality: PET + MRI

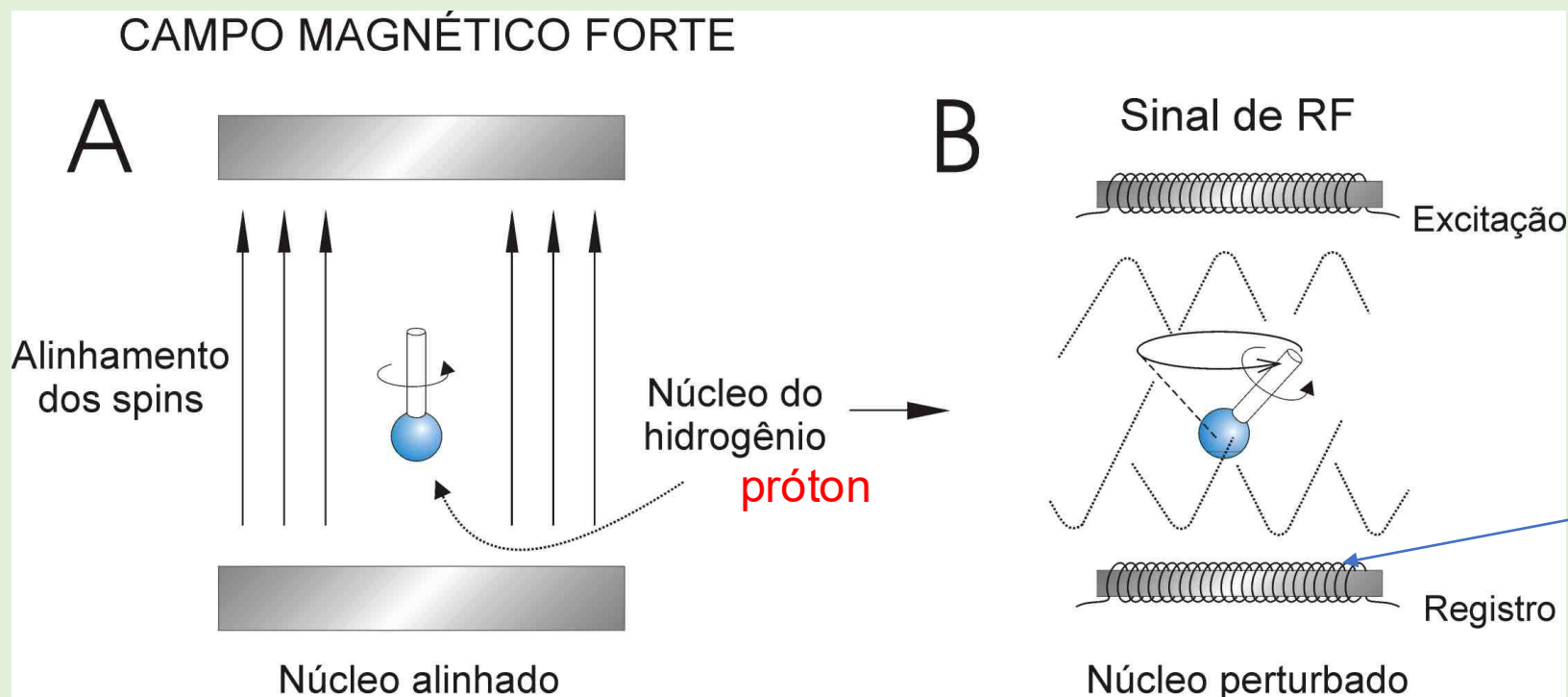


- grande avanço na medicina no que diz respeito a imagens encefálicas devido ao alto contraste de tecidos moles e à possibilidade de cortes em qualquer plano escolhido.
- princípio físico da ressonância magnética nuclear (NMR - observado em 1930-1940)
 - habilidade do núcleo atômico de absorver energia de ondas de radio

O núcleo atômico, tendo absorvido energia pelas ondas de rádio aplicadas externamente, libera esta energia como um sinal ao retornar ao seu estado de menor energia dependendo do “tempo de relaxação”

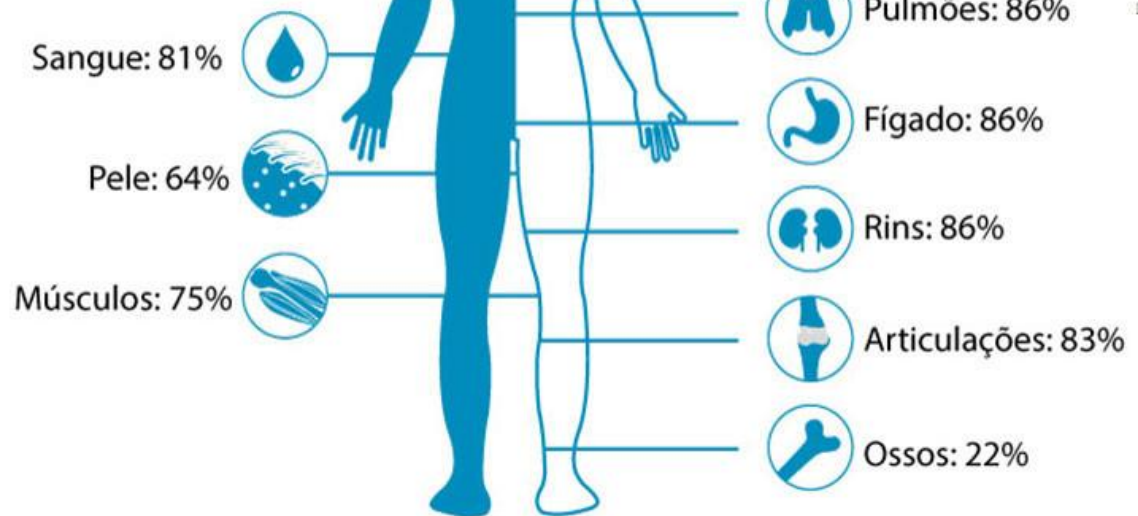
(A) átomos expostos a um campo magnético estático, forte e homogêneo => seus núcleos se comportam como magnetos (ímãs) e seus **spins** se alinham na direção do campo aplicado.

(B) O alinhamento é perturbado por um pulso curto de ondas de rádio (RF): tira os spins do núcleo de sua orientação paralela ao campo magnético e fornece energia necessária para movimentos do tipo giroscópio dos spins dos núcleos, denominados de frequência de **precessão** ($f = 42.58 \text{ MHz/Tesla}$)

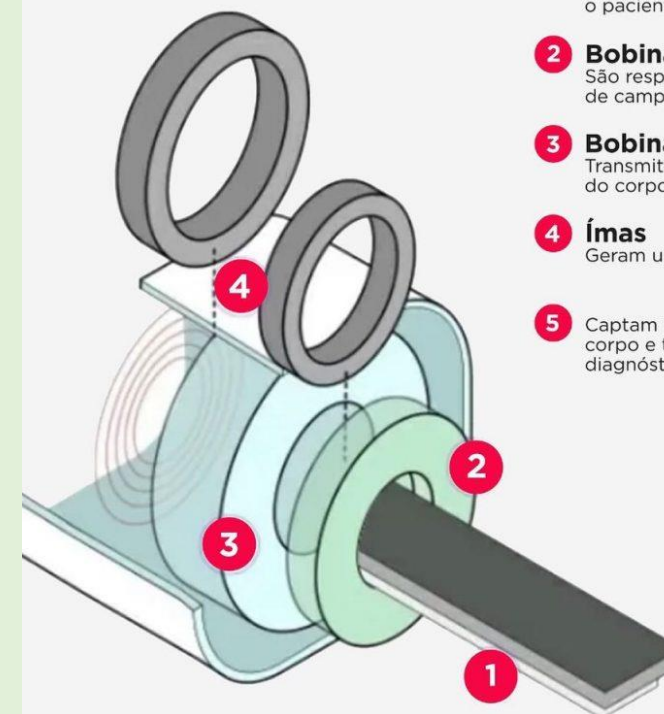


Bobinas de rádio frequência (RF): ligadas para excitar o núcleo e desligadas para registrar o sinal liberado pelo retorno ao núcleo ao estado de menor energia

Quanto de água
há em algumas
partes do corpo



COMO FUNCIONA A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA?



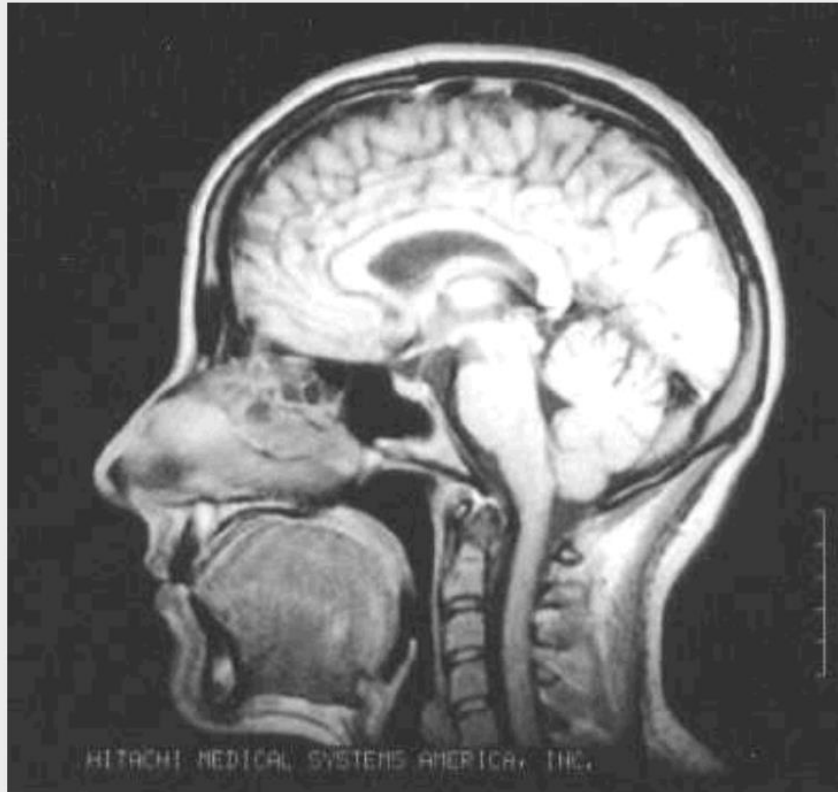
- 1 Maca**
Se move automaticamente. É onde o paciente fica durante o exame.
- 2 Bobinas de gradiente**
São responsáveis por gerar distribuição de campo magnético.
- 3 Bobinas de radiofrequência**
Transmitem e recebem sinal dos tecidos do corpo por radiofrequência.
- 4 Ímas**
Geram um forte campo magnético.
- 5** Captam moléculas de hidrogênio do corpo e transformam em imagens para diagnóstico.



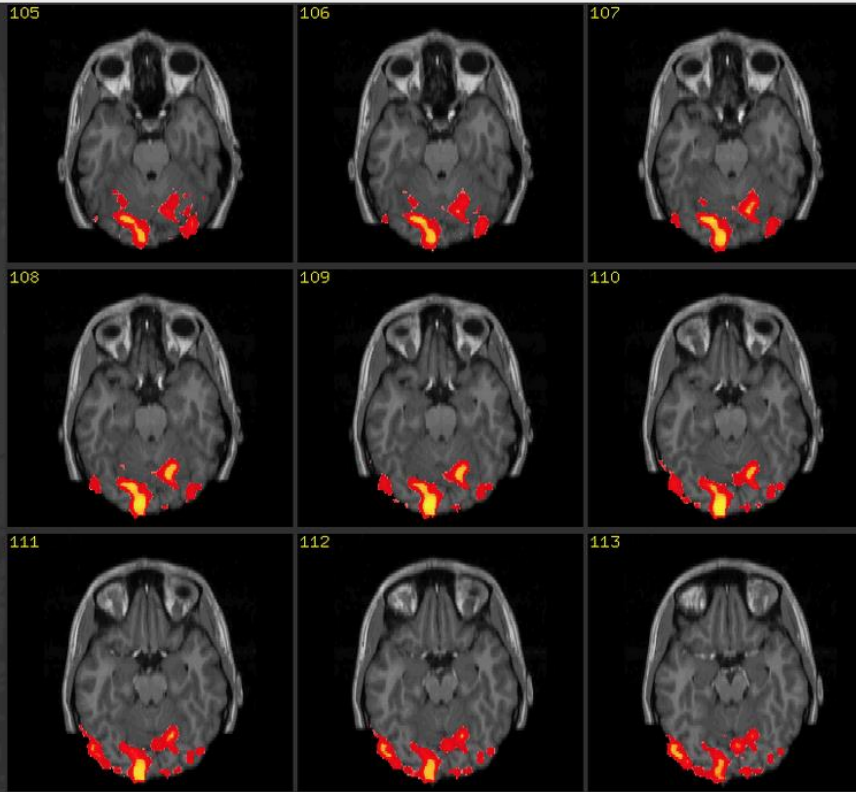
Como diferentes lugares do corpo contêm diferentes quantidades de água, a ressonância magnética detecta os campos eletromagnéticos dos átomos nas moléculas de água e usa isso para determinar diferenças na densidade e na forma dos tecidos em todo o corpo. A **taxa com a qual um núcleo volta ao seu estado de energia mais baixa é chamada de relaxação** (T1 (spin-lattice) e T2 (spin-spin), influenciados pelas condições locais do tecido).

<https://www.tecgraf.puc-rio.br/visualcortex/Fundam.htm>

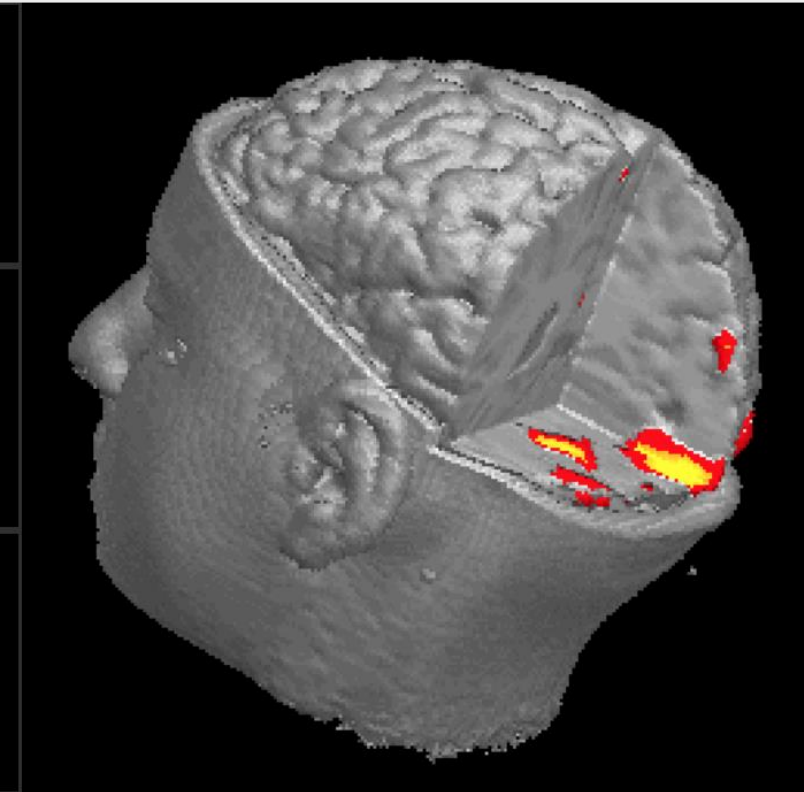
Imagem por Ressonância Magnética funcional (fMRI)



MRI image of head (single slice)
from <http://www.midwest-medical.net/mri.sagittal.head.jpg>



Temporal Sequence of FMRI scans (single slice)
from http://www.fmrib.ox.ac.uk/fmri_intro/brief.html



Three Dimensional Image of Brain Activation
from http://www.fmrib.ox.ac.uk/fmri_intro/brief.html

As varreduras de fMRI usam os mesmos princípios básicos da física atômica que as varreduras de MRI, mas a **MRI varre a estrutura anatômica da imagem** enquanto a **fMRI se ocupa da função metabólica da imagem**. Assim, as imagens geradas pelos exames de ressonância magnética são como imagens tridimensionais da estrutura anatômica. As imagens geradas pelos exames de fMRI são imagens da atividade metabólica dentro dessas estruturas anatômicas.

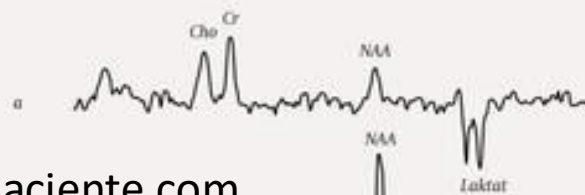
- capaz de detectar pequenas alterações no fluxo sanguíneo e oxigenação de tecidos cerebrais em que ocorre ativação neuronal.
- Dentre as técnicas utilizadas em fMRI, a mais empregada atualmente baseia-se no chamado efeito Bold (*Blood Oxygenation Level Dependent*): baseia-se no nível de oxigenação do sangue. O uso da técnica Bold é tão difundido atualmente que sempre que se fala em fMRI, considera-se, implicitamente, que o método seja esse, a não ser que um outro seja especificado.
 - ativação neuronal leva a um aumento no consumo de ATP (adenosina trifosfato), o que implica em um aumento na demanda por glicose e oxigênio. Para suprir a necessidade desses substratos básicos, ocorre uma elevação do nível de perfusão local, ou seja, um aumento localizado de atividade neuronal leva a um aumento local no volume e no fluxo de sangue . Essas alterações fisiológicas associadas à atividade cerebral acabam sendo fundamentais para a fMRI em razão das propriedades magnéticas da hemoglobina (Hb), componente do sangue responsável pelo transporte e difusão de oxigênio no nível celular.

Espectroscopia por Ressonância Magnética (SMR)

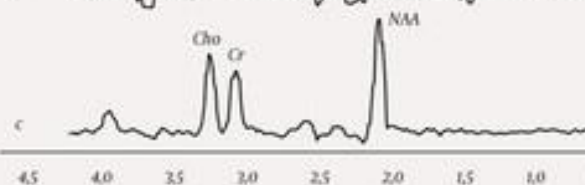
Na SMR, os pulsos magnéticos e a energia de radiofrequência são usados para estimular o núcleo de elementos específicos (por exemplo, hidrogênio-1, carbono-13, fósforo-31 ou flúor-19) que estão presentes em metabólitos de interesse em todo o cérebro. A soma de todos esses sinais é registrada e então analisada usando programas de computador especializados para separar os sinais correspondentes a cada metabólito. Os resultados podem ser exibidos como vários picos de metabólitos em um espectro.

Os metabólitos detectáveis com ^1H -MRS incluem as ressonâncias proeminentes de N-acetilaspartato (NAA), colina (Cho) e creatina (Cr), e uma variedade de outras ressonâncias que podem ou não ser evidentes dependendo do tipo e qualidade dos espectros bem como sobre a condição patológica

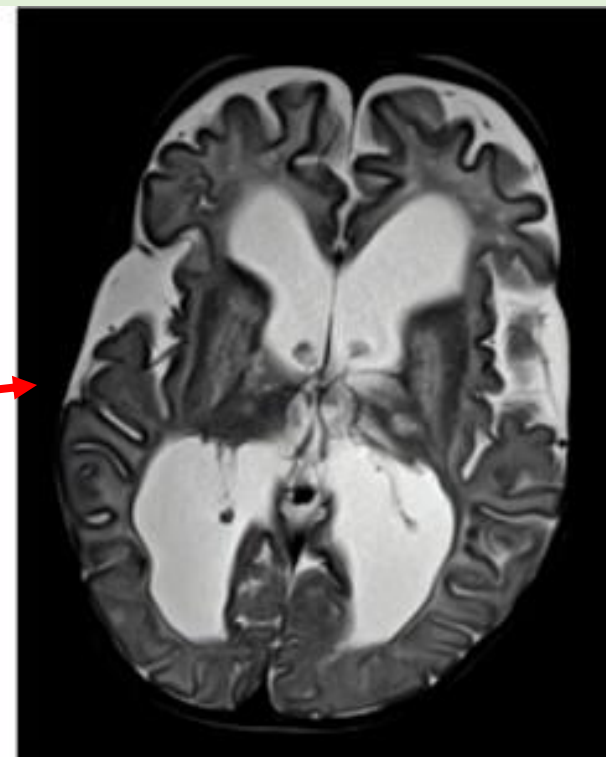
paciente com síndrome de Leigh



paciente com síndrome de Kanavam



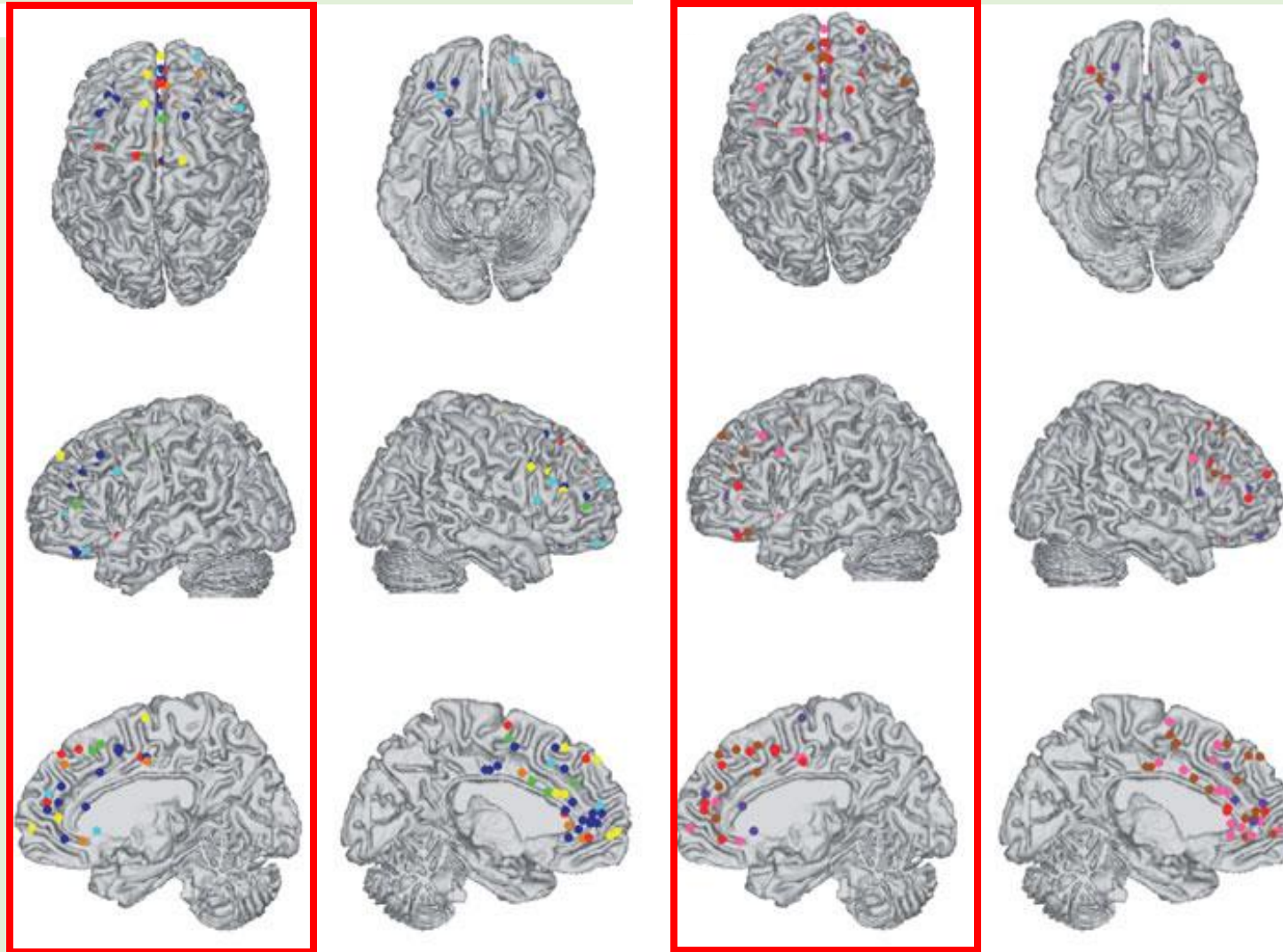
paciente saudável



d



Disfunções no córtex pré-frontal do adicto



● Attention and working memory
● Emotion and motivation
● Correlations (task or drug)
● Cue or drug
● Decision making
● Inhibitory control

● Craving
● Intoxication or bingeing
● Withdrawal
● Mixed

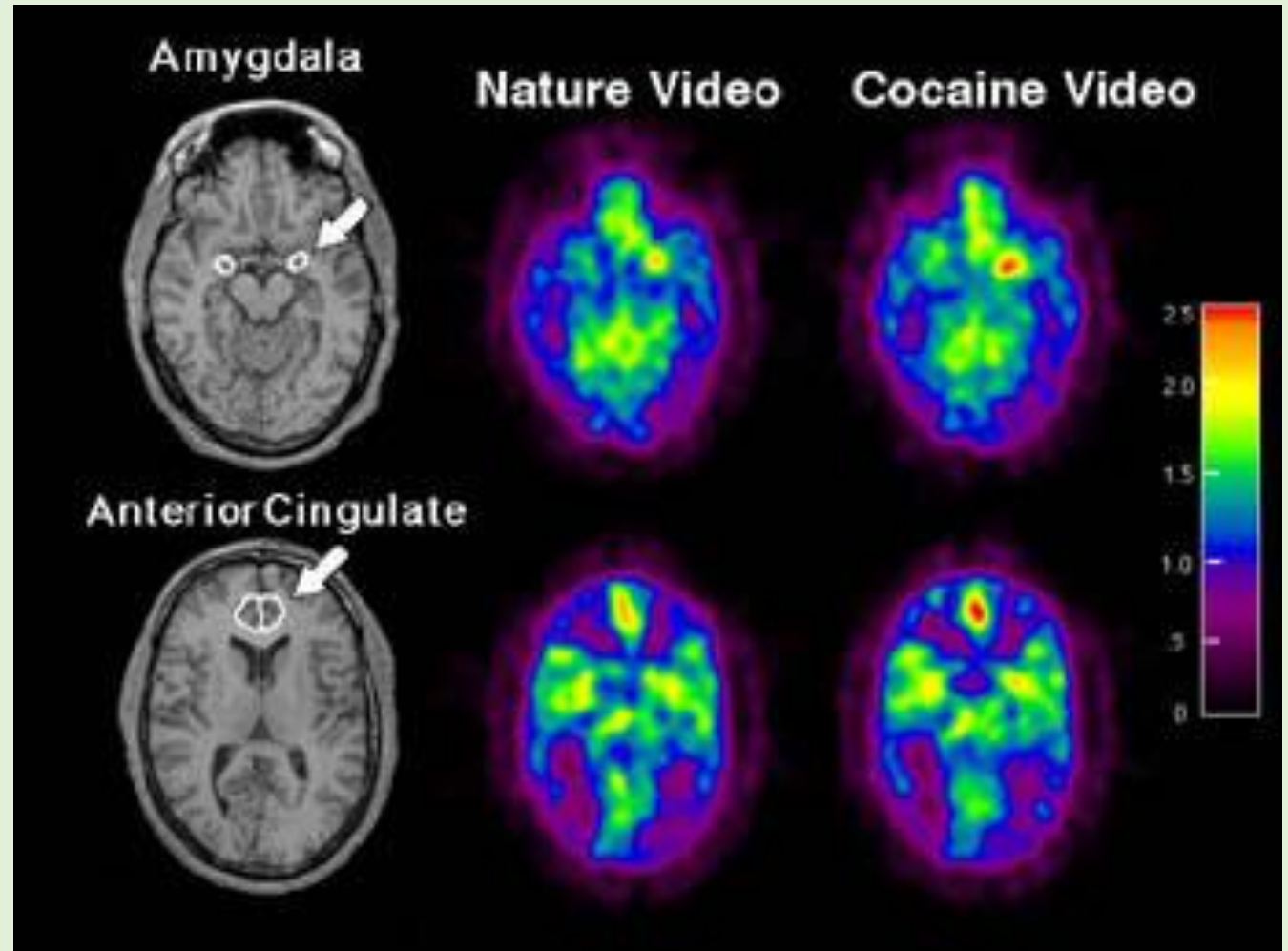
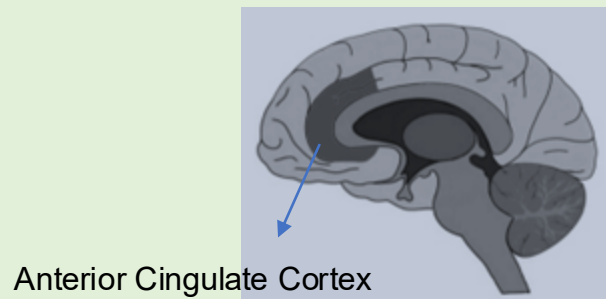
MRI + PET + SPECT: diferenças no cortex pré-frontal entre adictos (marcado em vermelho) e não-adictos durante diversas atividades: atenção, memória, controle da inibição, emoção, motivação etc

Dysfunction of the prefrontal cortex in addiction: Neuroimaging findings and clinical implication.

https://www.researchgate.net/figure/Recent-neuroimaging-studies-of-PFC-activity-in-drug-addicted-individualsThe-areas-of_fig2_51730535

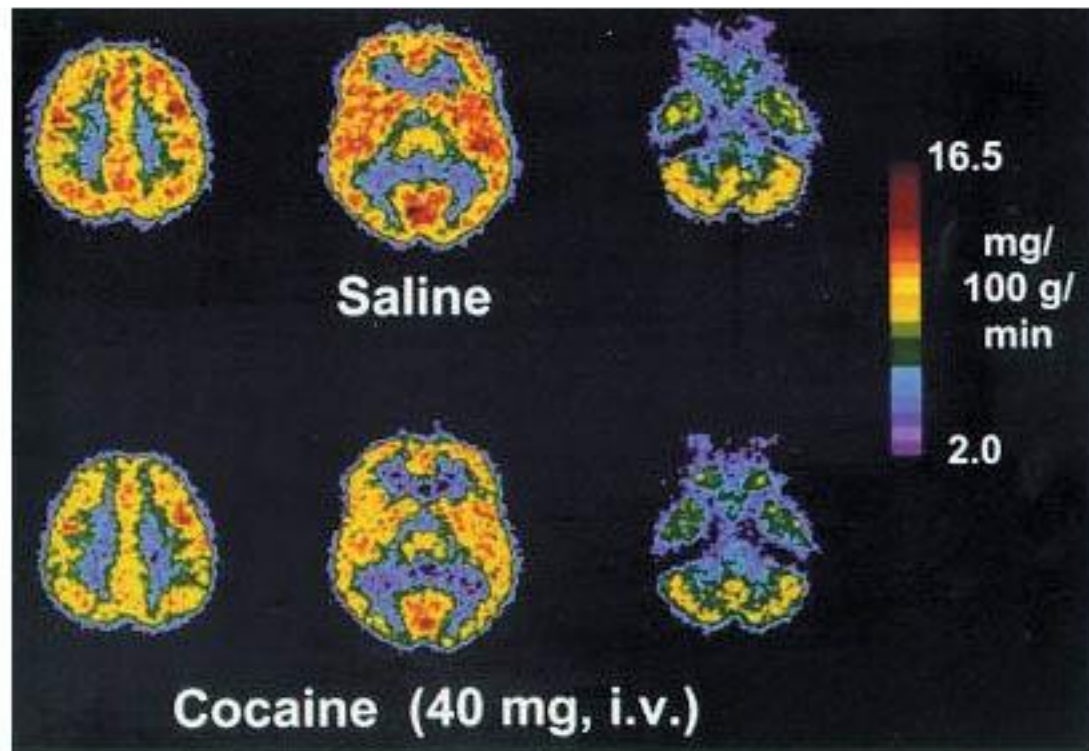
Cérebro adicto em cocaína

- PET mostra que as regiões límbicas do cérebro de usuários em tratamento são ativadas ao assistir a vídeos relacionados à cocaína.
- Assistir a vídeos de cenas da natureza não resulta na ativação dessas regiões.



A maior ativação é indicada por cores na extremidade superior da escala à direita.

Figura 1 – Imagens de PET evidenciando redução global no metabolismo cerebral de glicose induzida pela administração de 40mg de cocaína intravenosa, em comparação com a administração de solução salina (placebo). O mesmo indivíduo realizou cada avaliação em dois momentos diferentes.



Apesar de ser classificada como “estimulante”, a cocaína está associada à redução global do metabolismo de glicose e do fluxo sanguíneo no cérebro.

fMRI: As setas apontam para a área cíngulada anterior, que é ativada (amarelo) em pacientes viciados em cocaína (esquerda), mas não em voluntários saudáveis (direita). Notar a falta de atividade em outras regiões

Imaging the Addicted Human Brain
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2851068/>

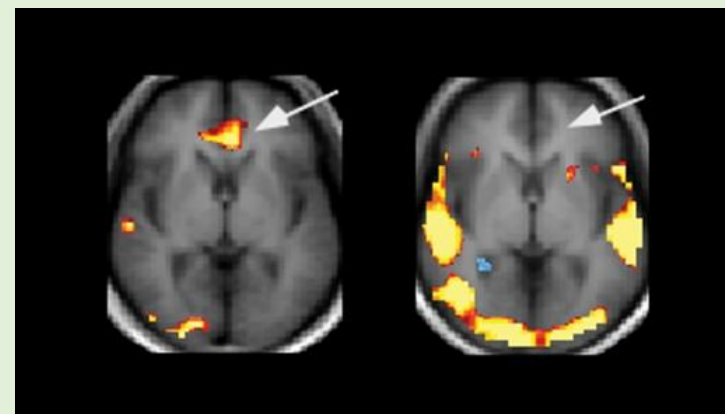


Figura 2 – Angiografia por ressonância magnética evidenciando vasoconstrição em artérias cerebrais. Ambas as imagens são provenientes de um mesmo indivíduo, realizadas antes (à esquerda) e 20 minutos após (à direita) a administração de uma dose de 0,4mg/kg de cocaína intravenosa. As setas superiores indicam as artérias cerebrais médias e as setas inferiores apontam para as artérias cerebrais posteriores. A = anterior; P = posterior; R = direito; L = esquerdo.

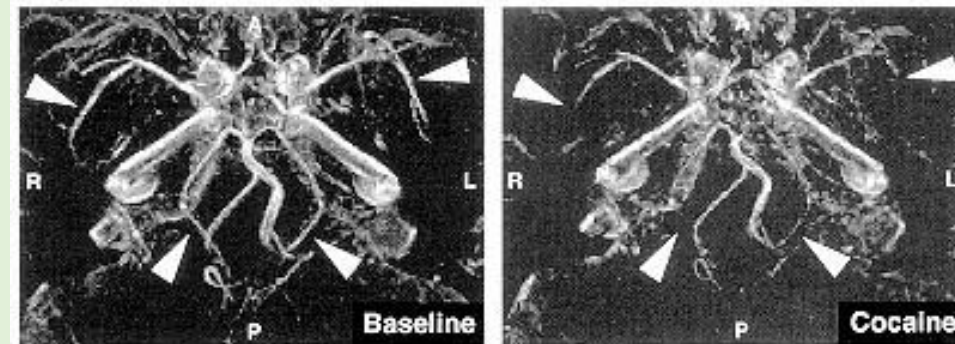


Figura 3 – Imagens de SPECT evidenciando múltiplas áreas de hipofluxo sanguíneo cerebral em dependente de cocaína do sexo masculino, de 20 anos de idade, abstinente de drogas há três semanas.

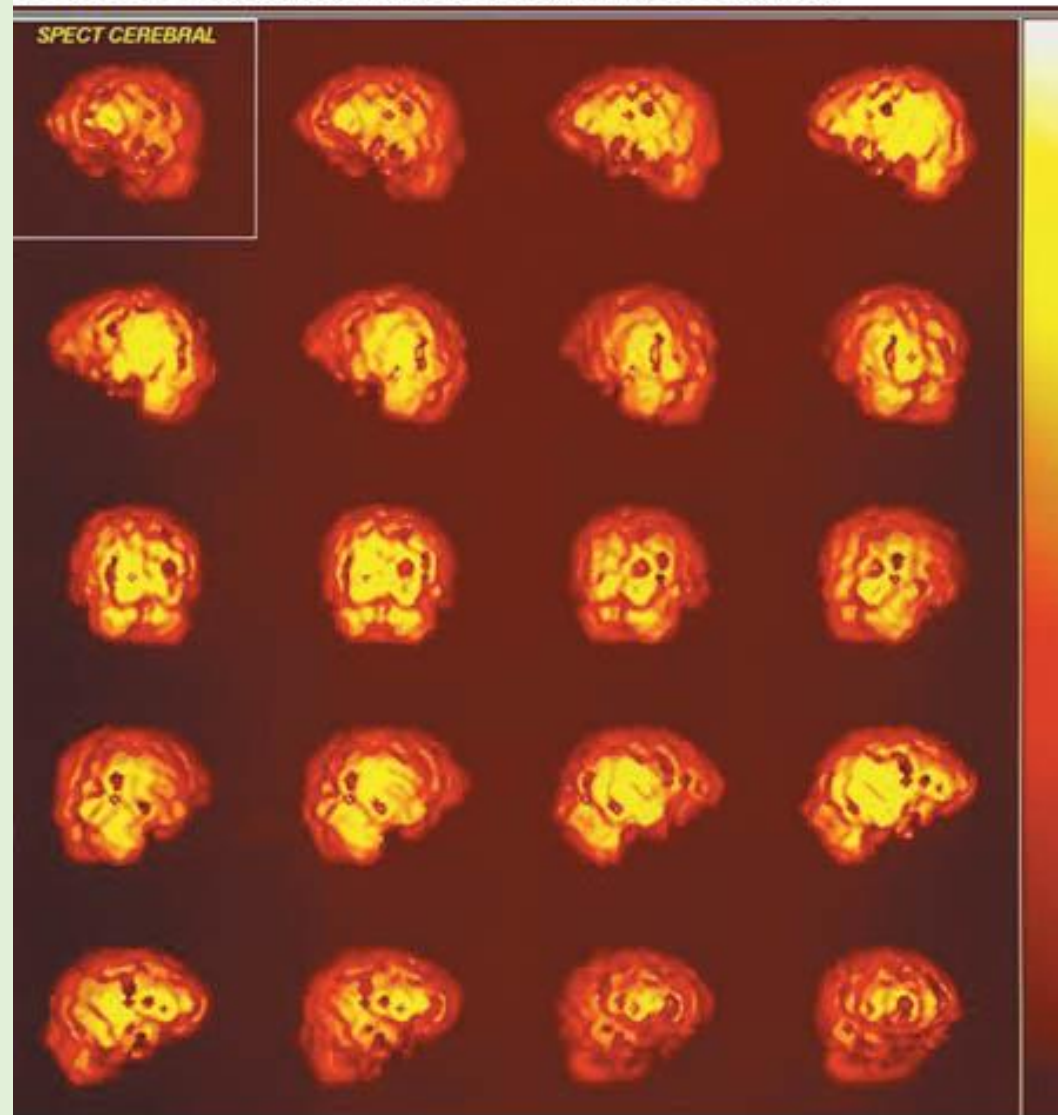
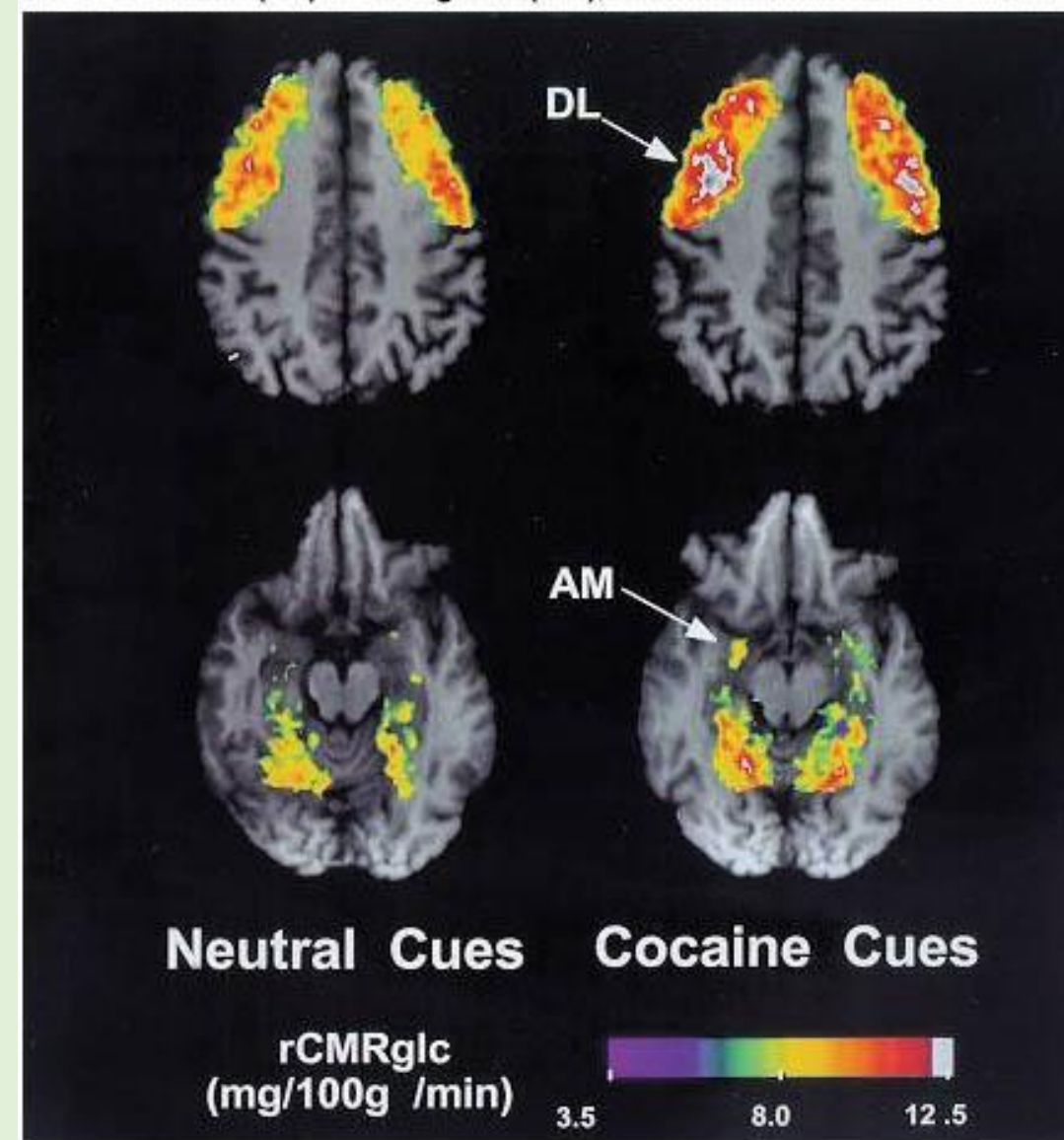
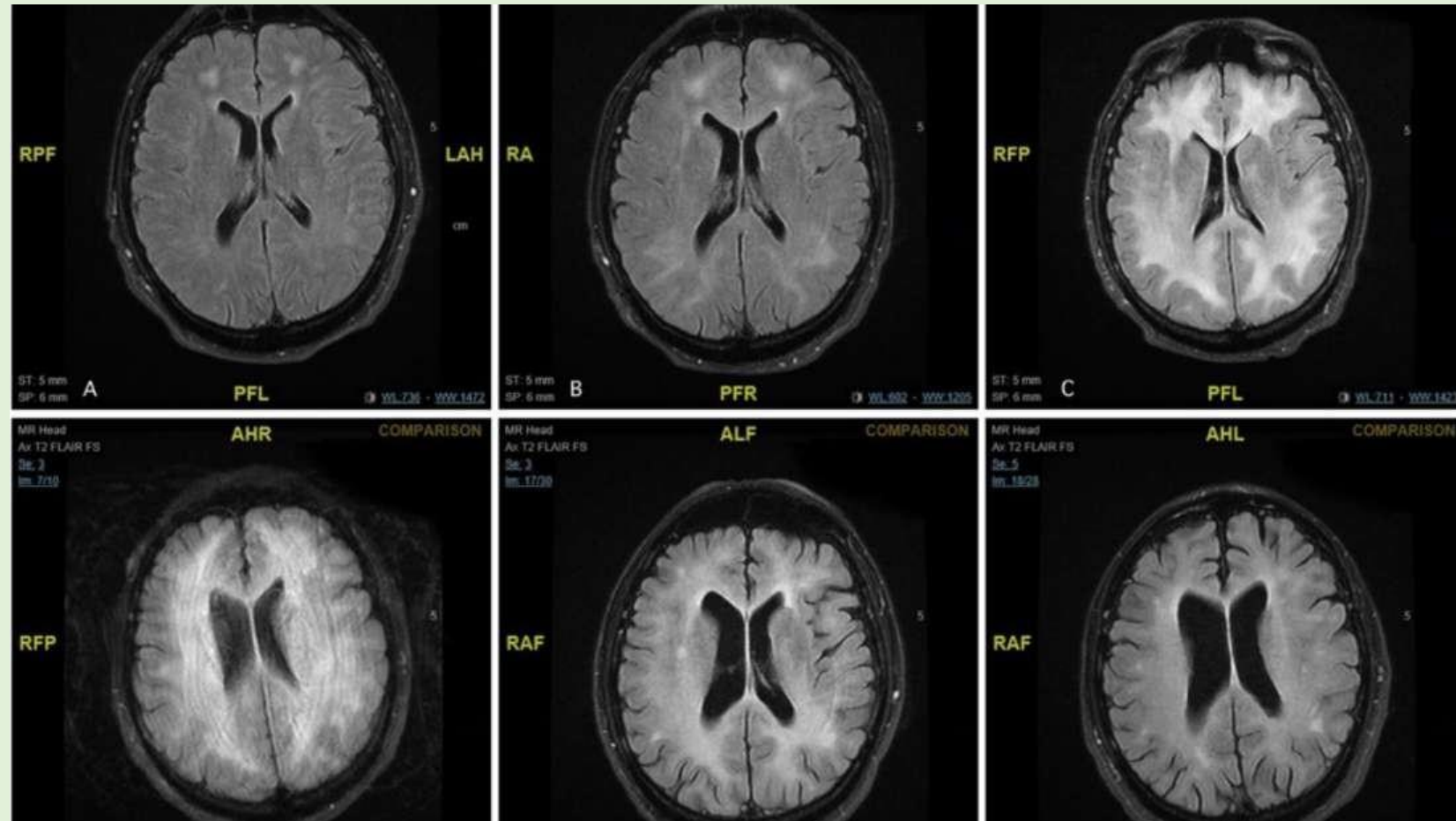


Figura 4 – Imagens de correlogistro de PET e ressonância magnética evidenciando áreas de aumento do metabolismo cerebral de glicose em indivíduo com abuso de cocaína em resposta a estimulação audiovisual relacionada a cocaína. As setas indicam o córtex pré-frontal dorsolateral (DL) e a amígdala (AM), ativados durante a “fissura”.



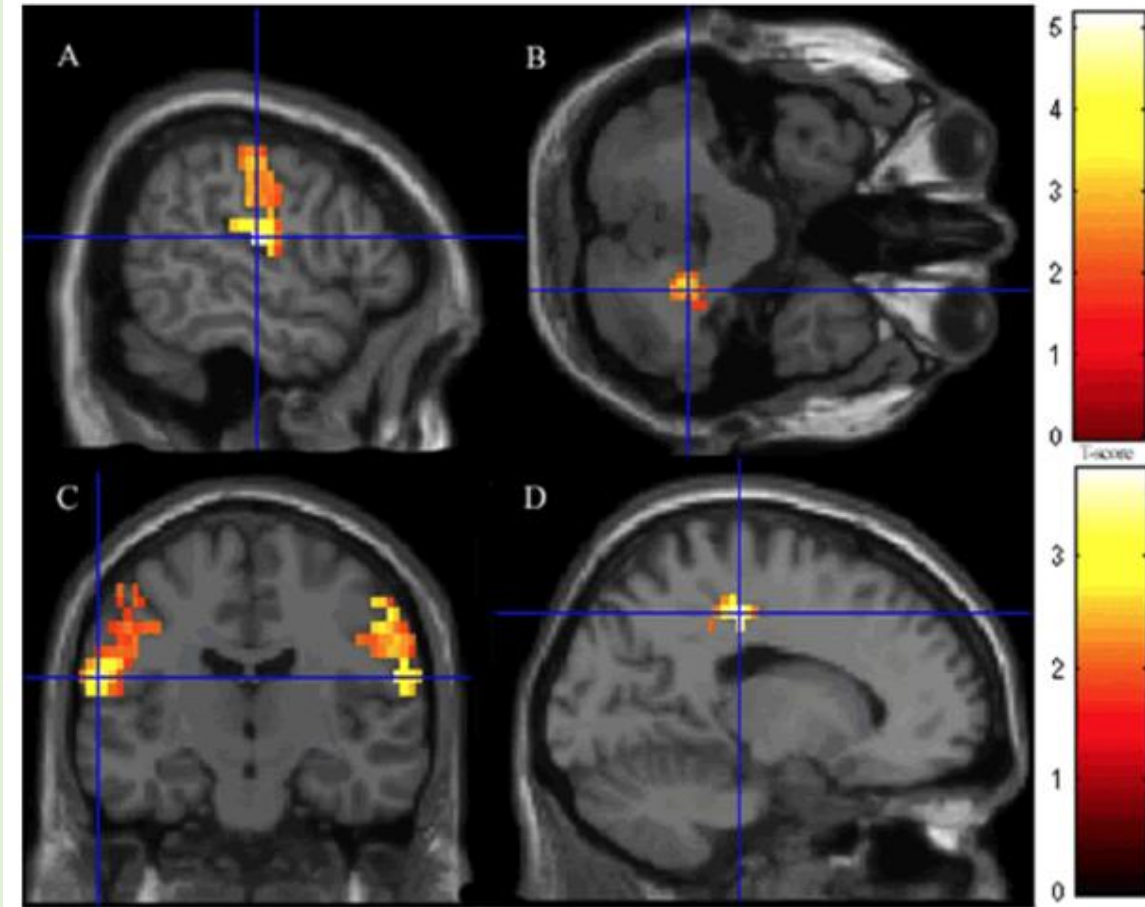
MRI: quadro de leucoencefalopatia devido ao uso abusivo de cocaína: inflamação e perda progressiva da substância branca do cérebro (celulas gliais que nutrem os neurônios)



fMRI BOLD em usuários de Maconha

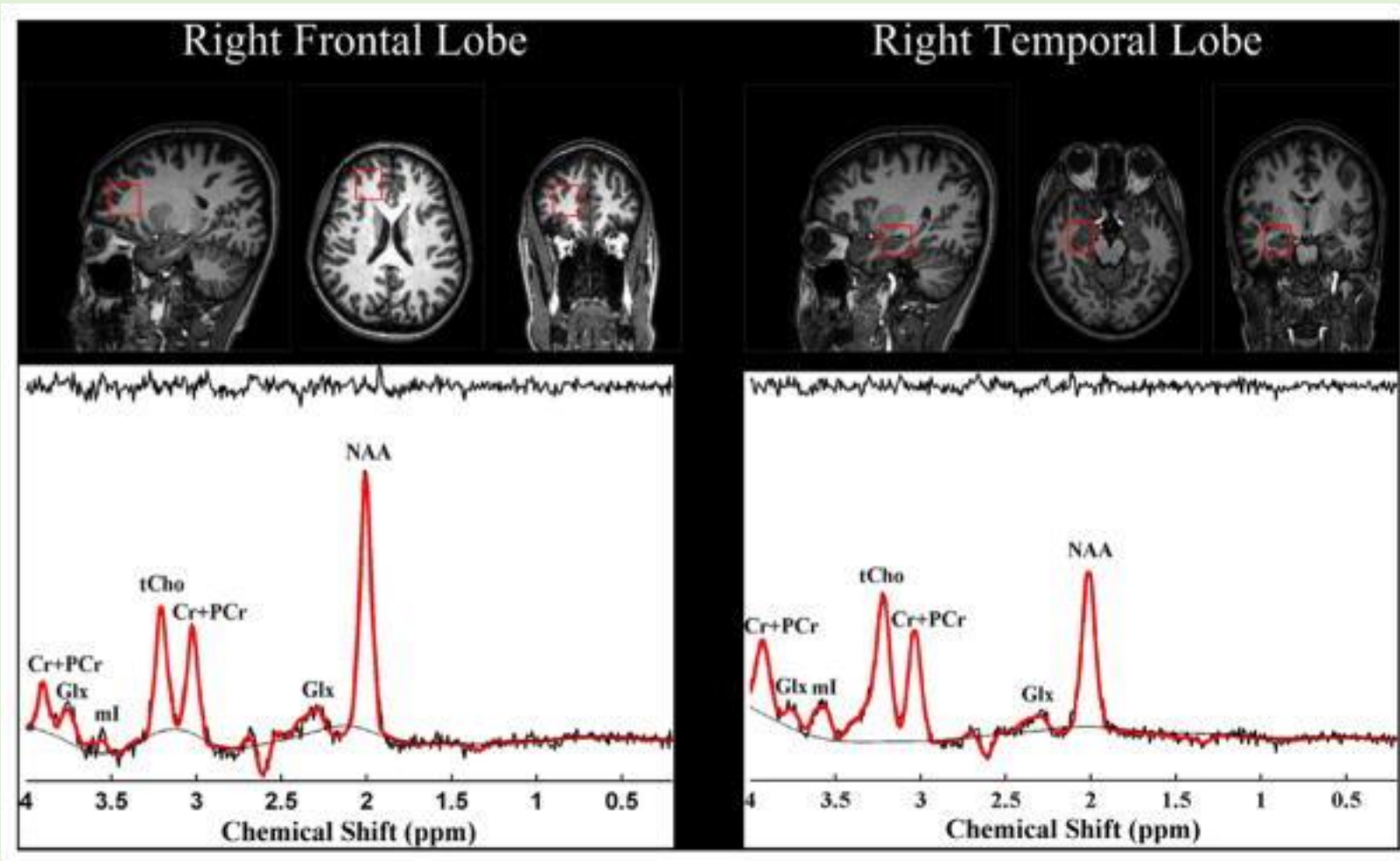
- Impacto significativo, possivelmente prejudicial, do uso regular de maconha na idade adulta jovem com base em diferenças significativas na atividade cerebral durante uma tarefa Stroop que exigia controle autorregulatório para inibir respostas.
- O aumento da atividade neural como compensação neural devido circuitos cerebrais alterados durante a neuromaturação normal.
- a vulnerabilidade do cérebro em desenvolvimento ao impacto da maconha no controle inibitório.
- diminuição do processamento visual e cognitivo de atenção.

<https://www.omicsonline.org/open-access/marijuana-use-impacts-cognitive-interference-an-fmri-investigation-in-young-adults-performing-the-counting-stroop-task-2155-6105-5-197.php?aid=32282>



O efeito Stroop é um aumento (esperado e incontável) no tempo de reação para uma determinada tarefa, quando o cérebro simultaneamente lida com informações conflitantes (p. ex. a cor vermelha escrita em azul)

Cérebro adicto em jogos on-line e celular

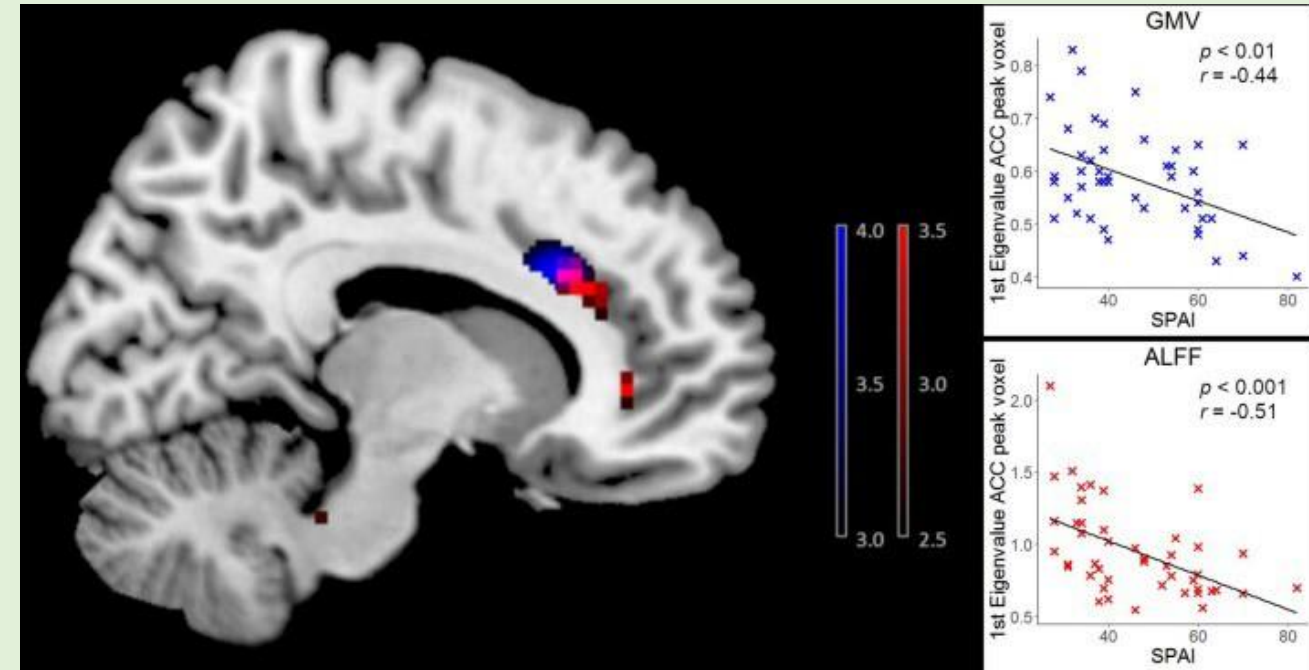


Os resultados de MRS indicam que os pacientes com **vício em jogos on-line** apresentaram níveis diminuídos de NAA no córtex frontal direito e níveis diminuídos de Cho no córtex temporal direito.

Voxel position and MRS spectra in right frontal and medial temporal lobe. NAA: N-acetyl-aspartate, Glx: Glutamine + Glutamate; Cr: Total Creatine; Cho: Total Choline; ml: myo-Inositol.

Proton magnetic resonance spectroscopy (MRS) in on-line game addiction <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25088284/>
The Utility of Magnetic Resonance Spectroscopy for Understanding Substance Use Disorders: A Systematic Review of the Literature
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5495546/>

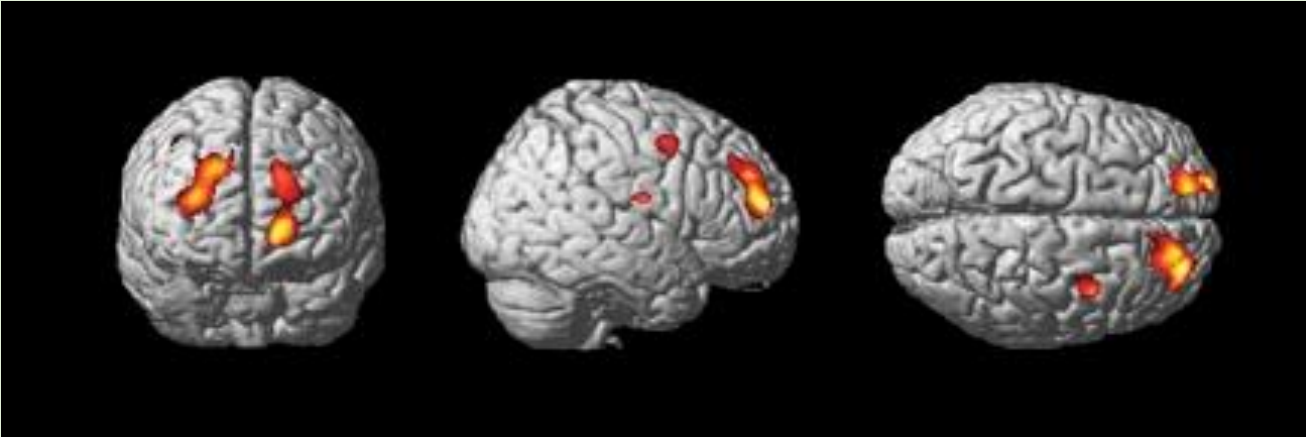
Smartphone no cérebro: indivíduo com adicção a *Smartphones* apresentam significativamente menor massa cinzenta na insula e no córtex temporal. Além disso, a atividade cerebral no córtex cingulado anterior desses indivíduos foi menor, além das negativas associações entre adicção vs. massa cinzenta e adicção vs. atividades neurais intrínsecas convergirem para essa mesma região.



Structural and functional correlates of smartphone addiction

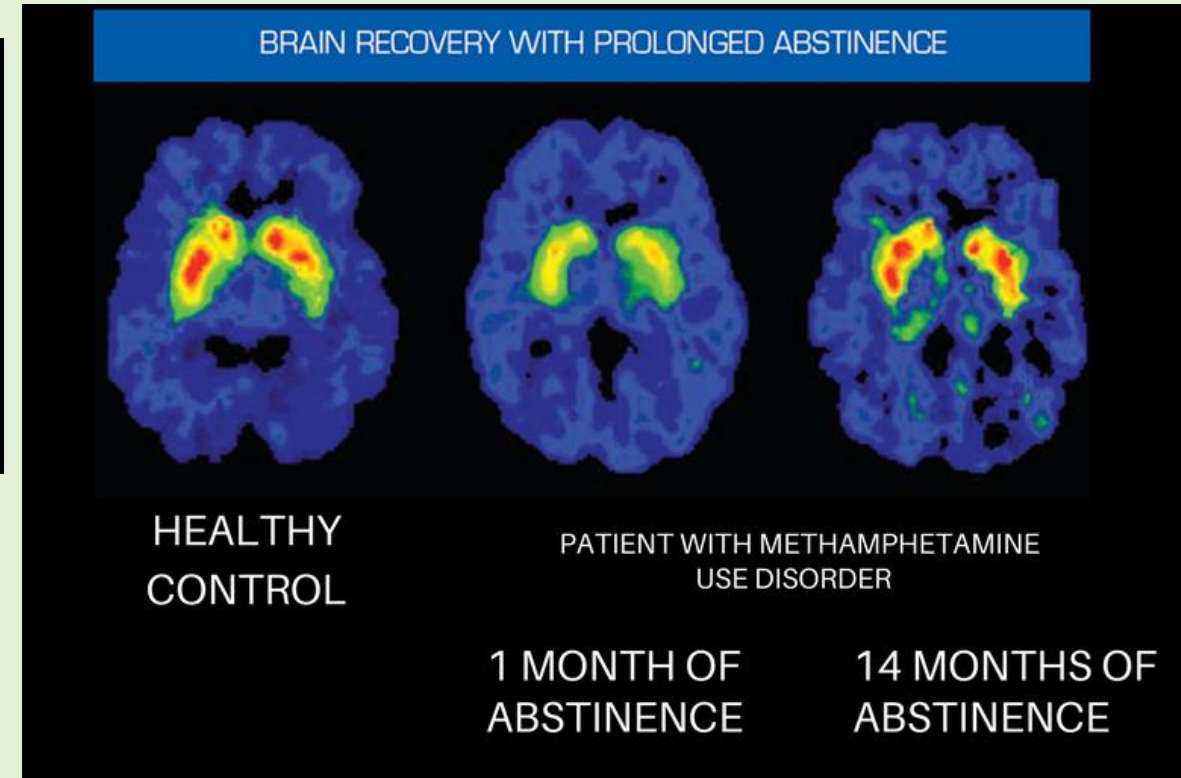
<https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106334>

Cérebro adicto em metanfetamina



MRI: **metanfetamina** (“crystal”, “Tina”, “Cris”) reduz a massa cinzenta

A área amarela e vermelha na visão central do cérebro indica densidade de matéria cinzenta reduzida no córtex frontal médio direito.

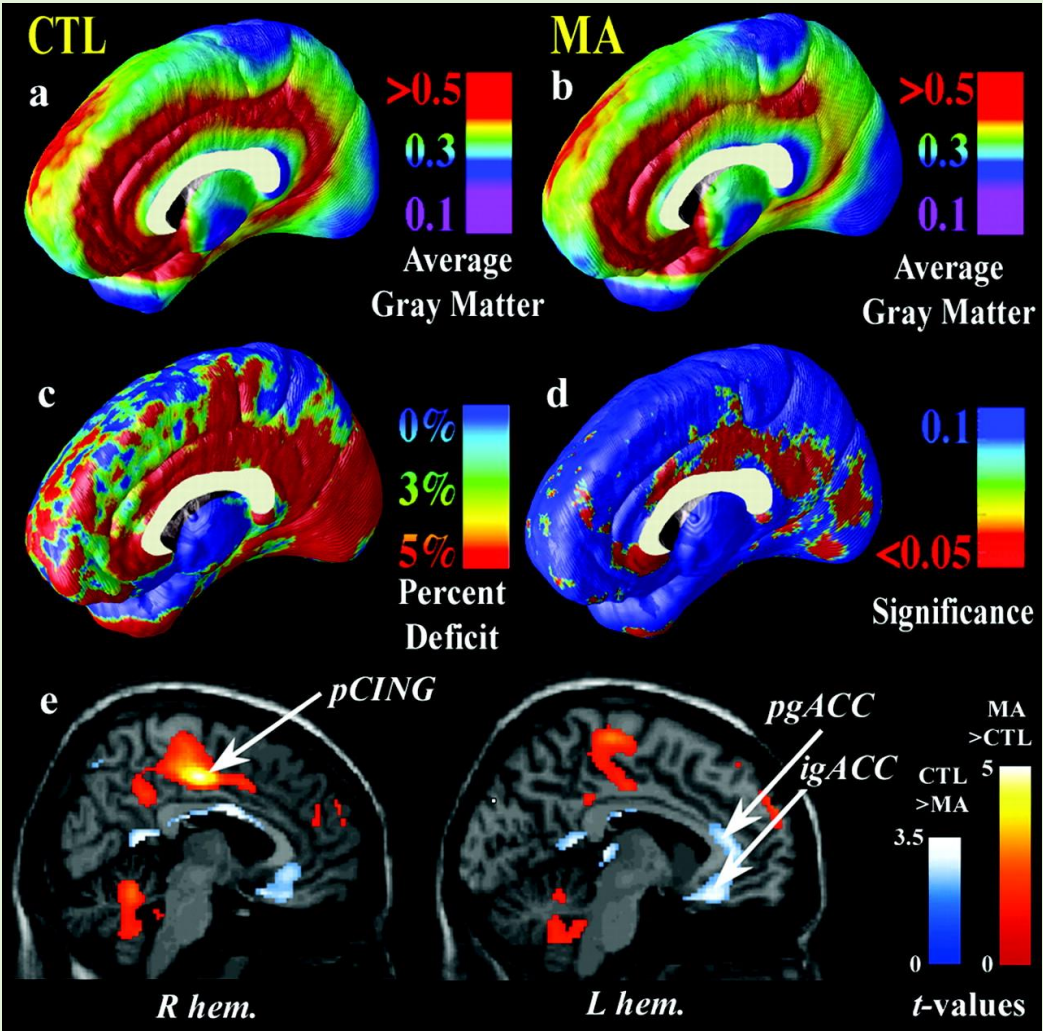


Diferenças de massa cinzenta na superfície medial do cérebro.

Grupo de controle (a); Grupo Metanfetamina (MA) (b); Mapas de diferença de grupo (c) que mostra diferenças percentuais em volumes de substância cinzenta entre os grupos (a) e (b) => O giro cingulado mostra déficits de substância cinzenta altamente significativos (cores vermelhas), enquanto outras regiões do cérebro são relativamente poupadas (cores azuis).

Esta amostra de PET se sobrepõe parcialmente com a amostra atual avaliada com RM. Regiões em que o grupo MA tem maior (cores vermelhas) ou menor (cores azuis) metabolismo da glicose. A região de maior déficit de substância cinzenta (b, d) está no córtex cingulado posterior do hemisfério direito (pCING), e assim é a região de maior aumento metabólico no grupo MA (e). Isso sugere uma congruência anatômica dos déficits baseados em RM com as diferenças metabólicas observadas com PET. igACC e pgACC denotam o córtex cingulado anterior inferior e perigenual, respectivamente.

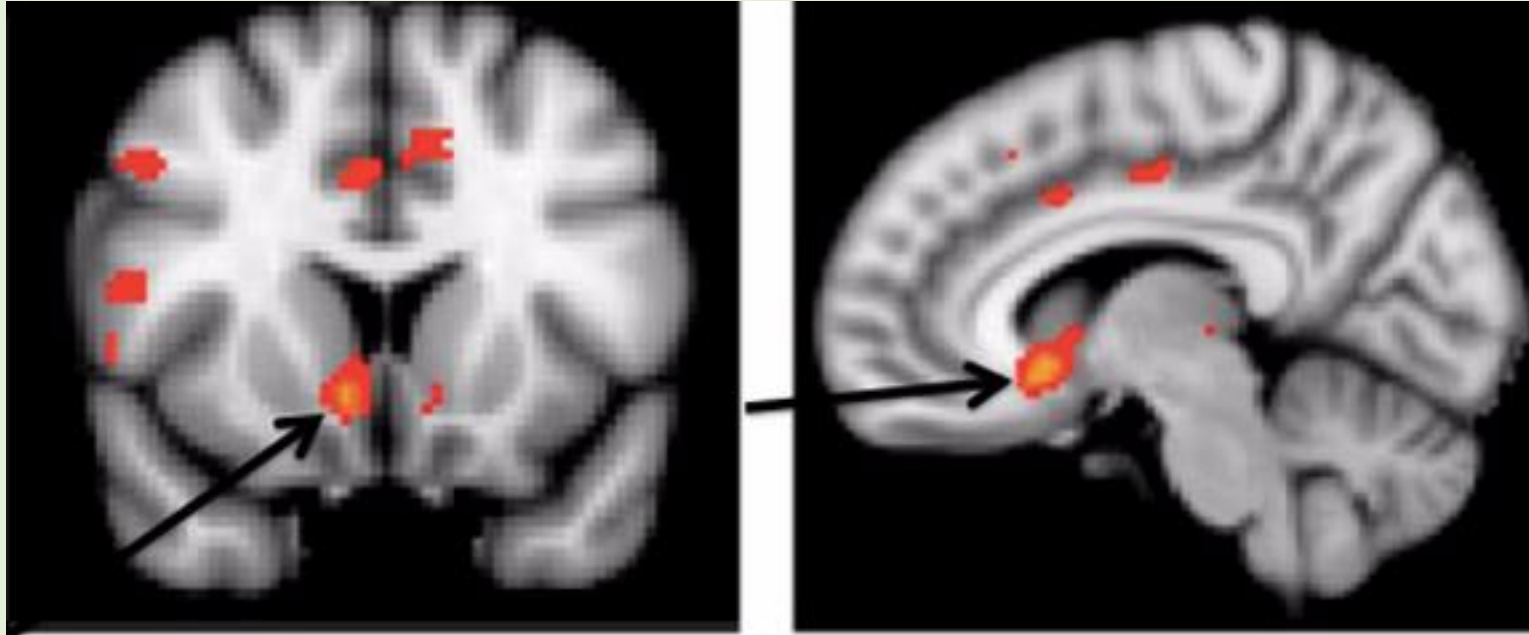
CTL = Controle; R hem = hemisfério direito; L hem = hemisfério esquerdo.



Structural Abnormalities in the Brains of Human Subjects Who Use Methamphetamine

<https://www.jneurosci.org/content/jneuro/24/26/6028.full.pdf>

Cérebro adicto em álcool



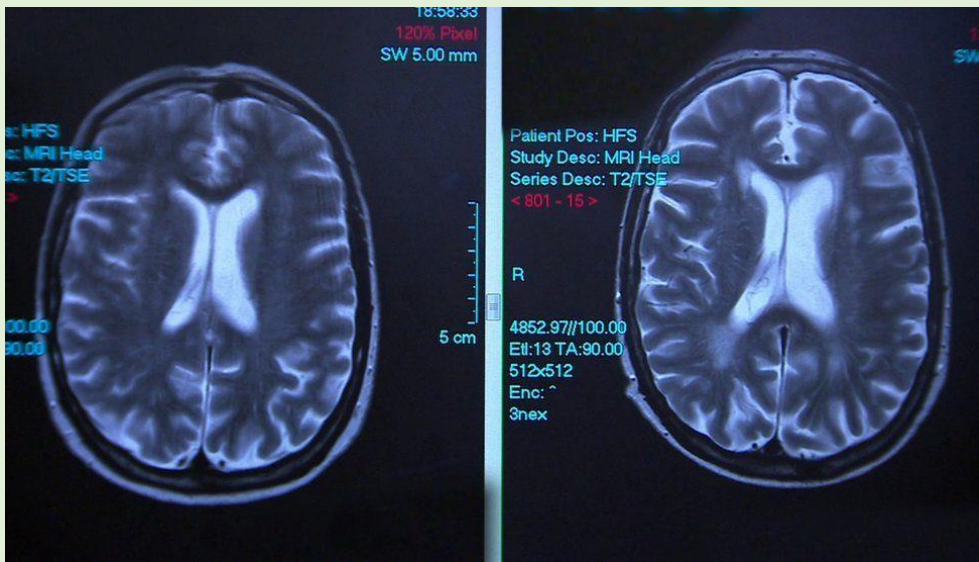
O álcool ativa circuitos de recompensa de forma robusta enquanto atenua a resposta a estímulos de medo no visual e regiões límbicas.

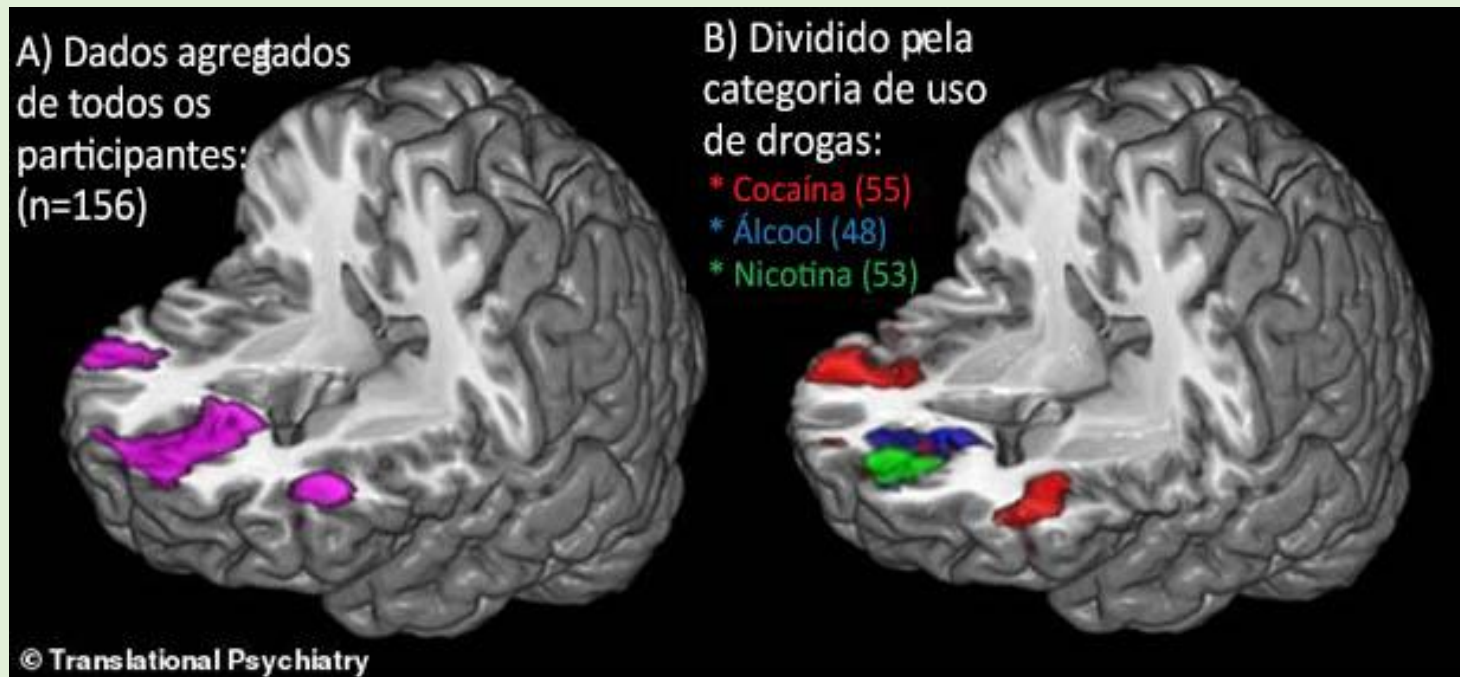
Esses resultados mostram que a recompensa farmacológica aguda e efeitos ansiolíticos do álcool podem ser medidos com fMRI.

Why We Like to Drink: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study of the Rewarding and Anxiolytic Effects of Alcohol. The Journal of Neuroscience, April 30, 2008 • 28(18):4583– 4591

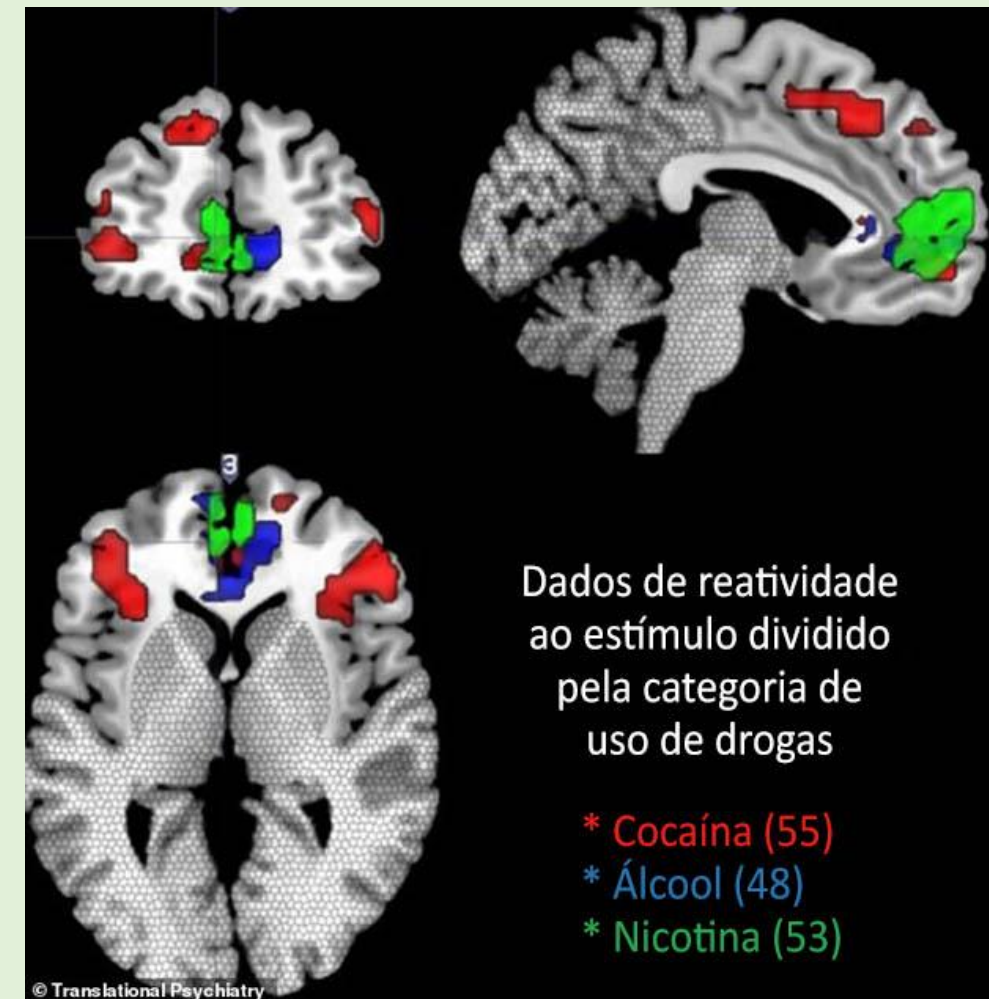
Varreduras do cérebro da mesma pessoa, com oito anos de diferença, revelam áreas brancas aumentadas (direita) indicando danos causados pelo álcool, semelhantes à demência.

<https://alcoholchange.org.uk/publication/rapid-evidence-review-dual-diagnosis-double-stigma-a-rapid-review-of-experiences-of-living-with-alcohol-related-brain-damage-arbd>





A imagem mostra as partes do cérebro que foram ativadas quando os participantes pensaram nas substâncias de seus vícios. À esquerda estão as regiões combinadas para os usuários de cocaína, bebedores compulsivos e fumantes. À direita mostra como as áreas ativadas variam entre diferentes tipos de viciados.

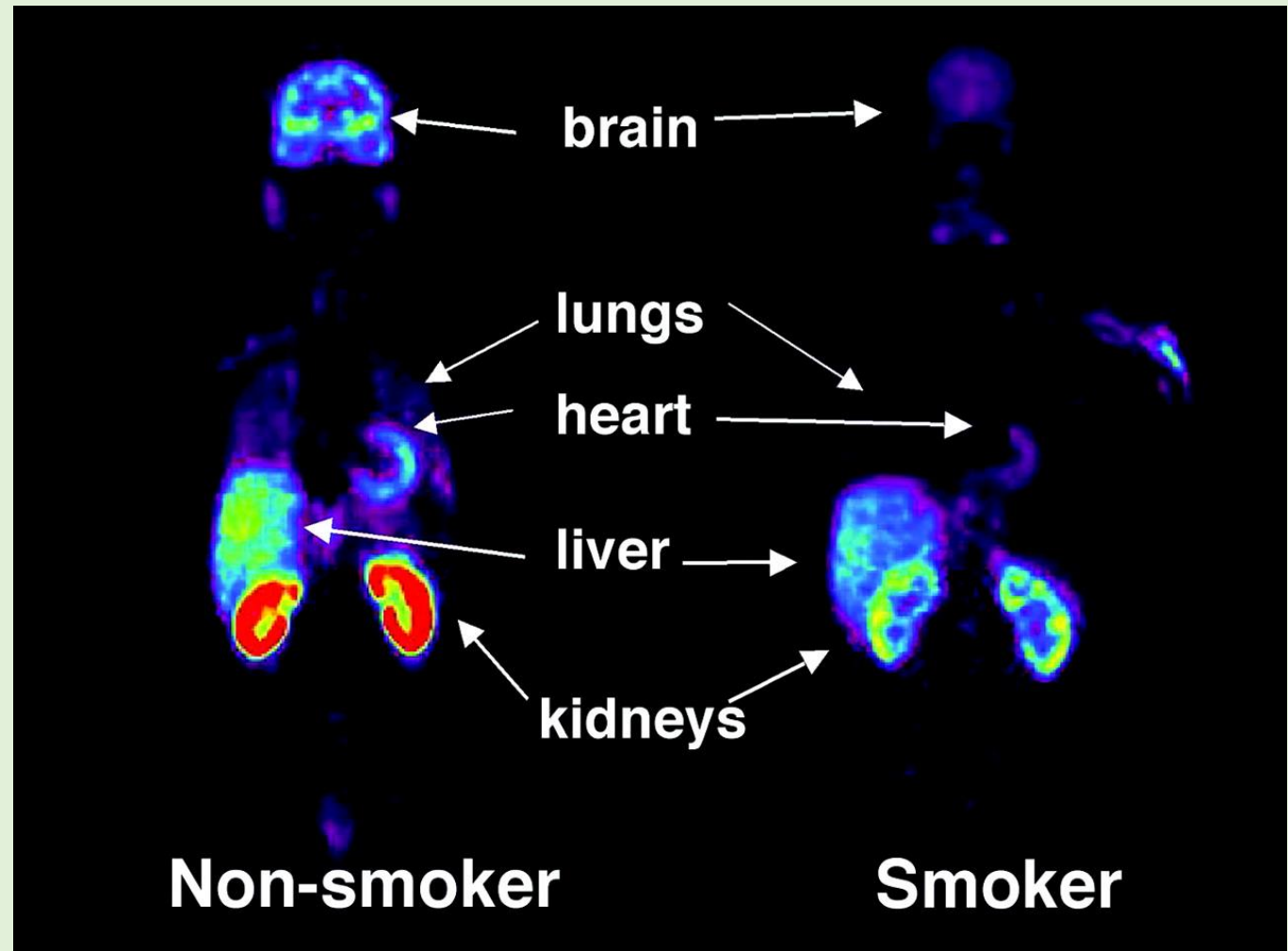


Danos ao corpo do adicto em nicotina

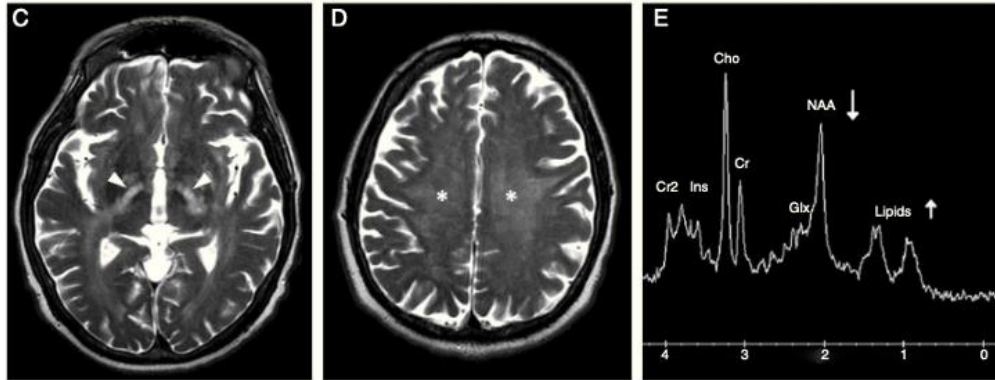
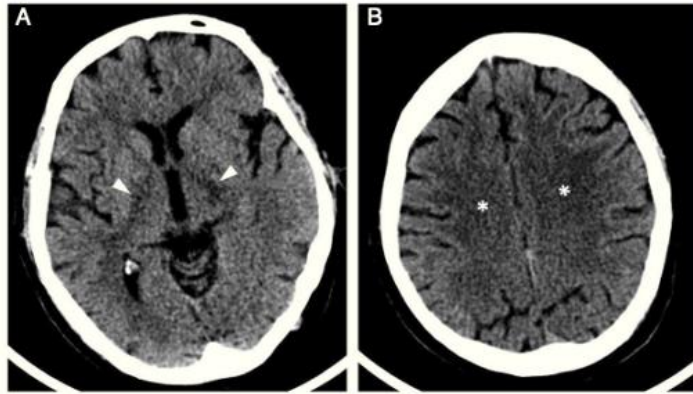
Imagem PET: Fumar reduz uma importante enzima

- as setas demonstram concentrações mais baixas (de 33% à 46%) da enzima monoamina oxidase (MAO) em muitos dos órgãos dos fumantes.
- Níveis aumentados ou diminuídos de atividade da monoamina oxidase em indivíduos já foram relacionados a uma série de distúrbios neuropsiquiátricos como fobias, depressão, distúrbio de déficit de atenção, abuso de drogas e comportamento violento.

- quantidades farmacologicamente significativas de compostos químicos na fumaça do tabaco estão sendo entregues a vários órgãos do corpo do fumante.

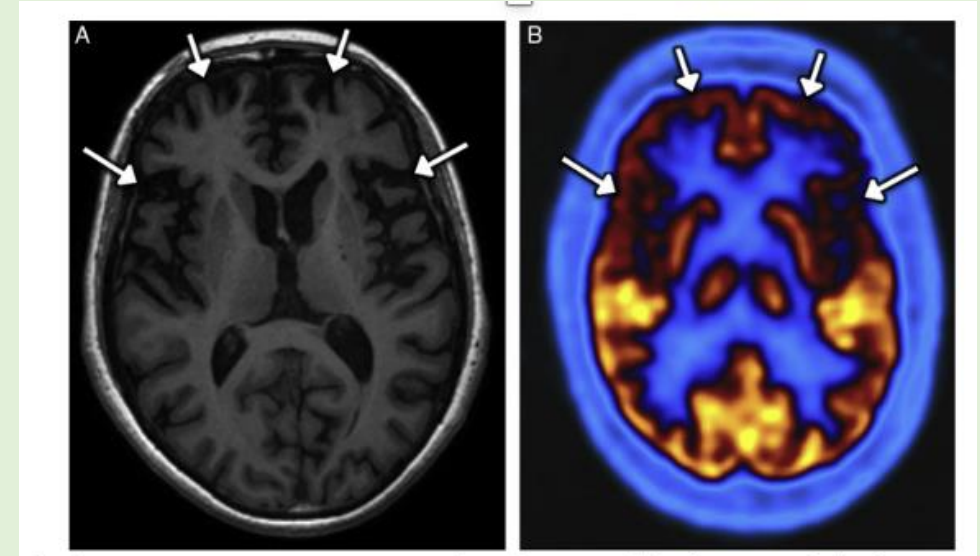


Cérebro adicto em heroína



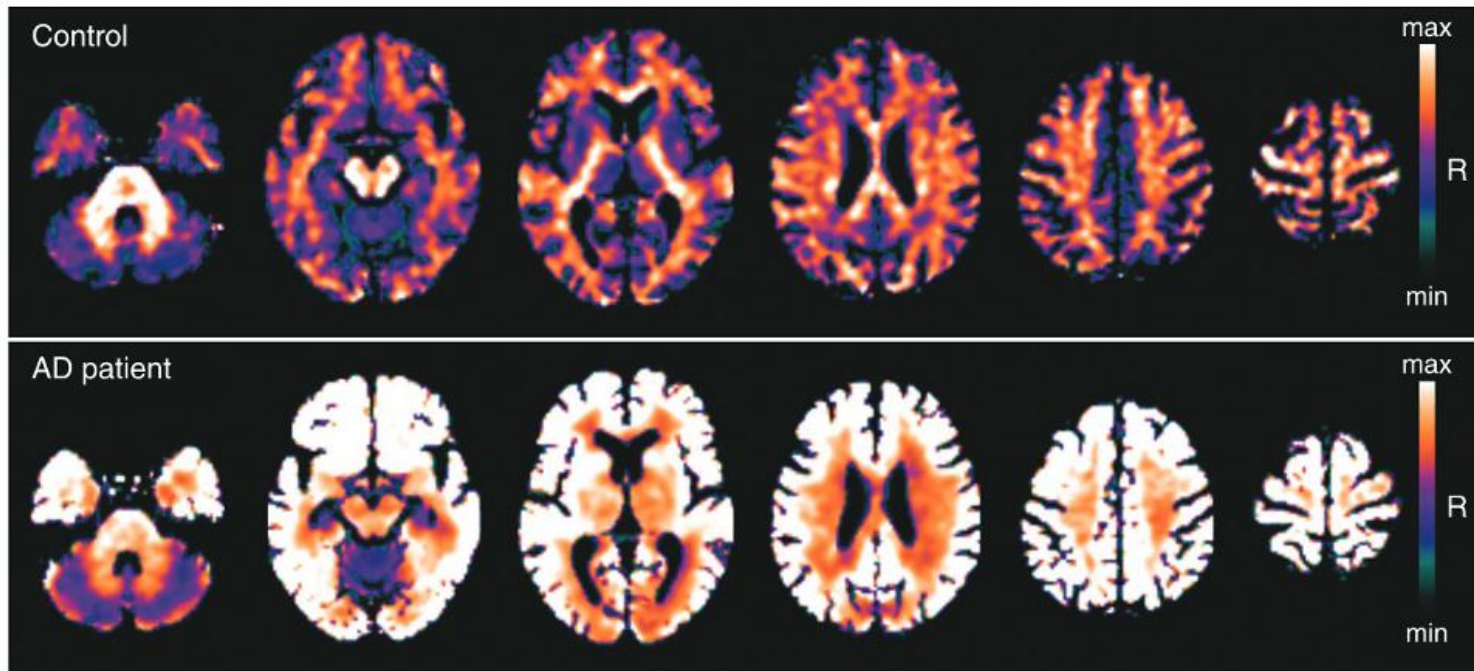
“Chasing the dragon”: neurodegeneração quimicamente induzida por heroína fumada. Leucoencefalopatia: setas indicando hipodensidade de matéria branca. Espectroscopia indicando diminuição no pico N-acetilaspártato (NAA) e aumento de lipídios e lactate.

O consumo de heroína tem sido relacionado com o desenvolvimento de patologias neurodegenerativas. São vários os números de casos reportados na literatura sugerindo que o consumo de heroína é indutor de síndrome de Parkinson, a doença de Alzheimer e de Leucoencefalopatia Espongiforme.



(A) imagem MRI atrofia frontal bilateral (B) PET mostrando o hypometabolismo com a mesma distribuição da atrofia na imagem estrutural de MRI

Cérebro com doença de Alzheimer



Observa-se o aumento significativo em praticamente todo o cérebro de placas beta-amilóides

- pedaços da proteína chamada beta-amilóide se agrupam (encontrada na membrana gordurosa que envolve as células nervosas).

Pequenos agrupamentos podem bloquear a sinalização entre as células nas sinapses. Eles também podem ativar as células do sistema imunológico que causam inflamações e devoram células deficientes.



MUITA informação disponível por essas técnicas!!

- Evidenciam informações sobre a hemodinâmica (fluxo sanguíneo), metabolismo cerebral (consumo, ou não, de glicose), observação da ligação, bloqueio e disfunção de receptores, anatomia, tumores etc

Profissional de saúde mental, que lida com pacientes com dependência química e transtornos psiquiátricos, detentor desses conhecimentos pode trabalhar técnicas de psico-educação adequadas e acessíveis para levar ao paciente um grau mais sofisticado de entendimento da sua doença.

- **COACH QUÂNTICO**
- **CURA QUÂNTICA**
- **TERAPIA QUÂNTICA**
- **REPROGRAMAÇÃO DE DNA**
- **ENERGIA QUÂNTICA NA VIDA**
- **LEI DA ATRAÇÃO QUÂNTICA**
- **SAL QUÂNTICO**
- **ÁGUA QUÂNTICA**
- **COLCHÃO QUÂNTICO**

FAKE

FAKE



Pacientes com transtornos psicóticos expressando ideias relacionadas ao misticismo quântico é comum!! Potencializado pelo o uso de substâncias psicoativas.

Física Quântica e Pseudociência

Palestra do Prof. Osvaldo Frota Pessoa Jr. da FFLCH USP

“A pseudociência é um excelente tópico de discussão no Ensino Médio e Superior. Qual a melhor maneira de abordar o tema, levando em conta o respeito por posições alheias? Isso é discutido apresentando o exemplo da apropriação da Física Quântica pelo circuito esotérico e métodos de auto-ajuda, no que é chamado de Misticismo Quântico.”

https://www.youtube.com/watch?v=f_xJZCgFO0

Bibliografia

- Todos os textos, e suas respectivas imagens, estão referenciados nos slides com links para consulta. A maioria dos artigos está em inglês.

