

O estado da arte (das neurociências à filosofia)



EEG powered by BCLAB | SIFT

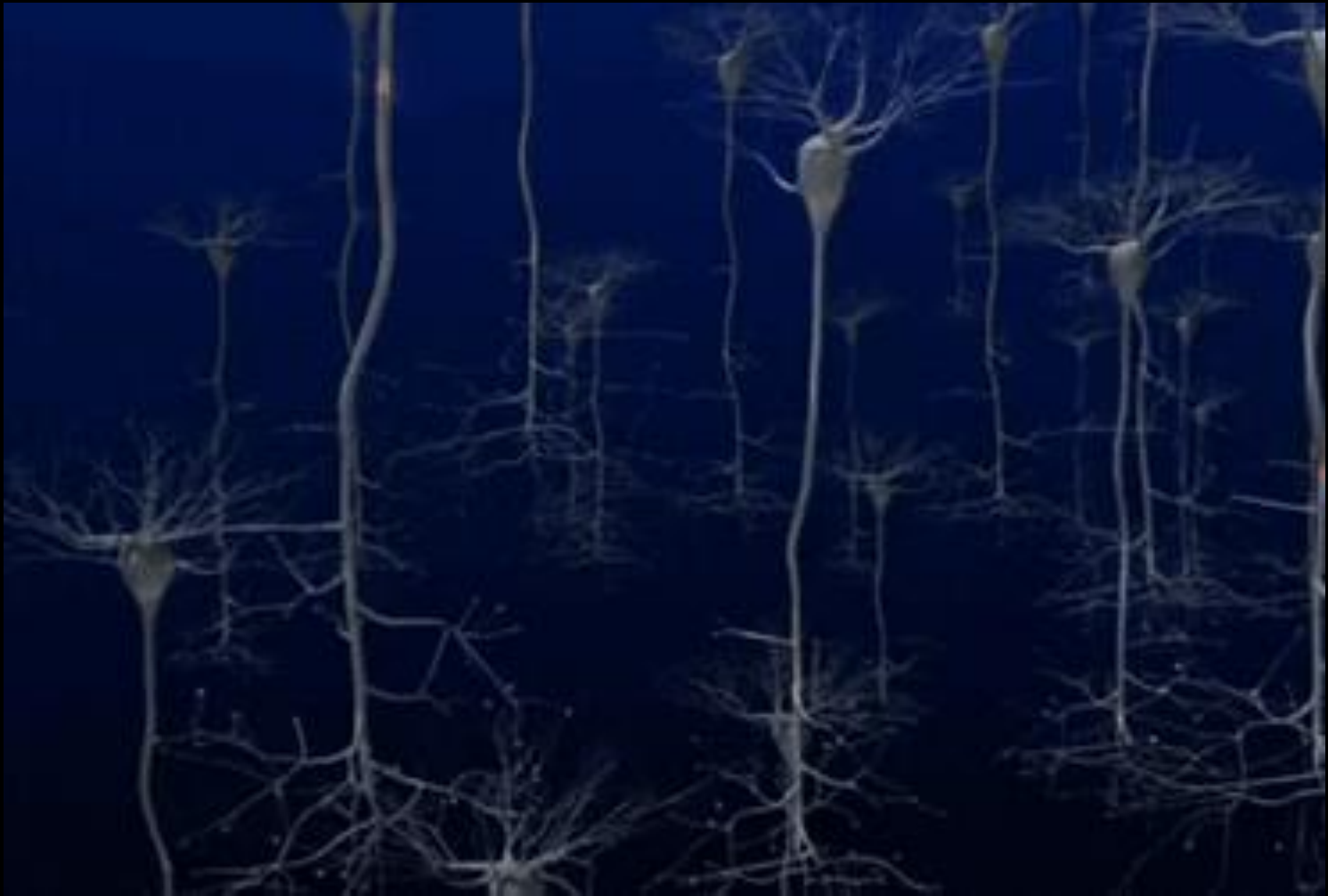
Miguel Pais-Vieira
Universidade de Aveiro

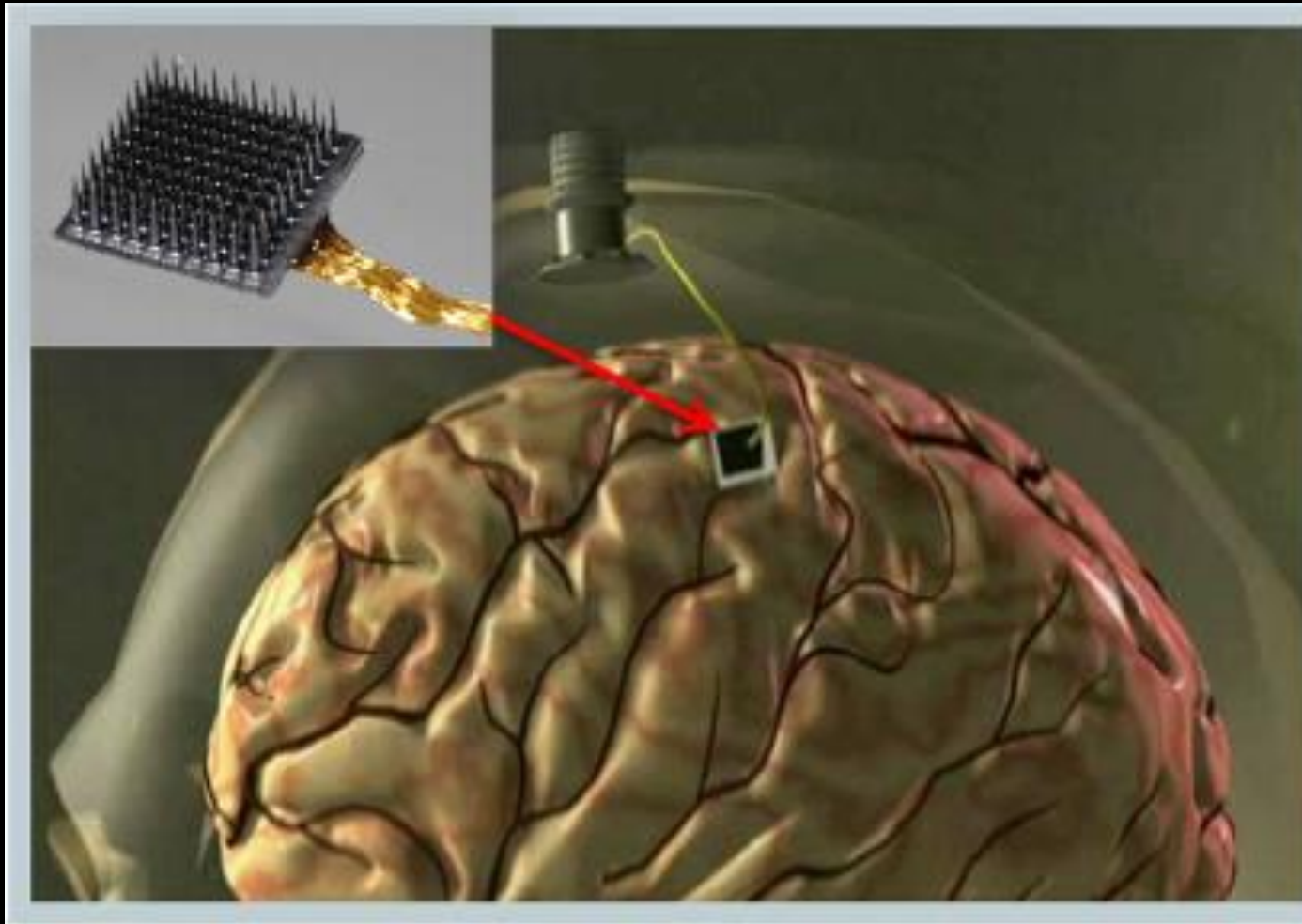


iBiMED
Universidade de Aveiro

Associação de Professores
de Filosofia 15 Janeiro 2024







Abordagem básica (tarefa comportamental)



<https://giphy.com/gifs/monkeys-ez30ehligJjEI>



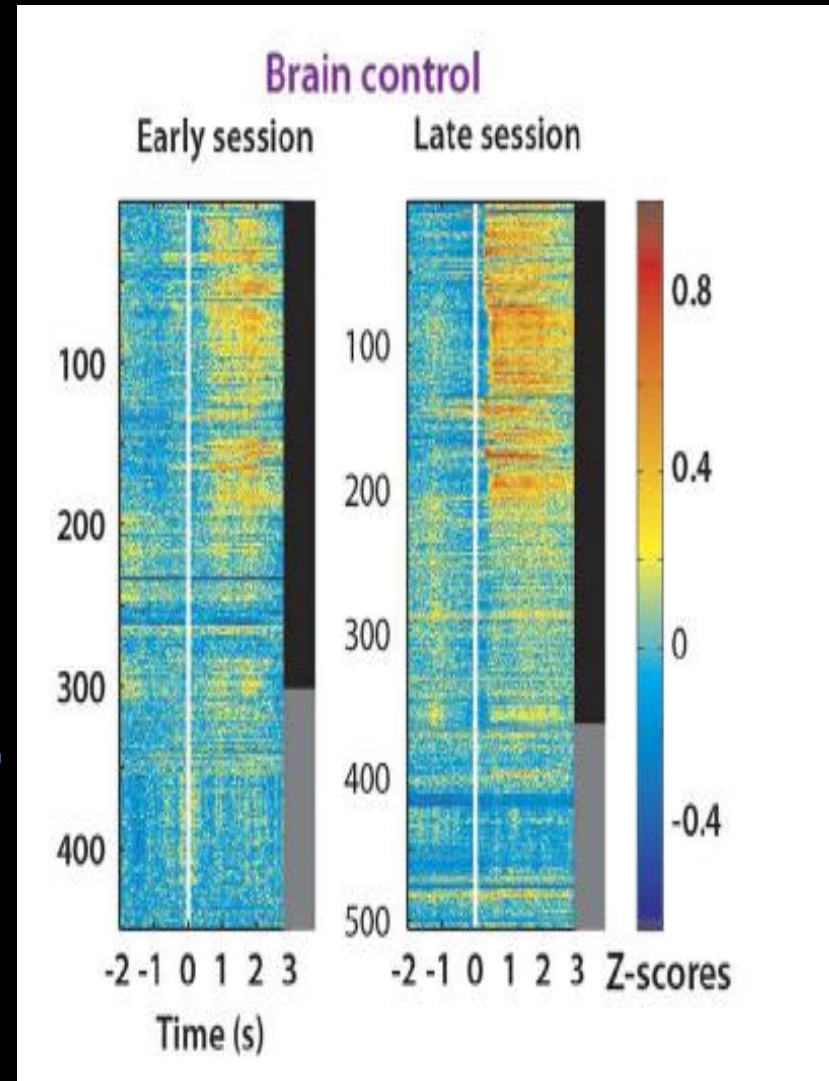
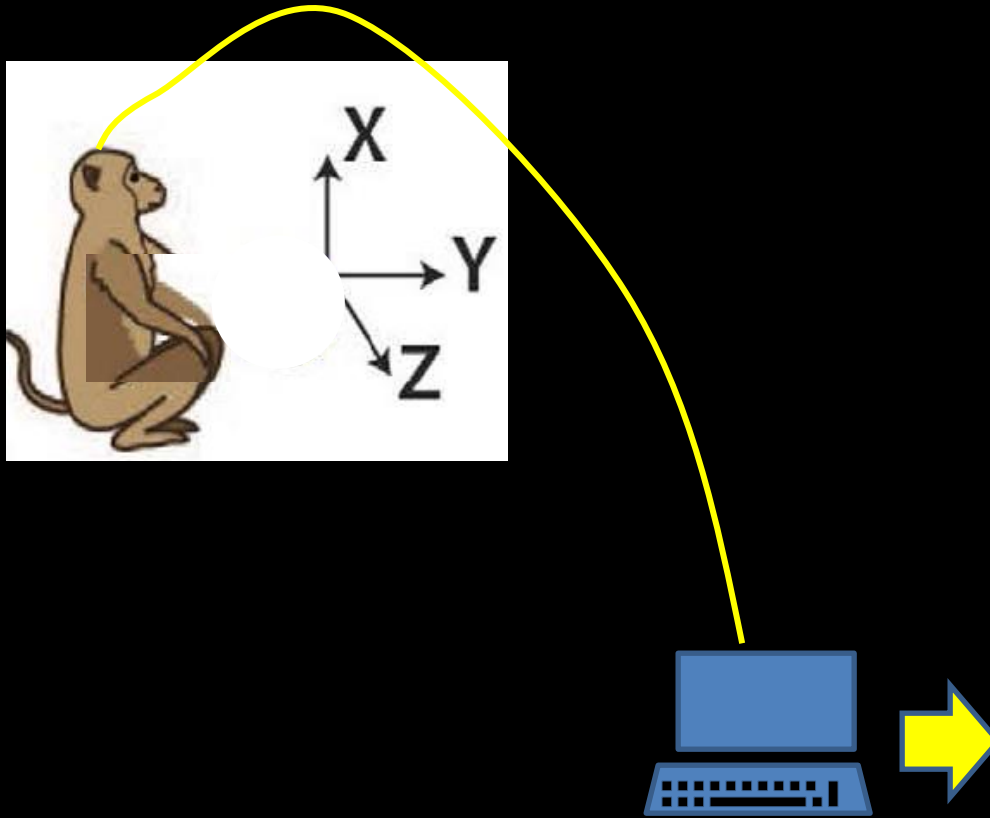
<http://wifflegif.com/tags/24578-baby-monkey-gifs>



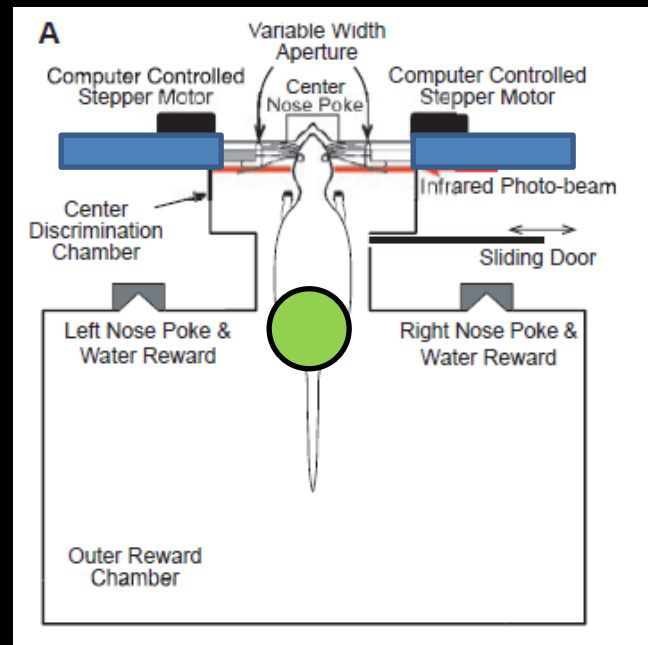
STARECAT.COM

<https://giphy.com/gifs/monkeys-ez30ehligJjEI>

Registro intracortical por multielétrodos

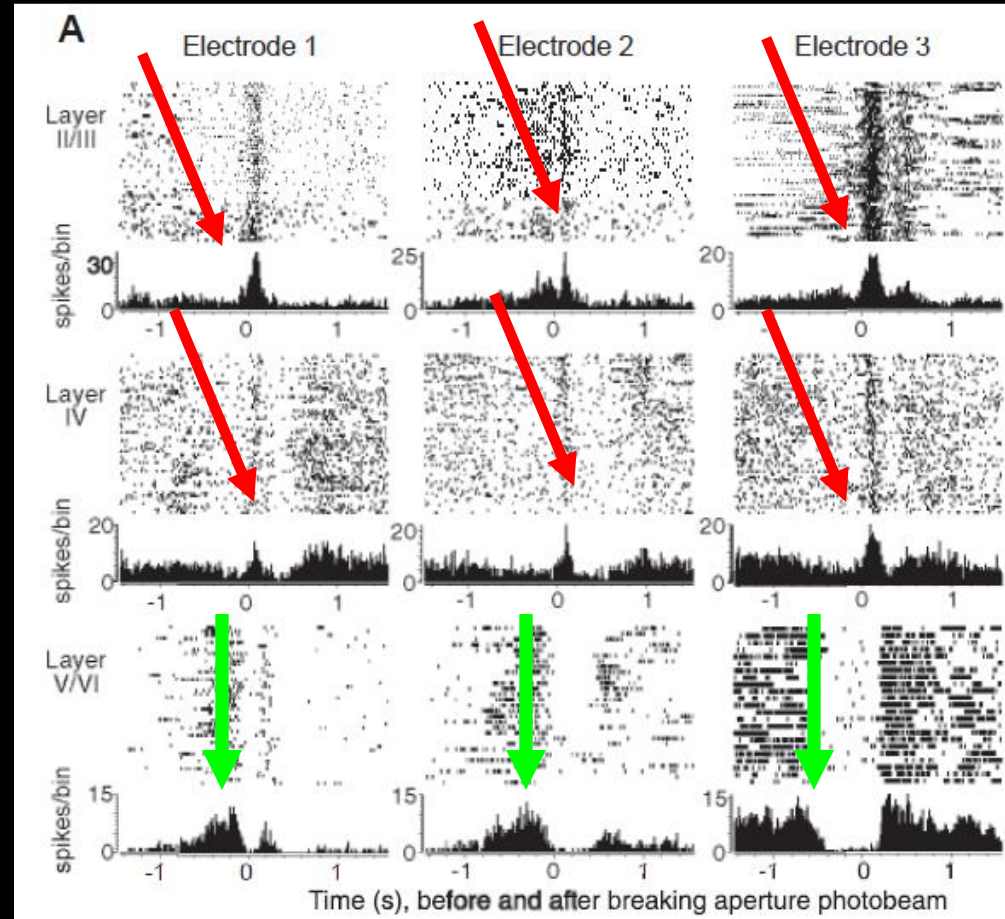
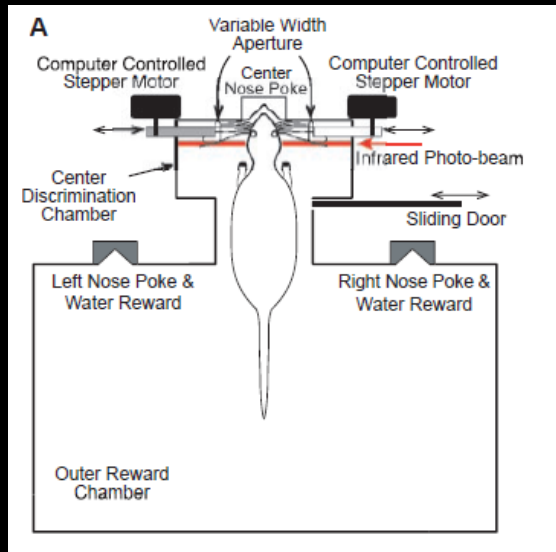


Discriminação tátil de distância



Krupa et al., 2004 Science

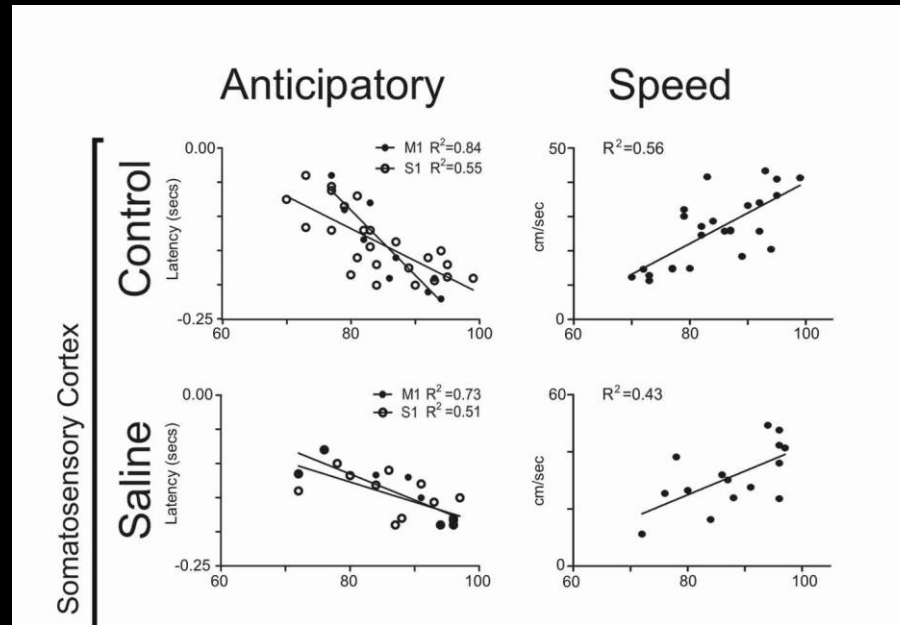
Discriminação tátil



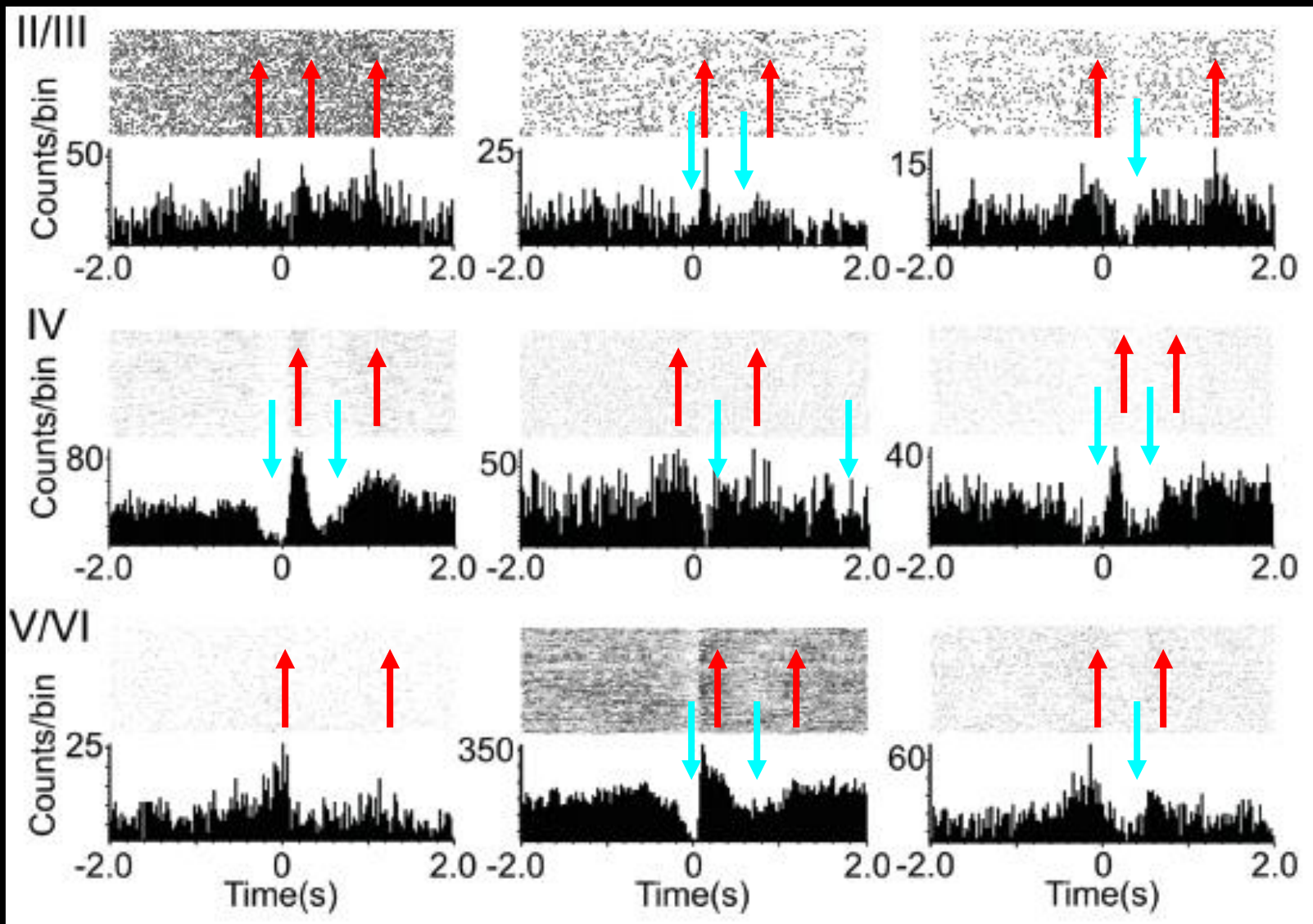
Inputs massivos de M1 para as camadas infragranulares

Krupa et al., 2004 Science

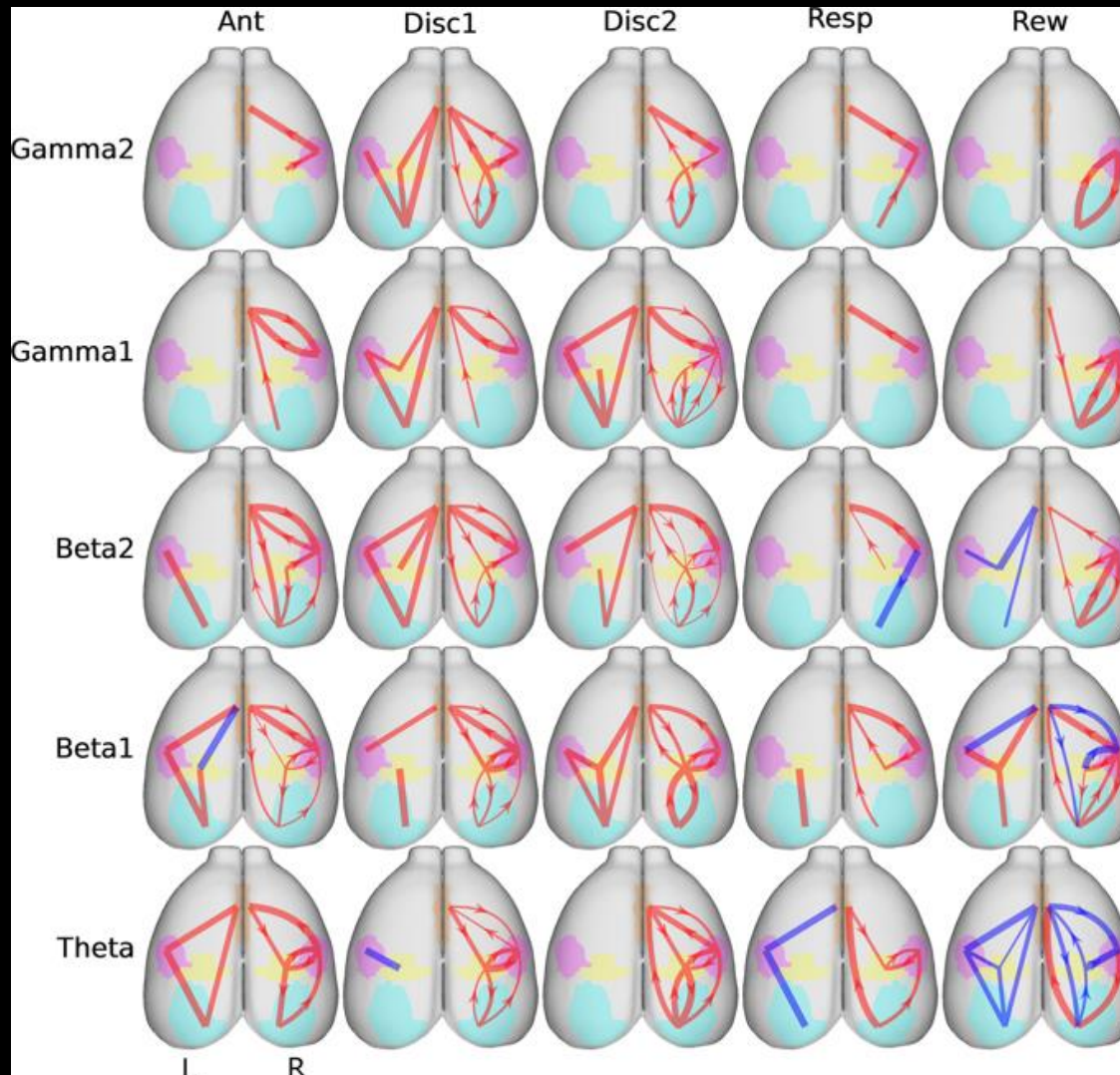
A velocidade e a performance podem ser extraídas das respostas da população de neurónios



Múltiplas modulações complexas



Por último, V1 tem um papel fundamental...no escuro!



Múltiplas modulações nos laços corticotalâmicos antes, durante e depois da discriminação tátil.

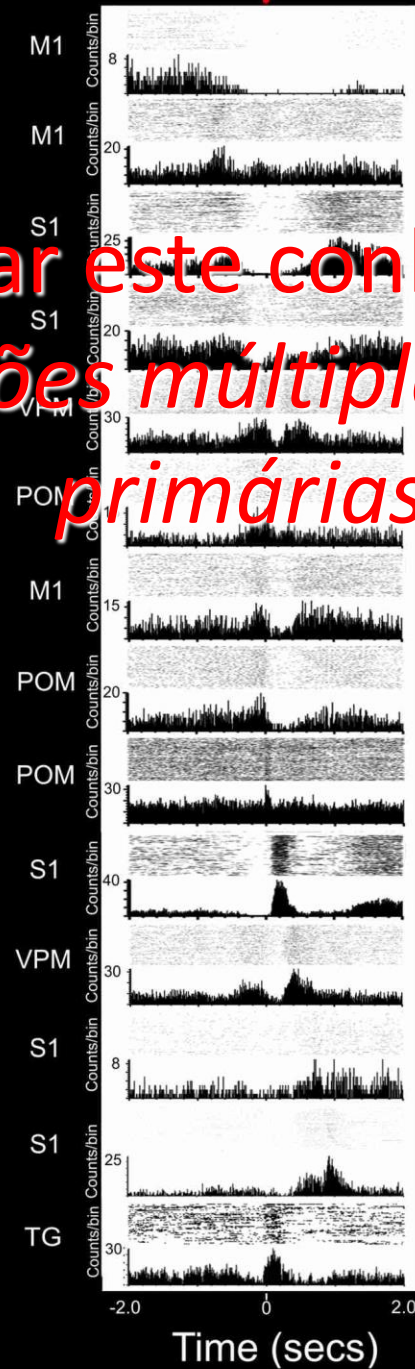
Sugere codificação distribuída e não paralela.

Pais-Vieira et al., 2013 *Journal of Neuroscience*, cover
Pais-Vieira et al., 2015 *Journal of Neurophysiology*

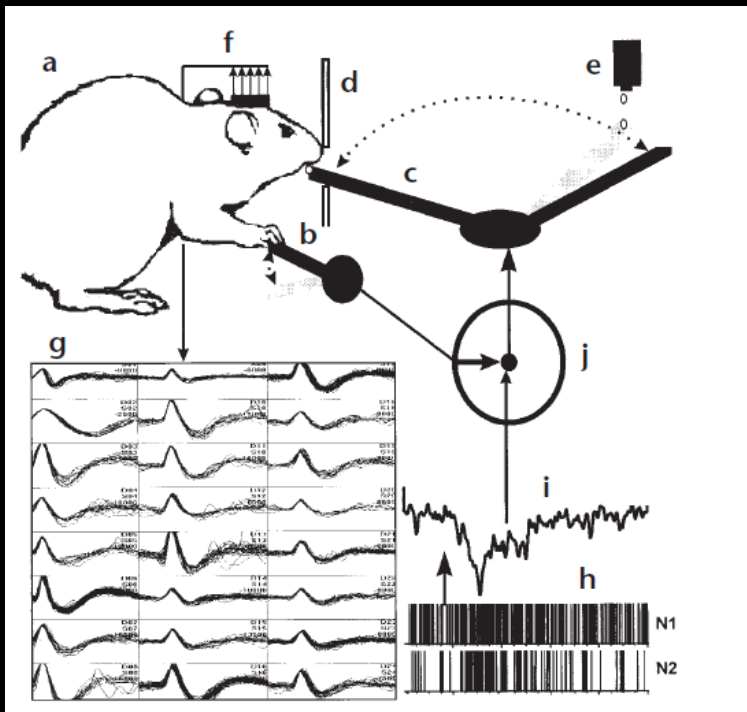


Beam Break

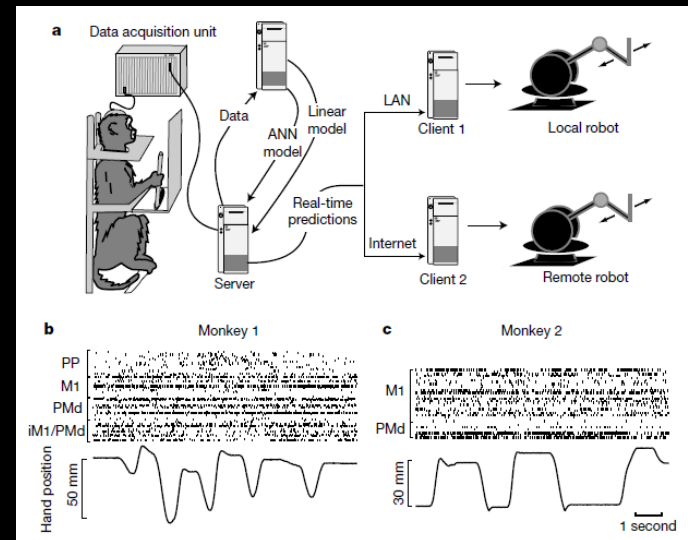
Como usar este conhecimento?
(modulações múltiplas nas áreas
primárias)



Brain-Machine Interfaces



Chapin et al., 1999 Nature Neurosc



Wessberg et al., 2000 Nature

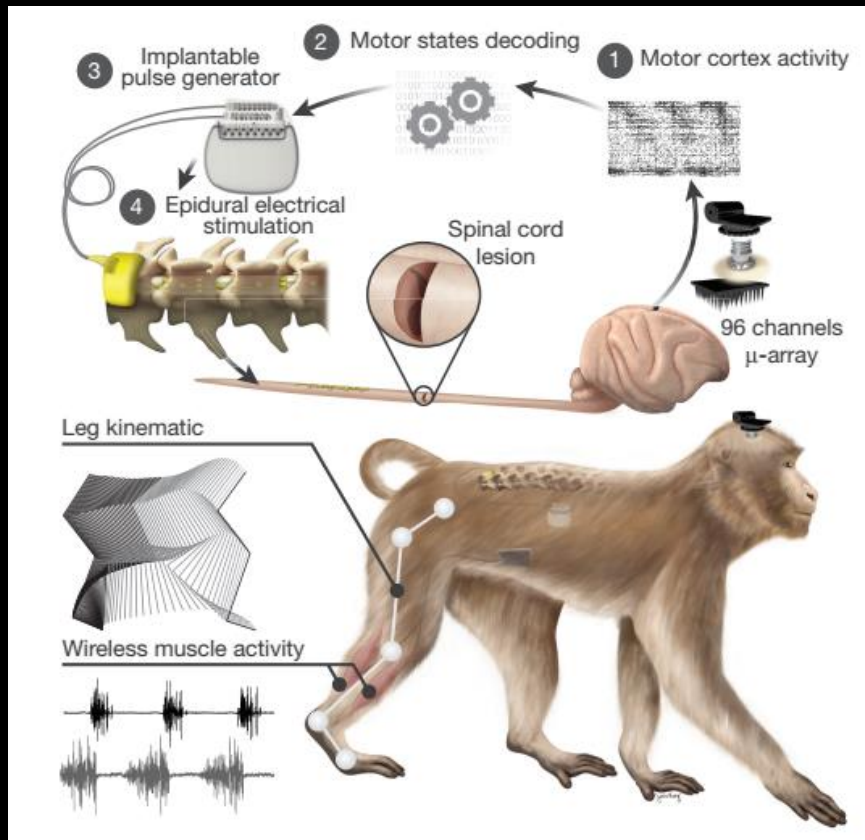


Velliste et al., 2008 Nature

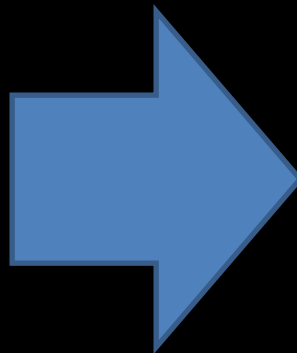


Hochberg et al., 2006 Nature

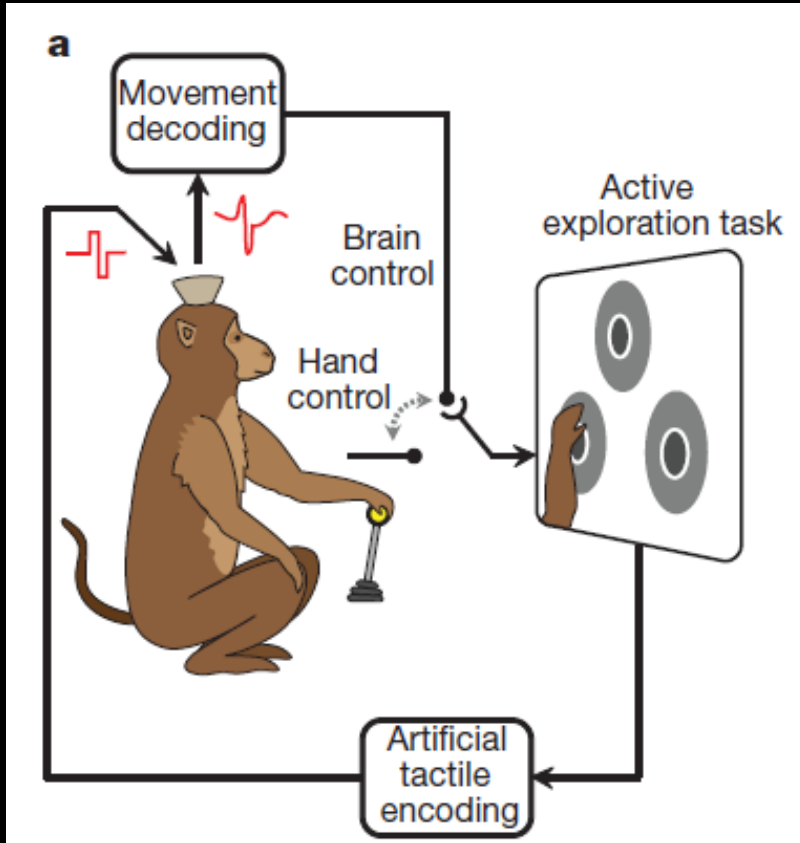
Brain-to-spine interface



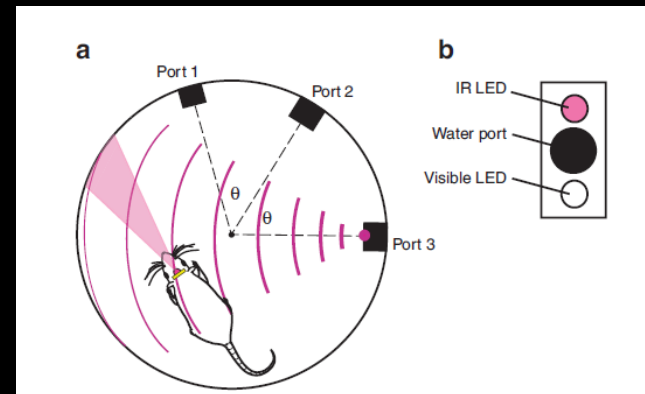
Extraire outputs do cérebro e utilizar para controlar dispositivos (atuadores)



Brain-to-Machine-to-Brain



O'Doherty et al., 2011 Nature



Thomson et al., 2013 Nature Comm

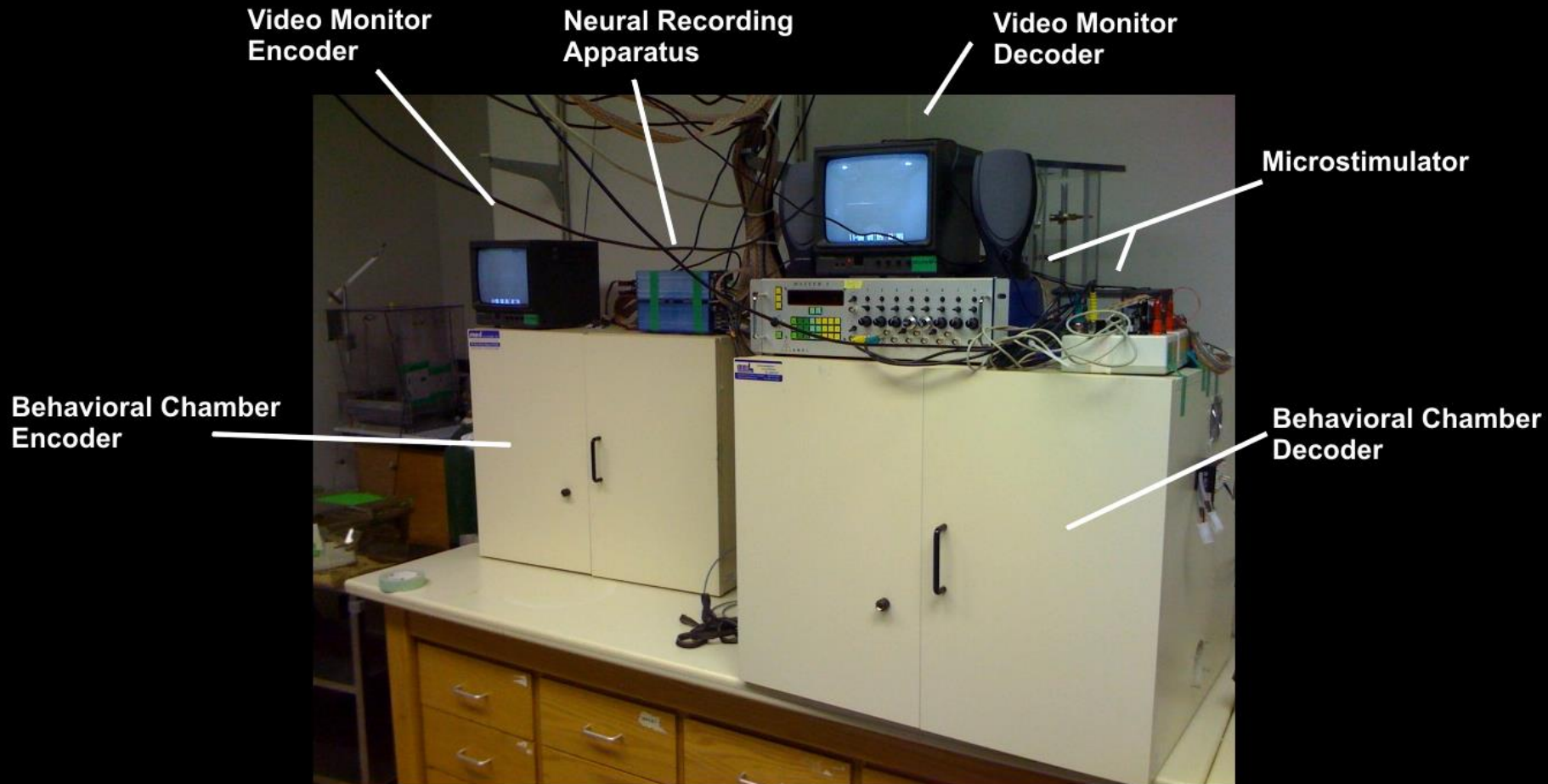
Gerar inputs diretamente para o cérebro para melhorar a performance



Por que razão é que os inputs e outputs têm de ser do mesmo cérebro?



Motor Brain-to-Brain set up



Brain-to-Brain Interface in Rats



Encoder Setup



Decoder Setup

BRASIL

Encoder

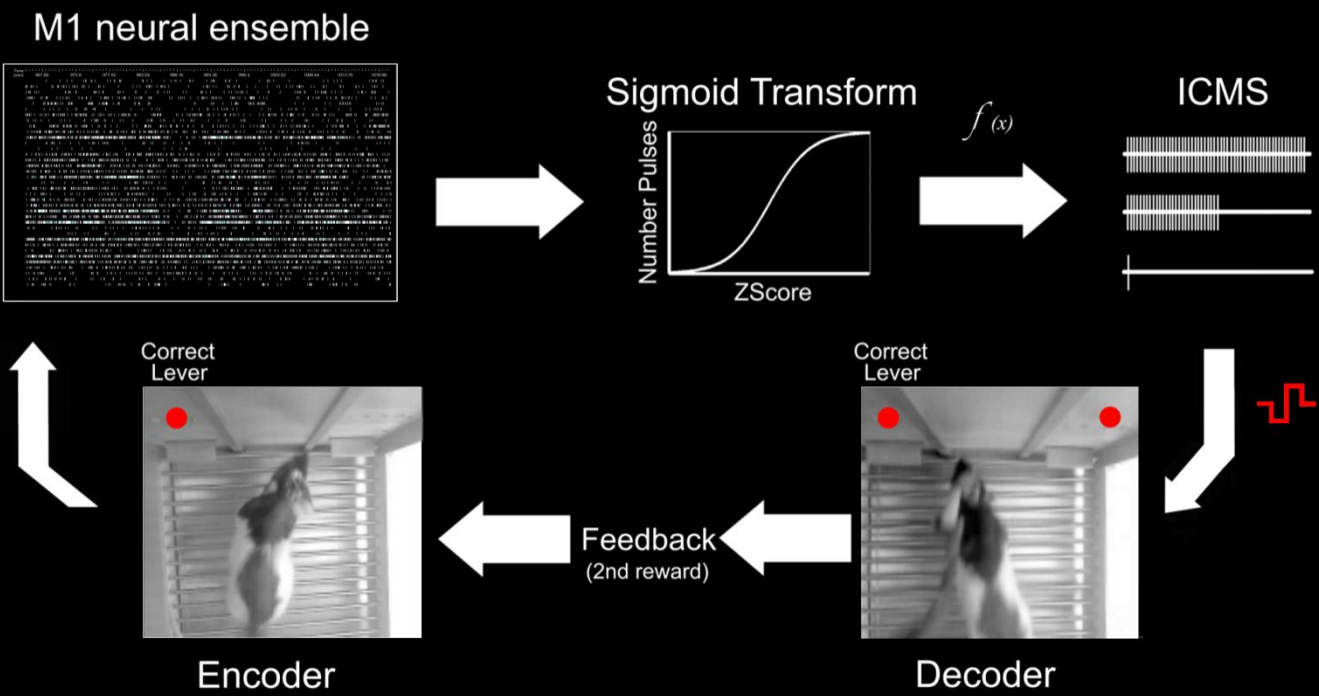


USA

Decoder



Neural Data Acquisition
circle = correct lever





A Brain-to-Brain Interface for Real-Time Sharing of Sensorimotor Information

SUBJECT AREAS:
SOMATOSENSORY
SYSTEM
MOTOR CONTROL
NEUROSCIENCE
WHISKER SYSTEM

Miguel Pais-Vieira¹, Mikhail Lebedev^{1,4}, Carolina Kunicki⁵, Jing Wang^{1*} & Miguel A. L. Nicolelis^{1,2,3,4,5}

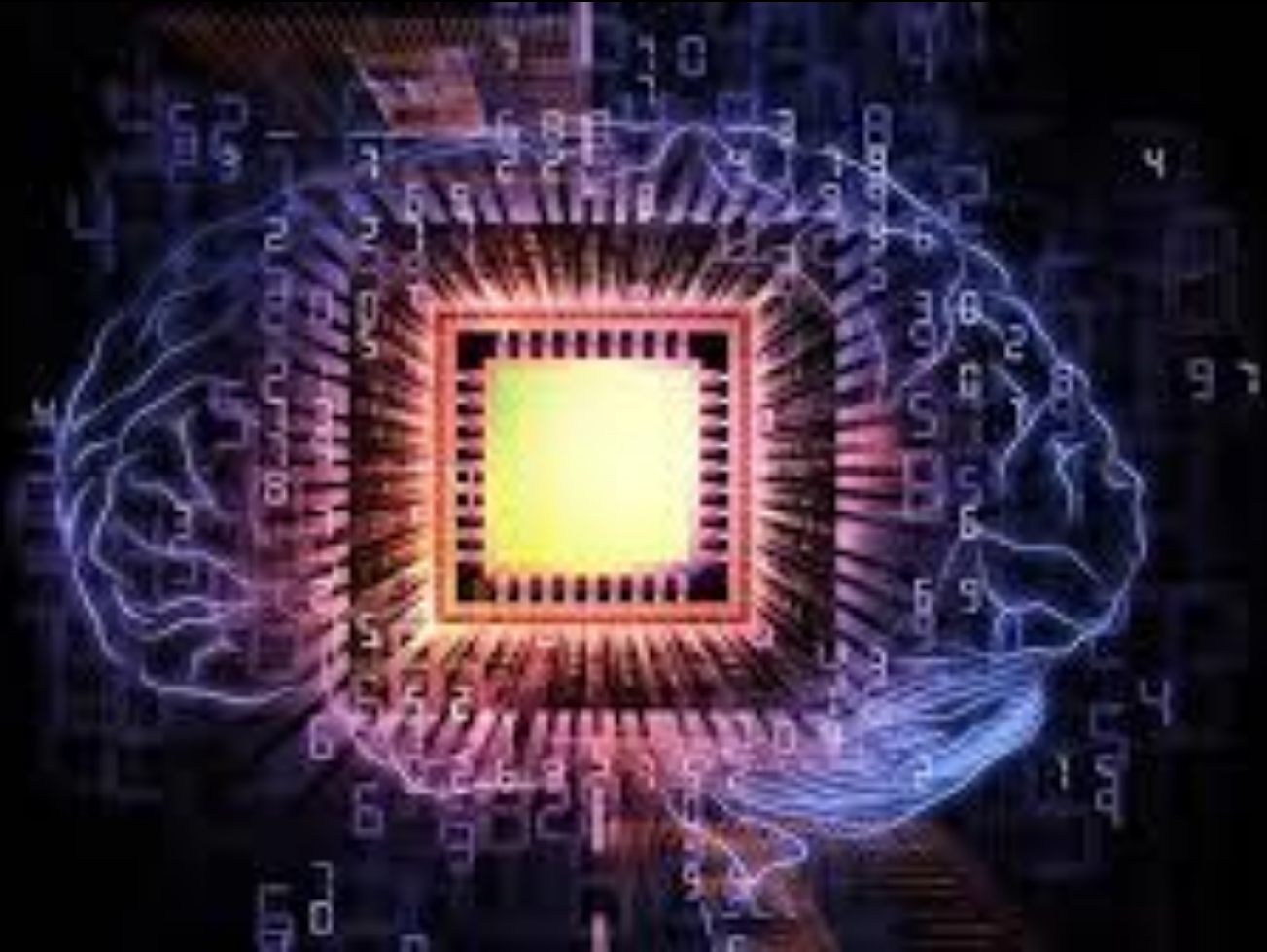
¹Department of Neurobiology, Duke University, Durham, NC 27710, USA, ²Department of Biomedical Engineering, Duke University, Durham, NC 27710, USA, ³Department of Psychology and Neuroscience, Duke University, Durham, NC 27710, USA, ⁴Duke Center for Neuroengineering, Duke University, Durham, NC 27710, USA, ⁵Edmond and Lily Safra International Institute for Neuroscience of Natal (ELS-IINN), RN 59066-060, Natal, Brazil.

Received
20 December 2012

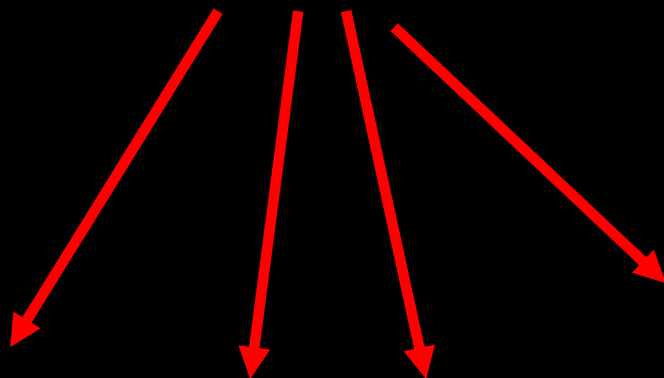
A brain-to-brain interface (BTBI) enabled a real-time transfer of behaviorally meaningful sensorimotor information between the brains of two rats. In this BTBI, an “encoder” rat performed sensorimotor tasks that were initiated and controlled by a “decoder” rat. While the encoder rat performed the tasks, the decoder rat received the information and performed the tasks. This BTBI was the first of its kind to enable real-time transfer of sensorimotor information between two rats.

Pais-Vieira et al., 2013b

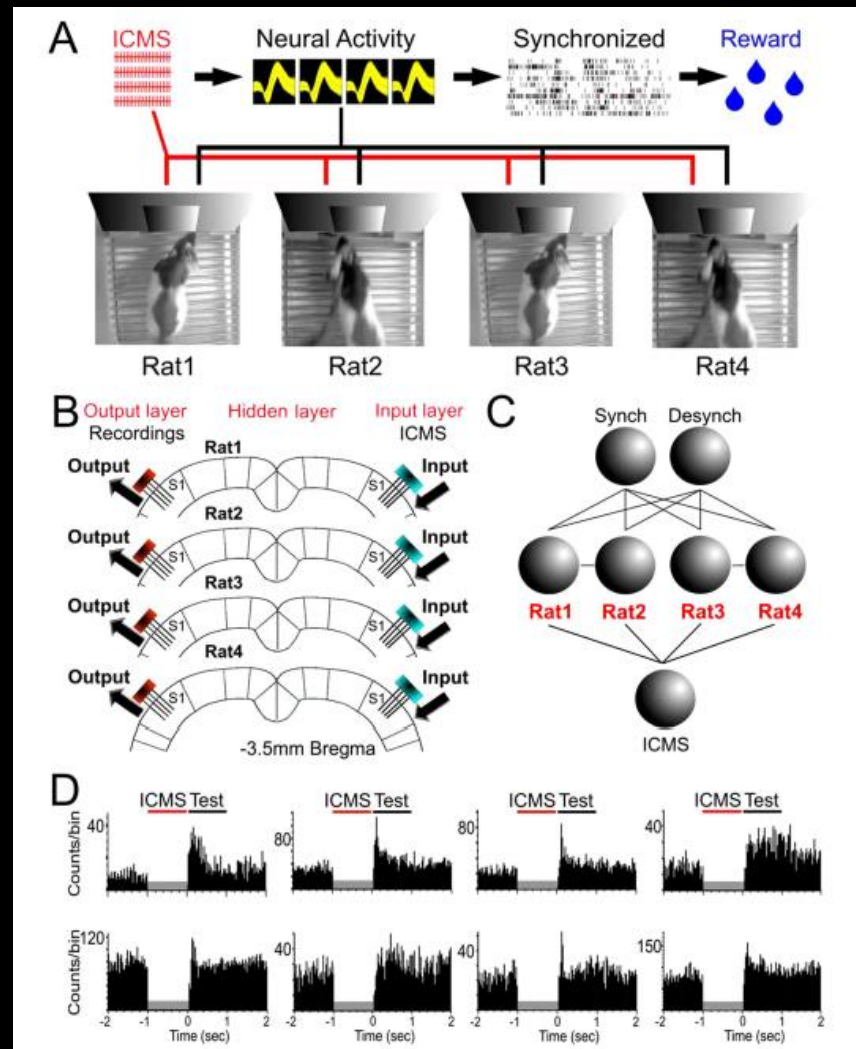
Can we compute stuff?



Brainet: um Sistema para computação orgânica que combina a atividade de múltiplos cerebroscomputations



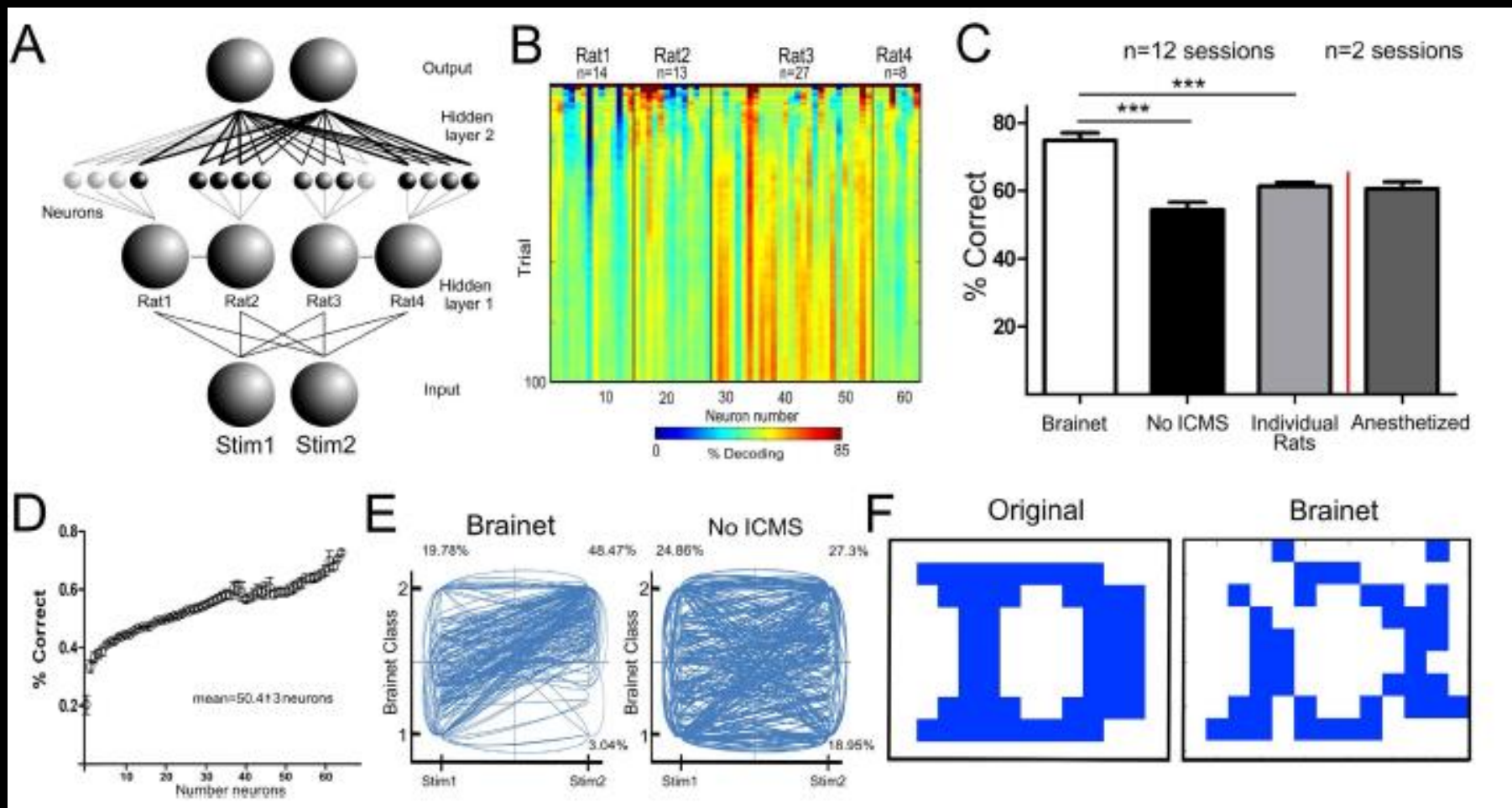
A brainnet with multiple interconnected brains



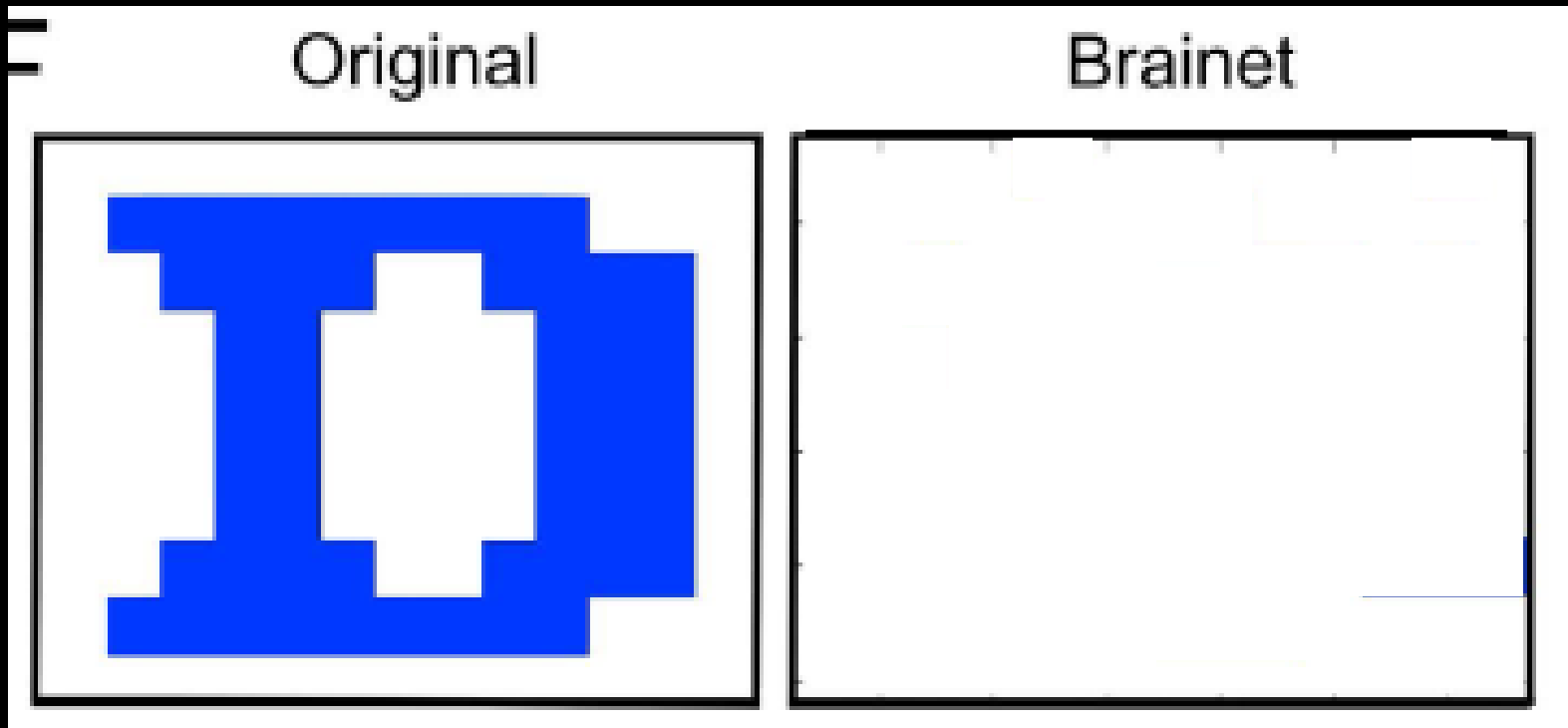
Podemos sincronizar a atividade neuronal em múltiplos cérebros?



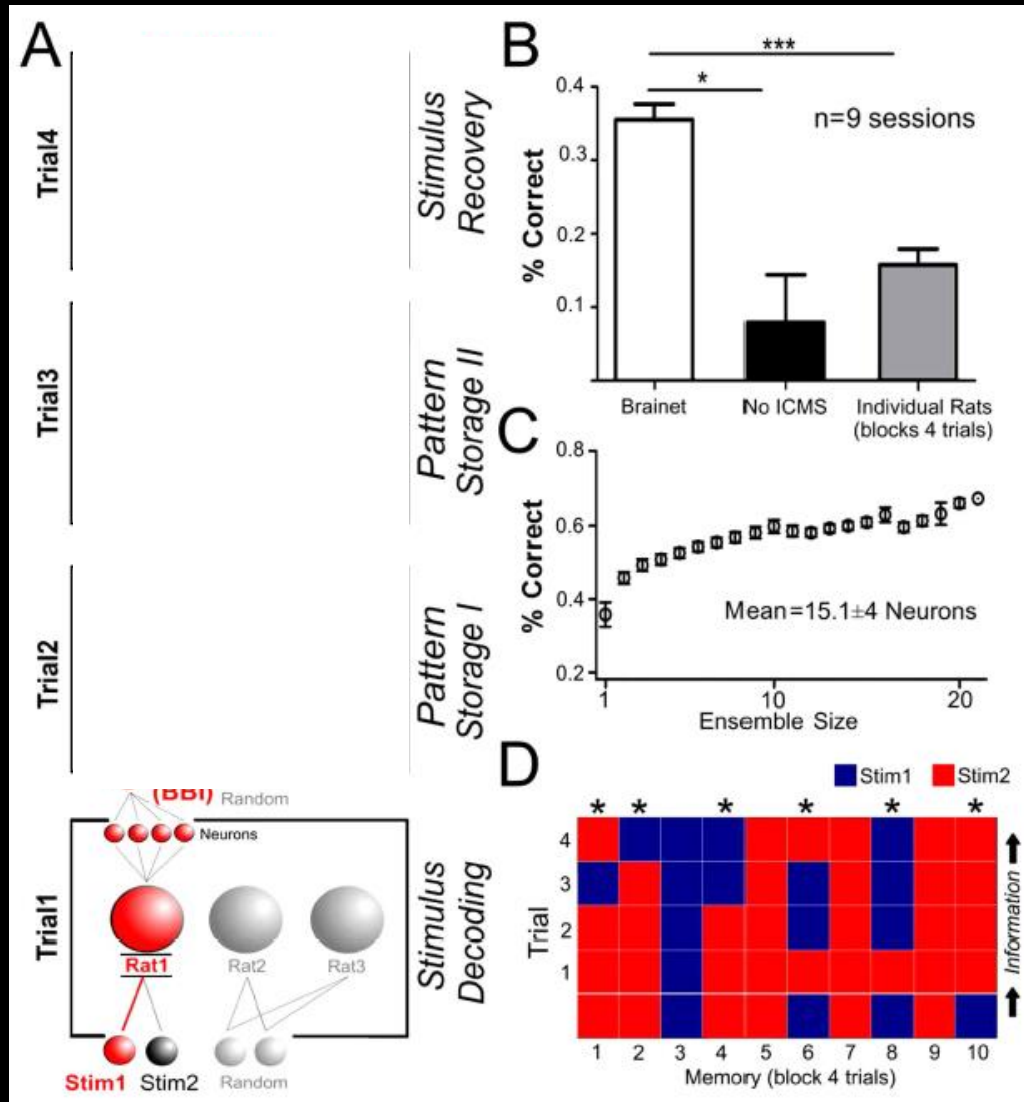
Esta rede pode ser usada como um classificador?



Processamento de imagem



Armazenamento e recuperação da informação



Como sabemos que vai chover?

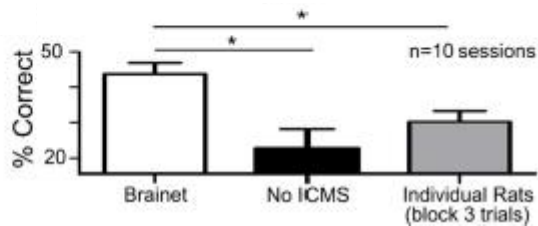
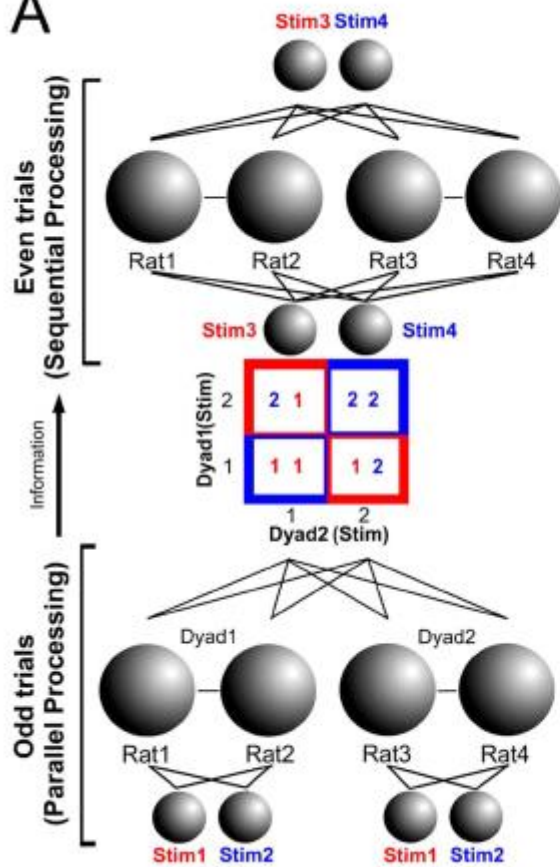


Céu escuro?

Muito calor?

...tempestade a caminho!

A



SCIENTIFIC REPORTS



OPEN

Building an organic computing device with multiple interconnected brains

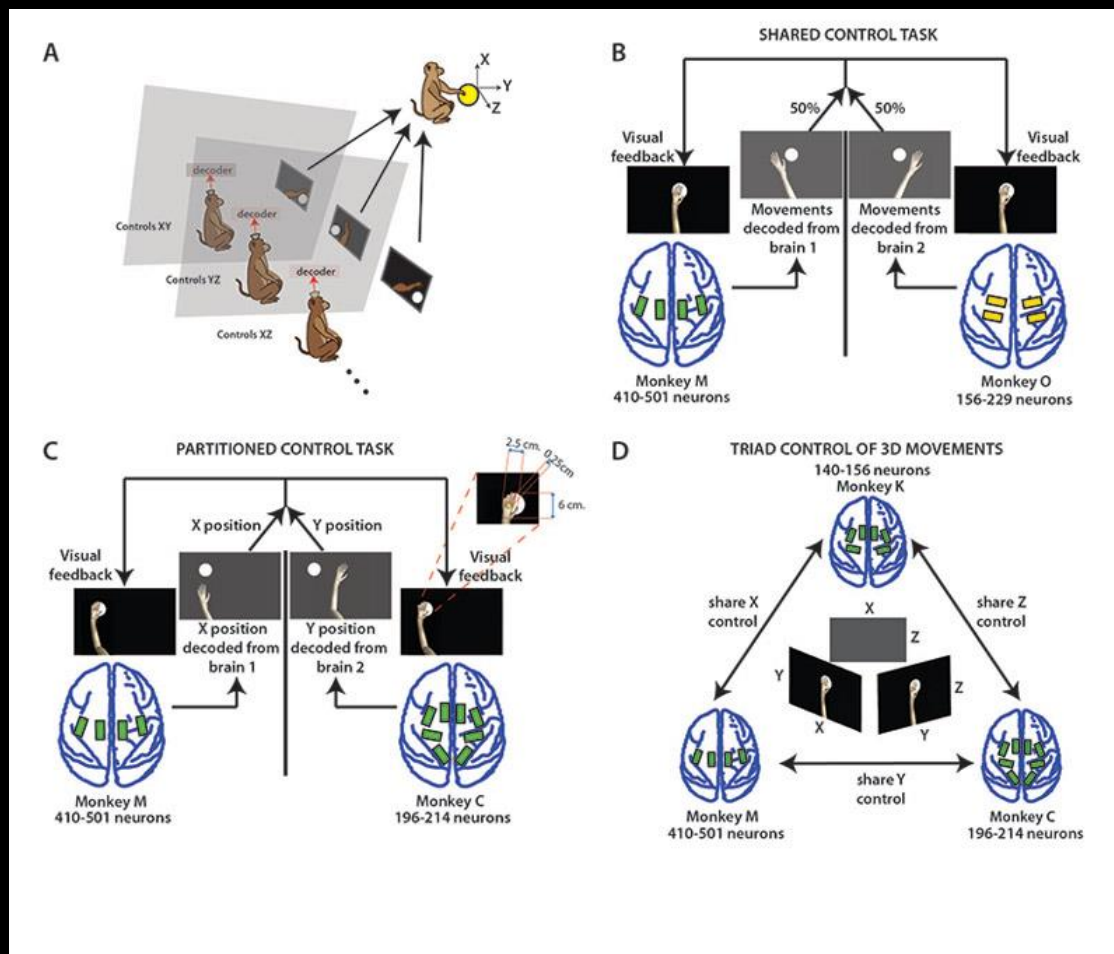
Received: 03 March 2015

Accepted: 09 June 2015

Published: 09 July 2015

Miguel Pais-Vieira¹, Gabriela Chiuffa¹, Mikhail Lebedev^{2,4}, Amol Yadav² & Miguel A. L. Nicolelis^{1,2,3,4,5}

Pais-Vieira et al., 2015a



Monkey Brainet

SCIENTIFIC REPORTS



OPEN

Computing Arm Movements with a Monkey Brainet

Arjun Ramakrishnan^{1,2,*}, Peter J. Ifft^{2,3,*}, Miguel Pais-Vieira^{1,2}, Yoon Woo Byun^{2,3},
Katie Z. Zhuang^{2,3}, Mikhail A. Lebedev^{1,2} & Miguel A.L. Nicolelis^{1,2,3,4,5}

Received: 11 March 2015

Accepted: 30 March 2015

Published: 9 July 2015

Traditionally, brain-machine interfaces (BMIs) extract motor commands from a single brain to control the movements of artificial devices. Here, we introduce a Brainet that utilizes very-large-scale brain activity (VLSBA) from two (B₂) or three (B₃) nonhuman primates to engage in a common motor

Mudando um pouco de assunto

Rubber hand illusion



<https://imgur.com/r/gifs/McMDeEj>

Recapitulando!

- Múltiplos tipos de informação podem ser recuperados em áreas primárias e outras
- Os Brain-machine interfaces (BTBIs, brainets) permitem decodificar/codificar informação e transferi-la
- É possível induzir neuroplasticidade de curto prazo para gerar sensações fantasma dos membros

...note-se que não estou a incluir aqui todos os avanços técnicos que foram gerados para se conseguir atingir estes resultados

Brain Machine Interfaces for neurological recovery

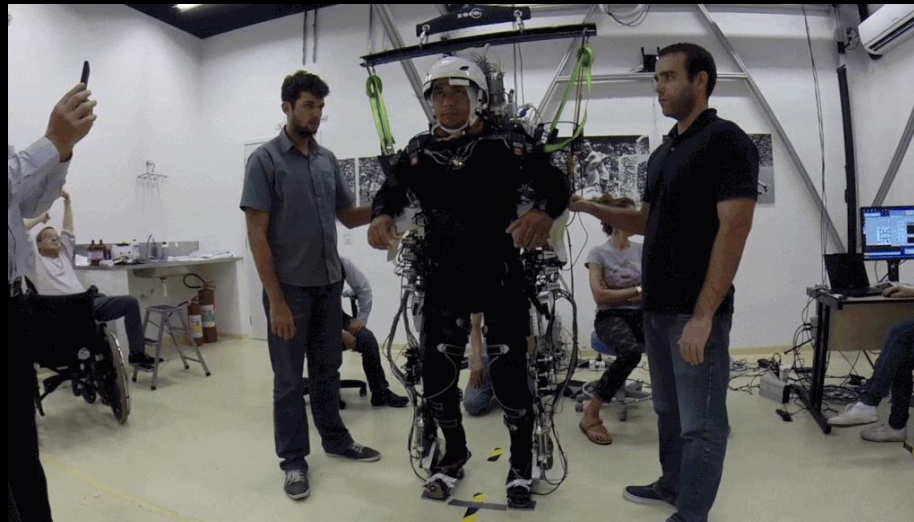


<https://www.google.at/imgres?imgurl=http://heavyedtorial.files.wordpress.com/2014/05/exo-pif.gif/%253Fw%253D780&imgrefurl=http://heavy.com/tech/2014/05/exoskeleton-world-cup-what-is-duke-walk-again-project/&h=408&w=560&tbnid=7gIpAalPqETHCM:&docid=AghW959IECDalM&ei=fknZVsXaDYGpa6TGlaAF&tbnm=isch&ved=0ahUKEWjFkanNOKbLAhWB1BoKHSRjBVQQMwgbKAaAA>

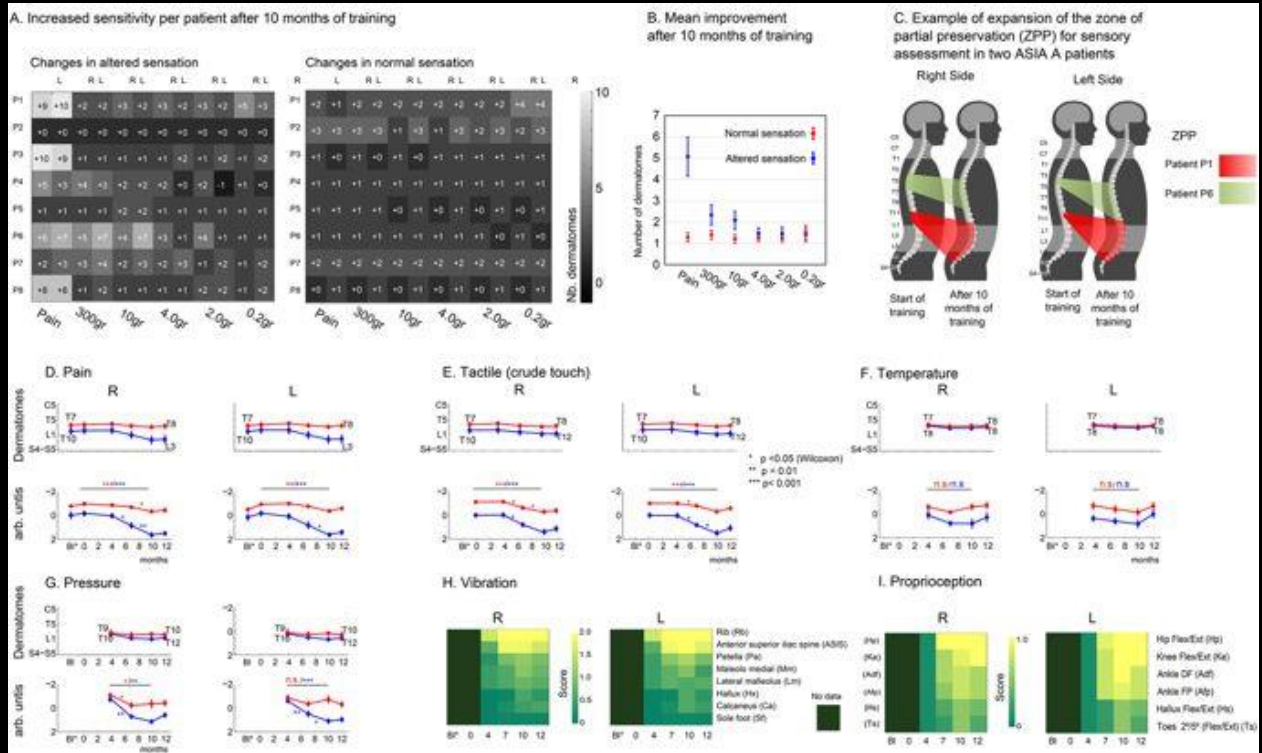
Note: It's not me in the photo!

Donati et al., 2016
Shokur et al., 2016

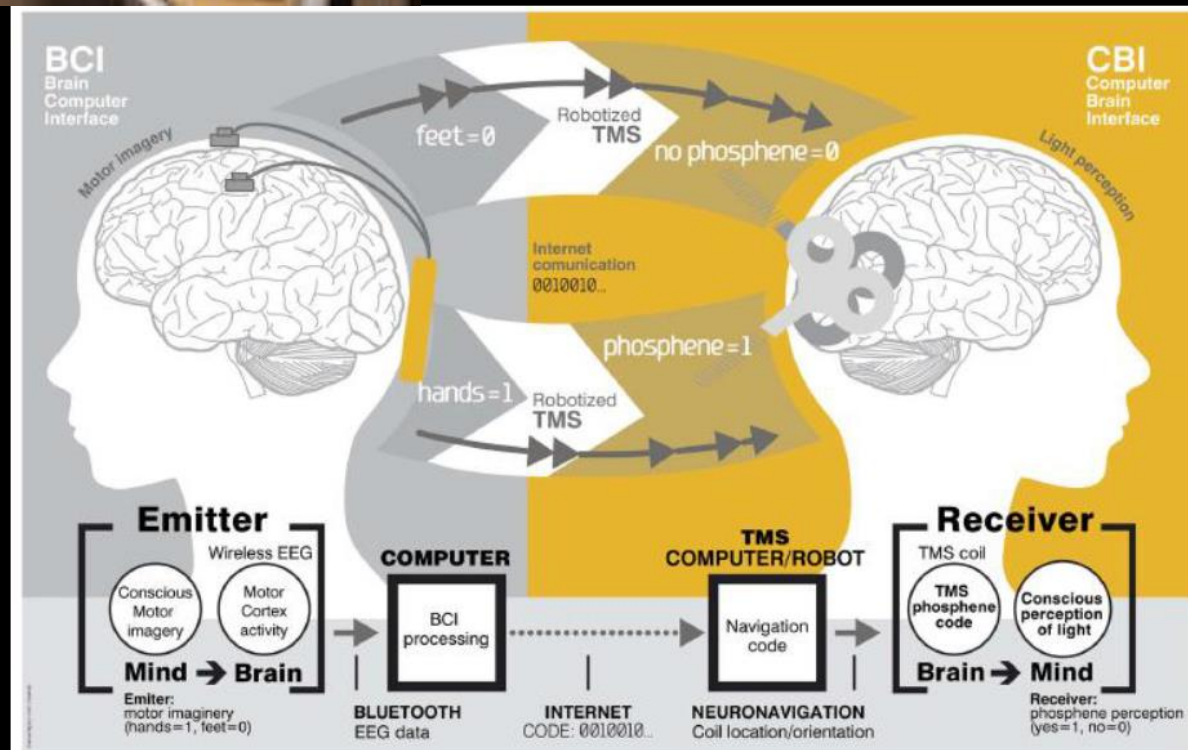
Controlo de miembros inferiores robóticos (exosqueleto)



<https://www.statnews.com/2015/08/11/paraplegics-exoskeleton-brain-training/>



Entretanto em outros laboratórios...



Terceiro braço para multitasking



<https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/bionics/mindcontrolled-robotic-third-arm-gives-new-meaning-to-multitasking>

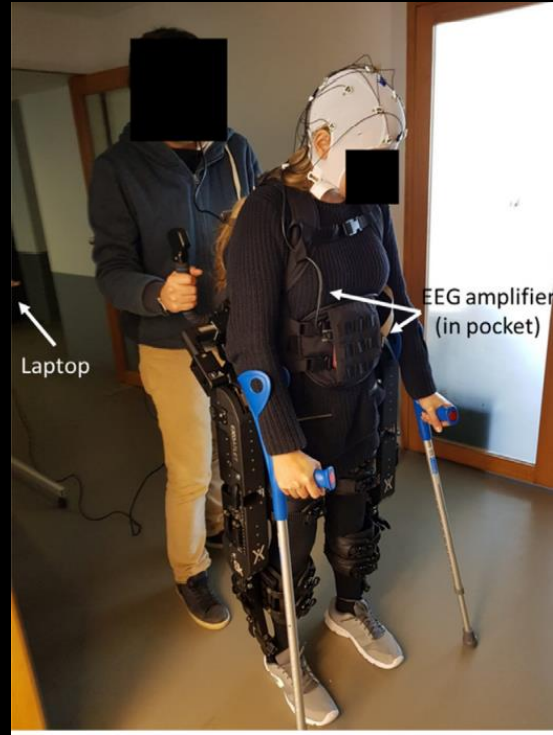
Controlo individual dos dedos

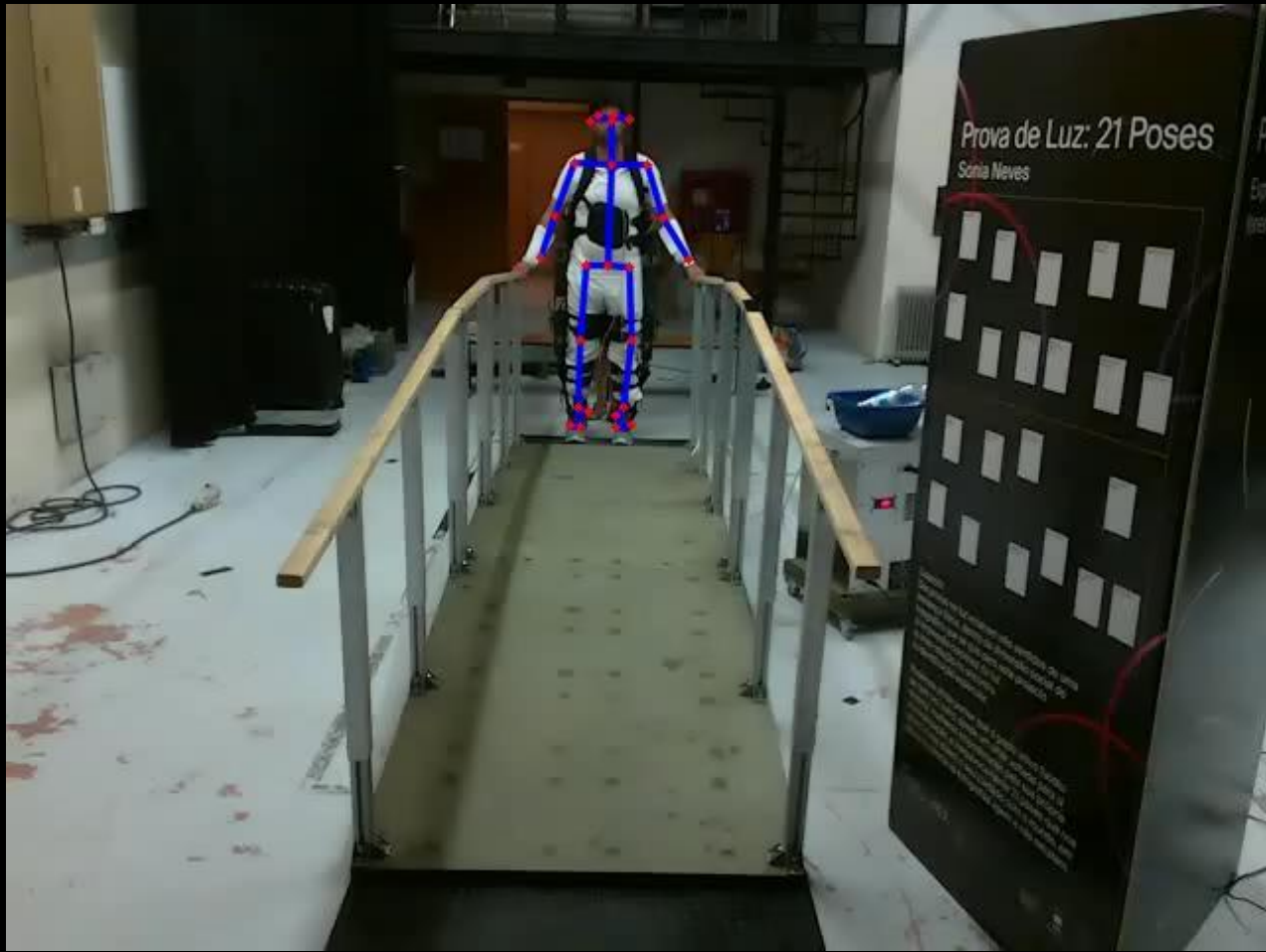


<https://towardsdatascience.com/from-brain-waves-to-arm-movements-with-deep-learning-an-introduction-3c2a8b535e4e>

O que estamos a tentar fazer?

- 1 – Conseguimos importar e reproduzir a tecnologia?
 - 2 – Conseguimos melhorar o protocolo?
 - 3 – Qual é o mecanismo fisiológico?
- Se a combinação de todos estes componentes é o que faz com que se dê a neuroplasticidade, então vamos tentar melhorar esta abordagem:
 - Realidade Virtual (visão e som)
 - Avaliação psicológica da representação corporal
 - Feedback termotátil
 - Exosqueleto





Prova de Luz: 21 Poses

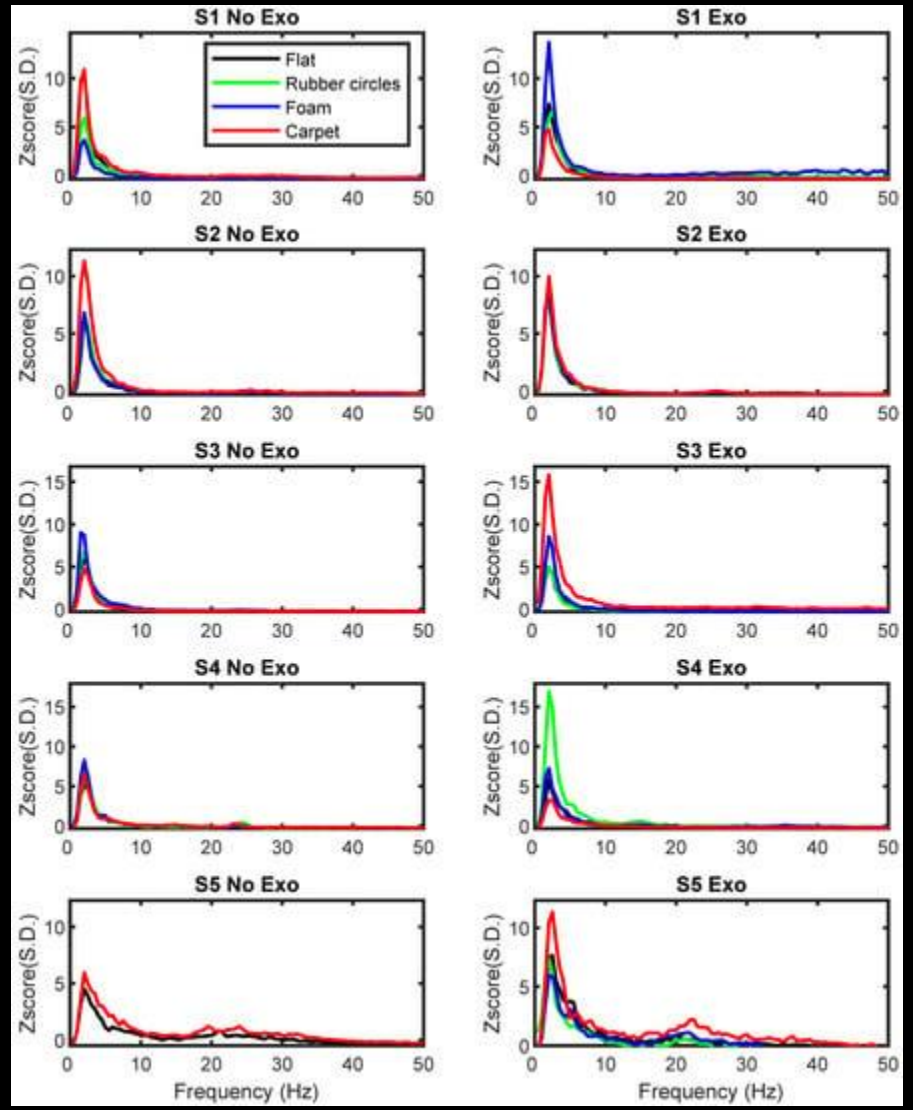
Sonia Neves

Prova de Luz: 21 Poses
Sonia Neves

Este trabalho tem como objetivo principal a criação de uma biblioteca de poses para o jogo "The Last of Us". A ideia é capturar movimentos reais de uma pessoa para serem usados em um jogo de sobrevivência. O projeto foi desenvolvido em parceria com a equipe de desenvolvimento de jogos da Sony Computer Entertainment Inc. (SCEI).

O trabalho foi realizado em um ambiente de laboratório de captura de movimento, onde foram utilizadas câmeras de alta velocidade e sensores de profundidade para registrar os movimentos do ator. O resultado final é uma coleção de 21 poses que serão utilizadas para animar os personagens do jogo.

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) sob o número de processo 2011/00011-0.







Pais-Vieira et al., 2022a



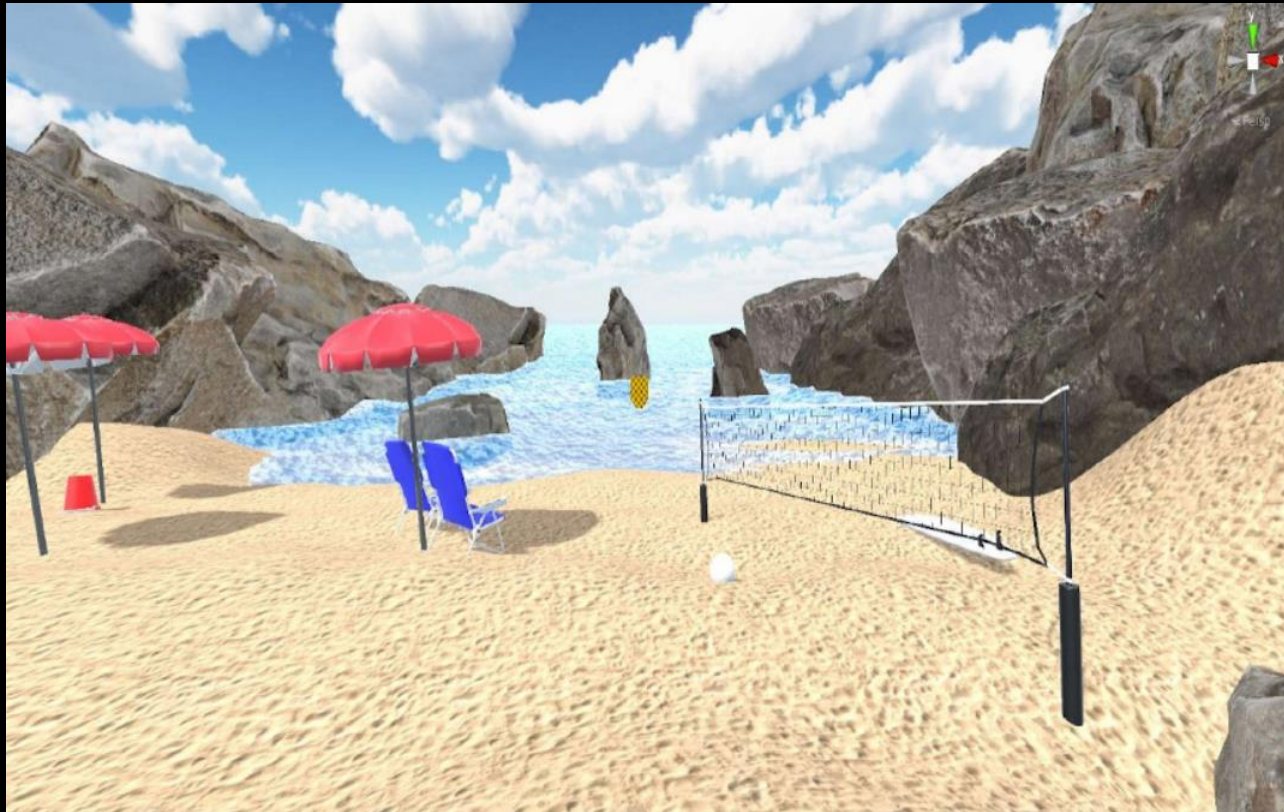
Pais-Vieira et al., 2022a



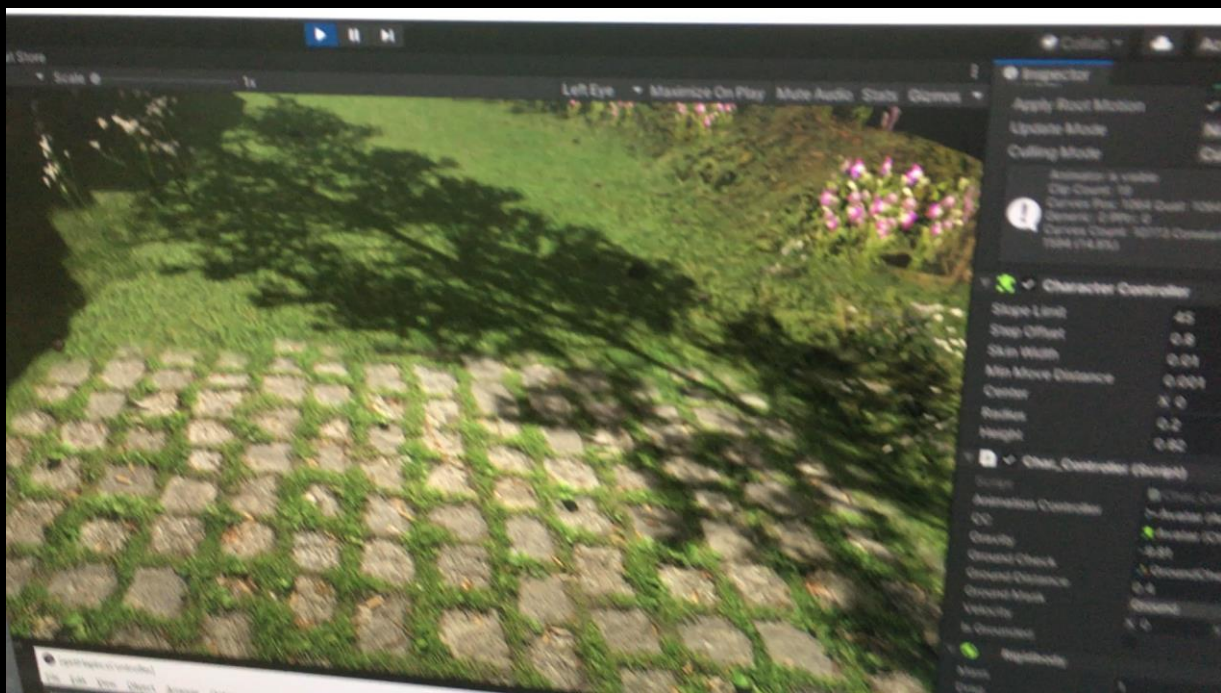
Pais-Vieira et al., 2022a



Pais-Vieira et al., 2022a



Pais-Vieira et al., 2022a



Inspector

- Apply Root Motion
- Update Mode
- Culling Mode

Animator is visible
Clip Count: 10
Curves Res: 1284 Quat: 1084
Domains: 2 BPs: 0
Curves Count: 10773 Constants: 1084 (14.9%)

Character Controller

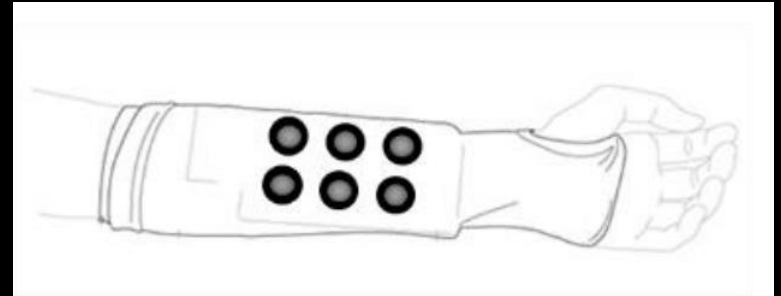
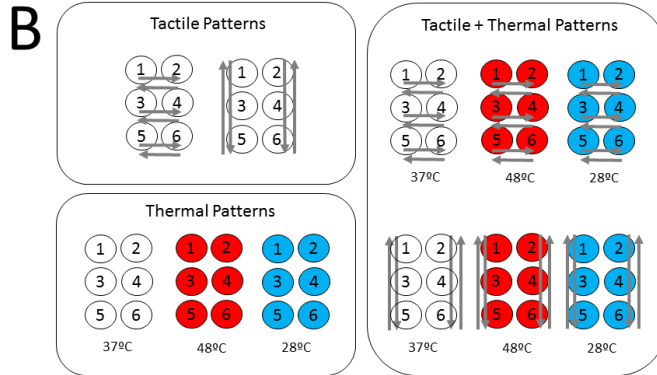
- Step Limit: 45
- Step Offset: 0.5
- Skin Width: 0.01
- Min Move Distance: 0.001
- Center: X 0
- Radius: 0.2
- Height: 0.82

Char_Controller (Script)

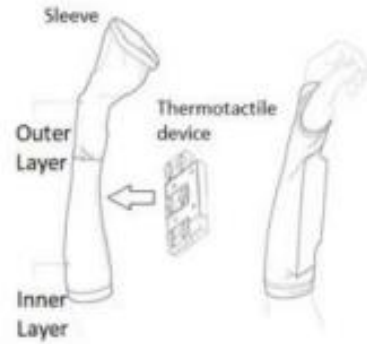
- Script: Char_Controller
- Animation Controller: Anim_Controller
- Gravity: -9.81
- Ground Check: Ground
- Ground Distance: 0.4
- Ground Mask: Ground
- Velocity: X 0

Rigidbody

- Mass: 1
- Drag: 1



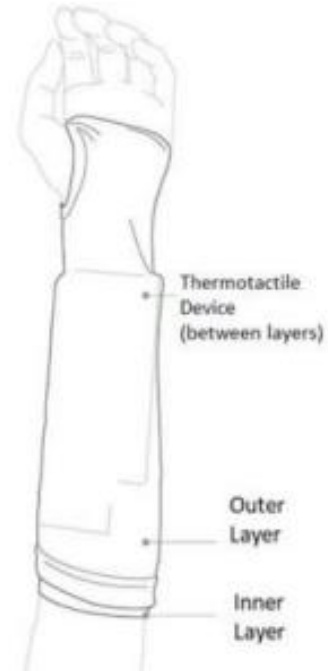
1



2



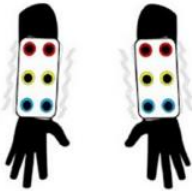
3



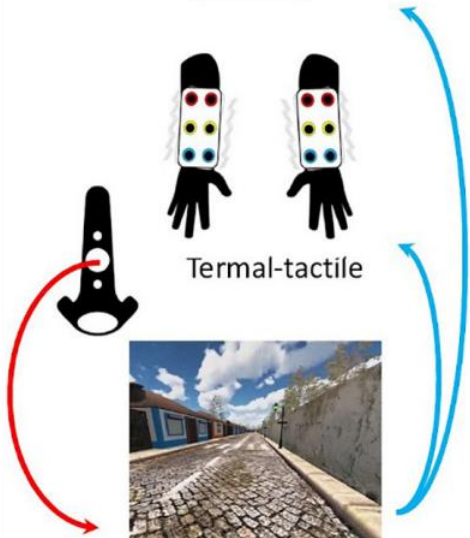
Habituation



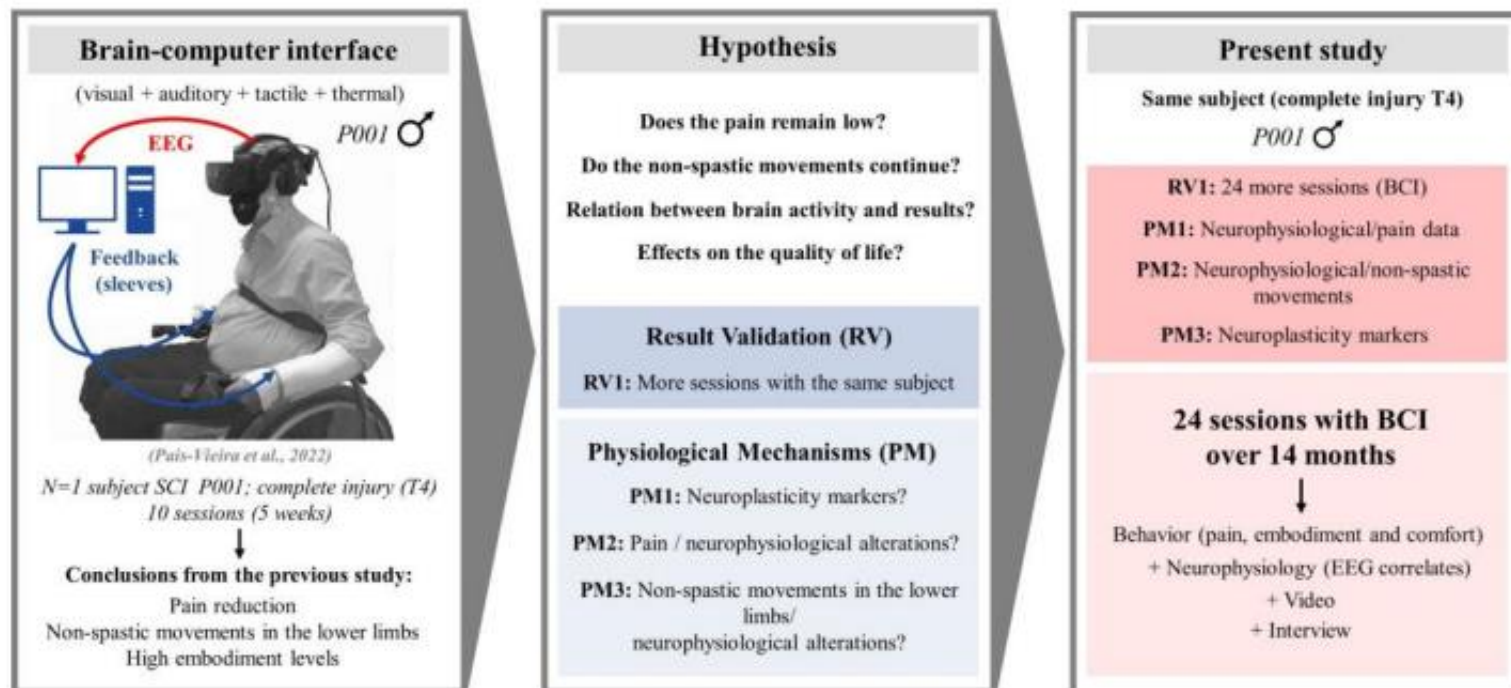
Visual
Audio



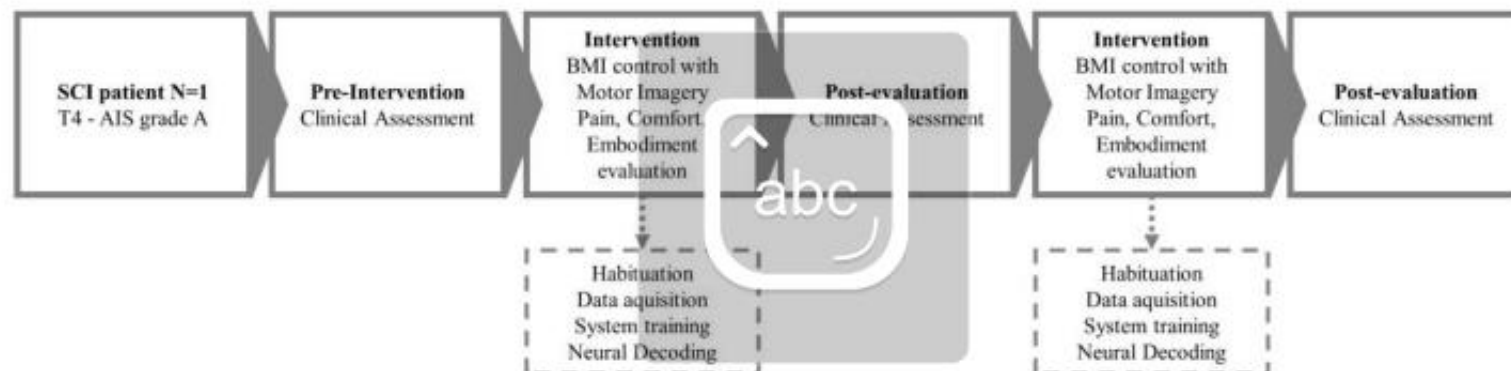
Thermal-tactile



A

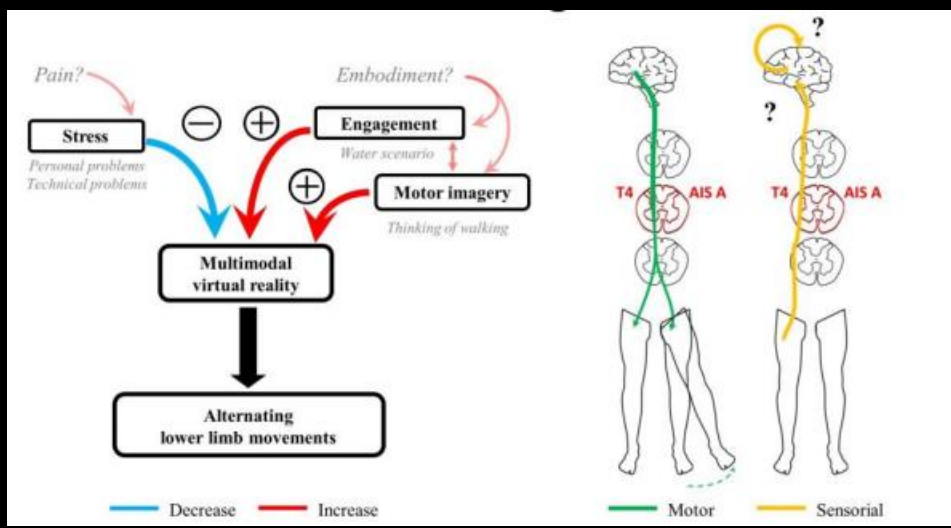


B



Relatos dos pacientes

- *É a primeira vez em trinta anos que estou a sentir as minhas pernas.*
- Estou a sentir o frio a subir pelas pernas acima.
- Não se verificou preferência por cenários em ambiente natural versus urbano
- *Não me canso destes cenários porque todos os dias encontro coisas novas das quais ainda não me tinha apercebido.*



Conclusões e resumo dos resultados

- Redução dos níveis de dor
- *“estou a caminhar pela primeira vez em 30 anos!”*
- Desenvolvimento dos cenários parece ser de extrema relevância
- O paciente estava altamente envolvido e motivado.
- Movimentos/relatos de sensação térmica de origem espinhal?cortical?
- A combinação de múltiplas tecnologias parece ser relevante, mas não é claro qual o mecanismo envolvido

Acknowledgments: BIAL Foundation 95/2016; FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., under the projects UIDP/04501/2020 (MPV), UIDB/04279/2020 (CPV), FCT/IF/00098/2015, project CISUC - UID/CEC/00326/2020 (AP), by the European Social Fund, through the Regional Operational Program Centro 2020 (AP), and the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme, via an Open Call issued and executed under Project EUROBENCH (grant agreement No 779963) Thertact-Fb and Thertact- NEXT. This work was supported by an Honorable mention in the 2nd Edition of the Maria Lutegarda Award in rehabilitation and Scientific Research 2021/22 by the AFID Foundation.

Obrigado pela atenção

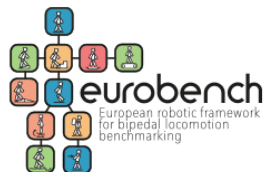
Carla Pais-Vieira , UCP
Pedro Gaspar , UCP
Demétrio Matos , IPCA
Miguel Gago , HSO-G
Maria João Azevedo
Tânia Poleri , HSO-G
Mafalda Aguiar, UA
André Perrotta , UC
Miguel Pais-Vieira, UA
Mafalda Aguiar, UA
Júlia Ramos, UA
José Gabriel Azevedo, UA
Ann-Katrin Jakob, UA
Tiago Ramos, UA

Universidade Católica Portuguesa, Polytechnic Institute of Cavado and Ave, Hospital Senhora da Oliveira, Plano de Ação para Apoio aos Deficientes Militares, University of Coimbra, University of Aveiro

FUNDAÇÃO
Bial



EXOATLET



Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

