

● 3778

Deep Learning

Predição de idade cerebral
a partir de imagens de
ressonância magnética



Ciência de dados na 3778

Áreas de Atuação

Classificação e Regressão:

- Predição de condições clínicas de pacientes;

Pesquisa Operacional

- Alocação e agendamento de equipes assistenciais;

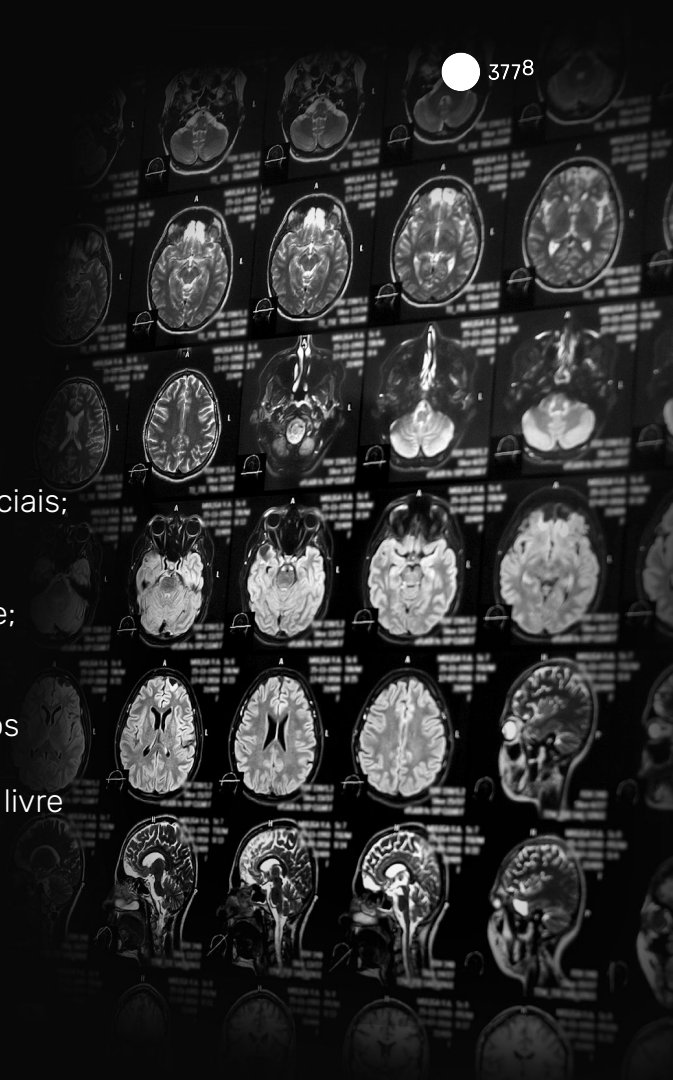
Análise Atuarial

- Análise de modelos de remuneração em saúde;

NLP

- Reconhecimento de entidades em documentos clínicos;
- Identificação de códigos de doenças em texto livre

* Artigo aceito na BRACIS 2020



Ciência de dados na 3778

Features

Equipe Multidisciplinar

- Cientistas, Engenheiros e Médicos

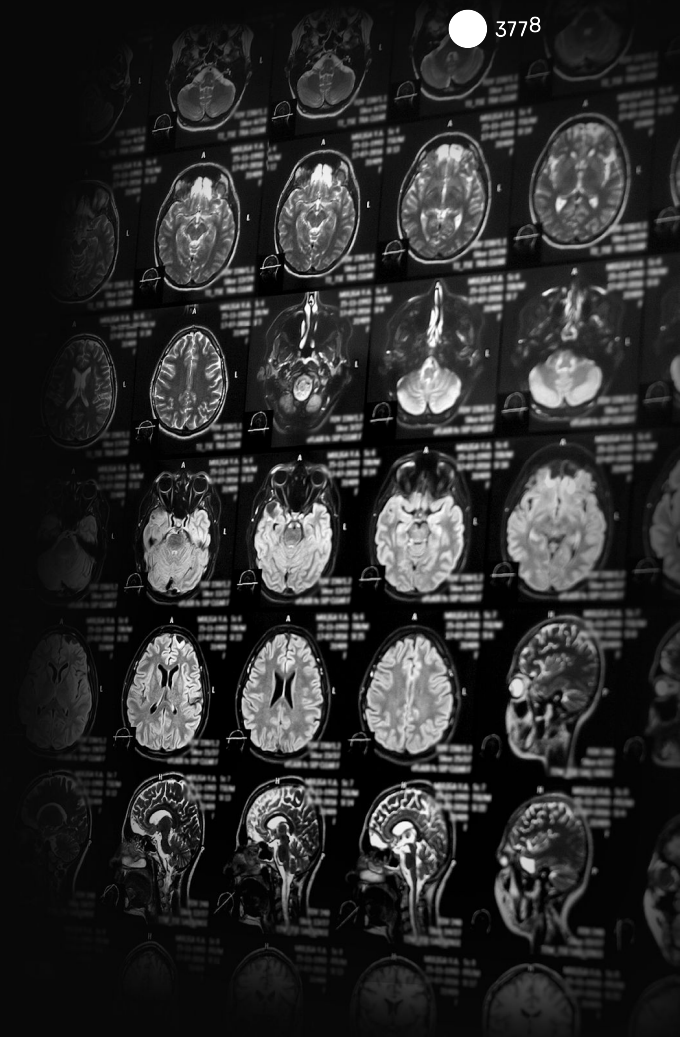
Pesquisa

- Visão Computacional
- Busca Semântica

Parcerias

- InRAD - HC/USP
- Universidade Federal de Santa Catarina
- Hospital Sírio Libanês
- Fiocruz

Diversidade



Equipe



Victor Oliveira
UFSC



Augusto Antunes
HC/USP

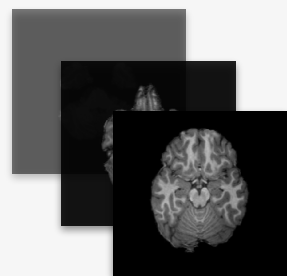


Danilo Silva
UFSC



Saulo Pedro
3778

Pipeline do modelo de predição de idade cerebral



Ressonância Magnética



Pré
Processamento



Deep Learning
Model



Brain-Age Prediction

healthcare's next move

3778

Ressonância Magnética



Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Exemplo de um exame
de Ressonância
Magnética

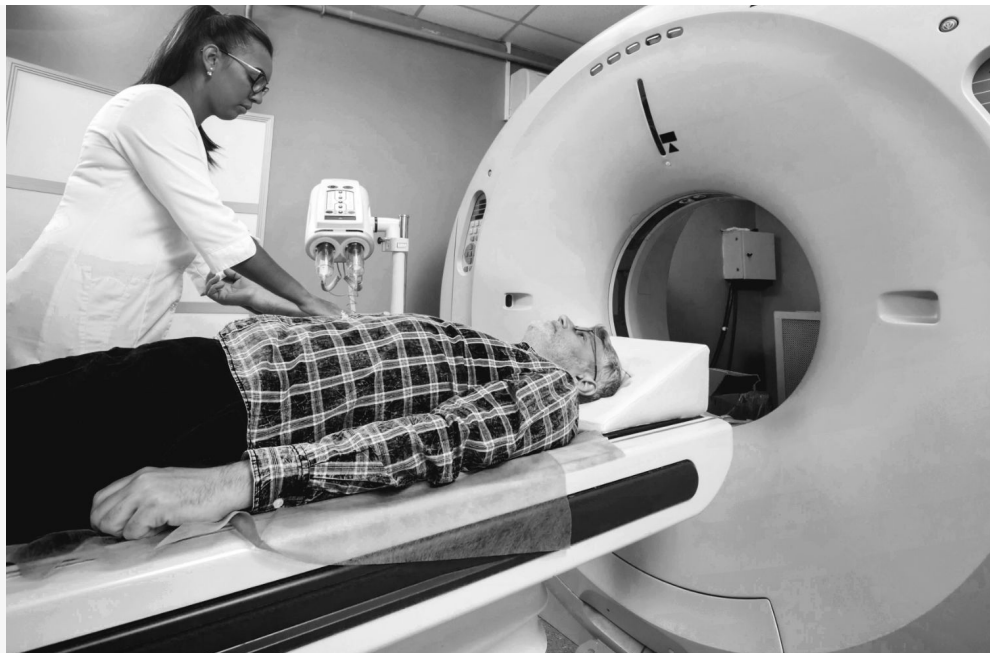


Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

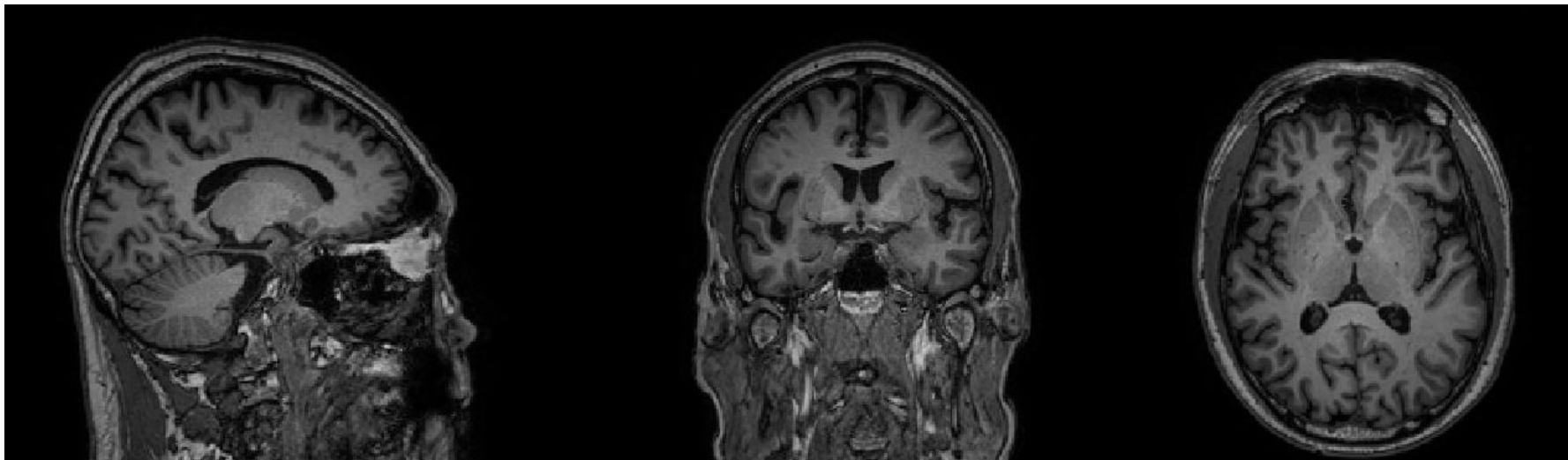
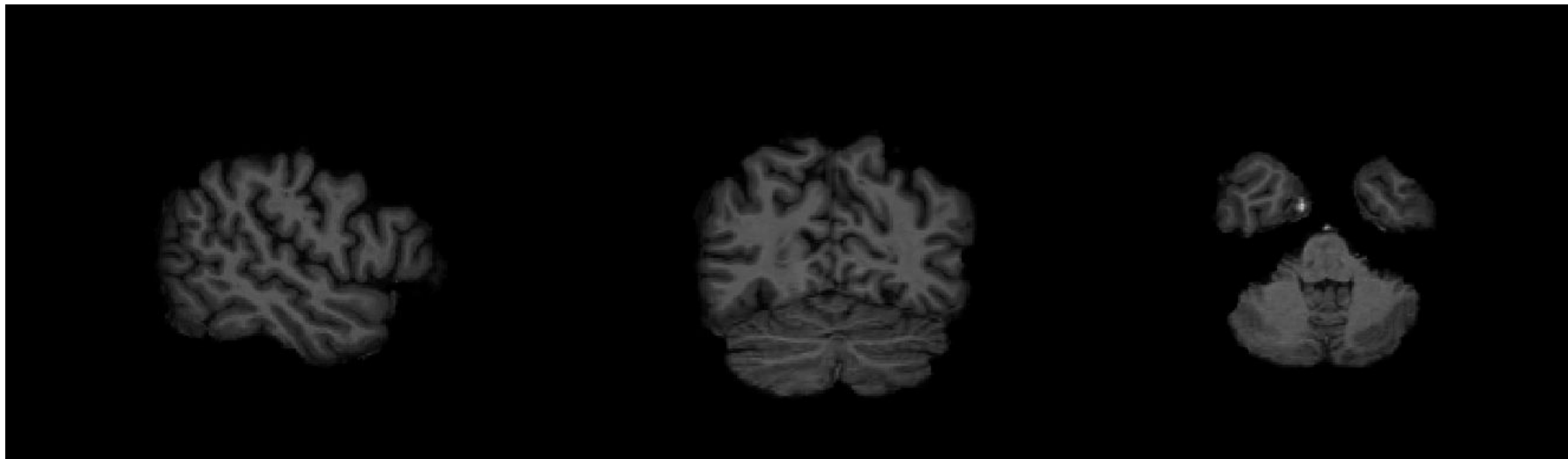
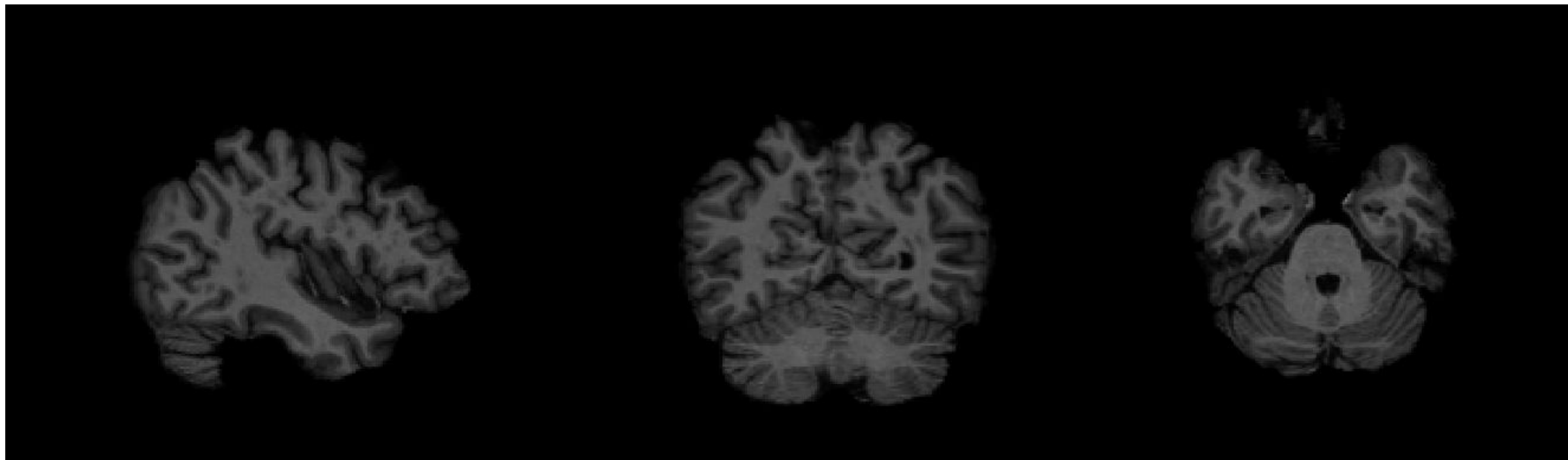


Imagem de Ressonância Magnética (MRI)



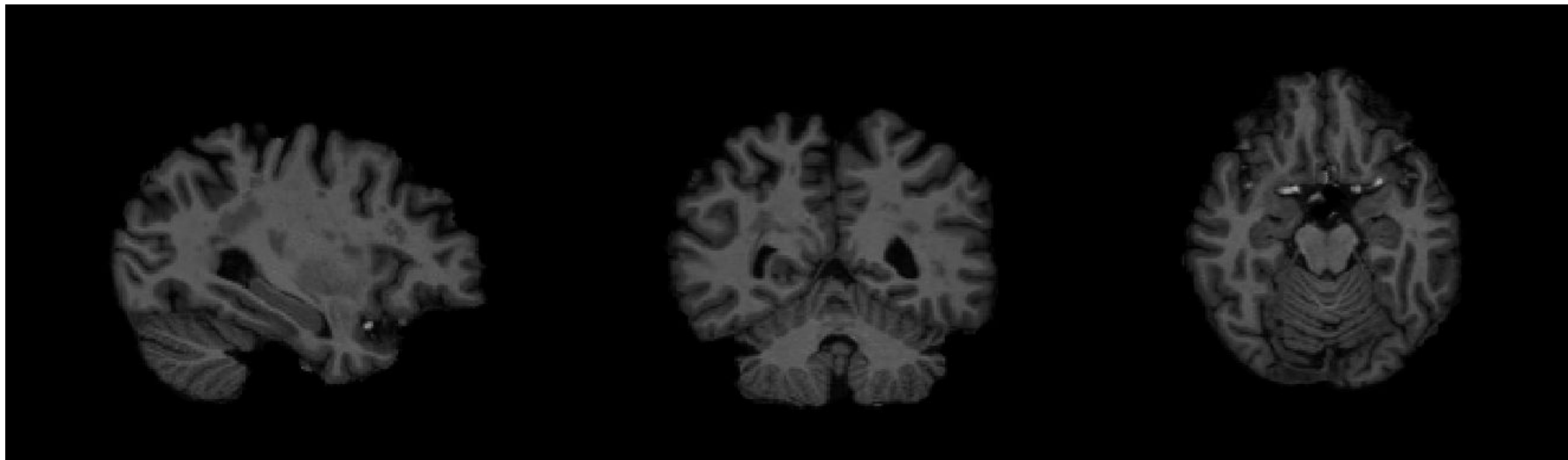
Exemplos de Fatias das Imagens de Ressonância Magnética #1

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)



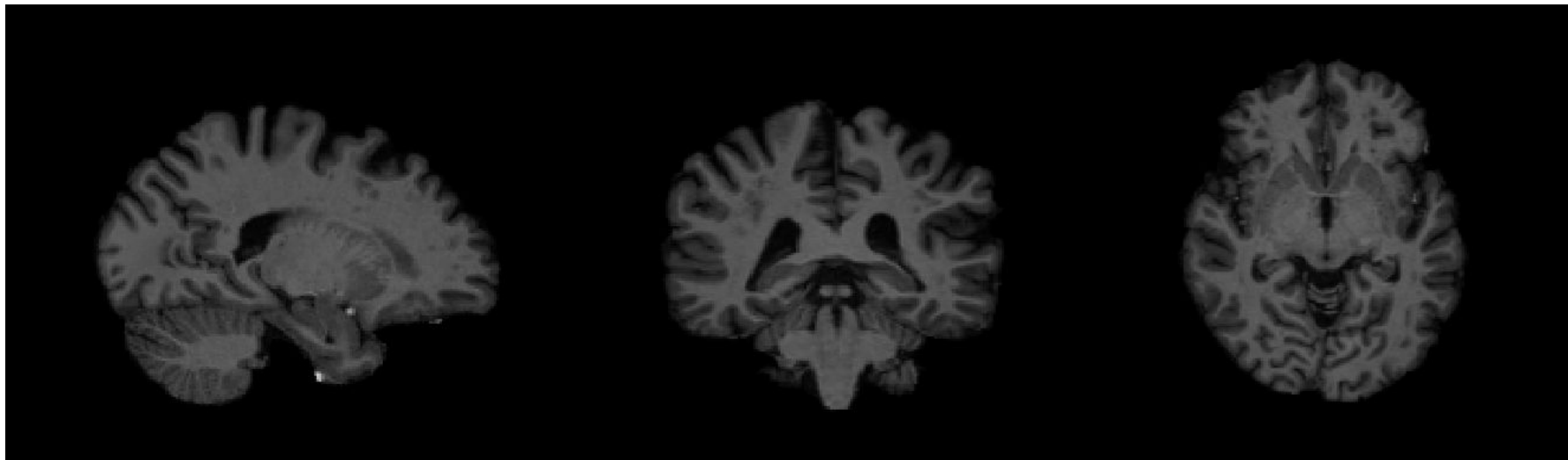
Exemplos de Fatias das Imagens de Ressonância Magnética #2

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)



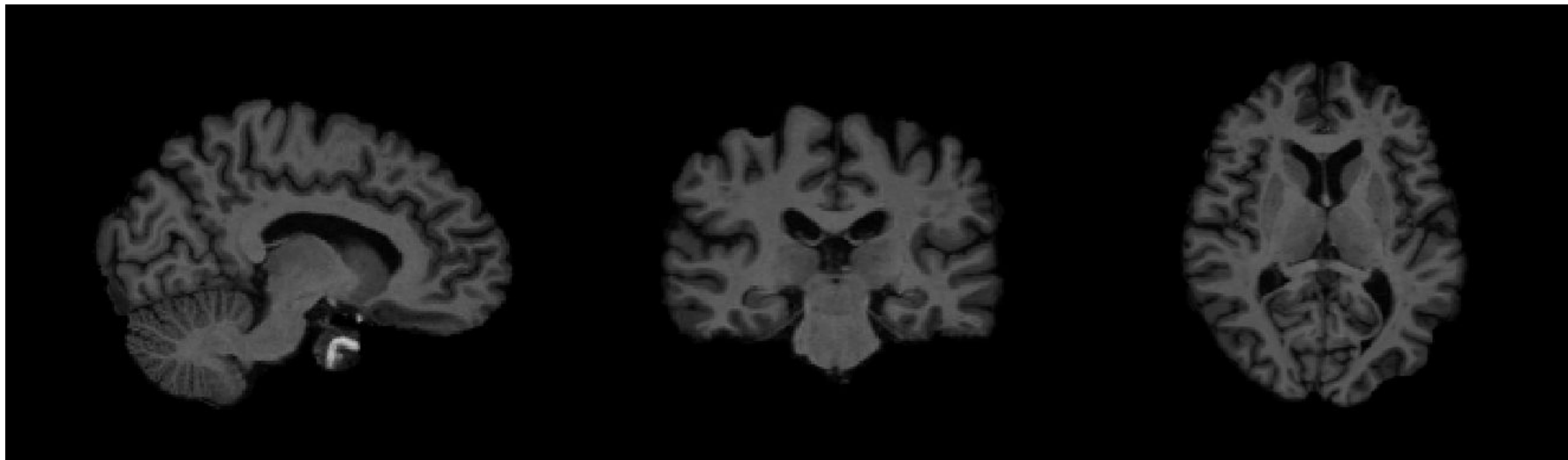
Exemplos de Fatias das Imagens de Ressonância Magnética #3

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)



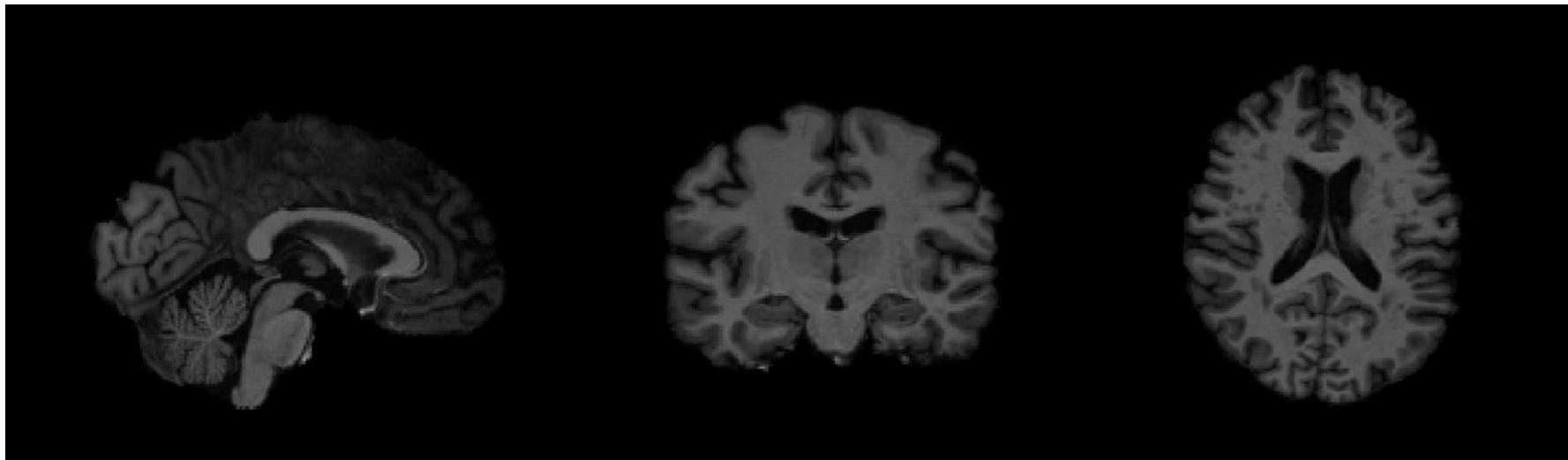
Exemplos de Fatias das Imagens de Ressonância Magnética #4

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)



Exemplos de Fatias das Imagens de Ressonância Magnética #5

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)



Exemplos de Fatias das Imagens de Ressonância Magnética #6

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Exemplo de cérebro no plano axial

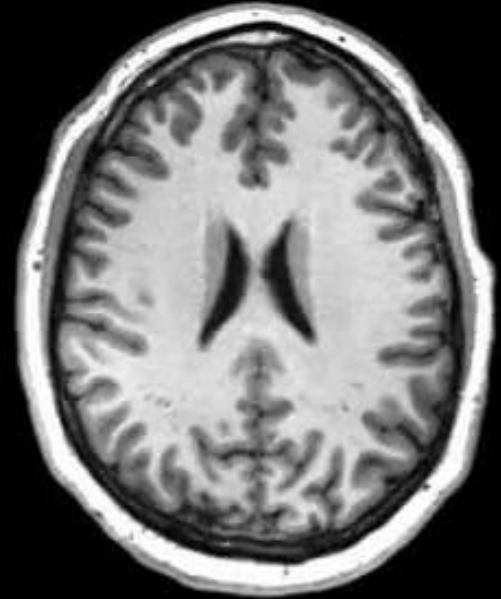
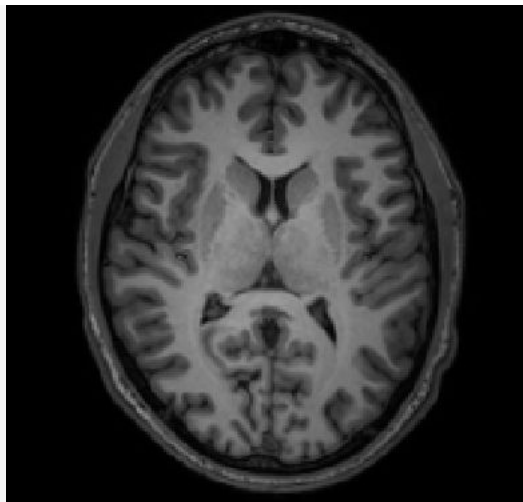
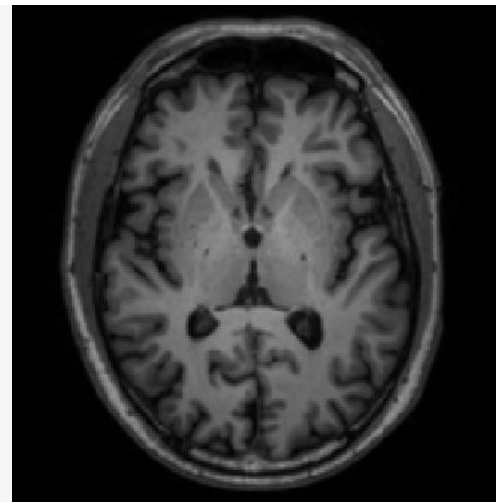


Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Qual a idade dos sujeitos?



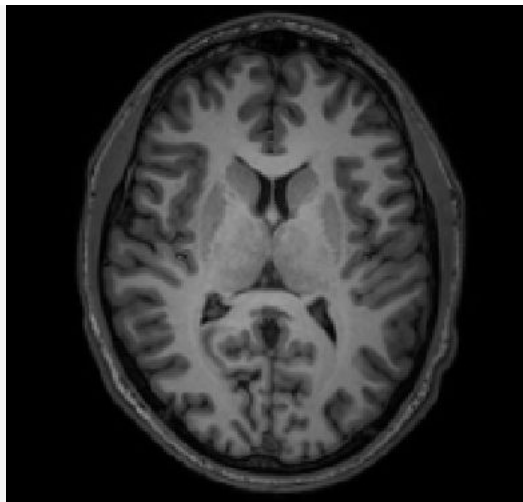
sujeito A



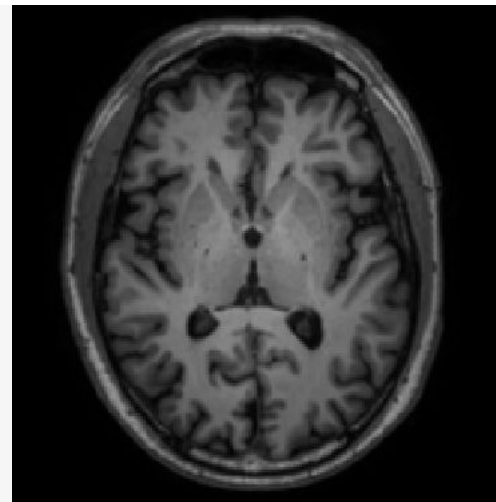
sujeito B

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Qual a idade dos sujeitos?

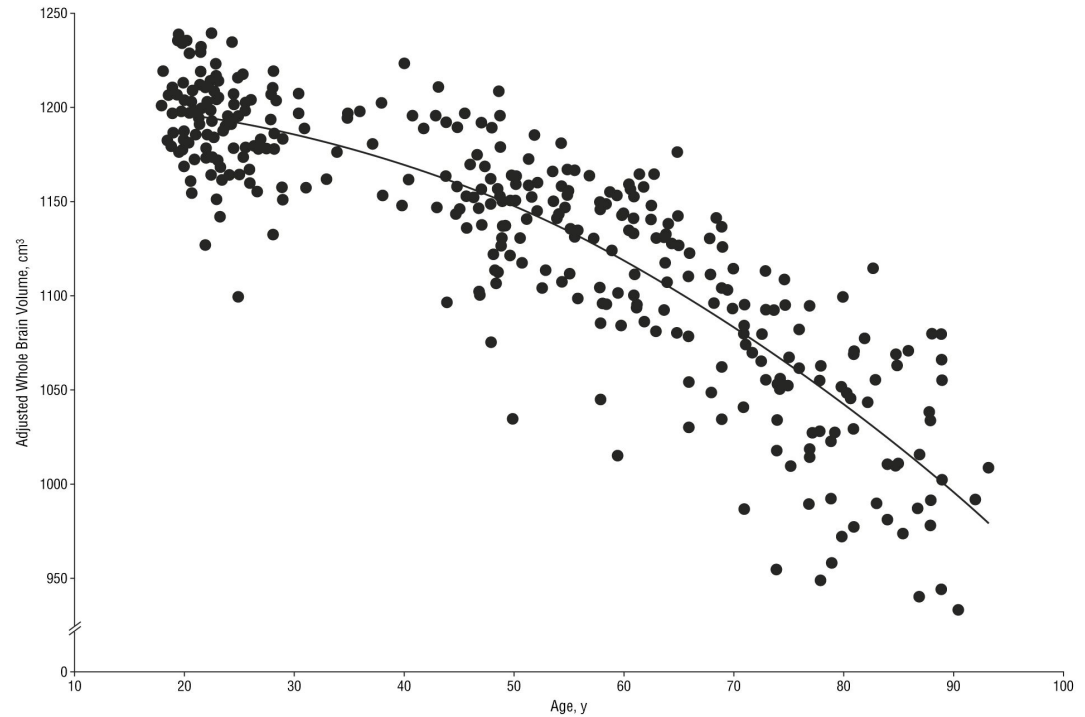


19 anos



79 anos

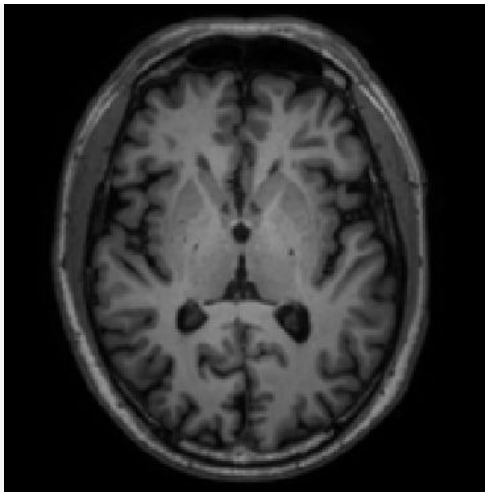
Volume cerebral em
função da idade



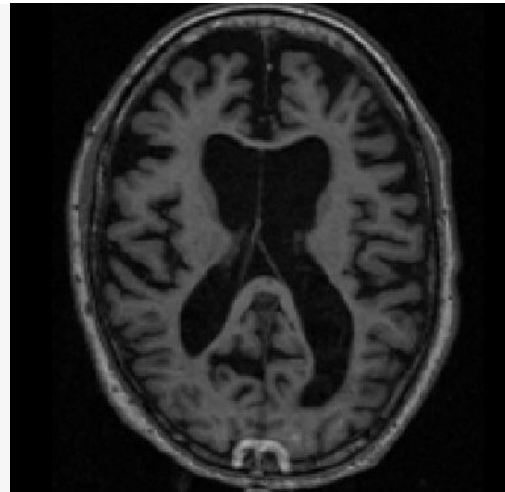
Fotenos, Anthony F., et al. "Brain volume decline in aging: evidence for a relation between socioeconomic status, preclinical Alzheimer disease, and reserve." *Archives of neurology* 65.1 (2008): 113-120.

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Qual dos dois
sujeitos é
mais velho?



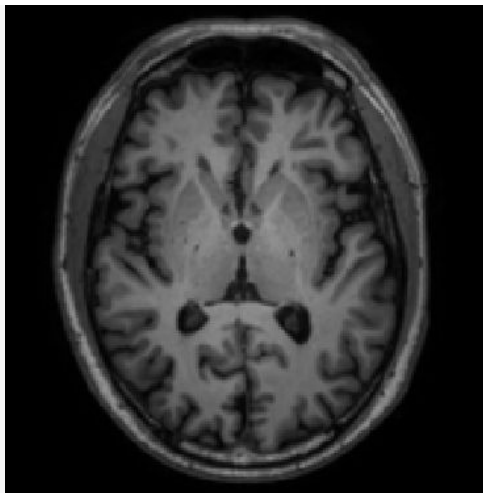
sujeito A



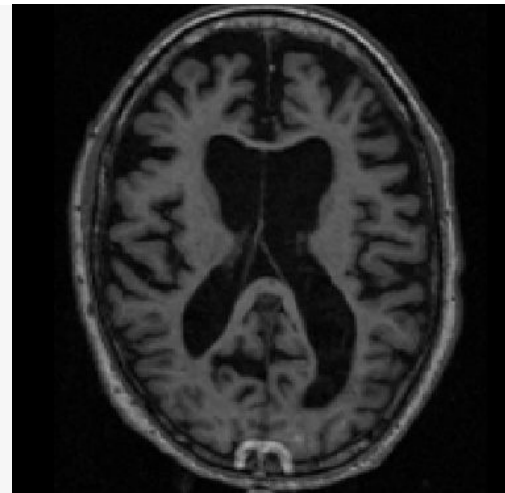
sujeito B

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Cérebro saudável vs
com Alzheimer



saudável (79 anos)



Alzheimer (79 anos)

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Cérebro saudável vs
com tumor



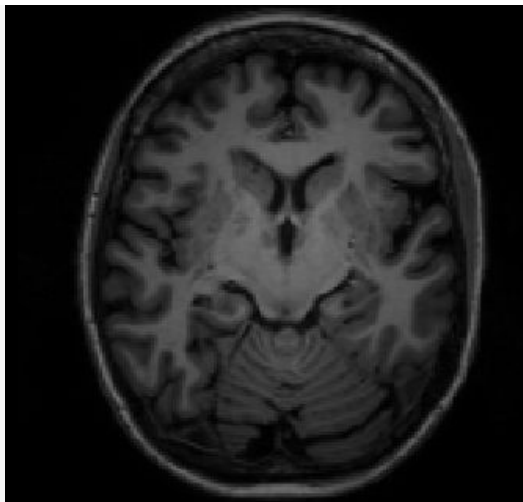
saudável



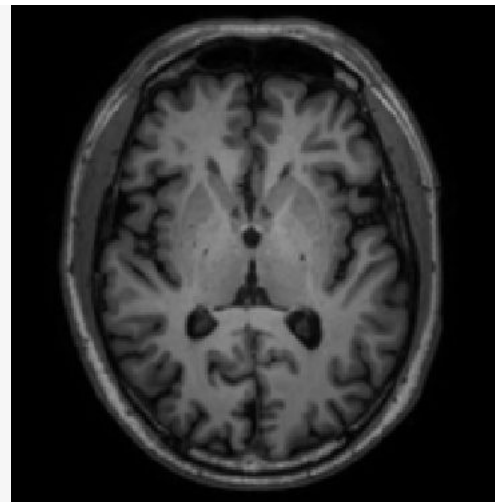
com tumor

Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

Qual sujeito
tem MCI?

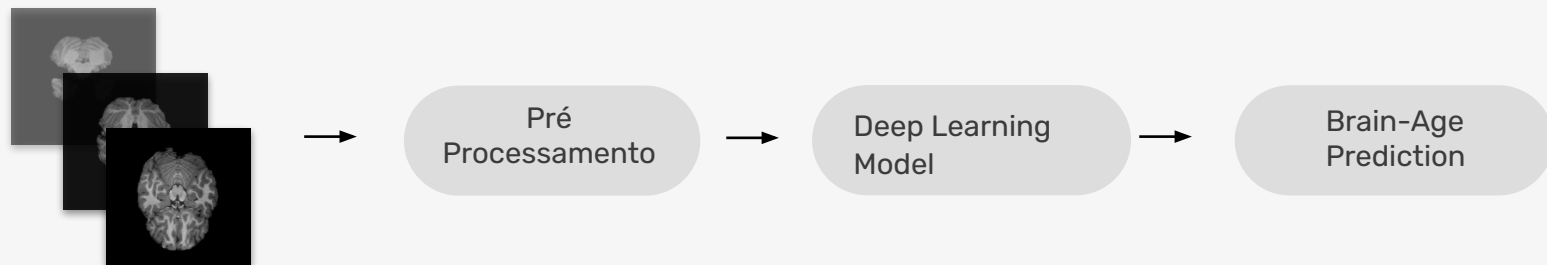


com MCI

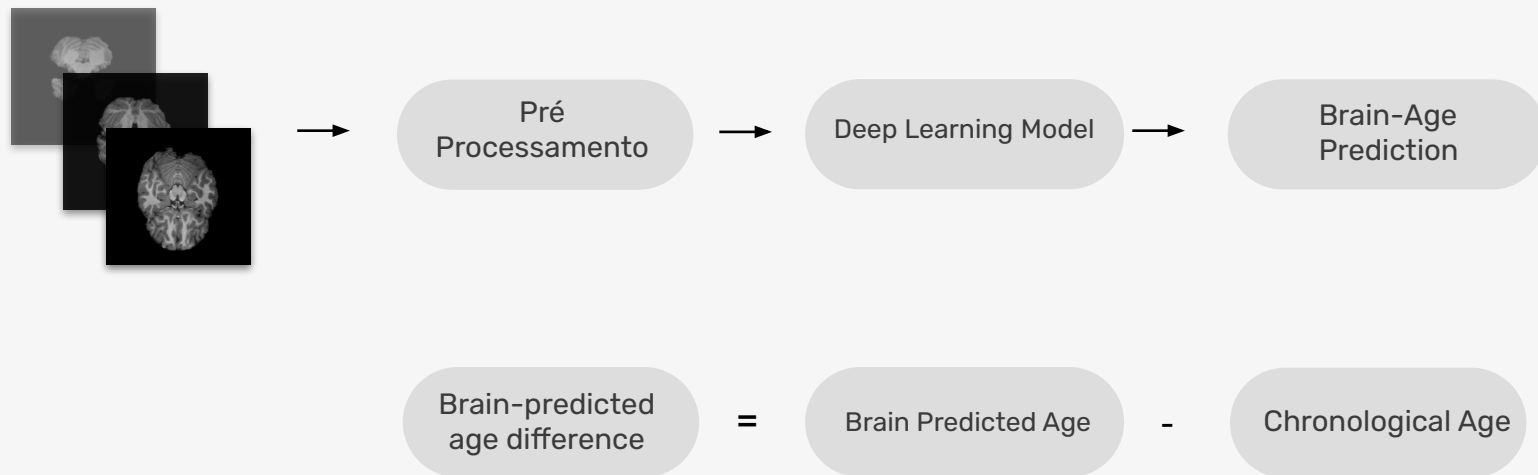


saudável

Idade da predição e idade cronológica



Ideia de um modelo de predição de idade cerebral



Biomarcadores

Características que podem ser medidas e avaliadas como um indicador de um **processo biológico**.

Exemplos de Processos Biológicos:

- Metabolismo
- Crescimento
- Reprodução
- Envelhecimento

Exemplos de Biomarcadores:

- Pressão sanguínea
- Colesterol
- Frequência cardíaca
- Índice de massa corporal (IMC)
- Brain-predicted age difference

Biomarcadores

Características que podem ser medidas e avaliadas como um indicador de um **processo biológico**.

Exemplos de Processos Biológicos:

- Metabolismo
- Crescimento
- Reprodução
- Envelhecimento

Exemplos de Biomarcadores:

- Pressão sanguínea
- Colesterol
- Frequência cardíaca
- Índice de massa corporal (IMC)
- Brain-predicted age Difference

Pré-processamento das Imagens



Pré-processamento de Imagens de MRI

Biblioteca de
pré-processamento de
imagens de
ressonância magnética



[Help](#) [Login](#)

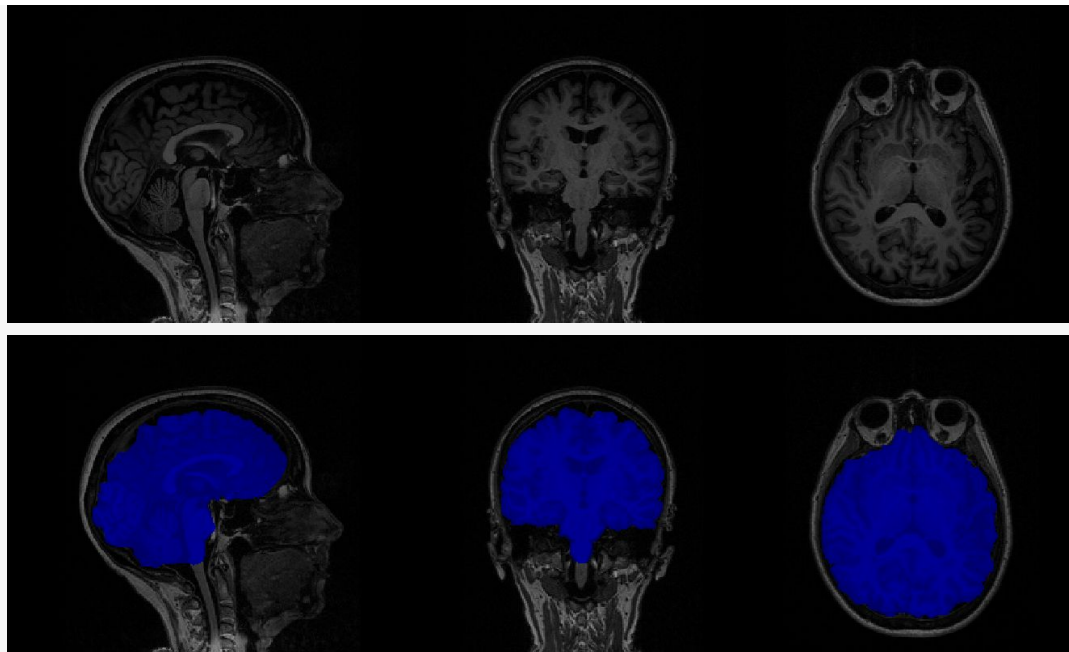
FSL

FMRIB Software Library v6.0

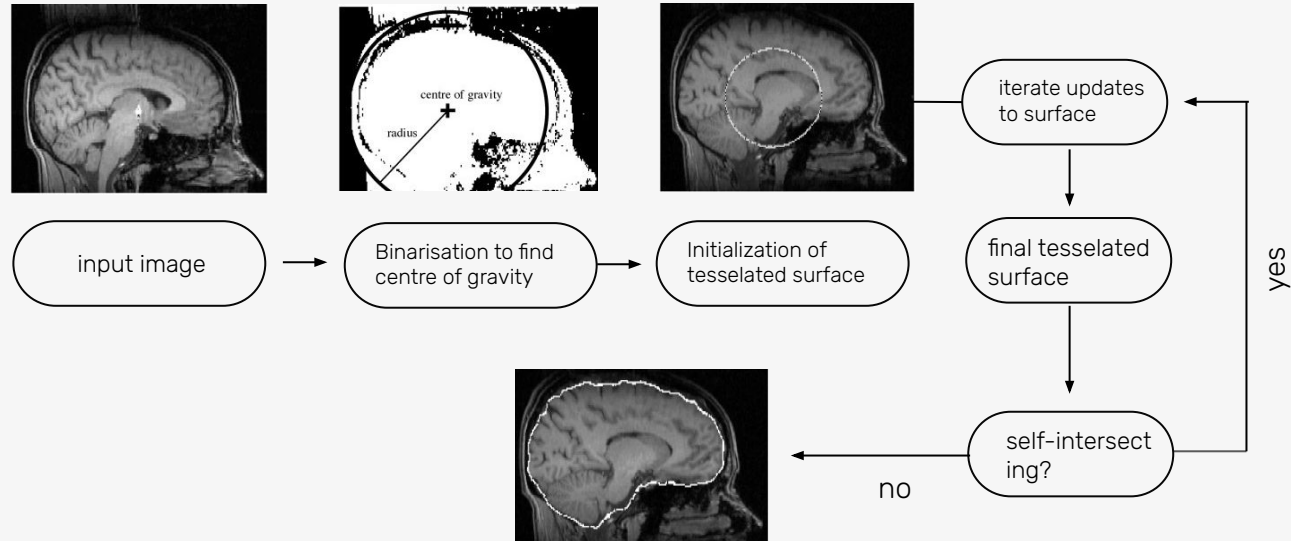
Created by the [Analysis Group](#), FMRIB, Oxford, UK.

Algoritmo de Extração de Cérebro (Skull Stripping)

Saída da extração do
Brain Extraction Tool
(BET) do FSL



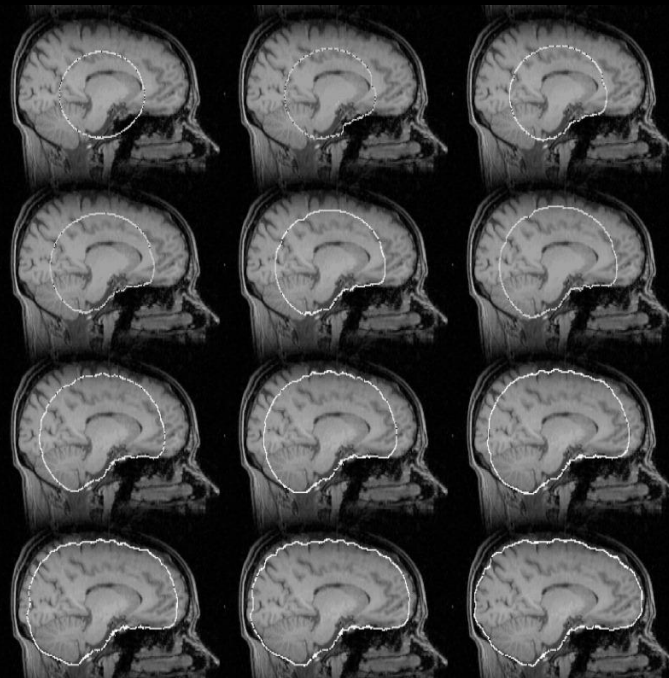
Algoritmo de Extração de Cérebro (Skull Stripping)



Smith, Stephen M. "Fast robust automated brain extraction." Human brain mapping 17.3 (2002): 143-155.

Algoritmo de Extração de Cérebro (Skull Stripping)

Saídas das iterações da extração de cérebro

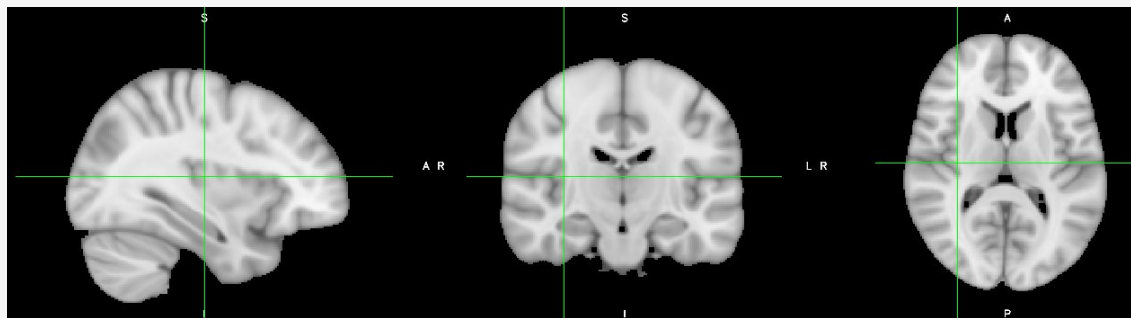


Co-Registro

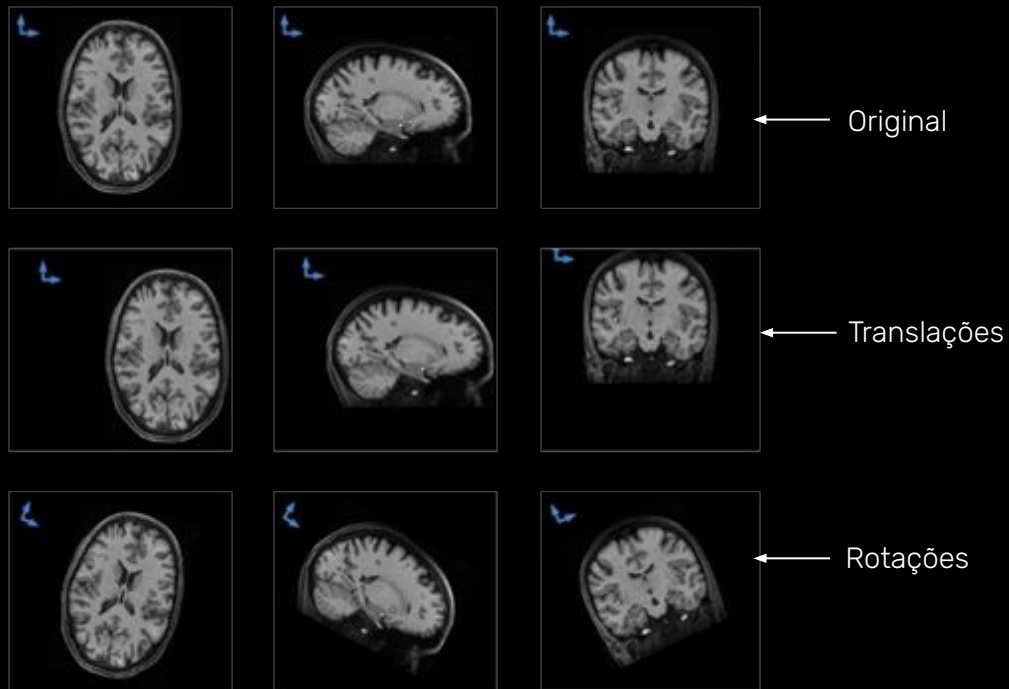
Proposta de normalização espacial
através de um atlas de referência:

Imagens feitas pelas
máquinas podem
variar a cada scan

- Posição da cabeça do paciente
- Campo de visão da máquina
- Resolução



Co-Registro

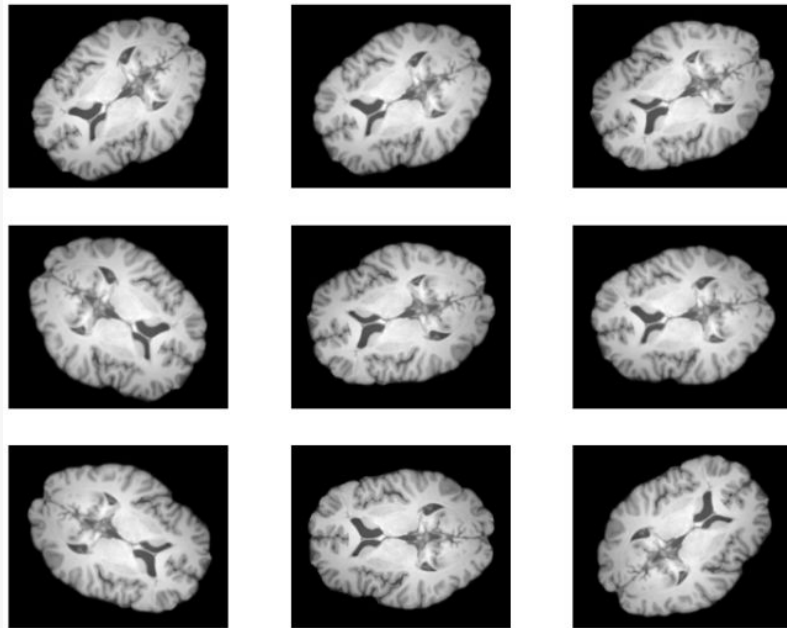


Transformações na
imagem para
normalização espacial

Data Augmentation

Geração de dados para treinamento

- Padrão em problemas de DL em MRI
- Diminui overfitting
- Aumenta variabilidade
- Aumenta o dataset



Construção do modelo de predição de idade cerebral



Referência de Modelo

Proposta: Rede DeepBrainNet para predição de idade cerebral em MRI

doi:10.1093/brain/awaa160

BRAIN 2020; 143; 2312–2324 | 2312

BRAIN
A JOURNAL OF NEUROLOGY

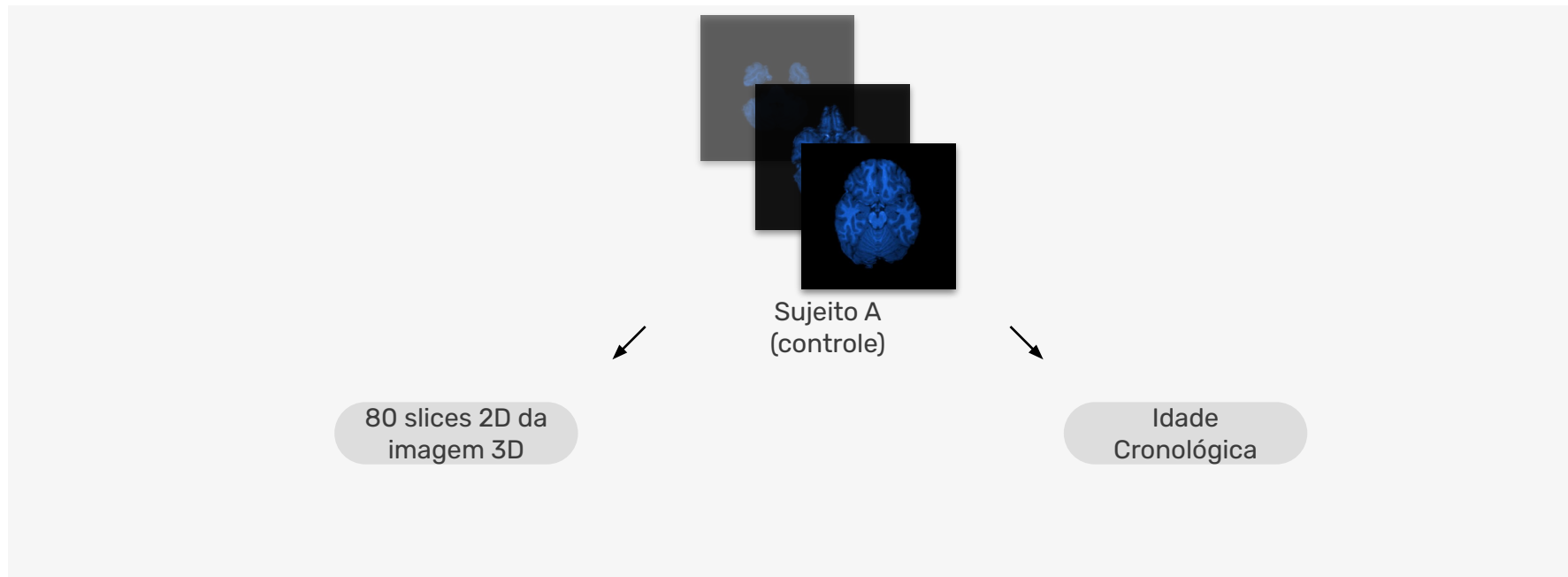
MRI signatures of brain age and disease over the lifespan based on a deep brain network and 14 468 individuals worldwide

Vishnu M. Bashyam,¹ Guray Erus,¹ Jimit Doshi,¹ Mohamad Habes,^{1,2} Ilya Nasralah,³ Monica Truelove-Hill,¹ Dhivya Srinivasan,¹ Liz Mamourian,¹ Raymond Pomponio,¹ Yong Fan,¹ Lenore J. Launer,⁴ Colin L. Masters,⁵ Paul Maruff,⁵ Chuanjun Zhuo,^{6,7} Henry Völzke,^{8,9} Sterling C. Johnson,¹⁰ Jurgen Fripp,¹¹ Nikolaos Koutsouleris,¹² Theodore D. Satterthwaite,^{1,13} Daniel Wolf,¹³ Raquel E. Gur,^{3,13} Ruben C. Gur,^{3,13} John Morris,¹⁴ Marilyn S. Albert,¹⁵ Hans J. Grabe,¹⁶ Susan Resnick,¹⁷ R. Nick Bryan,¹⁸ David A. Wolk,² Haochang Shou¹⁹ and Christos Davatzikos¹ on behalf of the ISTAGING Consortium, the Preclinical Alzheimer's disease Consortium, ADNI, and CARDIA studies

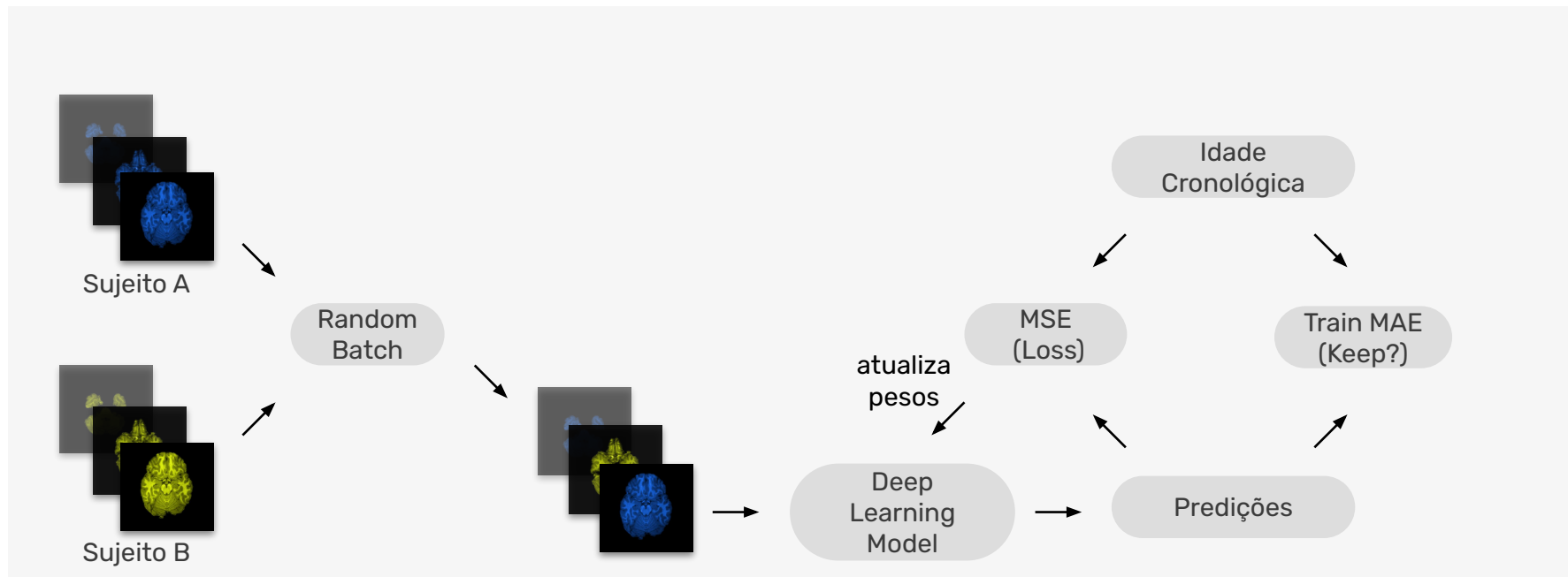
Datasets

Bases de Imagens				
Dataset	Descrição	Pacientes	# Imagens	Média da Idade
ADNI	Estudo de pacientes com doença de Alzheimer	667	2764	76
AIBL	Estudo de pacientes com doença de Alzheimer	440	732	73
OASIS3	Banco de imagens de envelhecimento natural e doença de Alzheimer	594	1299	67
IXI	Conjunto de bases de dados de hospitais em Londres	468	468	50
PPMI	Imagens do estudo de biomarcadores da doença de Parkinson	169	268	60
USP	Coletânea de diversos estudos	104	104	37

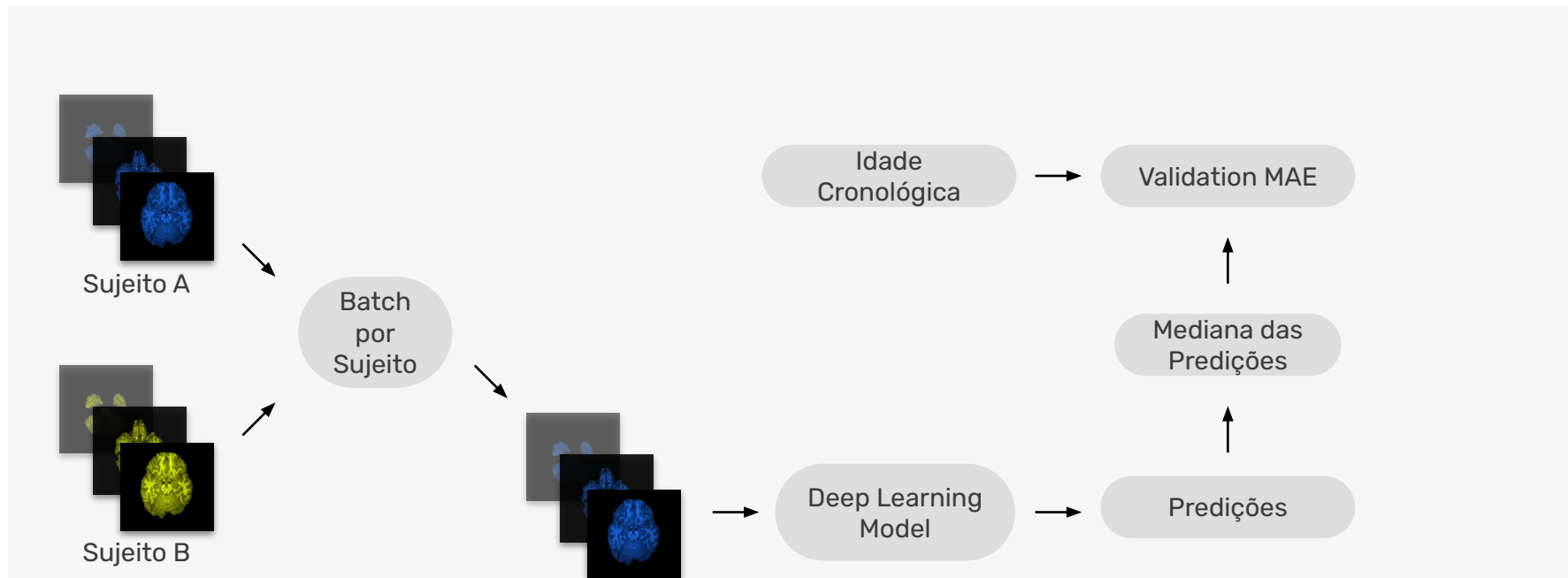
Dados do modelo de predição de idade cerebral



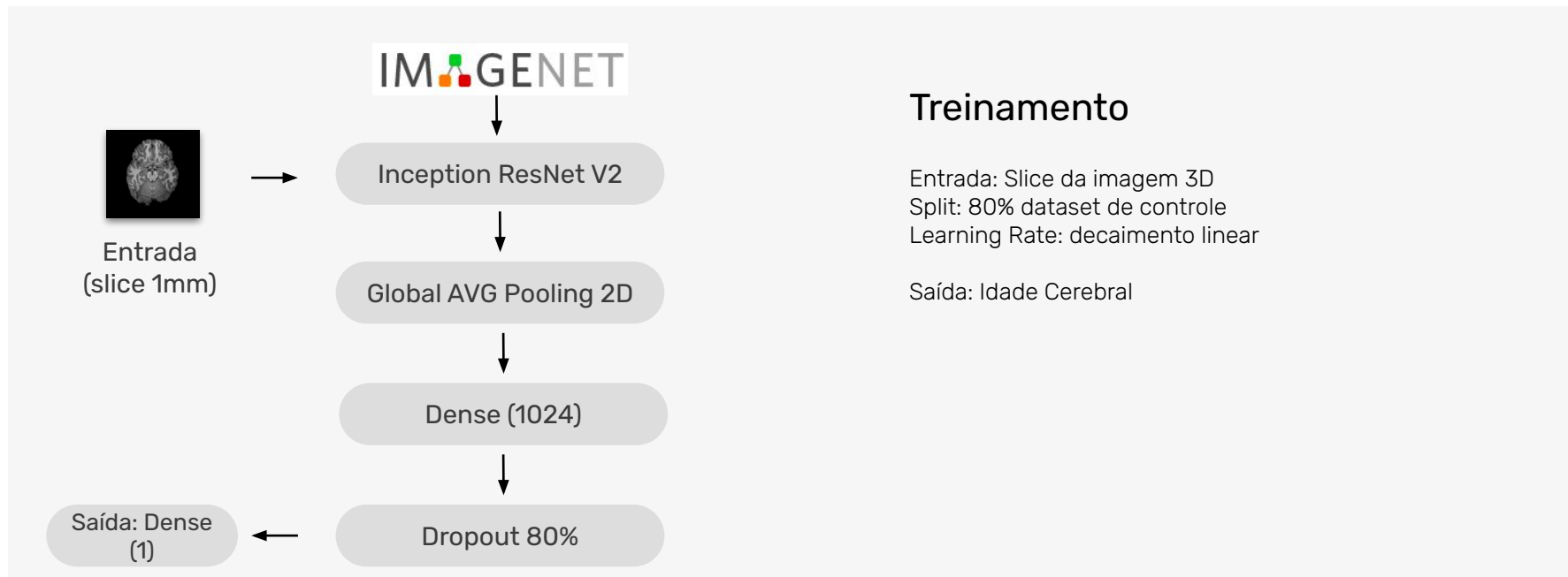
Treino do modelo de predição de idade cerebral



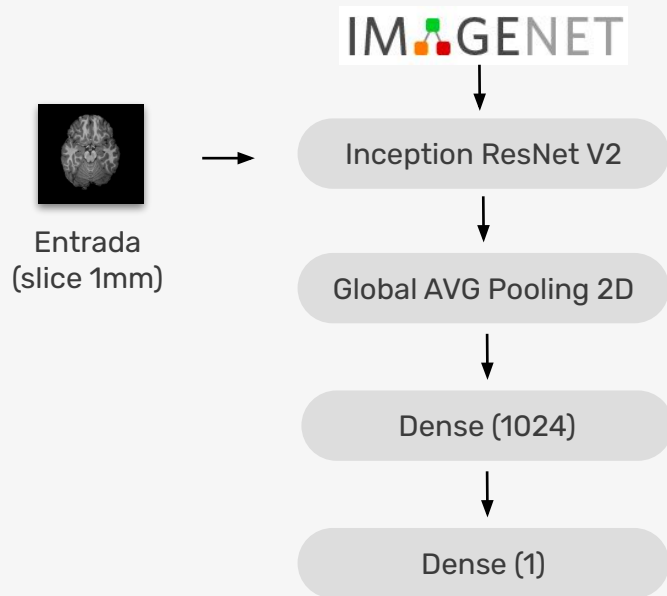
Validação do modelo de predição de idade cerebral



Pipeline do modelo de predição de idade cerebral



Pipeline do modelo de predição de idade cerebral

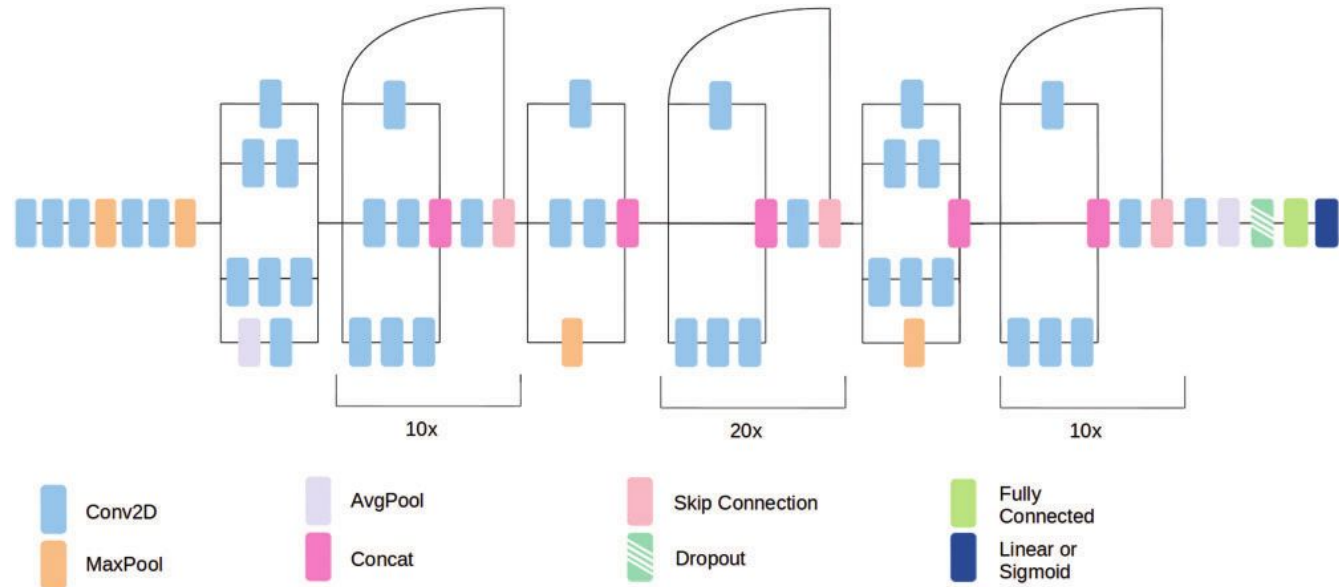


Validação

Entrada: Slices da imagem 3D
Split: 20% dataset de controle

Saída: Idade Cerebral

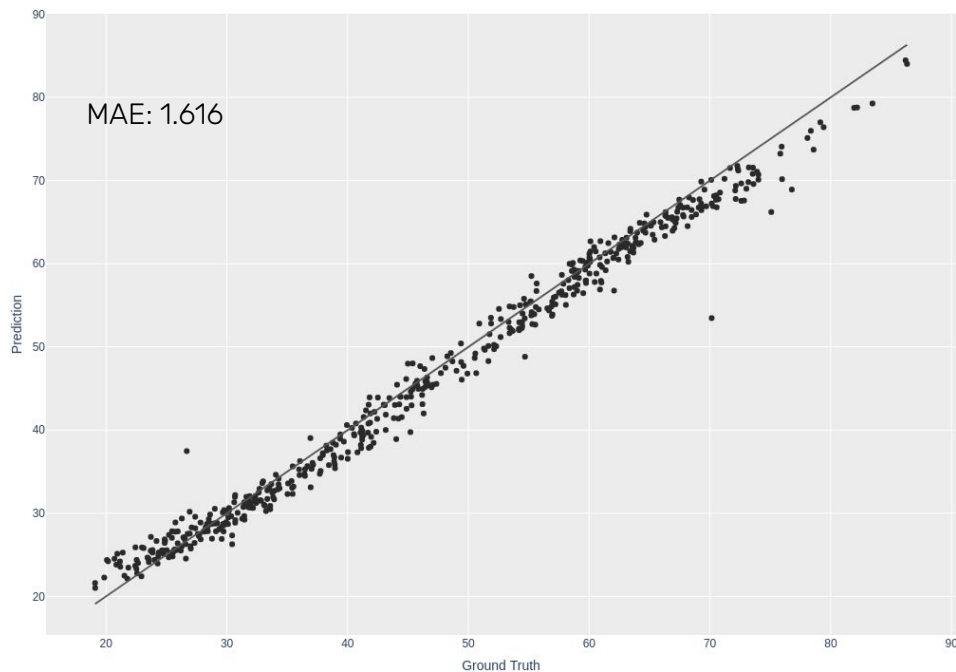
Arquitetura da Rede DeepBrainNet



Bashyam, Vishnu M., et al. "MRI signatures of brain age and disease over the lifespan based on a deep brain network and 14 468 individuals worldwide." *Brain* 143.7 (2020): 2312-2324.

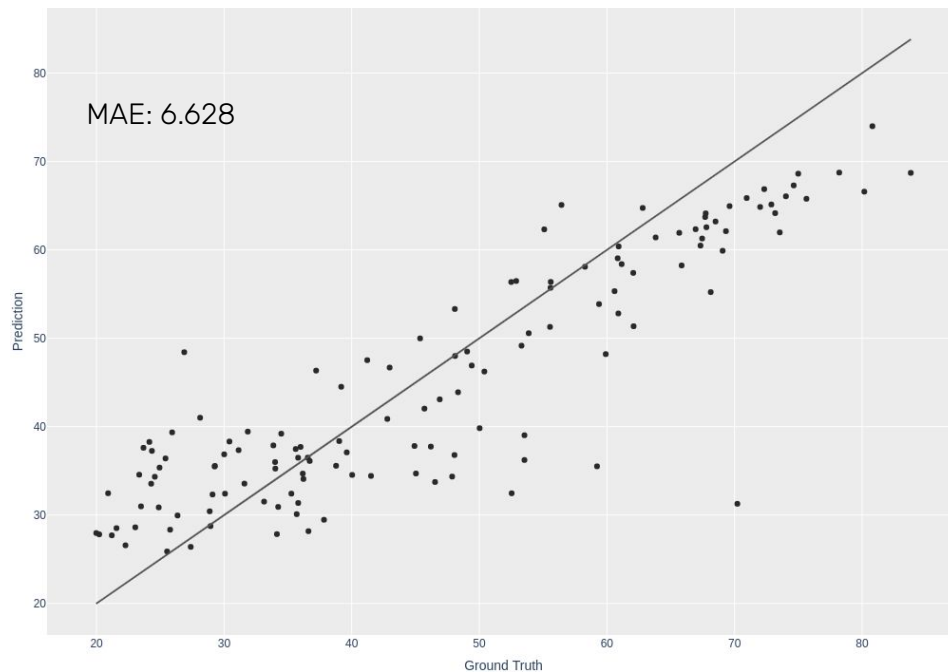
Avaliação do modelo de predição de idade cerebral

MAE de treinamento do
modelo



Avaliação do modelo de predição de idade cerebral

MAE de validação do
modelo





3778

healthcare's next move

Saulo Pedro
19 992 526 394
saulo.pedro@3778.care