



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Deep Learning

Previsão da idade cerebral a partir da sua conectividade estrutural

Filipa Pereira PG46978

Carolina Santejo PG47102

Luís Pinto PG47428

Raquel Costa PG47600

Índice

- Contextualização
- Metodologia
- Visualização dos Dados
- Tratamento dos Dados
- Modelo Desenvolvido
- Resultados e Análise Crítica
- Conclusão e Trabalho Futuro

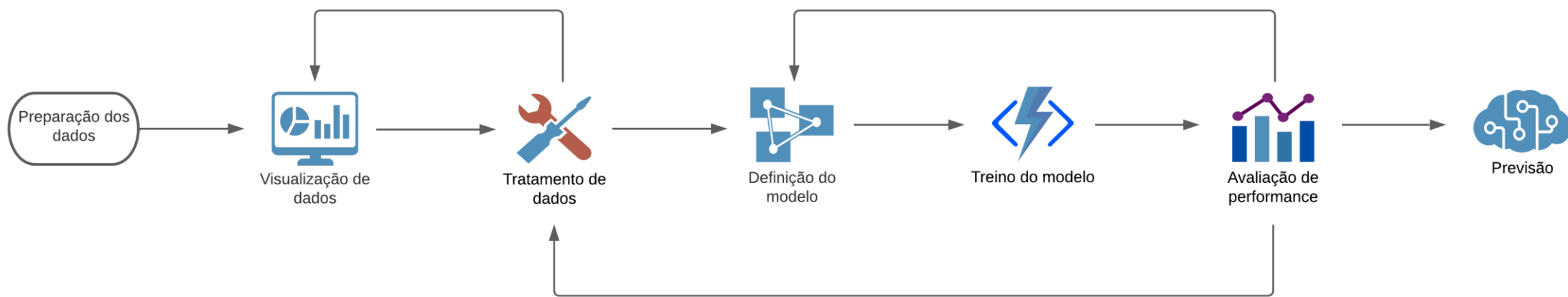
Introdução

Contextualização

- ❑ O envelhecimento da população provoca o aumento da prevalência de doenças neurodegenerativas.
- ❑ Têm sido desenvolvidos modelos de aprendizagem profunda capazes de prever a idade cerebral de um indivíduo.



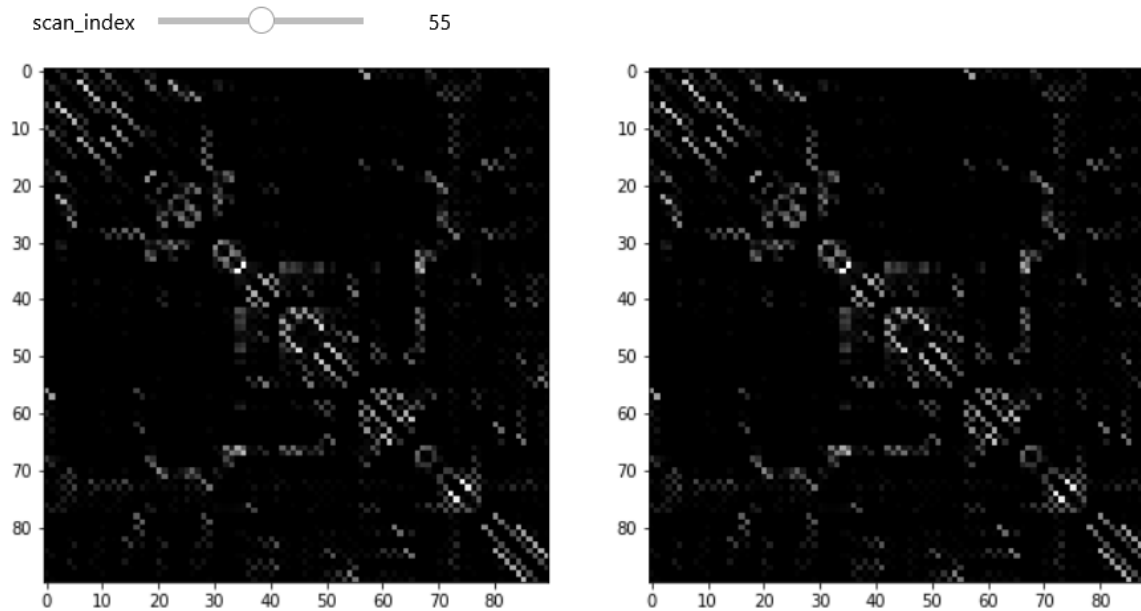
Metodologia



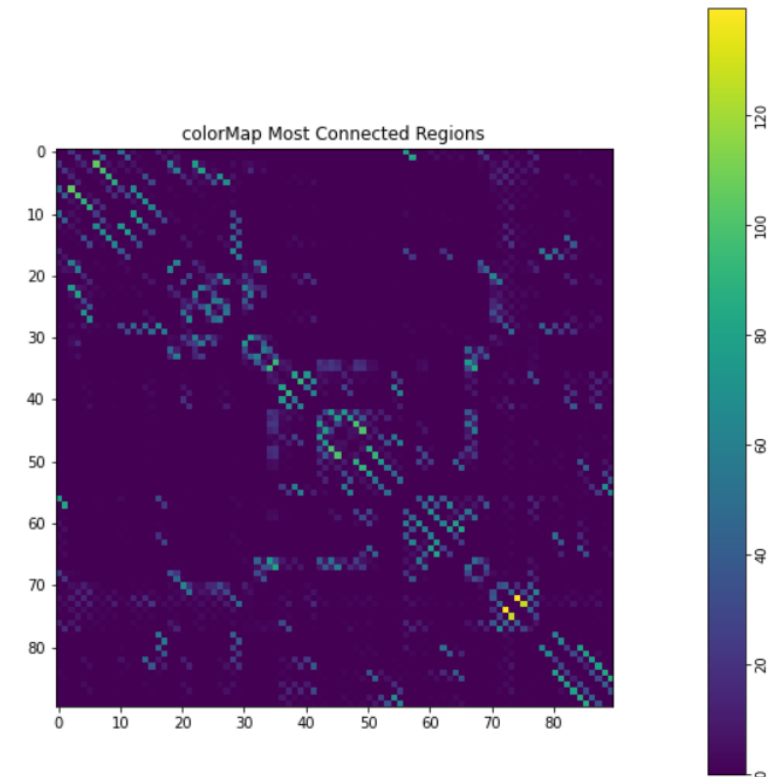
Visualização e Exploração

Visualização do .MAT

```
ds shape: (112, 90, 90)
ds max: 1.0
ds min: 0.0
ds average: 0.024116160549305543
55
```



Representação Matricial da
conectividade cerebral



Regiões do cérebro mais
conectadas

Visualização do .CSV

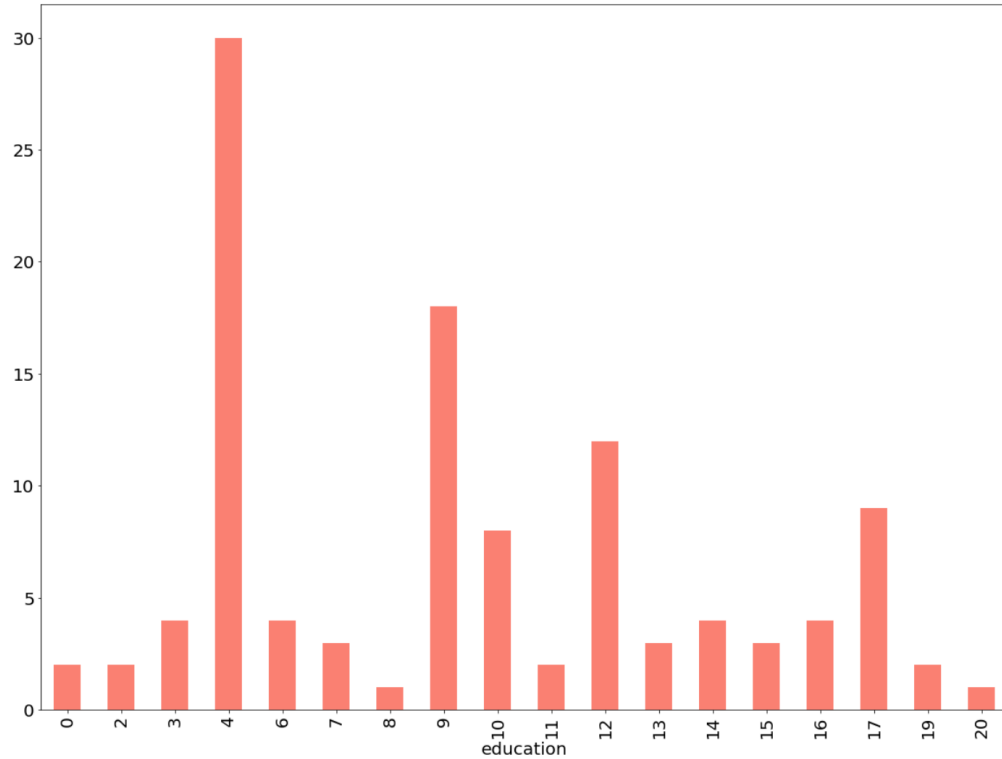


Matriz de correlação

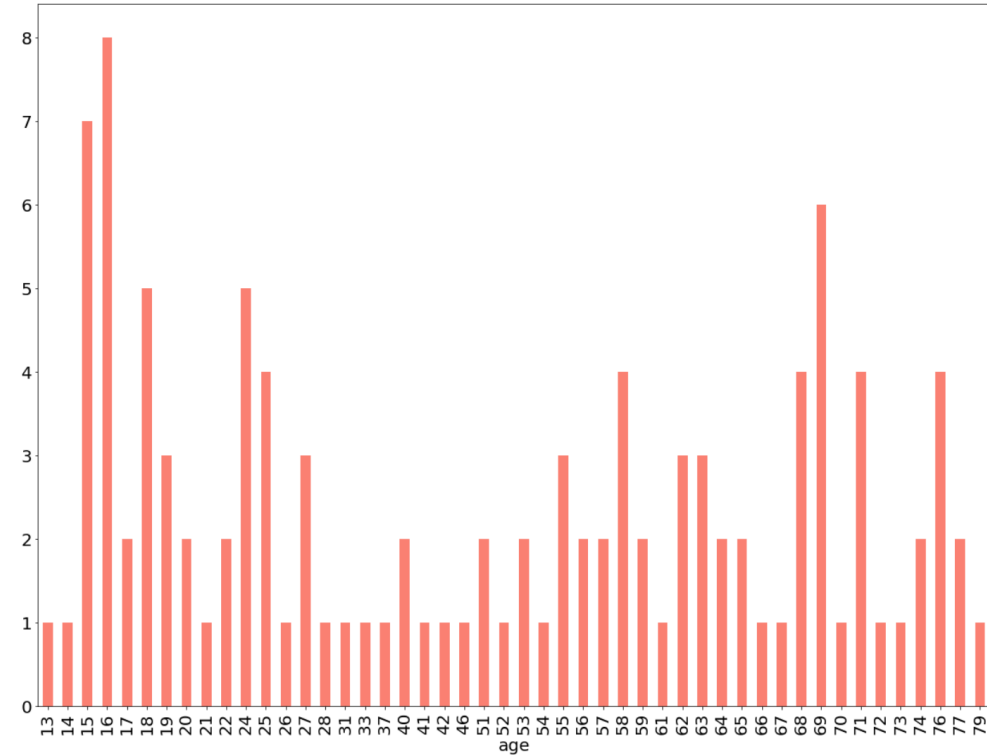
	id	age	sex	education
count	112.000000	112.000000	112.000000	112.000000
mean	56.500000	44.312500	0.482143	9.035714
std	32.475632	22.642156	0.501927	4.909870
min	1.000000	13.000000	0.000000	0.000000
25%	28.750000	20.000000	0.000000	4.000000
50%	56.500000	51.500000	0.000000	9.000000
75%	84.250000	65.250000	1.000000	12.000000
max	112.000000	79.000000	1.000000	20.000000

Descrição dos atributos

Visualização do .CSV



Distribuição da Educação



Distribuição da Idade

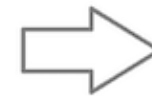
Tratamento de Dados

Tratamento

- **One Hot Encoding** da coluna do Género.
- **Normalização** da coluna da Educação.
- Conversão das **matrizes** em **vetores**, retirando os zeros comuns.

$$x_{\text{norm}} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

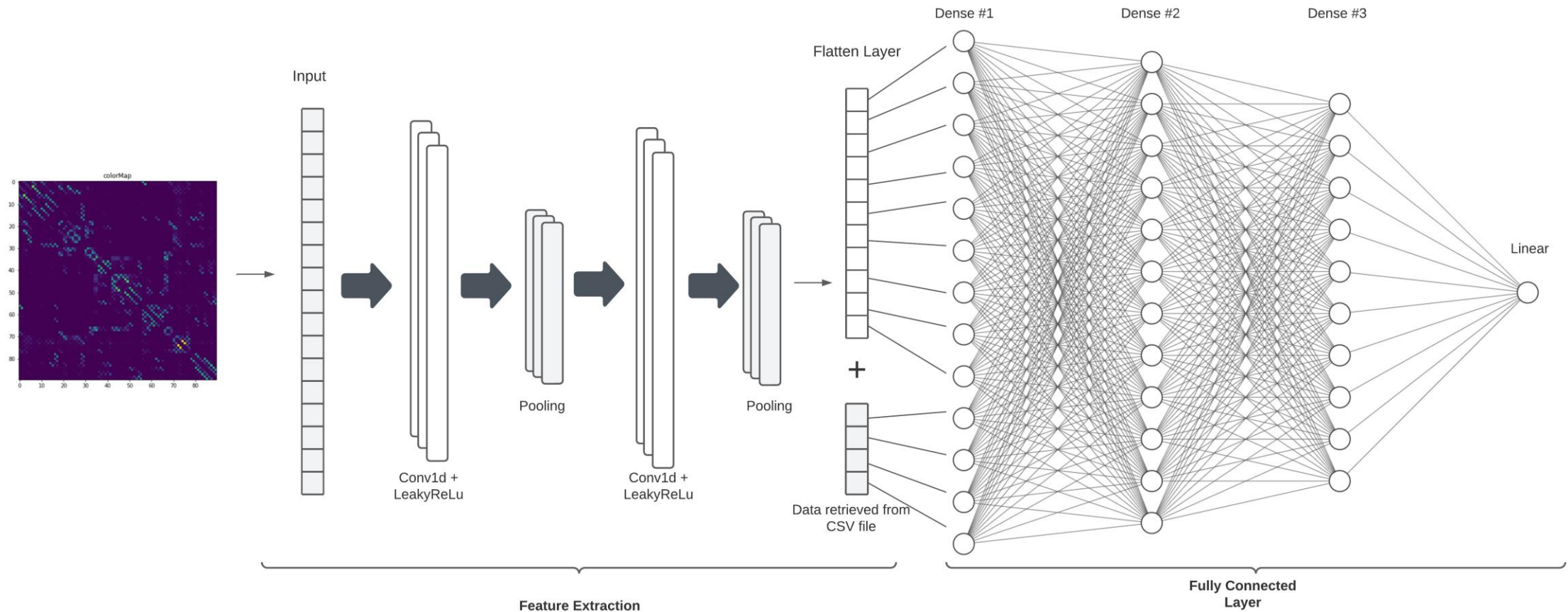
1	1	0
4	2	1
0	2	1



1
1
0
4
2
1
0
2
1

Modelo Desenvolvido

Arquitetura do Modelo



Processo de Treino

- Divisão de dados em **treino** e **validação**.
- **Compilação** do modelo.
- **Fit** do modelo.

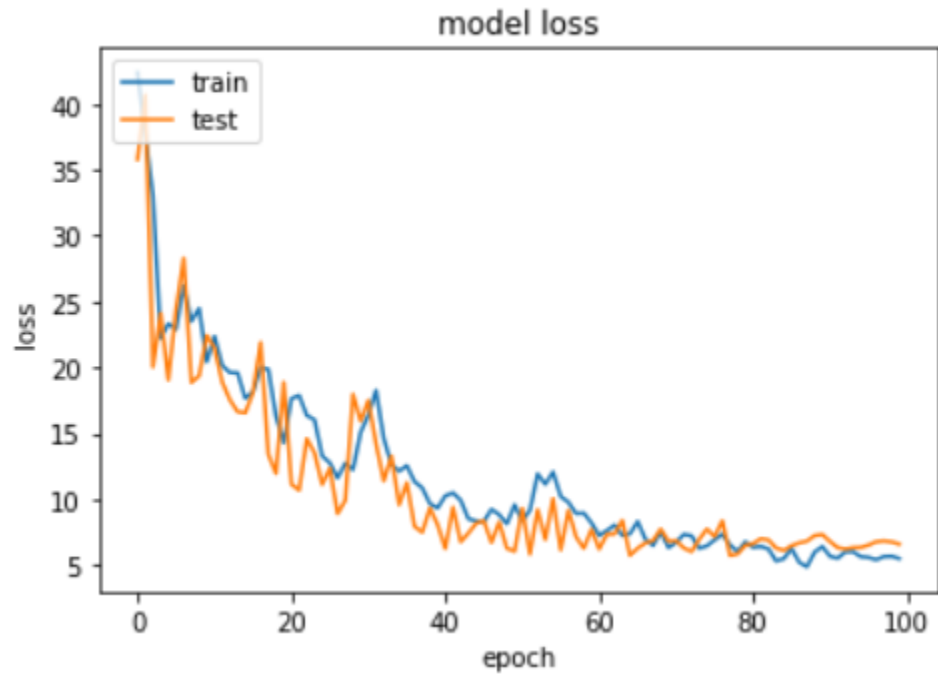
```
model.compile(loss= 'mae',  
              optimizer = tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.005),  
              metrics=['mean_absolute_error'])
```

```
▶ 0.2s  
reduce_lr = ReduceLRonPlateau(monitor='val_loss', factor=0.5,  
                             patience= 10, min_lr=0.00001)
```

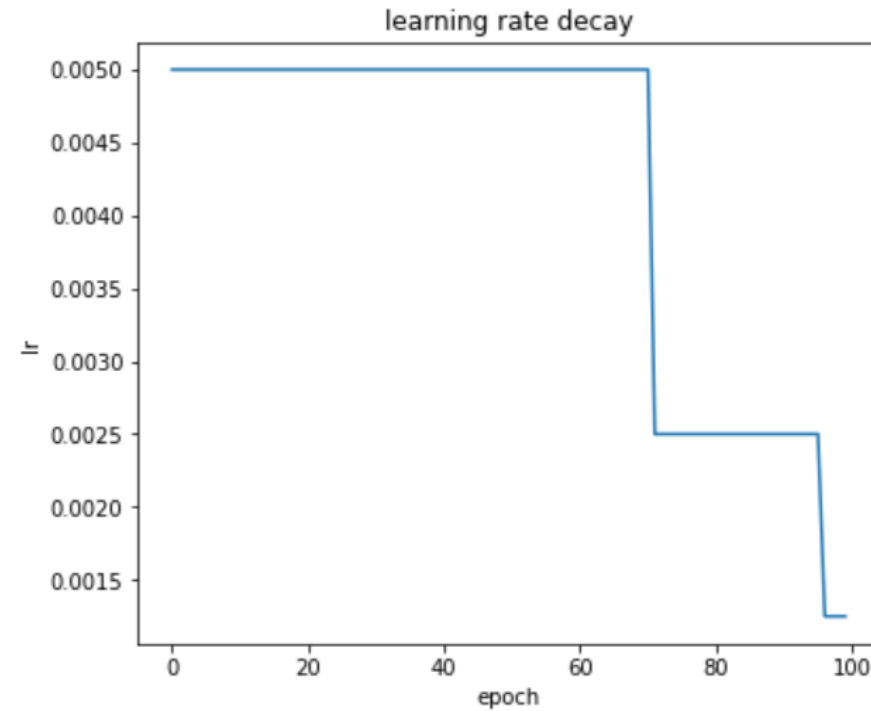
```
history = model.fit([X_train_data,train_extra_data],  
                   y_train,  
                   batch_size= 32,  
                   validation_data = ([X_val_data,val_extra_data],y_val),  
                   callbacks = [reduce_lr],  
                   epochs = 100)
```

Treino do modelo

Avaliação de Performance



Variação da **loss** e **val_loss**

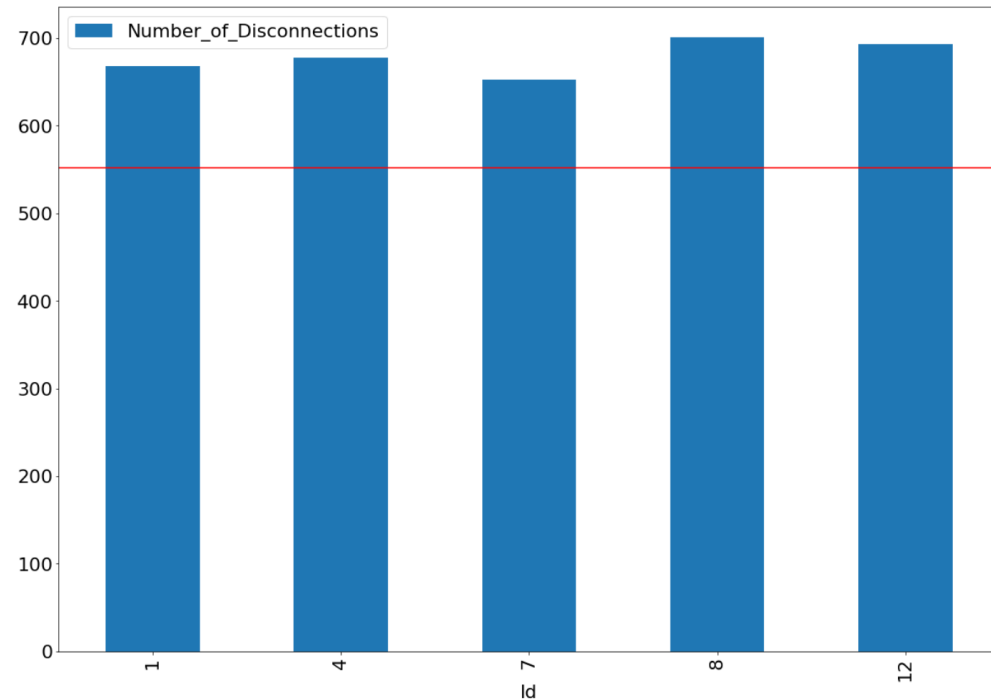
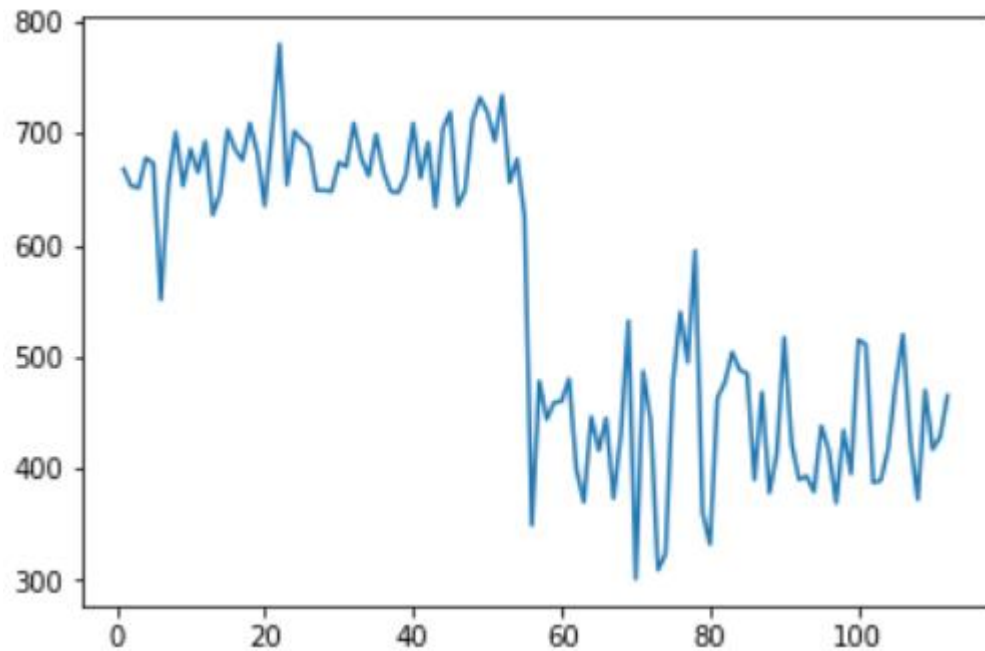


Variação do Learning Rate

Resultados e Análise Crítica

Casos difíceis de prever

- Divisão dos dados em treino, validação e teste.
- Determinar **outliers** no batch de teste.



Conexões com Maior Impacto

- **Feature Importance** permite identificar conexões cerebrais com maior impacto no modelo.
- Foi utilizada a biblioteca **ELI5**, nomeadamente o método de **Permutation Importance**.

Weight	Feature
0.1818 ± 0.0796	70 71
0.1054 ± 0.1794	70 76
0.0969 ± 0.1193	9 73
0.0899 ± 0.0749	34 35
0.0786 ± 0.0835	21 25
0.0780 ± 0.0831	9 75
0.0742 ± 0.0405	5 75
0.0712 ± 0.0741	5 73
0.0697 ± 0.0249	1 77
0.0639 ± 0.0474	4 74
0.0549 ± 0.0501	57 77
0.0482 ± 0.0179	25 73
0.0458 ± 0.0764	9 71
0.0453 ± 0.0226	5 83
0.0445 ± 0.2723	75 77
0.0386 ± 0.0344	20 30
0.0347 ± 0.0426	20 82
0.0337 ± 0.0284	36 76
0.0317 ± 0.0269	9 77
0.0296 ± 0.0249	20 72
... 1182 more ...	

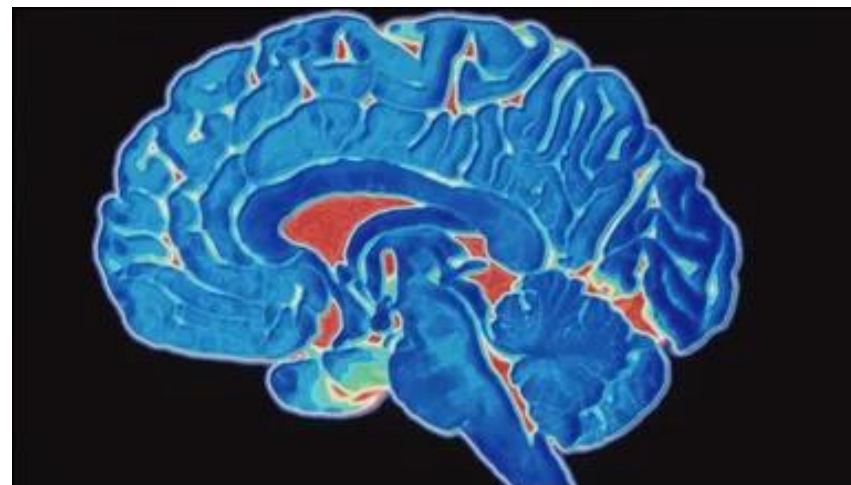
Conclusão e Trabalhos Futuros

Pontos Positivos:

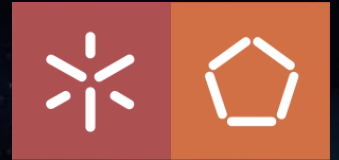
- Boa visualização de dados e tratamento de dados
- Potencializando a CNN
- Uso de ferramentas para a interpretabilidade de modelos

Melhorias:

- Realização de mais testes ao *tunning* dos parâmetros
- Diminuição do MAE do modelo



Futuramente, seria interessante explorar a utilização de um **Autoencoder** na rede e de **Graph Neural Networks**.



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Deep Learning

Previsão da idade cerebral a partir da sua conectividade estrutural

Filipa Pereira PG46978

Carolina Santejo PG47102

Luís Pinto PG47428

Raquel Costa PG47600