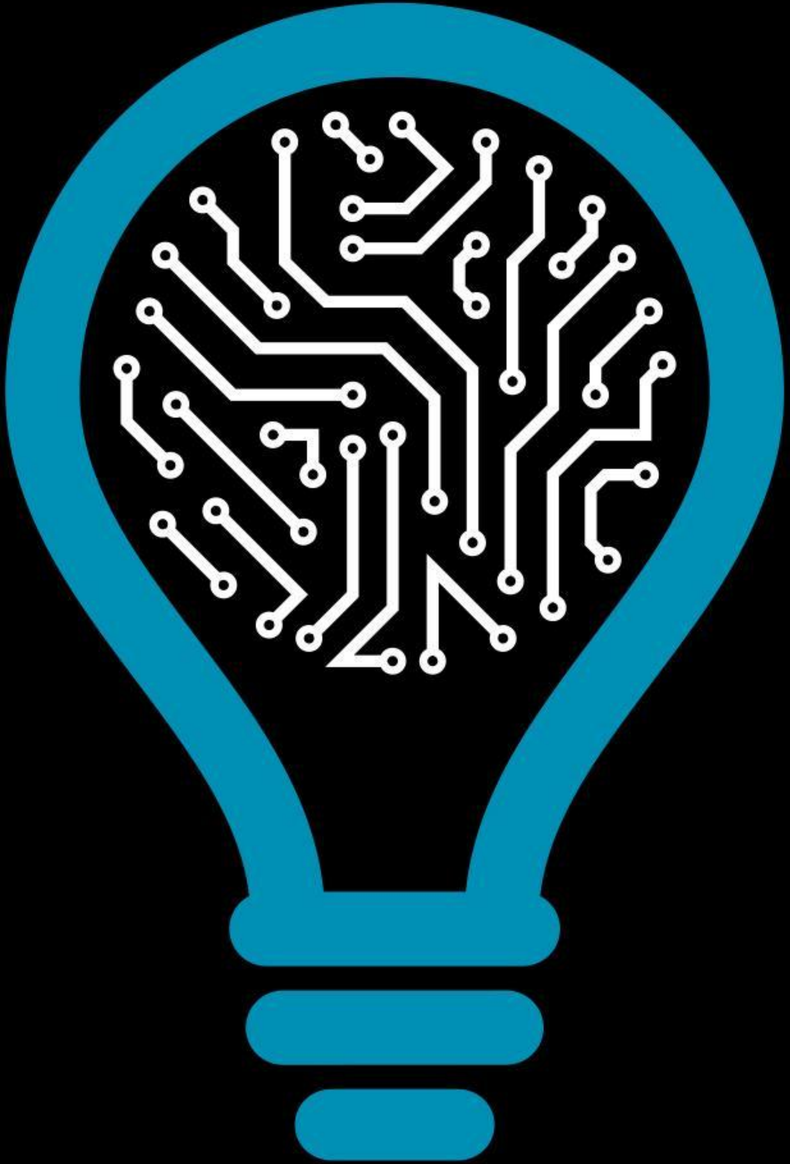
Using Machine Learning to Improve the Performance of Flying Networks

- Francisco Tuna de Andrade
- Pedro Miguel Ferraz Nogueira da Silva

3/08/2018

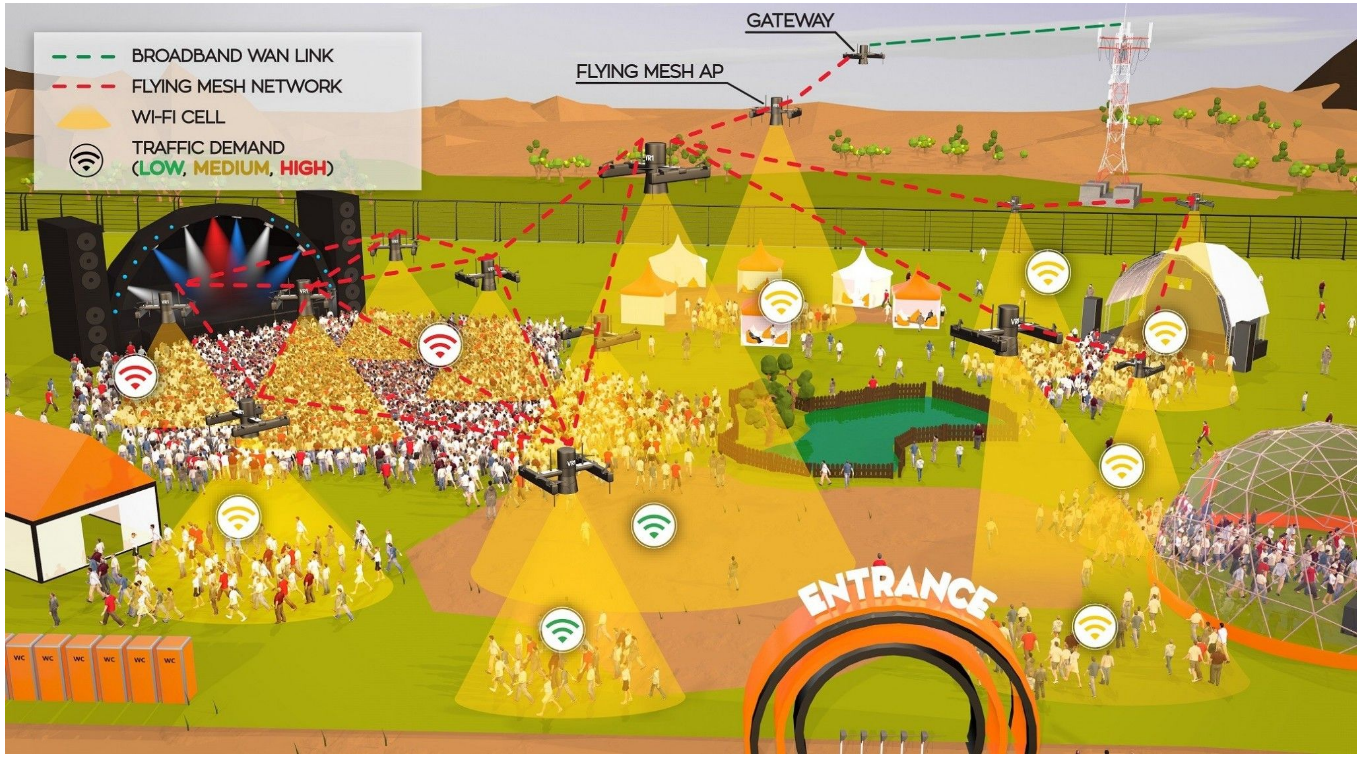
INESCTEC

INSTITUTO DE ENGENHARIA
DE SISTEMAS E COMPUTADORES,
TECNOLOGIA E CIÊNCIA



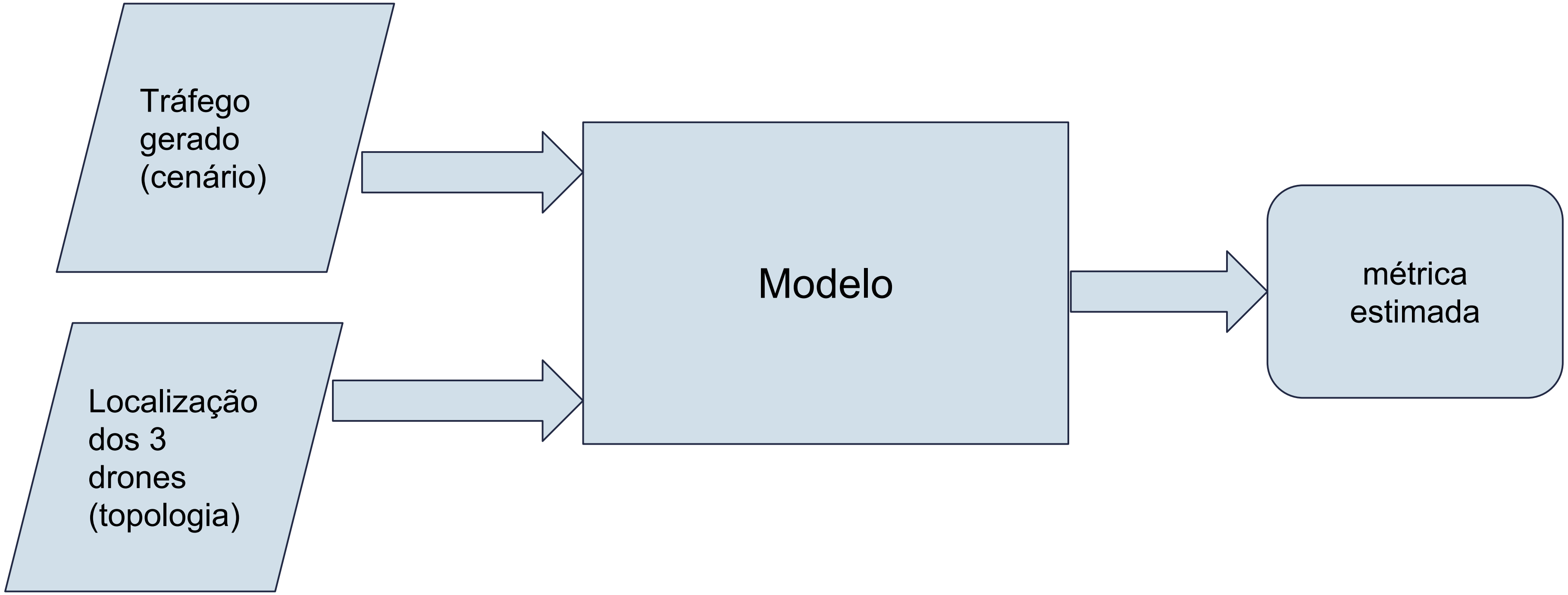
Enquadramento

- Uso de redes baseadas em drones (UAV’s) como resposta a eventos temporariamente lotados (TCE’s)



Objetivos

- Construção de um modelo Machine Learning que preveja as métricas (throughput, delay ou PDR) de uma rede UAV
- Implementação de um algoritmo que encontre a melhor localização dos UAVs para um dado cenário de tráfego gerado



Trabalho desenvolvido

5 semanas

1ª semana

- Familiarização com a linguagem Python;
- Familiarização com a biblioteca Keras e numpy do Python.

2ª semana

- Análise e tratamento dos dados previamente fornecidos;
- Construção de um primeiro modelo de ML;
- Primeiro treino do modelo.

3ª semana

- Melhoria do modelo inicial e treino do mesmo;
- Construção e análise de gráficos do modelo;
- Comparação de resultados com o outro grupo;
- Início da aprendizagem com o simulador ns-3.

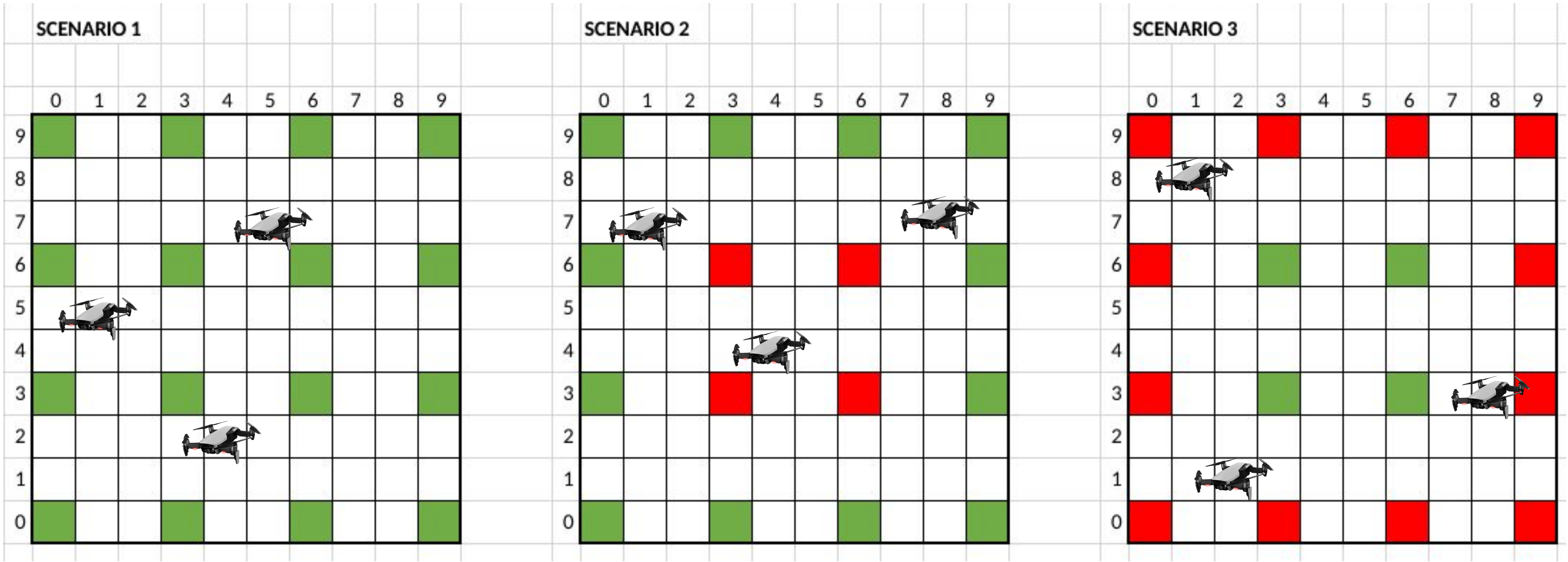
4ª e 5ª semana

- Simulações ns-3 com dados vindos do modelo;
- Melhoria do modelo face a piores resultados;
- Análise dos resultados obtidos no final.

INESCTEC

Dataset

Null traffic demand (λ = 0 Mbit/s)
Low traffic demand (λ = 3 Mbit/s)
High Traffic demand (λ = 10 Mbit/s)



- ➢ 3 Drones;
- ➢ Altitude de 10 metros;
- ➢ Cada zona tem dimensão 30m*30m
- ➢ Tráfego UDP
- ➢ *WifiCellRange* de 100 metros
- ➢ *WifiChannelNumber* : {36,40,44}
- ➢ Métricas a analisar (*throughput, delay, pdr*)

Processamento dos dados

Linha de comandos - python -i build_model.py

```
>>> input_train
array([[[[ 3.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  3.        ],
         [ 0.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  0.        ],
         [ 0.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  0.        ],
         ...,
         [ 0.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  0.        ],
         [ 0.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  0.        ],
         [ 3.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  3.        ]],

        [[ 3.02953607,  3.06634492,  2.80236837, ...,  0.43139197,
           0.16931388,  0.07336994],
         [ 2.43830285,  2.4803205 ,  2.60391312, ..., -0.02806965,
          -0.37829206, -0.51786329],
         [ 1.84706962,  1.89600158,  2.03895751, ..., -0.37829206,
          -0.8641997 , -1.10909652],
         ...,
         [-1.10909652, -0.8641997 , -0.51786329, ...,  0.94374563,
           0.7373873 ,  0.66460316],
         [-1.70032975, -1.10909652, -1.10909652, ...,  1.31438002,
           1.31438002,  1.25583639],
         [-1.10909652, -1.10909652, -1.70032975, ...,  1.25583639,
           1.84706962,  1.84706962]]],

       ...,

       [[[ 0.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  0.        ],
         [ 0.        ,  3.        ,  0.        , ..., 10.        ,
          10.        ,  0.        ],
         [ 0.        ,  0.        ,  0.        , ...,  3.        ,
          10.        ,  0.        ],
         ...,
         [ 0.        ,  0.        ,  3.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  0.        ],
         [ 0.        ,  3.        ,  0.        , ...,  3.        ,
           0.        ,  0.        ],
         [ 0.        ,  0.        ,  0.        , ...,  0.        ,
           0.        ,  0.        ]],

        [[ 7.14390291,  6.14881563,  5.19491291, ...,  4.4517146 ,
           5.19491291,  6.14881563],
         [ 5.47674311,  4.90466431,  3.80958332, ...,  2.9295496 ,
           3.80958332,  4.90466431],
         [ 3.80958332,  3.80958332,  2.54694432, ...,  1.48481447,
           2.54694432,  3.80958332],
         ...,
         [-4.52621566, -2.85905587, -1.19189607, ...,  0.18922433,
           1.48481447,  2.9295496 ],
         [-4.52621566, -2.85905587, -1.19189607, ...,  1.48481447,
           2.54694432,  3.80958332],
         [-2.85905587, -2.16849567, -0.79833303, ...,  2.9295496 ,
           3.80958332,  4.90466431]]]])
>>> throughput_train
array([2.689776  , 2.952488  , 2.928736  , ..., 2.805651  , 2.15420875,
       2.665089  ])
>>>
```

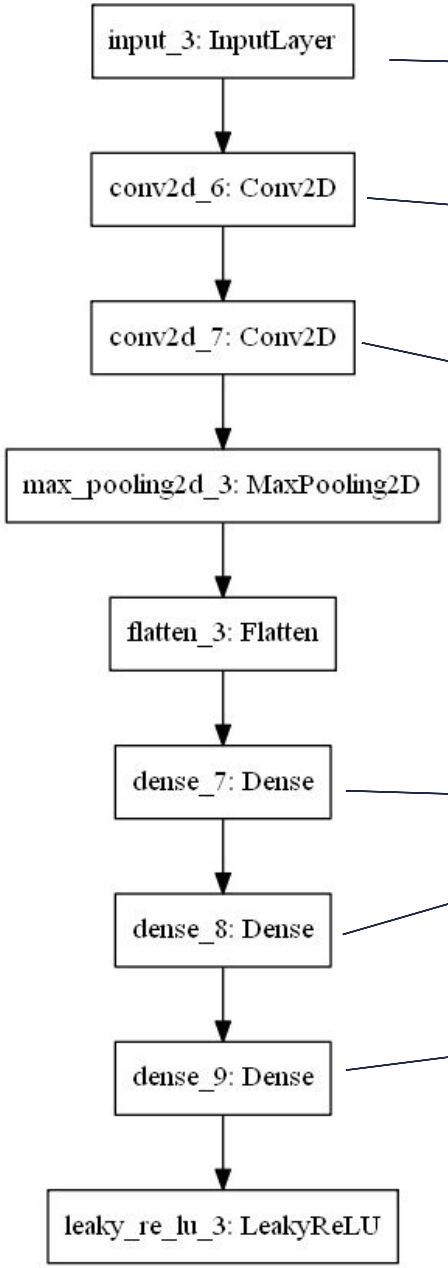
Fig 2: Dados de treino

```
#Settings
SCENARIO_ROWS = 10 #Number of rows in each scenario
SCENARIO_COLUMNS = 10 #Number of columns in each scenario
SCENARIO_TOPOLOGIES_NO = 200 #Number of topologies by scenario
SCENARIOS_NO = 10 #Number of scenarios
TOPOLOGIES_TRAINING = 128 #Number of topologies to be used in training
TOPOLOGIES_VALIDATION = 32 #Number of topologies to be used in validation
TOPOLOGIES_TESTING = 40 #Number of topologies to be used in testing
SCENARIOS_TRAINING = [1, 2, 4, 6, 7, 10] #Scenarios to be used in training
SCENARIOS_VALIDATION = [5, 9] #Scenarios to be used in validation
SCENARIOS_TEST = [3, 8] #Scenarios to be used in testing
DIVISION_BY_TOPOLOGIES = False #True if division train/validation/test is to be made by topologies
DISTANCE_ENCODING = True #True if the topologies should use distance encoding
NORMALIZE_DATA = True #True if data should be normalized
USE_TRANSFORMATIONS = True #True if data augmentation should be used
CHANNELS_LAST = False #True if data to be fit to the model should have channels_last format
USE_CALLBACKS = False #True if callbacks should be used when training the model
TEST_RESULTS = True #True if the program should present the results of the tests
```

Fig 3: Tipos de settings usados

INESCTEC

Camadas do Modelo



shape(2,10,10)

32
act=relu

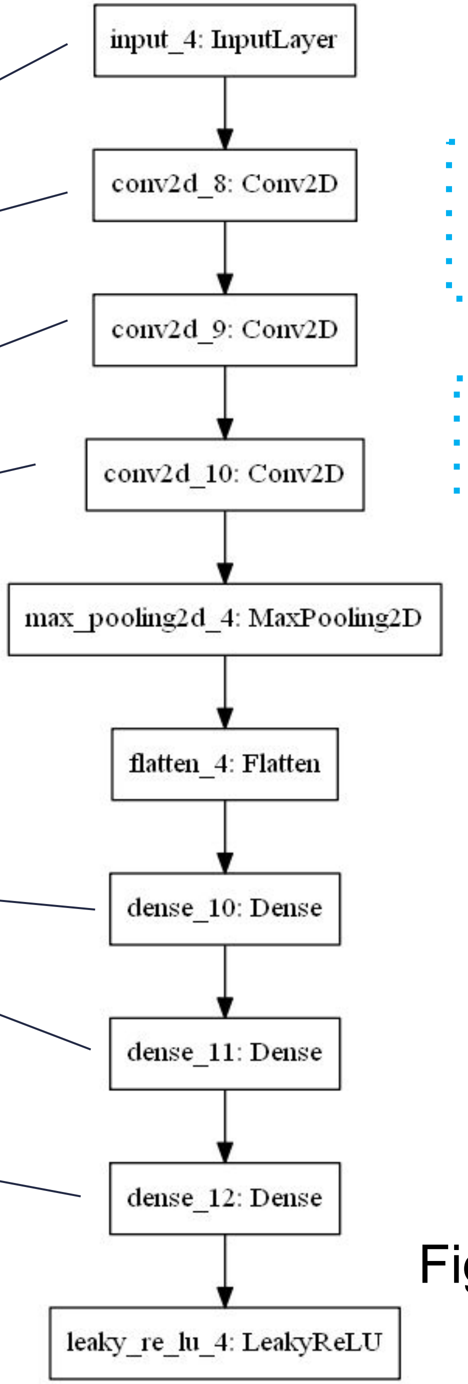
64
act=relu

pool_size(2,2)

10
act=relu

1
act=linear

Fig 4: Modelo ML para o Throughput e Jitter



data_format: channels_first

kernel_size: 3

Fig 5: Modelo ML para o Delay e Pdr

Resultados obtidos

Análise do modelo

Comparação com o Ns-3

- Divisão por Cenários
- Divisão por Topologias

Resultados obtidos

Divisão por cenários (Treino/Teste: 8/2)

	MSE	MAE	MAPE
Throughput	0.833	0.762	17.619
Delay	20609.9	388.687	41.118
PDR	0.041	0.172	29.119

Divisão por topologias (Treino/Teste: 160/40)

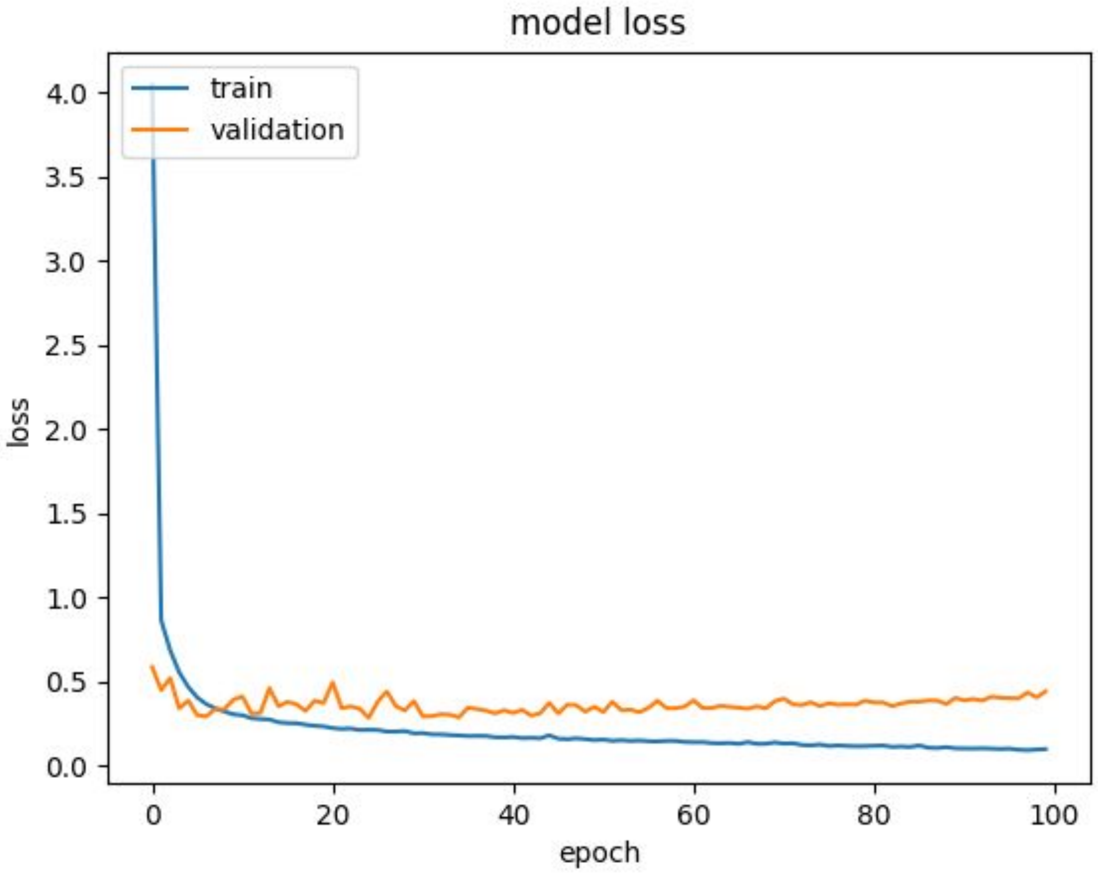
	MSE	MAE	MAPE
Throughput	0.176	0.296	7.976
Delay	39241.7	147.179	18.929
PDR	0.003	0.041	6.46

Fig 6: Análise de treino do modelo

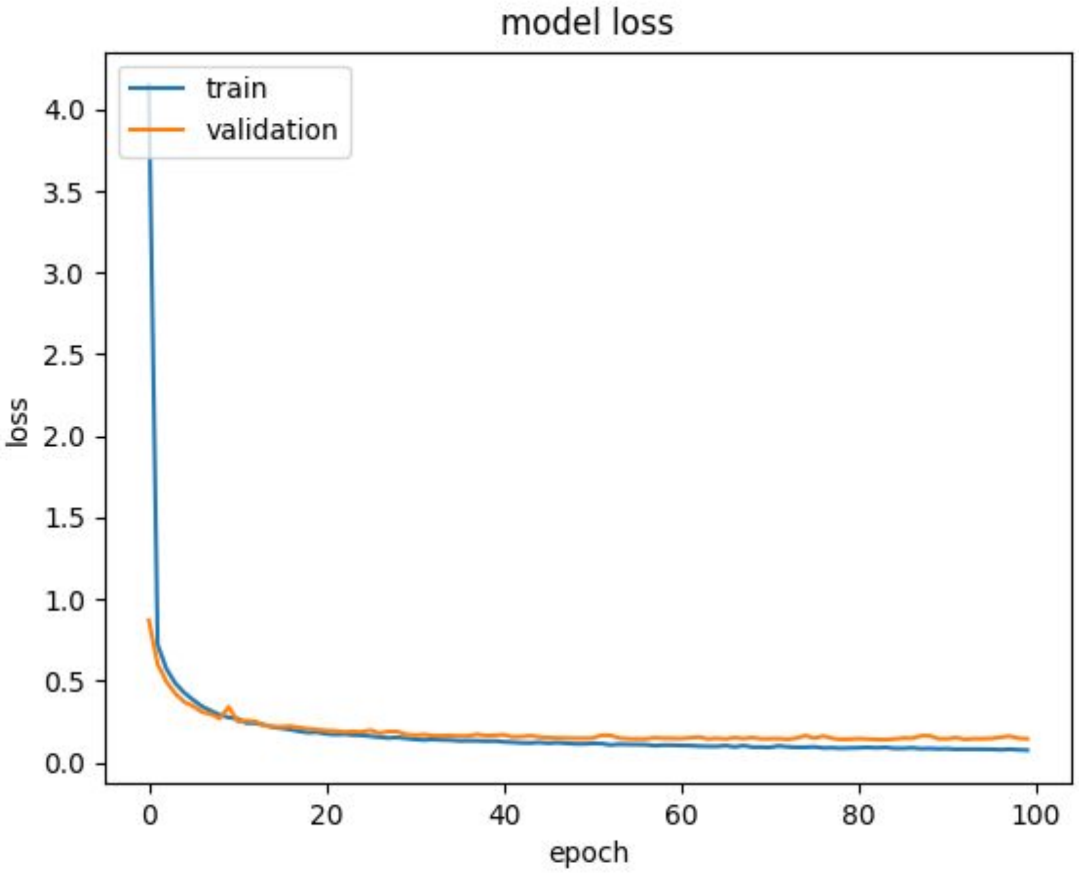
INESCTEC

Resultados obtidos

Divisão por Cenários:



Divisão por Topologias:

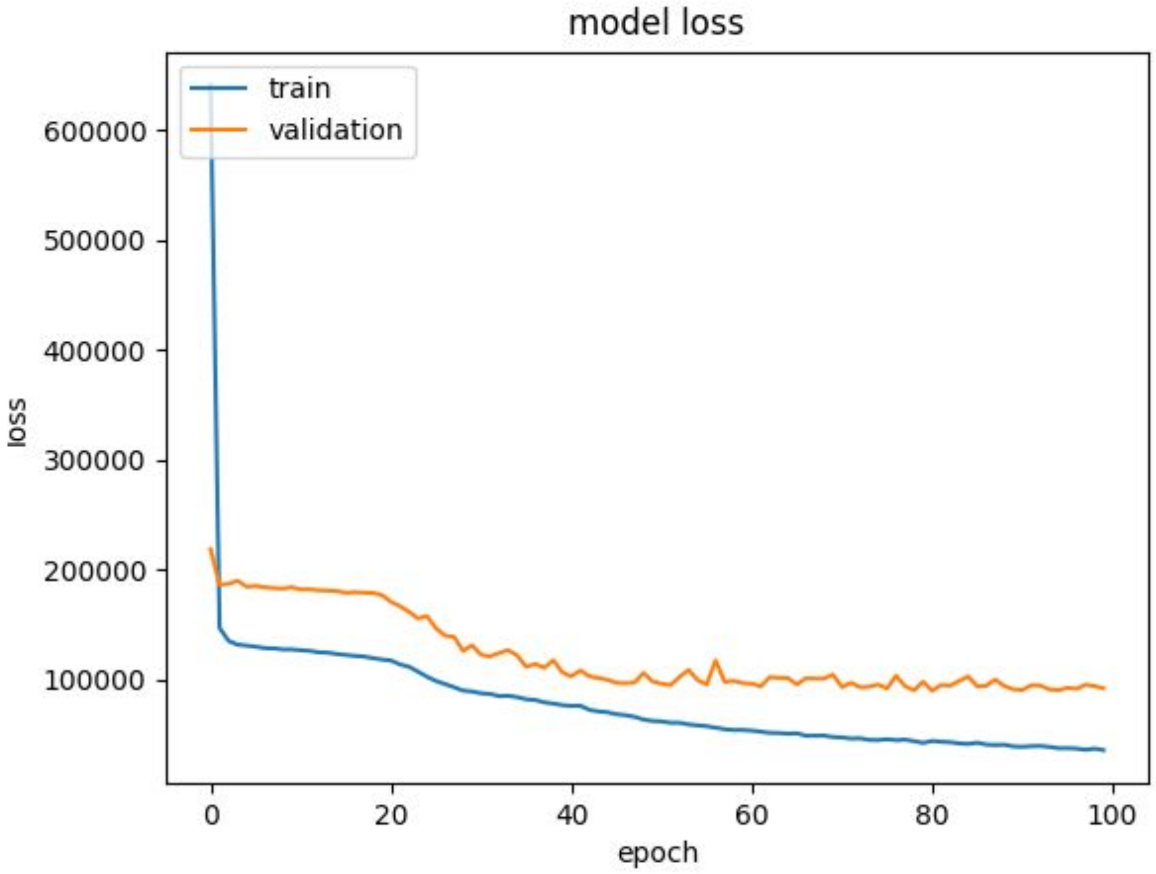


Throughput Loss

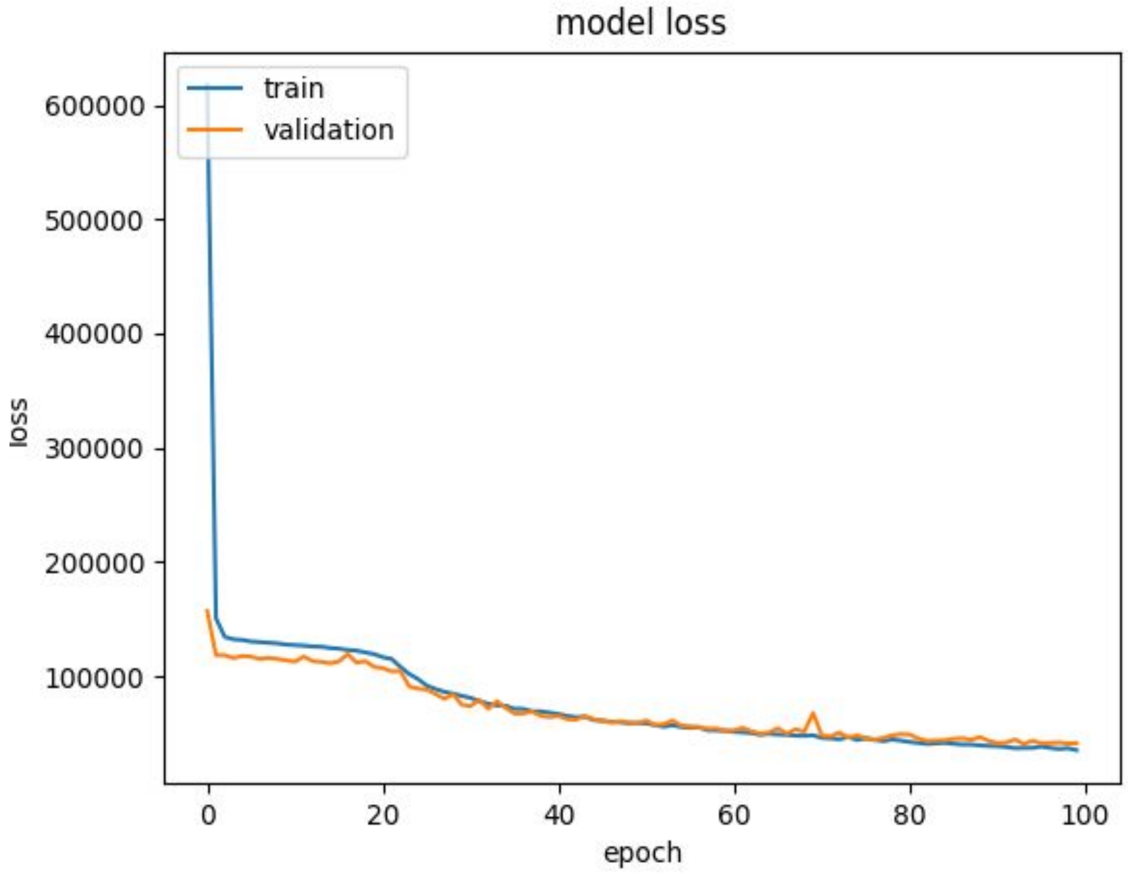
INESCTEC

Resultados obtidos

Divisão por Cenários:



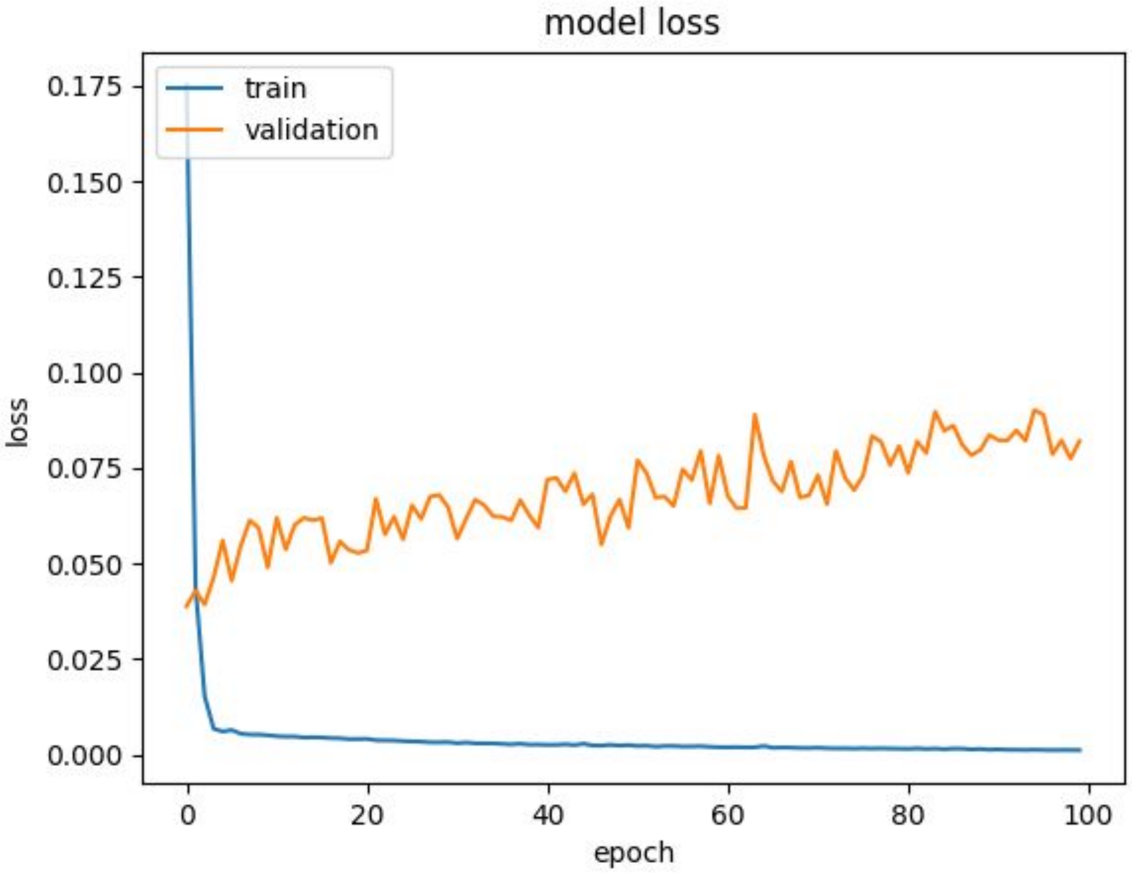
Divisão por Topologias:



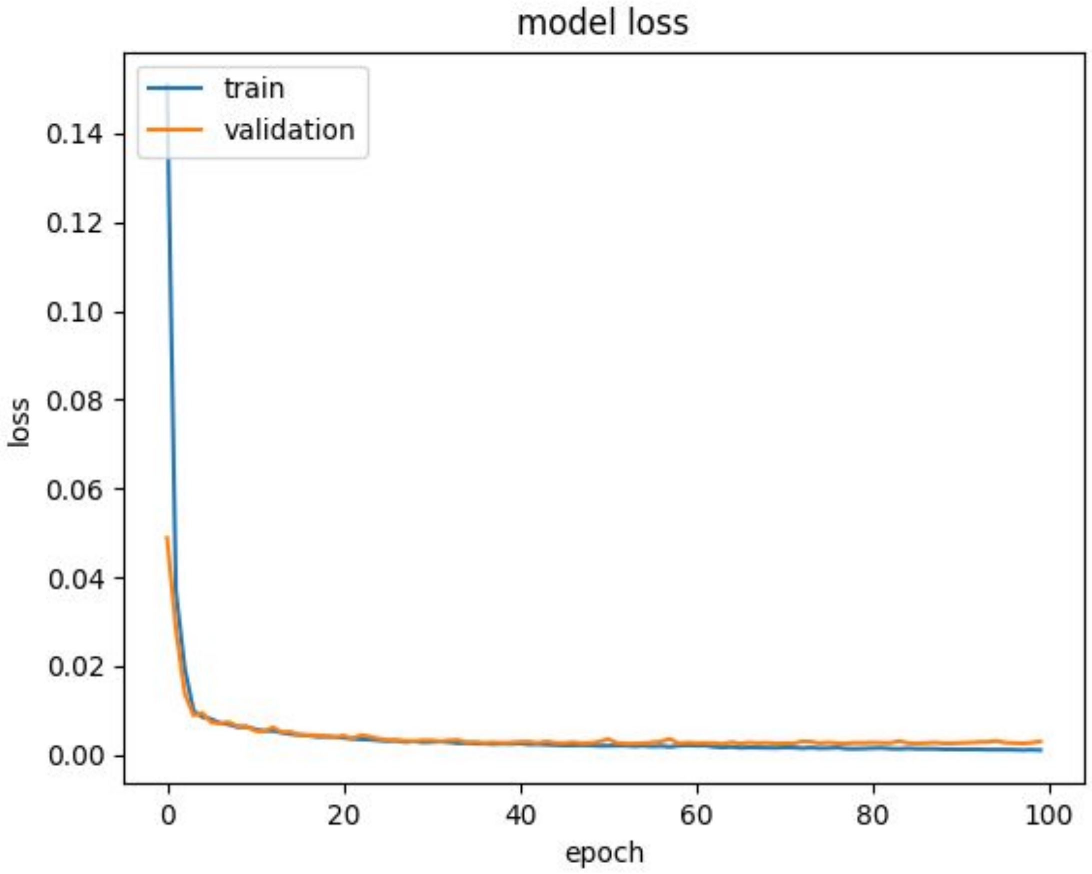
Delay Loss

Resultados obtidos

Divisão por Cenários:



Divisão por Topologias:



Pdr Loss

Resultados obtidos

- Comparação com o Ns-3

Model Trained By Division	Scenarios			Topologies		
	Throughput	Delay	PDR	Throughput	Delay	PDR
MAPE	49	66	25	20	48	12

Conclusões

No fim deste trabalho conseguimos tirar algumas conclusões importantes para o futuro aprofundamento deste tema:

- o modelo dá bons resultados, mas necessita de mais dados, principalmente cenários, de forma a dar resultados mais próximos da realidade;
- o número de *epochs* de treino, no caso do delay, deveria ser aumentado. Acreditamos que com mais de 100 *epochs* o delay melhora substancialmente;
- o modelo dá melhores resultados quando treinado com *distance encoding*;
- a divisão por topologias nos dados gera um modelo com melhores resultados;

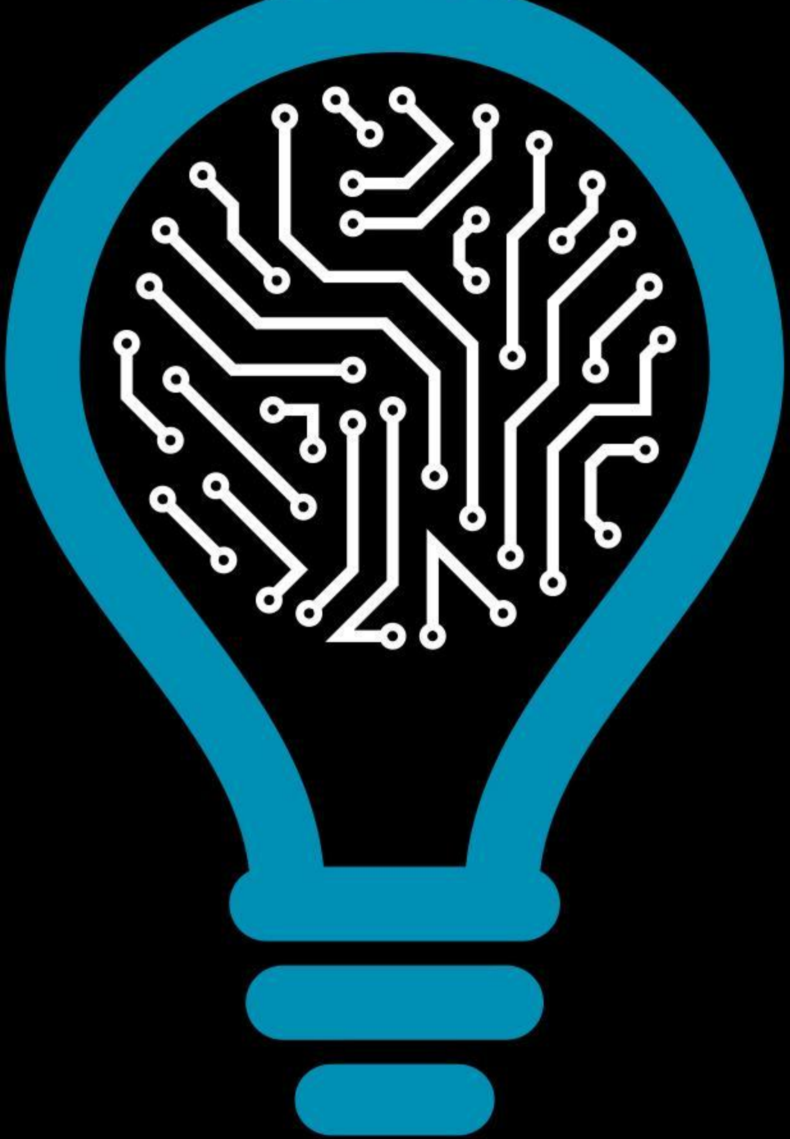
INESCTEC

Feedback

- O que correu bem?

- O que correu menos bem?

Questões?



INESCTEC

INSTITUTO DE ENGENHARIA
DE SISTEMAS E COMPUTADORES,
TECNOLOGIA E CIÊNCIA