

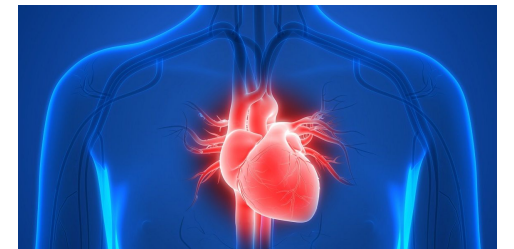
# Aplicação de Modelos de Classificação para Detecção do Risco de Óbito em Pacientes com Insuficiência Cardíaca

Ericksulino Manoel de Araújo Moura

Vitor José Ferreira dos Santos de Santana

# Insuficiência Cardíaca

- Incapacidade do coração suprir demandas metabólicas;
- Causada por doença arterial coronariana, hipertensão e outras;
- Retenção hídrica, intolerância ao esforço;
- Alta mortalidade e impacto na qualidade de vida.

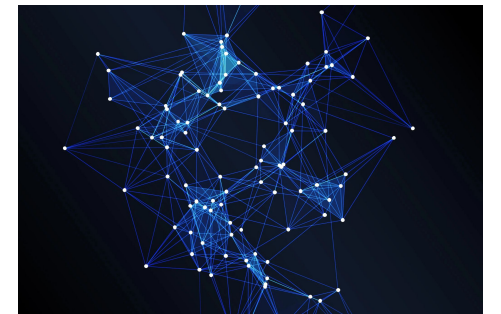


# Classificadores

- Um classificador é um algoritmo de aprendizado que categoriza novos dados usando exemplos rotulados.
- **Random Forest**: várias árvores que votam para a decisão final;
- **Gradient Boosting**: aprendizado sequencial que corrige erros anteriores;
- **Naive Bayes**: modelo probabilístico que assume independência entre atributos;
- **KNN**: Classifica com base nos vizinhos mais próximos.

# Redes Neurais Artificiais

- Inspiração em redes neurais biológicas;
- Neurônios artificiais com entradas e saídas;
- Capacidade de modelar padrões complexos;
- Aplicada em classificação, reconhecimento de padrões e outros.

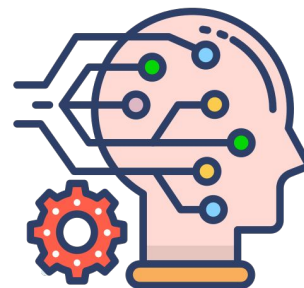


# MLP (Multilayer Perceptron)

- Arquitetura com múltiplas camadas ocultas;
- Funções de ativação não-lineares (ReLU, sigmoid);
- Aprendizado supervisionado com retropropagação.

# Objetivo

O trabalho tem como objetivo aplicar técnicas de aprendizado de máquina para prever a ocorrência de óbito durante o tratamento de pacientes diagnosticados com insuficiência cardíaca.



# Trabalhos Relacionados

Trabalho	Métricas	Classificadores	Usa RNA
[Gürfidan and Ersoy 2021]	Acurácia	Random Forest KNN Decision Tree Naive Bayes SVM	Não
[Sarijaloo et al. 2021]	AUC e Recall	Regressão Logística	Não
[Kyodo et al. 2023]	Acurácia	Bayesian–Gaussian	Não
[Smole et al. 2021]	AUC	Boosted Trees	Não
[Oladimeji and Oladimeji 2020]	F-measure, AUC-ROC e curva de Precisão -Revocação.	Random Forest KNN Naive Bayes SVM	Não
[McGilvray et al. 2022]	C-statistic	LSTM	Sim
<b>Este artigo</b>	Acurácia Precisão Recall	KNN Naive Bayes Random Forest Gradient Boosting MLP	Sim

# Base de Dados

- Heart Failure Clinical Records (UCI);
- 299 pacientes (105 mulheres, 194 homens, 40–95 anos)
- Coletados em 2015 no Paquistão (2 hospitais)
- 13 atributos (binários e numéricos)
- Variável alvo: evento de morte (0 = sobreviveu, 1 = óbito)

```
0 age
1 anaemia
2 creatinine_phosphokinase
3 diabetes
4 ejection_fraction
5 high_blood_pressure
6 platelets
7 serum_creatinine
8 serum_sodium
9 sex
10 smoking
11 time
12 DEATH_EVENT
```



# Metodologia

- Divisão em 70% Treinamento e 30% Teste
- Random Forest;
- Gradient Boosting;
- Naive Bayes;
- KNN;
- MLP (scikit-learn):
  - 2 camadas ocultas (128, 64 neurônios);
  - ReLU, normalização, até 1000 iterações.

# Metodologia

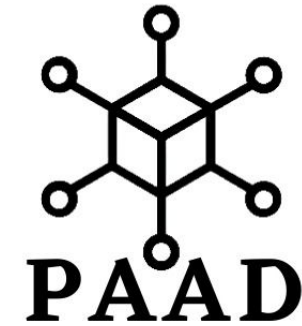
- RNA (Keras):
  - 3 camadas ocultas (128, 64, 32), ReLU;
  - Dropout: 40%, 30%, 0%;
  - Saída com sigmoide (binária);
  - Otimizador: Adam + Binary Cross-Entropy;
  - 30 épocas, batch size 16, validação 30%.
- Métricas: Acurácia, Precisão e Recall.

# Resultados

<b>Métrica</b> <b>Classificador</b>	<b>Acurácia</b>	<b>Precisão</b>	<b>Recall</b>
Random Forest	<b><math>0.836 \pm 0.036</math></b>	<b><math>0.783 \pm 0.098</math></b>	<b><math>0.697 \pm 0.026</math></b>
RNA	$0.800 \pm 0.038$	$0.689 \pm 0.082$	$0.610 \pm 0.120$
Gradient Boosting	$0.798 \pm 0.011$	$0.710 \pm 0.040$	$0.641 \pm 0.047$
Naive Bayes	$0.791 \pm 0.013$	$0.781 \pm 0.048$	$0.497 \pm 0.056$
MLP	$0.762 \pm 0.035$	$0.646 \pm 0.063$	$0.600 \pm 0.068$
KNN	$0.613 \pm 0.029$	$0.293 \pm 0.112$	$0.172 \pm 0.102$

# Conclusão

- Random Forest obteve a melhor acurácia na predição de óbito;
- Alta precisão e recall indicam potencial clínico para apoio à decisão;
- RNA teve bom desempenho, mas sensível ao número de amostras;
- Modelos mostram-se úteis para triagem e intervenções precoces;
- Limitações: base de dados pequena e falta de validação externa;
- Futuro: ampliar dados, otimizar modelos e explorar interpretabilidade.



# Aplicação de Modelos de Classificação para Detecção do Risco de Óbito em Pacientes com Insuficiência Cardíaca

Ericksulino Manoel de Araújo Moura

Vitor José Ferreira dos Santos de Santana