

# **INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS**

## **MÓDULO APLICAÇÕES PRÁTICAS**

**Laboratório de Conexionismo e Ciências Cognitivas L3C  
Grupo SICRES  
INE - UFSC**



# Objetivo

- Oferecer ao aluno uma série de dicas e casos práticos resolvidos usando os modelos de redes neurais vistos até agora no curso.



# Introdução

- PASSO-A-PASSO
  - PREPARAÇÃO DOS DADOS
    - Dados Numéricos
    - Dados Categóricos
    - Normalização dos Dados
    - Separação entre conjunto de treinamento e teste
  - SELEÇÃO DA REDE E SEUS PARÂMETROS
    - Tipo de Rede
    - Taxa de Aprendizado
    - Taxa de Momento
    - Critério de Parada
  - TESTE

# **Exemplo 1 - Classificação**

- **Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida**
  - A interrupção do suporte respiratório para um paciente que esteja recebendo ventilação mecânica requer a avaliação da capacidade do paciente de continuar respirando sem auxílio, de maneira estável clínica e fisiologicamente.
  - Retirar o auxílio prematuramente pode levar ao sofrimento do paciente, enquanto que deixar tempo a mais, representa gasto desnecessário de um recurso escasso e pode ser porta para entrada de infecções no paciente.



# Exemplo 1

- Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida
  - Métodos tradicionais de avaliação do momento de retirada da ventilação assistida não são confiáveis (um médico especialista ressaltou que um método atualmente utilizado para tomar a decisão é “verificar se o paciente tem um ‘brilho’ no olhar”).
  - Geralmente o médico deve tomar esta decisão baseado nas seguintes variáveis que são facilmente obtidas dos pacientes:
    - Pico negativo da pressão inspiratória (cm.H<sub>2</sub>O).
    - Taxa respiratória (respirações/minuto).
    - Volume Tidal.



# Exemplo 1

- Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida
  - Os dados de 21 tentativas de interromper a ventilação assistida são usados para treinamento. (nestas tentativas, 9 obtiveram sucesso e 12 fracassaram)
  - 9 outras tentativas de interrupção da ventilação assistida foram utilizadas para teste.

# Exemplo 1

- Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida
  - 1º. Passo: Altere o 'path' do MATLAB para o diretório onde se encontram os dados.
    - `path(path, 'c:\Cursos\RedesNeurais\Exemplos MATLAB\VENT')`
  - 2º. Passo: Leia os dados para dentro do MATLAB.
    - `load VentAssistida.mat`
    - Obs.: variáveis de entrada:
      - Pico negativo da pressão inspiratória (cm.H2O).
      - Taxa respiratória (respirações/minuto).
      - Volume Tidal

# Exemplo 1

## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 3º. Passo: Transforme a variável de saída, que é categórica (sucesso ou falha) em uma matriz numérica (na 1ª. linha estão assinalados os casos de sucesso e na 2ª. os casos de falha).

```
for i=1:size(VentTreinDados,2)
    if strcmp(VentTreinSaida{1,i},'sucesso')
        SaidaTrein(1,i)=1;
    else
        SaidaTrein(2,i)=1;
    end
end
```

```
for i=1:size(VentTestDados,2)
    if strcmp(VentTestSaida{1,i},'sucesso')
        SaidaTest(1,i)=1;
    else
        SaidaTest(2,i)=1;
    end
end
```





# Exemplo 1

## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 4º. Passo: Normalize os atributos de entrada do conjunto de treinamento...
  - `[VentTreinDados_N,PS]=mapminmax(VentTreinDados);`
- Normalize os atributos de entrada do conjunto de teste.
  - `VentTestDados_N=mapminmax('apply',VentTestDados,PS);`

# Exemplo 1

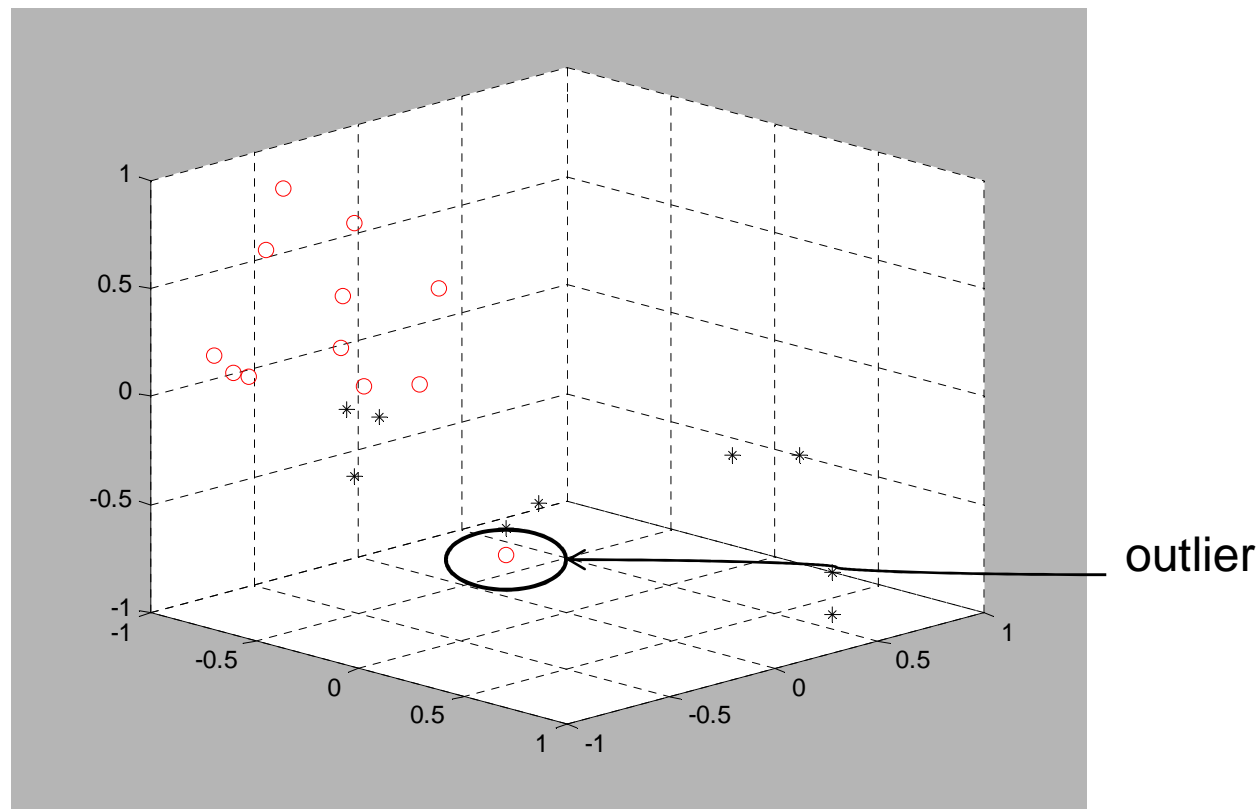
## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 5º. Passo: Se for possível (e para este exemplo isto é possível), visualize os dados do seu problema.

```
grid on; hold on;  
for i=1:size(VentTreinDados_N,2)  
    if SaidaTrein(1,i)==1;  
        plot3(VentTreinDados_N(1,i),VentTreinDados_N(2,i),...  
              VentTreinDados_N(3,i),'k*');  
    else  
        plot3(VentTreinDados_N(1,i),VentTreinDados_N(2,i),...  
              VentTreinDados_N(3,i),'ro');  
    end  
end
```

# Exemplo 1

- Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida
  - 5º. Passo: Se for possível (e para este exemplo isto é possível), visualize os dados do seu problema.



# Exemplo 1

## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 6º. Passo: Crie a rede neural que será usada no problema.
- (uma rede feed forward, com 10 neurônios na camada intermediária, funções de saída tangente hiperbólica, treinamento usando levenberg-marquadt)

```
net = newff(VentTreinDados_N,SaidaTrein,10,...  
    ...{'tansig', 'tansig'},'trainlm');  
net.trainParam.epochs=10000; % máximo de épocas  
net.trainParam.goal=0.01;    % erro mínimo
```

# Exemplo 1

## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 6º. Passo: Crie a rede neural que será usada no problema.
- ( como já temos um conjunto separado para teste, devemos dizer para o MATLAB que todos os exemplos serão utilizados para treinar a rede - neste caso também não iremos parar o treinamento por início de sobretreinamento e portanto também não teremos conjunto de validação)

```
net.divideParam.trainRatio=1.0; % Tudo para treino  
net.divideParam.valRatio=0;      % Nada para valid  
net.divideParam.testRatio=0;     % Nada para teste
```



## **Exemplo 1**

- **Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida**

- 7º. Passo: Treine a rede.

```
net=train(net,VentTreinDados_N,SaidaTrein);
```

- 8º. Passo: Simule a rede para os dados do treinamento.

```
Y=sim(net,VentTreinDados_N);
```

# Exemplo 1

## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 9º. Passo: Saturar a saída da rede para os mesmos valores de saída dos exemplos de treinamento.

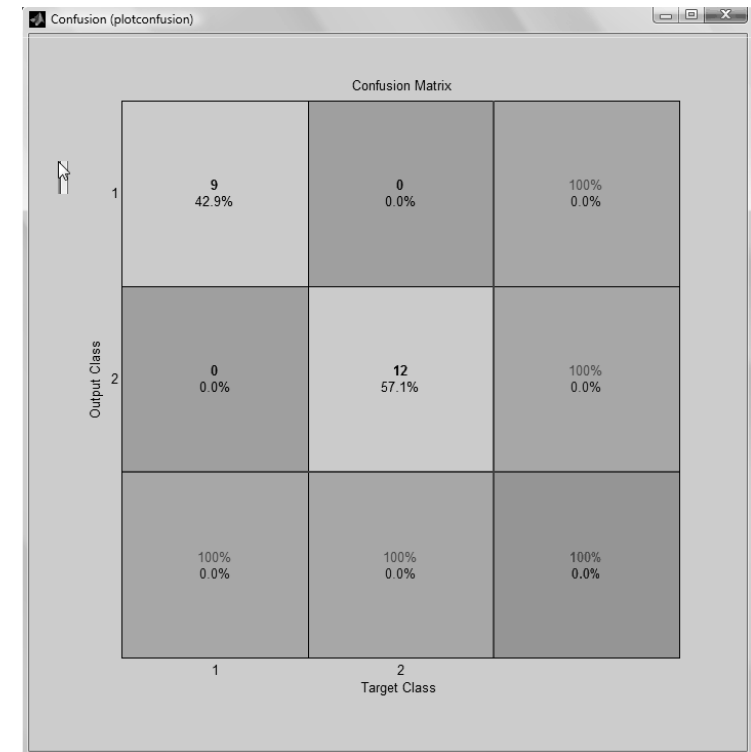
```
for i=1:size(VentTreinDados_N,2)
    if Y(1,i)>Y(2,i)
        YClass(1,i)=1;
        YClass(2,i)=0;
    else
        YClass(1,i)=0;
        YClass(2,i)=1;
    end
end
```

# Exemplo 1

## ■ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 10°. Passo: Visualize o desempenho da rede para aprender os exemplos de treinamento plotando a matriz de confusão.

`plotconfusion(SaidaTrein, YClass);`







## **Exemplo 1**

- Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida
  - 11º. Passo: Simule a rede para os dados de teste.

`Y=sim(net,VentTestDados_N);`

# Exemplo 1

## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 12º. Passo: Saturar a saída da rede para os mesmos valores de saída dos exemplos de teste.

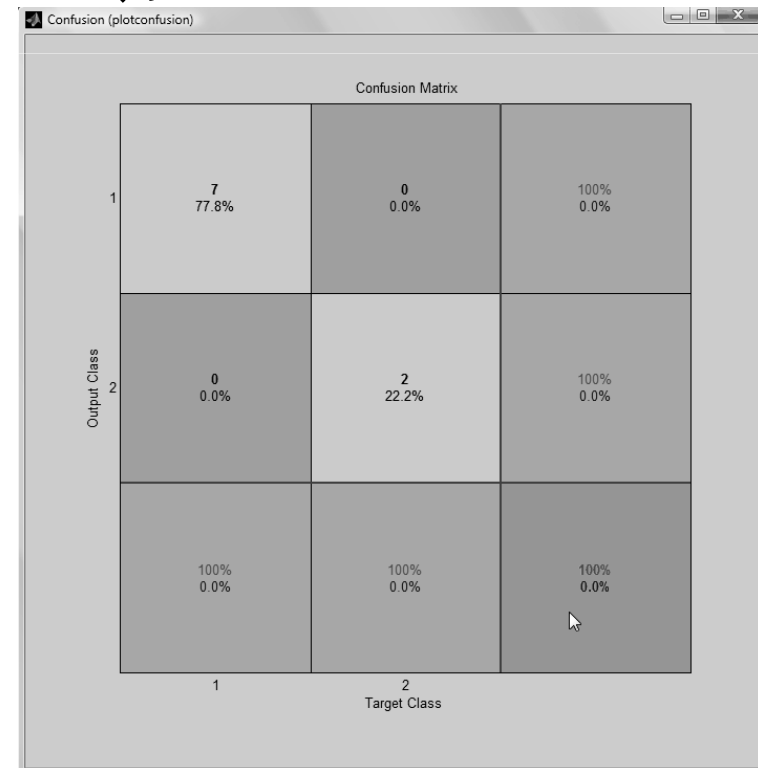
```
for i=1:size(VentTestDados_N,2)
    if Y(1,i)>Y(2,i)
        YClass(1,i)=1;
        YClass(2,i)=0;
    else
        YClass(1,i)=0;
        YClass(2,i)=1;
    end
end
```


# Exemplo 1

## ▪ Interrupção da Ventilação Mecanicamente Assistida

- 13°. Passo: Visualize o desempenho da rede para aprender os exemplos de teste plotando a matriz de confusão.

```
plotconfusion(SaidaTest,YClass);
```





## **Exemplo 2 - Regressão**

- **Preço de Imóveis em um Determinado Município**
  - A base de dados que será estudada é relativa à valores de imóveis de um determinado município.
  - O objetivo é prever o valor de um imóvel em função de variáveis de entrada, tais como: área total do imóvel, localização, padrão do imóvel, etc.
  - Com isto devemos poder dizer se determinado imóvel está caro ou barato em relação ao que se espera como preço médio daquele tipo de imóvel.

## Exemplo 2

- Preço de Imóveis em um Determinado Município

- Uma parte dos dados é:

IMOVEL	DEPEMP	CONSERV	CLASSIF	ELEV	REGHOM	RG	SUITE	GARAG	DORM	IDADE	ENERGIA	ARTOT	PRECO_\$_
1	1	3	2	2	6	3	1	2	2	4	147	103,69	23000,00
2	1	3	2	2	6	3	1	2	3	4	147	131,52	28000,00
3	1	3	2	2	6	3	2	2	2	4	147	142,66	35000,00
4	1	3	2	2	6	3	2	3	2	6	190	200,44	50000,00
5	1	3	2	2	6	3	2	3	2	6	190	200,44	45019,22
6	2	4	2	2	5	3	2	2	2	2	147	195,38	56363,91
7	2	4	2	2	5	3	2	3	2	2	147	314,86	88832,89
8	2	4	2	2	5	3	2	3	2	2	147	333,72	93441,60

## Exemplo 2

- Preço de Imóveis em um Determinado Município
  - Atributos de entrada para determinação do preço são:
    - DEPEMP (dependência de empregada): 2=sim, 1=não
    - CONSERV (estado de conservação): 1=péssimo, 2=regular, 3=bom, 4=ótimo
    - CLASSIF (classificação): 1=baixo, 2=normal, 3=alto
    - ELEV (elevador): 2=sim, 1=não
    - REGHOM (região homogênea): 1 a 11
    - RG (zoneamento fiscal): 1 a 9
    - SUITE (tem suíte): 2=sim, 1=não
    - GARAG (garagem): 1 a 3
    - DORM (dormitórios): 1 a 3



## Exemplo 2

- Preço de Imóveis em um Determinado Município
  - Atributos de entrada para determinação do preço são:
    - IDADE (idade do edifício): 2 a 28
    - ENERGIA (consumo de energia): 86 a 266
    - ARTOT (área total): 25.93 a 620.73

## Exemplo 2

- Preço de Imóveis em um Determinado Município
  - 1º. Passo: Altere o 'path' do MATLAB para o diretório onde se encontram os dados.
    - `path(path, 'c:\Cursos\RedesNeurais\Exemplos MATLAB\IMOVEL ')`
  - 2º. Passo: Leia os dados para dentro do MATLAB.
    - `load Imovel.mat`
    - Obs.: variáveis de entrada e a saída em uma mesma estrutura: `InfoImoveis.Dados`  
nome das variáveis em `InfoImoveis.Texto`





## Exemplo 2

- Preço de Imóveis em um Determinado Município

- 3°. : Normalize os atributos de entrada de TODO o conjunto...
  - `[DadosImoveis,PS]=mapminmax(Infolmoveis.Dados(1:12,:));`
- 4°. : Coloque a variável de saída (preço) em uma variável separada (opcional)...
  - `PrecoImoveis=Infolmoveis.Dados(13,:);`

## Exemplo 2

### ▪ Preço de Imóveis em um Determinado Município

- 5º. Passo: Crie a rede neural que será usada no problema.  
(uma rede feed forward, com 20 neurônios na camada intermediária, funções de saída tangente hiperbólica na camada intermediária e função linear na camada de saída, treinamento usando levenberg-marquadt)

```
net = newff(DadosImoveis,Precolmoveis,20,...
```

```
    {'tansig', 'purelin'}, 'trainlm');
```

```
net.trainParam.epochs=10000; % máximo de épocas
```

```
net.trainParam.goal=1;          % erro mínimo
```



## Exemplo 2

- Preço de Imóveis em um Determinado Município
  - 5. Passo:
  - Observação: Como nada foi dito em contrário, o próprio MATLAB já divide aleatoriamente os dados em treinamento, validação e teste na seguinte proporção:
    - Treinamento: 60%
    - Validação: 20%
    - Teste: 20%

## Exemplo 2

- Preço de Imóveis em um Determinado Município

- 6º. Passo: Treine a rede.

```
net=train(net,DadosImoveis,PrecoImoveis);
```

- 7º. Passo: Após a rede treinada, observe :
  - o gráfico de performance do treinamento da rede (plotperform);
  - o gráfico de regressão para a rede treinada relativamente aos dados de treinamento, validação, teste e global (plotregression).
  - Se necessário continue o treinamento da rede ou volte para o passo 5 e escolha outros parâmetros.



## **Exemplo 2**

- **Preço de Imóveis em um Determinado Município**

- 8º. Passo: Simule a rede para TODOS os dados.

`Y=sim(net,DadosImoveis);`

Compare os preços reais dos imóveis com aqueles previstos pela rede neural.

`plotregression(Precolmoveis,Y);`

## **Exemplo 3 – USO DA RBF**

- Preço de Imóveis em um Determinado Município
  - 1º. Passo: Altere o 'path' do MATLAB para o diretório onde se encontram os dados.
    - `path(path, 'c:\Cursos\RedesNeurais\Exemplos MATLAB\IMOVEL ')`
  - 2º. Passo: Leia os dados para dentro do MATLAB.
    - `load Imovel.mat`
    - Obs.: variáveis de entrada e a saída em uma mesma estrutura: `InfoImoveis.Dados`  
nome das variáveis em `InfoImoveis.Texto`

## Exemplo 3

### ▪ Preço de Imóveis em um Determinado Município

- 3°. : Normalize os atributos de entrada de TODO o conjunto...exceto a saída
  - `[DadosImoveis,PS]=mapminmax(Infolmoveis.Dados(1:12,:));`
- 4°. : Coloque a variável de saída (preço) em uma variável separada (opcional)...
  - `PrecoImoveis=Infolmoveis.Dados(13,:);`

## Exemplo 3

### ▪ Preço de Imóveis em um Determinado Município

- 5º. Passo:
- No modelo de rede RBF, o MATLAB não divide aleatoriamente os dados em treinamento, validação e teste. Deve-se fazer manualmente a divisão entre conjunto de Treinamento e Teste (não usaremos conjunto de validação neste caso) nas seguintes proporções:
  - Treinamento: 70%
  - Teste: 30%

```
p=[DadosImoveis;PrecoImoveis];  
[trainP,valP,testP,trainInd,valInd,testInd] =  
    dividerand(p,0.7,0.0,0.3);
```



## Exemplo 3

### ▪ Preço de Imóveis em um Determinado Município

- 6°. Passo: Crie a rede neural que será usada no problema. (uma rede RBF, com até 30 neurônios na camada intermediária, erro mínimo de  $10^{-5}$ , "spread" da função de base radial de 4, e acrescente 1 neurônio de cada vez na camada intermediária para exibição do erro da erro durante o treinamento)

```
[net,tr] = newrb(trainP(1:12,:),trainP(13,:),1e5,4,30,1 );
```

**Obs.: Você pode experimentar diferentes combinações destes parâmetros para avaliar o desempenho de generalização da rede!**

## Exemplo 3

### ▪ Preço de Imóveis em um Determinado Município

- 7°. Passo: Após a rede definida, ela é automaticamente treinada. Agora SIMULE a rede para os dados de treinamento, os dados de teste e todos os dados:

```
Ytrain=sim(net,trainP(1:12,:));
```

```
Ytest=sim(net,testP(1:12,:));
```

```
Y=sim(net,DadosImoveis);
```

- 8°. Passo: Observe o gráfico de regressão para a rede treinada relativamente aos dados de treinamento, teste e global (plotregression).

```
plotregression(trainP(13,:),Ytrain,'treinamento',...  
testP(13,:),Ytest,'teste',PrecoImoveis,Y,'global');
```