



# Observatório Nacional

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
1 / 97

# Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Autor: Victor Ribeiro Carreira  
Orientador: Cosme Ferreira Ponte Neto

Pós-Graduação em Geofísica

Setembro de 2018

Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

Objetivo

O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de  
atributos

Kohonen - SOM

Resultados e  
Discussões

Dado Sintético

Identificação

# Mudança das Estações



Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

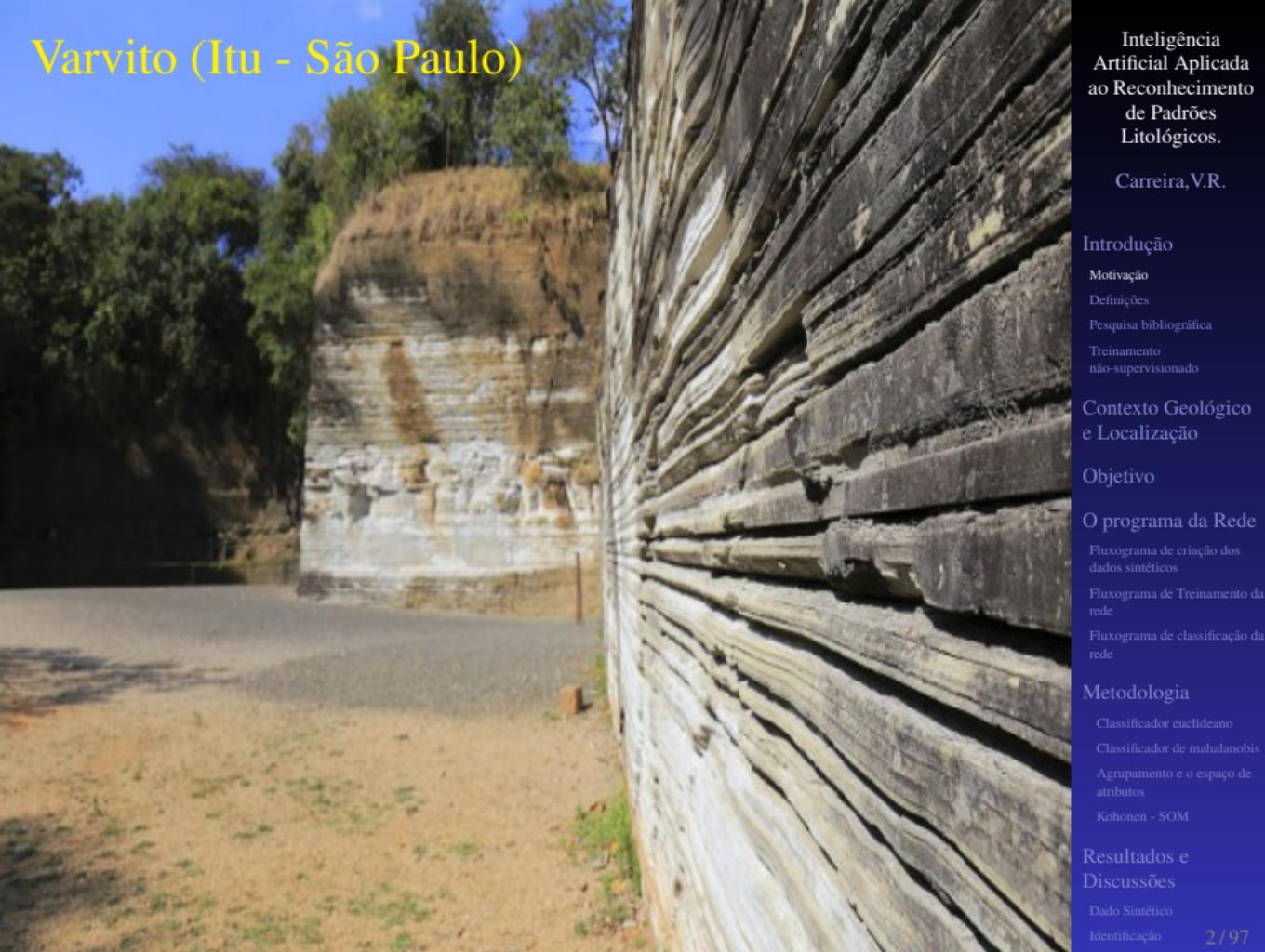
## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Varvito (Itu - São Paulo)



Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Definições

**Inteligência Artificial:** todo programa computacional que tem a capacidade de melhorar a si mesmo por meio da experiência.

Grupos de IA:

1. Redes Neuronais Artificiais (Minsky and Papert, 1969; Michie et al., 1994; MacKay, 2005);
2. Árvores de Decisão (Mitchell, 1997; Simard et al., 2000; Roberts et al., 2002);
3. Classificadores Estatísticos (Michel and Deza, 2016);
4. Mapas auto-organizados (Kohonen, 1989; Haykin, 1999);

**Classificadores:** usam o conceito de distância no espaço de atributos;

**C. Euclideano:** calcula um centroide no espaço de atributos.

**C. de Mahalanobis:** leva em consideração a forma do agrupamento.

**Mapas auto-organizados:** inspirados no funcionamento do córtex neuronal são baseados em um grafo orientado que funciona como uma rede interconectada.

Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

Objetivo

O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Definições

**Inteligência Artificial:** todo programa computacional que tem a capacidade de melhorar a si mesmo por meio da experiência.

## Grupos de IA:

1. Redes Neuronais Artificiais (Minsky and Papert, 1969; Michie et al., 1994; MacKay, 2005);
2. Árvores de Decisão (Mitchell, 1997; Simard et al., 2000; Roberts et al., 2002);
3. Classificadores Estatísticos (Michel and Deza, 2016);
4. Mapas auto-organizados (Kohonen, 1989; Haykin, 1999);

**Classificadores:** usam o conceito de distância no espaço de atributos;

**C. Euclideano:** calcula um centroide no espaço de atributos.

**C. de Mahalanobis:** leva em consideração a forma do agrupamento.

**Mapas auto-organizados:** inspirados no funcionamento do córtex neuronal são baseados em um grafo orientado que funciona como uma rede interconectada.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Definições

**Inteligência Artificial:** todo programa computacional que tem a capacidade de melhorar a si mesmo por meio da experiência.

## Grupos de IA:

1. Redes Neuronais Artificiais (Minsky and Papert, 1969; Michie et al., 1994; MacKay, 2005);
2. Árvores de Decisão (Mitchell, 1997; Simard et al., 2000; Roberts et al., 2002);
3. Classificadores Estatísticos (Michel and Deza, 2016);
4. Mapas auto-organizados (Kohonen, 1989; Haykin, 1999);

**Classificadores:** usam o conceito de distância no espaço de atributos;

C. Euclideano: calcula um centroide no espaço de atributos.

C. de Mahalanobis: leva em consideração a forma do agrupamento.

Mapas auto-organizados: inspirados no funcionamento do córtex neuronal são baseados em um grafo orientado que funciona como uma rede interconectada.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Definições

**Inteligência Artificial:** todo programa computacional que tem a capacidade de melhorar a si mesmo por meio da experiência.

## Grupos de IA:

1. Redes Neuronais Artificiais (Minsky and Papert, 1969; Michie et al., 1994; MacKay, 2005);
2. Árvores de Decisão (Mitchell, 1997; Simard et al., 2000; Roberts et al., 2002);
3. Classificadores Estatísticos (Michel and Deza, 2016);
4. Mapas auto-organizados (Kohonen, 1989; Haykin, 1999);

**Classificadores:** usam o conceito de distância no espaço de atributos;

**C. Euclideano:** calcula um centroide no espaço de atributos.

**C. de Mahalanobis:** leva em consideração a forma do agrupamento.

**Mapas auto-organizados:** inspirados no funcionamento do córtex neuronal são baseados em um grafo orientado que funciona como uma rede interconectada.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Definições

**Inteligência Artificial:** todo programa computacional que tem a capacidade de melhorar a si mesmo por meio da experiência.

## Grupos de IA:

1. Redes Neuronais Artificiais (Minsky and Papert, 1969; Michie et al., 1994; MacKay, 2005);
2. Árvores de Decisão (Mitchell, 1997; Simard et al., 2000; Roberts et al., 2002);
3. Classificadores Estatísticos (Michel and Deza, 2016);
4. Mapas auto-organizados (Kohonen, 1989; Haykin, 1999);

**Classificadores:** usam o conceito de distância no espaço de atributos;

**C. Euclideano:** calcula um centroide no espaço de atributos.

**C. de Mahalanobis:** leva em consideração a forma do agrupamento.

**Mapas auto-organizados:** inspirados funcionamento do córtex neuronal são baseados em um grafo orientado que funciona como uma rede interconectada.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Definições

**Inteligência Artificial:** todo programa computacional que tem a capacidade de melhorar a si mesmo por meio da experiência.

## Grupos de IA:

1. Redes Neuronais Artificiais (Minsky and Papert, 1969; Michie et al., 1994; MacKay, 2005);
2. Árvores de Decisão (Mitchell, 1997; Simard et al., 2000; Roberts et al., 2002);
3. Classificadores Estatísticos (Michel and Deza, 2016);
4. Mapas auto-organizados (Kohonen, 1989; Haykin, 1999);

**Classificadores:** usam o conceito de distância no espaço de atributos;

**C. Euclideano:** calcula um centroide no espaço de atributos.

**C. de Mahalanobis:** leva em consideração a forma do agrupamento.

**Mapas auto-organizados:** inspirados no funcionamento do córtex neuronal são baseados em um grafo orientado que funciona como uma rede interconectada.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Um breve histórico sobre as redes neurais artificiais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

↓  
McCul-  
loch and  
Pitts  
(1943)

- Definem o a função do neurônio numérico cuja a resposta dependia da entrada dos dados da rede e dos pesos utilizados e a denominam como Perceptron.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

# Um breve histórico sobre as redes neurais artificiais

Inteligência Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

↓  
McCul-  
loch and  
Pitts  
(1943)

- Definem o a função do neurônio numérico cuja a resposta dependia da entrada dos dados da rede e dos pesos utilizados e a denominam como Perceptron.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

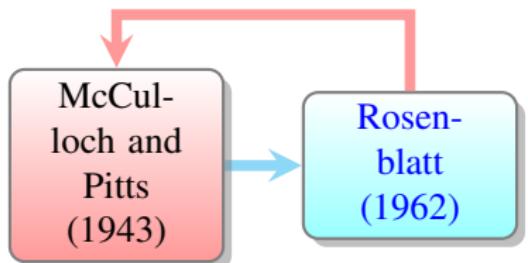
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Um breve histórico sobre as redes neurais artificiais.

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- Definem teoria de convergência do Perceptron onde ele prova que modelos de neurônios possuem propriedades similares ao cérebro humano.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

# Um breve histórico sobre as redes neurais artificiais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

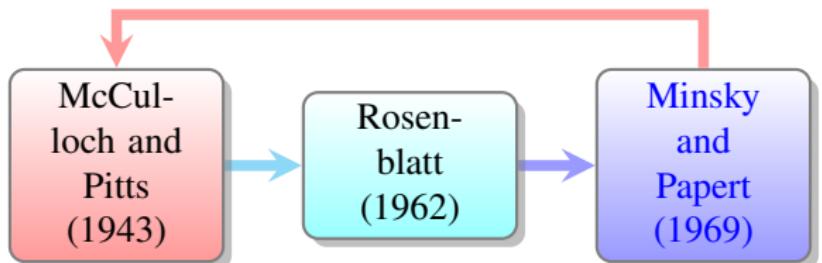
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

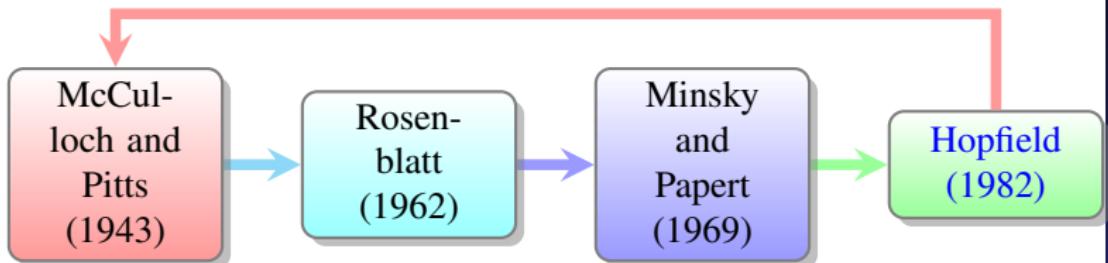


- Demonstraram que Perceptrons somente resolvem uma classe muito limitada de problemas que podem ser linearizados.

# Um breve histórico sobre as redes neurais artificiais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- Resolve problemas não-lineares criando um modelo de memória auto-associativa com a habilidade de armazenar e depois recuperar um certo conjunto de padrões do dado.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

Objetivo

O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

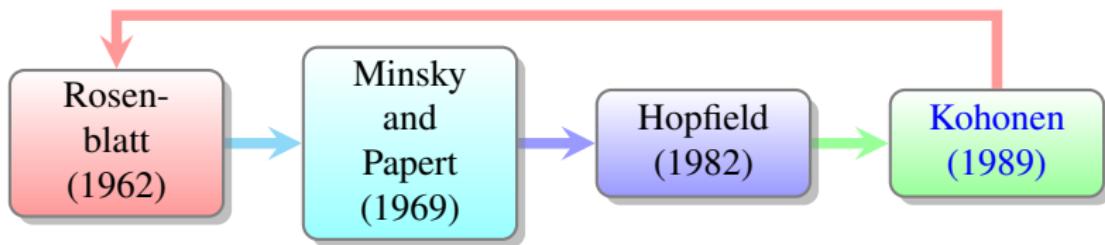
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Um breve histórico sobre as redes neurais artificiais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Cria uma ferramenta eficiente para a identificação de padrões multivariados.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

Objetivo

O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Estado da arte na geofísica

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

- ▶ Primeira fase **entre 1988 e 1994**: descobrir o que as redes neurais podem fazer.
- ▶ Segunda fase **entre 1995 até o presente**: integrar o resultado da RNA com outros resultados.

(Poulton, 2002; Artero, 2008)

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
9 / 97

# Estado da arte na geofísica

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

- ▶ Primeira fase **entre 1988 e 1994**: descobrir o que as redes neurais podem fazer.
- ▶ Segunda fase **entre 1995 até o presente**: integrar o resultado da RNA com outros resultados.

(Poulton, 2002; Artero, 2008)

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

Objetivo  
O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
9 / 97

# Estado da arte na perfilagem de poços

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira, V.R.

Zhang  
et al.  
(1999)



- Algoritmos baseados em derivadas nas curvas de log não identificam camadas muito finas, ou ruído.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

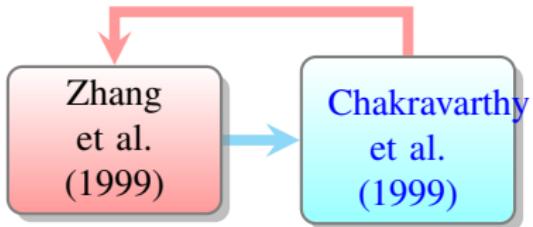
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Estado da arte na perfilagem de poços

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.



- ▶ consegue através do uso da função radial localizar os limites de camadas em alta definição em dados de log de indução (HDIL).

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

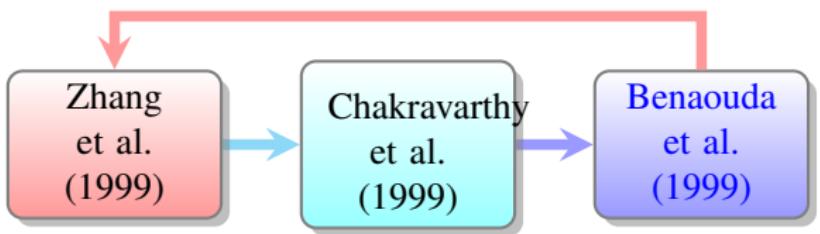
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Estado da arte na perfilagem de poços

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira, V.R.



- consegue classificar tipos litológicos em poços parcialmente desmoronados.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

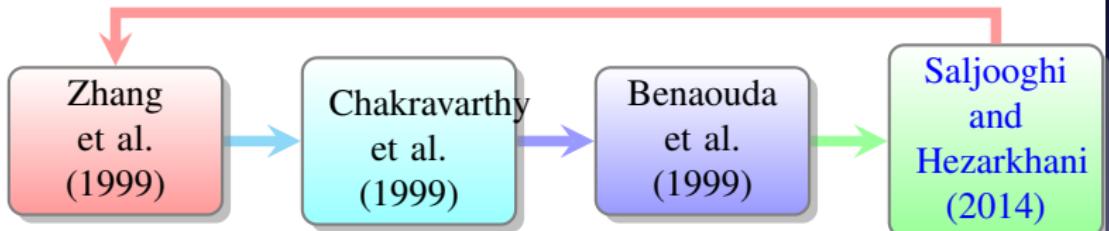
Dado Sintético

Identificação

# Estado da arte na perfilagem de poços

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira, V.R.



- topo e base de camadas que podem ser associadas com mudanças das propriedades petrofísicas.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

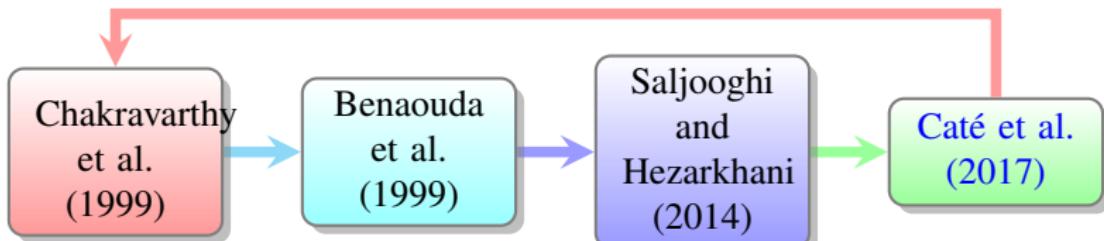
Dado Sintético

Identificação

# Estado da arte na perfilagem de poços

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira, V.R.



- Chama a atenção para importância relativa das propriedades físicas no *output* da rede neuronal.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Treinamento não-supervisionado

- ▶ Insere-se na rede os atributos de entrada;
- ▶ Os valores de saída são definidos pela própria rede;
- ▶ Indicado para os casos aonde se tem agrupamento de dados;
- ▶ Inspira-se no funcionamento do córtex cerebral (Schott, 1993).

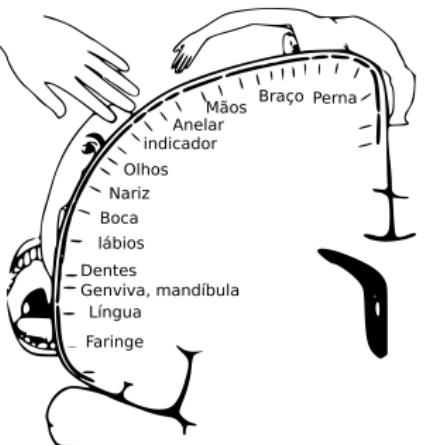


Figure: Homúnculo de Penfield

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Treinamento não-supervisionado

- ▶ Insere-se na rede os atributos de entrada;
- ▶ Os valores de saída são definidos pela própria rede;
- ▶ Indicado para os casos aonde se tem agrupamento de dados;
- ▶ Inspira-se no funcionamento do córtex cerebral (Schott, 1993).

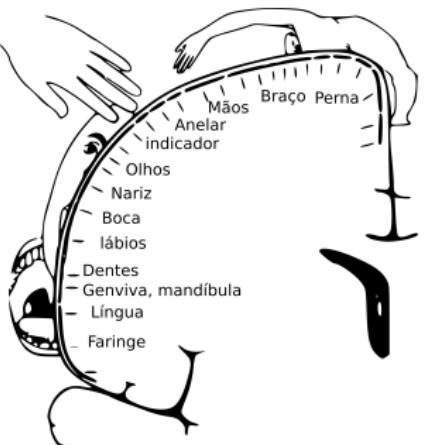


Figure: Homúnculo de Penfield

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Treinamento não-supervisionado

- ▶ Insere-se na rede os atributos de entrada;
- ▶ Os valores de saída são definidos pela própria rede;
- ▶ Indicado para os casos aonde se tem agrupamento de dados;
- ▶ Inspira-se no funcionamento do córtex cerebral (Schott, 1993).

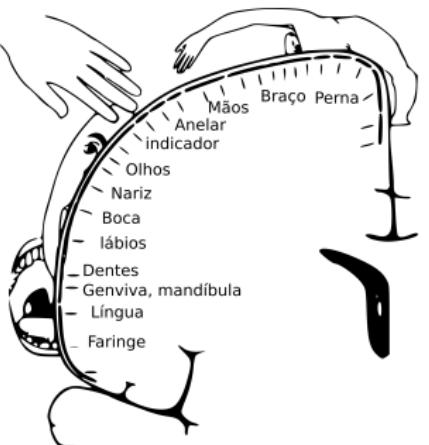


Figure: Homúnculo de Penfield

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

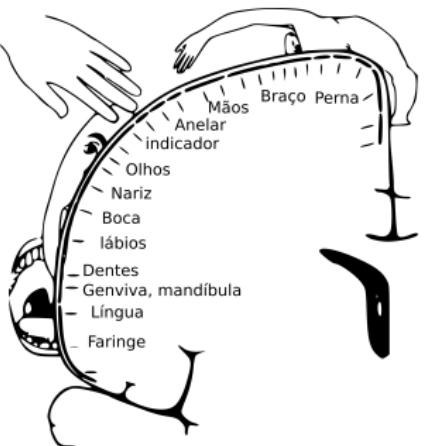
Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Treinamento não-supervisionado

- ▶ Insere-se na rede os atributos de entrada;
- ▶ Os valores de saída são definidos pela própria rede;
- ▶ Indicado para os casos aonde se tem agrupamento de dados;
- ▶ Inspira-se no funcionamento do córtex cerebral (Schott, 1993).



**Figure:** Homúnculo de Penfield

# Contexto Geológico

- ▶ Localização: Centro-sul;
- ▶ Extensão: 1.100.000 Km<sup>2</sup> Schneider et al. (1974); Zalan and Wolf (1987);
- ▶ Idade: Cambriano ao Quaternário com embasamento pré-cambriano  
Schneider et al. (1974); Milani et al. (2007);
- ▶ Classificação: Bacia de sinéclise ou cratônica marginal, sob domínio flexural de crosta Cordani et al. (1984); Borghi (2002);
- ▶ Depocentro: 7000 m aproximadamente Milani and Zalan (1999);

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 16 / 97

# Contexto Geológico

- ▶ Localização: Centro-sul;
- ▶ Extensão:  $1.100.000 \text{ Km}^2$  Schneider et al. (1974); Zalan and Wolf (1987);
- ▶ Idade: Cambriano ao Quaternário com embasamento pré-cambriano  
Schneider et al. (1974); Milani et al. (2007);
- ▶ Classificação: Bacia de sinéclise ou cratônica marginal, sob domínio flexural de crosta Cordani et al. (1984); Borghi (2002);
- ▶ Depocentro: 7000 m aproximadamente Milani and Zalan (1999);

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Contexto Geológico

- ▶ Localização: Centro-sul;
- ▶ Extensão:  $1.100.000 \text{ Km}^2$  Schneider et al. (1974); Zalan and Wolf (1987);
- ▶ Idade: Cambriano ao Quaternário com embasamento pré-cambriano  
Schneider et al. (1974); Milani et al. (2007);
- ▶ Classificação: Bacia de sinéclise ou cratônica marginal, sob domínio flexural de crosta Cordani et al. (1984); Borghi (2002);
- ▶ Depocentro: 7000 m aproximadamente Milani and Zalan (1999);

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Contexto Geológico

- ▶ Localização: Centro-sul;
- ▶ Extensão:  $1.100.000 \text{ Km}^2$  Schneider et al. (1974); Zalan and Wolf (1987);
- ▶ Idade: Cambriano ao Quaternário com embasamento pré-cambriano  
Schneider et al. (1974); Milani et al. (2007);
- ▶ Classificação: Bacia de sinéclise ou cratônica marginal, sob domínio flexural de crosta Cordani et al. (1984); Borghi (2002);
- ▶ Depocentro: 7000 m aproximadamente Milani and Zalan (1999);

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Contexto Geológico

- ▶ Localização: Centro-sul;
- ▶ Extensão:  $1.100.000 \text{ Km}^2$  Schneider et al. (1974); Zalan and Wolf (1987);
- ▶ Idade: Cambriano ao Quaternário com embasamento pré-cambriano  
Schneider et al. (1974); Milani et al. (2007);
- ▶ Classificação: Bacia de sinéclise ou cratônica marginal, sob domínio flexural de crosta Cordani et al. (1984); Borghi (2002);
- ▶ Depocentro: 7000 m aproximadamente Milani and Zalan (1999);

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

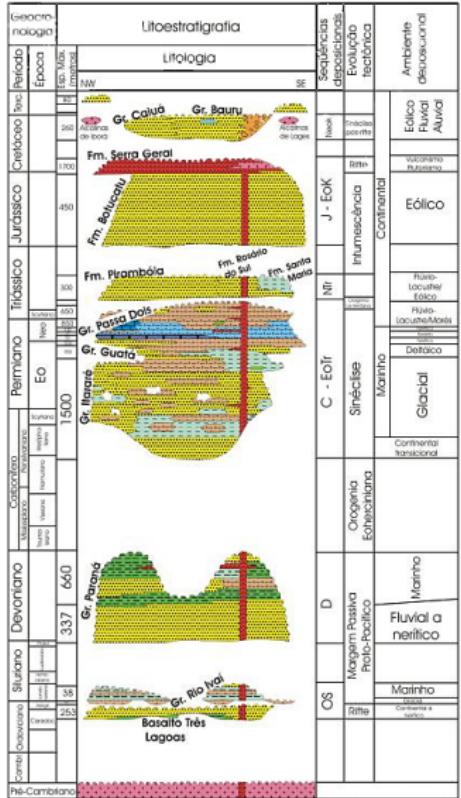
Dado Sintético  
Identificação

# Contexto Geológico

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

Diagrama Estatigráfico da Bacia do Paraná



## As 6 supersequências

Bauru ⇌ sequência neocretácea

Gondwana III ⇌ sequência jurássica-eocretácea

Gondwana II ⇌ sequência neotriássica

Gondwana I ⇌ sequência carbonífera-permiana

Paraná ⇌ sequência devoniana

Rio Ivaí ⇌ sequência ordovício-siluriana

Vail et al. (1977); Assine and Milani (1994); Milani and Ramos (1998)

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

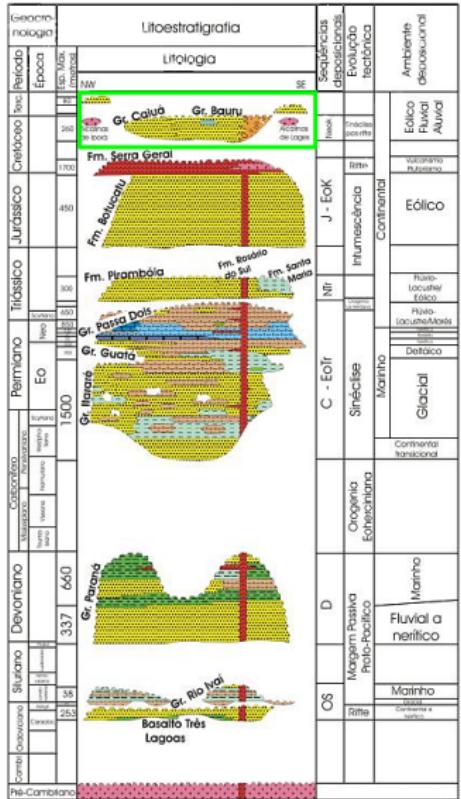
Dado Sintético  
Identificação

# Contexto Geológico

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

Diagrama Estatigráfico da Bacia do Paraná



## As 6 supersequências

Bauru  $\leftrightarrow$  sequência neocretácea

Gondwana III  $\leftrightarrow$  sequência jurássica-eocretácea

Gondwana II  $\leftrightarrow$  sequência neotriássica

Gondwana I  $\leftrightarrow$  sequência carbonífera-permiana

Paraná  $\leftrightarrow$  sequência devoniana

Rio Ivaí  $\leftrightarrow$  sequência ordovício-siluriana

Vail et al. (1977); Assine and Milani (1994); Milani and Ramos (1998)

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

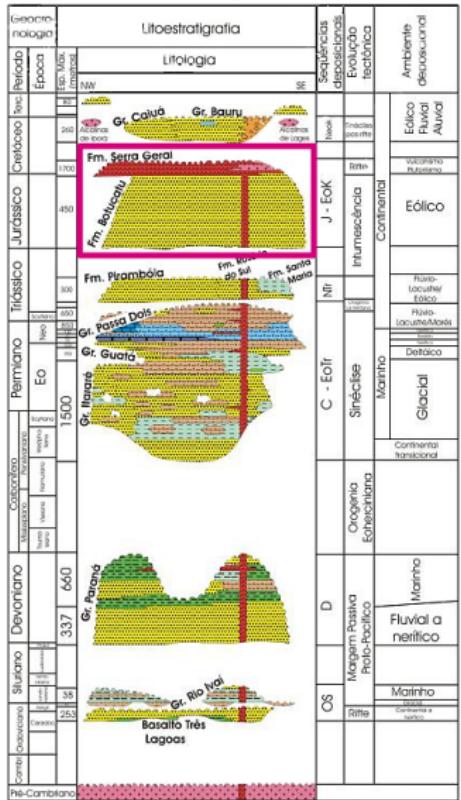
- Dado Sintético
- Identificação

# Contexto Geológico

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

Diagrama Estatigráfico da Bacia do Paraná



## As 6 supersequências

Bauru  $\iff$  sequência neocretácea.

Gondwana III  $\iff$  sequência jurássica-eocretácea

Gondwana II  $\iff$  sequência neotriássica

Gondwana I  $\iff$  sequência carbonífera-permiana

Paraná  $\iff$  sequência devoniana

Rio Ivaí  $\iff$  sequência ordovício-siluriana

Vail et al. (1977); Assine and Milani (1994); Milani and Ramos (1998)

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

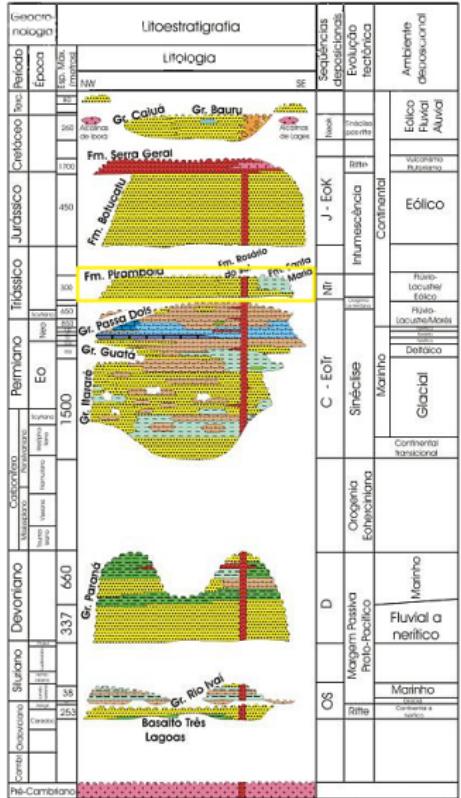
- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Contexto Geológico

Diagrama Estatigráfico da Bacia do Paraná



## As 6 supersequências

Bauru  $\iff$  sequência neocretácea.

Gondwana III  $\iff$  sequência jurássica-eocretácea

Gondwana II  $\iff$  sequência neotriássica

Gondwana I  $\iff$  sequência carbonífera-permiana

Paraná  $\iff$  sequência devoniana

Rio Ivaí  $\iff$  sequência ordovício-siluriana

Vail et al. (1977); Assine and Milani (1994); Milani and Ramos (1998)

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos

- Fluxograma de Treinamento da rede

- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

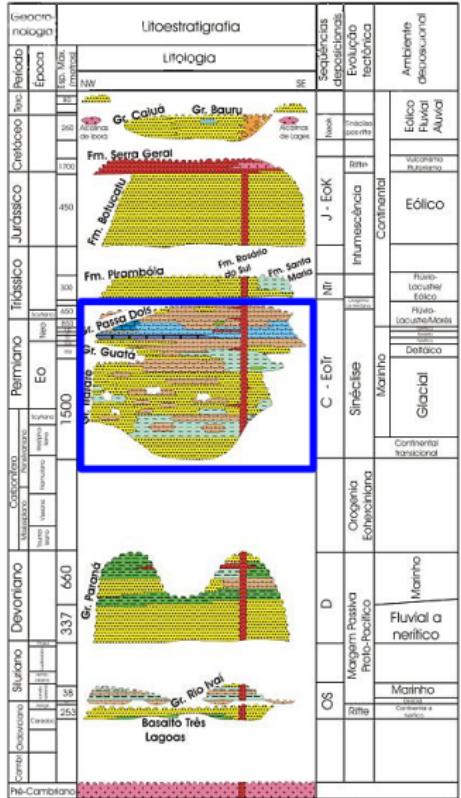
- Dado Sintético
- Identificação

## Contexto Geológico

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira, V.R.

## Diagrama Estatigráfico da Bacia do Paraná



## As 6 supersequências

Bauru  $\iff$  sequência neocretácea.

## Gondwana III ⇌ sequência jurássica-eocretácea

## Gondwana II ⇌ sequência neotriássica

## Gondwana I ⇌ sequência carbonífera-permiana

## Paraná ⇔ sequência devoniana

Rio Ivaí  $\iff$  sequência  
ordovício-siluriana

Vail et al. (1977); Assine and Milani (1994); Milani and Ramos (1998)

## Introdução

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

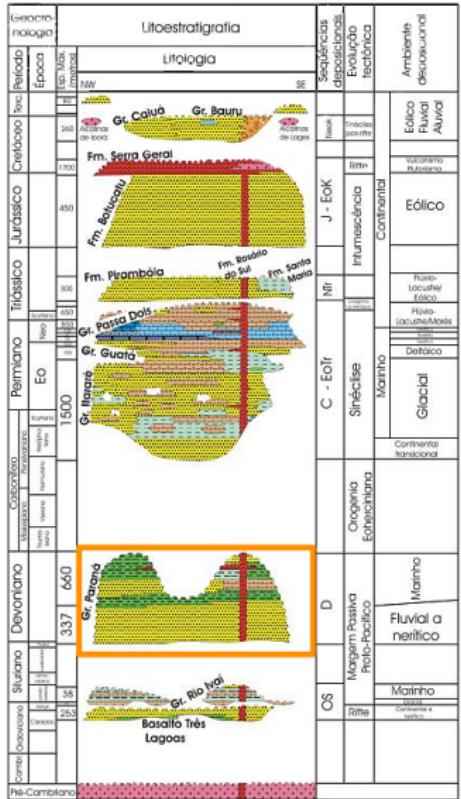
Metodologia

# Contexto Geológico

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

Diagrama Estatigráfico da Bacia do Paraná



## As 6 supersequências

Bauru ⇌ sequência neocretácea.

Gondwana III ⇌ sequência jurássica-eocretácea

Gondwana II ⇌ sequência neotriássica

Gondwana I ⇌ sequência carbonífera-permiana

Paraná ⇌ sequência devoniana

Rio Ivaí ⇌ sequência ordovício-siluriana

Vail et al. (1977); Assine and Milani (1994); Milani and Ramos (1998)

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

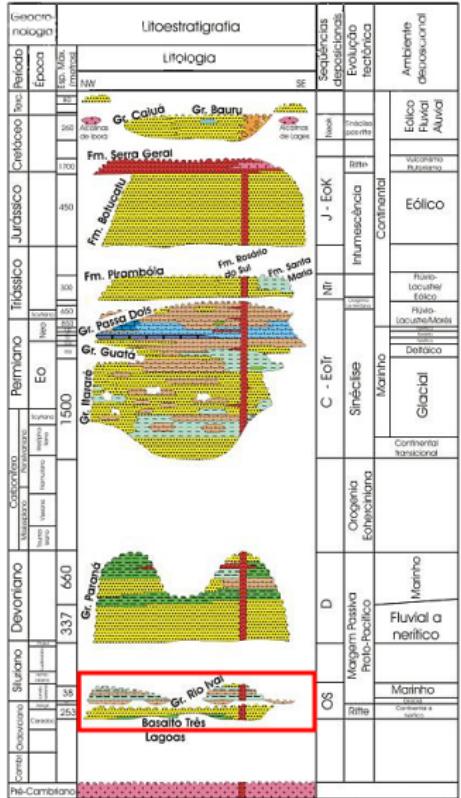
- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Contexto Geológico

Diagrama Estatigráfico da Bacia do Paraná



## As 6 supersequências

Bauru  $\iff$  sequência neocretácea.

Gondwana III  $\iff$  sequência jurássica-eocretácea

Gondwana II  $\iff$  sequência neotriássica

Gondwana I  $\iff$  sequência carbonífera-permiana

Paraná  $\iff$  sequência devoniana

Rio Ivaí  $\iff$  sequência ordovício-siluriana

Vail et al. (1977); Assine and Milani (1994); Milani and Ramos (1998)

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

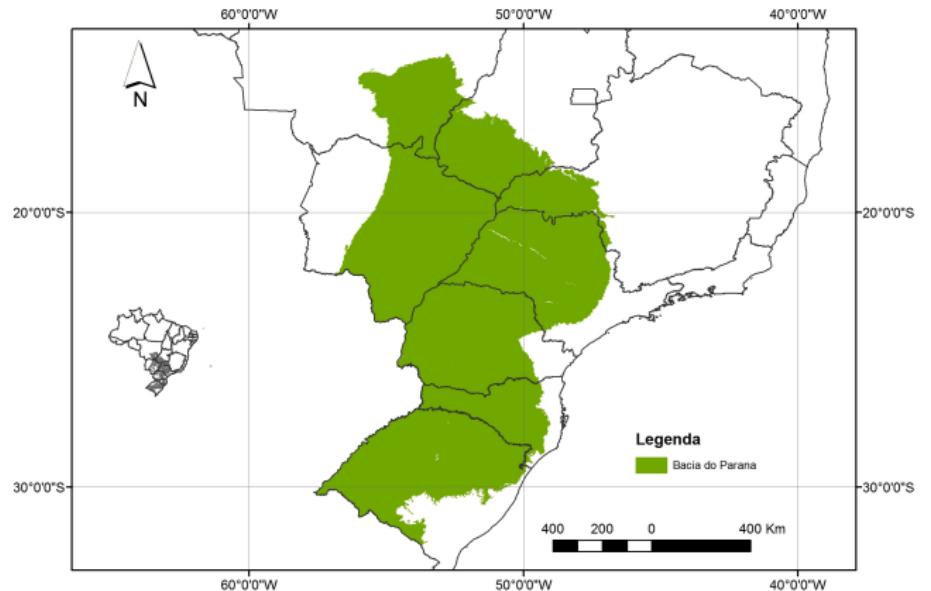
## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Localização e extensão da Bacia Sedimentar

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



**Figure:** Mapa de localização da Bacia do Paraná.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Localização dos poços

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

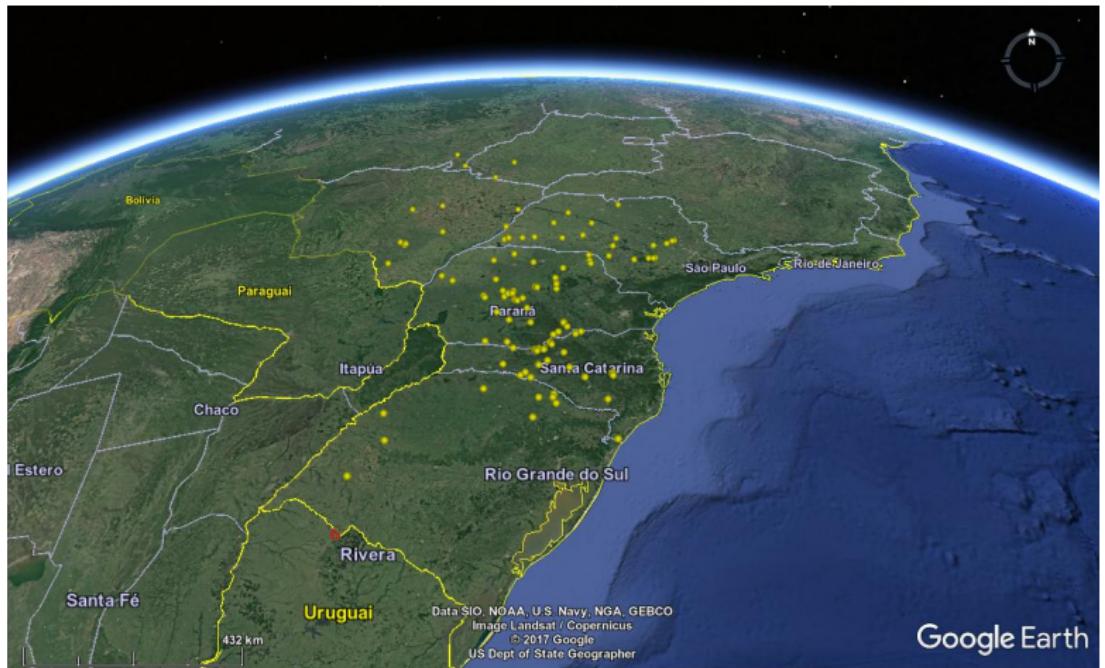
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação



**Figure:** Localização dos poços de trabalho.

# Os dados reais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

1. Os primeiros poços devem estar localizados próximos para garantir um controle inicial no que tange as litologias presentes no poço de treinamento.
2. O poço de treinamento deve possuir a maior quantidade possível de dados por litologia
3. As entradas da rede devem ser compostas das mesmas propriedades físicas
4. Propriedades que definem litologia devem ser priorizadas quando possível.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 26 / 97

# Os dados reais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

1. Os primeiros poços devem estar localizados próximos para garantir um controle inicial no que tange as litologias presentes no poço de treinamento.
2. O poço de treinamento deve possuir a maior quantidade possível de dados por litologia
3. As entradas da rede devem ser compostas das mesmas propriedades físicas
4. Propriedades que definem litologia devem ser priorizadas quando possível.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 26 / 97

# Os dados reais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

1. Os primeiros poços devem estar localizados próximos para garantir um controle inicial no que tange as litologias presentes no poço de treinamento.
2. O poço de treinamento deve possuir a maior quantidade possível de dados por litologia
3. As entradas da rede devem ser compostas das mesmas propriedades físicas
4. Propriedades que definem litologia devem ser priorizadas quando possível.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Os dados reais

1. Os primeiros poços devem estar localizados próximos para garantir um controle inicial no que tange as litologias presentes no poço de treinamento.
2. O poço de treinamento deve possuir a maior quantidade possível de dados por litologia
3. As entradas da rede devem ser compostas das mesmas propriedades físicas
4. Propriedades que definem litologia devem ser priorizadas quando possível.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

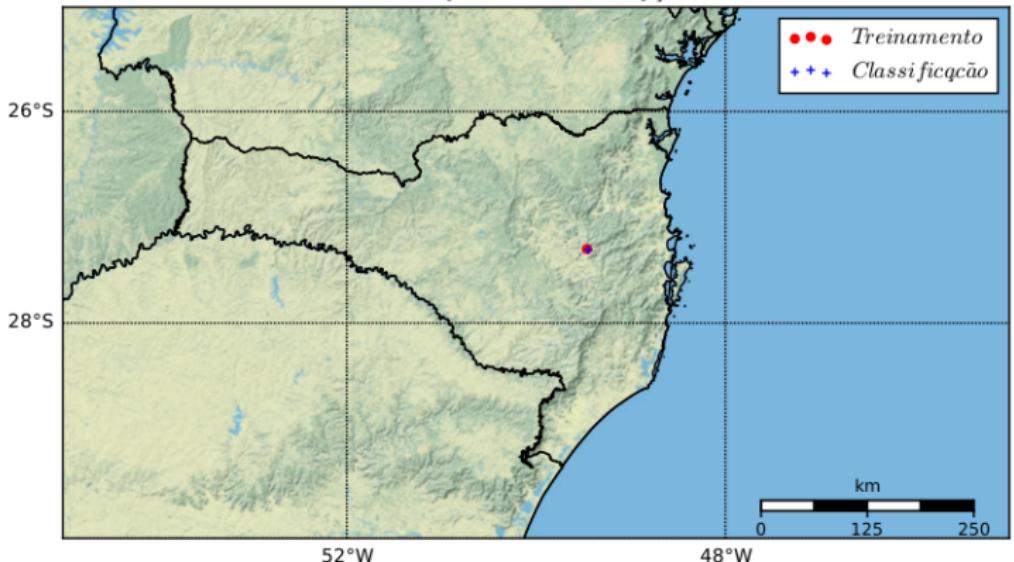
Dado Sintético  
Identificação 26 / 97

# Os dados reais

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

*G eorreferenciamento dos poços*



**Figure:** Localização dos poços escolhidos.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

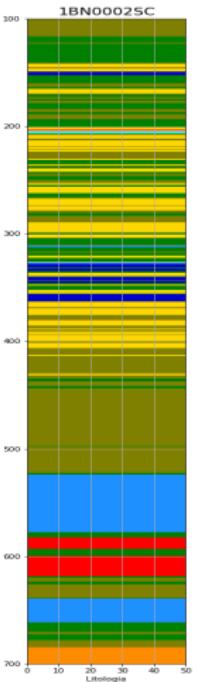
## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

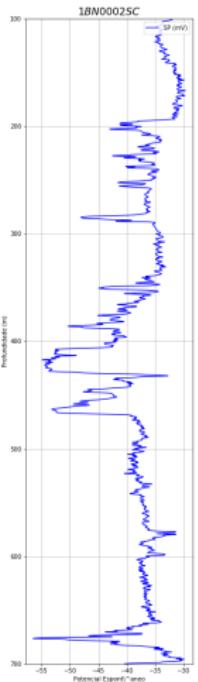
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 28 / 97

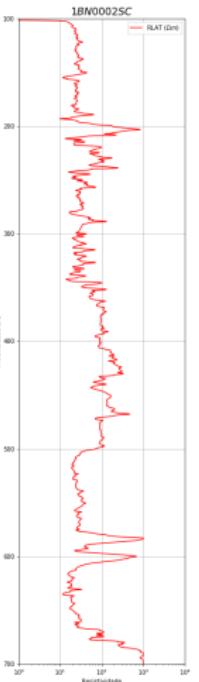
# Os dados reais: o poço de classificação



(b) Litologia



(c) SP



(d) RLAT

# Os dados reais: o poço de classificação

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

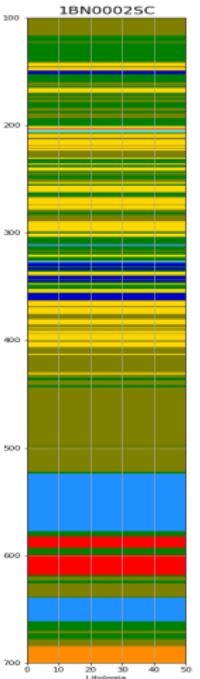
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

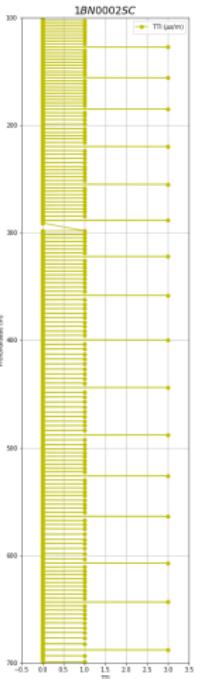
Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

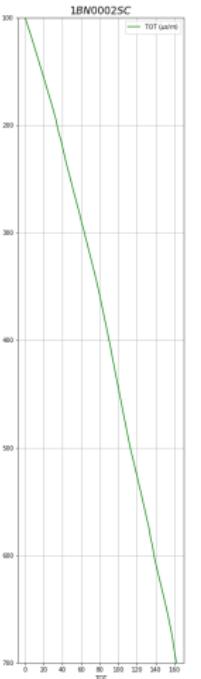
Dado Sintético  
Identificação 29 / 97



(f) Litologia



(g) TTI



(h) TOT

# Objetivo

**Problema Geofísico:** Identificação de rochas em dados de perfilagem da Bacia do Paraná nos termos de inteligência artificial;

**Maneira de resolver:** utilizando um mapa auto-organizado (SOM) e dois classificadores estatísticos e escolher o melhor destes para aplicar no dado real;

**Estratégia:** Comparar o resultado dos três métodos em dados sintéticos, Kohonen (SOM), e os classificadores euclídeanos e de mahalanobis. E aplicar a melhor metodologia aos dados reais.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Objetivo

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

**Problema Geofísico:** Identificação de rochas em dados de perfilagem da Bacia do Paraná nos termos de inteligência artificial;

**Maneira de resolver:** utilizando um mapa auto-organizado (SOM) e dois classificadores estatísticos e escolher o melhor destes para aplicar no dado real;

**Estratégia:** Comparar o resultado dos três métodos em dados sintéticos, Kohonen (SOM), e os classificadores euclídeanos e de mahalanobis. E aplicar a melhor metodologia aos dados reais.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Objetivo

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

**Problema Geofísico:** Identificação de rochas em dados de perfilagem da Bacia do Paraná nos termos de inteligência artificial;

**Maneira de resolver:** utilizando um mapa auto-organizado (SOM) e dois classificadores estatísticos e escolher o melhor destes para aplicar no dado real;

**Estratégia:** Comparar o resultado dos três métodos em dados sintéticos, Kohonen (SOM), e os classificadores euclídeanos e de mahalanobis. E aplicar a melhor metodologia aos dados reais.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

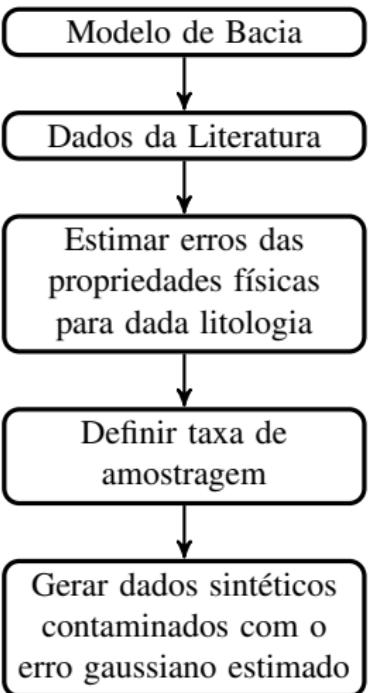
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

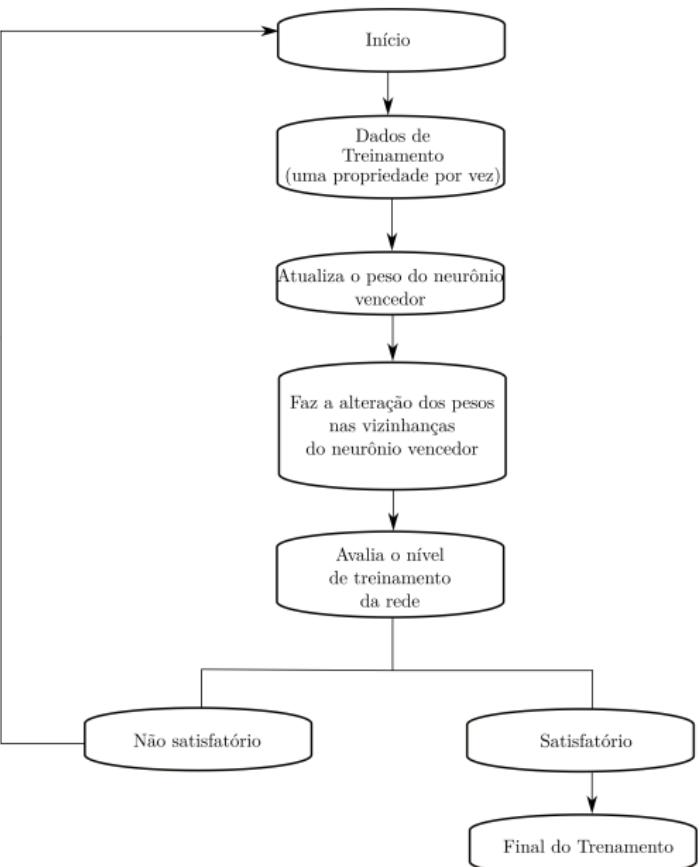


# Fluxograma de treinamento

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

Laço:  
Repete todo o processo de treinamento de forma acumulativa



## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

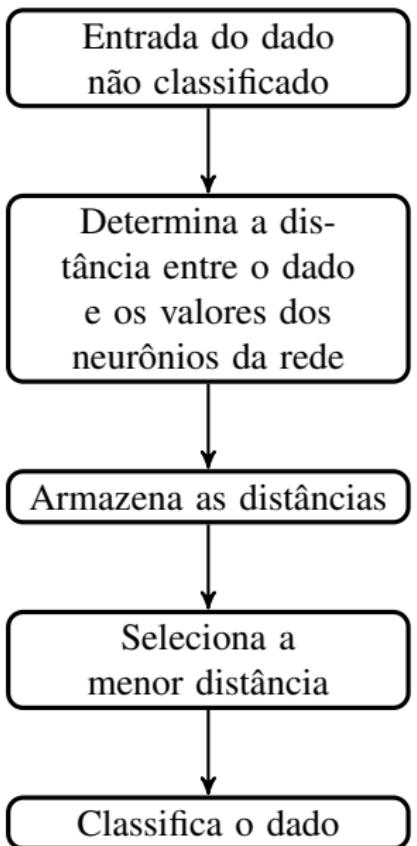
## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
32 / 97

# Fluxograma de classificação



Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

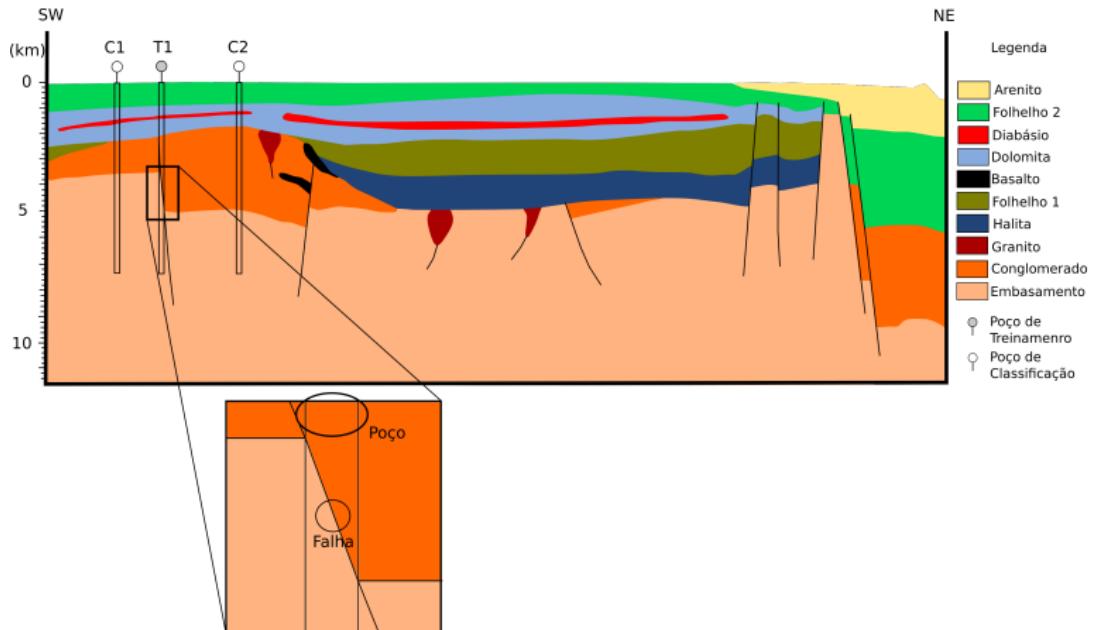
## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Modelo proposto



**Figure:** Modelo Simplificado baseado em Mohriak et al. (2008).

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

- Objetivo
- O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Parâmetros do modelo

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

Objetivo  
O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

**Table:** Propriedades físicas do modelo.

Rocha	Densidade ( $g/cm^3$ )	Raio Gama ( $Ci/g$ )	Resistividade ( $\Omega.m$ )	Velocidade ( $Km/s$ )
Conglomerado	2.30	100.0	6000	2
Folhelho	2.55	100.0	1000	3
Dolomita	2.72	8.30	$3.5 \times 10^3$	6
Diabásio	2.91	30.0	$15 \times 10^7$	5.5
Embasamento	2.80	0.7	$1.3 \times 10^6$	5

Taxa de amostragem: 0.1 observações/metro

Contaminação: 5% Ruído Gaussiano Randômico.

# Modelo proposto

## Descrição do modelo

- ▶ modelo realístico com variação de 4 propriedades físicas;
- ▶ contaminação com 5% ruído gaussiano;
- ▶ taxa de amostragem 0, 1 dado/metro;
- ▶ dados de propriedades previamente publicados quando encontrados.

### Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
36 / 97

# Modelo proposto

## Descrição do modelo

- ▶ modelo realístico com variação de 4 propriedades físicas;
- ▶ contaminação com 5% ruído gaussiano;
- ▶ taxa de amostragem 0, 1 dado/metro;
- ▶ dados de propriedades previamente publicados quando encontrados.

### Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Modelo proposto

## Descrição do modelo

- ▶ modelo realístico com variação de 4 propriedades físicas;
- ▶ contaminação com 5% ruído gaussiano;
- ▶ taxa de amostragem 0, 1 dado/metro;
- ▶ dados de propriedades previamente publicados quando encontrados.

### Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
36 / 97

# Modelo proposto

## Descrição do modelo

- ▶ modelo realístico com variação de 4 propriedades físicas;
- ▶ contaminação com 5% ruído gaussiano;
- ▶ taxa de amostragem 0, 1 dado/metro;
- ▶ dados de propriedades previamente publicados quando encontrados.

### Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
36 / 97

# Modelo proposto

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

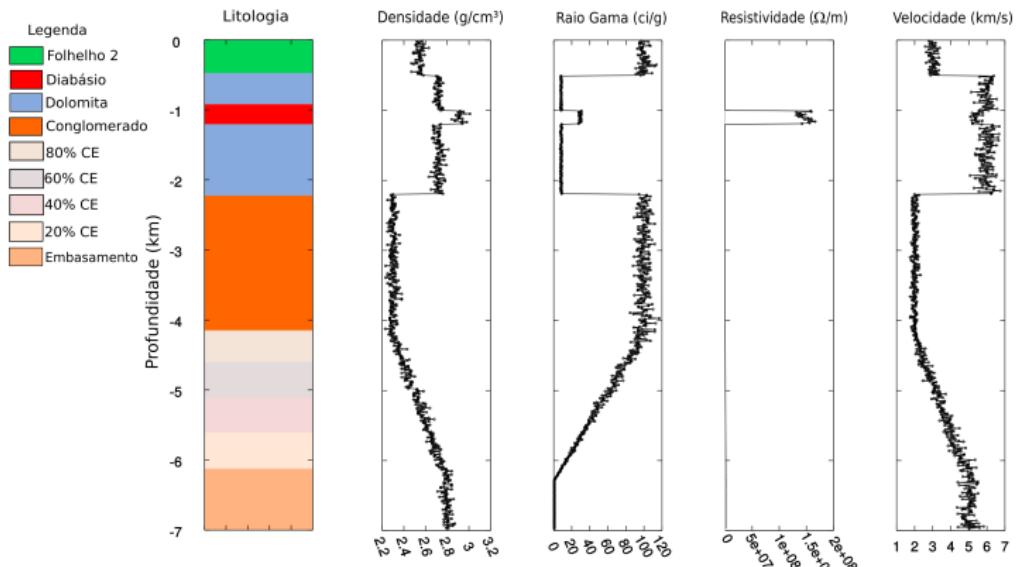
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação



**Figure:** Dado de perfilagem sintético, T1.

# Modelo proposto

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

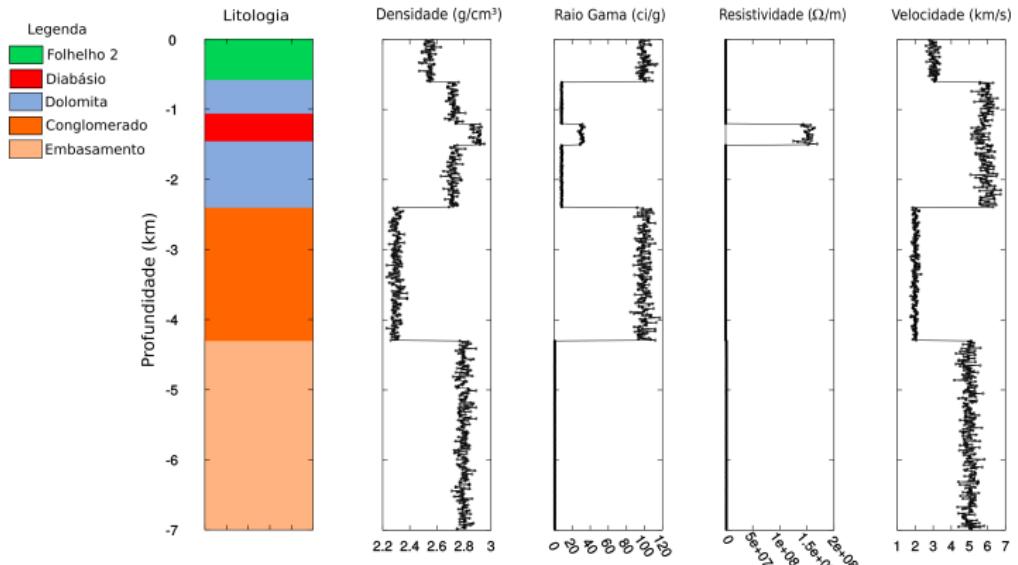
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 38 / 97



**Figure:** Dado de perfilagem sintético, C1.

# Modelo proposto

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

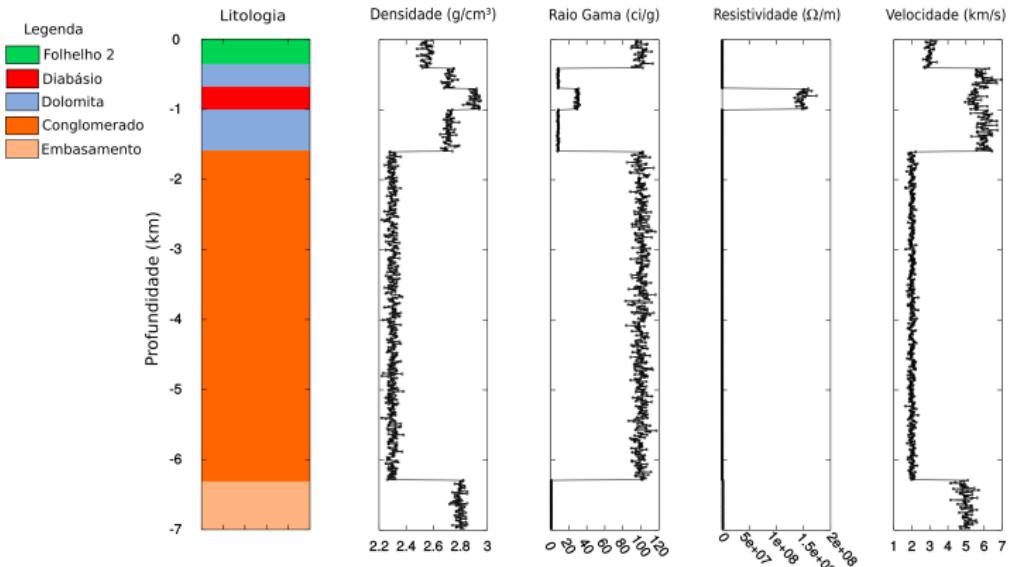
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

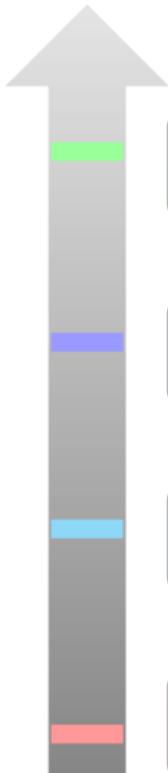


**Figure:** Dado de perfilagem sintético, C2.

# Metodologia

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.



Compara os resultados e aplica ao dado real.

Predição dos poços C1 e C2 com o SOM e os classificadores

Poço T1 treinamento da rede e distâncias dos classificadores

Geração do modelo de hipóteses

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 40 / 97

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 41 / 97

## Definição

$$Ed_i = \|\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i\|_2$$

$\mathbf{X}$  , vetor de atributos (entrada)

$\bar{\mathbf{X}}_i$  , vetor média

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 41 / 97

## Definição

$$Ed_i = \|\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i\|_2$$

$\mathbf{X}$  , vetor de atributos (entrada)

$\bar{\mathbf{X}}_i$  , vetor média

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 41 / 97

## Definição

$$Ed_i = \|\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i\|_2$$

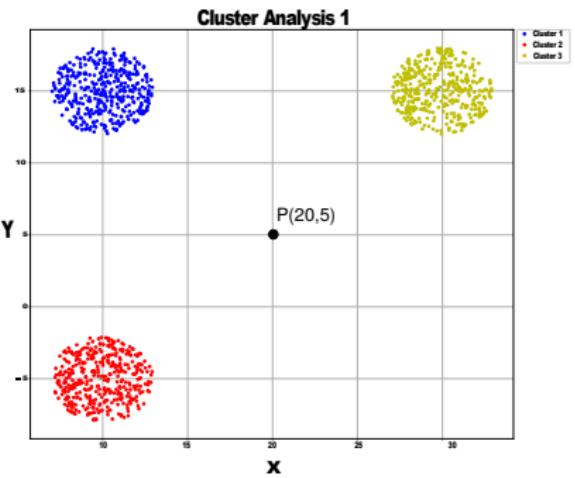
$\mathbf{X}$  , vetor de atributos (entrada)

$\bar{\mathbf{X}}_i$  , vetor média

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Todos os centroides são equidistantes
- ▶  $P(20,5)$  pode ser um membro de todos os grupos do ponto de vista euclideano

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

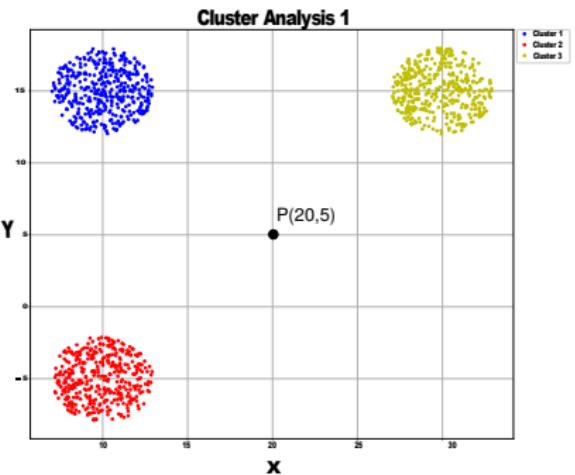
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 42 / 97

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Todos os centroides são equidistantes
- ▶ P(20, 5) pode ser um membro de todos os grupos do ponto de vista euclideano

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 42 / 97

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

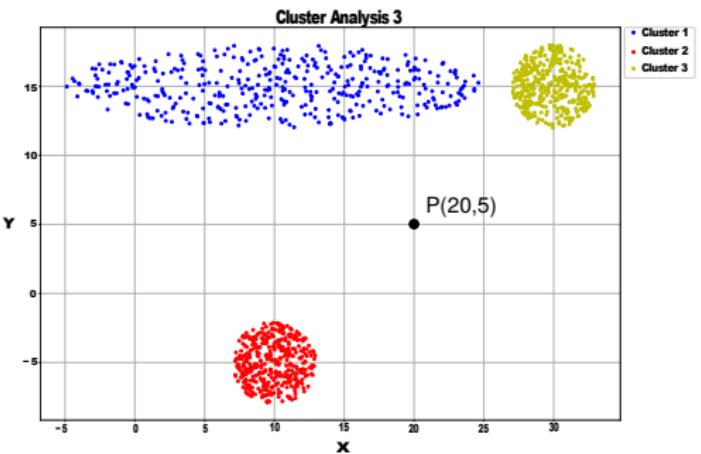
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação



- ▶ O agrupamento azul continua com o mesmo centroide
- ▶ A problemática jaz em definir qual agrupamento o ponto  $P(20, 5)$  pertencerá
- ▶ Como resolve-se esta problemática?

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

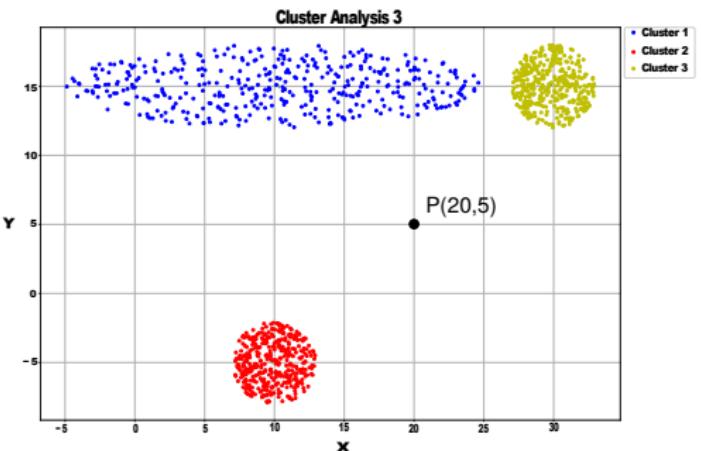
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação



- ▶ O agrupamento azul continua com o mesmo centroide
- ▶ A problemática jaz em definir qual agrupamento o ponto  $P(20, 5)$  pertencerá
- ▶ Como resolve-se esta problemática?

# Classificador euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

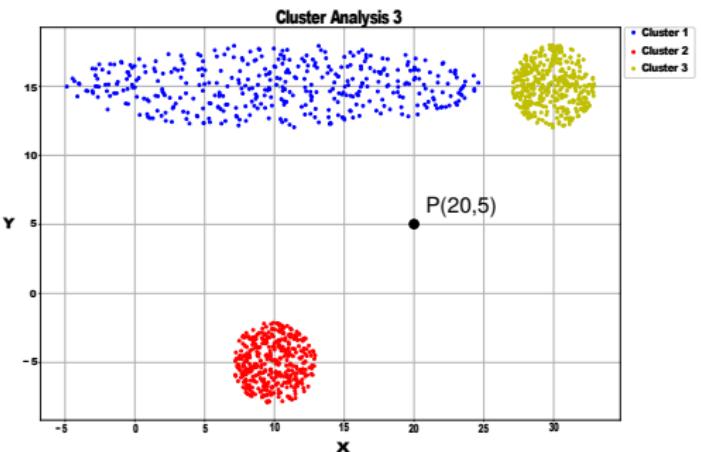
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação



- ▶ O agrupamento azul continua com o mesmo centroide
- ▶ A problemática jaz em definir qual agrupamento o ponto  $P(20, 5)$  pertencerá
- ▶ Como resolve-se esta problemática?

# Classificador de mahalanobis

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Definição

$$Md_i = \|(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)^T \mathbf{C}_i^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)\|_2$$

$\mathbf{X}$  , vetor de atributos (entrada)

$\bar{\mathbf{X}}_i$  , vetor média

$\mathbf{C}_i$  , matriz de covariância

## Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano

### Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

44 / 97

# Classificador de mahalanobis

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Definição

$$Md_i = \|(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)^T \mathbf{C}_i^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)\|_2$$

$\mathbf{X}$  , vetor de atributos (entrada)

$\bar{\mathbf{X}}_i$  , vetor média

$\mathbf{C}_i$  , matriz de covariância

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
**Classificador de mahalanobis**  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 44 / 97

# Classificador de mahalanobis

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Definição

$$Md_i = \|(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)^T \mathbf{C}_i^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)\|_2$$

$\mathbf{X}$  , vetor de atributos (entrada)

$\bar{\mathbf{X}}_i$  , vetor média

$\mathbf{C}_i$  , matriz de covariância

## Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano

**Classificador de mahalanobis**

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

44 / 97

# Classificador de mahalanobis

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Definição

$$Md_i = \|(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)^T \mathbf{C}_i^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_i)\|_2$$

$\mathbf{X}$  , vetor de atributos (entrada)

$\bar{\mathbf{X}}_i$  , vetor média

$\mathbf{C}_i$  , matriz de covariância

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

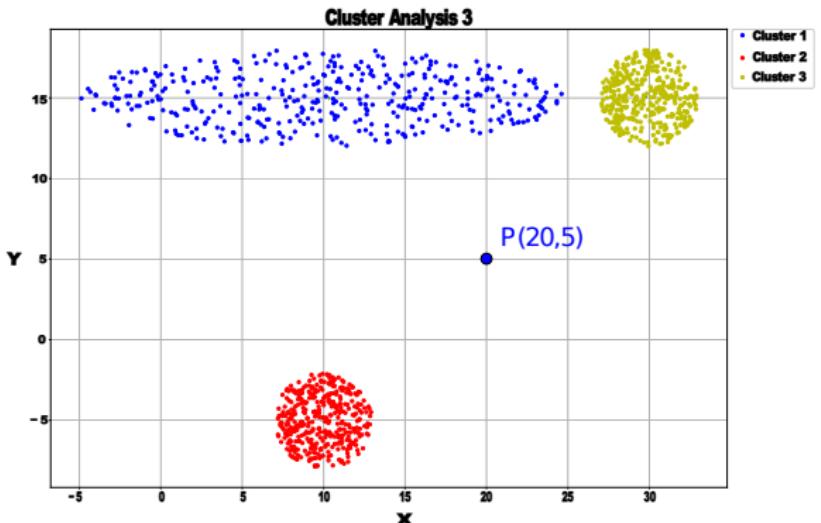
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 44 / 97

# Classificador Euclideano

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- Agora,  $P(20, 5)$  pertence ao agrupamento 1.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclideano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Voltando ao problema ...

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
**Classificador de mahalanobis**  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

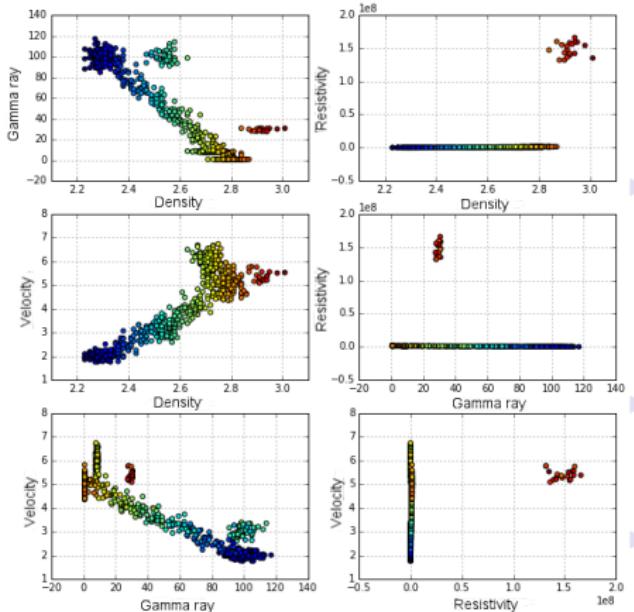
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 46 / 97

# Analise de agrupamento: poço T1

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Análise de dispersão em pares de propriedades (6 gráficos);
- ▶ as cores representam, a variação das propriedades físicas;
- ▶ alguns agrupamentos elongados;
- ▶ outros misturados.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

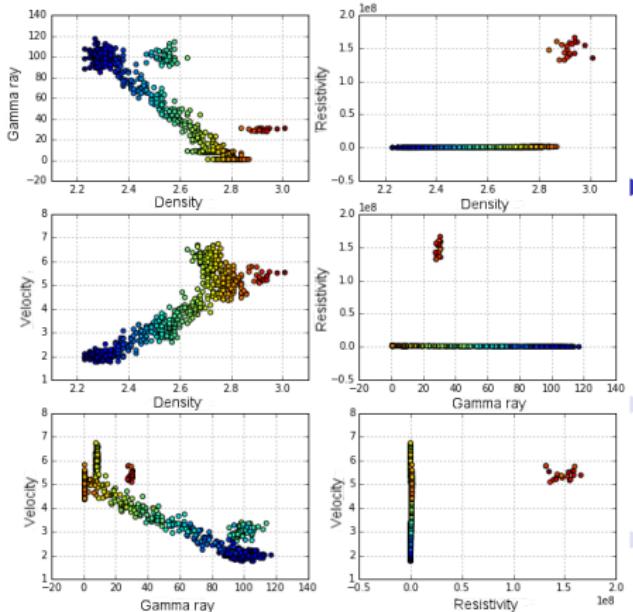
Dado Sintético

Identificação 47 / 97

# Analise de agrupamento: poço T1

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Análise de dispersão em pares de propriedades (6 gráficos);
- ▶ as cores representam, a variação das propriedades físicas;
- ▶ alguns agrupamentos elongados;
- ▶ outros misturados.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

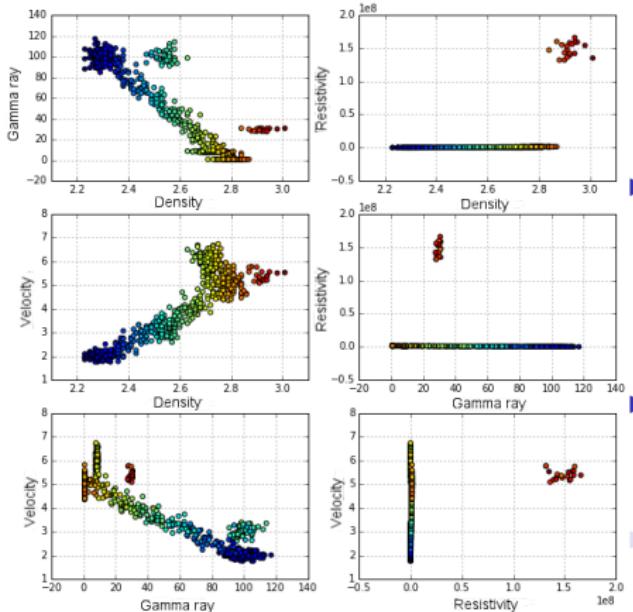
Identificação

47 / 97

# Analise de agrupamento: poço T1

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Análise de dispersão em pares de propriedades (6 gráficos);
- ▶ as cores representam, a variação das propriedades físicas;
- ▶ alguns agrupamentos elongados;
- ▶ outros misturados.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

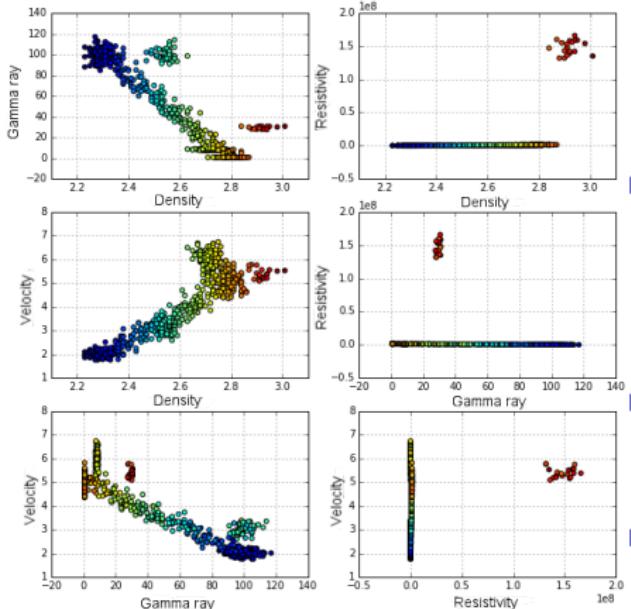
Dado Sintético

Identificação 47 / 97

# Analise de agrupamento: poço T1

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Análise de dispersão em pares de propriedades (6 gráficos);
- ▶ as cores representam, a variação das propriedades físicas;
- ▶ alguns agrupamentos elongados;
- ▶ outros misturados.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

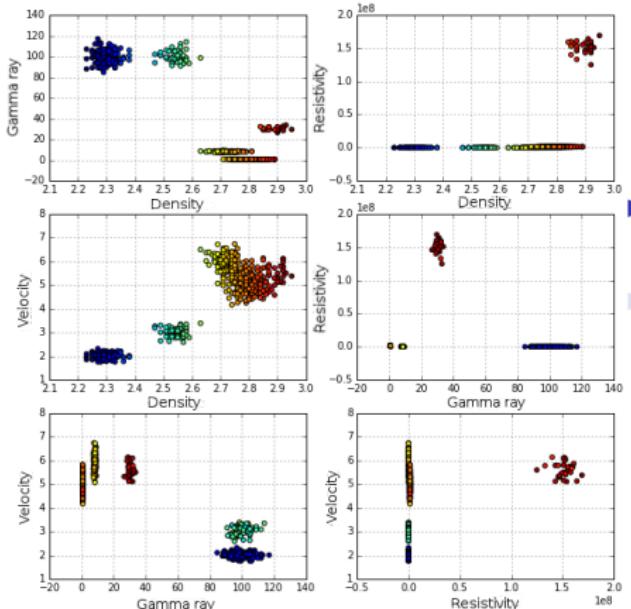
Dado Sintético

Identificação 47 / 97

# Análise de agrupamento: poço C1

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Agrupamentos bem definidos;
- ▶ Difere do poço de treinamento

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

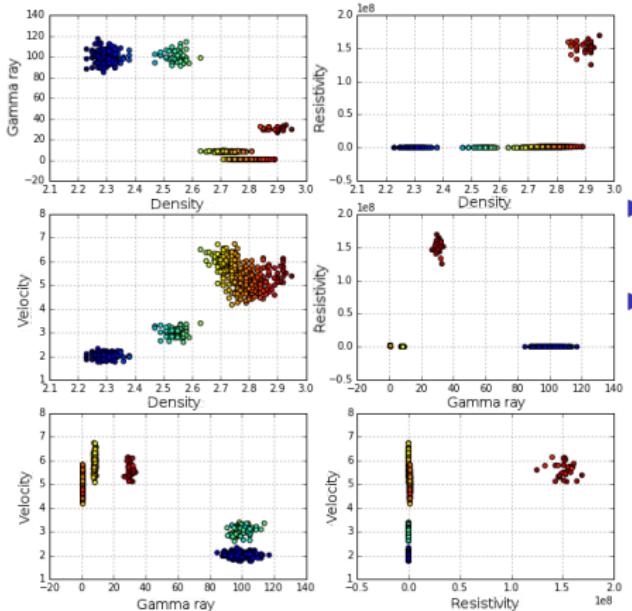
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
48 / 97

# Análise de agrupamento: poço C1

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



- ▶ Agrupamentos bem definidos;
- ▶ Difere do poço de treinamento

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

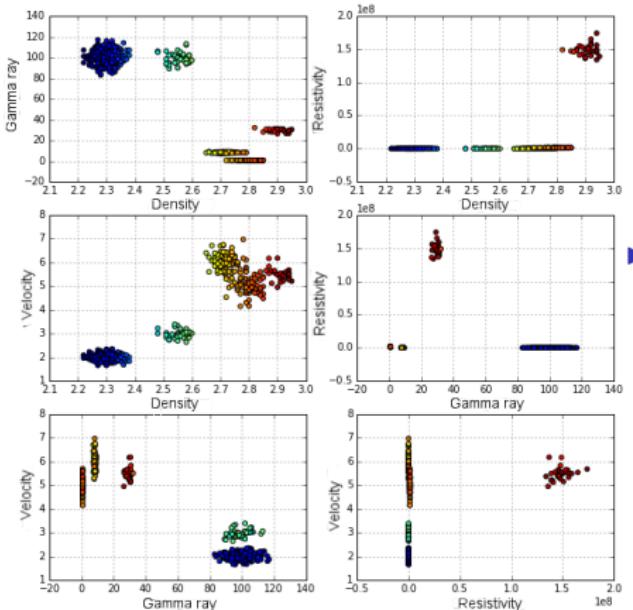
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
48 / 97

# Análise de agrupamento: poço C2

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



► Similar ao poço  
C1

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

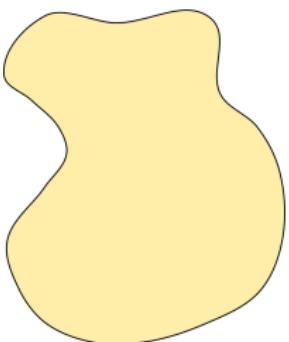
## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
49 / 97

# Kohonen - SOM

## Organização

Espaço multi-dimensional  
de propriedades  
(entradas)



### Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos

### Kohonen - SOM

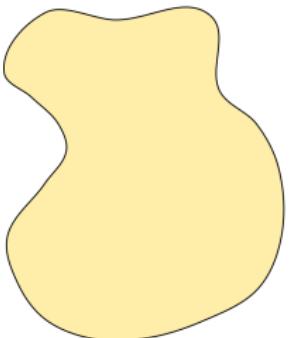
### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
50 / 97

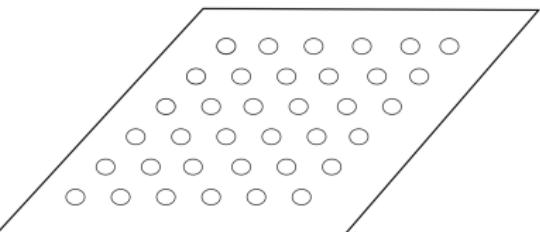
# Kohonen - SOM

## Organização

Espaço multi-dimensional  
de propriedades  
(entradas)



Mapa auto-organizado (SOM)



Espaço 1D discreto de  
classificação de rochas  
(saídas)

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos

## Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
51 / 97

# Kohonen - SOM

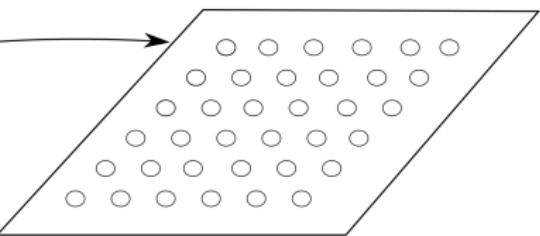
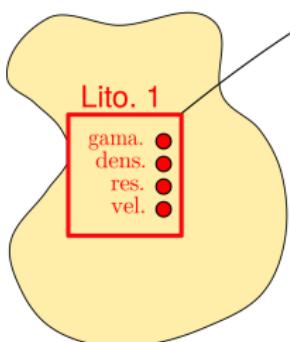
## Adaptação sináptica (Processo de treinamento)

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

Mapa auto-organizado (SOM)

Espaço multi-dimensional  
de propriedades  
(entradas)



Espaço 1D discreto de  
classificação de rochas  
(saídas)

$$\text{Litologia} = F(\text{gama., dens., res., vel.})$$

### Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos

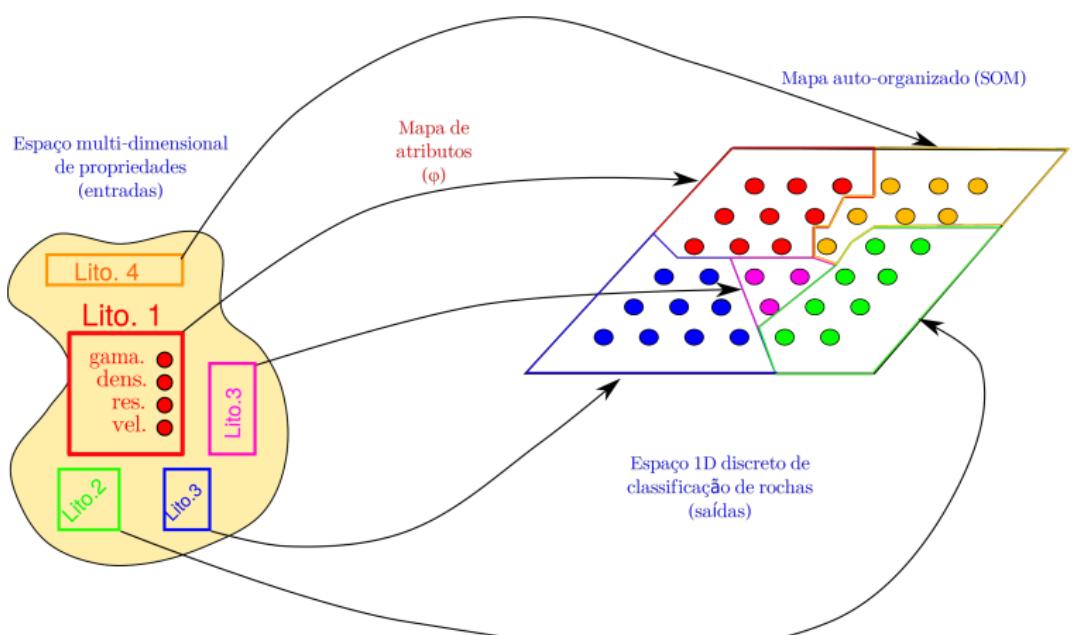
#### Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Kohonen - SOM

## Classificação



$$\text{Litologia} = F(\text{gama.}, \text{dens.}, \text{res.}, \text{vel.})$$

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Kohonen - SOM

## Organização

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_m]^T$$

$\mathbf{x}$  , dado de entrada

$$\mathbf{w}_{i,j} = [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, \dots, w_{jm}]^T$$

$\mathbf{w}$  , matriz de atributo neuronal

$$j = 1, 2, 3, \dots, l$$

### Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos

### Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Kohonen - SOM

## Organização

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_m]^T$$

$\mathbf{x}$  , dado de entrada

$$\mathbf{w}_{i,j} = [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, \dots, w_{jm}]^T$$

$\mathbf{w}$  , matriz de atributo neuronal

$$j = 1, 2, 3, \dots, l$$

### Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos

### Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Kohonen - SOM

## Organização

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_m]^T$$

$\mathbf{x}$  , dado de entrada

$$\mathbf{w}_{i,j} = [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, \dots, w_{jm}]^T$$

$\mathbf{w}$  , matriz de atributo neuronal

$$j = 1, 2, 3, \dots, l$$

### Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos

### Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Kohonen - SOM

## Organização

### Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos

### Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_m]^T$$

$\mathbf{x}$  , dado de entrada

$$\mathbf{w}_{i,j} = [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, \dots, w_{jm}]^T$$

$\mathbf{w}$  , matriz de atributo neuronal

$$j = 1, 2, 3, \dots, l$$

# Kohonen - SOM

Processo de adaptação sináptica ou Treinamento

## Definição

$$w_{i,j}(t + 1) = w_{i,j}(t) + \eta(t)[x(t) - w_{i,j}(t)]$$

$w_{i,j}(t + 1)$  , atualização da matriz de atributos neuronais

$\eta(t)$  , taxa de aprendizado

## Definição

$$\eta(t) = \eta(0)\left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

$T$  , número de ciclos de treinamento

$t$  , número de iterações

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
**Kohonen - SOM**

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 55 / 97

# Kohonen - SOM

Processo de adaptação sináptica ou Treinamento

## Definição

$$w_{i,j}(t + 1) = w_{i,j}(t) + \eta(t)[x(t) - w_{i,j}(t)]$$

$w_{i,j}(t + 1)$  , atualização da matriz de atributos neuronais

$\eta(t)$  , taxa de aprendizado

## Definição

$$\eta(t) = \eta(0)\left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

$T$  , número de ciclos de treinamento

$t$  , número de iterações

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

Objetivo

O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

Resultados e  
Discussões

# Kohonen - SOM

Processo de adaptação sináptica ou Treinamento

## Definição

$$w_{i,j}(t + 1) = w_{i,j}(t) + \eta(t)[x(t) - w_{i,j}(t)]$$

$w_{i,j}(t + 1)$  , atualização da matriz de atributos neuronais

$\eta(t)$  , taxa de aprendizado

## Definição

$$\eta(t) = \eta(0)\left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

$T$  , número de ciclos de treinamento

$t$  , número de iterações

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# A geometria da rede

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

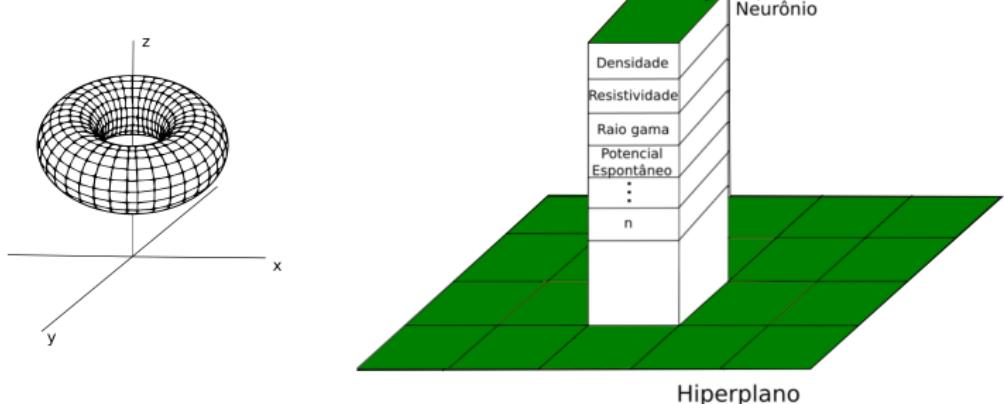
## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos

### Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação



Toroide , é uma forma eficiente de conectar todos os neurônios

Hiperplano , aonde localizam-se as informações dos atributos

# A geometria da rede

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

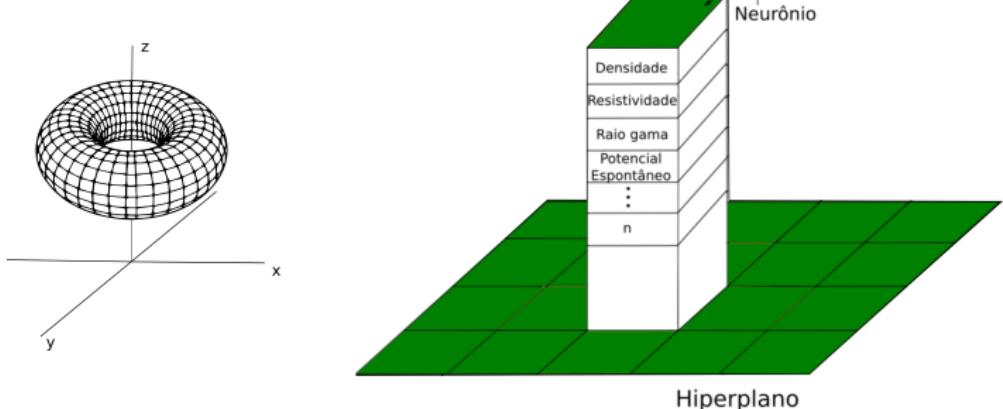
## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos

### Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação



**Toroide**, é uma forma eficiente de conectar todos os neurônios

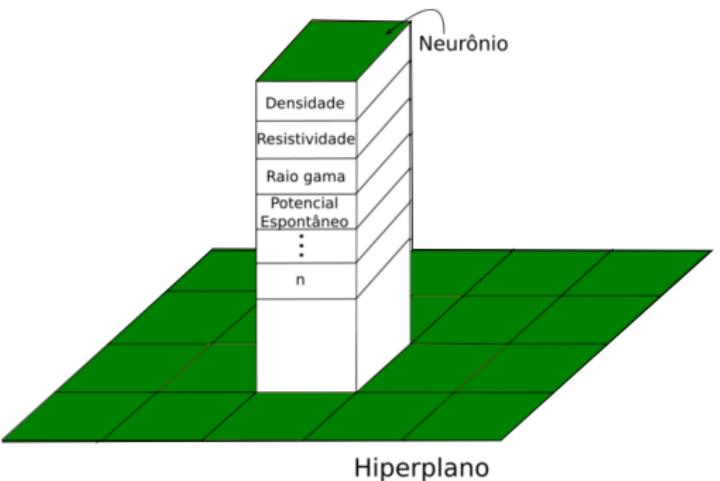
**Hiperplano**, aonde localizam-se as informações dos atributos

# Neurônio vencedor e a vizinhança

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

$$i(\mathbf{x}) = \operatorname{argmin}_j \| \mathbf{x} - \mathbf{w}_{i,j} \|_2$$



## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos

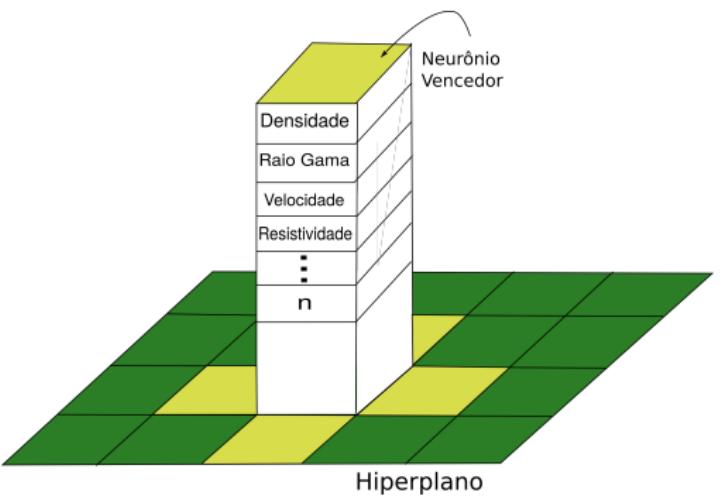
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
57 / 97

# Neurônio vencedor e a vizinhança

$$i(\mathbf{x}) = \operatorname{argmin}_j \| \mathbf{x} - \mathbf{w}_{i,j} \|_2$$



## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Treinamento

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

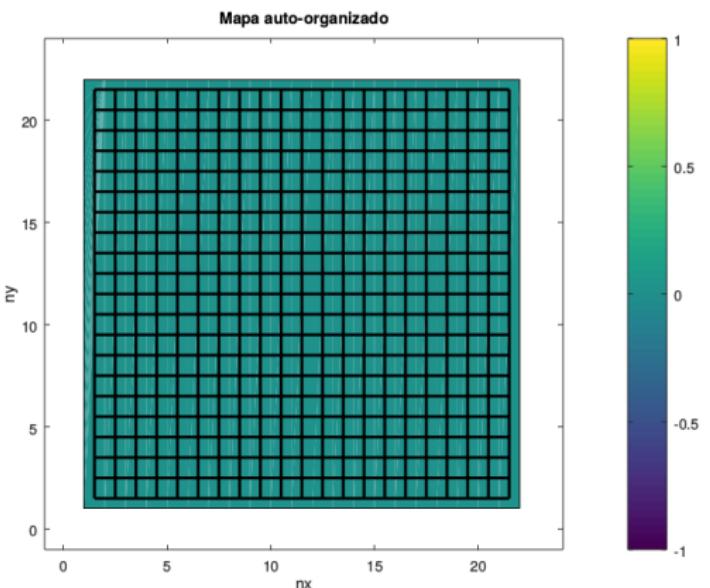
Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação



**Figure:** Mapa auto-organizado (a) no primeiro ciclo de treinamento.

# Treinamento

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

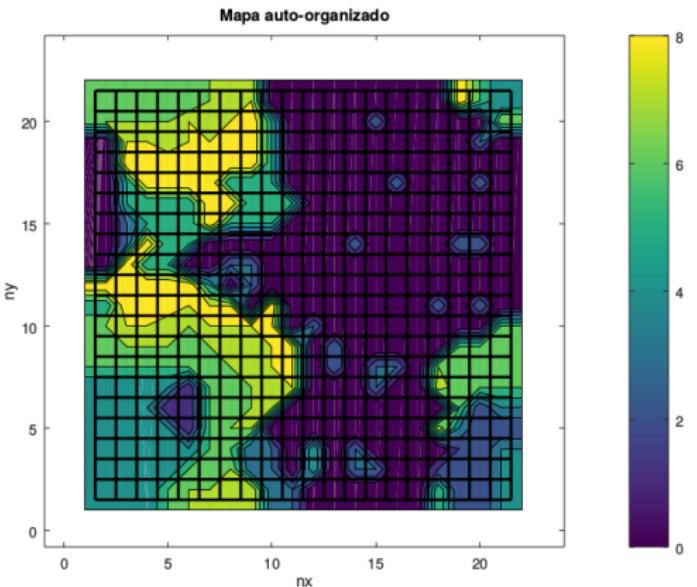
Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

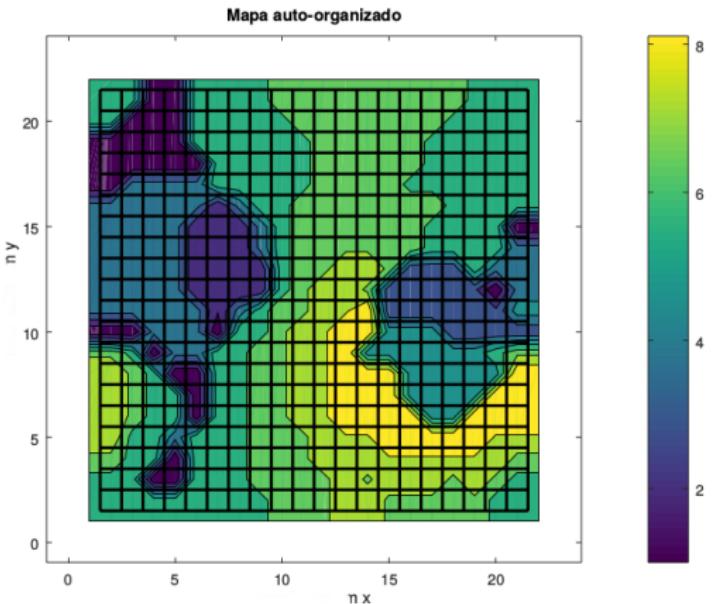


**Figure:** Mapa auto-organizado (b) no quinto ciclo de treinamento.

# Treinamento

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



**Figure:** Mapa auto-organizado (c) no centésimo ciclo de treinamento.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Treinamento

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

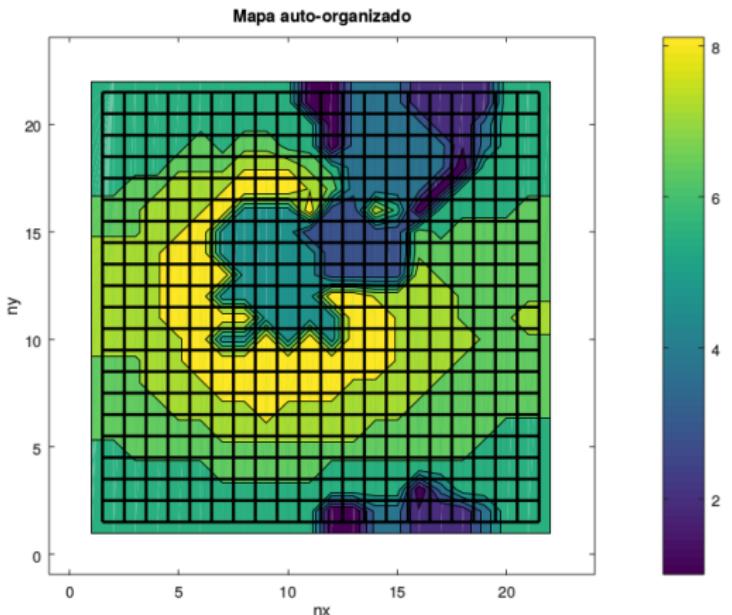
## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação 62 / 97



**Figure:** Mapa auto-organizado (d) no milésimo ciclo de treinamento.

# Treinamento

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

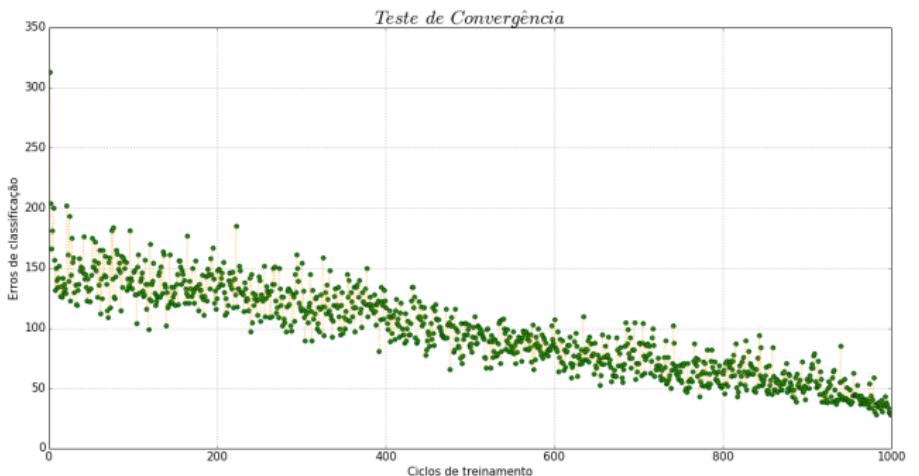
### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação 63 / 97

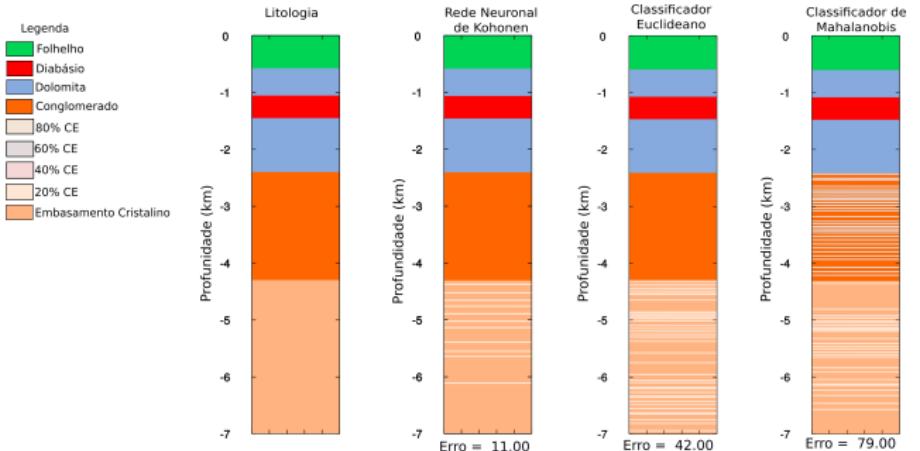


**Figure:** Teste de convergência da rede.

# Identificação

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



**Figure:** Dado de saída da rede para o poço de classificação C1.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

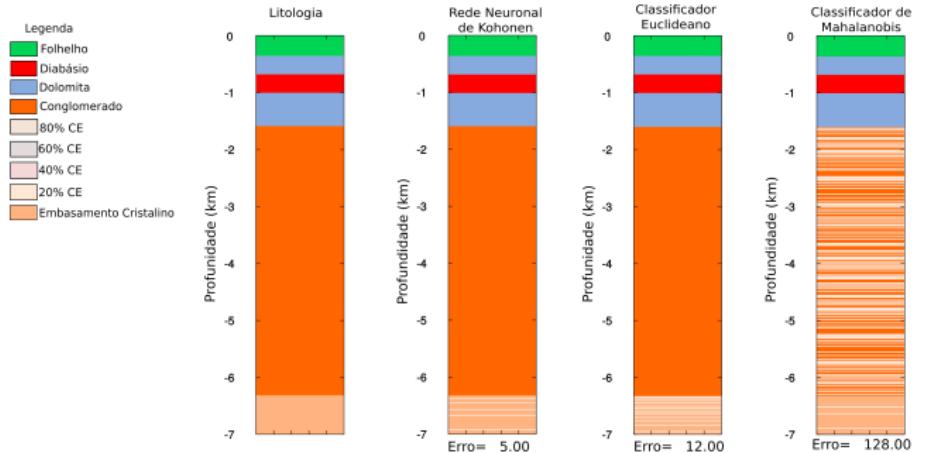
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação



**Figure:** Dado de saída da rede para o poço de classificação C2.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

# Identificação

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

## Table

---

Estatística da Rede		
Dados	Poço C1	Poço C2
Dados de treinamento	697	697
Dados a serem classificados	699	698
Neurônios da Rede	400	400
Neurônios vitoriosos	400	400
Neurônios sem uso	0	0
Erro	11	5

---

### Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

### Contexto Geológico e Localização

Objetivo  
O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

### Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 66 / 97

# Dado Real: teste 01

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

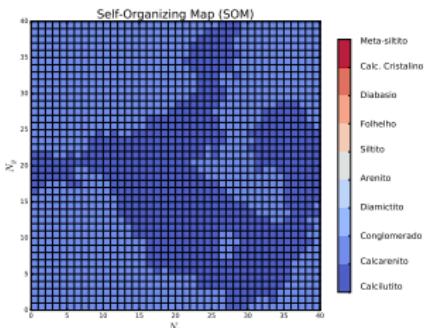
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

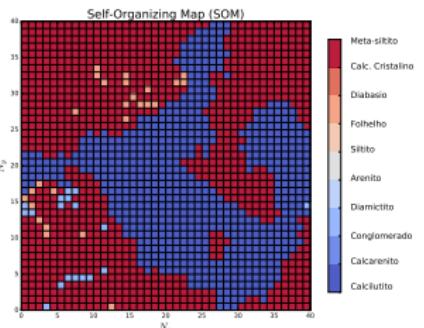
- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

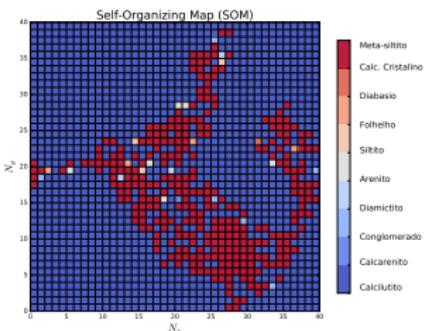
- Dado Sintético
- Identificação



(a) Início



(b) Metade



(c) Final

# Dado Real: teste 01

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

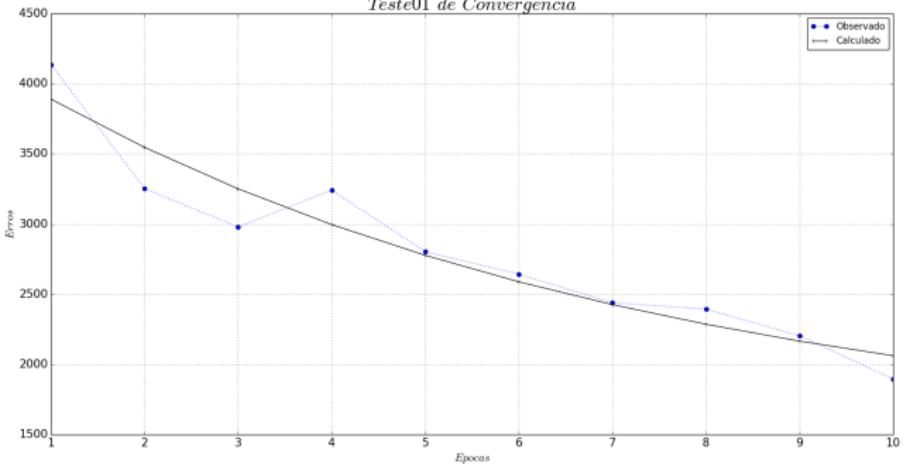
## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

68 / 97

Teste01 de Convergência



# Dado Real: teste 02

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

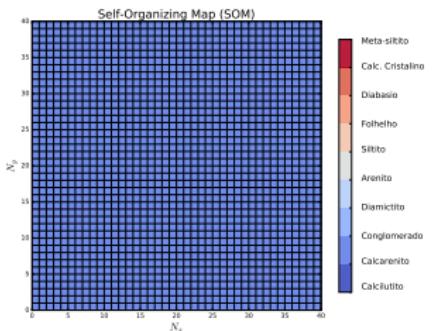
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

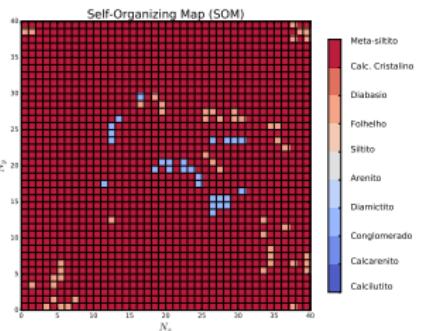
- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

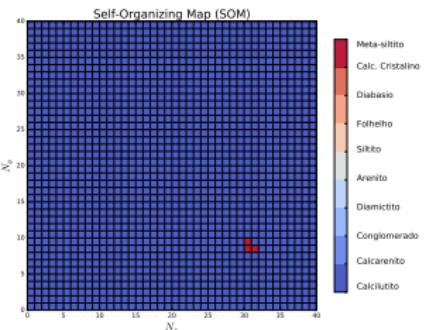
- Dado Sintético
- Identificação



(d) Início



(e) Metade



(f) Final

# Dado Real: teste 02

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

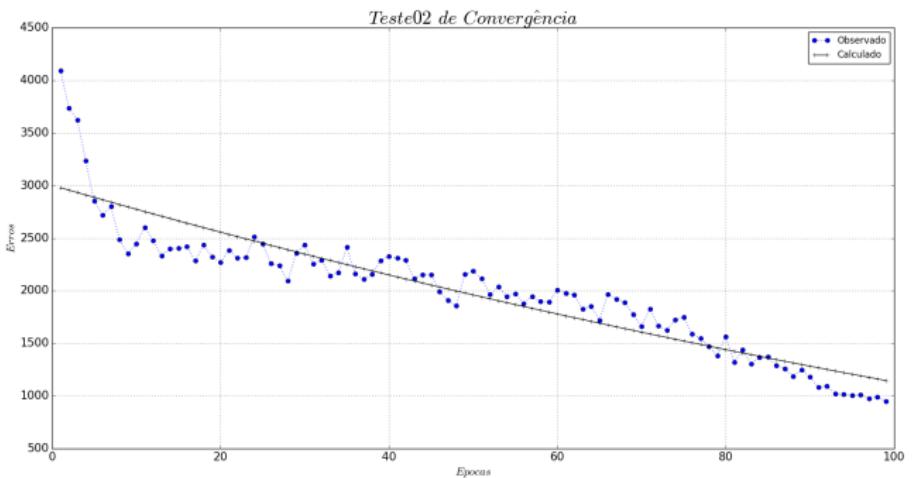
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

70 / 97



# Dado Real: teste 03

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

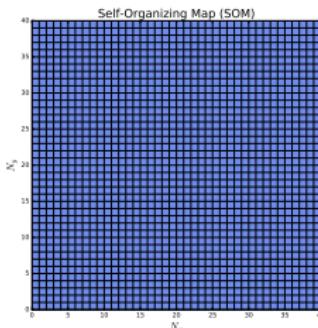
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

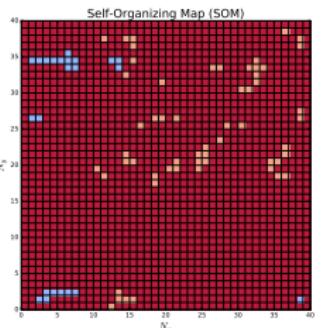
- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

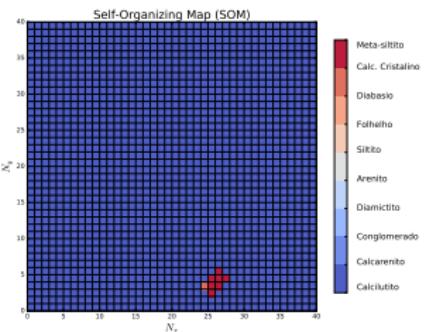
- Dado Sintético
- Identificação



(g) Início



(h) Metade



(i) Final

# Dado Real: teste 03

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

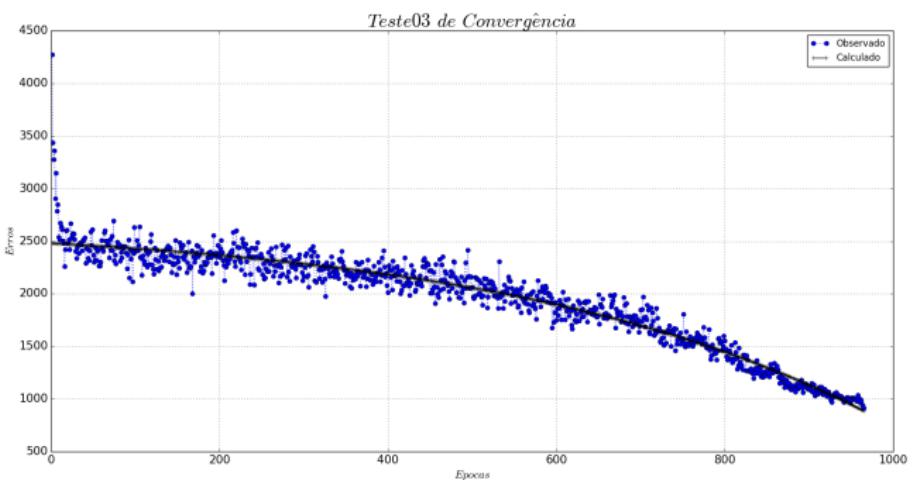
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

72 / 97



# Dado Real: teste 04

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento
- não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

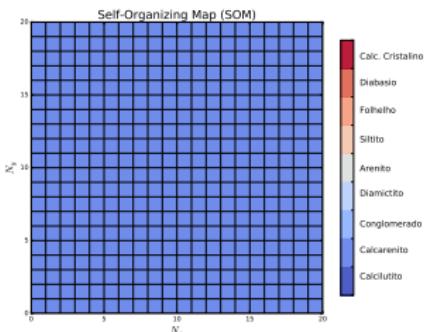
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

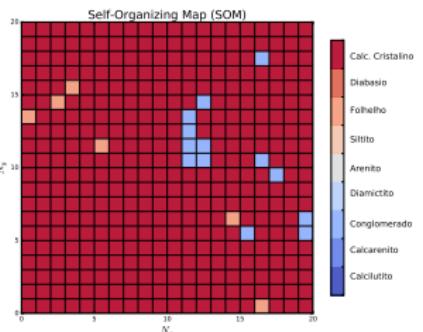
- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

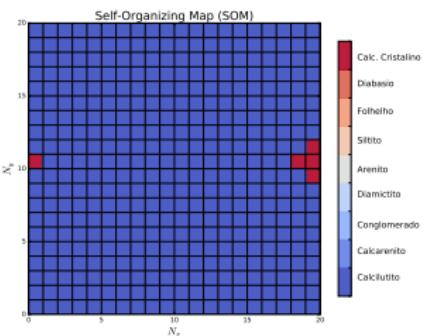
- Dado Sintético
- Identificação



(j) Início



(k) Metade



(l) Final

# Dado Real: teste 04

Inteligência  
Artificial Aplicada  
ao Reconhecimento  
de Padrões  
Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

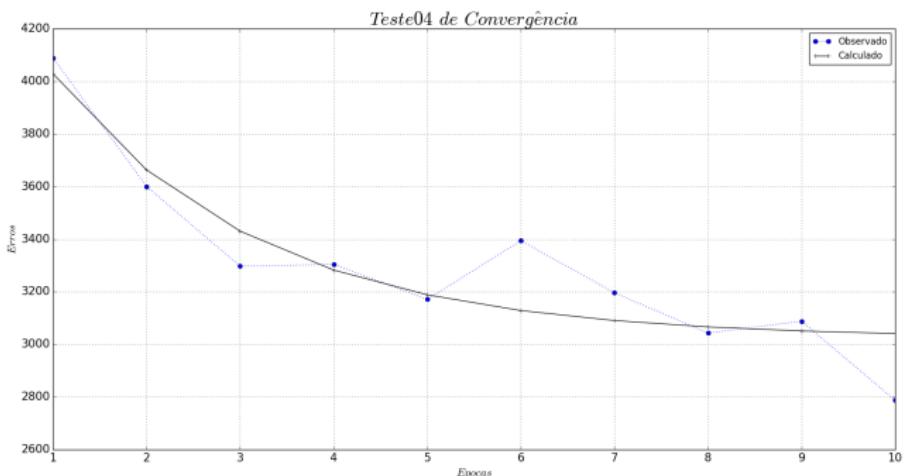
Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
74 / 97



# Dado Real: teste 05

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento
- não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

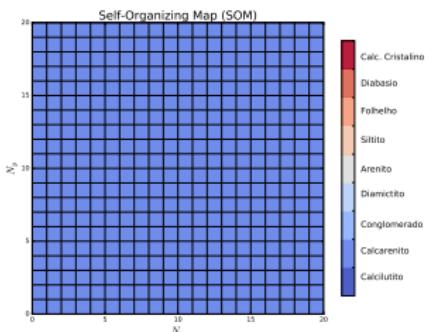
- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

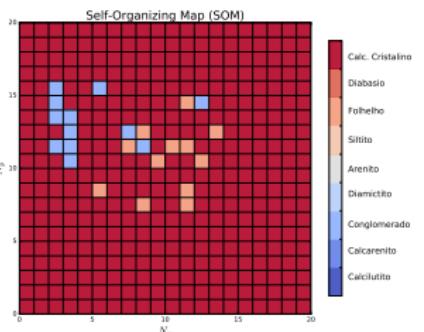
- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

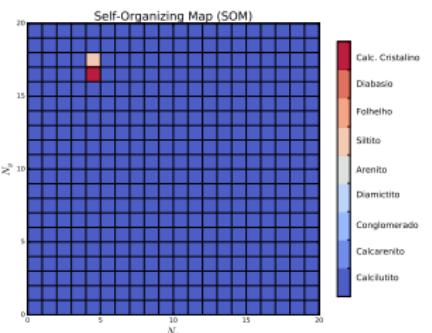
- Dado Sintético
- Identificação



(m) Início



(n) Metade



(o) Final

# Dado Real: teste 05

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

### Objetivo

### O programa da Rede

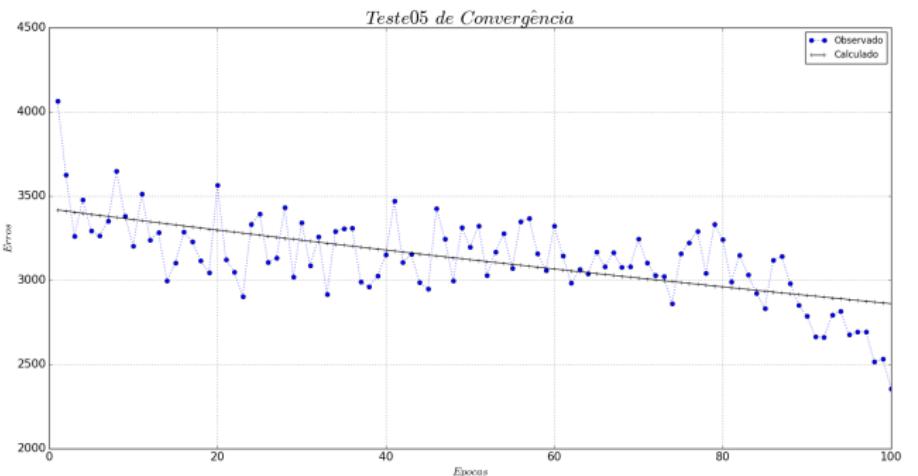
Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

### Metodologia

Classificador euclidiano  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

### Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação



# Dado Real: teste 06

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento
- não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

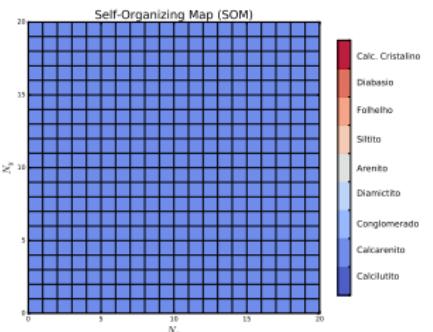
- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

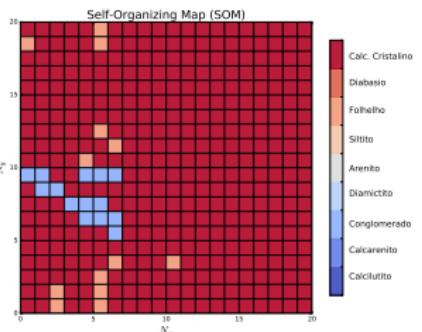
Dado Sintético

Identificação

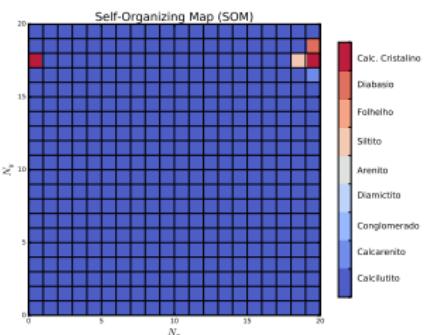
77 / 97



(p) Início



(q) Metade



(r) Final

# Dado Real: teste 06

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

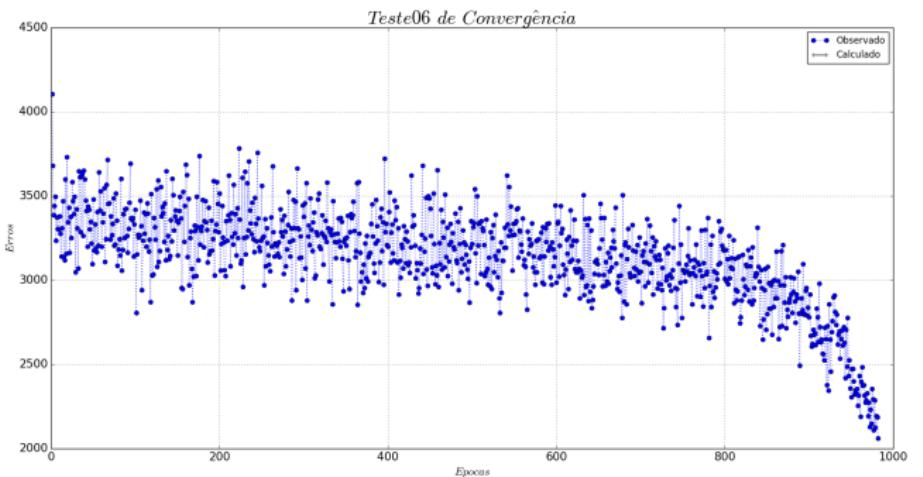
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

78 / 97



# Identificação do dado Real

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação

79 / 97

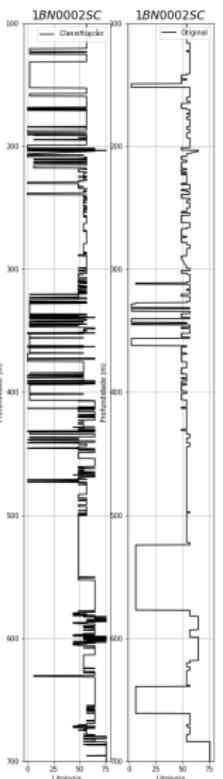
Litologia	Código numérico
Calcilitito	6
Calcarenito	8
Diabásio	65
Conglomerado	42
Diamictito	44
Arenito	49
Siltito	54
Folhelho	57
Meta-siltito	76
Calcário Cristalino	2

**Table:** Tabela de referência para conversão do padrão numérico em litologia.

# Identificação: teste 01

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Identificação: teste 01

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Table

### Estatística do Teste 01

Parâmetros	1BN0002SC
Época	10
Erros	2229
Neurônios da Rede	1600
Neurônios vitoriosos	976
Neurônios sem uso	624
Tempo de máquina	6,388 s

#### Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

#### Contexto Geológico e Localização

#### Objetivo

#### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

#### Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

#### Resultados e Discussões

Dado Sintético

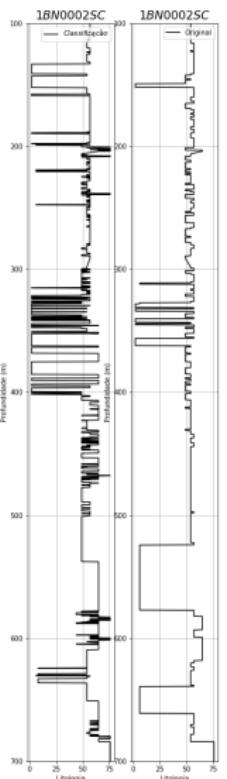
Identificação

81 / 97

# Identificação: teste 02

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Identificação: teste 02

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Table

### Estatística do Teste 02

Parâmetros	1BN0002SC
Época	100
Erros	2242
Neurônios da Rede	1600
Neurônios vitoriosos	1600
Neurônios sem uso	0
Tempo de máquina	62,01 s

#### Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

#### Contexto Geológico e Localização

#### Objetivo

#### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

#### Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

#### Resultados e Discussões

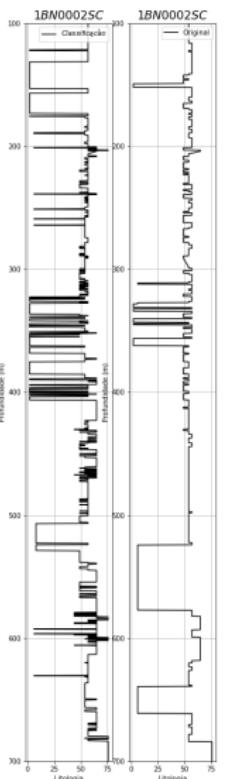
Dado Sintético

Identificação 83 / 97

# Identificação: teste 03

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 84 / 97

# Identificação: teste 03

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Table

### Estatística do Teste 03

Parâmetros	1BN0002SC
Época	1000
Erros	2226
Neurônios da Rede	1600
Neurônios vitoriosos	1600
Neurônios sem uso	0
Tempo de máquina	610,12 s

#### Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

#### Contexto Geológico e Localização

#### Objetivo

#### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

#### Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

#### Resultados e Discussões

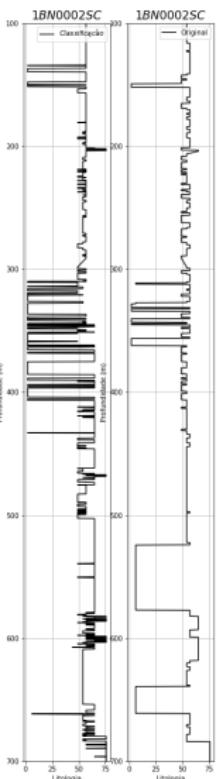
Dado Sintético

Identificação 85 / 97

# Identificação: teste 04

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Identificação: teste 04

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Table

### Estatística do Teste 04

Parâmetros	1BN0002SC
Época	10
Erros	2219
Neurônios da Rede	400
Neurônios vitoriosos	400
Neurônios sem uso	0
Tempo de máquina	1,45 s

#### Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

#### Contexto Geológico e Localização

#### Objetivo

#### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

#### Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

#### Resultados e Discussões

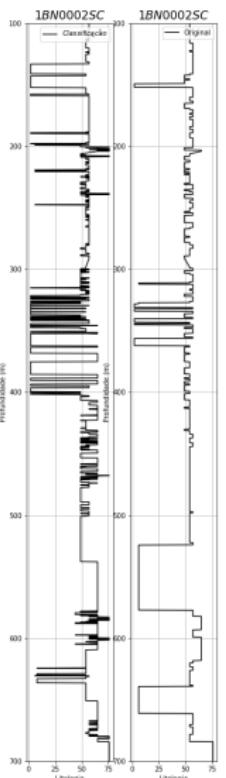
Dado Sintético

Identificação 87 / 97

# Identificação: teste 05

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Identificação: teste 05

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Table

### Estatística do Teste 05

Parâmetros	1BN0002SC
Época	100
Erros	2408
Neurônios da Rede	400
Neurônios vitoriosos	400
Neurônios sem uso	0
Tempo de máquina	15,60 s

#### Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

#### Contexto Geológico e Localização

#### Objetivo

#### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

#### Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

#### Resultados e Discussões

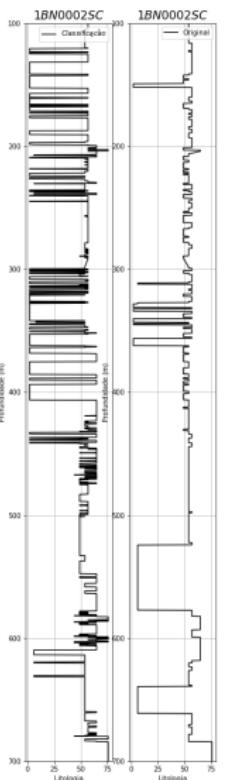
Dado Sintético

Identificação 89 / 97

# Identificação: teste 06

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.



## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclidiano
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação

# Identificação: teste 06

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira,V.R.

## Table

### Estatística do Teste 06

Parâmetros	1BN0002SC
Época	1000
Erros	2240
Neurônios da Rede	400
Neurônios vitoriosos	400
Neurônios sem uso	0
Tempo de máquina	153,82 s

#### Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

#### Contexto Geológico e Localização

#### Objetivo

#### O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

#### Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

#### Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação 91 / 97

# Conclusões

- ▶ O teste de convergência da rede indicou que o número de erros não diminui após o milésimo ciclo de treinamento;
- ▶ A maior área de especialização do mapa auto-organizado usado na identificação da rede está relacionada com o padrão sino;
- ▶ As propriedades físicas de densidade e raio-gama tem uma importância relativa maior, na classificação das litologias pela rede dos poços C1 e C2 (diagramas de velocidades por densidade e o de velocidade por raio-gama);
- ▶ A saída da rede aponta que o maior número de casos dos erros ocorreram em uma única classe de rocha, a do embasamento;
- ▶ O poço C1 apresentou um erro de 1,6%;
- ▶ O poço C2 apresentou um erro de 0.7%;
- ▶ Os erros relativos encontrados nos poços de classificação C1 e C2 estão relacionados a escolha da alocação do poço de treinamento T1. O poço C2 localiza-se em um baixo estrutural, atingindo menos de 1km do embasamento. Entretanto, o poço C1 encontra-se em um alto estrutural, divergindo do poço C2 e produzindo, consequentemente, os maiores erros relativos

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 92 / 97

# Conclusões

- ▶ O teste de convergência da rede indicou que o número de erros não diminui após o milésimo ciclo de treinamento;
- ▶ A maior área de especialização do mapa auto-organizado usado na identificação da rede está relacionada com o padrão sino;
- ▶ As propriedades físicas de densidade e raio-gama tem uma importância relativa maior, na classificação das litologias pela rede dos poços C1 e C2 (diagramas de velocidades por densidade e o de velocidade por raio-gama);
- ▶ A saída da rede aponta que o maior número de casos dos erros ocorreram em uma única classe de rocha, a do embasamento;
- ▶ O poço C1 apresentou um erro de 1,6%;
- ▶ O poço C2 apresentou um erro de 0.7%;
- ▶ Os erros relativos encontrados nos poços de classificação C1 e C2 estão relacionados a escolha da alocação do poço de treinamento T1. O poço C2 localiza-se em um baixo estrutural, atingindo menos de 1km do embasamento. Entretanto, o poço C1 encontra-se em um alto estrutural, divergindo do poço C2 e produzindo, consequentemente, os maiores erros relativos

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 92 / 97

# Conclusões

- ▶ O teste de convergência da rede indicou que o número de erros não diminui após o milésimo ciclo de treinamento;
- ▶ A maior área de especialização do mapa auto-organizado usado na identificação da rede está relacionada com o padrão sino;
- ▶ As propriedades físicas de densidade e raio-gama tem uma importância relativa maior, na classificação das litologias pela rede dos poços C1 e C2 (diagramas de velocidades por densidade e o de velocidade por raio-gama);
- ▶ A saída da rede aponta que o maior número de casos dos erros ocorreram em uma única classe de rocha, a do embasamento;
- ▶ O poço C1 apresentou um erro de 1,6%;
- ▶ O poço C2 apresentou um erro de 0.7%;
- ▶ Os erros relativos encontrados nos poços de classificação C1 e C2 estão relacionados a escolha da alocação do poço de treinamento T1. O poço C2 localiza-se em um baixo estrutural, atingindo menos de 1km do embasamento. Entretanto, o poço C1 encontra-se em um alto estrutural, divergindo do poço C2 e produzindo, consequentemente, os maiores erros relativos

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação 92 / 97

# Conclusões

- ▶ O teste de convergência da rede indicou que o número de erros não diminui após o milésimo ciclo de treinamento;
- ▶ A maior área de especialização do mapa auto-organizado usado na identificação da rede está relacionada com o padrão sino;
- ▶ As propriedades físicas de densidade e raio-gama tem uma importância relativa maior, na classificação das litologias pela rede dos poços C1 e C2 (diagramas de velocidades por densidade e o de velocidade por raio-gama);
- ▶ A saída da rede aponta que o maior número de casos dos erros ocorreram em uma única classe de rocha, a do embasamento;
- ▶ O poço C1 apresentou um erro de 1,6%;
- ▶ O poço C2 apresentou um erro de 0.7%;
- ▶ Os erros relativos encontrados nos poços de classificação C1 e C2 estão relacionados a escolha da alocação do poço de treinamento T1. O poço C2 localiza-se em um baixo estrutural, atingindo menos de 1km do embasamento. Entretanto, o poço C1 encontra-se em um alto estrutural, divergindo do poço C2 e produzindo, consequentemente, os maiores erros relativos

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Conclusões

- ▶ O teste de convergência da rede indicou que o número de erros não diminui após o milésimo ciclo de treinamento;
- ▶ A maior área de especialização do mapa auto-organizado usado na identificação da rede está relacionada com o padrão sino;
- ▶ As propriedades físicas de densidade e raio-gama tem uma importância relativa maior, na classificação das litologias pela rede dos poços C1 e C2 (diagramas de velocidades por densidade e o de velocidade por raio-gama);
- ▶ A saída da rede aponta que o maior número de casos dos erros ocorreram em uma única classe de rocha, a do embasamento;
- ▶ O poço C1 apresentou um erro de 1,6%;
- ▶ O poço C2 apresentou um erro de 0.7%;
- ▶ Os erros relativos encontrados nos poços de classificação C1 e C2 estão relacionados a escolha da alocação do poço de treinamento T1. O poço C2 localiza-se em um baixo estrutural, atingindo menos de 1km do embasamento. Entretanto, o poço C1 encontra-se em um alto estrutural, divergindo do poço C2 e produzindo, consequentemente, os maiores erros relativos

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Conclusões

- ▶ O teste de convergência da rede indicou que o número de erros não diminui após o milésimo ciclo de treinamento;
- ▶ A maior área de especialização do mapa auto-organizado usado na identificação da rede está relacionada com o padrão sino;
- ▶ As propriedades físicas de densidade e raio-gama tem uma importância relativa maior, na classificação das litologias pela rede dos poços C1 e C2 (diagramas de velocidades por densidade e o de velocidade por raio-gama);
- ▶ A saída da rede aponta que o maior número de casos dos erros ocorreram em uma única classe de rocha, a do embasamento;
- ▶ O poço C1 apresentou um erro de 1,6%;
- ▶ O poço C2 apresentou um erro de 0.7%;
- ▶ Os erros relativos encontrados nos poços de classificação C1 e C2 estão relacionados a escolha da alocação do poço de treinamento T1. O poço C2 localiza-se em um baixo estrutural, atingindo menos de 1km do embasamento. Entretanto, o poço C1 encontra-se em um alto estrutural, divergindo do poço C2 e produzindo, consequentemente, os maiores erros relativos

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
92 / 97

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da  
rede  
Fluxograma de classificação da  
rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de  
atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# Conclusões

- ▶ O teste de convergência da rede indicou que o número de erros não diminui após o milésimo ciclo de treinamento;
- ▶ A maior área de especialização do mapa auto-organizado usado na identificação da rede está relacionada com o padrão sino;
- ▶ As propriedades físicas de densidade e raio-gama tem uma importância relativa maior, na classificação das litologias pela rede dos poços C1 e C2 (diagramas de velocidades por densidade e o de velocidade por raio-gama);
- ▶ A saída da rede aponta que o maior número de casos dos erros ocorreram em uma única classe de rocha, a do embasamento;
- ▶ O poço C1 apresentou um erro de 1,6%;
- ▶ O poço C2 apresentou um erro de 0.7%;
- ▶ Os erros relativos encontrados nos poços de classificação C1 e C2 estão relacionados a escolha da alocação do poço de treinamento T1. O poço C2 localiza-se em um baixo estrutural, atingindo menos de 1km do embasamento. Entretanto, o poço C1 encontra-se em um alto estrutural, divergindo do poço C2 e produzindo, consequentemente, os maiores erros relativos

Etapa	Meses																								
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Pesquisa na Literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Disciplinas			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Formulação da Rede							X	X	X	X	X	X	X	X	X										
Treino											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Resultado																		X	X	X	X	X			
Artigo 1																							X	X	
Artigo 2																									
Tese																									

**Table:** Cronograma das atividades previstas para o primeiro biênio.  
Em **vermelho** encontra-se o mês de setembro de 2018.

Introdução

Motivação

Definições

Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

Contexto Geológico  
e Localização

Objetivo

O programa da Rede

Fluxograma de criação dos  
dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da  
rede

Fluxograma de classificação da  
rede

Metodologia

Classificador euclídeo

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de  
atributos

Kohonen - SOM

Resultados e  
Discussões

Dado Sintético

Identificação 93 / 97

Etapa	Meses																							
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Pesquisa na Literatura	X	X	X	X	X	X																		
Disciplinas																								
Formulação da Rede																								
Treino																								
Resultado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Artigo 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Artigo 2				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Tese															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Table:** Cronograma das atividades previstas para o segundo biênio.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos

Fluxograma de Treinamento da rede

Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclidiano

Classificador de mahalanobis

Agrupamento e o espaço de atributos

Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético

Identificação 94 / 97

# References I

- Artero, A. O. (2008). *Inteligência Artificial Teórica e Prática*. Livraria da Física, São Paulo, 1st edition.
- Assine, M. L. and Milani, E. J. (1994). Sequências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 2(24):12.
- Benaouda, D., Wadge, G., Whitmarsh, R. B., Rothwell, R. G., and MacLeod, C. (1999). Inferring the lithology of borehole rocks by applying neural network classifiers to downhole logs: An example from the Ocean Drilling Program. *Geophysical Journal International*, 136(2):477–491.
- Borghi, L. (2002). A Bacia do Paraná. *Anuário do Instituto de Geociências - IGEO, Departamento de Geologia*.
- Caté, A., Perozzi, L., Glouguen, E., and Blouin, M. (2017). Machine learning as a tool for geologists. *The Leading Edge*, 36(6):215–219.
- Chakravarthy, S., Chunduru, R., Fanini, O., and Mezzatesta, A. (1999). Detection of layer boundaries from array induction tool responses using neural networks. *69th Ann. Internat. Mtg*, pages 140–143.
- Cordani, G., Neves, B., and Fuck, R. (1984). Estudo preliminar de integração do pré-cambriano com os eventos tectônicos da bacias sedimentares brasileiras. *Revista Ciência Técnica do Petróleo*, 27(4):70p.
- Haykin, S. (1999). *Neural Networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall Inc., Porto Alegre, 2 edition.
- Hopfield, J. J. (1982). Computational Abilities. *Biophysics*, 79(April):2554–2558.
- Kohonen, T. (1989). Biological Cybernetics 9 1989. 425:139–145.
- MacKay, D. J. C. (2005). *Information Theory, Inference, and Learning Algorithms* David J.C. MacKay, volume 100.
- McCulloch, W. S. and Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5(4):115–133.
- Michel, M. D. and Deza, E. (2016). *Encyclopedia of Distances*. 4 edition.
- Michie, E. D., Spiegelhalter, D. J., and Taylor, C. C. (1994). Machine Learning , Neural and Statistical Classification. *Technometrics*, 37(4):459.
- Milani, E., Spadini, A., Terra, G., Silva, E., and Bueno, G. (2007). *Boletim de geociências da Petrobras*, volume v. 15. Cenpes.
- Milani, E. J. and Ramos, V. A. (1998). Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Brazilian Journal of Geology*, 28(4):473–484.

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica  
Treinamento não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação

# References II

- Milani, E. J. and Zalan, P. V. (1999). An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. *Milani1999*, 22:199–205.
- Minsky, M. and Papert, S. (1969). *Perceptrons*. 2 edition.
- Mitchell, T. M. (1997). Decision Tree Learning.
- Mohriak, W., Szatmari, P., and Anjos, S. (2008). *Sal: Geologia e Tectônica. Exemplos nas Bacias Brasileiras*. Beca, São Paulo, SP., 1 edition.
- Poulton, M. M. (2002). Neural networks as an intelligence amplification tool: A review of applications. *Geophysics*, 67(3):979.
- Roberts, D. A., Numata, I., Holmes, K., Batista, G., Krug, T., Monteiro, A., Powell, B., and Chadwick, O. A. (2002). Large area mapping of land-cover change in Rondônia using multitemporal spectral mixture analysis and decision tree classifiers. *Journal of Geophysical Research D: Atmospheres*, 107(20).
- Rosenblatt, F. (1962). Principles of Neurodynamics. Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms. *Archives of General Psychiatry*, 7:218–219.
- Saljooghi, B. S. and Hezarkhani, A. (2014). Comparison of WAVENET and ANN for predicting the porosity obtained from well log data. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 123:172–182.
- Schneider, R., Muhlmann, H., Tommasi, E., Medeiros, R., Daemon, R., and Nogueira, A. (1974). Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. volume 4. Anais do Congresso Brasileiro de Geologia.
- Schott, G. D. (1993). Penfield's homunculus: a note on cerebral cartography. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 56(4):329–333.
- Simard, M., Saatchi, S. S., and De Grandi, G. (2000). The use of decision tree and multiscale texture for classification of JERS-1 SAR data over tropical forest. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 38(5 I):2310–2321.
- Vail, P. R., Mitchum, R. M., and Thompson, S. (1977). *Seismic stratigraphy and global changes of sea level*. Seismic stratigraphy: applications to hydrocarbon exploration. APPG.
- Zalan, P. V. and Wolf, S. (1987). Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In *Simpósio sul-brasileiro de geologia, SBG, 3, Atas, Curitiba-PR.*, volume 1, pages 441–477.
- Zhang, L., Poulton, M., Zhang, Z., Chakravarthy, S., and Mezzatesta, A. (1999). Fast forward modeling simulation of resistivity well logs using neural network. *69th Ann. Internat. Mtg*, pages 124–127.

Inteligência Artificial Aplicada ao Reconhecimento de Padrões Litológicos.

Carreira, V.R.

## Introdução

Motivação  
Definições  
Pesquisa bibliográfica

Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

Fluxograma de criação dos dados sintéticos  
Fluxograma de Treinamento da rede  
Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

Classificador euclídeo  
Classificador de mahalanobis  
Agrupamento e o espaço de atributos  
Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

Dado Sintético  
Identificação  
96 / 97



# Observatório Nacional

Rua General José Cristino, 77 CEP 20921-400

Rua General Bruce, 586 CEP 20921-030

Bairro Imperial de São Cristóvão, Rio de Janeiro - RJ

PABX: 55 21 3504-9100

[www.on.br](http://www.on.br)

## Introdução

- Motivação
- Definições
- Pesquisa bibliográfica
- Treinamento  
não-supervisionado

## Contexto Geológico e Localização

## Objetivo

## O programa da Rede

- Fluxograma de criação dos dados sintéticos
- Fluxograma de Treinamento da rede
- Fluxograma de classificação da rede

## Metodologia

- Classificador euclídeo
- Classificador de mahalanobis
- Agrupamento e o espaço de atributos
- Kohonen - SOM

## Resultados e Discussões

- Dado Sintético
- Identificação
- 97 / 97