

# Redes Neurais Artificiais

**Tarciana Guerra**  
GppCom/DCO/UFRN

**Natal, 25/07/2018**

**Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)**

# O que são Redes Neurais Artificiais?



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# O que são Redes Neurais Artificiais?

*“Uma rede neural é simplesmente uma coleção de unidades conectadas; as propriedades da rede são determinadas pela sua topologia e propriedades dos neurônios.”* ( Russel & Norvig, 2009)

*“Uma rede neural é um processador massivamente paralelo composto por unidades simples com capacidade natural de armazenar conhecimento e disponibilizá-lo para uso futuro.”* ( Haykin, 1998)

# Inspiração Biológica

- A rede neural artificial é uma máquina de aprendizado designada para modelar a forma com que o cérebro trabalha
- As semelhanças entre os modelos real e artificial são as seguintes:
  - Conhecimento sobre o ambiente é adquirido pela rede através de um processo de aprendizado
  - As conexões entre os neurônios, também conhecidas como pesos sinápticos, são responsáveis por armazenar este conhecimento

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Vantagens das Redes Neurais

- É capaz de trabalhar com problemas não-lineares
- Permite o mapeamento entrada-saída
- É capaz de se adaptar a ambientes em mudança
- Pode fornecer um indicador de confiança das decisões tomadas

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

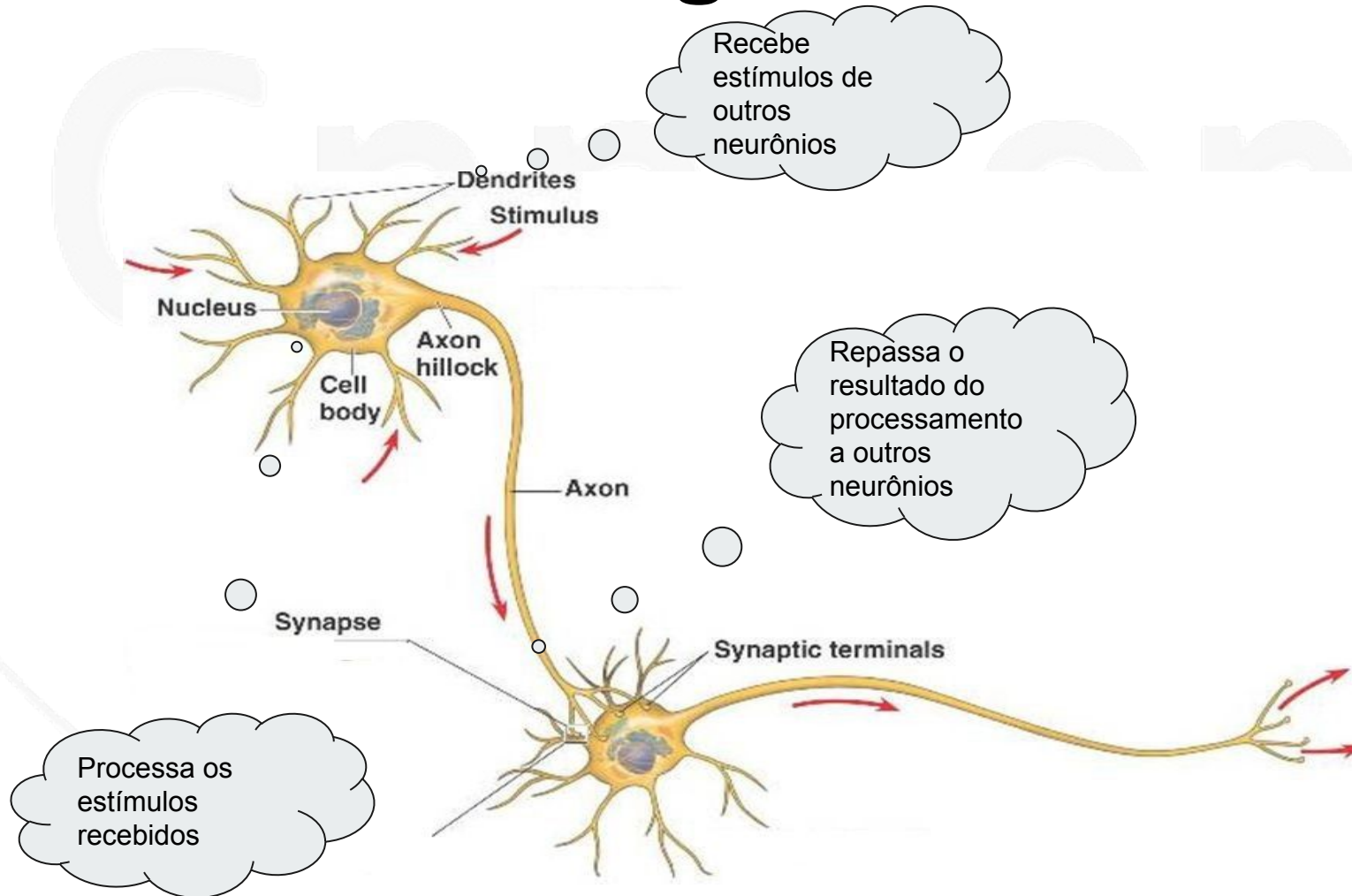
# Vantagens das Redes Neurais

- Trata naturalmente de informação contextual
  - Todos os neurônios potencialmente se afetam
- Possui tolerância à falhas
- Permite uma uniformidade de análise e projeto
  - Mesma teoria e algoritmos podem ser usados para aplicações distintas

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# O Neurônio

# Neurônio Biológico

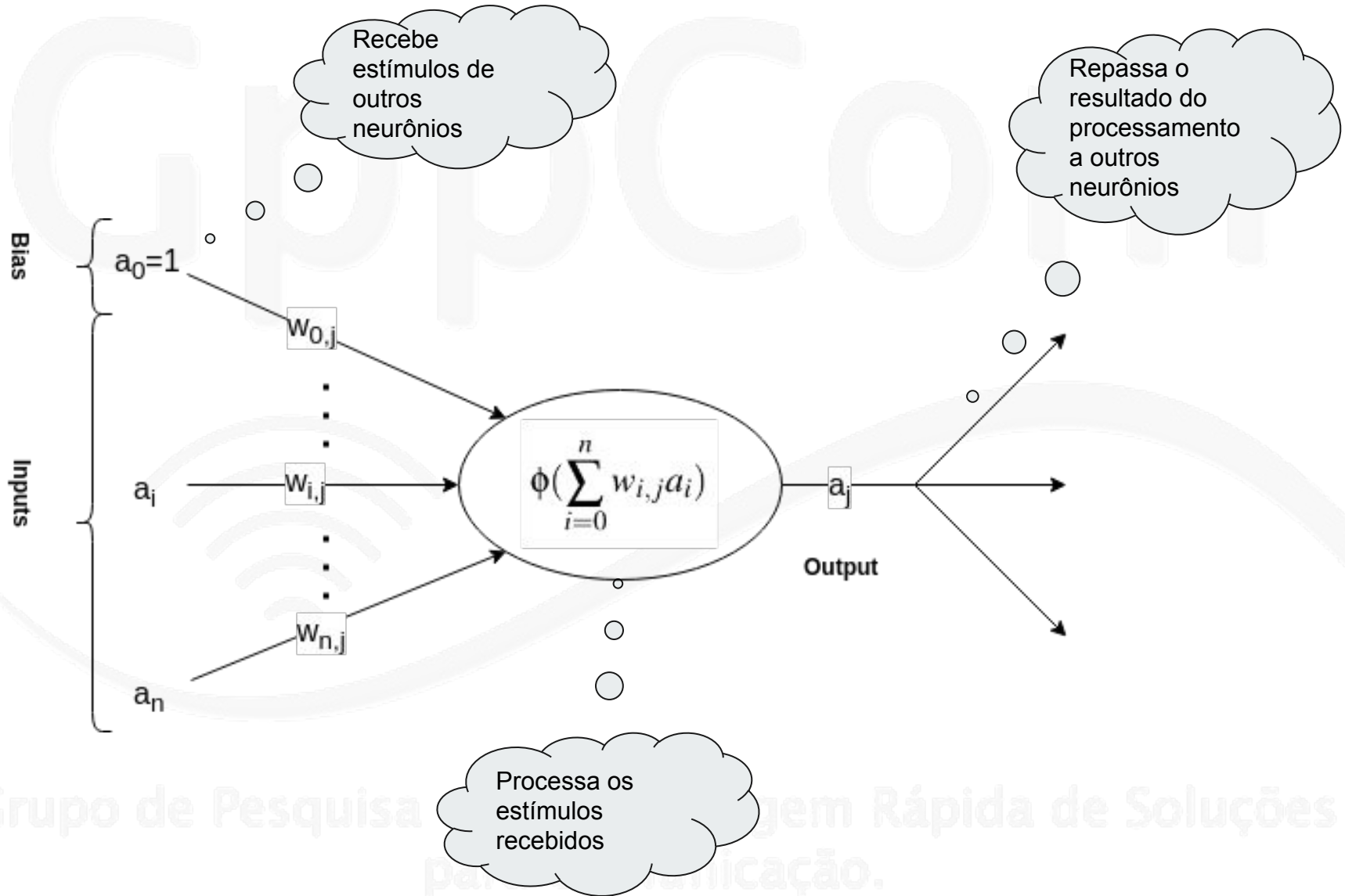


Fonte:  
<http://www.ezonenetoday.com/2017/11/what-is-artificial-neural-network-how-it-works.html>

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.



# Neurônio Artificial



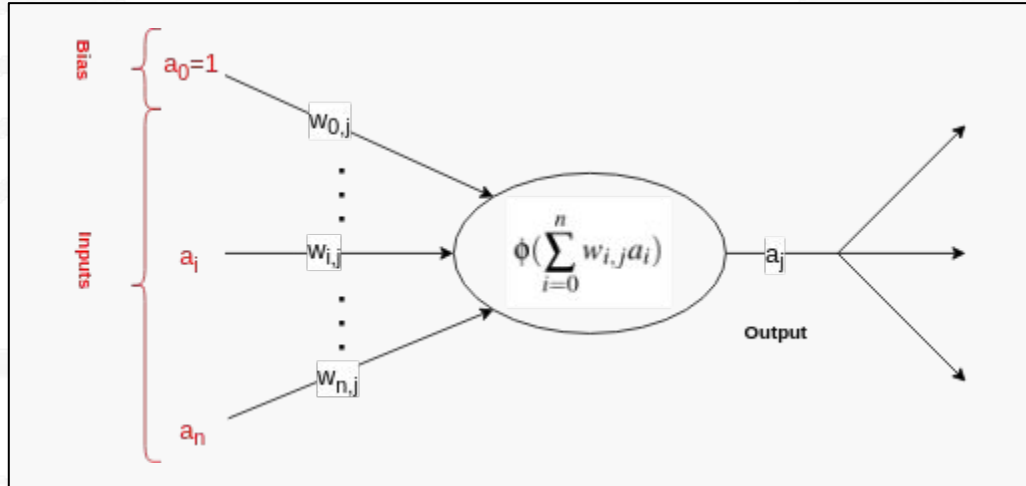
# Componentes do Neurônio Artificial

- Inputs
- Pesos sinápticos
- Função de ativação
- Output

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

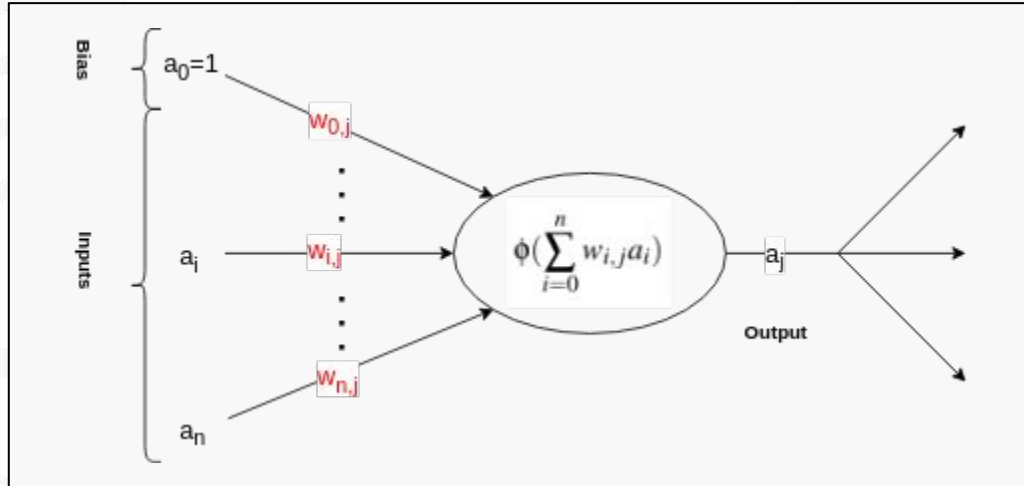
# Componentes do Neurônio Artificial

- Inputs
- Pesos sinápticos
- Função de ativação
- Output



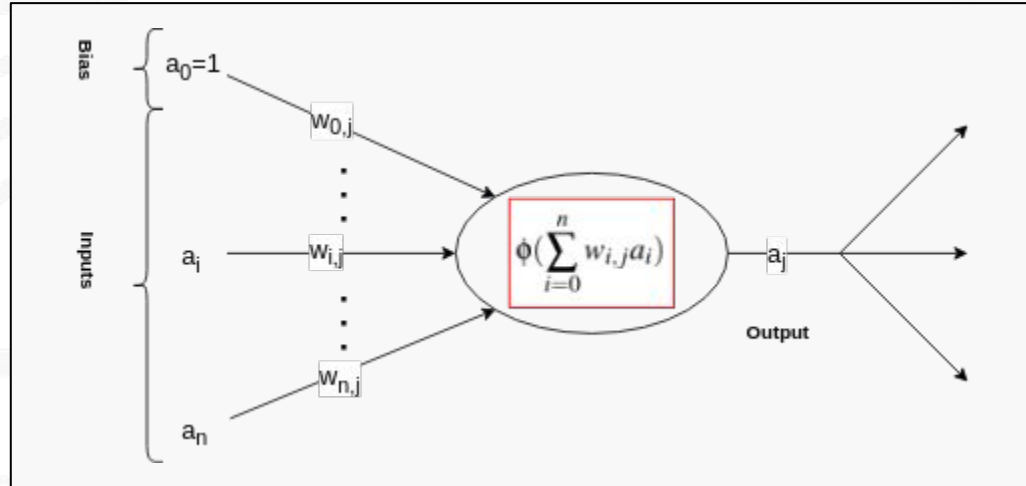
# Componentes do Neurônio Artificial

- Inputs
- **Pesos sinápticos**
- Função de ativação
- Output



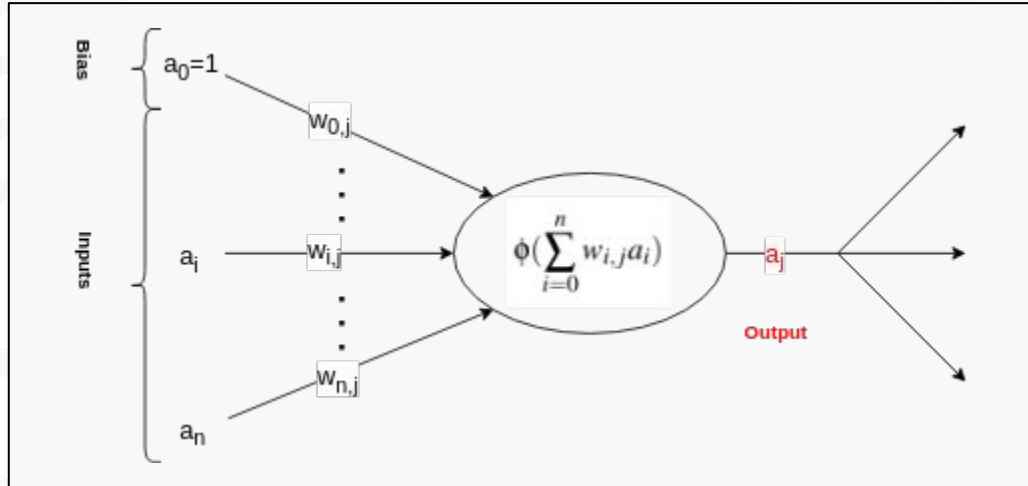
# Componentes do Neurônio Artificial

- Inputs
- Pesos sinápticos
- **Função de ativação**
- Output



# Componentes do Neurônio Artificial

- Inputs
- Pesos sinápticos
- Função de ativação
- **Output**



# Função de Ativação

- Único fator passível de não-linearidade no neurônio
- Caso sejam não-lineares, tornam possível que toda a rede trate problemas de mapeamento input-output não linear
- Funções de ativação básicas:
  - Limiar
  - Logística
  - Linear
  - Tangente hiperbólica

# **Arquiteturas de Rede**



# Arquitetura de Rede

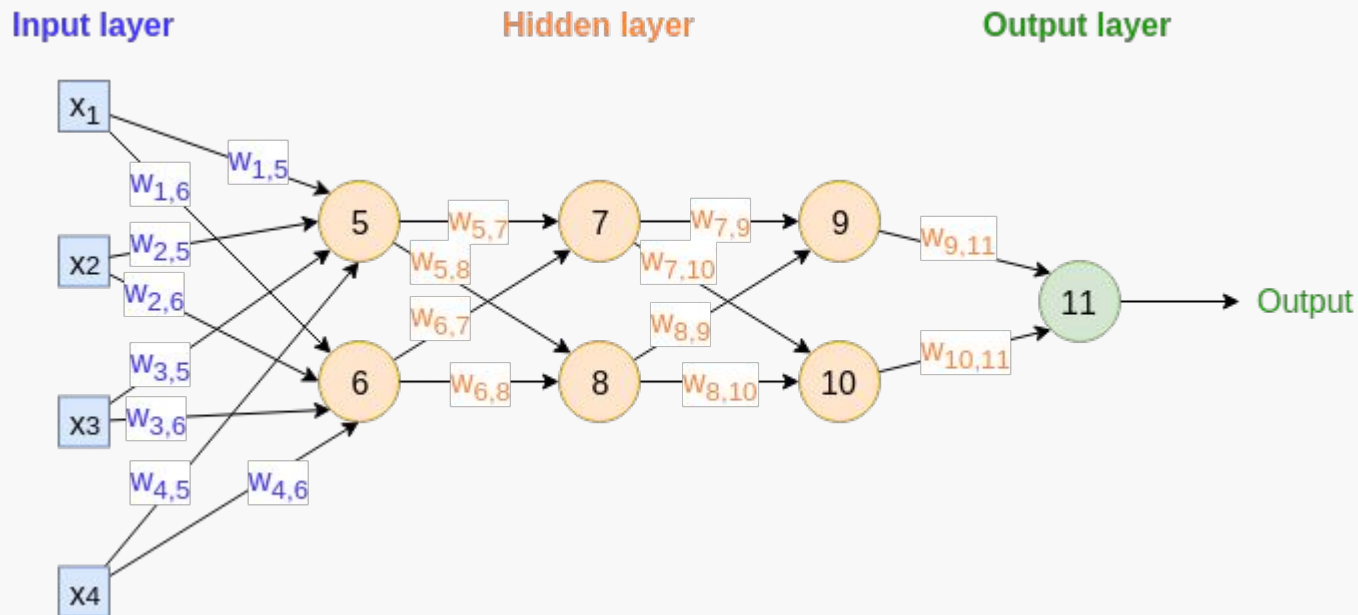
- Feed-forward networks
- Recurrent networks



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

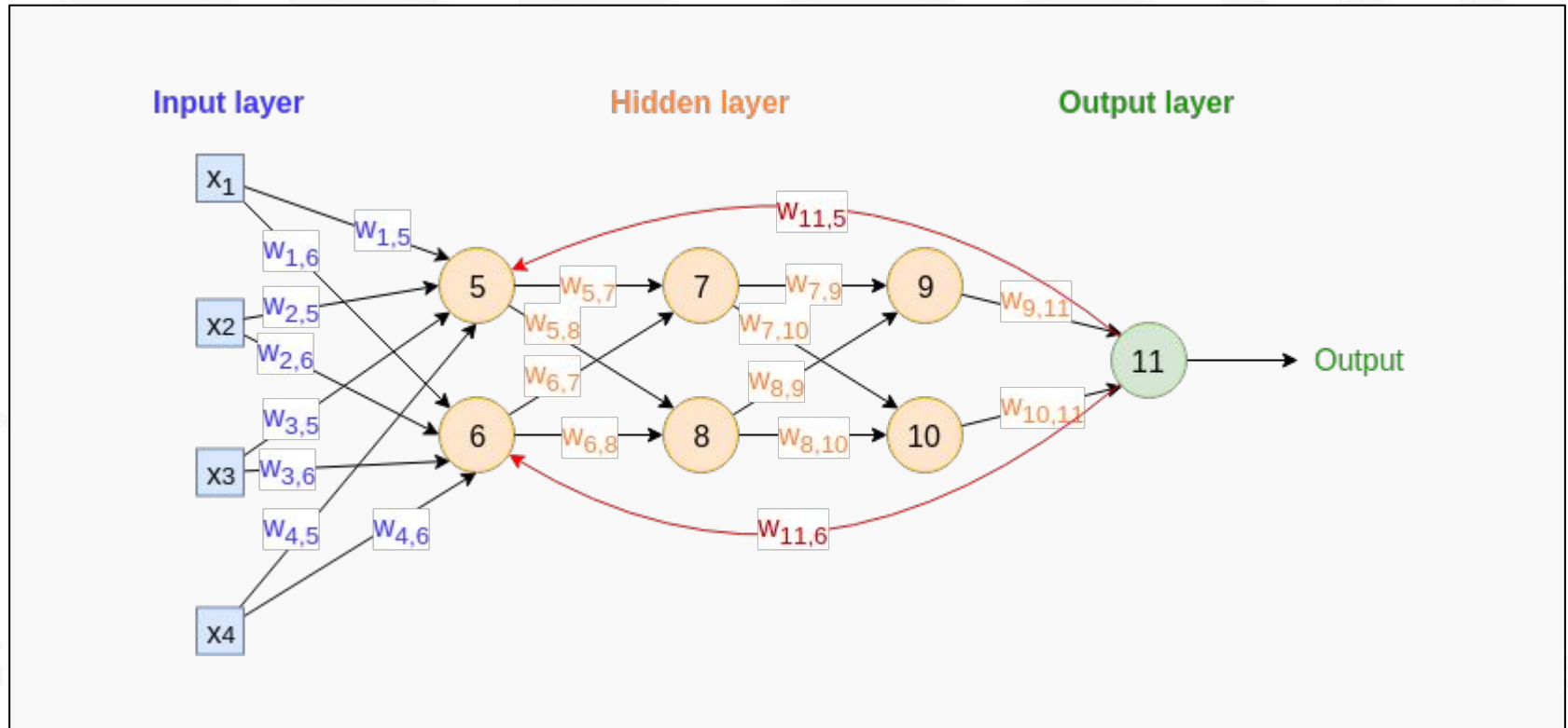
# Arquitetura de Rede

- Feed-forward networks
- Recurrent networks



# Arquitetura de Rede

- Feed-forward networks
- **Recurrent networks**



# **Funcionamento das Redes Neurais**

# Problema

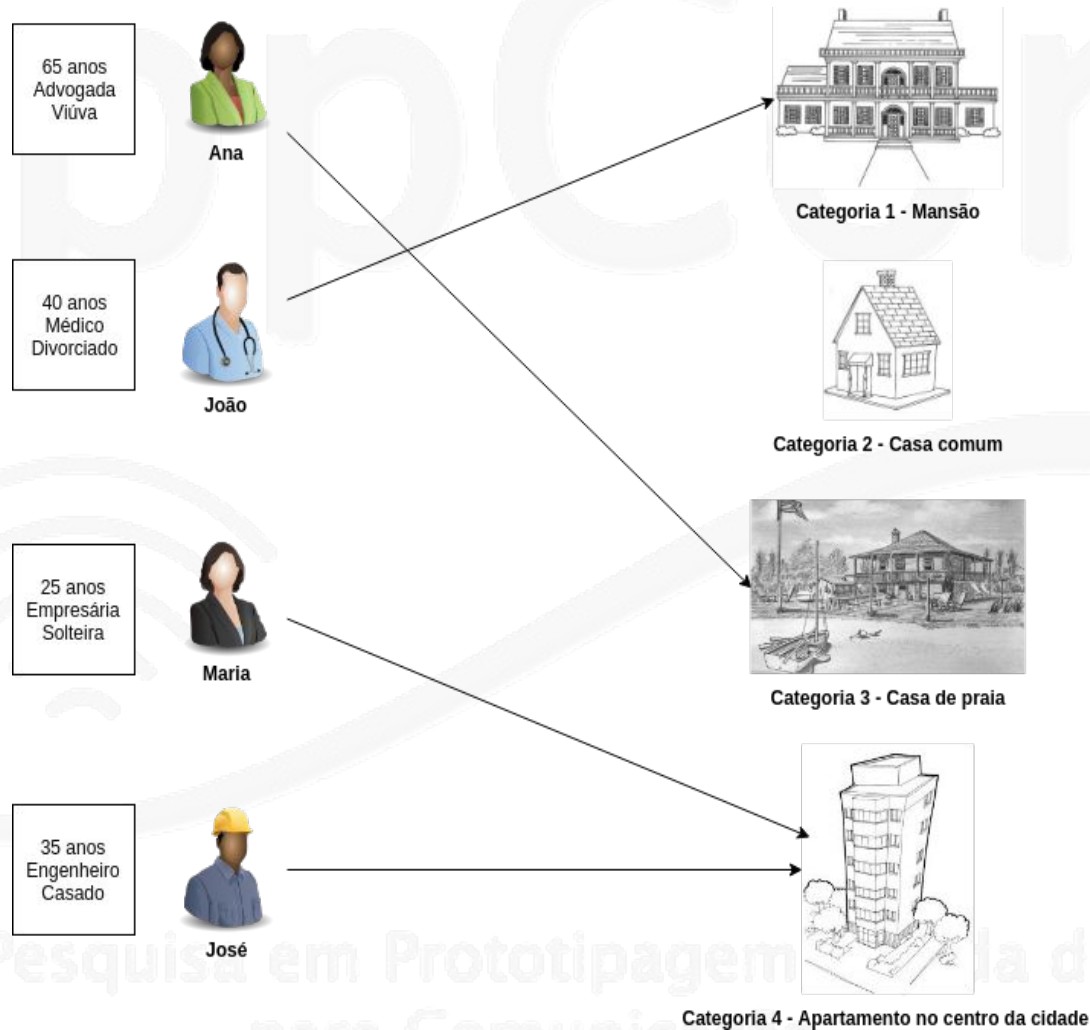
GppCom

Idade  
Profissão  
Estado civil



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Conjunto de Treino



# Conjunto de Testes

33 anos  
Engenheira  
Solteira



Júlia

60 anos  
Fazendeiro  
Casado



Marcos

25 anos  
Médica  
Solteira



Ana

45 anos  
Advogado  
Casado



Alberto



Rede neural



Categoria 1 - Mansão



Categoria 2 - Casa comum

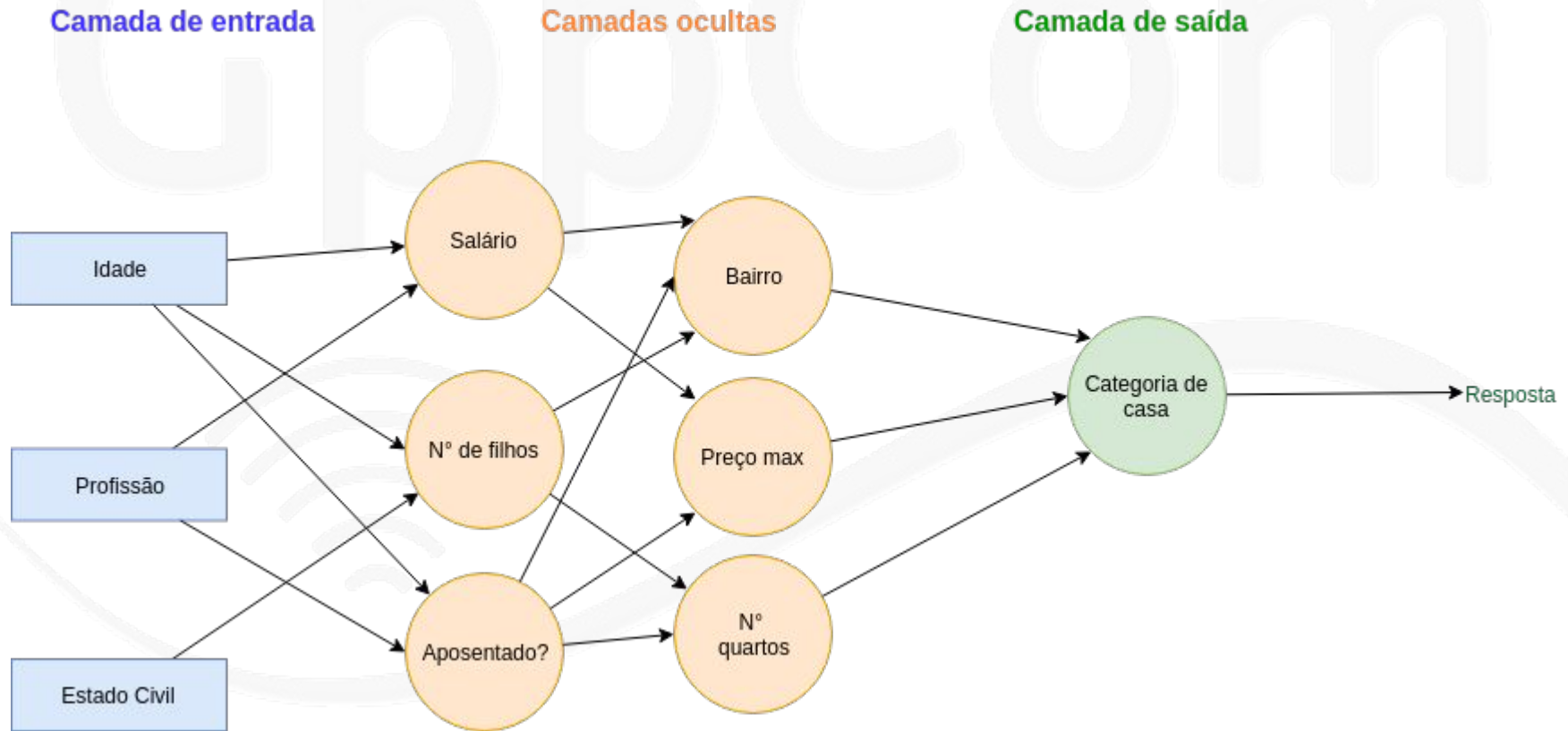


Categoria 3 - Casa de praia



Categoria 4 - Apartamento no centro da cidade

# Resolução por MLP



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções para Comunicação.



# **Processo de Aprendizagem da Rede Neural**

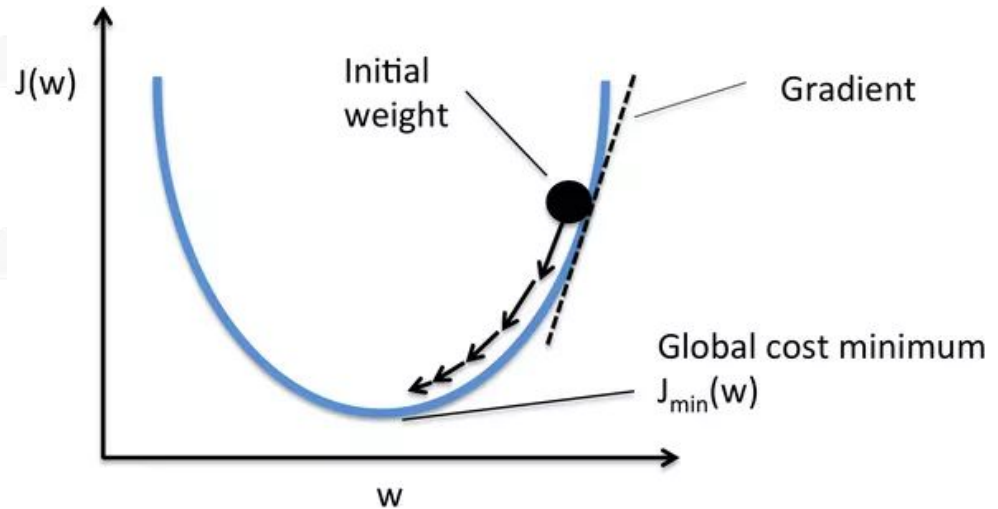
# Conceitos Essenciais

- Solver
- Loss function
- Generalização
- Overfitting



# Conceitos Essenciais

- **Solver**
- Loss function
- Generalização
- Overfitting



*Método de otimização responsável por ajustar os pesos em função do erro calculado.*

# Conceitos Essenciais

- Solver
- **Loss function**
- Generalização
- Overfitting

		Previsão	
		0	1
Valor real	0		
	1		

Falso positivo

Falso negativo

*Função que mede a utilidade (ou perda de utilidade) em decorrência de um erro de previsão.*

# Conceitos Essenciais

- Solver
- Loss function
- **Generalização**
- Overfitting

*Habilidade de prever corretamente exemplos para os quais a mesma não foi treinada.*

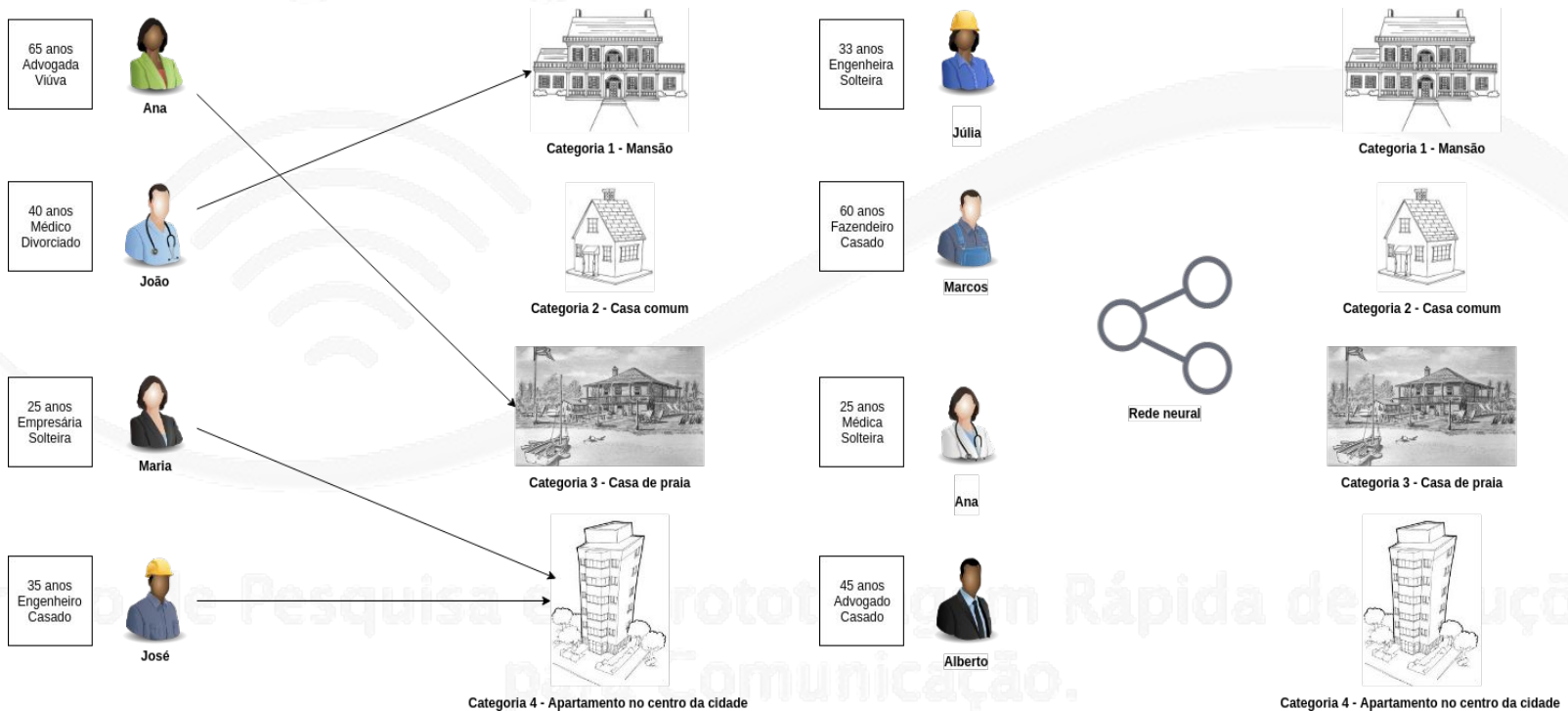
# Conceitos Essenciais

- Solver
- Loss function
- Generalização
- **Overfitting**

*Principal problema que pode ocorrer devido a um processo de aprendizagem ineficaz. Ele acontece quando a máquina é incapaz de generalizar, devido ao fato de ter apenas “memorizado” o conjunto de treino.*

# Conceitos Essenciais

- Overfitting
  - Causas:
    - Conjunto de treinamento pouco representativo
    - Excesso de inputs



# Redes de Camada Única

- Perceptron
- Sigmoid perceptron

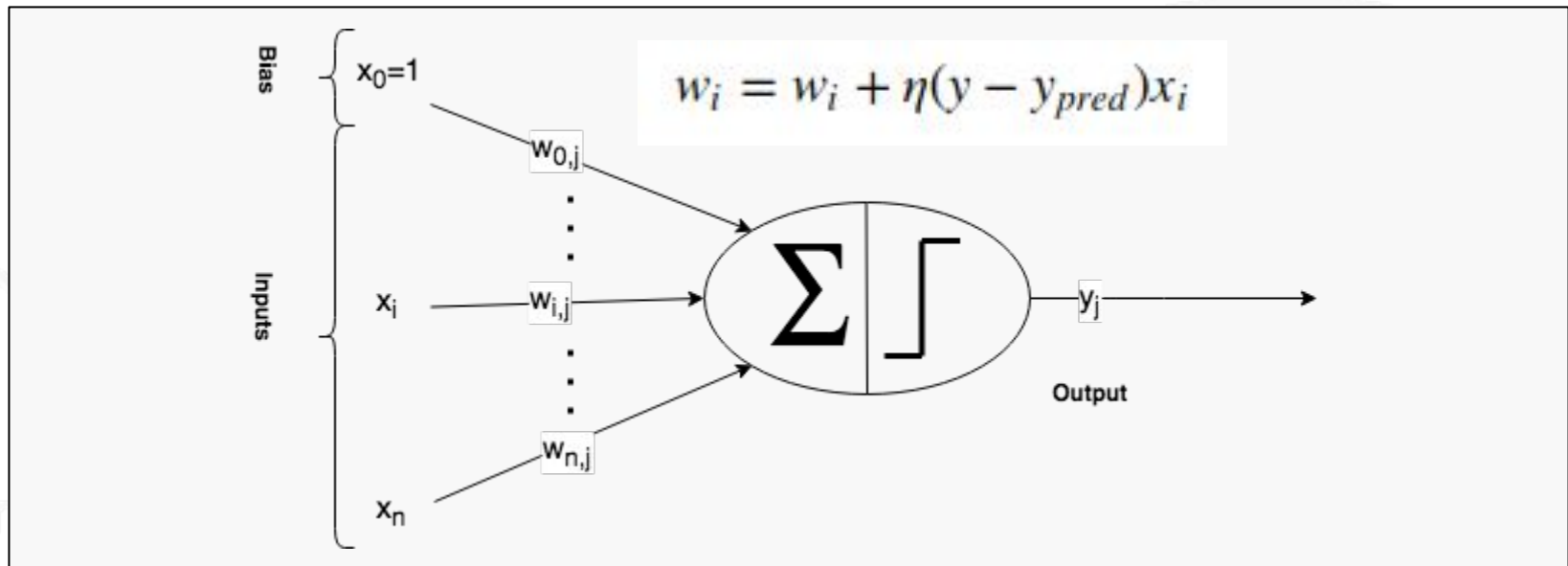


Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.



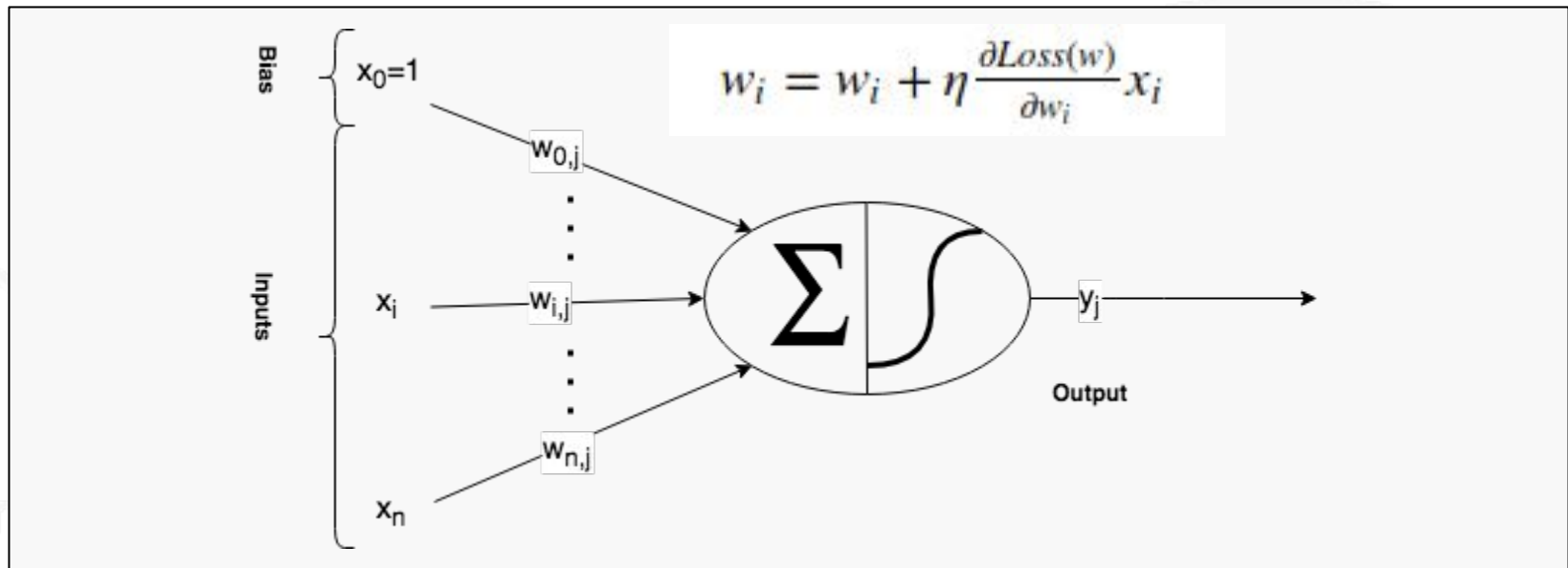
# Redes de Camada Única

- Perceptron
- Sigmoid perceptron

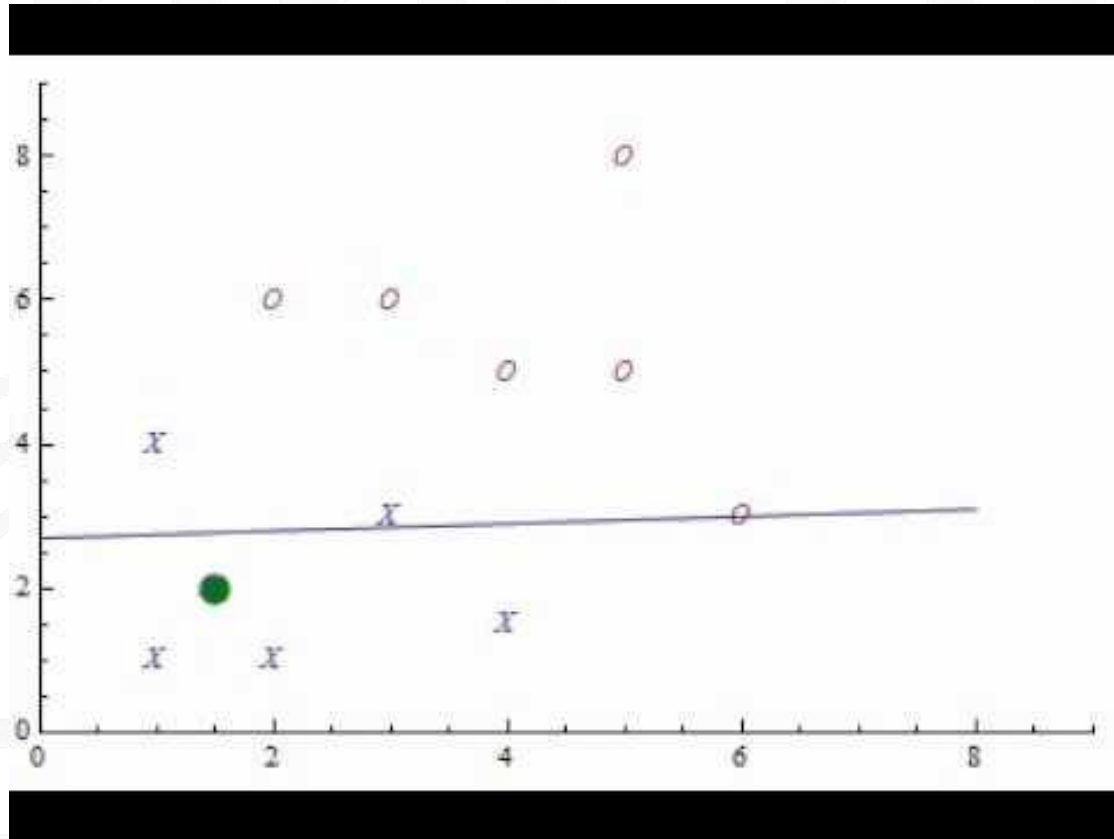


# Redes de Camada Única

- Perceptron
- Sigmoid perceptron



# Redes de Camada Única



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Redes de Camada Única

- Vantagem
  - Aprendizado simples
- Desvantagem
  - Só conseguem representar problemas linearmente separáveis

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Redes com Camadas Ocultas

- Vantagens

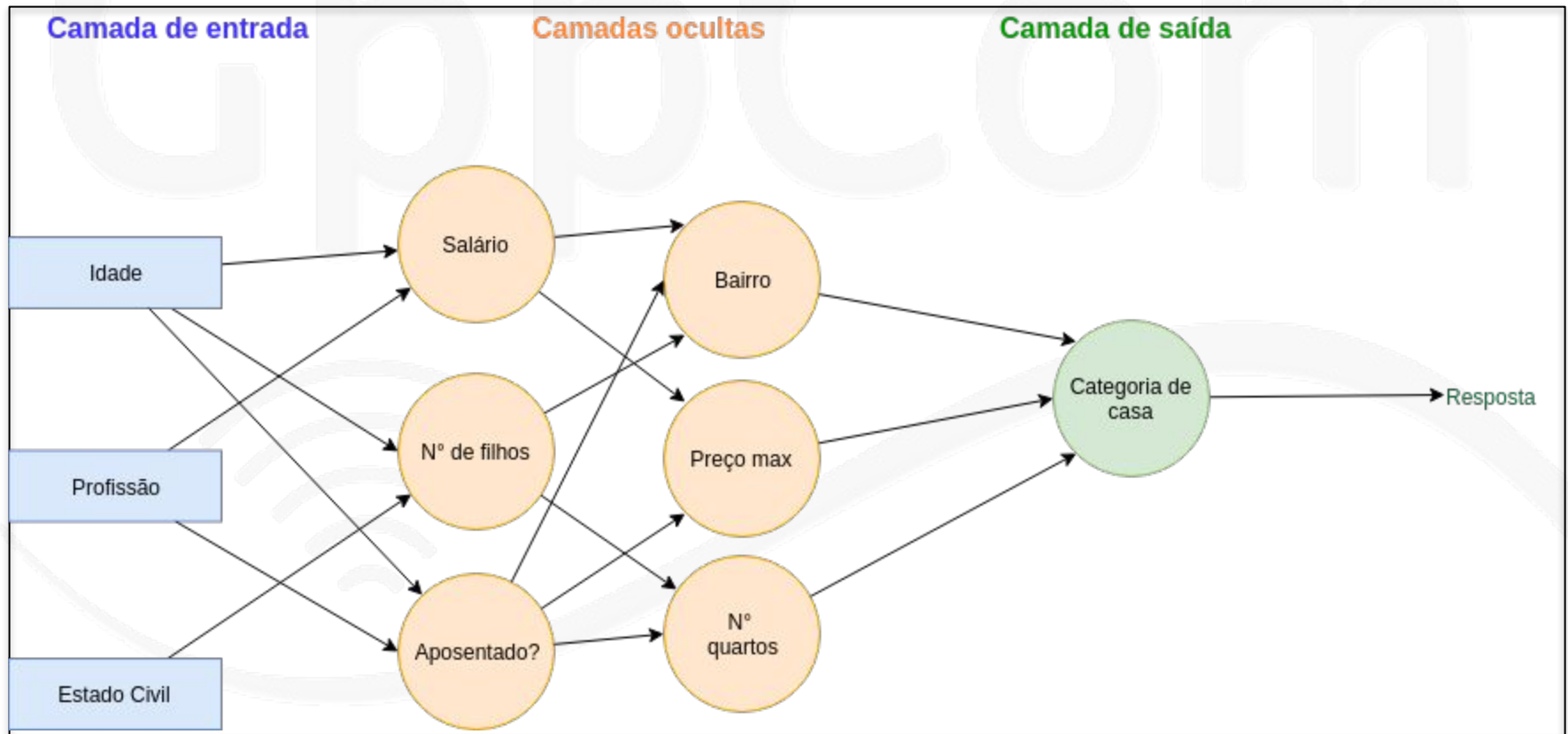
*“Com uma única camada escondida suficientemente grande, é possível representar qualquer função contínua dos inputs, com precisão arbitrária; com duas camadas, até mesmo funções descontínuas podem ser representadas.”* ( Russel & Norvig, 2009)

- Desvantagens

- Processo de treinamento computacionalmente custoso

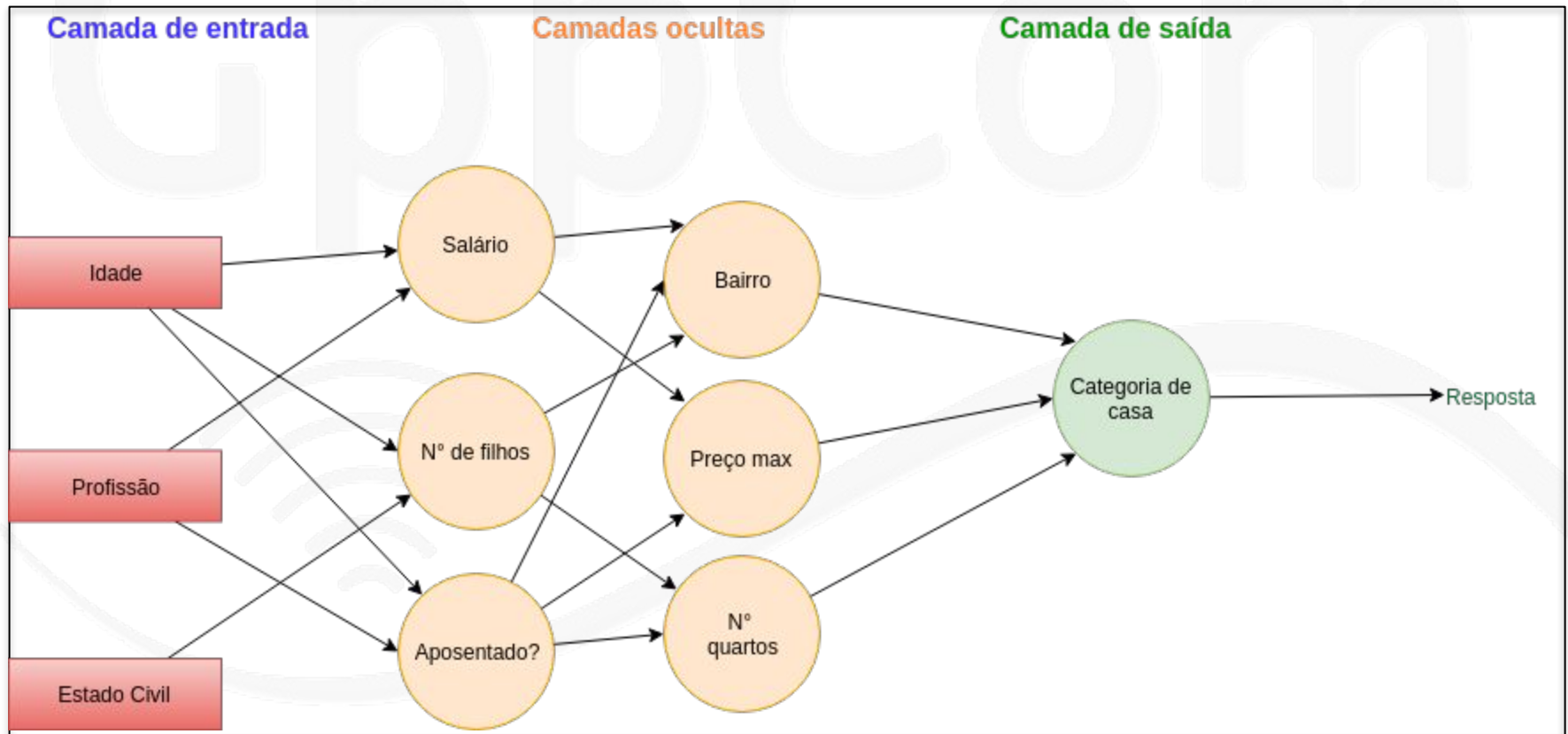
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

## Propagação do sinal de entrada



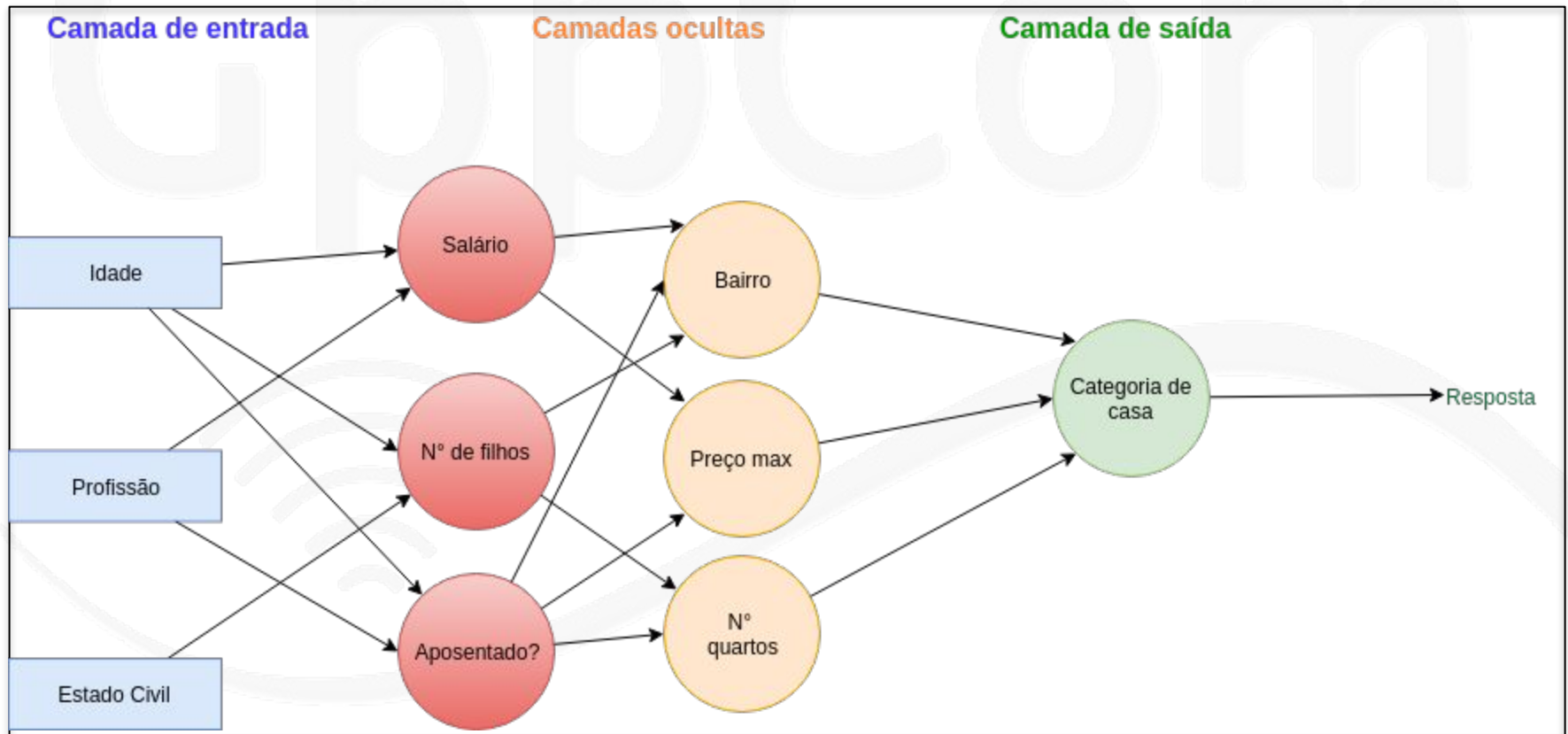
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

## Propagação do sinal de entrada



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

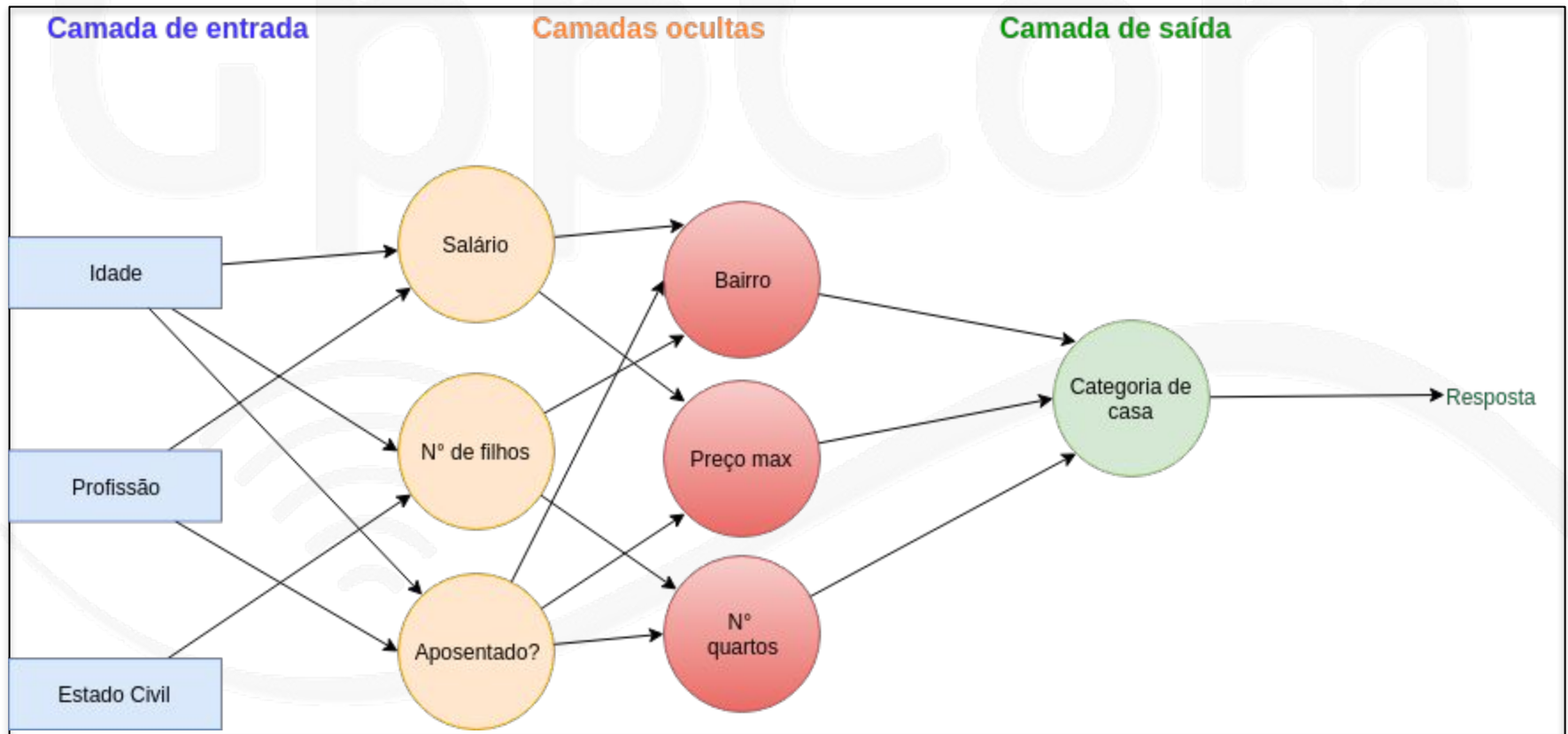
## Propagação do sinal de entrada



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

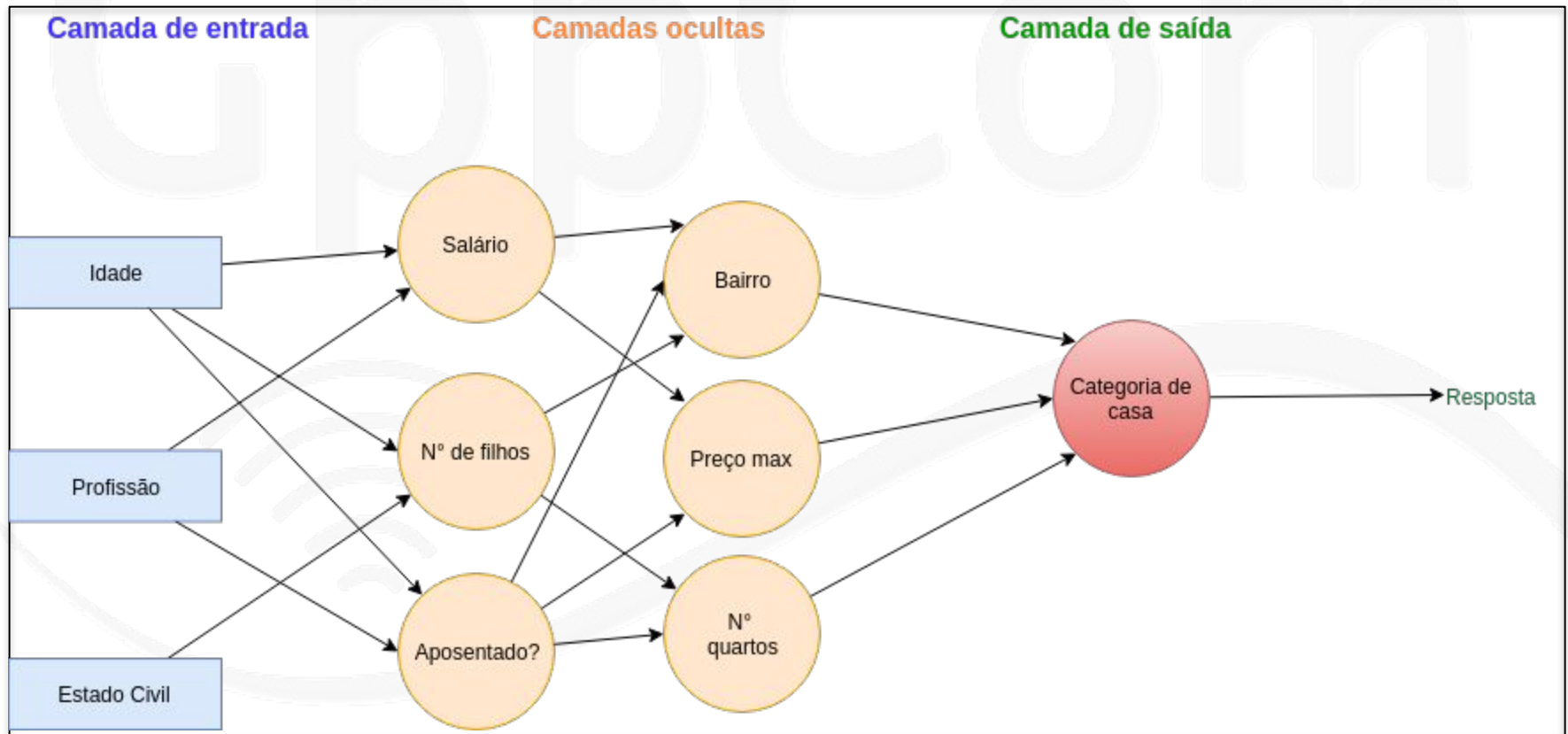


## Propagação do sinal de entrada



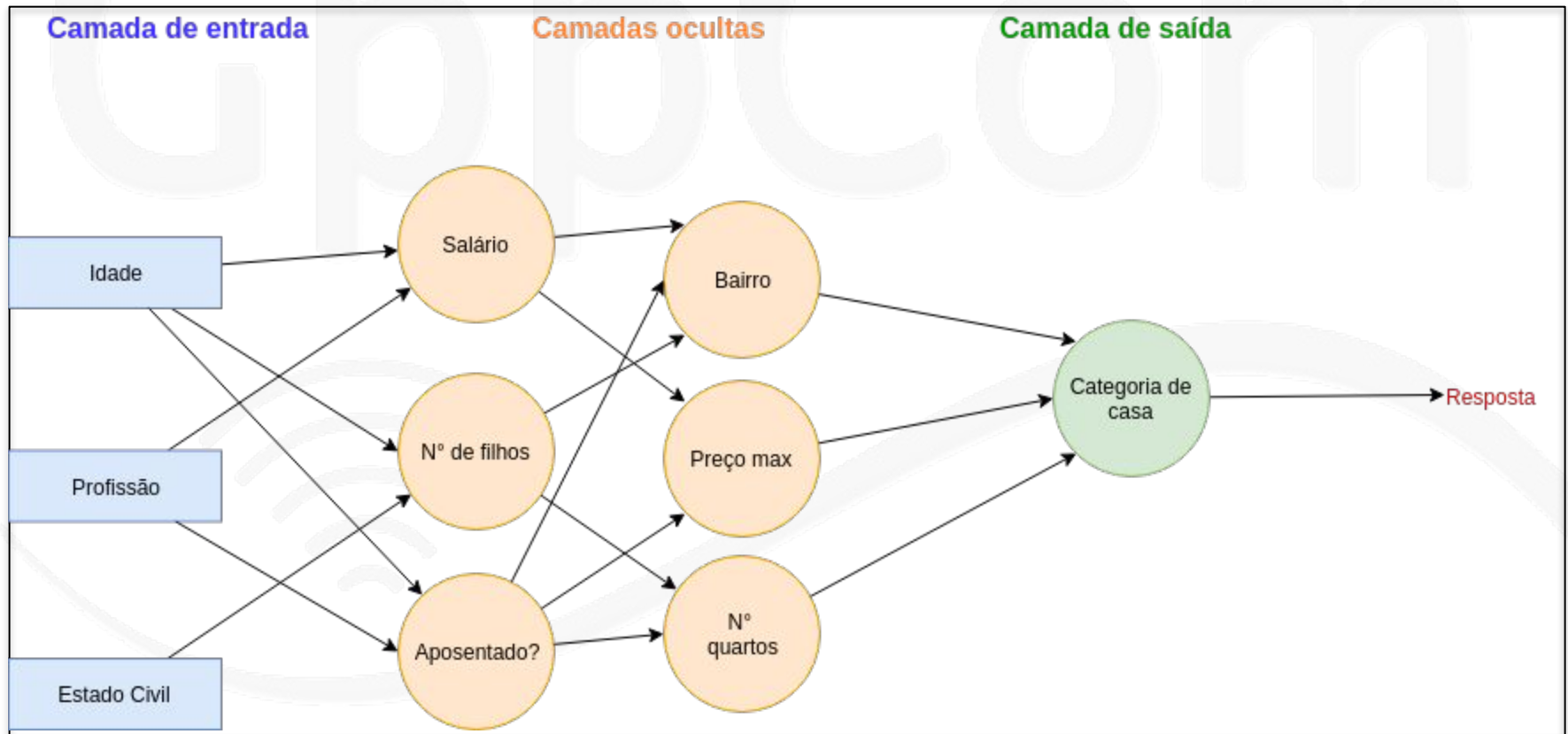
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

## Propagação do sinal de entrada



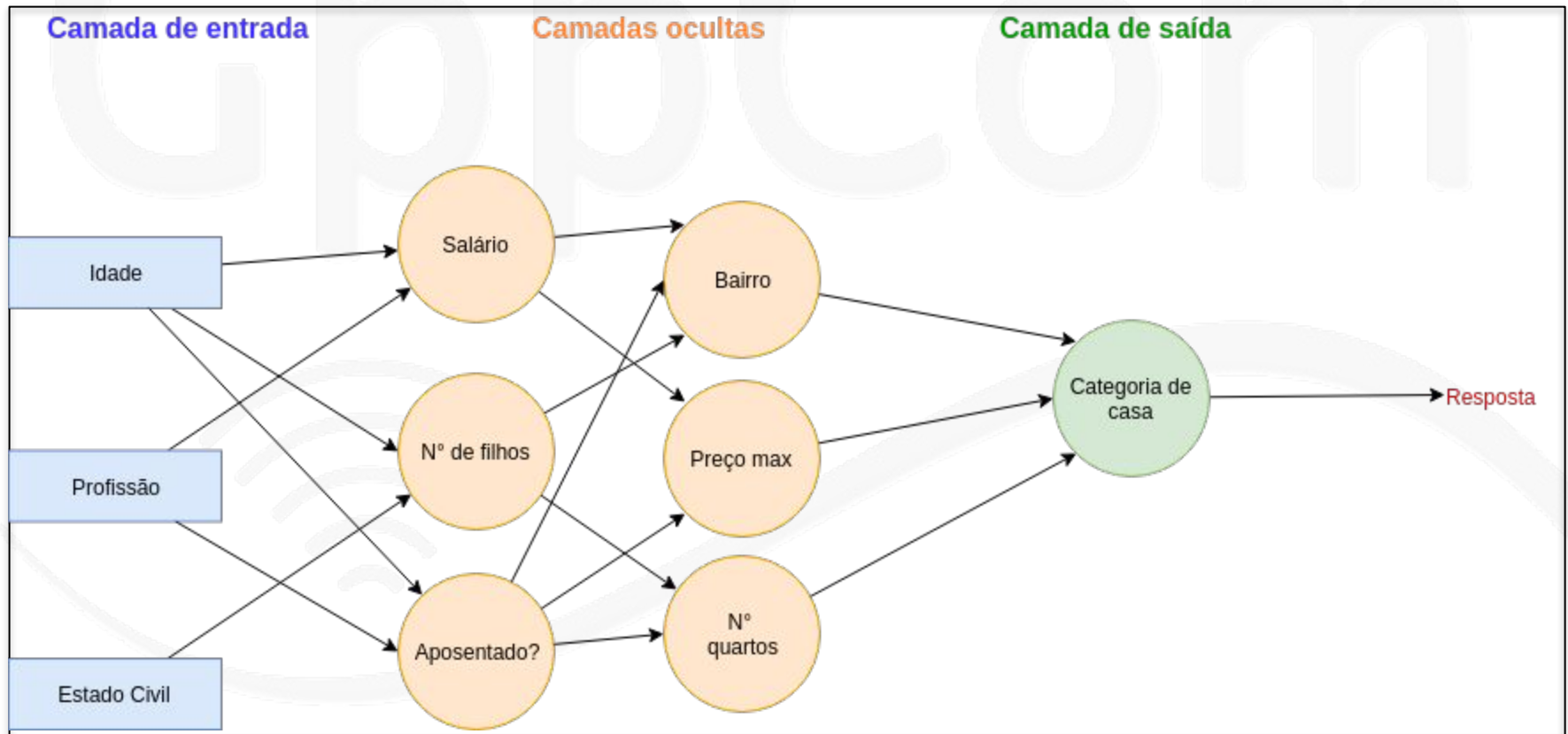
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

## Propagação do sinal de entrada



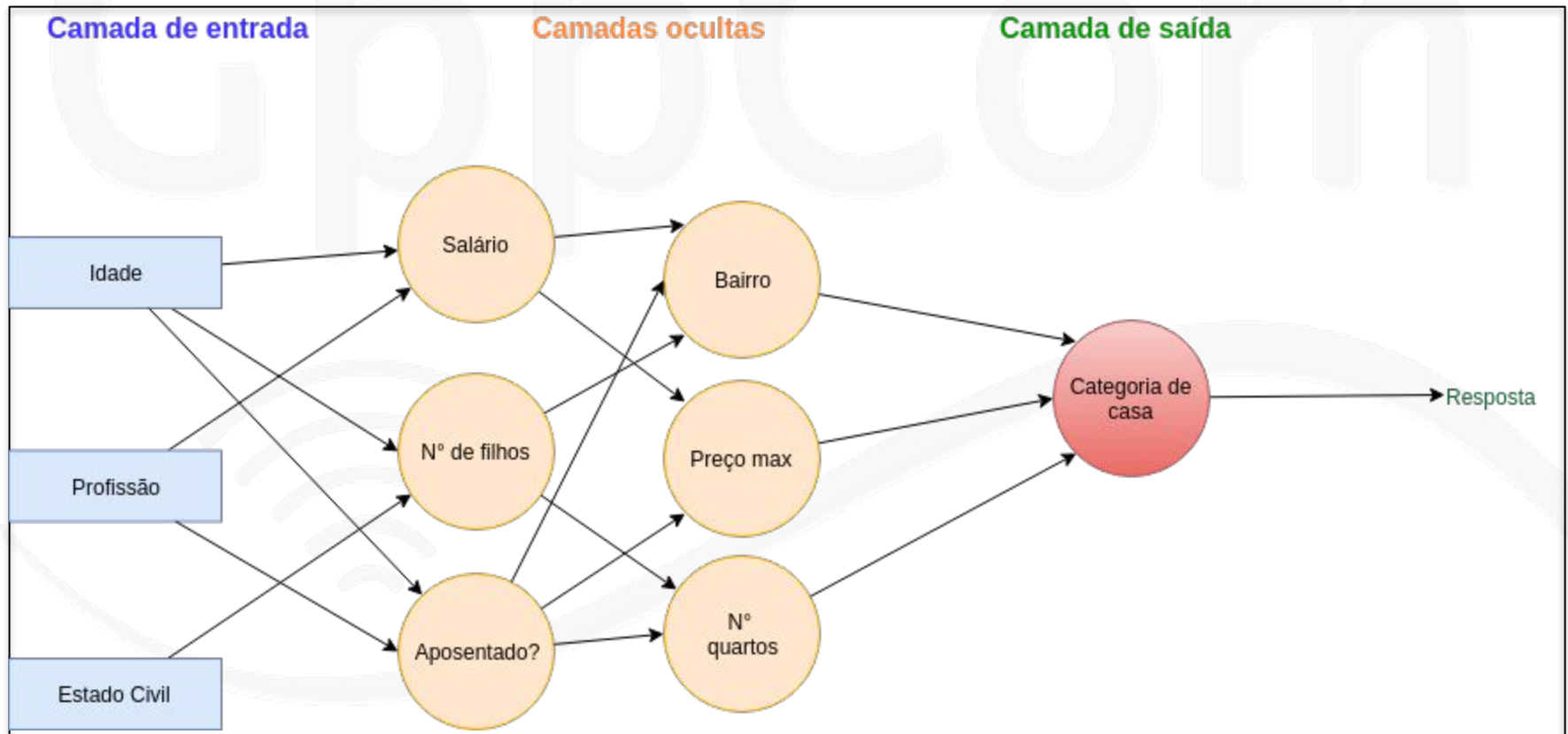
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

## Cálculo do erro



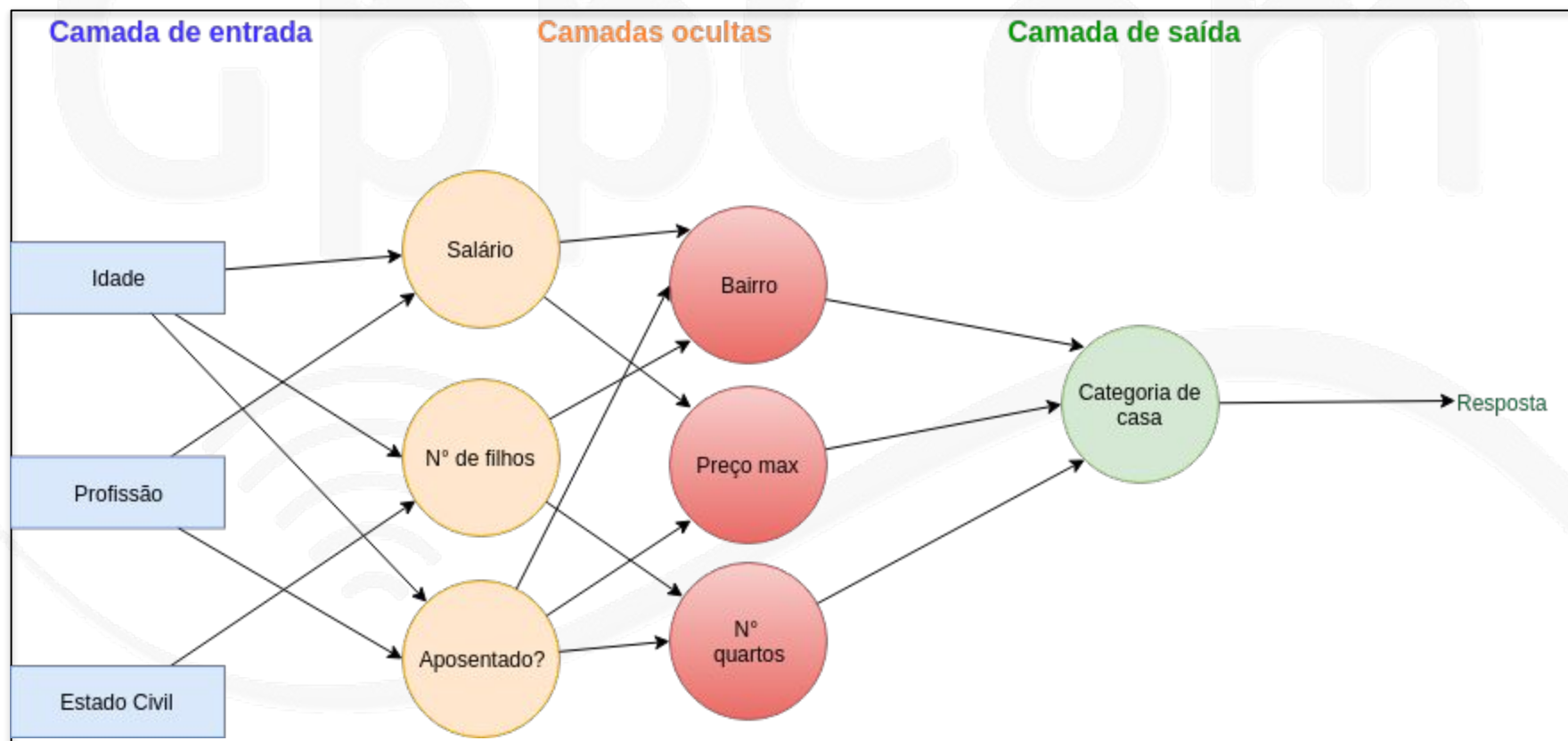
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

Retropropagação do sinal de erro



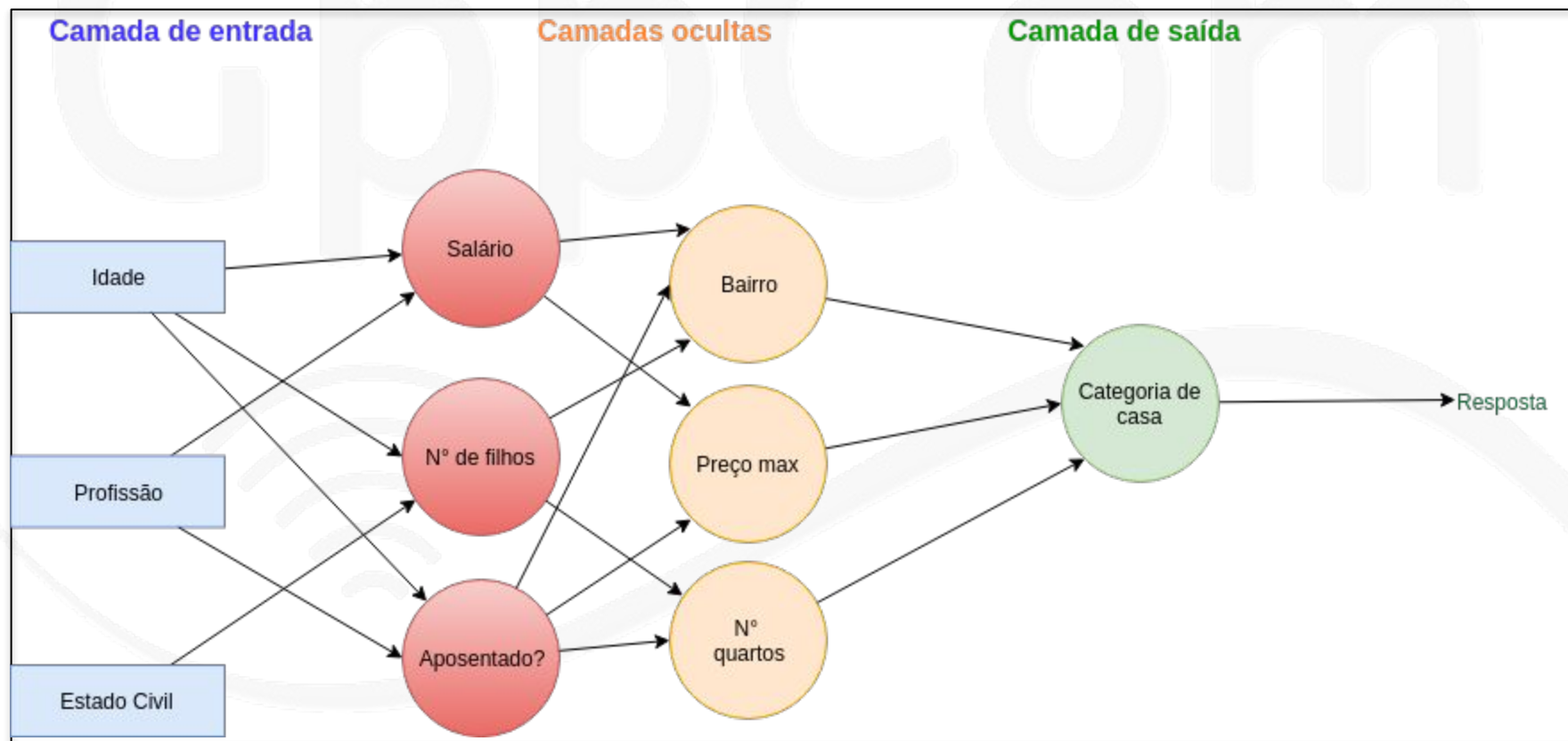
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

Retropropagação do sinal de erro



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

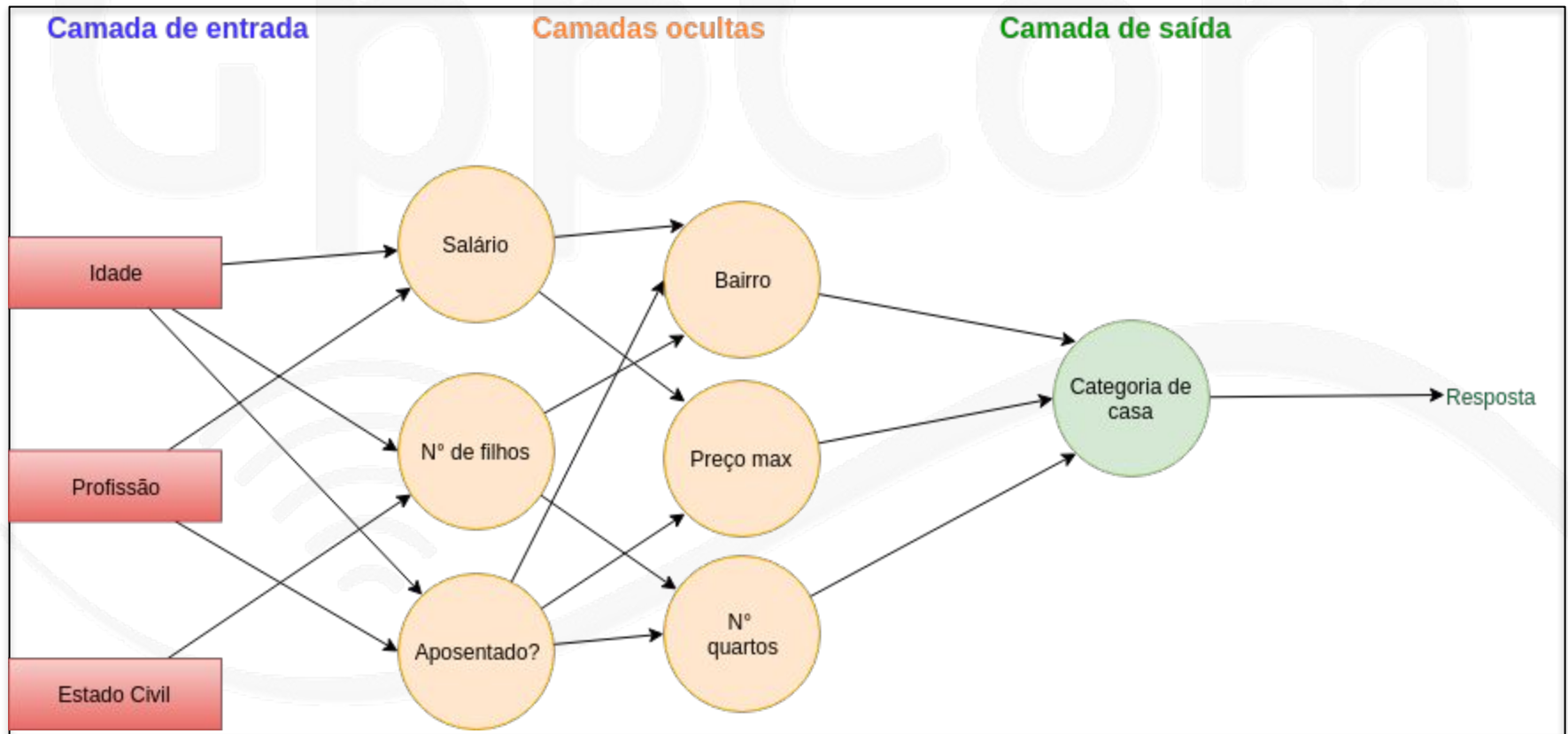
Retropropagação do sinal de erro



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.



Retropropagação do sinal de erro



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.



# Redes com Camadas Ocultas

- Backpropagation
  1. Inicialização dos pesos com números aleatórios pequenos
  2. Propagação dos sinais de entrada (inputs) pela rede
  3. Retropropagação dos sinais de erro pela rede
  4. Ajuste dos pesos
  5. Retornar ao step 2 até um critério de parada ser atingido

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Redes com Camadas Ocultas

- Backpropagation
  - Cálculo do erro
  - Ajuste dos pesos
    - Ajuste para a camada de saída
    - Ajuste para as camadas escondidas

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Redes com Camadas Ocultas

- Backpropagation
  - **Cálculo do erro**
  - Ajuste dos pesos
    - Ajuste para a camada de saída
    - Ajuste para as camadas escondidas

$$e(k) = p(k) - y(k)$$

$$E(k) = \frac{1}{2}(e(k))^2$$

# Redes com Camadas Ocultas

- Backpropagation
  - Cálculo do erro
  - **Ajuste dos pesos**
    - Ajuste para a camada de saída
    - Ajuste para as camadas escondidas

$$w_{j,i}(k+1) = w(k) + \Delta w_{j,i}(k)$$

$$\Delta w_{j,i}(k) = -\eta \frac{\partial E(k)}{\partial w_{i,j}}$$

# Redes com Camadas Ocultas

- Backpropagation
  - Cálculo do erro
  - Ajuste dos pesos
    - **Ajuste para a camada de saída**
    - Ajuste para as camadas escondidas

$$\Delta w_{j,i}(k) = \eta \delta_j(k) p(k)$$

$$\delta_j(k) = e(k) \phi' \left( \sum_{i \in J} w_{j,i}(k) a_i(k) \right)$$

# Redes com Camadas Ocultas

- Backpropagation
  - Cálculo do erro
  - Ajuste dos pesos
    - Ajuste para a camada de saída
    - **Ajuste para as camadas escondidas**

$$\Delta w_{j,i}(k) = \eta \delta_j(k) p(k)$$

$$\delta_j(k) = \phi' \left( \sum_{i \in J} w_{j,i}(k) a_i(k) \right) \left( \sum_{i \in I} \delta_i(k) w_{i,j}(k) \right)$$

O erro passa de acordo com a “força” das conexões sinápticas

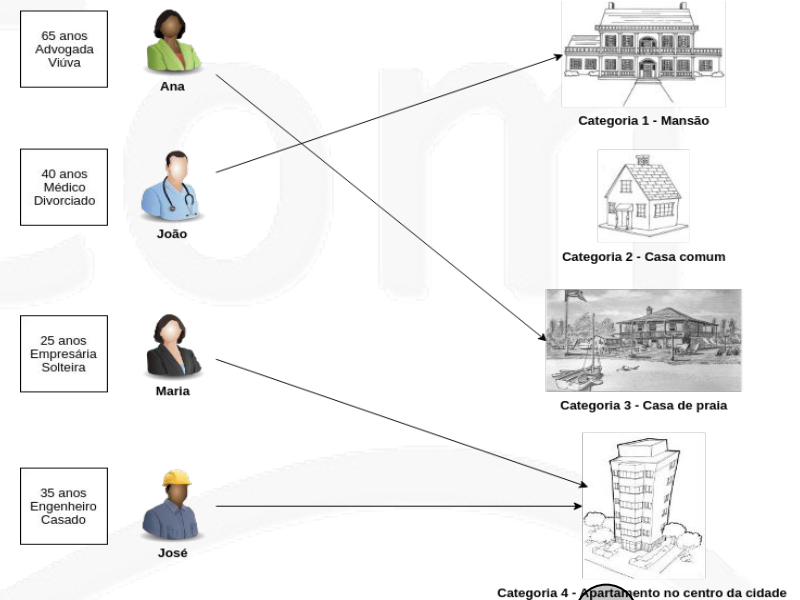
# Periodicidade do Ajuste de Pesos

- Época de treinamento
- Tamanho do batch



# Periodicidade do Ajuste de Pesos

- Época de treinamento
- Tamanho do batch

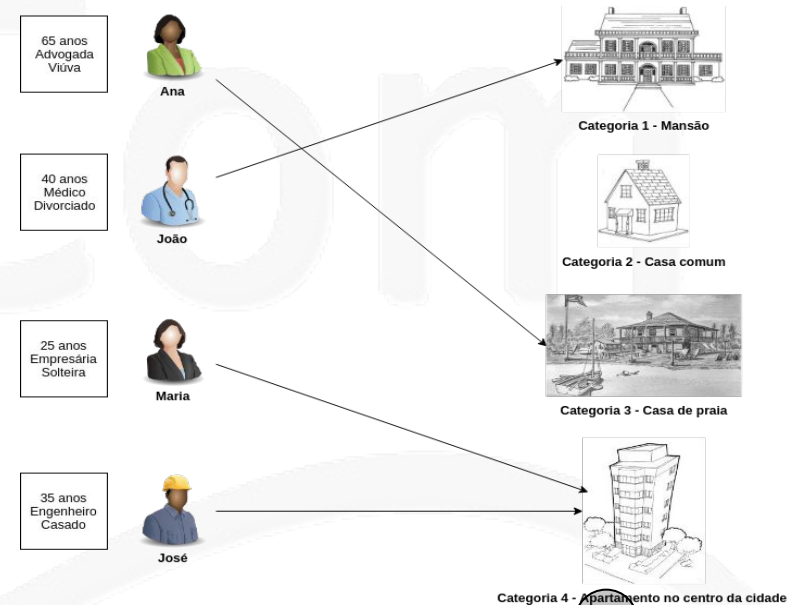


*Uma época de treinamento acontece quando todos os exemplos do conjunto de treinamento estimulam a rede.*



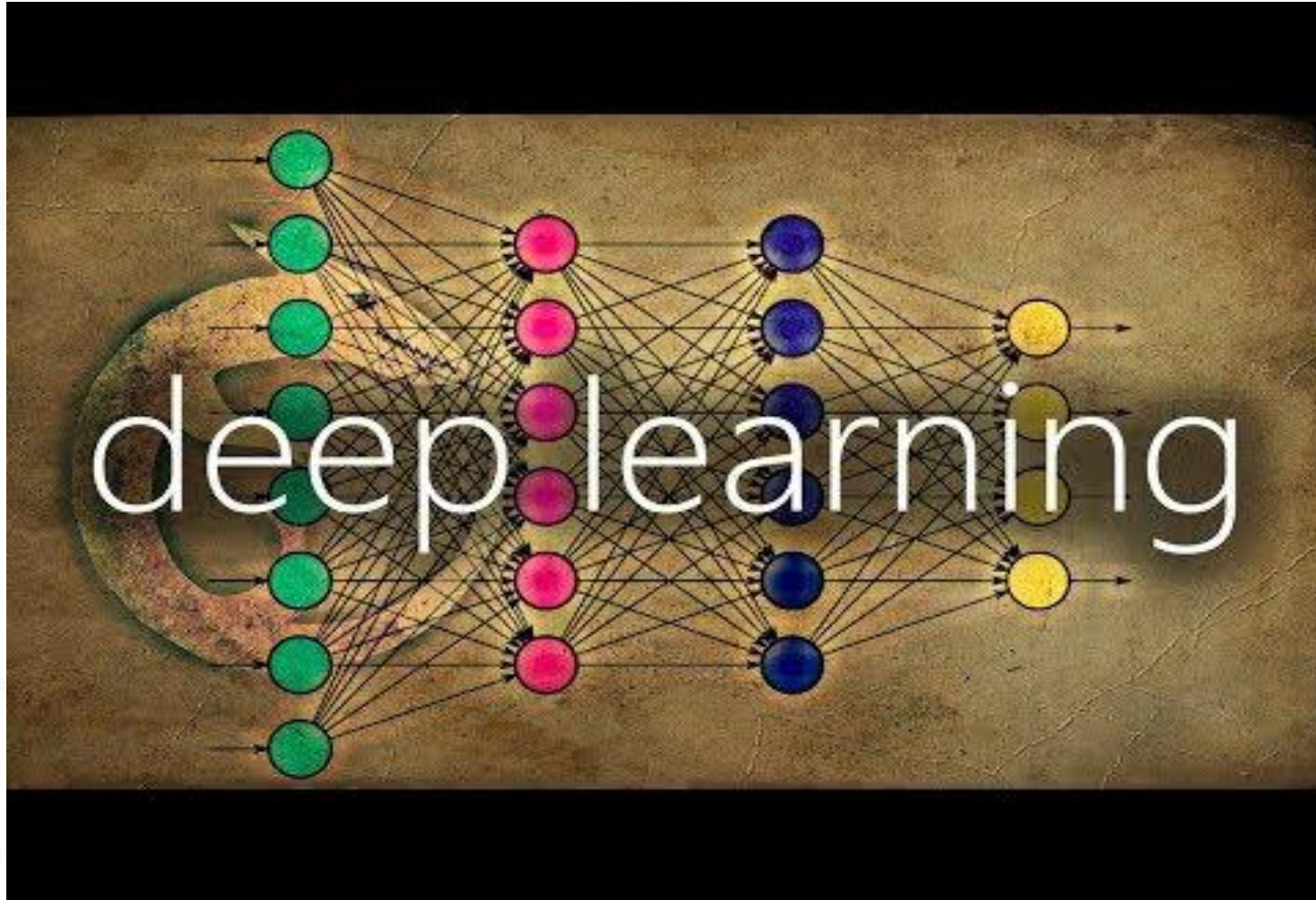
# Periodicidade do Ajuste de Pesos

- Época de treinamento
- Tamanho do batch



*Periodicidade do ajuste de pesos em em função da quantidade de exemplos inseridos na rede.*

# Periodicidade do Ajuste de Pesos



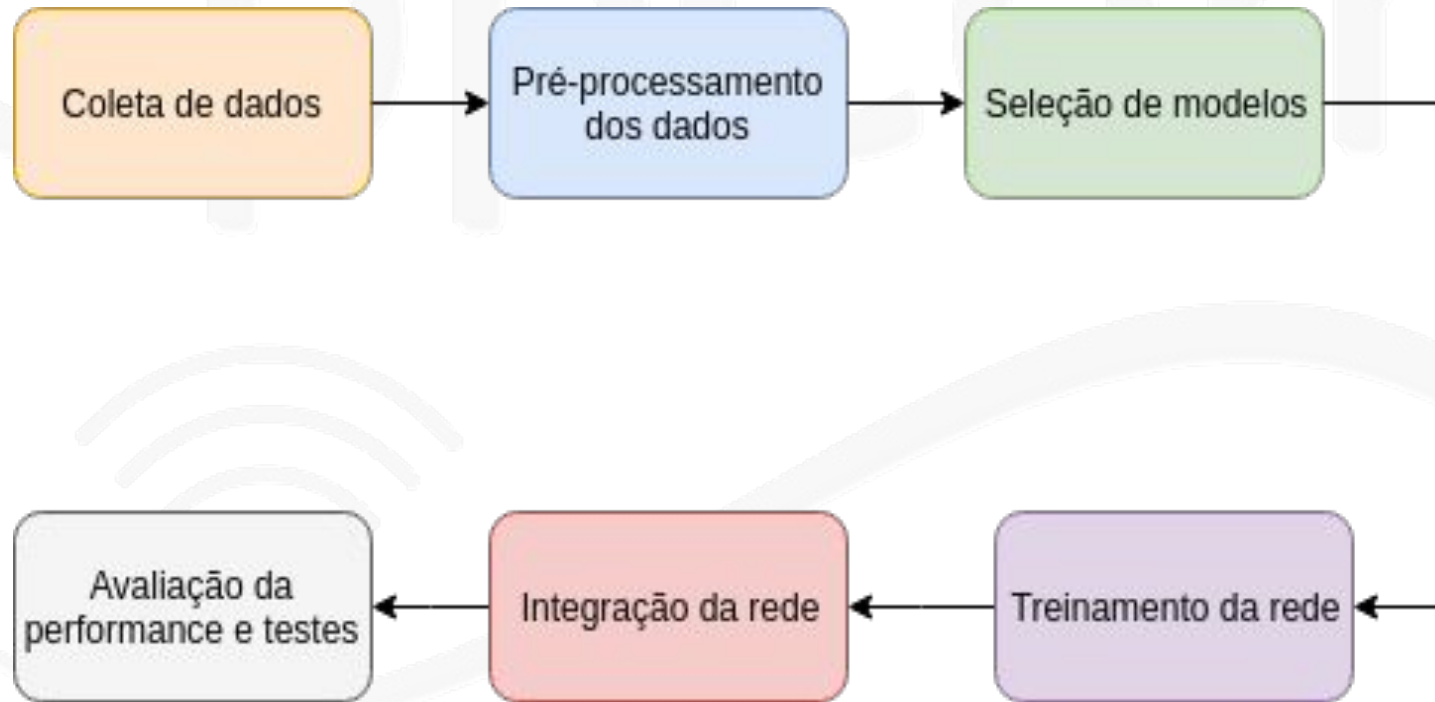
# Periodicidade do Ajuste de Pesos

- Batch learning
- Mini-batch learning
- Stochastic learning

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Hands Ons

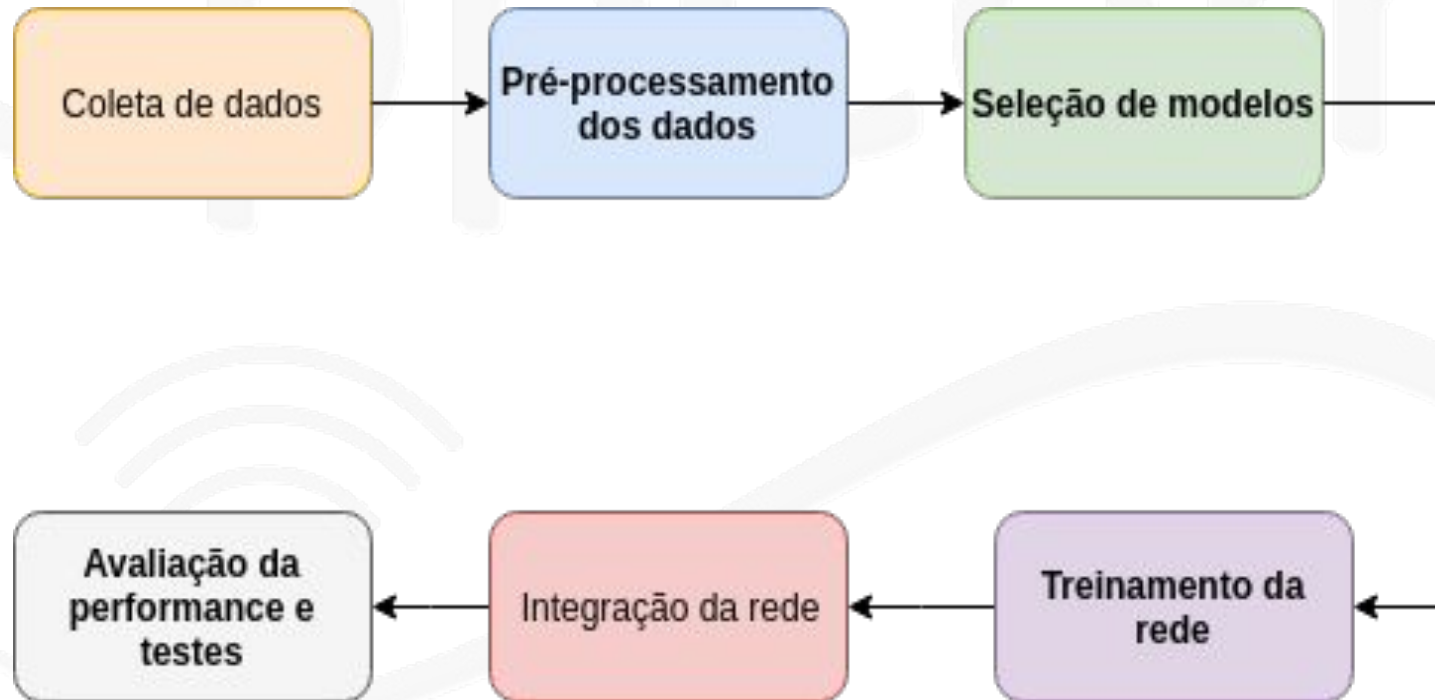
# Criação de uma rede neural



Para o caso de  
várias redes  
trabalhando em  
conjunto

Processo de  
aprendizagem

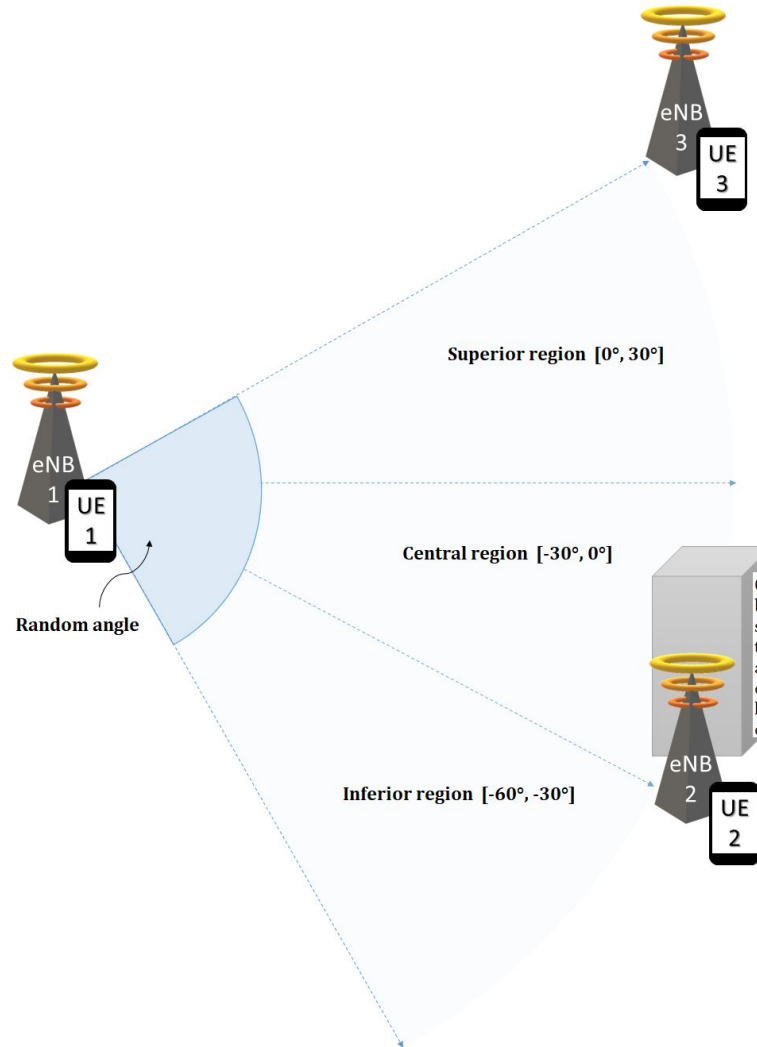
# Criação de uma rede neural



Para o caso de  
várias redes  
trabalhando em  
conjunto

Processo de  
aprendizagem

# Descrição do Problema



# Divisão dos Hands Ons

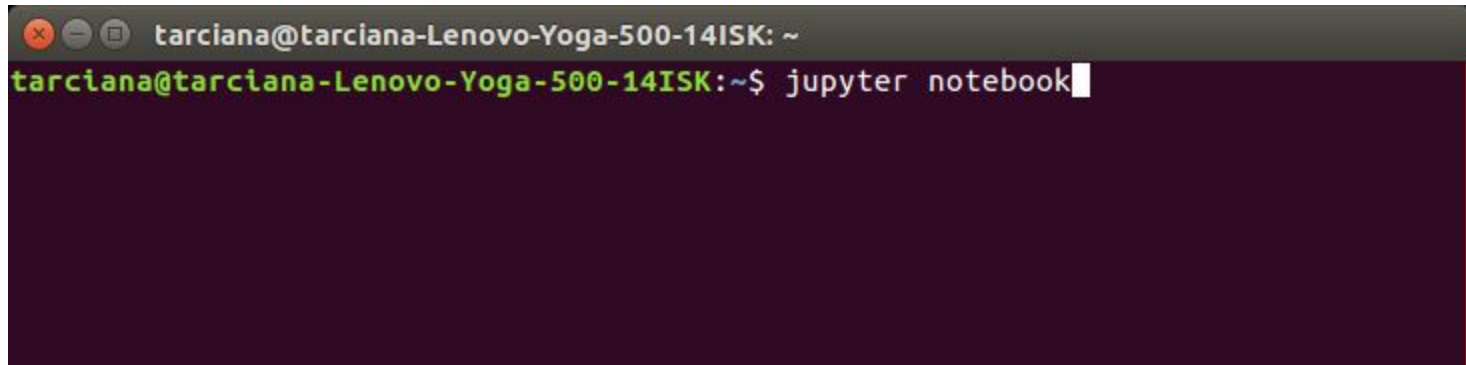
1. Pré-processamento dos dados
2. Classificação
3. Regressão
4. Seleção de modelos e análise de desempenho

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.



# Iniciando o Jupyter Notebook

- Aperte simultaneamente as teclas CTRL + ALT + T para abrir o terminal.
- Digite “jupyter notebook” e pressione ENTER.

A screenshot of a terminal window with a dark background. The title bar at the top shows window control icons and the text 'tarciana@tarciana-Lenovo-Yoga-500-14ISK: ~'. The terminal prompt is 'tarciana@tarciana-Lenovo-Yoga-500-14ISK:~\$' in green. The command 'jupyter notebook' has been entered in white, followed by a white cursor. The rest of the terminal area is empty.

```
tarciana@tarciana-Lenovo-Yoga-500-14ISK: ~  
tarciana@tarciana-Lenovo-Yoga-500-14ISK:~$ jupyter notebook
```

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.

# Iniciando o Jupyter Notebook

- Usando a janela aberta pelo jupyter no navegador, vá até a pasta **dia02**, dentro do material recém descompactado
- Dentro desta pasta, crie um novo notebook com o subitem “Python 3” do menu “new”
- Agora você já está pronto para começar os hands ons!



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções para Comunicação.

# Sobre o GppCom

- A meta do GppCom é criar na UFRN um ambiente de P&D&I através de prototipagem rápida baseada em simulação via software e hardware nas áreas de sistemas de comunicação e processamento digital de sinais e imagens. O Grupo é formado pelos professores: Vicente Angelo de Sousa Junior (coordenador), Luiz Gonzaga de Queiroz Silveira Junior (vice-coordenador), Luiz Felipe de Queiroz Silveira, Marcio Eduardo da Costa Rodrigues, Adaildo Gomes D'Assunção (pesquisador associado), Cláudio Rodrigues Muniz da Silva (pesquisador associado), Cristhianne de Fátima Linhares de Vasconcelos (pesquisador associado). O GppCom está de portas abertas para novas parcerias, conheça o portfolio do grupo.
- **Contato:** vicente.gppcom@gmail.com

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções  
para Comunicação.