

Redes Neurais e Aprendizagem Profunda

REDES NEURAIS RECORRENTES

INTRODUÇÃO

Zenilton K. G. Patrocínio Jr
zenilton@pucminas.br

Arquitetura de Redes Neurais

Redes Neurais típicas (como as “*Feed-Forward*”) são grafos acíclicos direcionados, o que significa a existência de uma ordenação topológica

Arquitetura de Redes Neurais

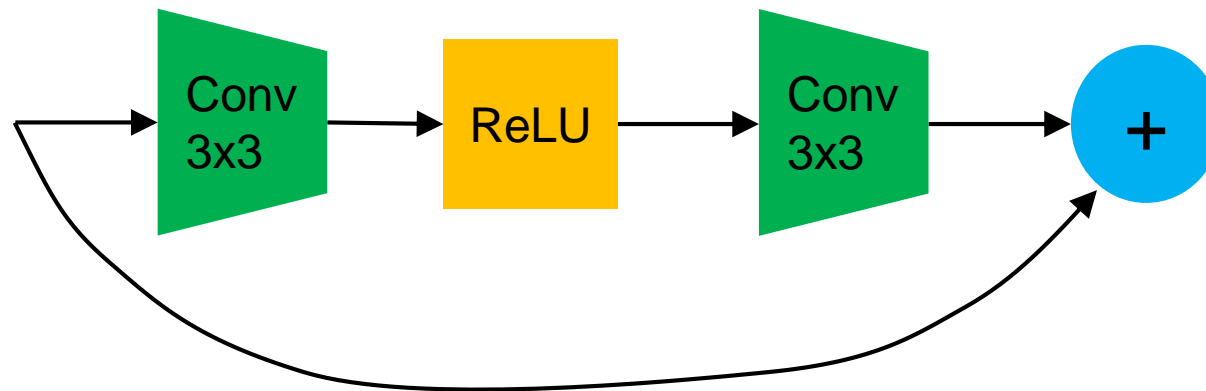
Redes Neurais típicas (como as “*Feed-Forward*”) são grafos acíclicos direcionados, o que significa a existência de uma ordenação topológica

Essa ordenação topológica pode ser usada para cálculo de ativações (no “*forward pass*”) e de gradientes (no “*backward pass*”).

Arquitetura de Redes Neurais

Redes Neurais típicas (como as “*Feed-Forward*”) são grafos acíclicos direcionados, o que significa a existência de uma ordenação topológica

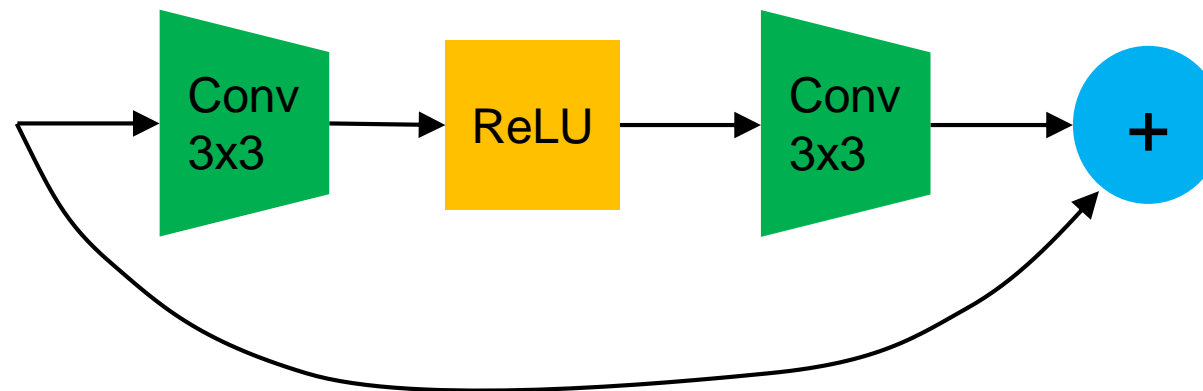
Essa ordenação topológica pode ser usada para cálculo de ativações (no “*forward pass*”) e de gradientes (no “*backward pass*”).



Arquitetura de Redes Neurais

Redes Neurais típicas (como as “*Feed-Forward*”) são grafos acíclicos direcionados, o que significa a existência de uma ordenação topológica

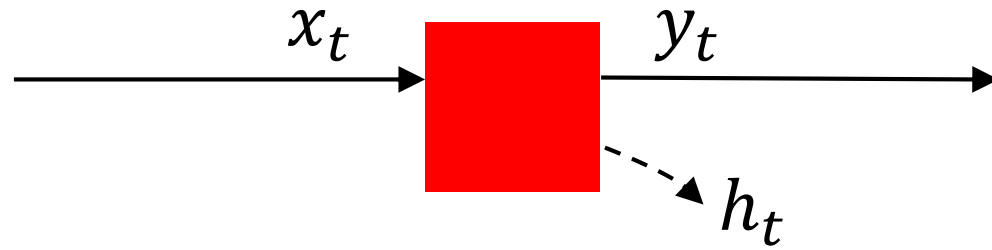
Essa ordenação topológica pode ser usada para cálculo de ativações (no “*forward pass*”) e de gradientes (no “*backward pass*”).



Essas redes processam um lote de entrada (ou ***minibatch***) a cada vez

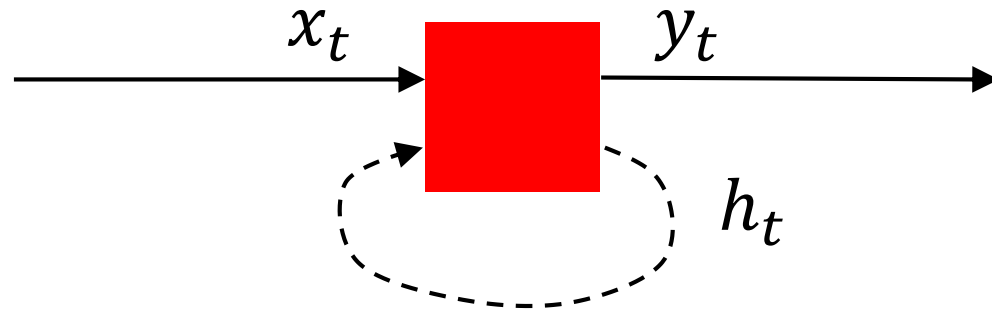
Redes Neurais Recorrentes

Redes recorrentes introduzem a presença de ciclos e a noção de tempo



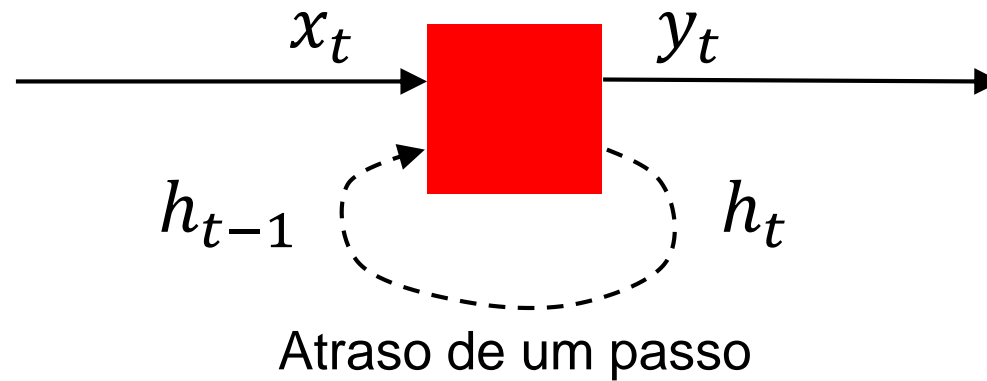
Redes Neurais Recorrentes

Redes recorrentes introduzem a presença de ciclos e a noção de tempo



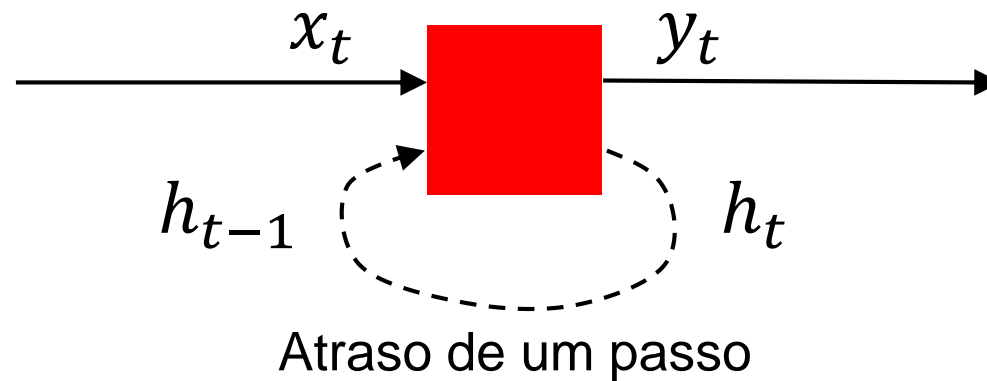
Redes Neurais Recorrentes

Redes recorrentes introduzem a presença de ciclos e a noção de tempo



Redes Neurais Recorrentes

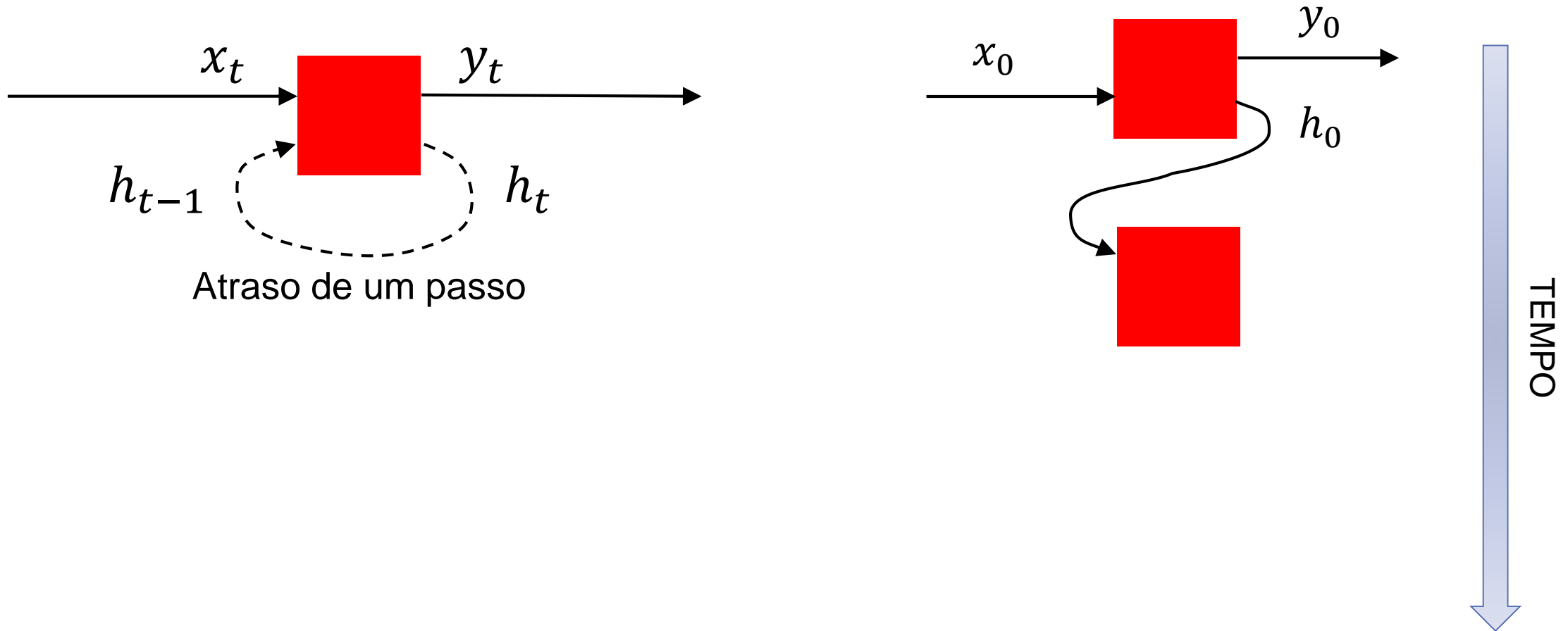
Redes recorrentes introduzem a presença de ciclos e a noção de tempo



Elas são projetadas para processar sequências de dados x_1, \dots, x_n e podem produzir sequências de saídas y_1, \dots, y_m

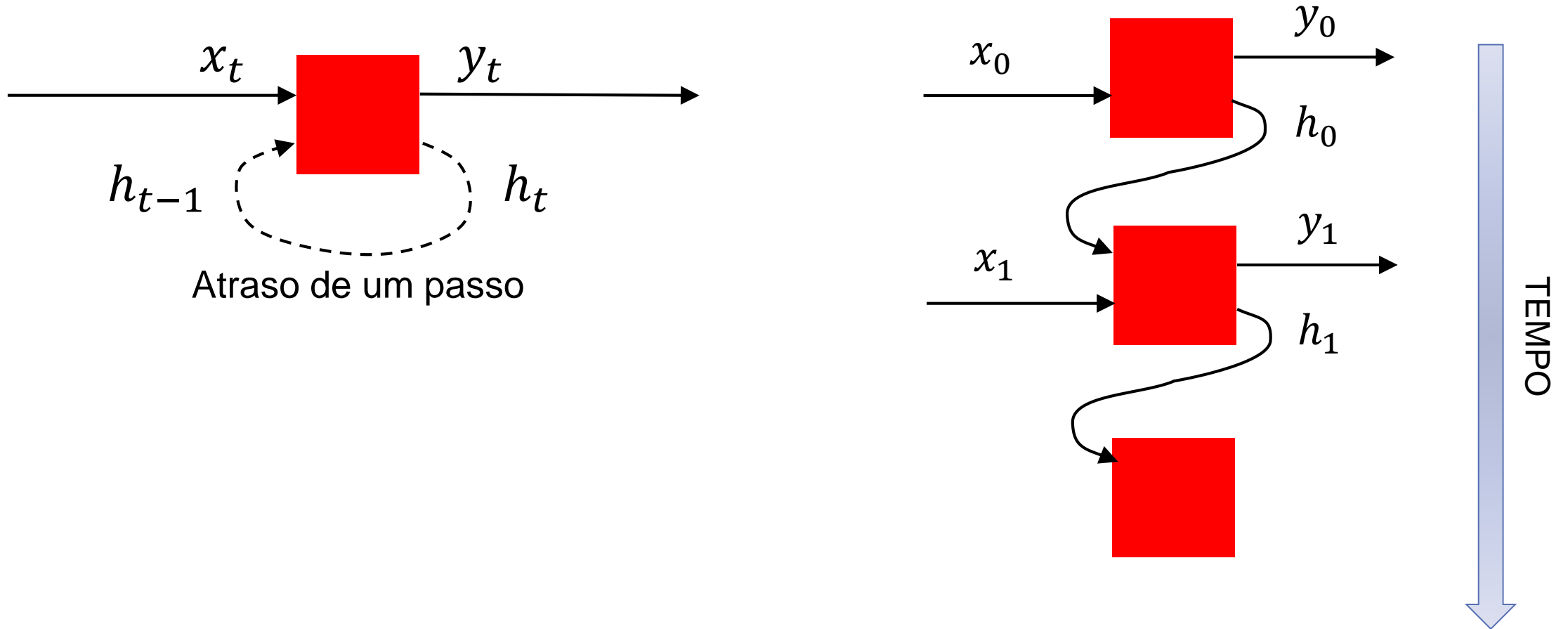
Redes Neurais Recorrentes

Rede recorrente pode ser “estendida” em várias etapas de tempo



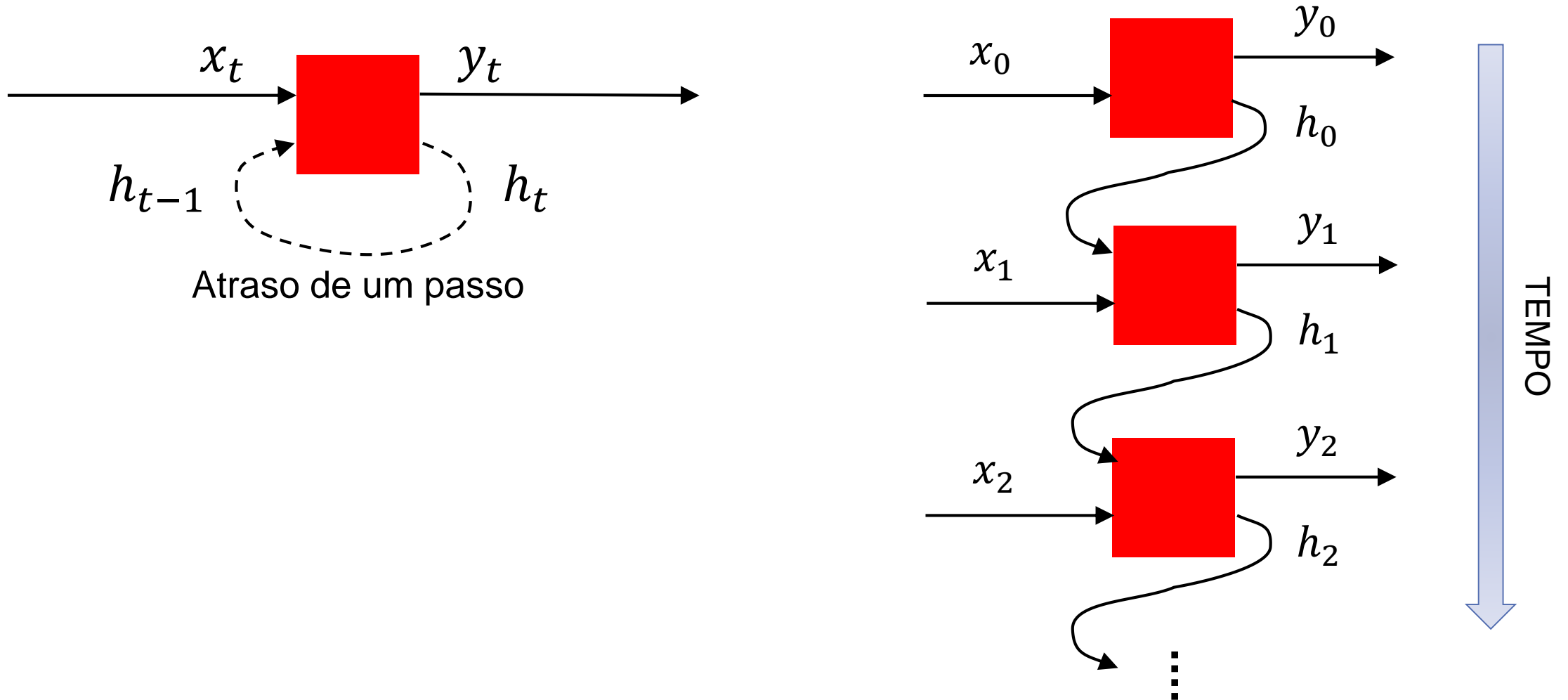
Redes Neurais Recorrentes

Rede recorrente pode ser “estendida” em várias etapas de tempo



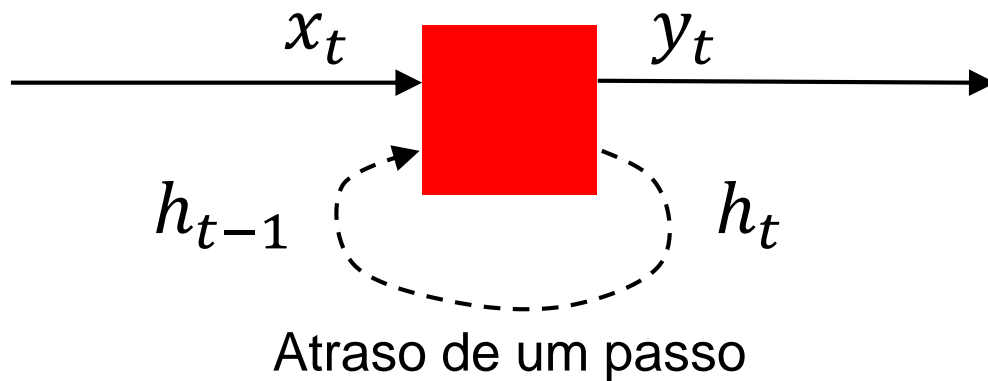
Redes Neurais Recorrentes

Rede recorrente pode ser “estendida” em várias etapas de tempo

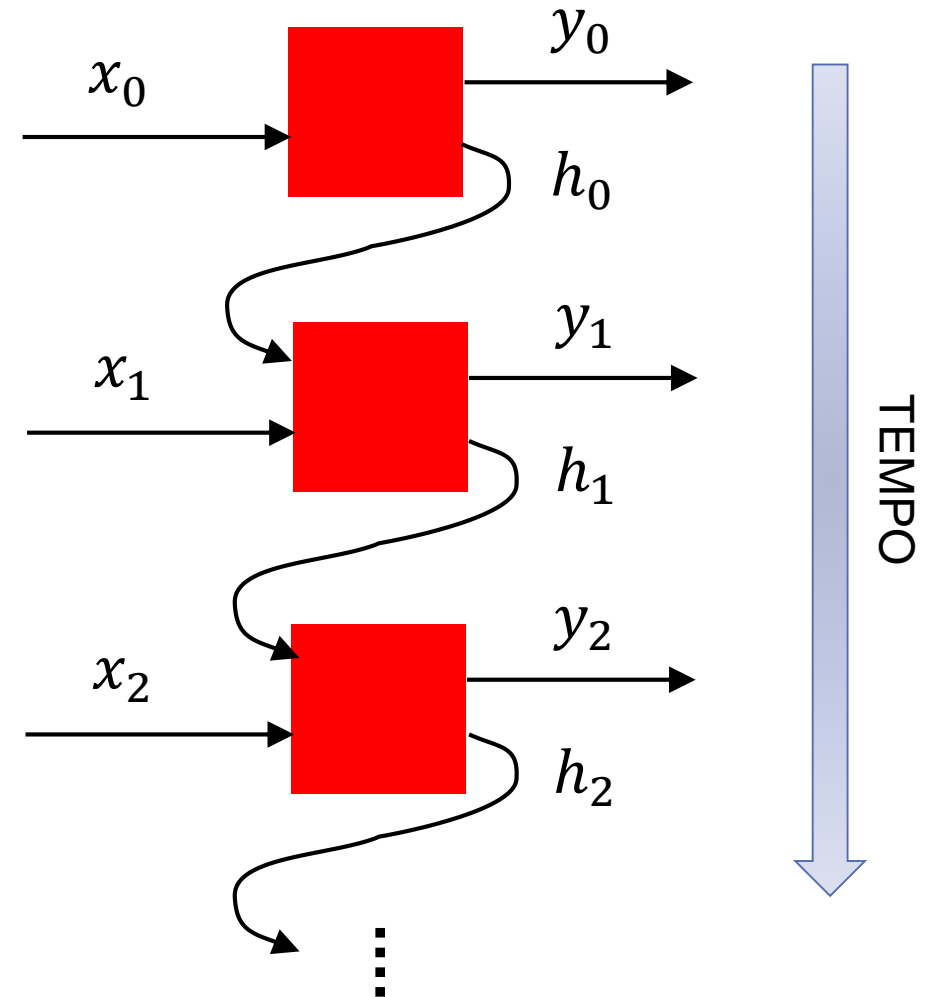


Redes Neurais Recorrentes

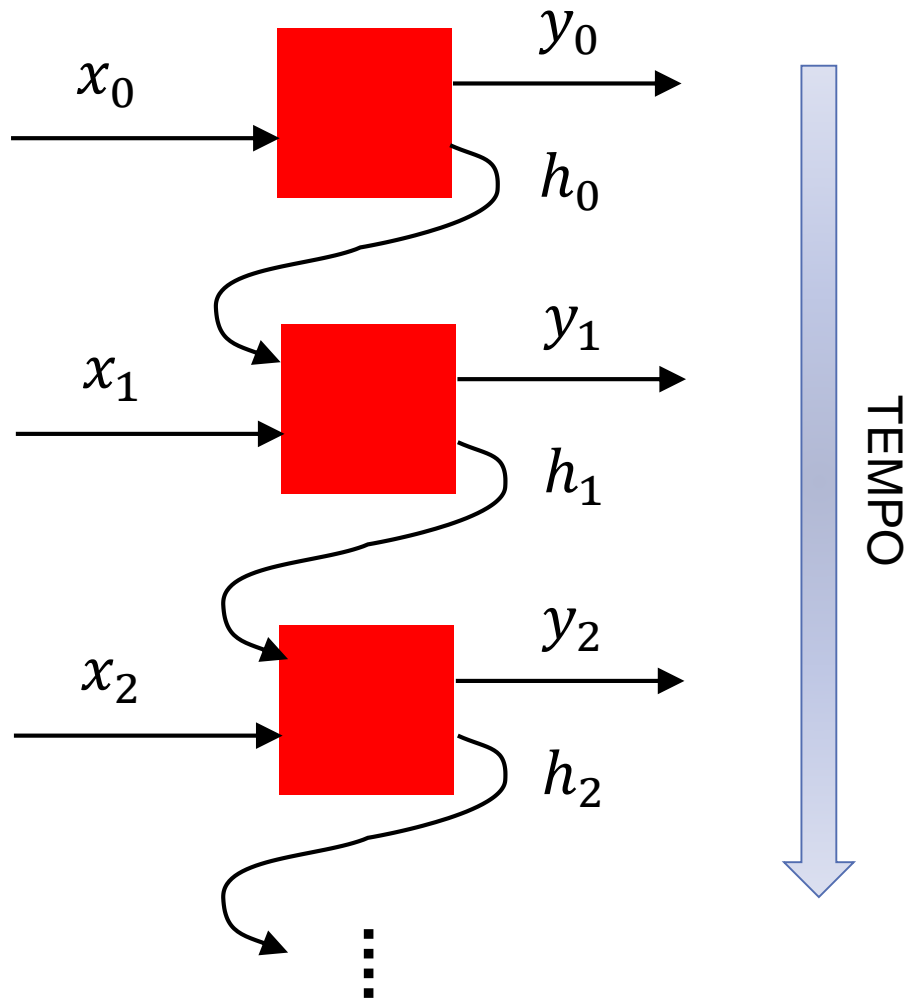
Rede recorrente pode ser “estendida” em várias etapas de tempo



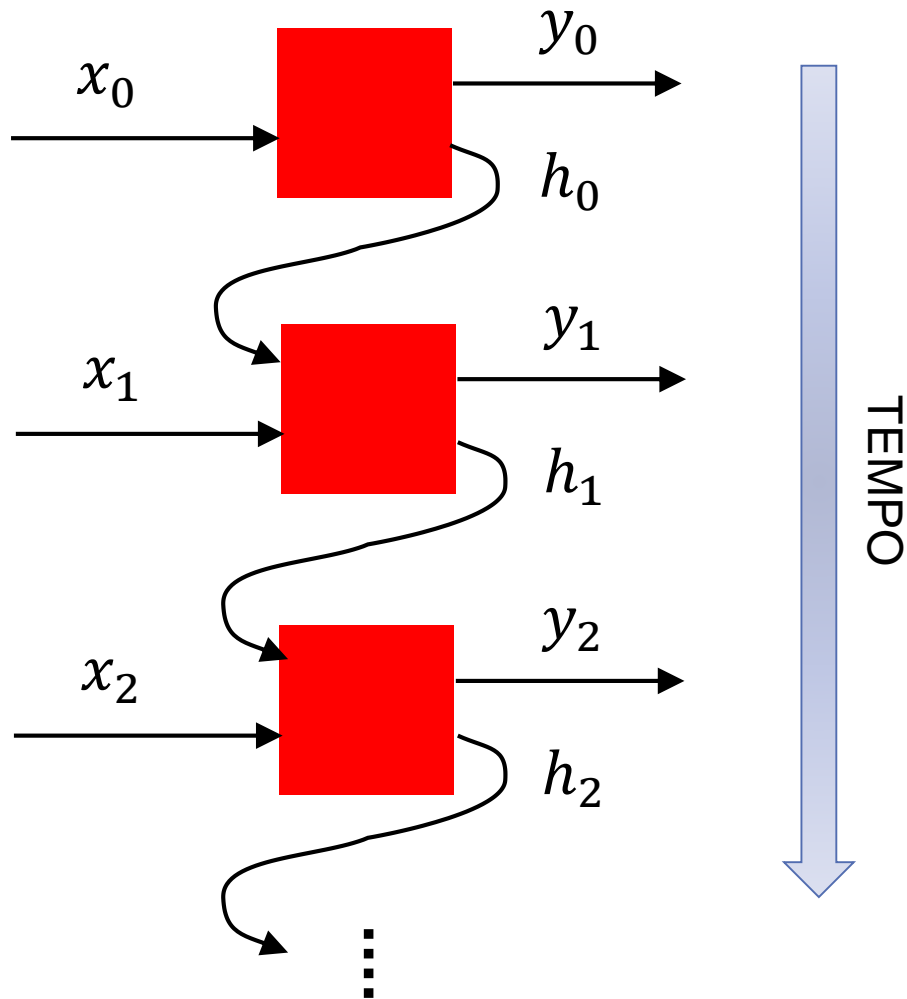
- Assim se produz um grafo acíclico direcionado que da suporte à propagação retrógrada
- Porém seu tamanho dependerá do comprimento da sequência de entrada



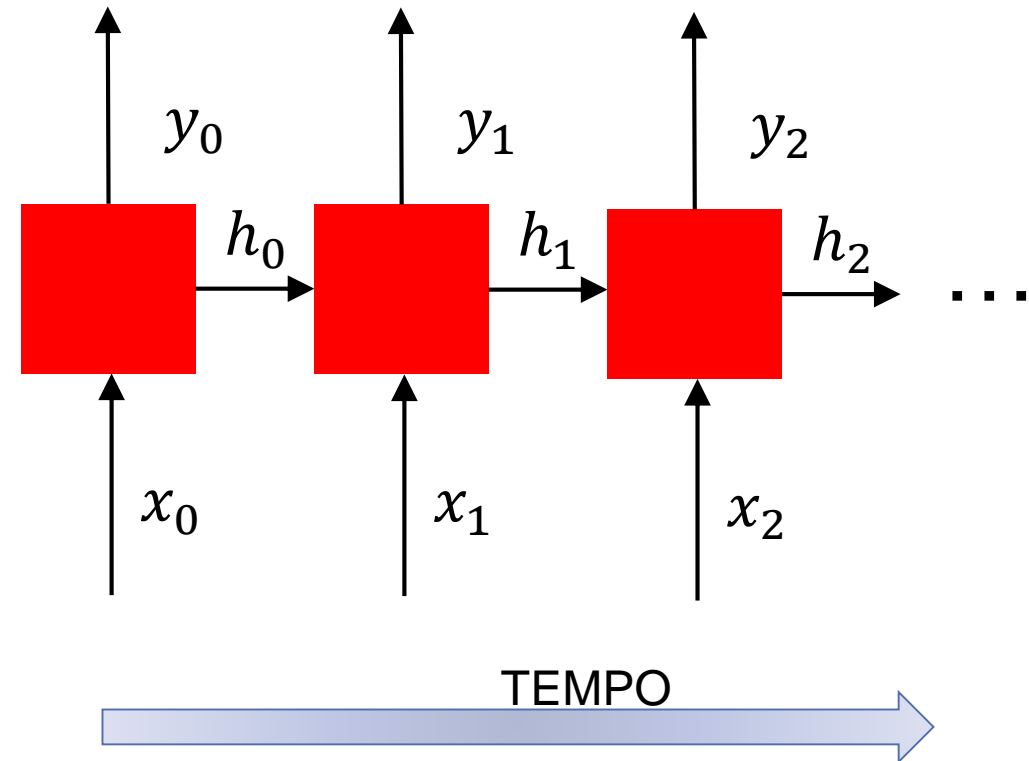
Redes Neurais Recorrentes



Redes Neurais Recorrentes

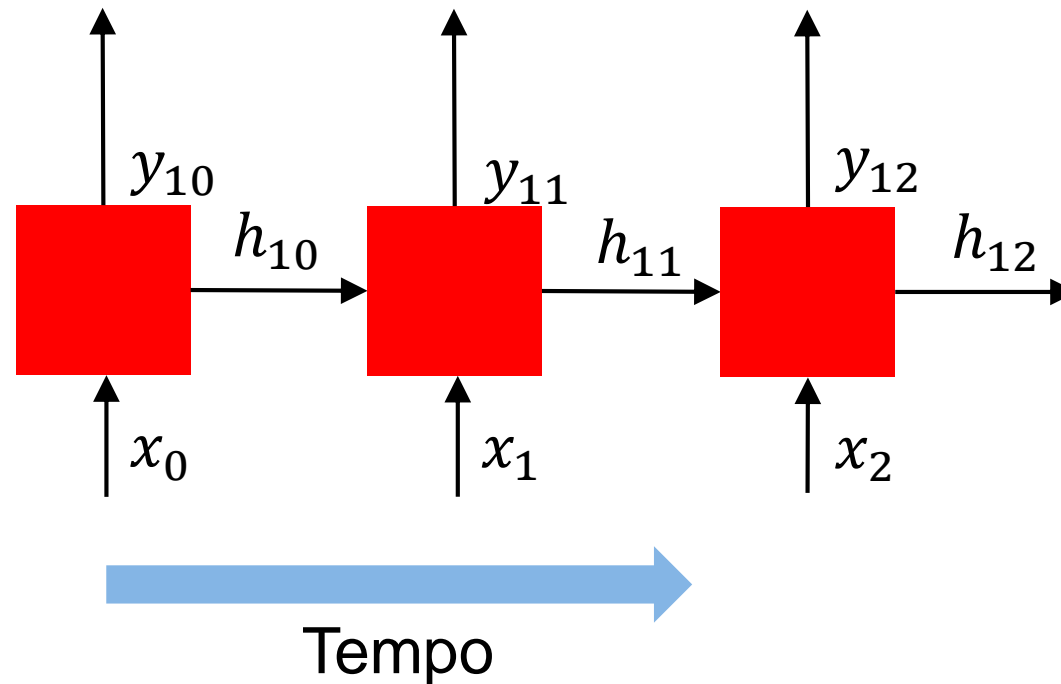


Rede “estendida” é geralmente representada na horizontal:



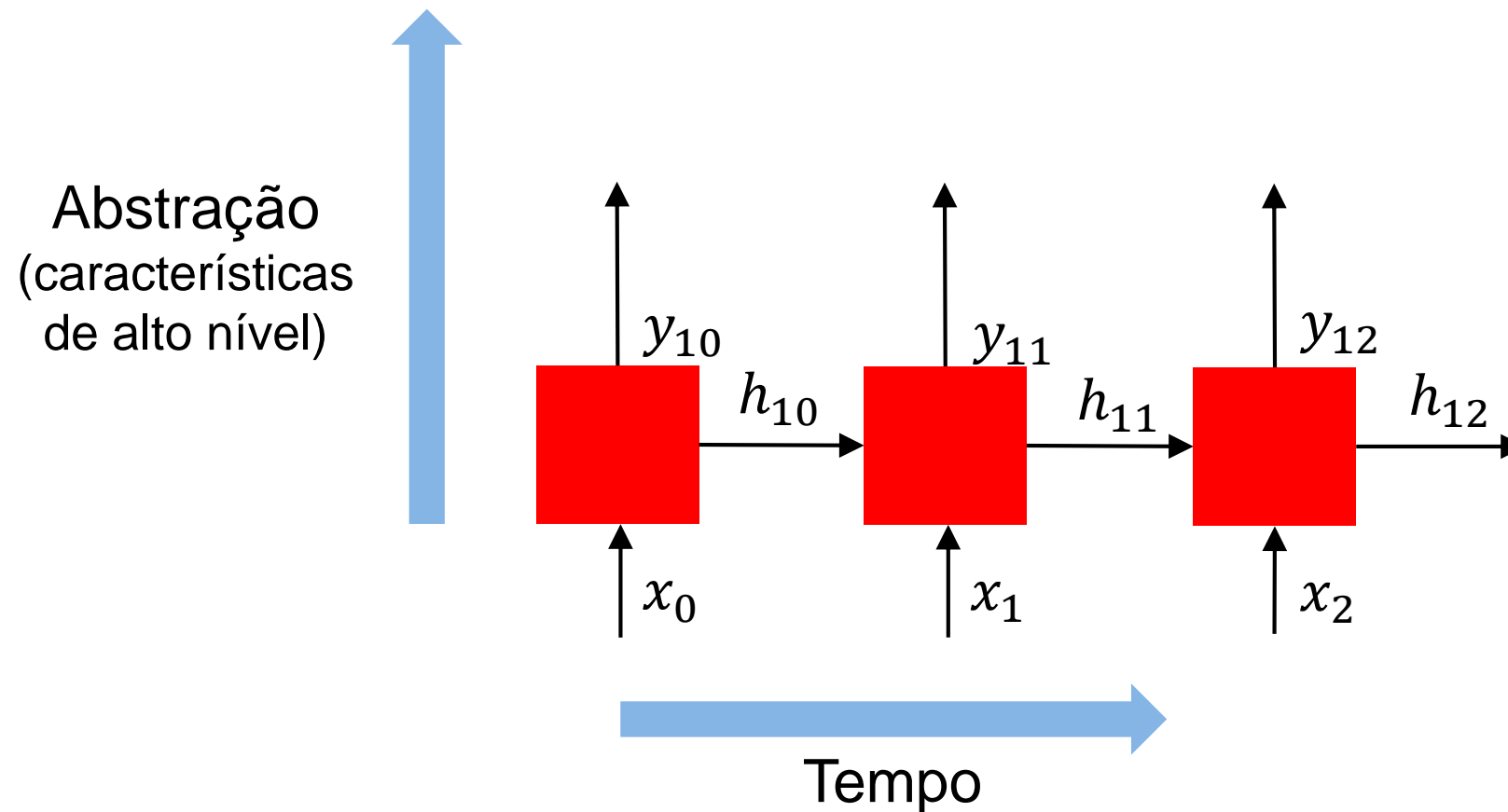
Estrutura de Redes Recorrentes

Camadas pode ser empilhadas (verticalmente) produzindo versões profundas



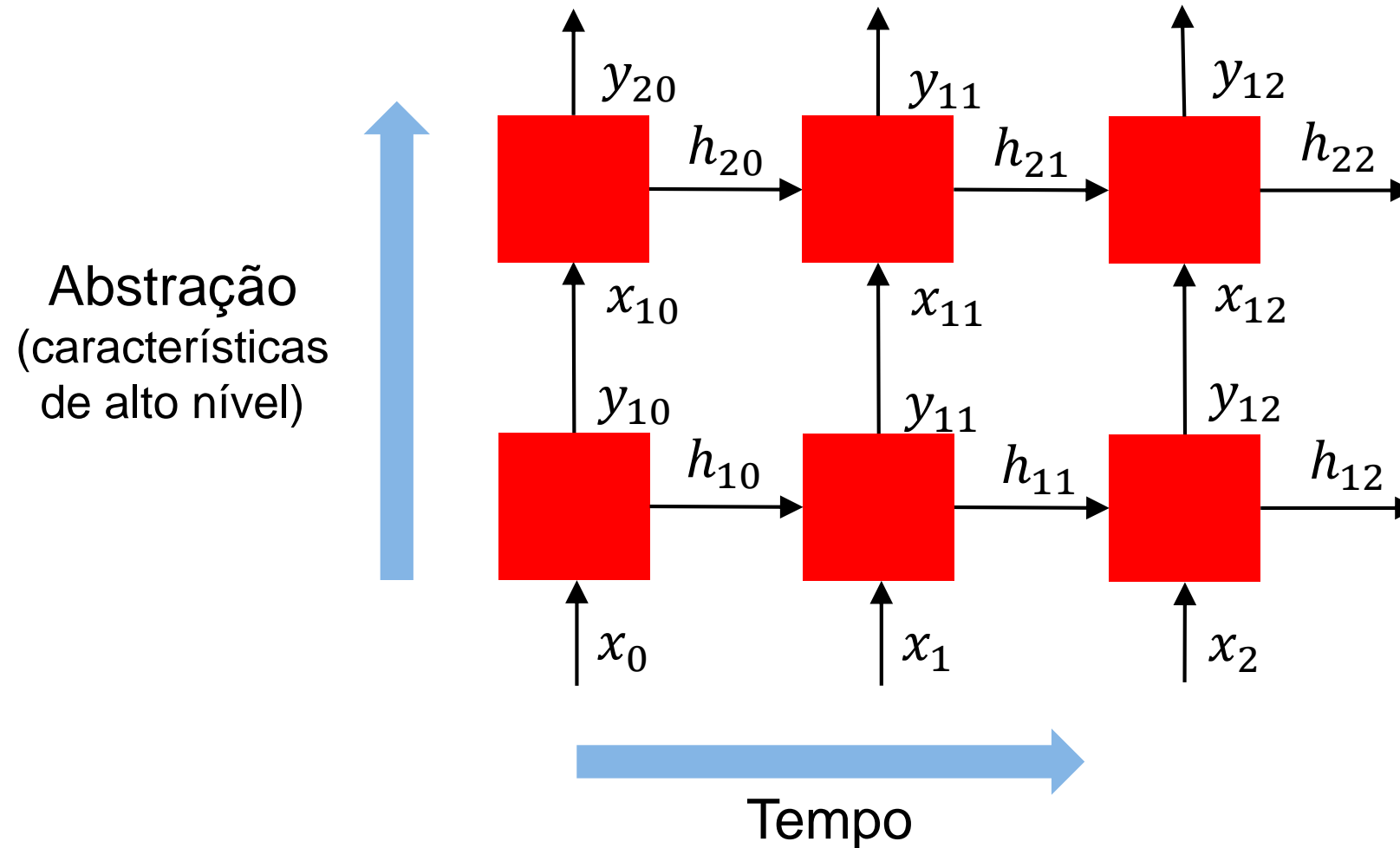
Estrutura de Redes Recorrentes

Camadas pode ser empilhadas (verticalmente) produzindo versões profundas



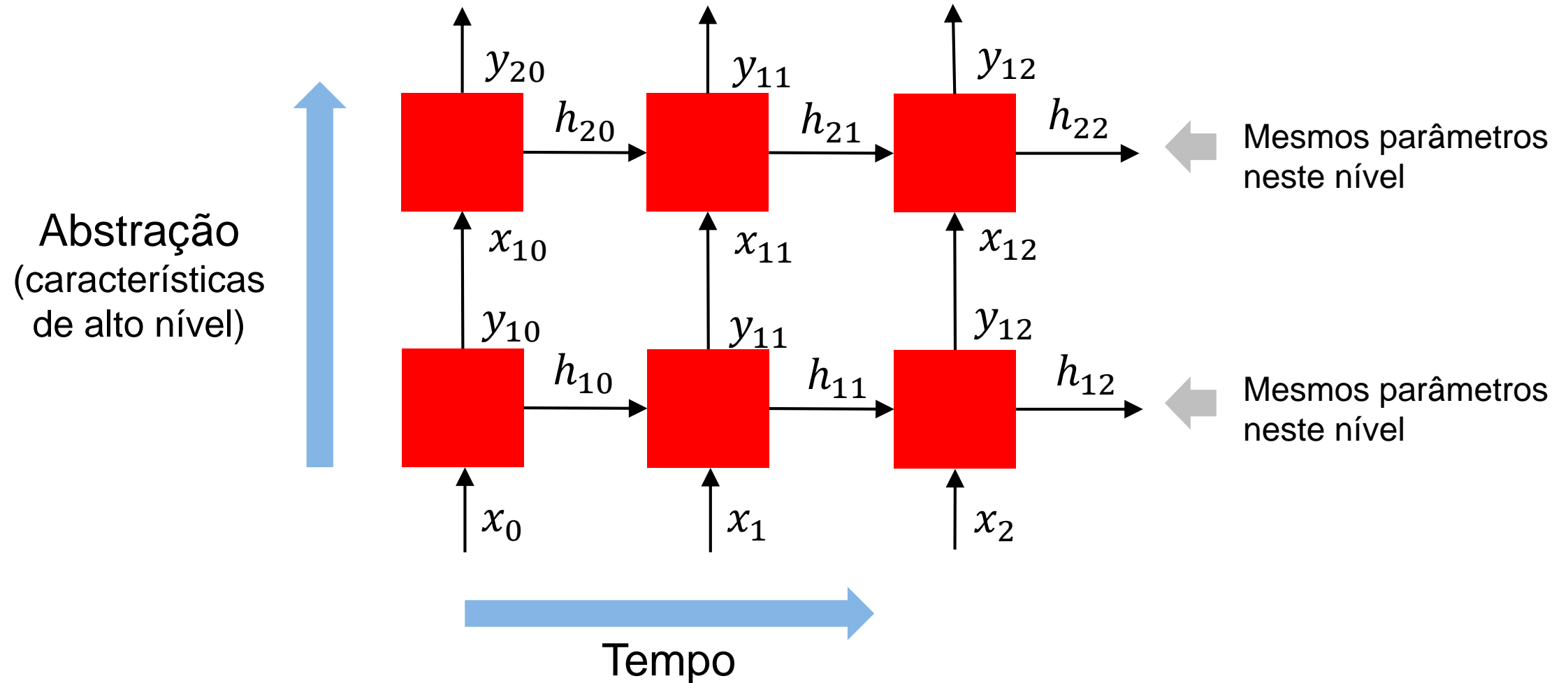
Estrutura de Redes Recorrentes

Camadas pode ser empilhadas (verticalmente) produzindo versões profundas



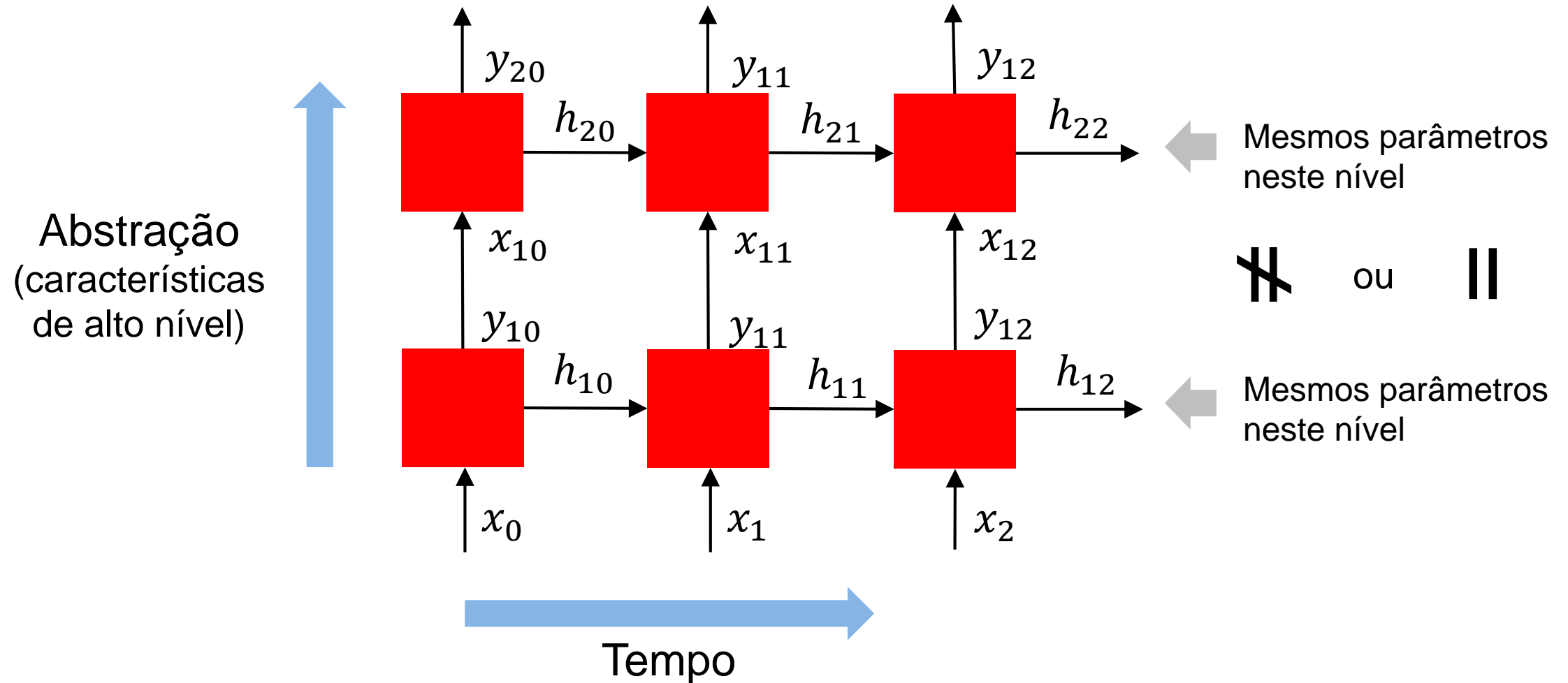
Estrutura de Redes Recorrentes

Camadas pode ser empilhadas (verticalmente) produzindo versões profundas



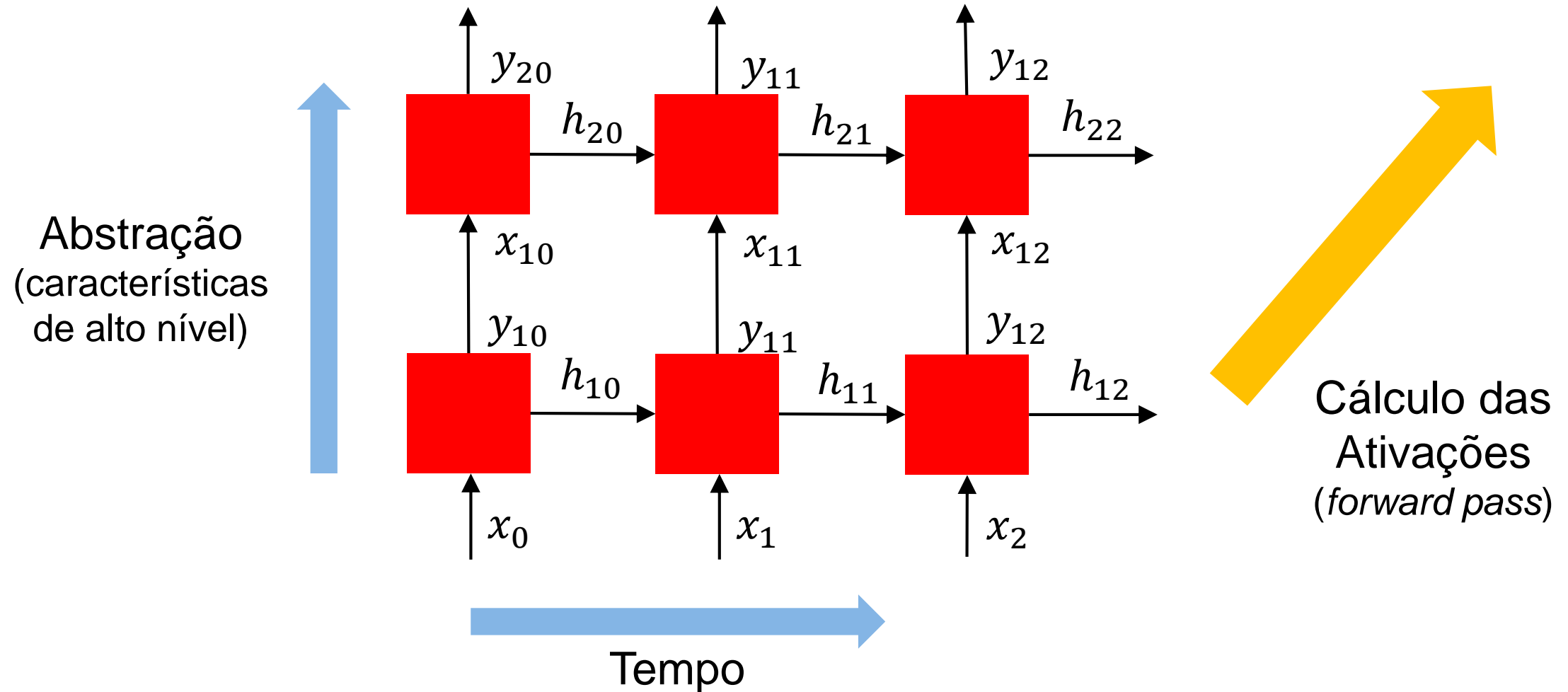
Estrutura de Redes Recorrentes

Camadas pode ser empilhadas (verticalmente) produzindo versões profundas



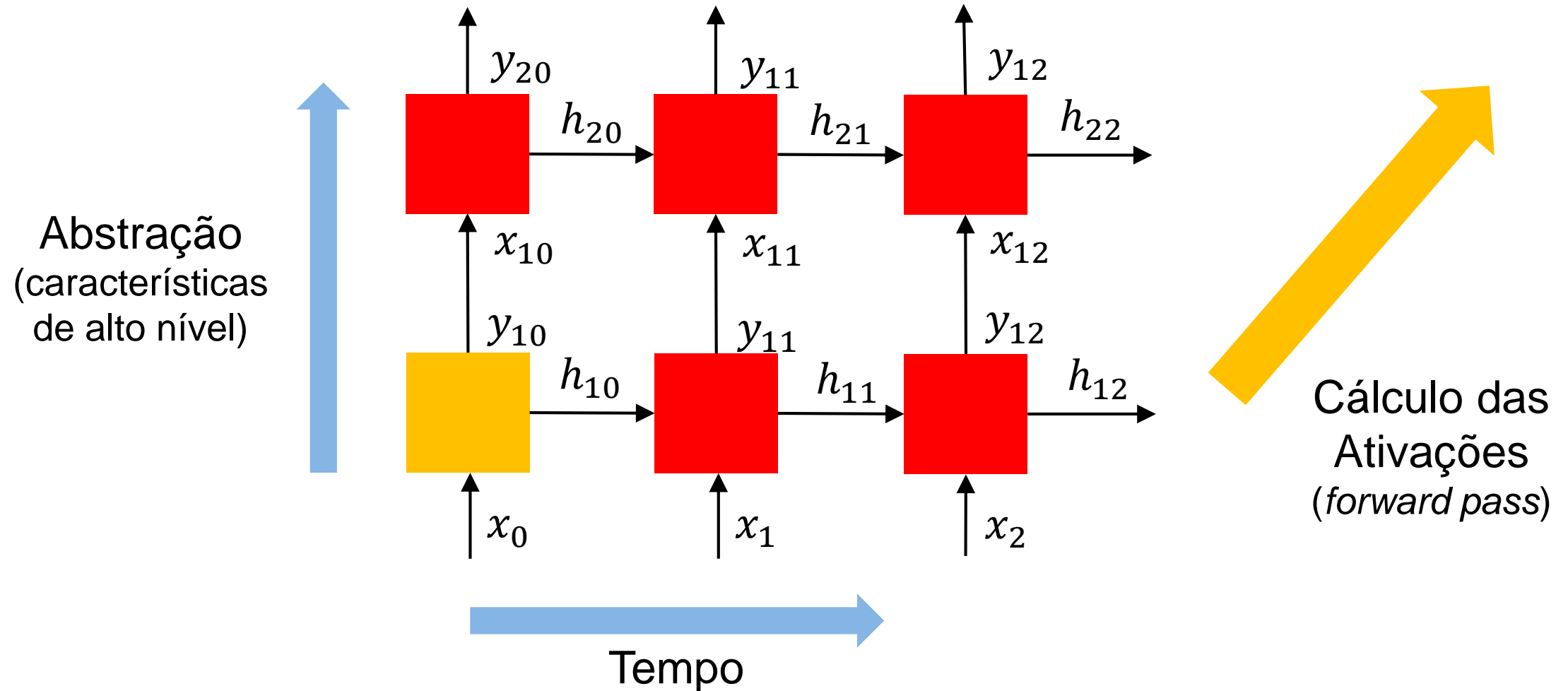
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



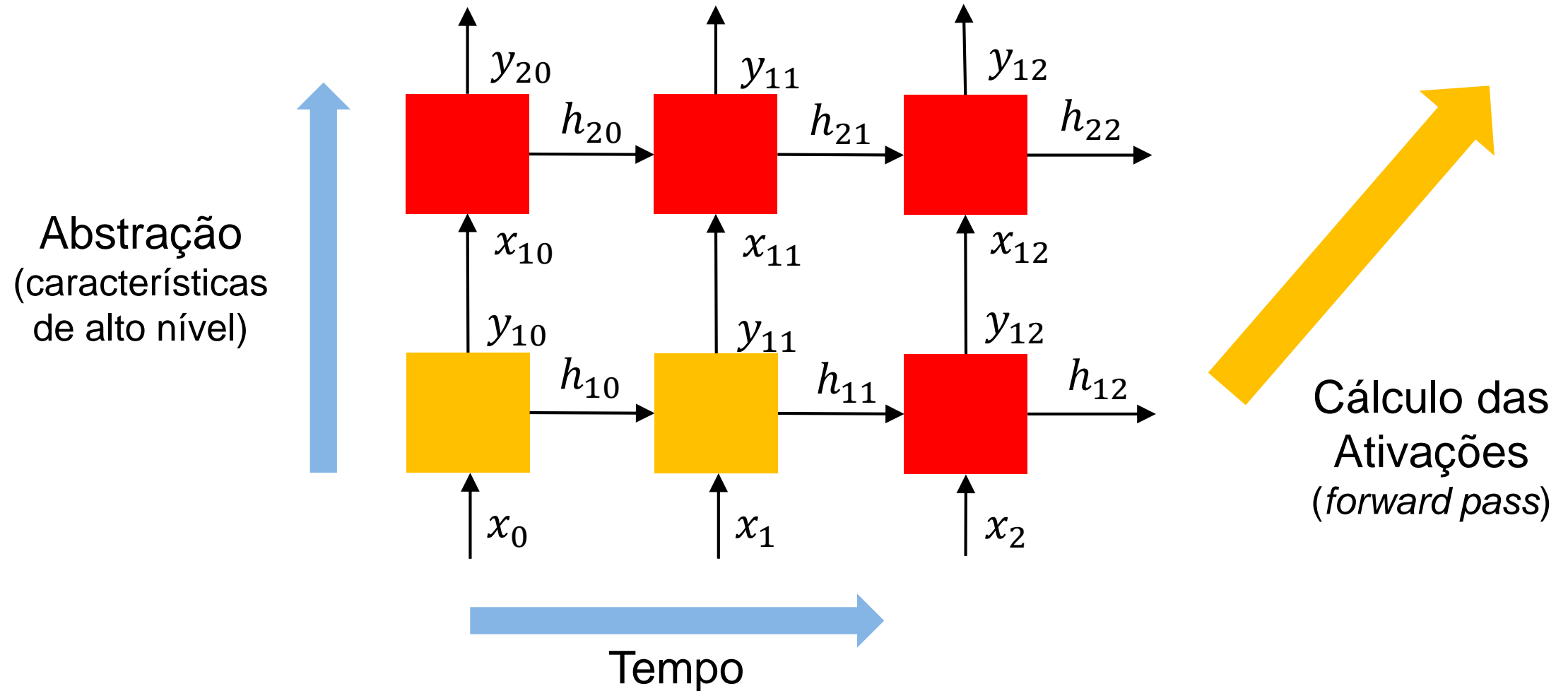
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



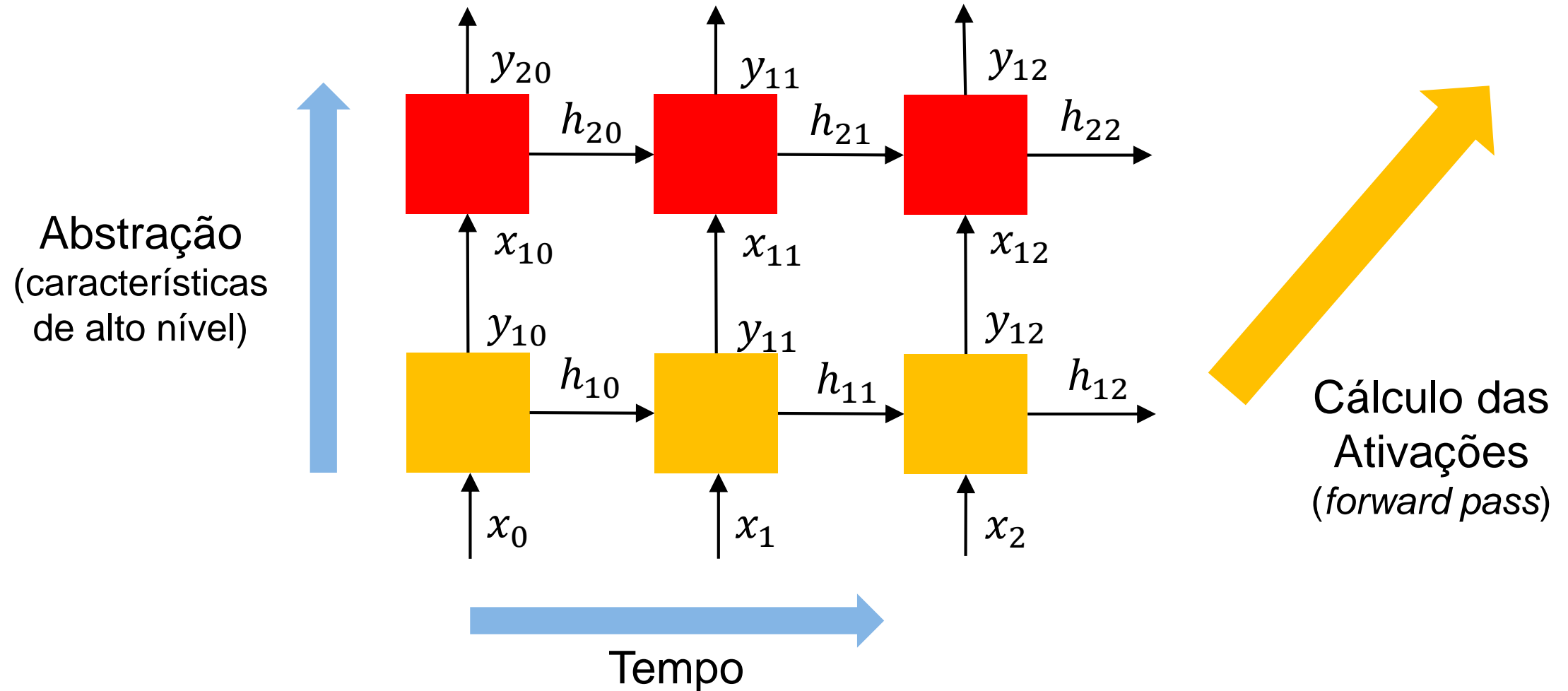
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



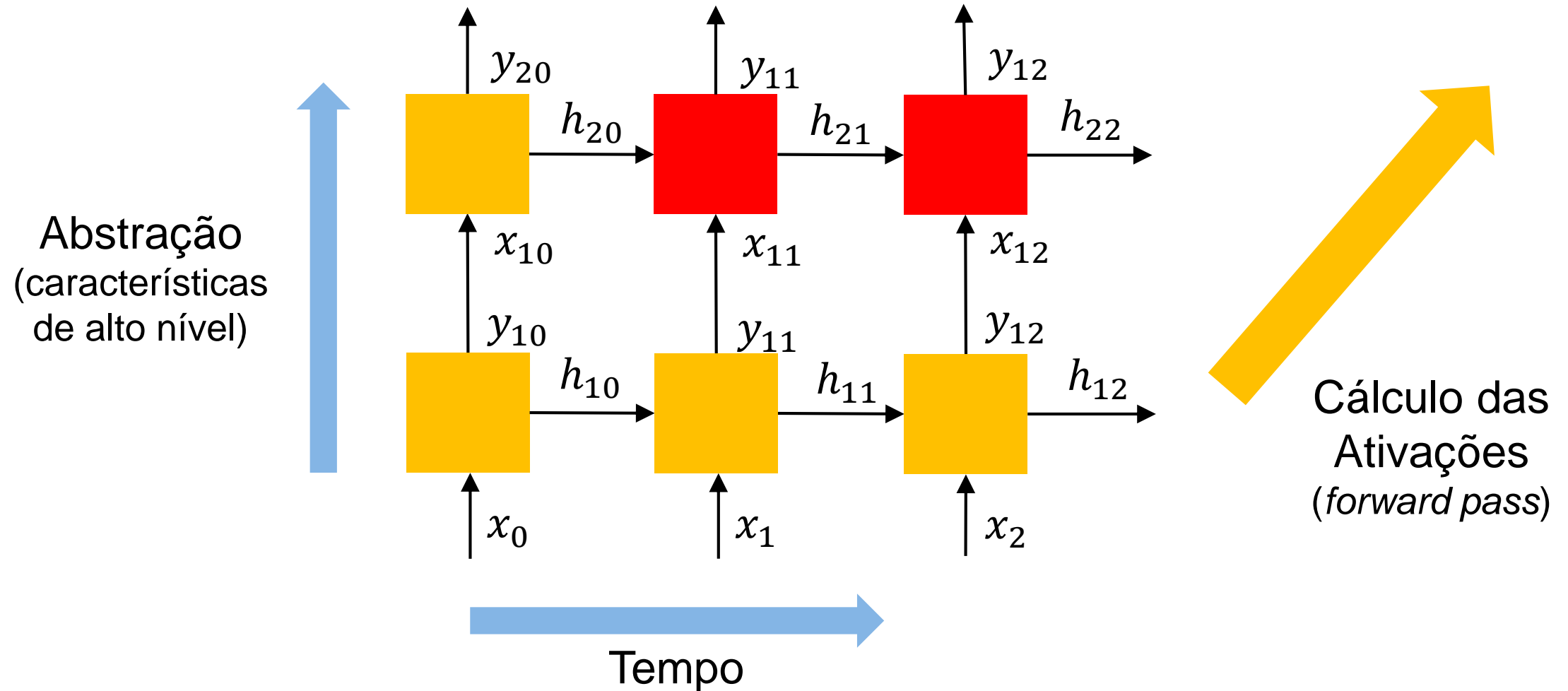
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



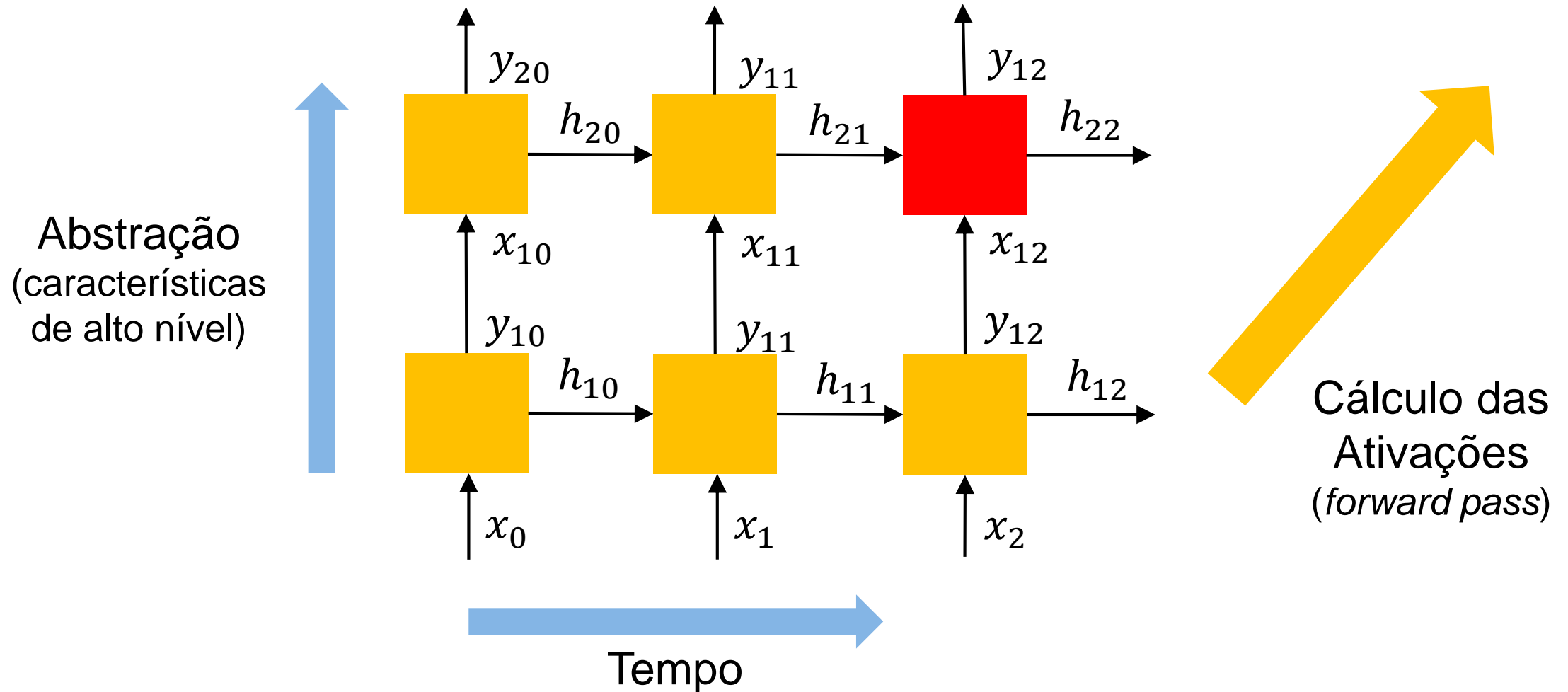
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



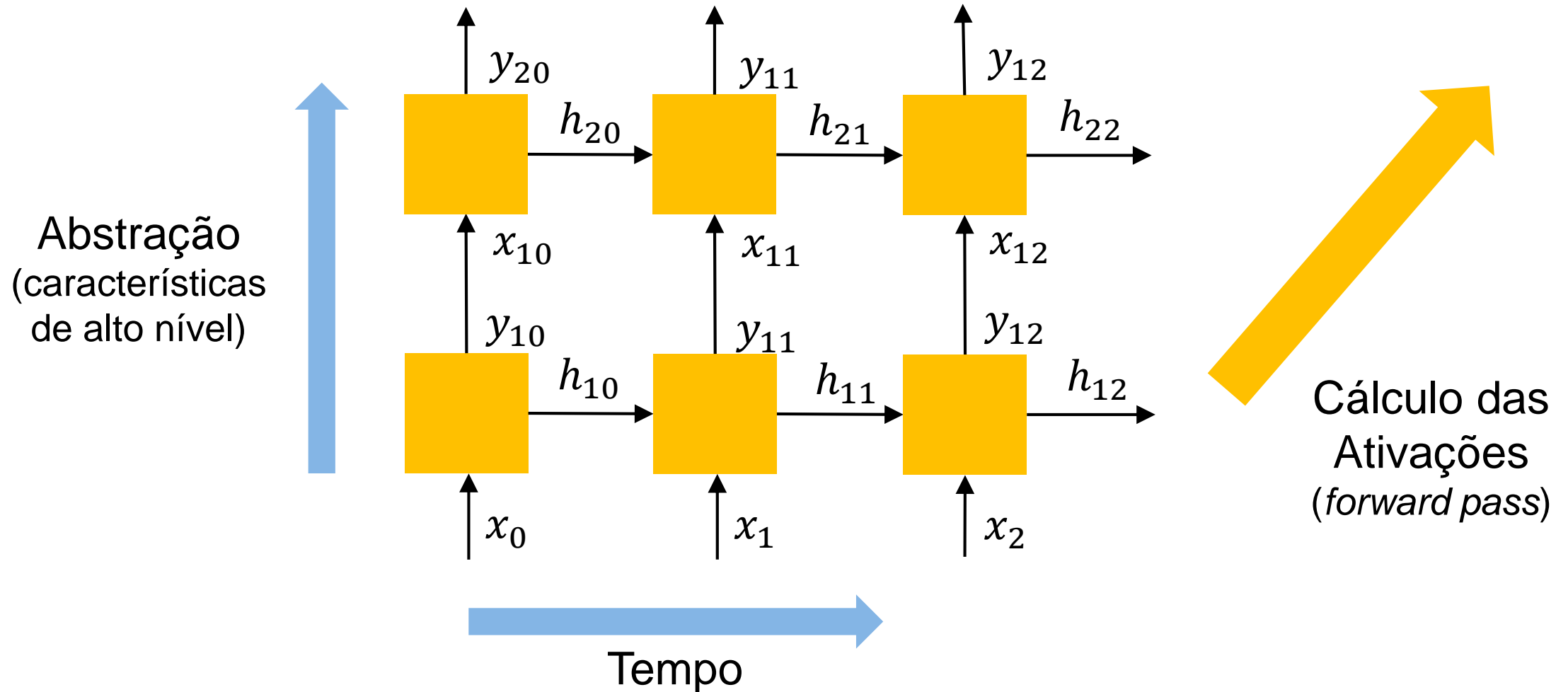
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



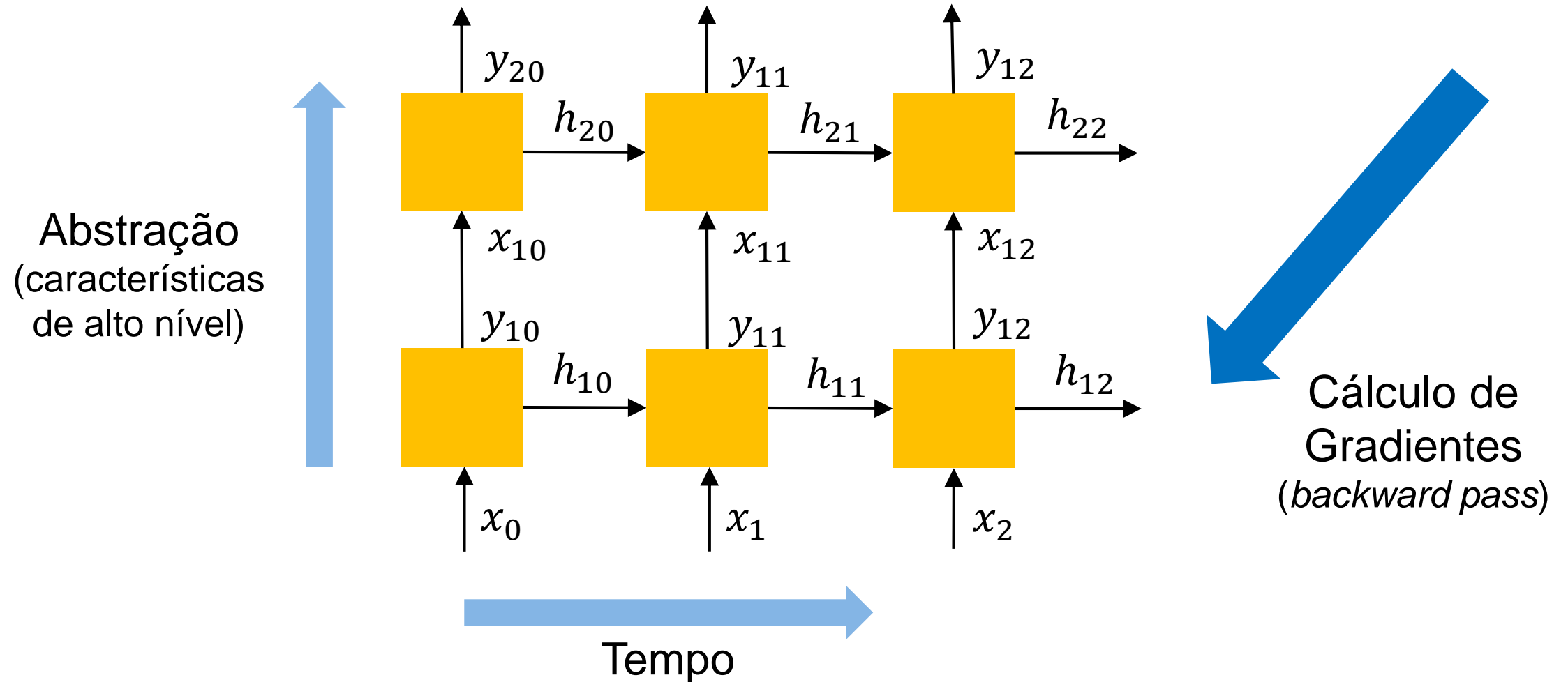
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



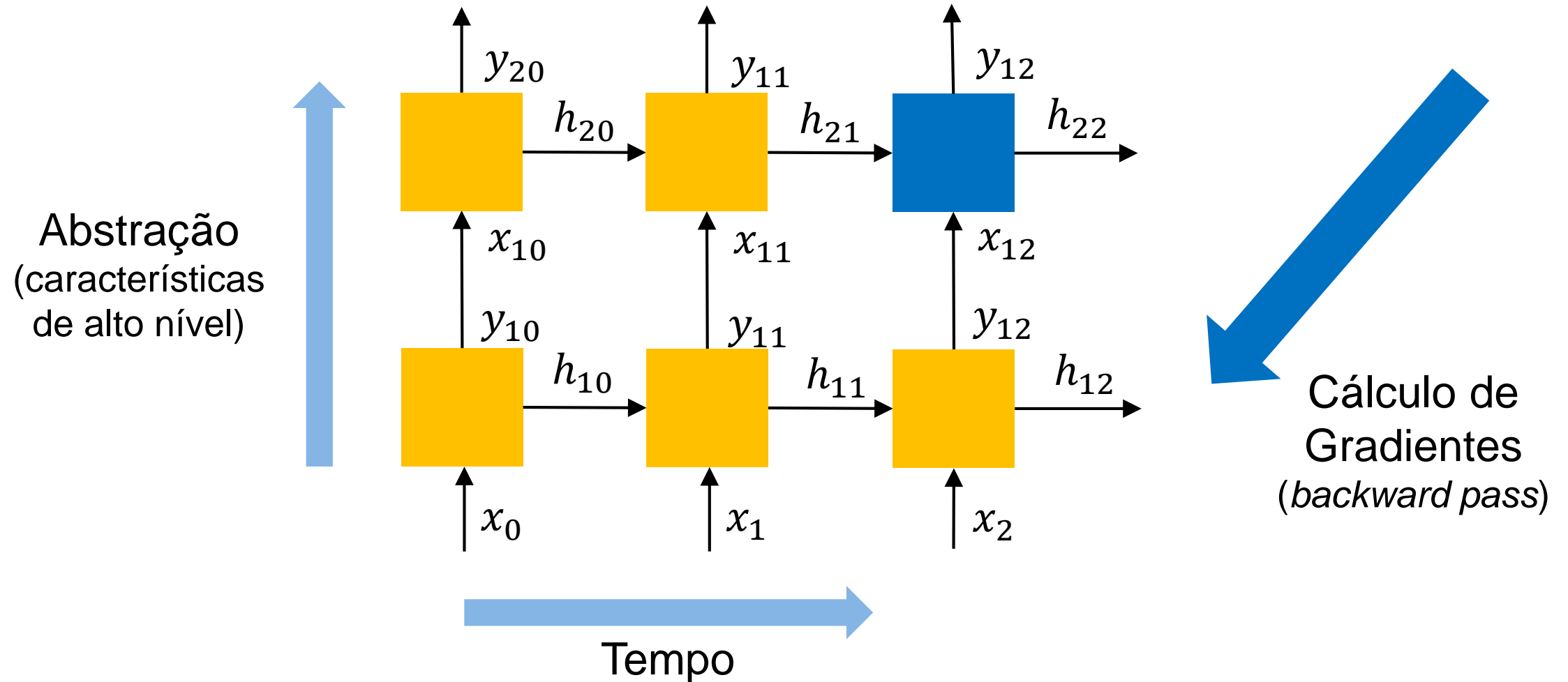
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



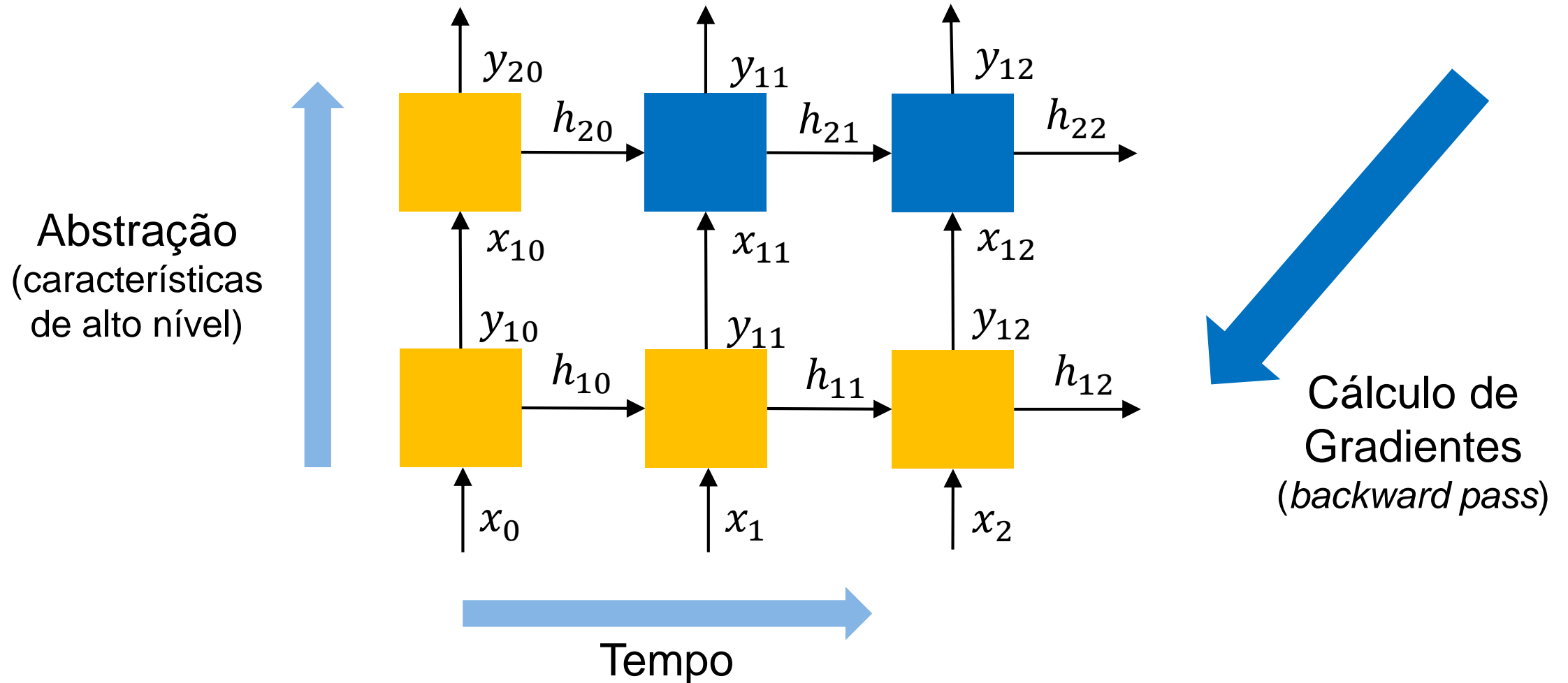
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



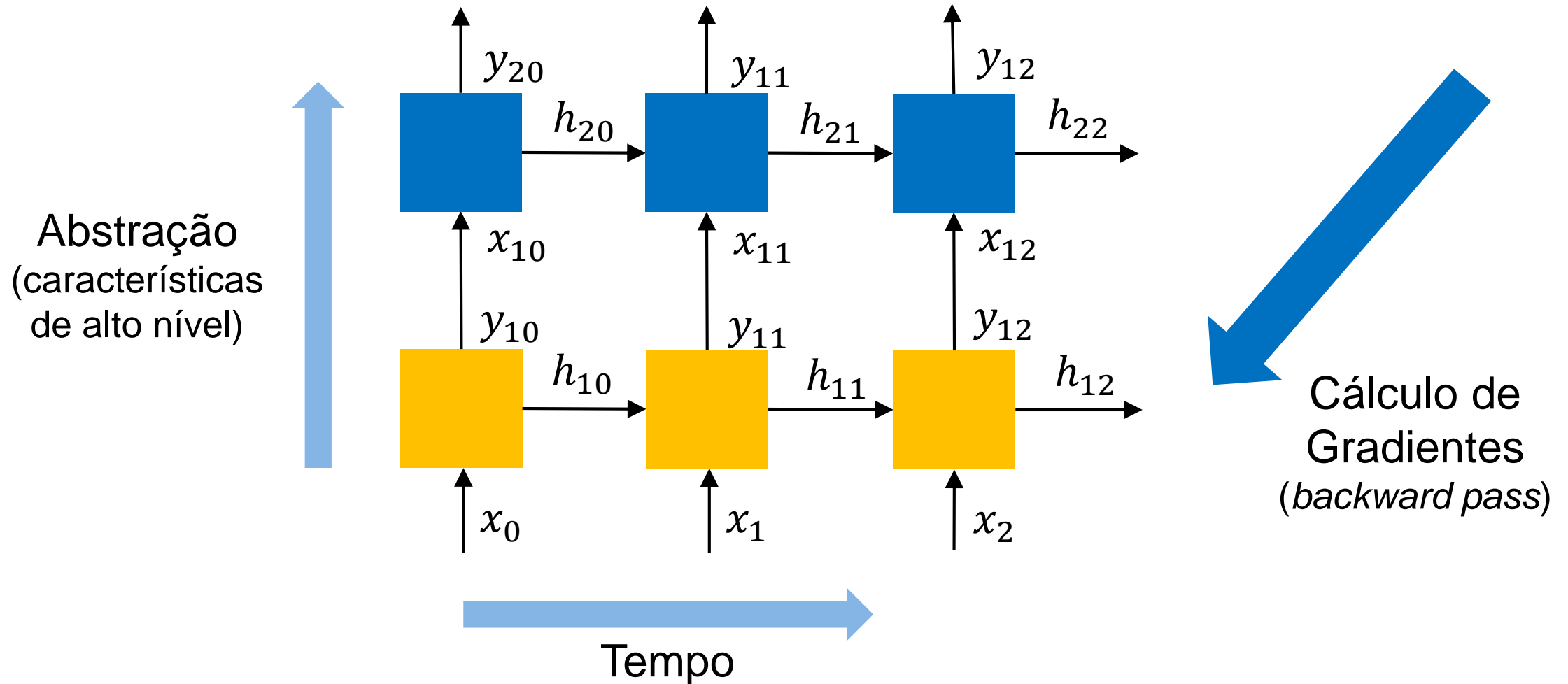
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



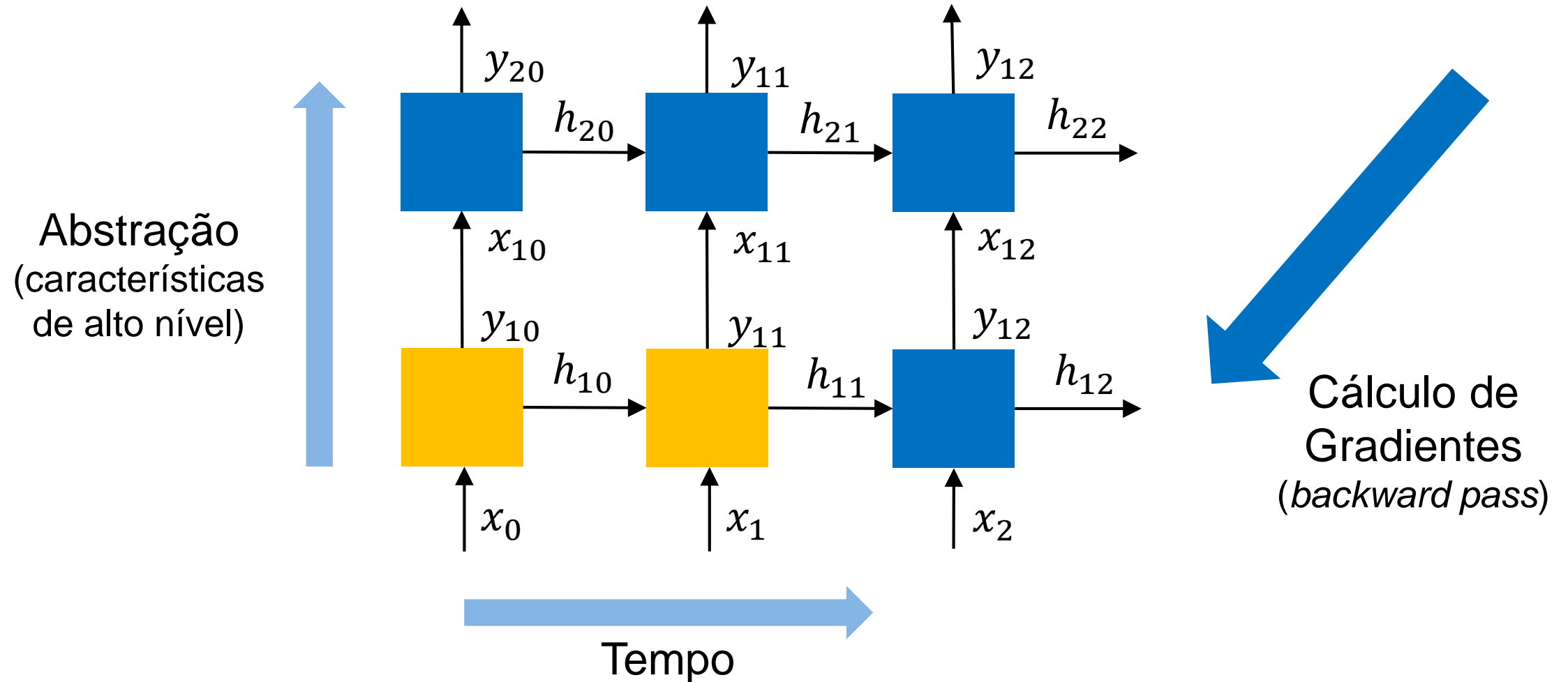
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



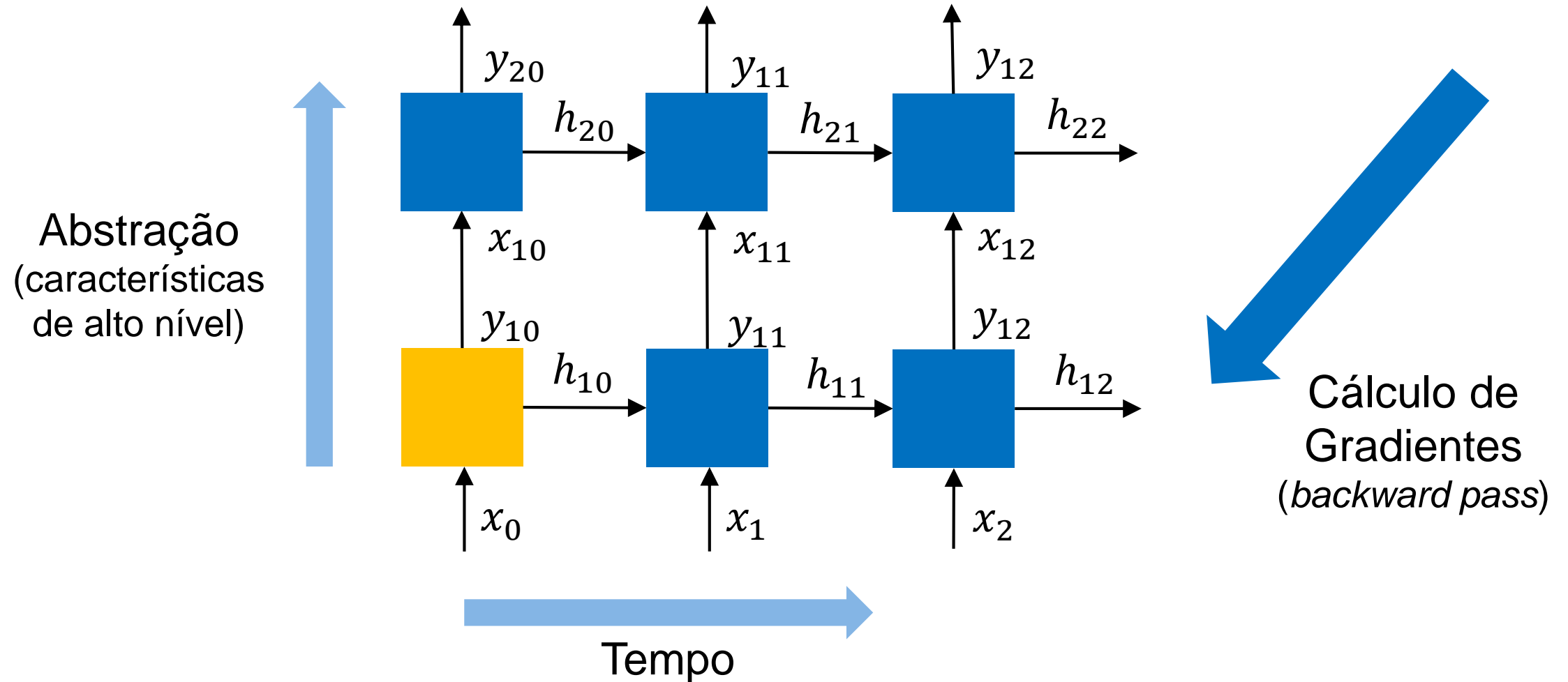
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



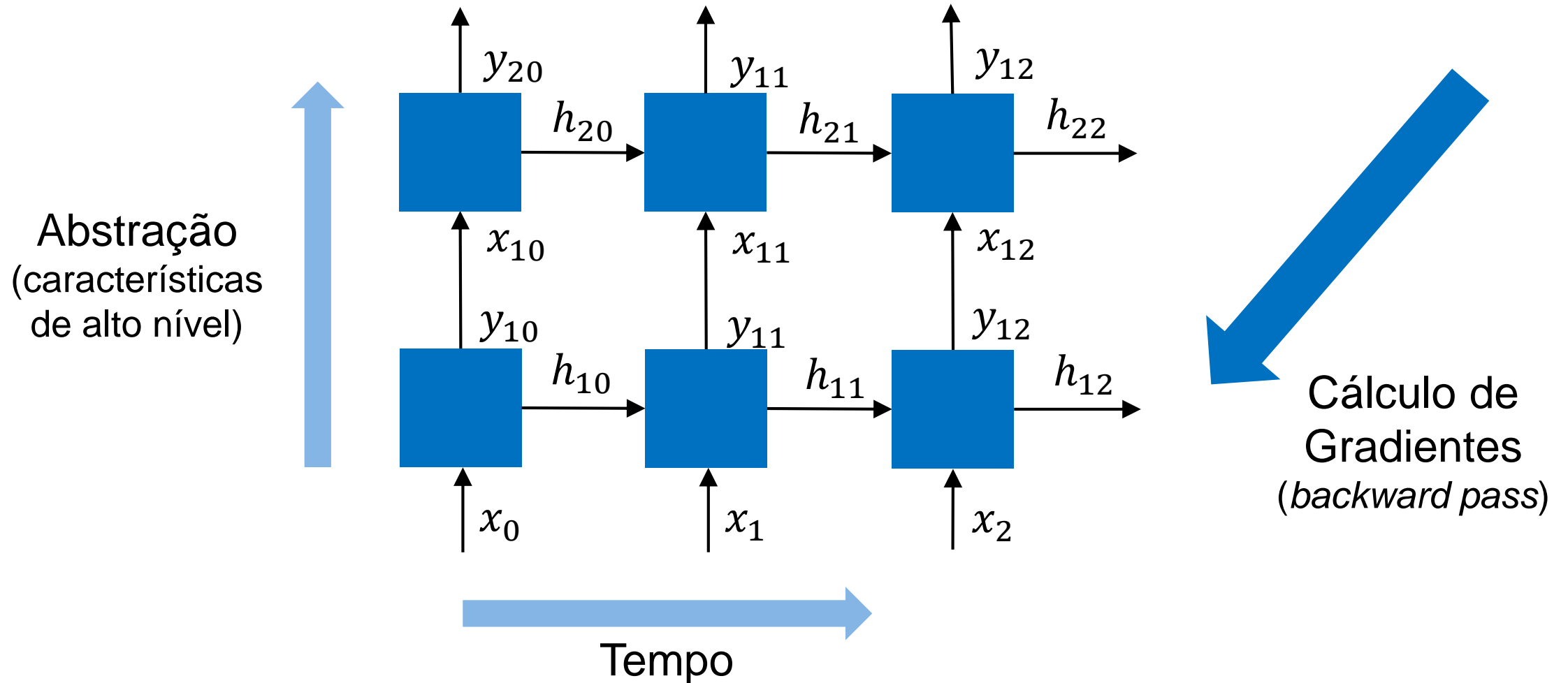
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



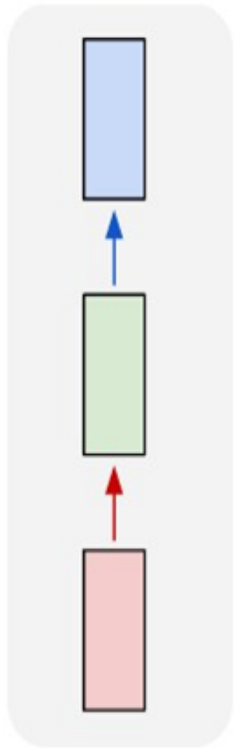
Estrutura de Redes Recorrentes

Método de propagação (*backpropagation*) retrógrada continua funcionando...



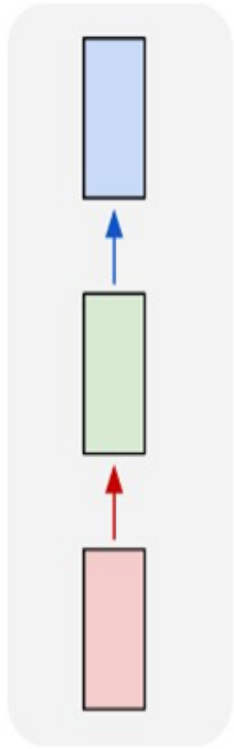
Flexibilidade das Redes Recorrentes

1 – 1



Flexibilidade das Redes Recorrentes

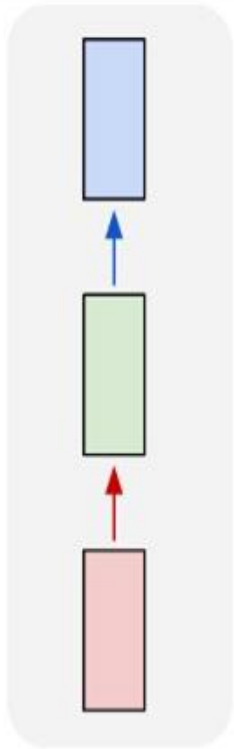
1 – 1



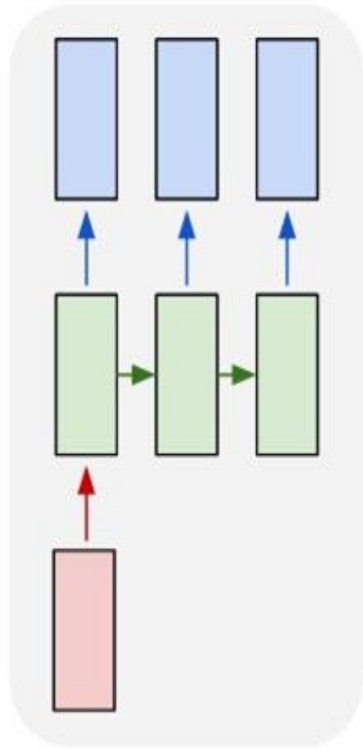
Redes Neurais “Simples”

Flexibilidade das Redes Recorrentes

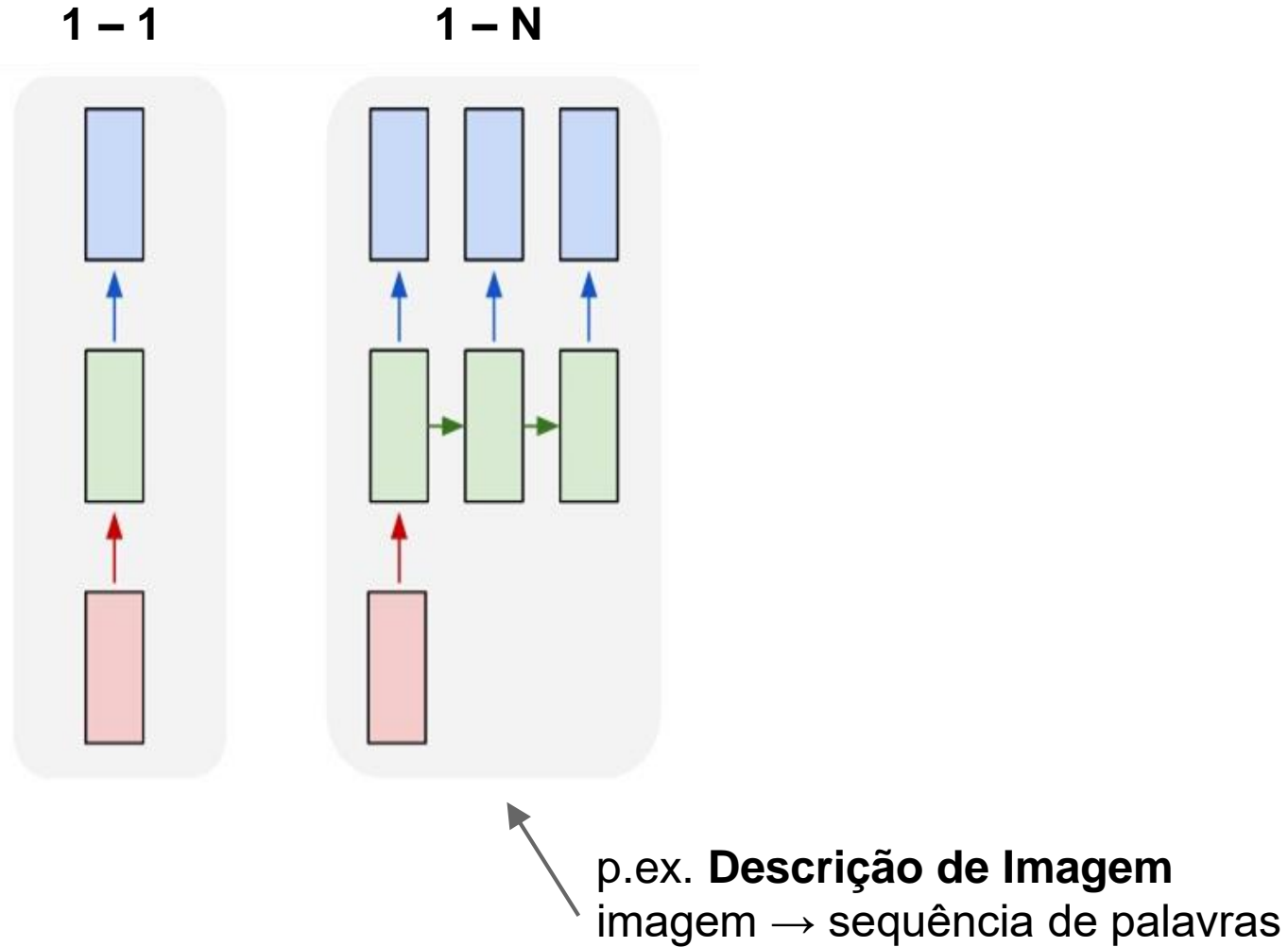
1 – 1



1 – N

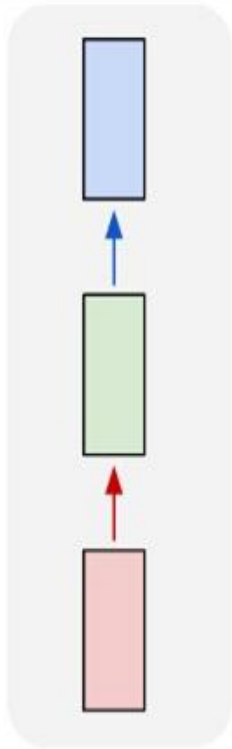


Flexibilidade das Redes Recorrentes

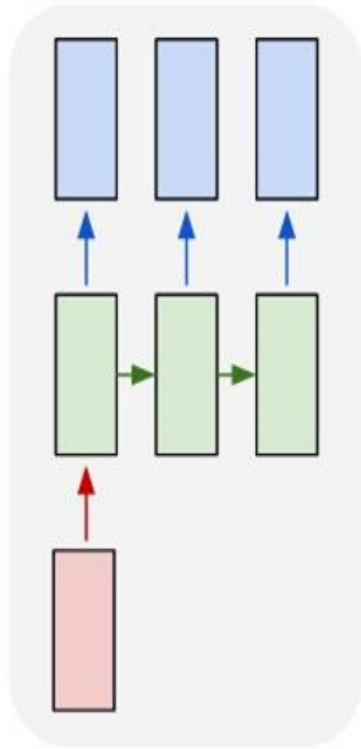


Flexibilidade das Redes Recorrentes

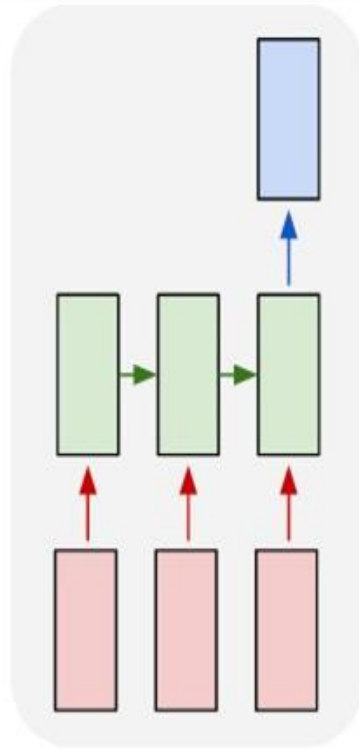
1 – 1



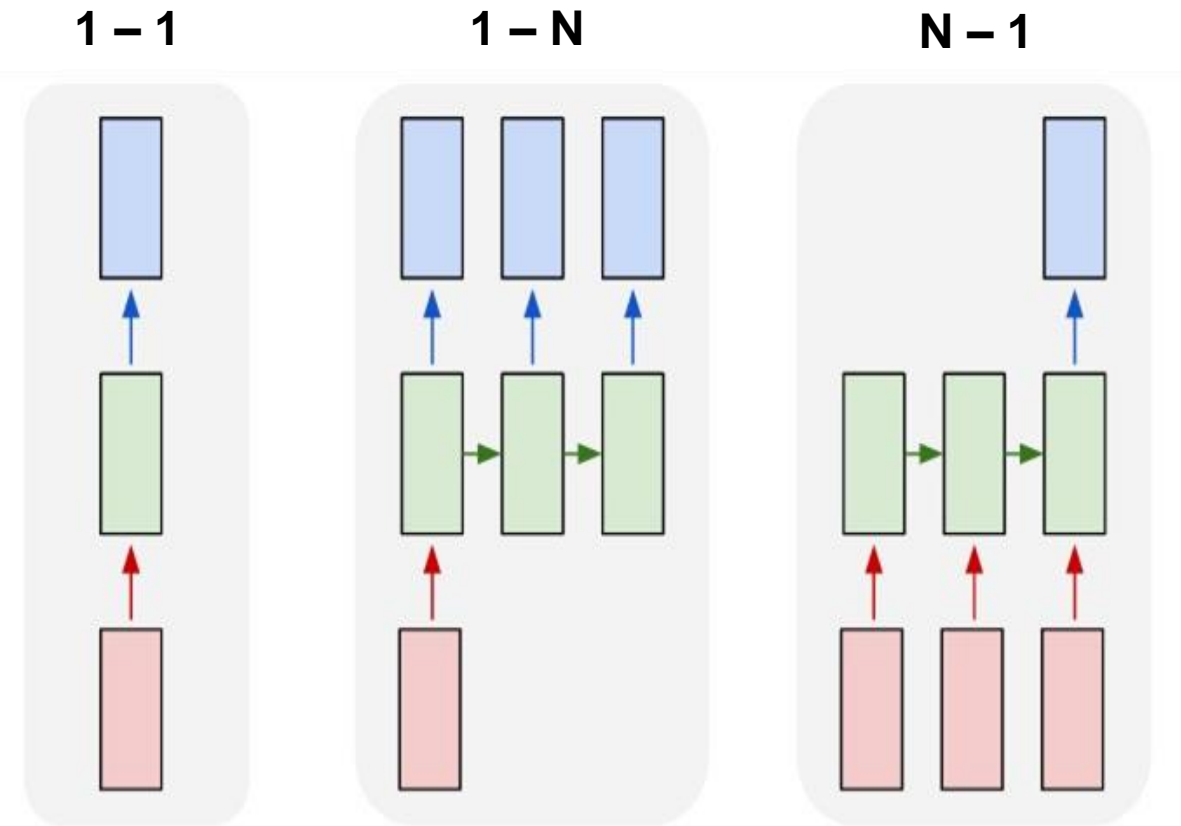
1 – N



N – 1



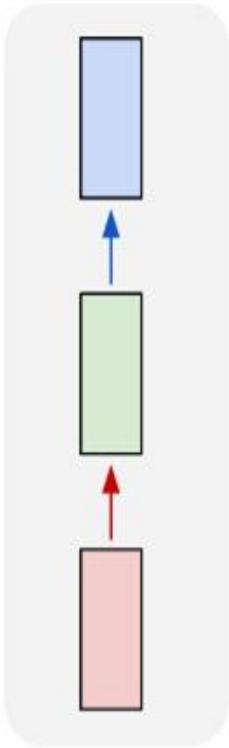
Flexibilidade das Redes Recorrentes



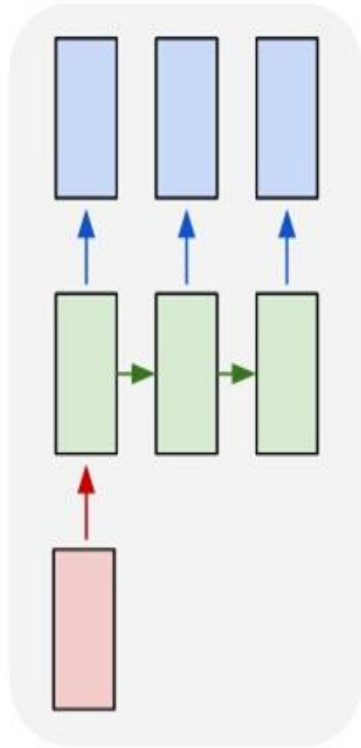
↖ p.ex. **Análise de Sentimento**
sequência de palavras → sentimento

Flexibilidade das Redes Recorrentes

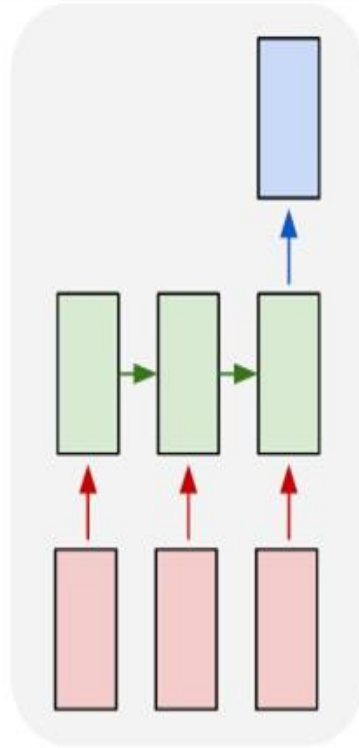
1 – 1



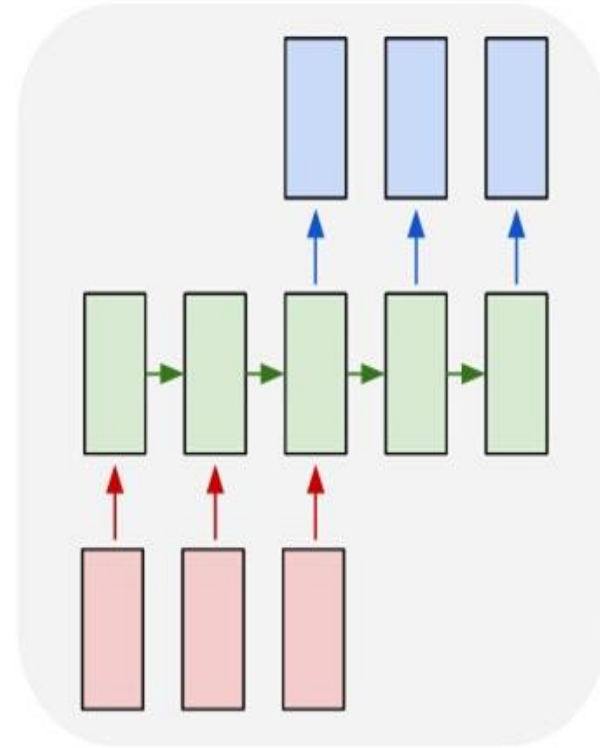
1 – N



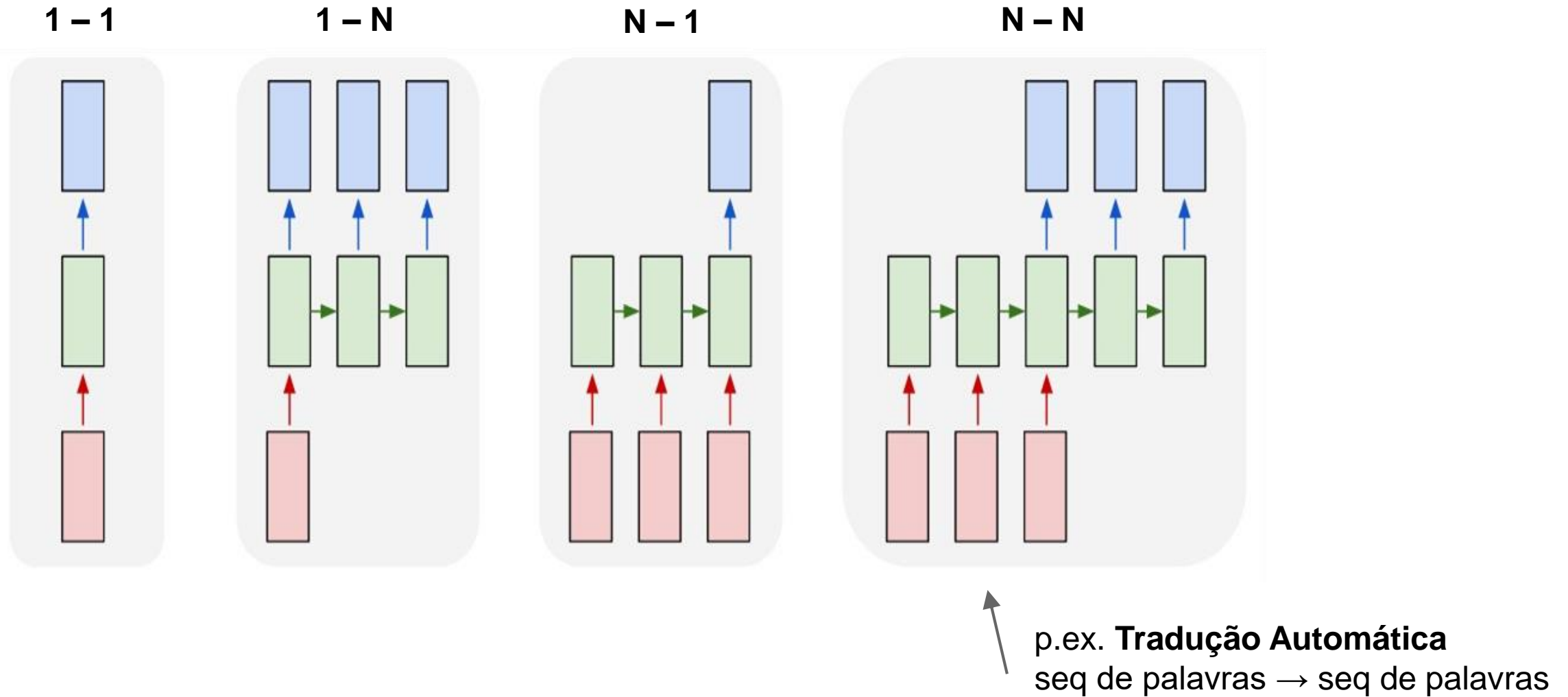
N – 1



N – N

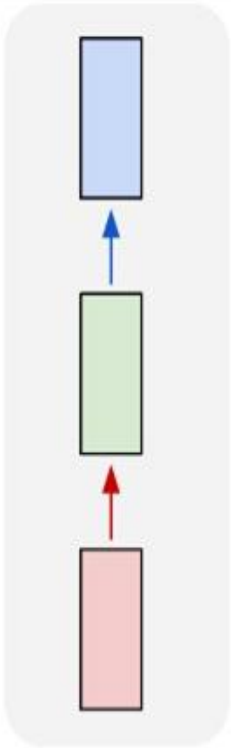


Flexibilidade das Redes Recorrentes

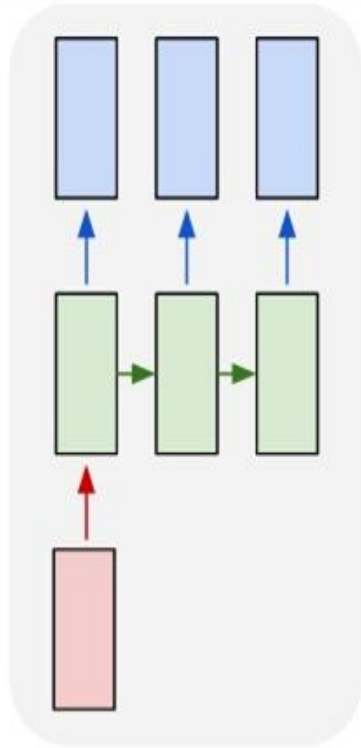


Flexibilidade das Redes Recorrentes

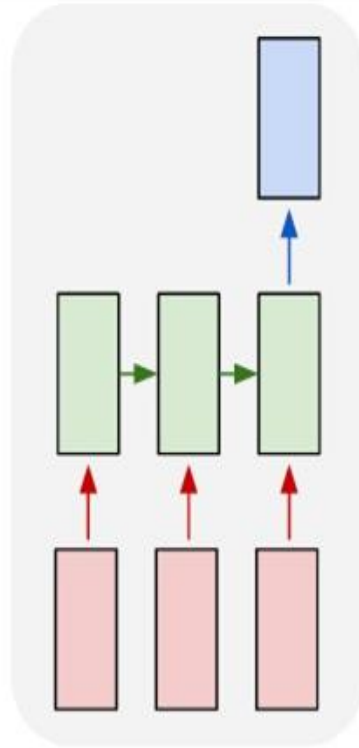
1 – 1



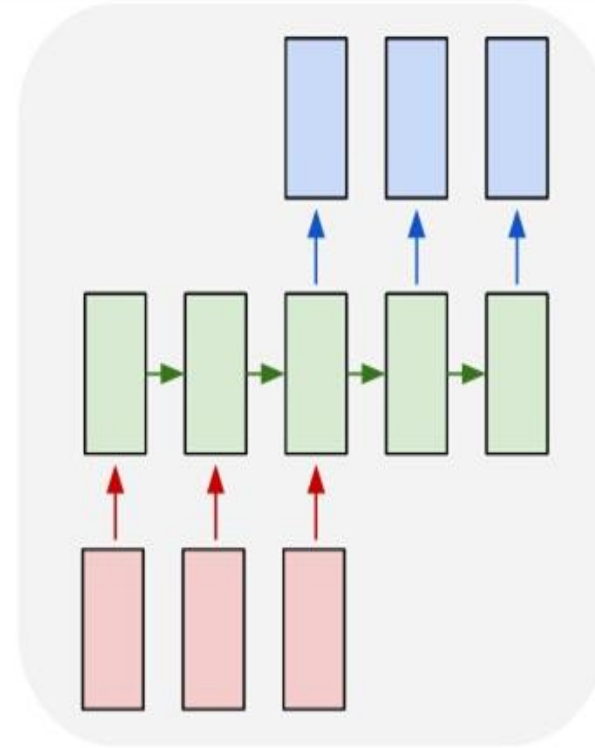
1 – N



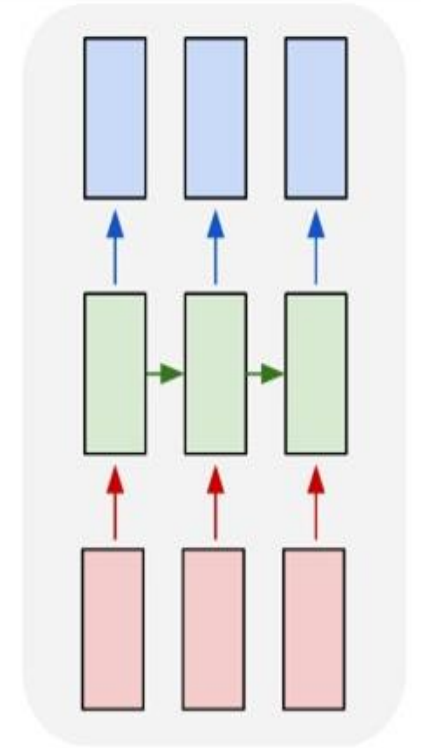
N – 1



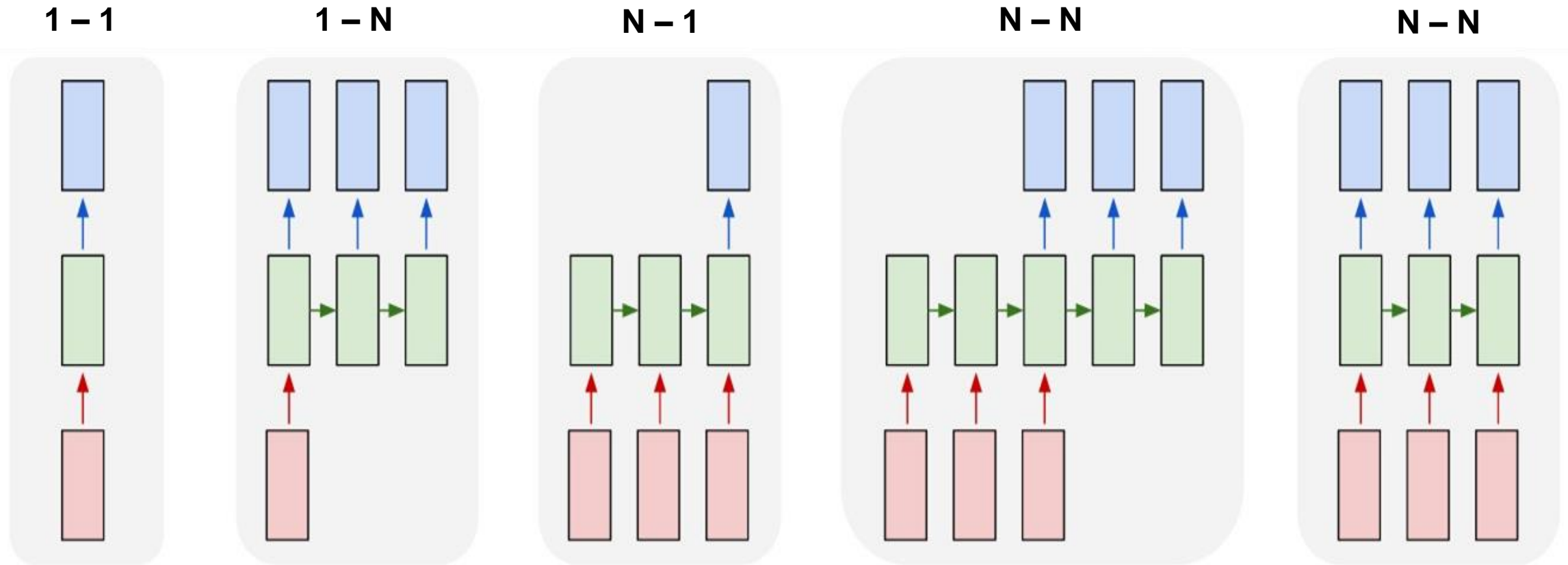
N – N



N – N



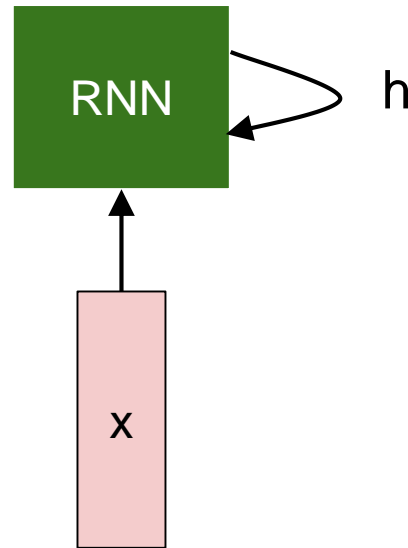
Flexibilidade das Redes Recorrentes



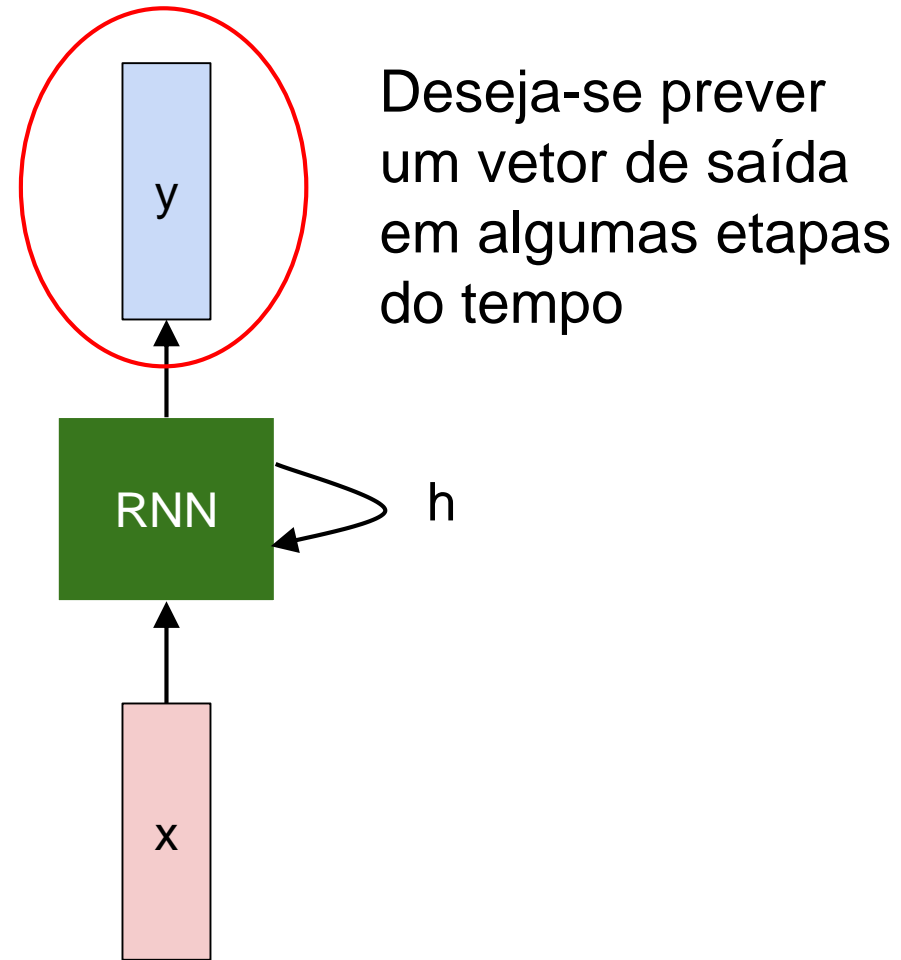
p.ex. **Classificação de vídeo quadro a quadro**
seq de quadros → seq de classificações



Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

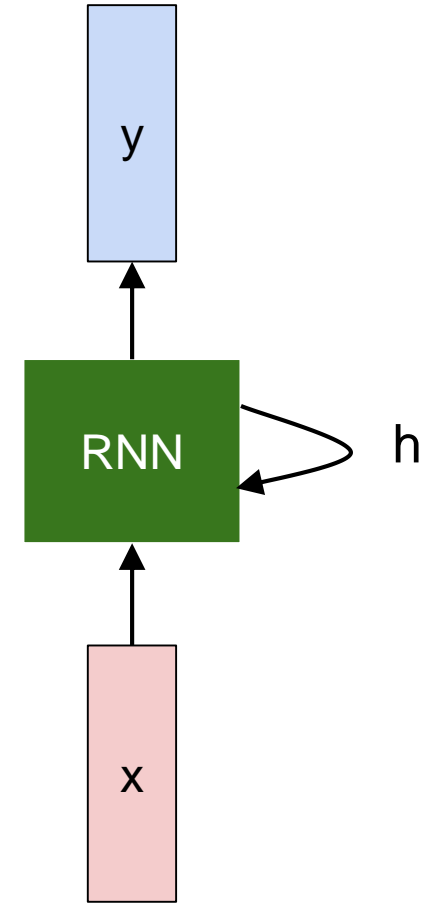


Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)



Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

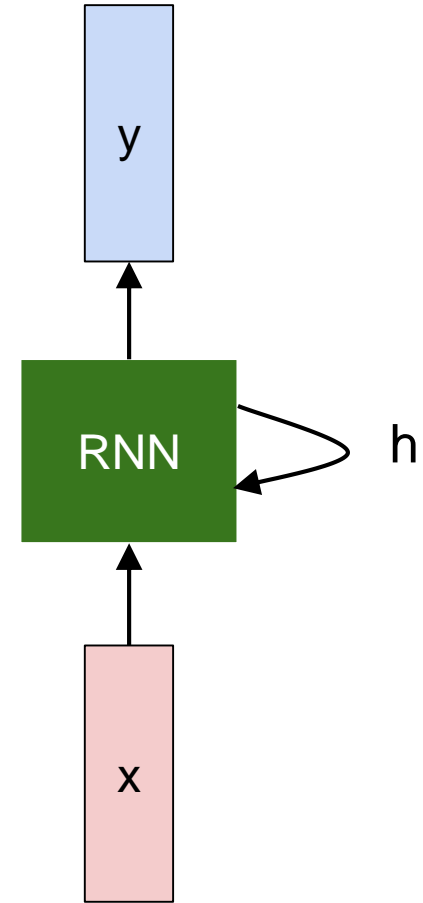
Pode-se processar a sequência de vetores de entrada x pela aplicação de uma fórmula de recorrência a cada passo (ou instante de tempo)



Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

Pode-se processar a sequência de vetores de entrada \mathbf{x} pela aplicação de uma fórmula de recorrência a cada passo (ou instante de tempo)

$$h_t = f_W(h_{t-1}, x_t)$$

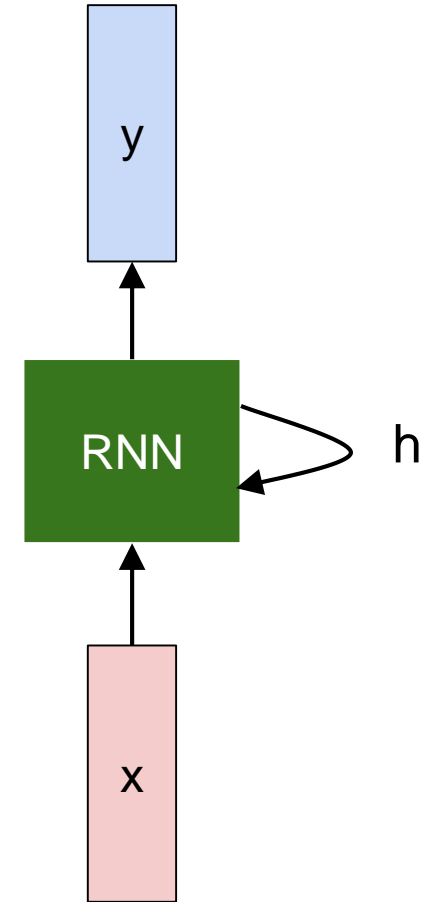


Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

Pode-se processar a sequência de vetores de entrada \mathbf{x} pela aplicação de uma fórmula de recorrência a cada passo (ou instante de tempo)

$$h_t = f_W(h_{t-1}, \boxed{x_t})$$

Vetor de entrada
em um passo



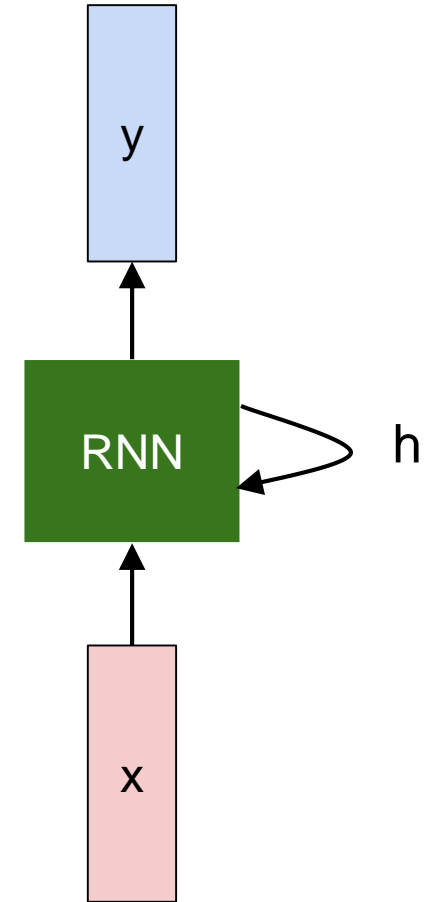
Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

Pode-se processar a sequência de vetores de entrada \mathbf{x} pela aplicação de uma fórmula de recorrência a cada passo (ou instante de tempo)

$$h_t = f_W(h_{t-1}, x_t)$$

Estado
Anterior

Vetor de entrada
em um passo



Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

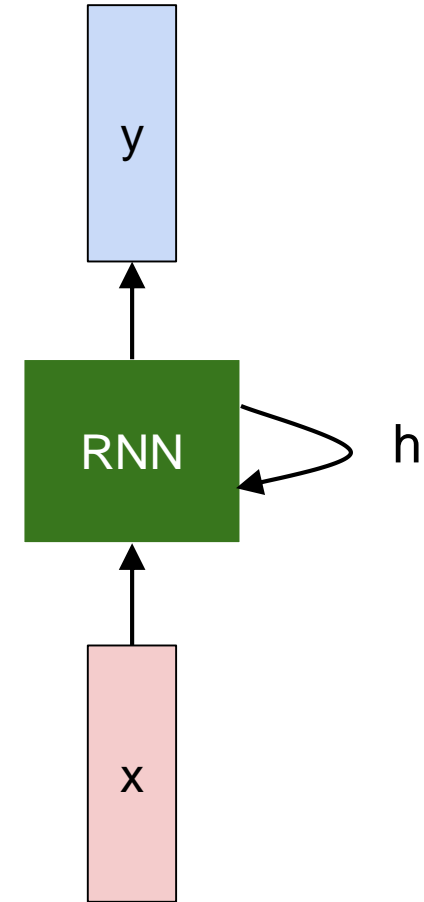
Pode-se processar a sequência de vetores de entrada \mathbf{x} pela aplicação de uma fórmula de recorrência a cada passo (ou instante de tempo)

$$h_t = f_W(h_{t-1}, x_t)$$

Estado
Anterior

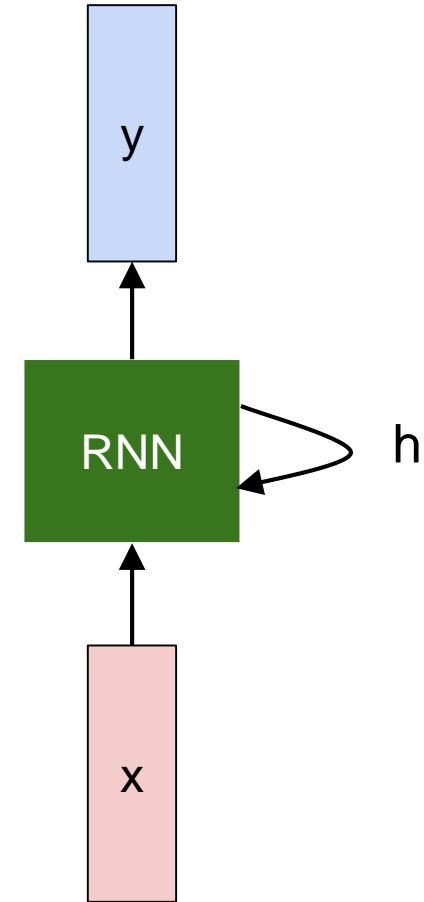
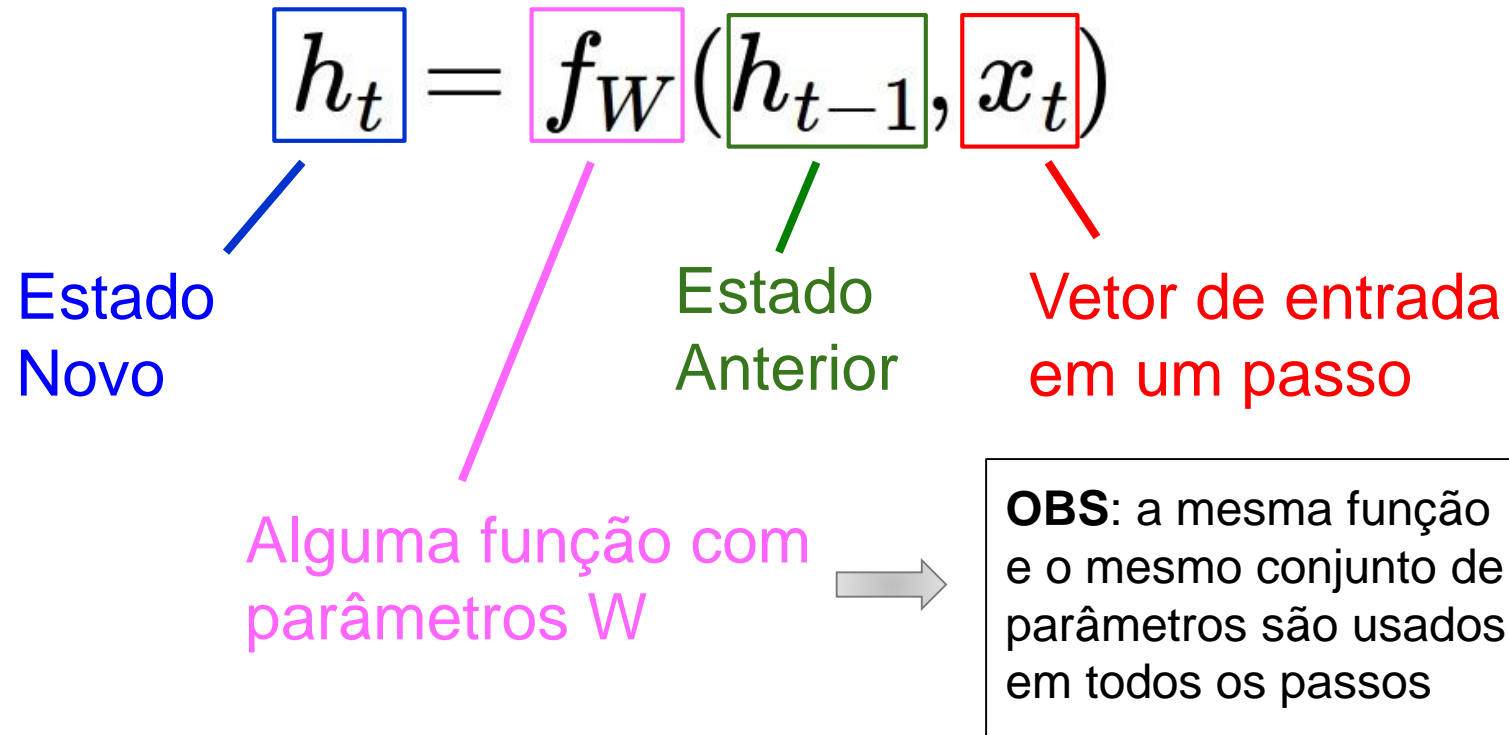
Vetor de entrada
em um passo

Alguma função com
parâmetros W



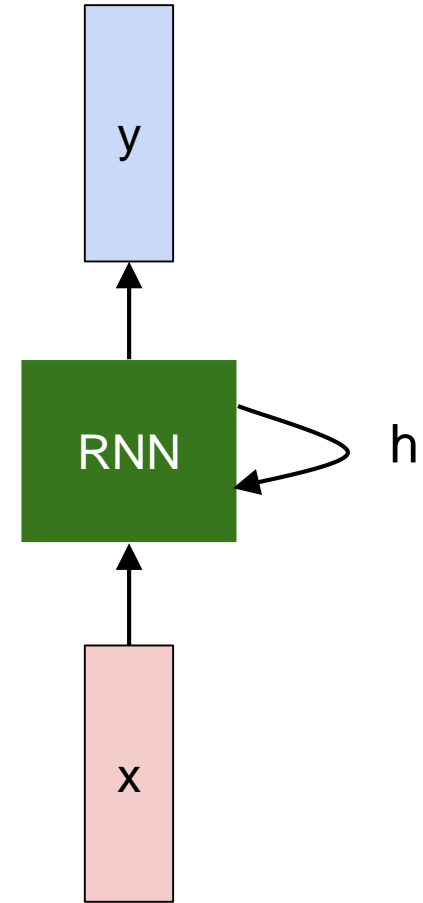
Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

Pode-se processar a sequência de vetores de entrada x pela aplicação de uma fórmula de recorrência a cada passo (ou instante de tempo)



Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

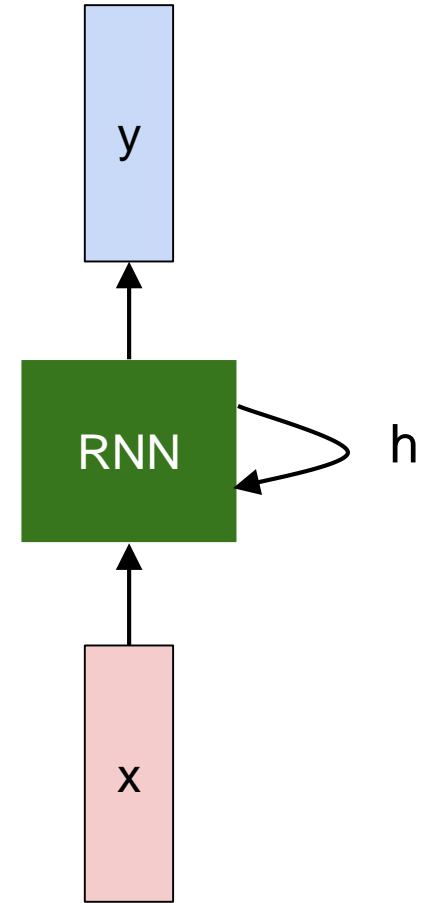
A informação de estado consiste de um único vetor
“escondido” h



Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

A informação de estado consiste de um único vetor “escondido” **h**

$$h_t = f_W(h_{t-1}, x_t)$$



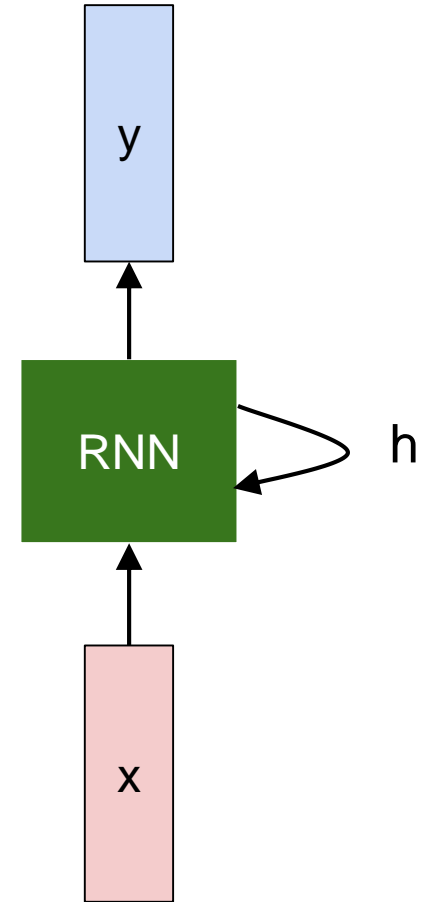
Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

A informação de estado consiste de um único vetor “escondido” h

$$h_t = f_W(h_{t-1}, x_t)$$



$$h_t = \tanh(W_{hh}h_{t-1} + W_{xh}x_t)$$



Funcionamento de Rede Neural Recorrente (RNN)

A informação de estado consiste de um único vetor “escondido” h

$$h_t = f_W(h_{t-1}, x_t)$$



$$h_t = \tanh(W_{hh}h_{t-1} + W_{xh}x_t)$$

$$y_t = W_{hy}h_t$$

