



PSI 2672 Práticas em Reconhecimento de Padrões,  
Modelagem e Neurocomputação



## Projeto Classificador

Reconhecimento de padrões de consumo e desperdício de energia  
elétrica em aparelhos eletrônicos aplicado a SmartGrids

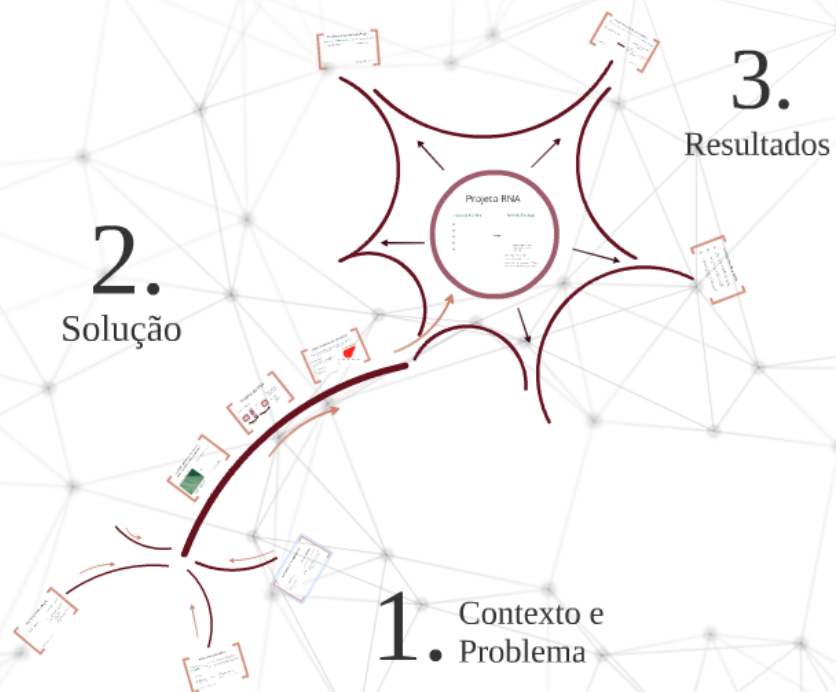
Professor:

Prof.Emilio Del Moral Hernandez

Equipe:

- Conrado Leite De Vitor
- Eliana Akiko Sato Murakami

Junho de 2014



Obrigado...



PSI 2672 Práticas em Reconhecimento de Padrões,  
Modelagem e Neurocomputação



# Projeto Classificador

Reconhecimento de padrões de consumo e desperdício de energia  
elétrica em aparelhos eletrônicos aplicado a SmartGrids

Professor:

Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Equipe:

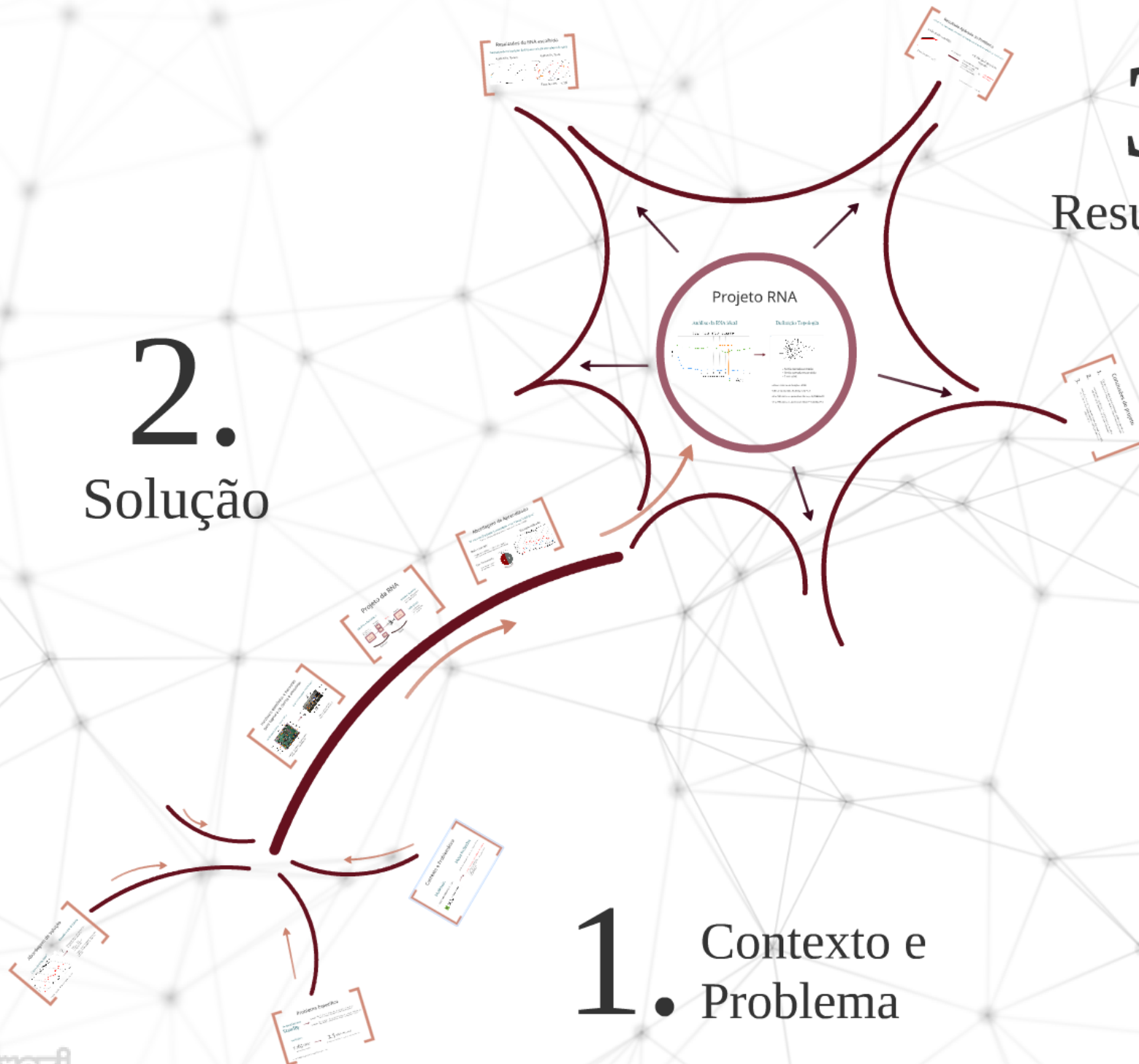
- Conrado Leite De Vitor
- Eliana Akiko Sato Murakami

Junho de 2014

## 2. Solução

## 3. Resultados

## 1. Contexto e Problema



# Contexto e Problemática

## Motivação

7º Objetivo do Milênio (ONU - 2000)



**Garantir a sustentabilidade ambiental**

## Metas Definidas

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

- **Aumento da eficiência energética e eliminação de Desperdícios;**
- Redução índice de Desmatamento;
- Redução consumo de gases provocam danos a camada de ozônio;
- Acesso a água potável;
- Saneamento básico.



# Problema Específico

## Desperdício por StandBy

**Definição:** Modo de operação em que o aparelho entra temporariamente em repouso, enquanto aguarda para exercer a função principal.

**Problema:** Não existem padronizações para medir e avaliar o consumo. Não há métodos 'NÃO INVASIVOS' para monitorar e analisar este desperdício de energia

Justificativa:

7.265 GWh\*

(Estimativa de consumo)

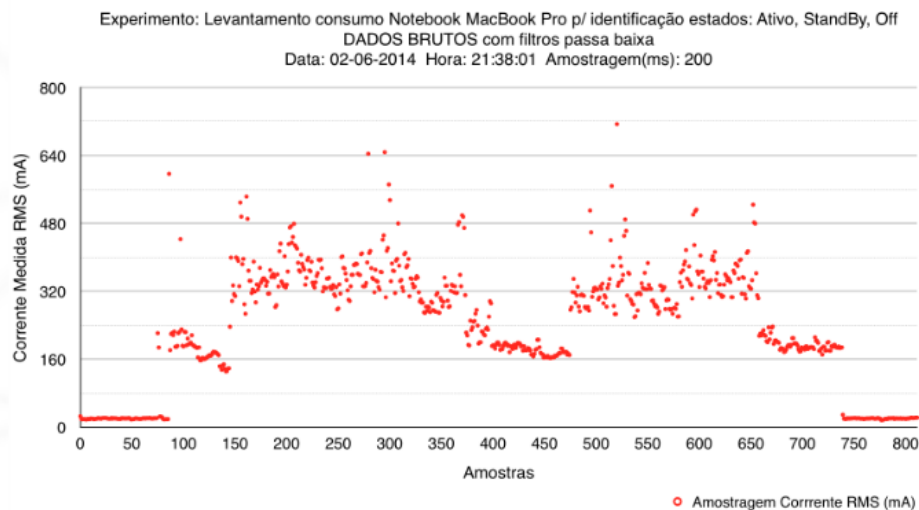
2.5 Bilhões R\$ / ano\*

(Estimativa baseado na tarifação média aplicada em dados do ano de 2012)

\* Dados da EPE - Empresa de Pesquisa Energética - 2012

# Abordagem de solução

## Curva de Consumo\*:



\* Dados empíricos obtidos pela equipe de projeto

## Classificador de níveis

?

Reconhecimento de padrões com RNA para definir os níveis de consumo em:

- Ativo (on)
- StandBy (repouso)
- Desligado (off)

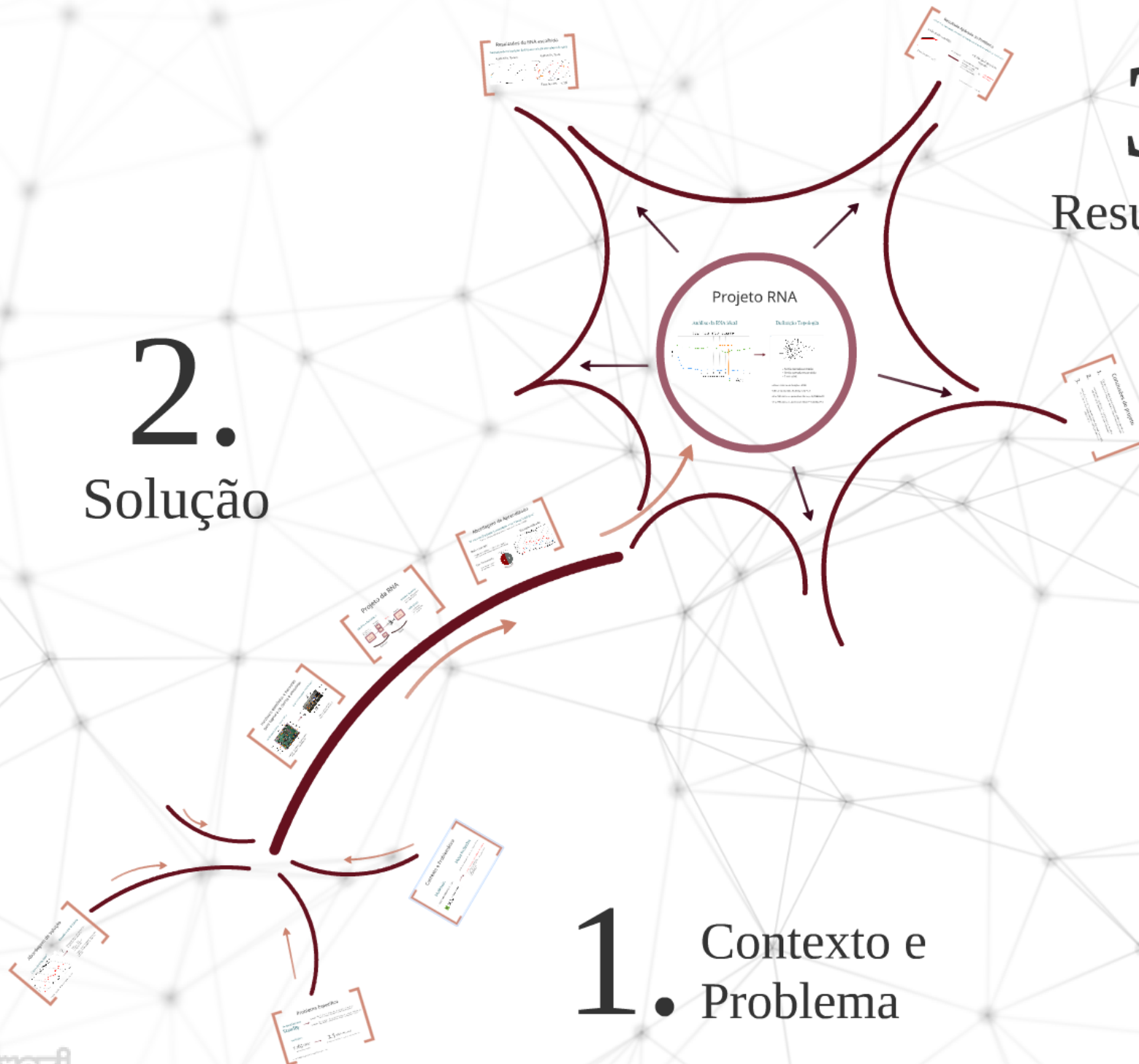
Objetivo é modelar reconhecimento de StandBy e cálculo consumo desperdiçado a partir dos resultados.



## 2. Solução

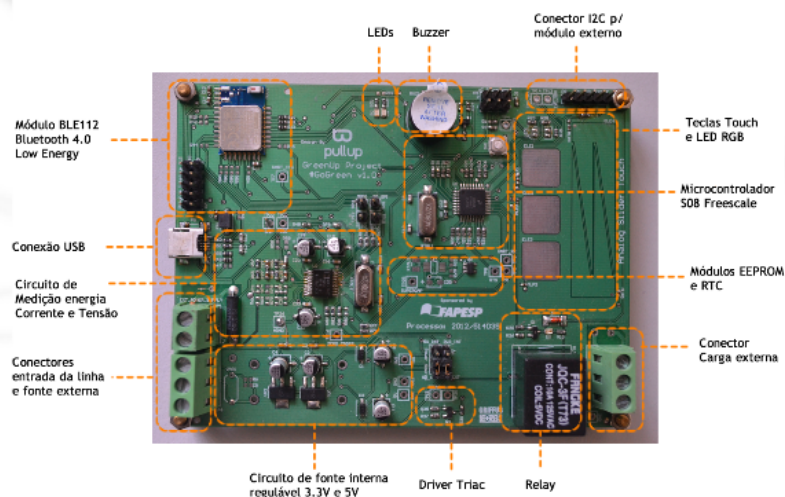
## 3. Resultados

## 1. Contexto e Problema



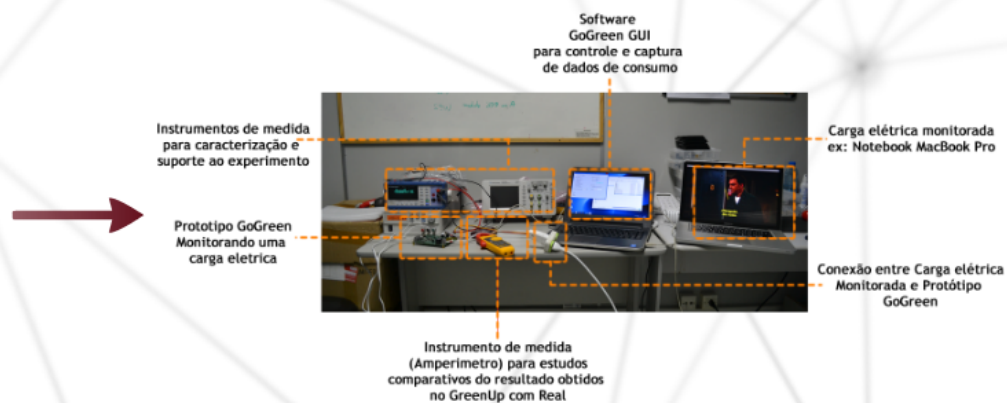
# Hardware eletrônico e Sensores para captura de dados e amostras

## Plataforma GoGreen: captura dados



Eletrônica Embarcada p/ monitoramento:  
Irms, Vrms, Pat, Pap, EnergiaAtiva

## Bancada Instrumentação eletrônica

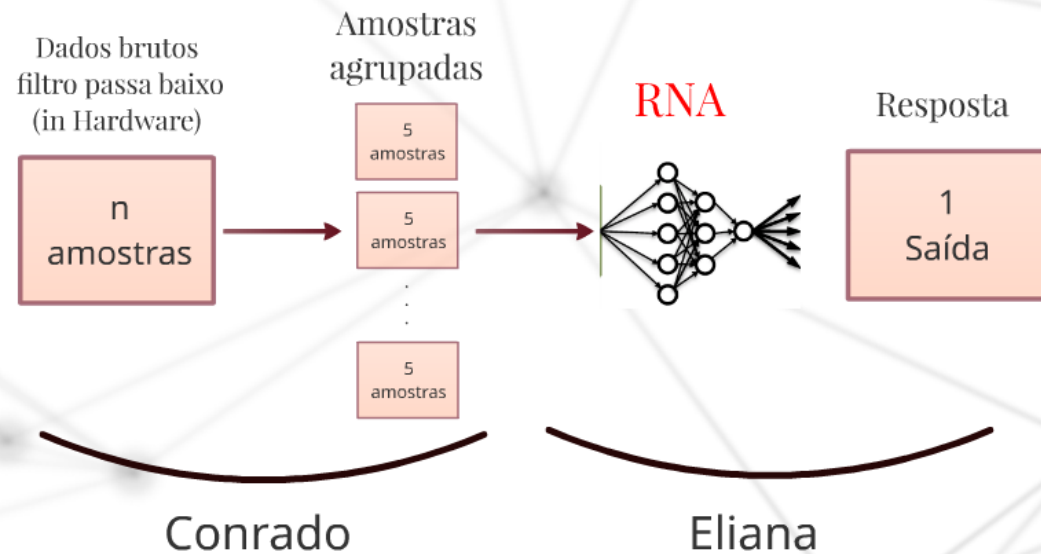


Medição de corrente RMS  
(carga: notebook MacBook Pro)



# Projeto da RNA

## Modelo e Estrutura:



### Entradas (features):

- 5 amostras filtradas sinal (Irms normalizadas)

### Saída (ideal):

- $y = 0$  (se OFF)
- $y = 1$  (se StandBy)
- $y = 2$  (se ON)

# Abordagem de Aprendizado

## Técnica do Gradiente Descendente com “Cross-Validation”

Utilização algoritmos: BackPropagation e CrossValidation no software MPB

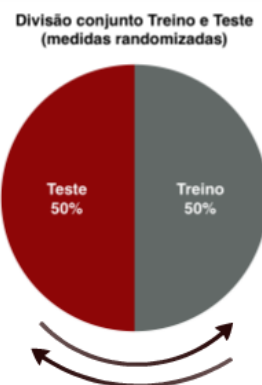
### Dados entrada:

- Tempo de amostragem = 200 ms (in hardware)
- 800 capturas sinal Irms = 160 amostra RNA (5 un)

### Fase Treinamento

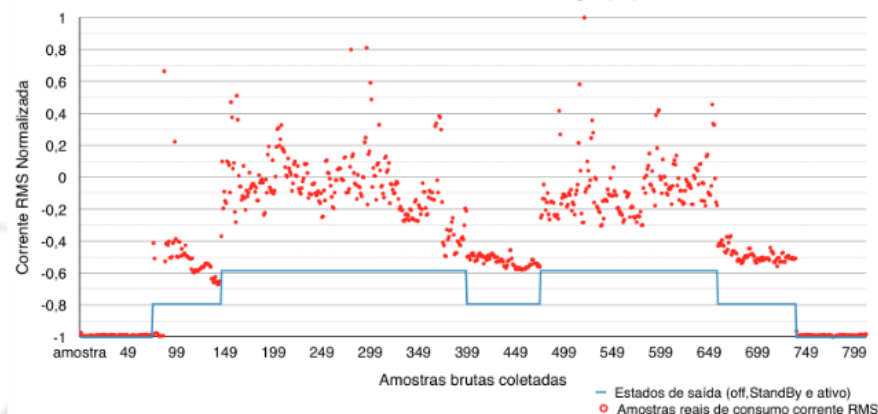
80 amostras = treino

80 amostras = teste



### Exemplo utilizado:

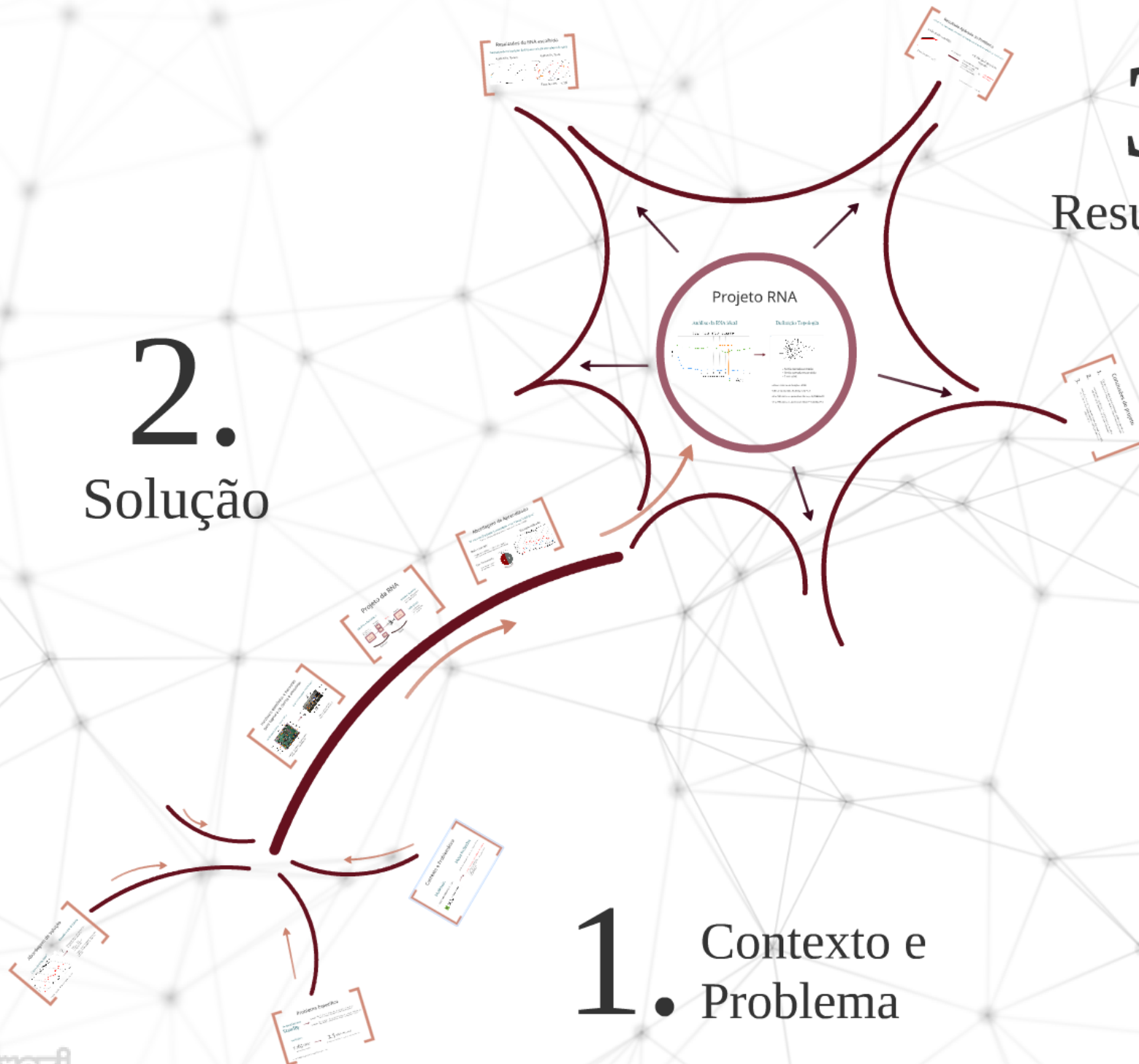
Experimento: Levantamento consumo Notebook MacBook Pro p/ identificação estados: Ativo, StandBy, Off  
Valores Y normalizados entre -1 e 1  
Data: 02-06-2014 Hora: 21:38:01 Amostragem(ms): 200



## 2. Solução

## 3. Resultados

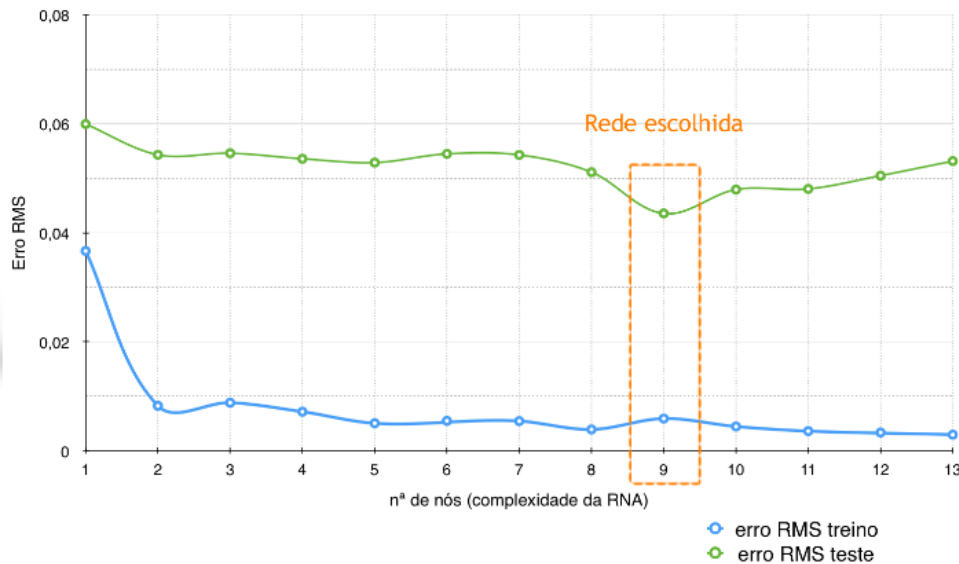
## 1. Contexto e Problema



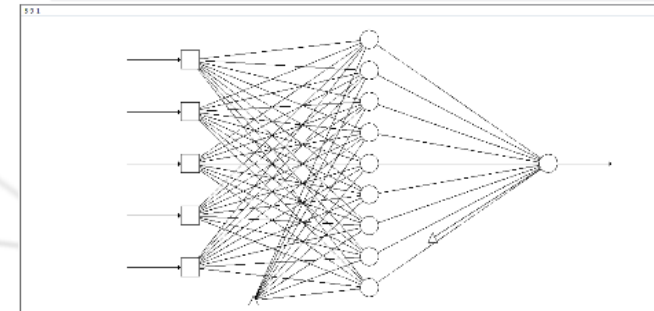
# Projeto RNA

## Análise da RNA ideal

Gráfico da relação Erro RMS x Complexidade RNA



## Definição Topologia



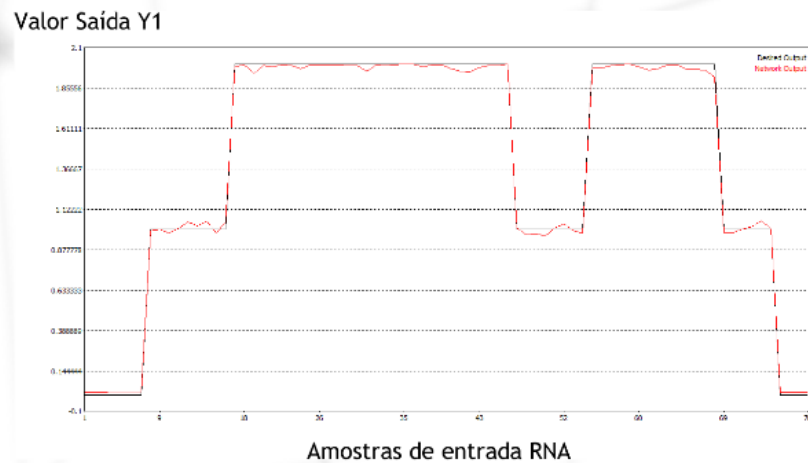
- 5 nós camada entrada
- 9 nós camada escondida
- 1 nó saída

- Número máximo de iterações = 3000
- Taxa de aprendizado (Learning rate) = 0,7
- Erro RMS obtido no aprendizado (treino) = 0,0058994472
- Erro RMS obtido no aprendizado (teste) = 0,0435423713

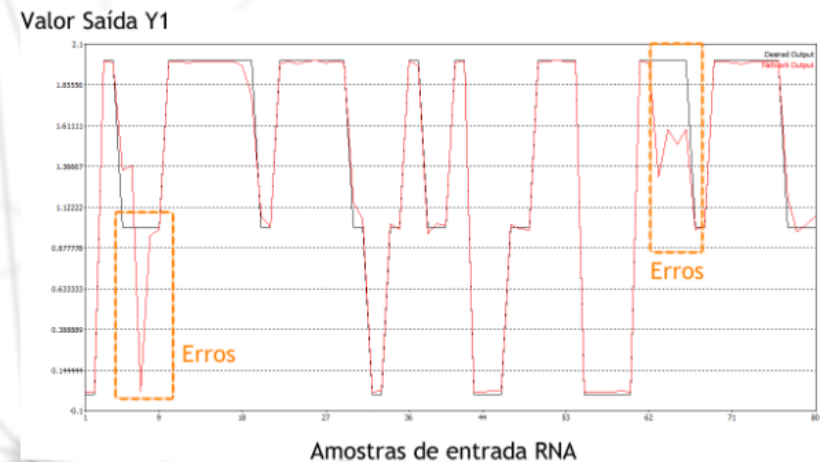
# Resultados da RNA escolhida

Respostas de treino/teste da RNA em relação aos valores de saída

Saída RNA: Treino



Saída RNA: Teste



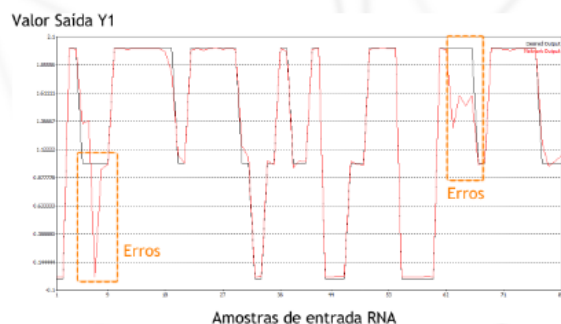
Taxa de erro = 3,75%



# Resultado Aplicado ao Problema

Cálculo da potência média consumida em StandBy a partir resultados obtidos do classificador

## Saída obtida com RNA



Taxa de erro = 3,75%

(des)normalização

## Cálculo do desperdício StandBy

$I_{rms}(\text{standBy}) = 182,9 \text{ [mA]}$

$P(\text{standBy}) = 18,58 \text{ [W]}$

$T(\text{estimado}) = 5 \text{ [h/dia]}$

$\text{Tarifa}^* = 0,2844 \text{ [R\$/kWh]}$

=

33,90 kWh/ano

9,64 R\$/ano

\*Tarifação Eletropaulo (residencial) = 0,23844 R\$ / kWh

# Conclusões do projeto

1. Classificador resolveu e forma satisfatória o problema específico de identificação do estado de consumo de um determinado aparelho.
2. Para aumentar a performance da RNA, seria recomendável aumentar o nº de amostras e nº de features (entradas)
3. Para aplicações reais é recomendável aumentar significativamente o nº de curvas de consumo treinadas na RNA para diferentes equipamentos.



PSI 2672 Práticas em Reconhecimento de Padrões,  
Modelagem e Neurocomputação



## Projeto Classificador

Reconhecimento de padrões de consumo e desperdício de energia  
elétrica em aparelhos eletrônicos aplicado a SmartGrids

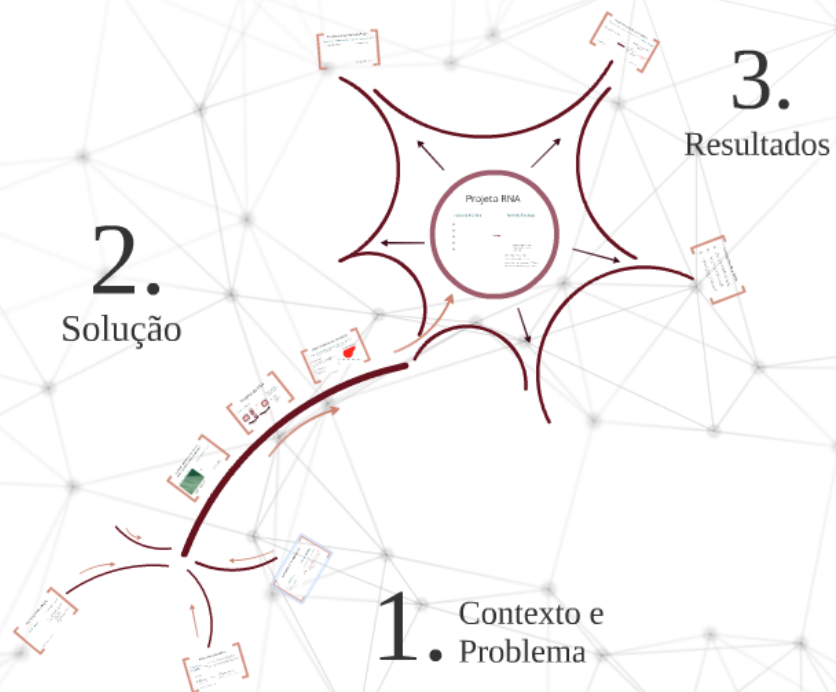
Professor:

Prof.Emilio Del Moral Hernandez

Equipe:

- Conrado Leite De Vitor
- Eliana Akiko Sato Murakami

Junho de 2014



Obrigado...