

Classificação de sinais de variabilidade da frequência cardíaca por meio de análise de componentes principais e redes neurais

Rosana Ribeiro Lima
Departamento de Engenharia Elétrica

Brasília, 10 de julho de 2012

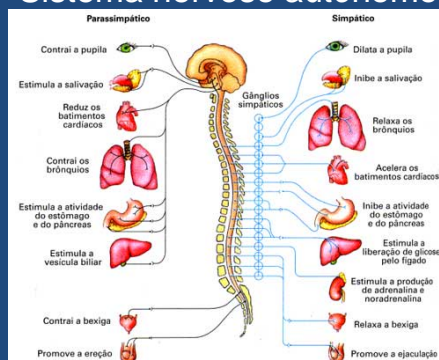
Estrutura da apresentação

- Introdução
- Teoria
 - Sistema nervoso autônomo e sinal de HRV
 - Redes neurais e PCA
- Metodologia
- Testes e resultados: validação do modelo
- Conclusões

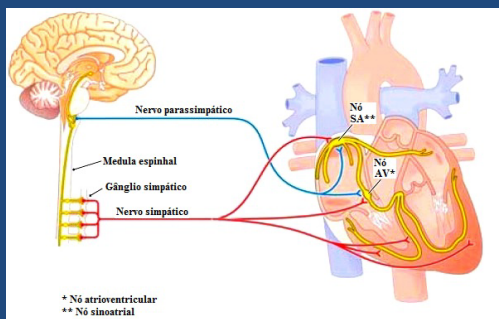
Introdução

- Estudo de padrões no SNA
- Ferramenta de auxílio ao diagnóstico
- Auxílio na identificação de períodos de crise

Sistema nervoso autônomo



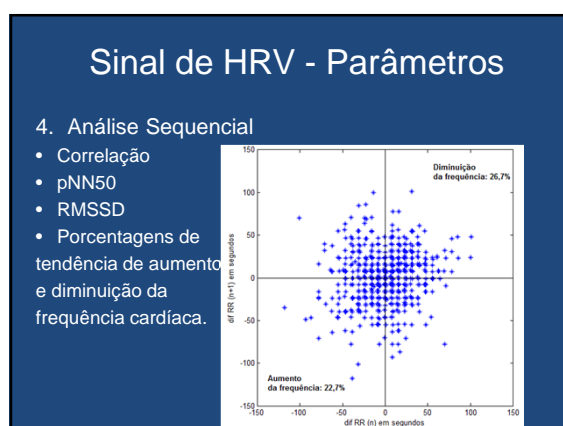
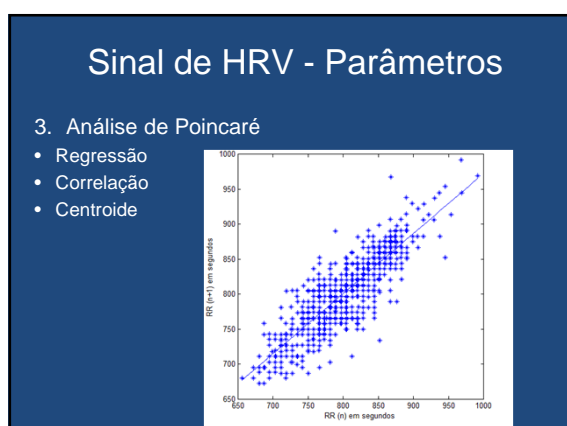
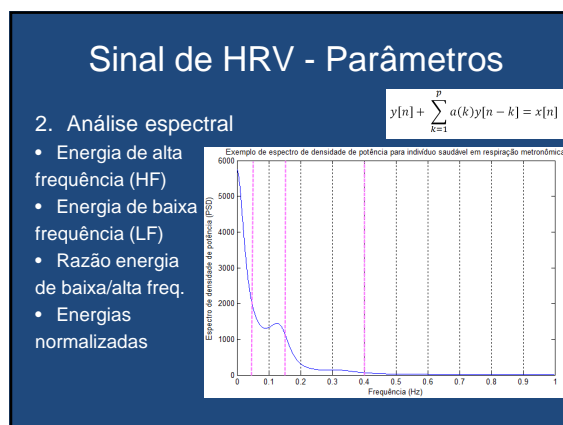
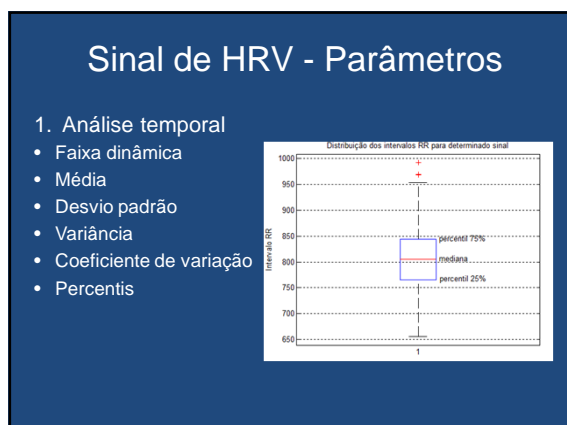
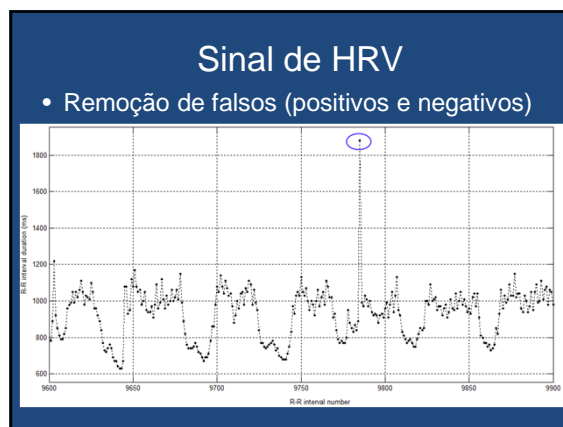
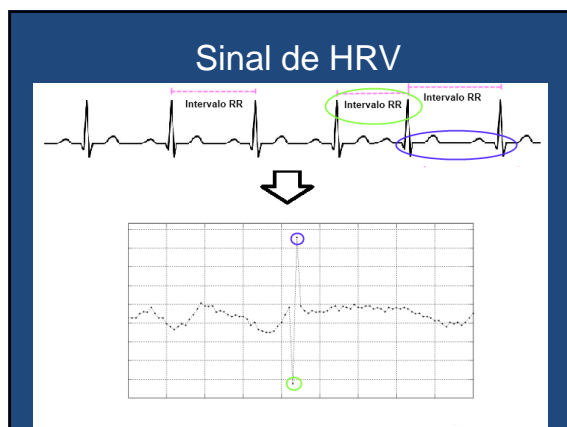
Sistema nervoso autônomo



Sinal de HRV



- ECG → HRV ?
- Batimentos ectópicos e pausas compensatórias
 - Remover e interpolar



Redes neurais e PCA

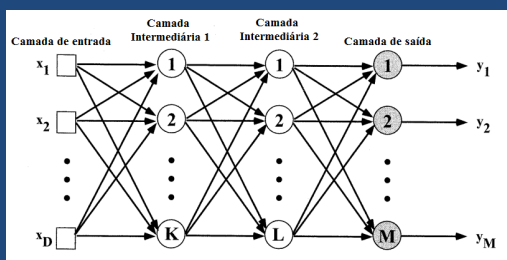
- Perceptron multicamadas (MLP)
- Redes auto-organizáveis de Kohonen (SOM)
- Análise de componentes principais (PCA)

Redes neurais - MLP

Classificador

- Aprendizagem supervisionada
- Regra delta generalizada (mínimo EQM)
- Separações complexas

Redes neurais - MLP



Redes neurais - SOM

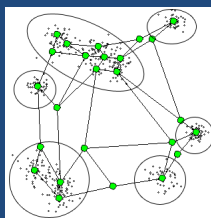
Reduzir dimensões

- Dados complexos => mapas 2D/3D

4	4	4	4	4	9	7	7	7	7
4	4	4	4	4	9	9	7	7	7
4	4	4	4	8	9	9	7	7	7
6	6	6	6	8	8	5	5	7	7
6	6	6	6	8	8	5	5	2	2
6	6	6	6	8	8	5	5	2	2
6	6	6	6	8	8	5	5	2	2
6	6	6	6	8	8	5	5	2	2
6	6	6	6	8	8	5	5	2	2
0	0	0	0	9	9	3	3	3	3
0	0	0	0	9	9	3	3	3	3

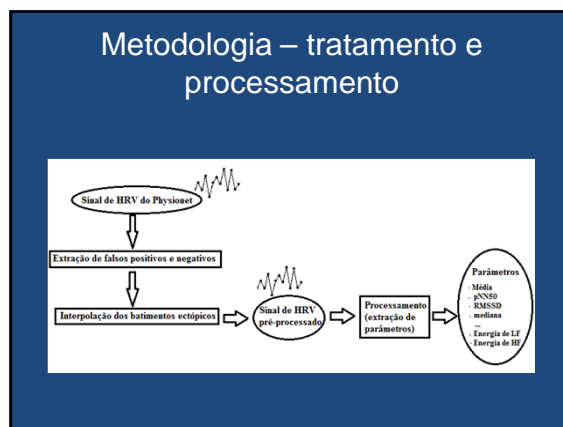
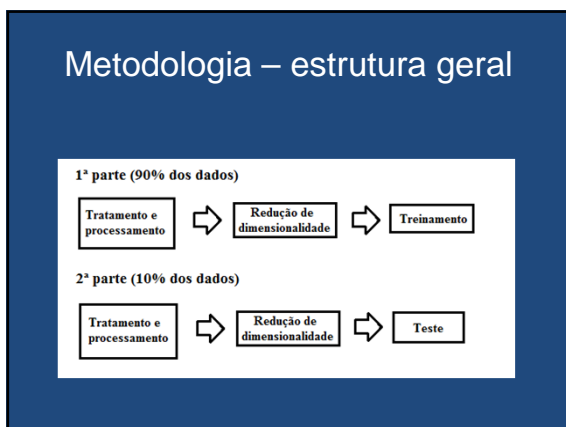
Redes neurais - SOM

- Aprendizagem não-supervisionada
- Treinamento competitivo
- *Clusters*



Análise de componentes principais

- Método estatístico/matemático
- n dimensões
 - Ortogonais
 - Mais significativas



Metodologia – tratamento e processamento

- Respiração espontânea
- Atividades cotidianas
- Assistindo ao filme Fantasia
- Apnéia do sono
- Epilepsia (parcial)

Physionet Record Search

Database: MIT del Normal Sinus Rhythm Database (nsrd)

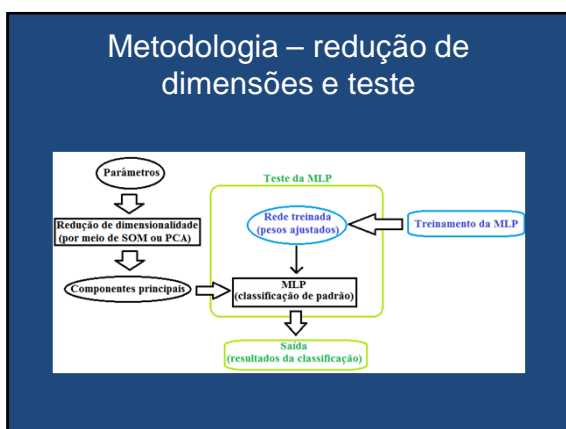
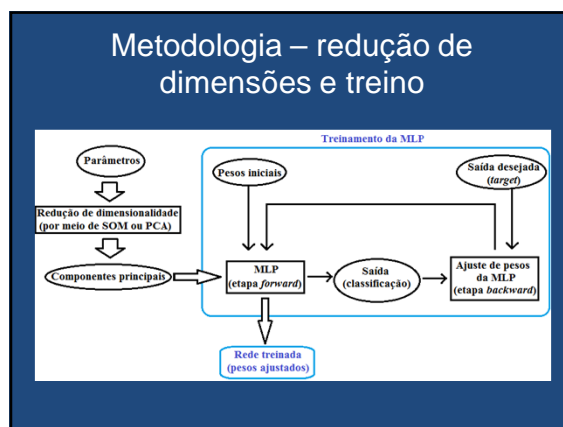
Record: 1426 | Signal: af

Annotations: reference beat and signal quality annotations (af)

Length: 10 sec | 1 min | 1 hour | 12 hours | to end

Time format: Simulatio | elapsed time | hours | minutes | seconds | samples

Data format: standard | high-precision | raw ADC units



Resultados – classificação A

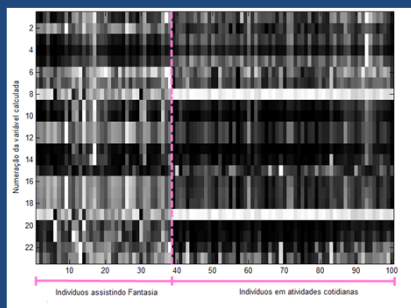
(a) Assistindo Fantasia ou
(b) Em atividades cotidianas

Redução de dimensionalidade: PCA

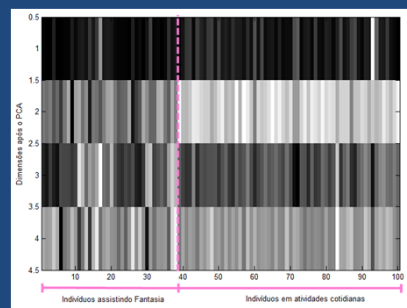
4 dimensões após o PCA, 5 neurônios na MLP

98,50% de acerto

Resultados – classificação A



Resultados – classificação A



Resultados – classificação A

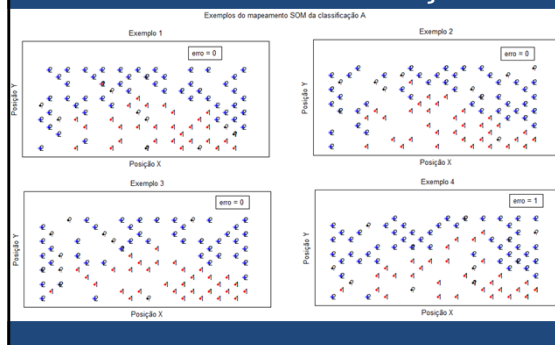
- (a) Assistindo Fantasia ou
- (b) Em atividades cotidianas

Redução de dimensionalidade: SOM

12 x 12 neurônios na SOM, 8 neurônios na MLP

90% a 100% de acerto

Resultados – classificação A



Resultados – classificação B

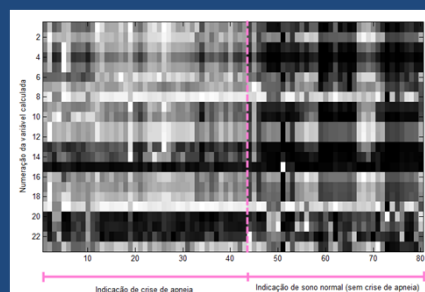
- (a) Durante crise de apneia
- (b) Fora de crise de apneia

Redução de dimensionalidade: PCA

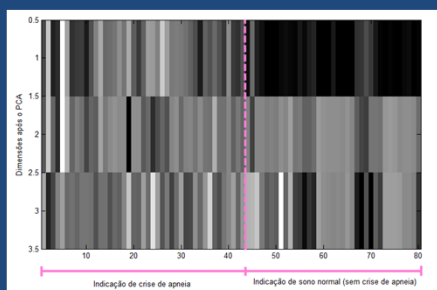
4 dimensões após o PCA, 6 neurônios na MLP

91,68% de acerto

Resultados – classificação B



Resultados – classificação B



Resultados – classificação B

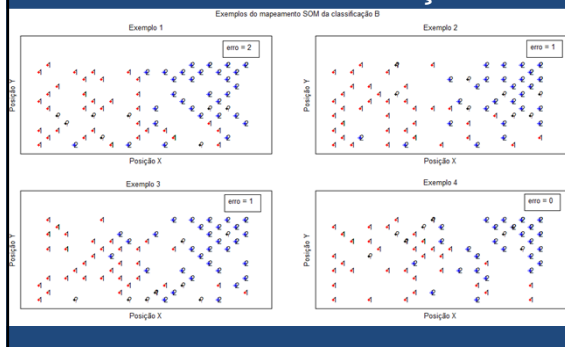
- (a) Durante crise de apneia
- (b) Fora de crise de apneia

Redução de dimensionalidade: SOM

12 x 12 neurônios na SOM, 8 neurônios na MLP

75% a 100% de acerto

Resultados – classificação B



Resultados – classificação C

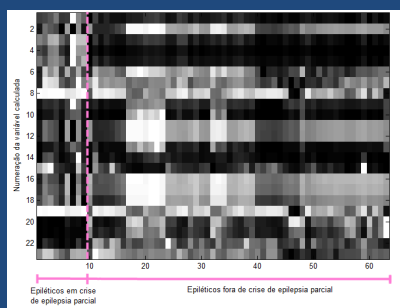
- (a) Durante crise de epilepsia parcial
- (b) Fora de crise de epilepsia parcial

Redução de dimensionalidade: PCA

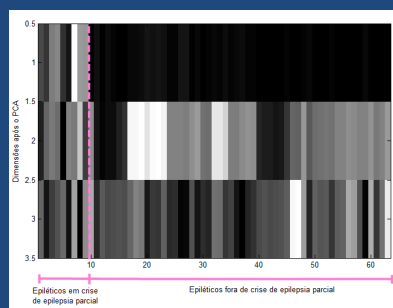
3 dimensões após o PCA, 3 neurônios na MLP

97,83% de acerto

Resultados – classificação C



Resultados – classificação C



Resultados – classificação C

- (a) Durante crise de epilepsia parcial
- (b) Fora de crise de epilepsia parcial

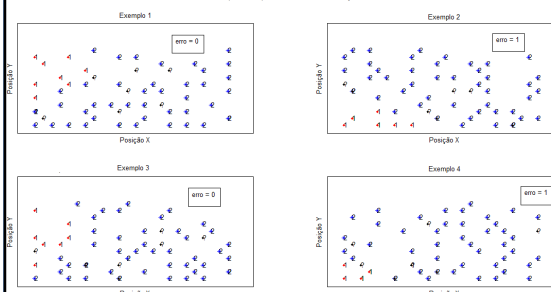
Redução de dimensionalidade: SOM

12 x 12 neurônios na SOM, 5 neurônios na MLP

85,71% a 100% de acerto

Resultados – classificação C

Exemplos do mapeamento SOM da classificação C



Resultados – classificação D

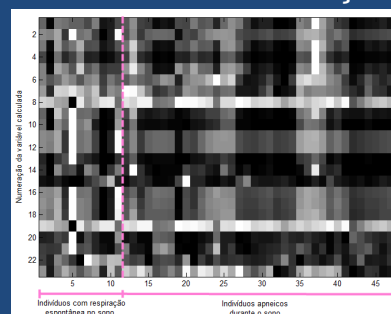
- (a) Apneicos durante o sono
- (b) Normais durante o sono

Redução de dimensionalidade: PCA

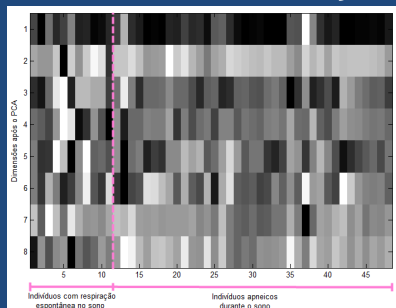
8 dimensões após o PCA, 20 neurônios na MLP

88,48% de acerto

Resultados – classificação D



Resultados – classificação D



Resultados – Resumo

PCA robusta

x

SOM permite conferência visual
(possível prever qualidade da classificação)

Classificação	Acerto médio usando PCA (%)	Acerto médio usando SOM(%)
A	98,50	97,50
B	91,15	87,50
C	97,83	92,85
D	88,48	—

Conclusões

- Resultados significativos de acerto;
- PCA: pode ser usado em tempo real; maior acerto; mais robusto
- Eficácia do método: pesquisas de padrões no SNA, auxílio ao diagnóstico, identificação de crises;

Trabalhos futuros

- Uso de mais dados
 - Melhor qualidade do treino
 - Possível usar dados de validação
- Outros métodos classificatórios
- Novos parâmetros
- Outros sinais biomédicos

Publicações

1. LIMA, R. R. e CARVALHO, J. L. A. de. Reconstrução Paralelizada de Dados de Ressonância Magnética de Fluxo em Processadores Multi-Núcleo. 15 de setembro, 2011. Apresentada no **8 Congresso de Iniciação Científica do Distrito Federal**.
2. LIMA, R. R. e CARVALHO, J. L. A. de. Parallelized Reconstruction of spiral Fourier velocity encoding MRI data in multicore processors. Abstract 1190, apresentado na **20th ISMRM Annual Meeting & Exhibition (2012)** e publicado nos proceedings da Conferência.
3. LIMA, R. R. e CARVALHO, J. L. A. de. Reconstrução paralelizada de dados de ressonância magnética de fluxo em processadores multi-núcleo, 2012. **Submetido para 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica** a ser realizada em Porto de Galinhas, Brasil, em outubro do presente ano.
4. LIMA, R. R., ANDRADE, A. F., BAUCHSPIESS, A. e CARVALHO, J. L. A. de. Classificação neural som e MLP de indivíduos normais, chagásicos e hipertensos por meio de análise da variabilidade da frequência cardíaca, 2012. **Submetido para 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica** a ser realizada em Porto de Galinhas, Brasil, em outubro do presente ano.
5. LIMA, R. R., ALMEIDA, D. L. F. e CARVALHO, J. L. A. de. Sistema neural de auxílio ao diagnóstico baseado em alterações no sistema nervoso autônomo, 2012. **Submetido para 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica** a ser realizada em Porto de Galinhas, Brasil, em outubro do presente ano.

Obrigada!

rosanariblim@gmail.com

Brasília, 10 de julho de 2012