

4

19/08 - Hae 5	20/08 - Hae 6
26/08 - Hae 7	27/08 - Hae 8
02/09 - Sem. Pátria	03/09 - Sem. Pátria
09/09 - Emilio 1	10/09 - Emilio 2
16/09 - Sem. de provas	17/09 - Sem. de provas
23/09 - Emilio 3	24/09 - Emilio 4
30/09 - Emilio 5	01/10 - Emilio 6
07/10 - Emilio 7	08/10 - Emilio 8
14/10 - Márcio 1	15/10 - Márcio 2
21/10 - Márcio 3	22/10 - Márcio 4
28/10 - Func. Público	29/10 - Márcio 5
04/11 - Márcio 6	05/11 - Márcio 7
11/11 - Márcio 8	12/11 - Semana de provas (INCLUI PSI3472)
18/11 - Semana de provas (INCLUI PSI3472)	19/11 - Semana de provas (INCLUI PSI3472)
25/11 - PSub (com autorização prévia)	26/11 - Sem. PSub (com autorização prévia)

Cálculo da média final:  
 Se  $(\min(MHae, MEmilio, MMarcio)) \geq 3,0$  então  $MF = (MHae + MEmilio + MMarcio) / 3$ ;  
 Senão  $MF = \min(MHae, MEmilio, MMarcio)$ ;

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

4

4

5

## Disciplina PSI 3472 – Prof. Emilio - 2019 (com Profs Hae e Márcio)

Prof. Dr. Emilio Del Moral Hernandez

Graduação em Engenharia Elétrica na EPUSP

Doutorado em Engenharia Elétrica pela  
University of Pennsylvania (Upenn – Philadelphia)



Livre Docente da EPUSP, na área de  
Neurocomputação Eletrônica e Sistemas Adaptativos

Atuante no IEEE e nas atividades técnicas da IEEE - CIS

Contato: [emilio.delmoral@usp.br](mailto:emilio.delmoral@usp.br) / [emilio@lsi.usp.br](mailto:emilio@lsi.usp.br)  
 Site do Grupo de Pesquisa: [www.lsi.usp.br/ICONE](http://www.lsi.usp.br/ICONE)



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

5

5

7

Curso: PSI3472 - Conce

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=70199

## Materiais do Prof Emilio

- Metas principais das aulas PSI3472 em fusão de informações e sistemas multi-sensores
- Tabelas de Dados Vindos da Dissertacao Raphael - Recuperacao Natural apenas - para edisciplinas
- Link Teses USP para baixar a dissertação de Raphael Garcia Moreira e entender os detalhes de um sistema multisensor que ensaiaremos
- MBP: Ambiente para Redes Neurais - Veja no browser os tutoriais #1 brevemente e #2 a #7 em detalhe e em seguida instale o MBP no seu computador (ou identifique um ambiente equivalente de sua preferência e instale-o).

Vários outros materiais e tarefas serão adicionados ao longo das 8 aulas com o Prof. Emilio.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

7

7

8

PSI3472-2019: Metas pr

https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=2679069

MENU

Início > Meus Ambientes > 2019 > EP > PSI > PSI3472-2019

- > Materiais do Prof Emilio
- > Metas principais das aulas PSI3472 em fusão de inf...

## Metas principais das aulas PSI3472 em fusão de informações e sistemas multi-sensores

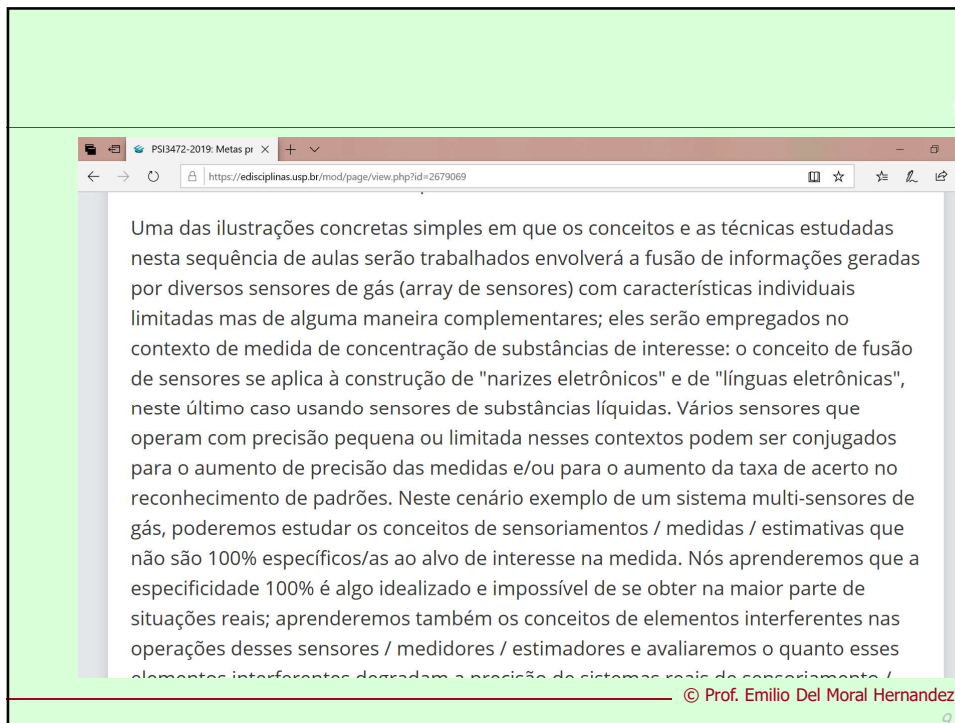
Em uma sequencia de aulas de PSI 3472 com o Professor Emílio, iniciando em 9 de setembro/2019, abordaremos um tema importante em sistemas eletrônicos inteligentes e em inteligência computacional de uma forma geral: a Fusão de Informações e os Sistemas Multi-Sensores. Tal temática tem aplicação importante em Instrumentação Inteligente, Sistemas Embarcados, Robótica, IoT, Ciência dos Dados, e também em várias outras áreas que elencaremos em conjunto (professores e alunos) nas atividades em sala de aula

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

8

8

9

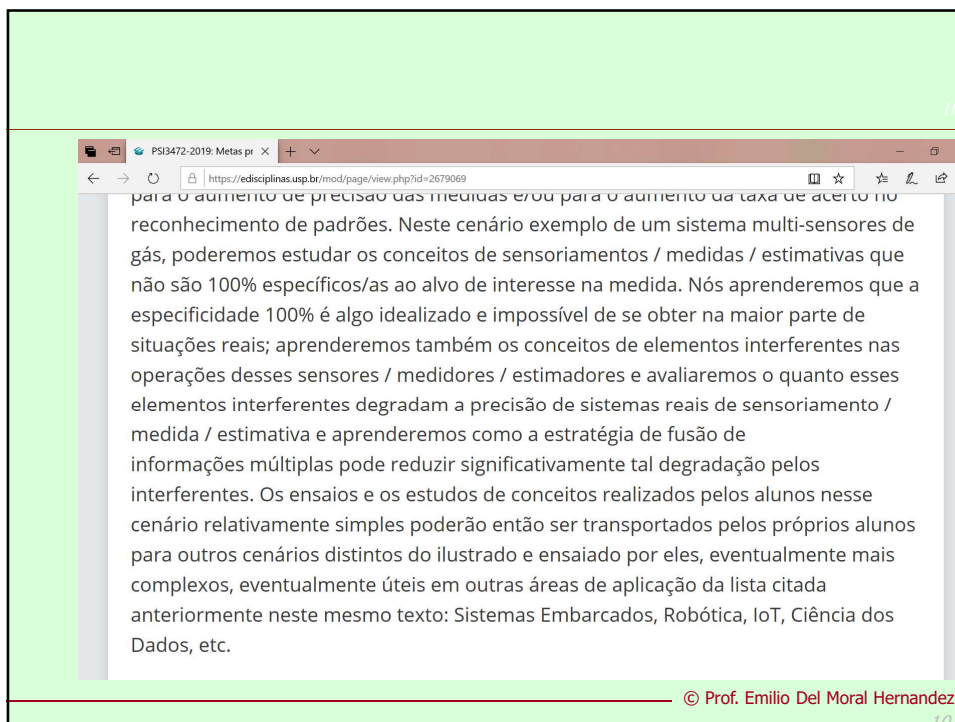


Uma das ilustrações concretas simples em que os conceitos e as técnicas estudadas nesta sequência de aulas serão trabalhados envolverá a fusão de informações geradas por diversos sensores de gás (array de sensores) com características individuais limitadas mas de alguma maneira complementares; eles serão empregados no contexto de medida de concentração de substâncias de interesse: o conceito de fusão de sensores se aplica à construção de "narizes eletrônicos" e de "línguas eletrônicas", neste último caso usando sensores de substâncias líquidas. Vários sensores que operam com precisão pequena ou limitada nesses contextos podem ser conjugados para o aumento de precisão das medidas e/ou para o aumento da taxa de acerto no reconhecimento de padrões. Neste cenário exemplo de um sistema multi-sensores de gás, poderemos estudar os conceitos de sensoriamentos / medidas / estimativas que não são 100% específicos/as ao alvo de interesse na medida. Nós aprenderemos que a especificidade 100% é algo idealizado e impossível de se obter na maior parte de situações reais; aprenderemos também os conceitos de elementos interferentes nas operações desses sensores / medidores / estimadores e avaliaremos o quanto esses elementos interferentes degradam a precisão de sistemas reais de sensoriamento /

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

9

10

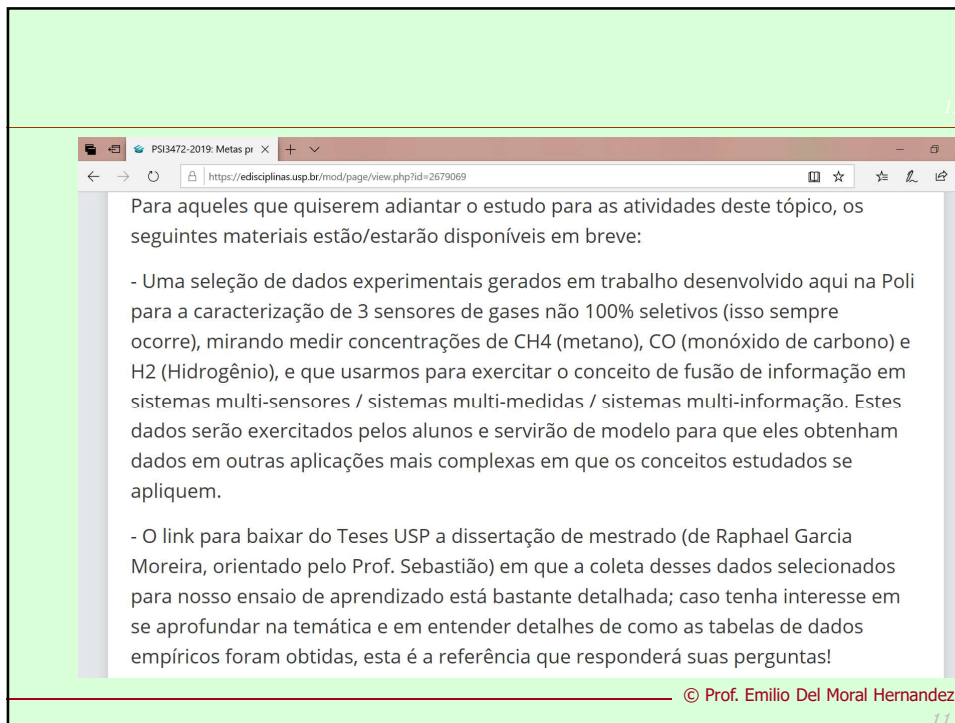


para o aumento de precisão das medidas e/ou para o aumento da taxa de acerto no reconhecimento de padrões. Neste cenário exemplo de um sistema multi-sensores de gás, poderemos estudar os conceitos de sensoriamentos / medidas / estimativas que não são 100% específicos/as ao alvo de interesse na medida. Nós aprenderemos que a especificidade 100% é algo idealizado e impossível de se obter na maior parte de situações reais; aprenderemos também os conceitos de elementos interferentes nas operações desses sensores / medidores / estimadores e avaliaremos o quanto esses elementos interferentes degradam a precisão de sistemas reais de sensoriamento / medida / estimativa e aprenderemos como a estratégia de fusão de informações múltiplas pode reduzir significativamente tal degradação pelos interferentes. Os ensaios e os estudos de conceitos realizados pelos alunos nesse cenário relativamente simples poderão então ser transportados pelos próprios alunos para outros cenários distintos do ilustrado e ensaiado por eles, eventualmente mais complexos, eventualmente úteis em outras áreas de aplicação da lista citada anteriormente neste mesmo texto: Sistemas Embarcados, Robótica, IoT, Ciência dos Dados, etc.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

10

11



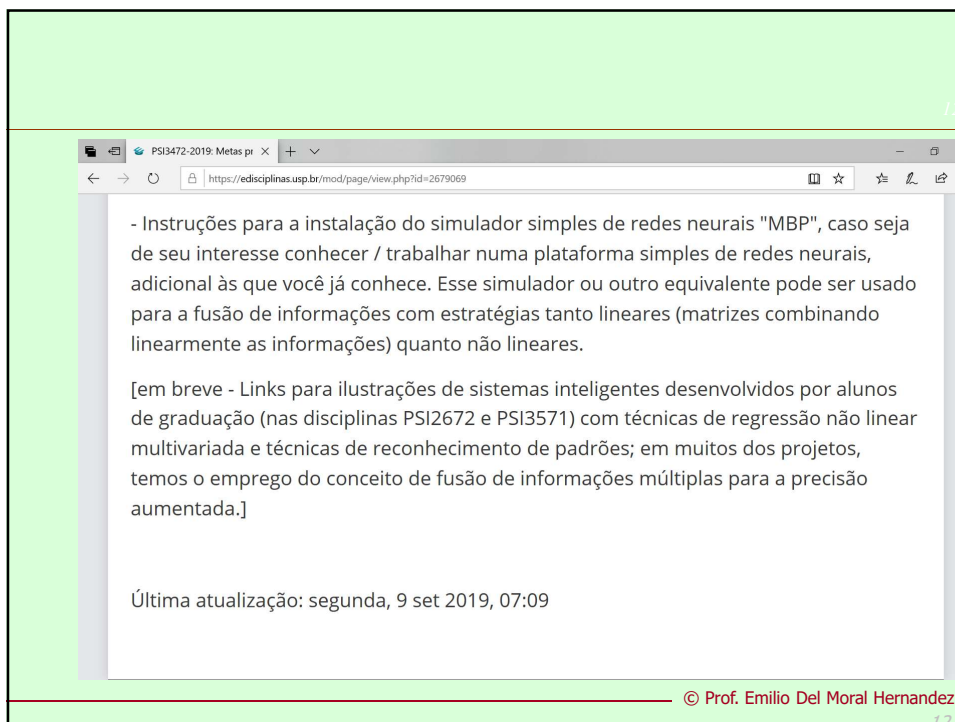
Para aqueles que quiserem adiantar o estudo para as atividades deste tópico, os seguintes materiais estão/estarão disponíveis em breve:

- Uma seleção de dados experimentais gerados em trabalho desenvolvido aqui na Poli para a caracterização de 3 sensores de gases não 100% seletivos (isso sempre ocorre), mirando medir concentrações de CH<sub>4</sub> (metano), CO (monóxido de carbono) e H<sub>2</sub> (Hidrogênio), e que usaremos para exercitar o conceito de fusão de informação em sistemas multi-sensores / sistemas multi-medidas / sistemas multi-informação. Estes dados serão exercitados pelos alunos e servirão de modelo para que eles obtenham dados em outras aplicações mais complexas em que os conceitos estudados se apliquem.
- O link para baixar do Teses USP a dissertação de mestrado (de Raphael Garcia Moreira, orientado pelo Prof. Sebastião) em que a coleta desses dados selecionados para nosso ensaio de aprendizado está bastante detalhada; caso tenha interesse em se aprofundar na temática e em entender detalhes de como as tabelas de dados empíricos foram obtidas, esta é a referência que responderá suas perguntas!

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

11

12



- Instruções para a instalação do simulador simples de redes neurais "MBP", caso seja de seu interesse conhecer / trabalhar numa plataforma simples de redes neurais, adicional às que você já conhece. Esse simulador ou outro equivalente pode ser usado para a fusão de informações com estratégias tanto lineares (matrizes combinando linearmente as informações) quanto não lineares.

[em breve - Links para ilustrações de sistemas inteligentes desenvolvidos por alunos de graduação (nas disciplinas PSI2672 e PSI3571) com técnicas de regressão não linear multivariada e técnicas de reconhecimento de padrões; em muitos dos projetos, temos o emprego do conceito de fusão de informações múltiplas para a precisão aumentada.]

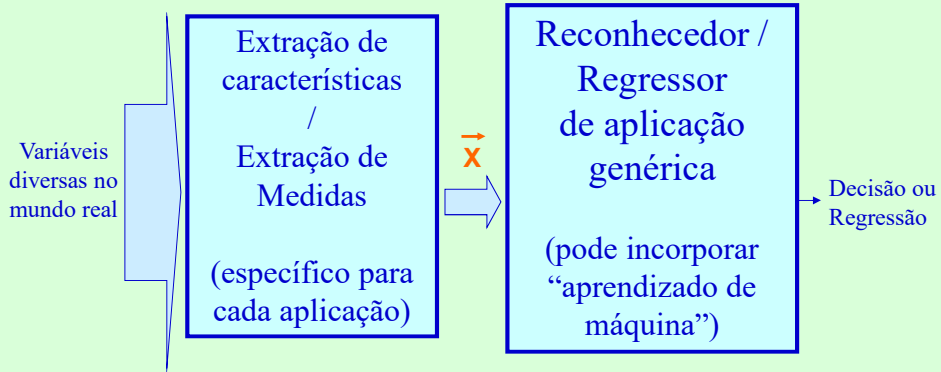
Última atualização: segunda, 9 set 2019, 07:09

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

12

... O 1o estágio gera um Vetor de Medidas,  $\vec{X}$   
 ... O segundo estágio operará sobre tal vetor

25



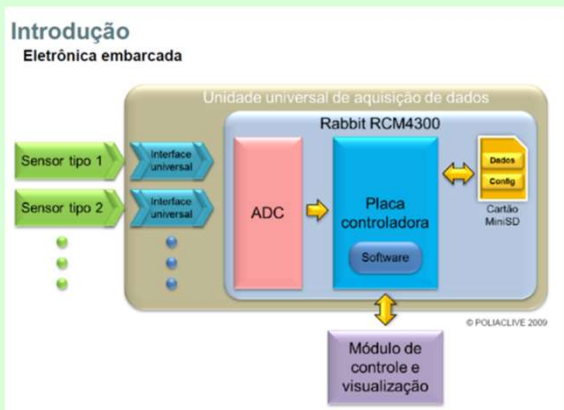
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

25

25

## Sistema de fusão de sensores: por exemplo pressão e temperatura

28



4

*projeto de alunos em PSI-2672*

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

28

28

## Língua Eletrônica para controle de qualidade alimentar e detecção de substâncias nocivas

29



1. Gordura
2. Proteína
3. Lactose
4. pH

- Sistema com 4 sensores;
- Sistema com 5 frequências diferentes em cada sensor;
  - $4 \times 5 = 20$  entradas para a RNA

*projeto de alunos em PSI-2672*

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

29

29

## Classificação automática de generos musicais

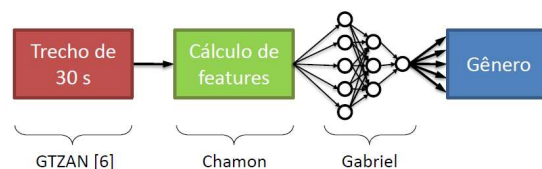
35

### DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Categorizar músicas em gêneros automaticamente baseado em trechos de suas gravações e exemplos rotulados *a priori*

- 1) Blues
- 2) Classical
- 3) Country
- 4) Disco
- 5) Hip-Hop
- 6) Jazz
- 7) Metal
- 8) Pop
- 9) Reggae
- 10) Rock

### A SOLUÇÃO



*projeto de alunos em PSI-2672*

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

35

35

## Os sensores não são 100% seletivos ...

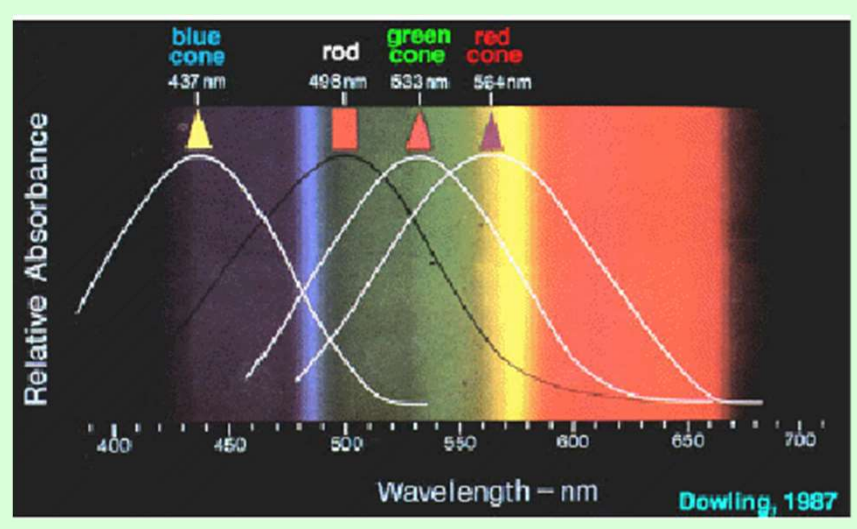
(☹ Eles não são perfeitos!!!)

Uma presença constante em virtualmente qualquer situação prática

...

Tanto no universo de sensores propriamente ditos quanto em ciência de dados, IoT, robótica, imagens, etc etc

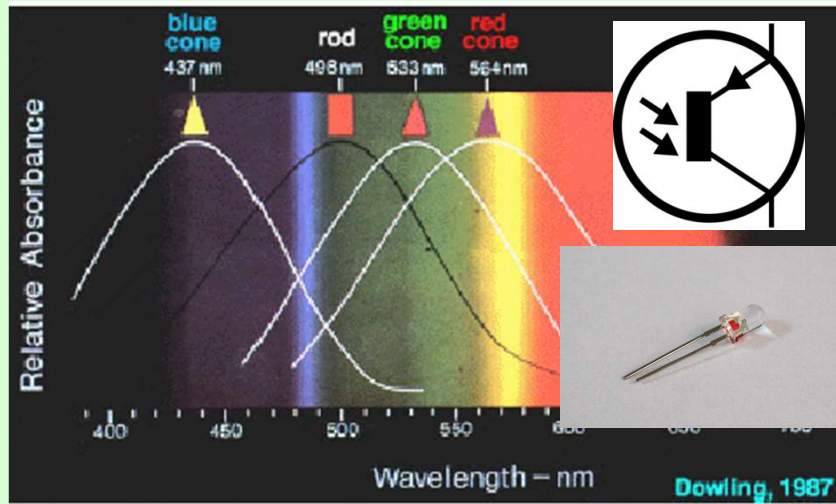
## Exemplo de sensores não específicos no sistema visual humano





Sensibilidade não específica similar também ocorre em foto-transistores

38



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

38

38

Sensibilidade não específica similar também ocorre em sensores em línguas eletrônicas

39



E-Tongue na análise de uma amostra de café

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

39

39



## Sensibilidade não específica similar também ocorre em sensores em línguas eletrônicas

40

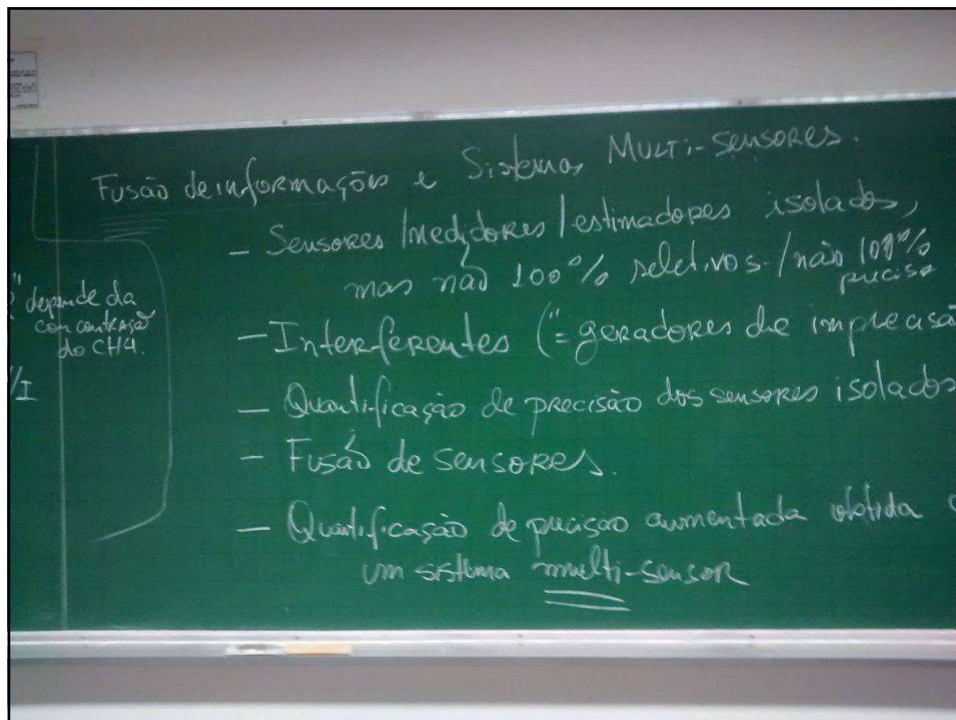


Foto de um conjunto de eletrodos de ouro, que compõe uma língua eletrônica, recoberto com filmes ultrafinos (Imagem: Osvaldo Novais)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

40

40



41

## Entendendo o básico do contexto que usaremos para os ensaios dirigidos (com especificação do problema fechada)

42

The screenshot shows a PDF document titled "111-DISSERTACAO..." and a web browser window. The PDF document is from Raphael Garcia Moreira, titled "SENSORIAMENTO DE MISTURAS DE H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> E CO POR MEIO DE LIMA MATRIZ DE QUIMIOSENSITORES". The web browser window shows a link to the dissertation on the USP website: "Link Teses USP para baixar a dissertação de Raphael Garcia Moreira e entender os detalhes de um sistema que ensaiaremos".

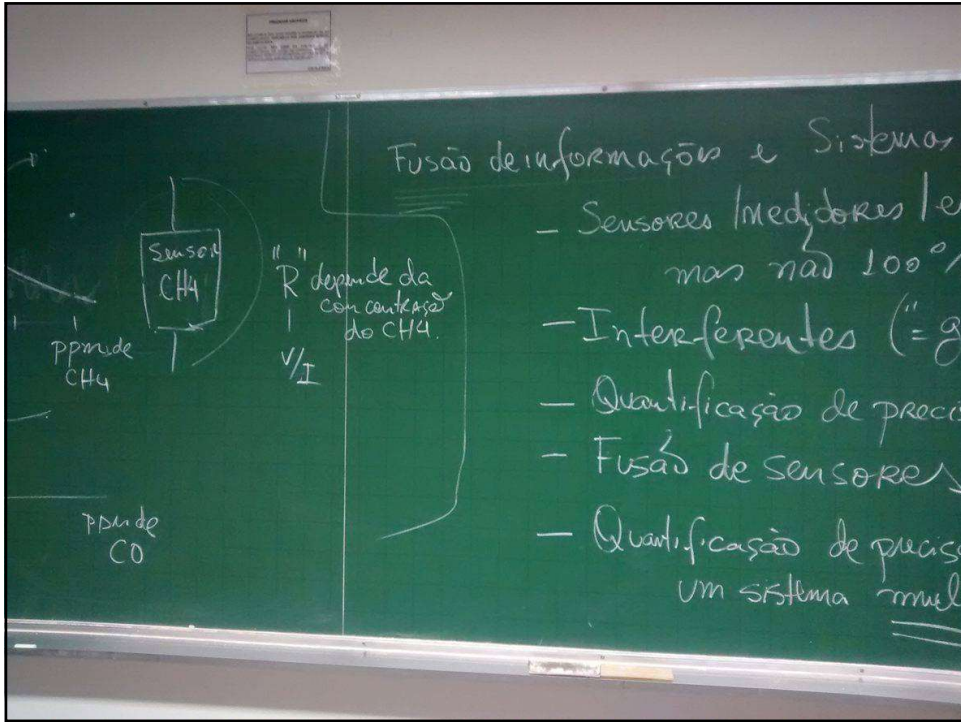
42

## Entendendo o básico do contexto que usaremos para os ensaios dirigidos (com especificação do problema fechada)

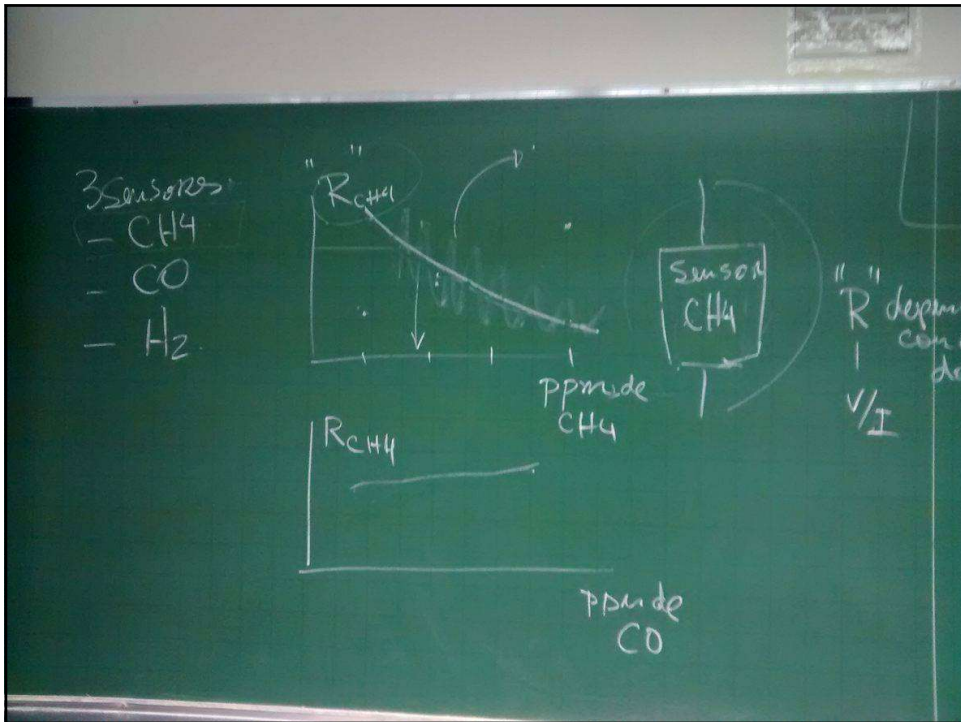
43

The screenshot shows a web browser window displaying the details of a dissertation. The URL is "teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3140/tdde-13102014-150854/pt-br.php". The document is titled "Dissertação de Mestrado" and is by Raphael Garcia Moreira. The title in Portuguese is "Sensoriamento de misturas de H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e CO por meio de uma matriz de quimiossensitores". The title in English is "Sensing mixtures of H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and CO through an array of chemiresistors". The abstract in Portuguese describes the development of a low-cost apparatus for sensing H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and CO in gas mixtures using an array of chemiresistors. The abstract in English describes the development of a low-cost application for obtaining the concentrations in a gas mixture, using an array of chemiresistors.

43



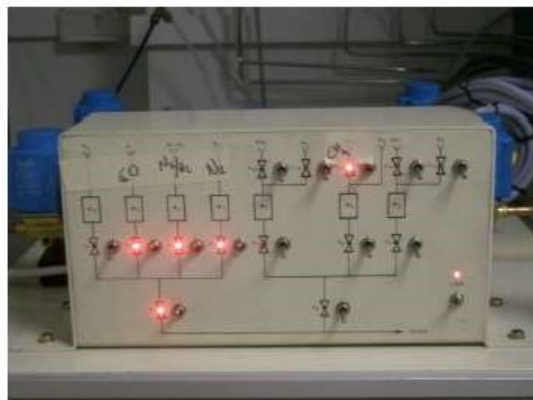
45



46

147952R1BM - MKS Instruments Inc. controlados por um sistema Readout - modelo 247D - MKS Instruments Inc. (Figura 7) também foram utilizados.

Figura 6 - Painel de controle das válvulas pneumáticas de cada um dos gases.



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2013.

48

6 -- 6b - DISSERTACAO\_Raphael\_Garcia\_Moreira.pdf (PROTEGIDO) - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 6 -- 6b - DISSERTA... x Fazer login

46 / 119 123%

45

Figura 7 - Painel de controle (READ-WRITE) dos Mass-flows.

Fonte: ACERVO PESSOAL, 2013.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

49

49



**Figura 12 - Montagem dos sensores.**



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2013.

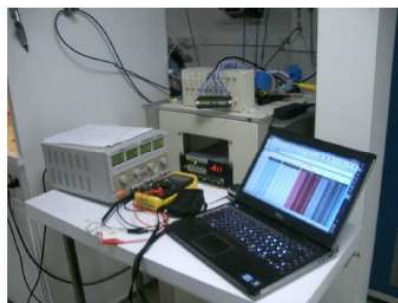
Uma visão geral da disposição do sistema de sensoriamento montado é apresentada na Figura 13:

**Figura 13 - Visão geral do experimento.**

50

Uma visão geral da disposição do sistema de sensoriamento montado é apresentada na Figura 13:

**Figura 13 - Visão geral do experimento.**



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2013.

O sistema foi mantido na sala limpa do Laboratório de Sistemas Integráveis da EPUSP a 20 °C e 65 % de umidade relativa. As

51

Sensibilidade não específica e precisão aumentada através de uso de multissensores

52



VAMOS DEBATER EM SALA OUTROS SISTEMAS MULTISSENSORES?

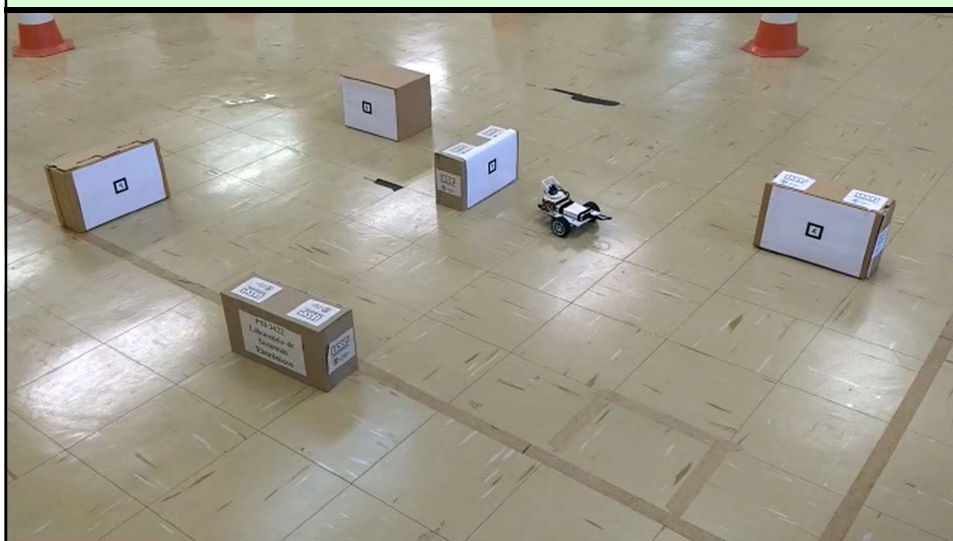
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

52

52

Disciplina PSI3422 – Lab Carrinho evitando obstáculos de Sistemas Eletrônicos

53



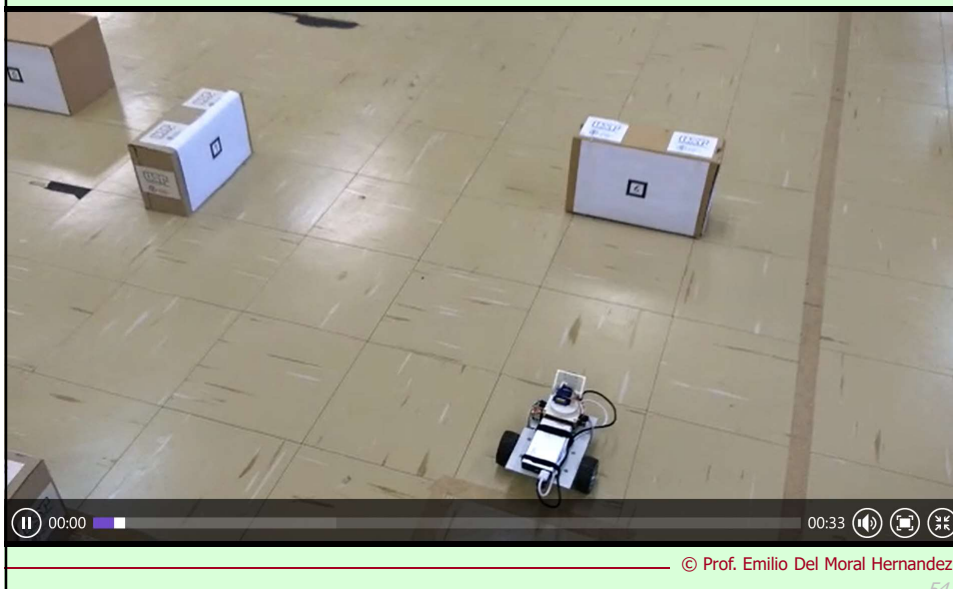
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

53

53

## Disciplina PSI3422 – Carrinho evitando obstáculos

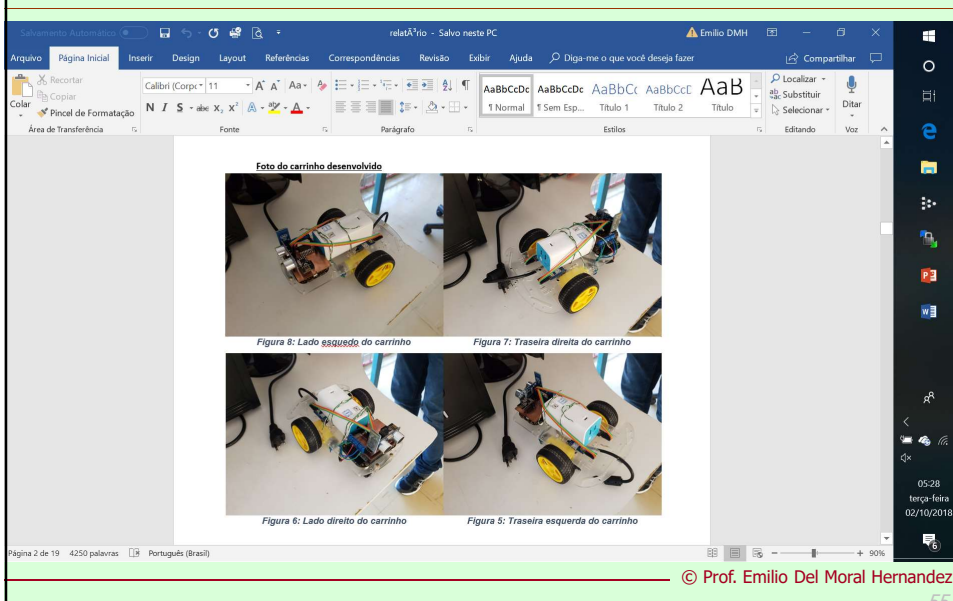
54



54

## Disciplina PSI3422 – Carrinho evitando obstáculos

55

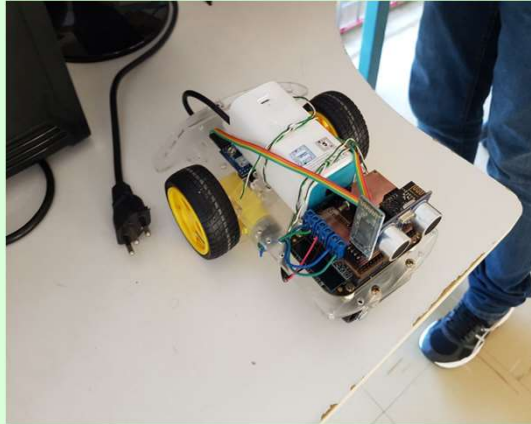


55



## Disciplina PSI3422 – Carrinho e sensores

56



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

56

56

## Disciplina PSI3442 – Embarcados Drone

57



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

57

57

Ensaíos con medidas de  $R_{i,R_o}$  do sensor de Metano (CH4): Tabela 5, 7, 9, 11 e 13 da tese:

**Tabela 1 - Ensaíos con 0 ppm de monóxido de carbono (CO).**

CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	4,64	3,74	2,99	2,67	2,45
200	1,85	1,2	1,1	1,12	1,11
800	1,17	0,87	0,82	0,8	0,81
1500	0,87	0,72	0,66	0,67	0,67
2000	0,79	0,67	0,65	0,62	0,59

**Tabela 2 - ... agora con 200 ppm de monóxido de carbono (CO).**

CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	4,43	3,06	2,61	2,41	2,24
200	1,55	1,16	1,04	1,06	1,03
800	1,09	0,82	0,76	0,79	0,75
1500	0,82	0,64	0,62	0,64	0,61
2000	0,75	0,62	0,57	0,58	0,59

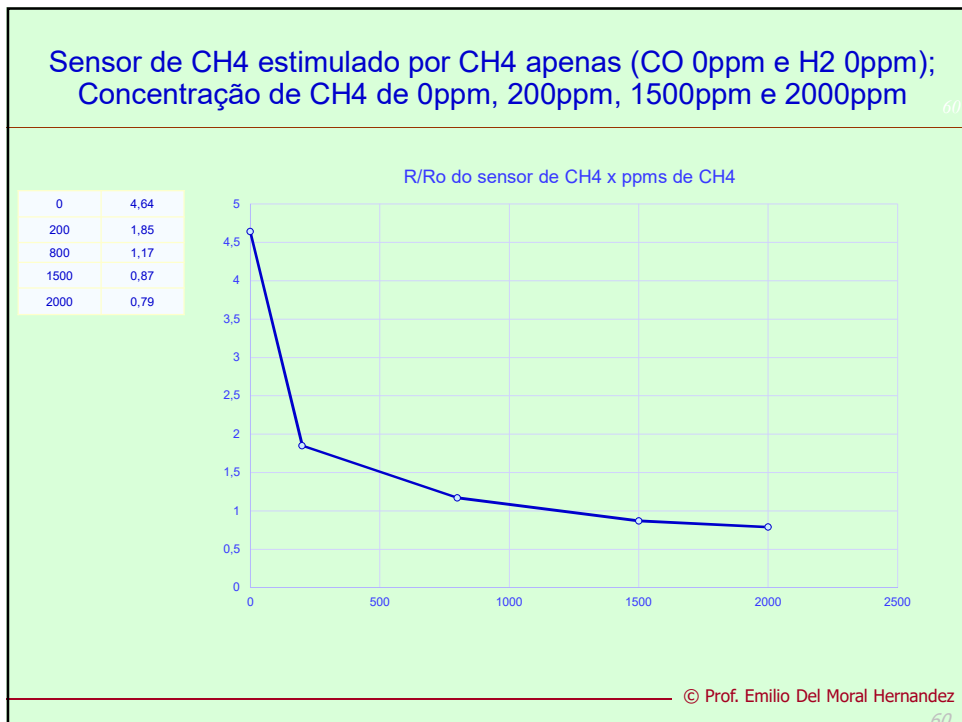
**Tabela 3 - ... agora con 800 ppm de monóxido de carbono (CO).**

CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	3,69	3,11	2,55	2,37	2,14
200	1,56	1,15	1,03	0,97	1,02
800	1,04	0,81	0,81	0,78	0,76
1500	0,78	0,63	0,61	0,59	0,58
2000	0,7	0,63	0,62	0,59	0,57

**Tabela 4 - ... agora con 1500 ppm de monóxido de carbono (CO).**

CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	3,58	2,93	2,36	2,23	2,21
200	1,6	1,08	1,03	1	0,94

59

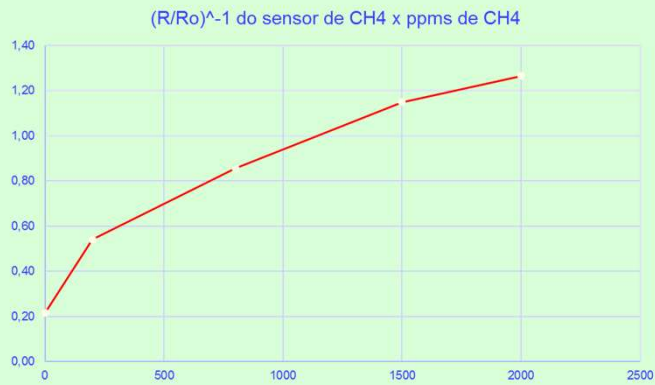


60

Sensor de CH4 estimulado por CH4 apenas (CO 0ppm e H2 0ppm);  
Concentração de CH4 de 0ppm, 200ppm, 1500ppm e 2000ppm

61

		1/sensor
0	4,64	0,22
200	1,85	0,54
800	1,17	0,85
1500	0,87	1,15
2000	0,79	1,27



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

61

61

62

Os conceitos de:  
Reta de calibração  
Curva de calibração  
Linearização de sensor

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

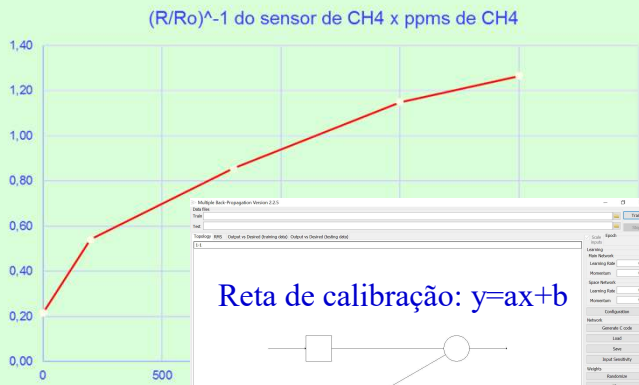
62

62

Sensor de CH4 estimulado por CH4 apenas (CO 0ppm e H2 0ppm);  
Concentração de CH4 de 0ppm, 200ppm, 1500ppm e 2000ppm

63

	1/sensor	
0	4,64	0,22
200	1,85	0,54
800	1,17	0,85
1500	0,87	1,15
2000	0,79	1,27



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

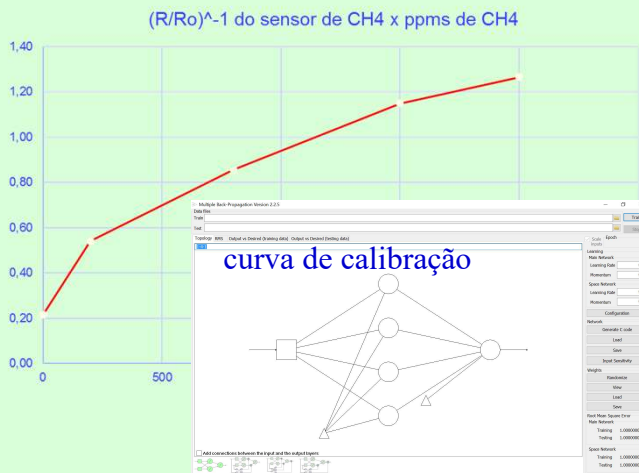
63

63

Sensor de CH4 estimulado por CH4 apenas (CO 0ppm e H2 0ppm);  
Concentração de CH4 de 0ppm, 200ppm, 1500ppm e 2000ppm

64

	1/sensor	
0	4,64	0,22
200	1,85	0,54
800	1,17	0,85
1500	0,87	1,15
2000	0,79	1,27



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

64

64

65

Neural Networks Demystified | Curso: PSI3472 - Conce

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=64146&notifyediting=1

Metas principais das 4 aulas em fusão de informações e sistemas multi-sensores

- MBP: Ambiente para Redes Neurais - Veja no browser os tutoriais #1 brevemente e #2 a #7 em detalhe e em seguida instale o MBP no seu computador (ou identifique um ambiente equivalente de sua preferência e instale-o).
- Link Teses USP para baixar a dissertação de Raphael Garcia Moreira e entender os detalhes de um sistema multisensor que ensaiaremos
- Tabelas de Dados Vindos da Dissertação Raphael - Recuperação Natural apenas - para STOA
- Slides iniciais em Fusão de Sensores e de Informação - Versão de 10 de setembro
- Foi aberta uma seção sobre as entregas feitas em sala e fora dela, específica para este módulo de sistemas multisensores.
- Slides usados nas aulas de 17 e 18 de setembro

**Exemplos de sistemas** regressores e reconhedores multivariados desenvolvidos em disciplinas de 5o ano em temáticas de sistemas eletrônicos inteligentes:

- Zipado com 49 projetos de 5o ano em regressores e reconhedores com redes neurais - slides com as apresentações finais de disciplinas em edições 2011-2016 (36MB)
- + 1 Zipado para baixar, com + 12 projetos: arquivos com slides de apresentações finais de disciplina de 5o ano em 2017 (15MB)
- + Outro Zipado para baixar, com + 15 projetos: arquivos com slides de apresentações finais de disciplina de 5o ano em 2018 (18MB)

**Exemplos de repositórios públicos** com bases de dados empíricos em diversas áreas em que machine learning é importante:

- UCI Repository on Machine Learning - Bases de dados sobre inúmeras áreas de aplicação
- Kaggle - Contribuição de Matheus Ramos Morgado (turma de 2017) - Bases de dados da plataforma Kaggle
- Physionet - Bases de dados sobre fisiologia humana - Bio
- Convite a contribuições (e q acrescentam na sua nota) - identifique um repositório público adicional relevante a PSI3472, escreva um parágrafo de

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

65

65

cao\_raphael e ProfSebastiao - Adaptado por Prof Emilio para PSI3472.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

111-Tabelas\_de\_Da... x

75%

Ensaio com medidas de  $R_{CH_4}$  do sensor de Metano (CH4): Tabelas 5, 7, 9, 11 e 13 da tese

**Tabela 1 - Ensaio com 0 ppm de monóxido de carbono (CO).**

CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	4,64	3,74	2,99	2,67	2,45
200	1,85	1,2	1,1	1,12	1,11
800	1,17	0,87	0,82	0,8	0,81
1500	0,87	0,72	0,66	0,67	0,67
2000	0,79	0,67	0,65	0,62	0,59

**Tabela 2 - ... agora com 200 ppm de monóxido de carbono (CO).**

CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	4,43	3,06	2,61	2,41	2,24
200	1,55	1,16	1,04	1,06	1,03
800	1,09	0,82	0,76	0,79	0,75
1500	0,82	0,64	0,62	0,64	0,61
2000	0,75	0,62	0,57	0,58	0,59

**Tabela 3 - ... agora com 800 ppm de monóxido de carbono (CO).**

CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	3,69	3,11	2,55	2,37	2,14
200	1,56	1,15	1,03	0,97	1,02
800	1,04	0,81	0,81	0,78	0,76
1500	0,78	0,63	0,61	0,59	0,58
2000	0,7	0,63	0,62	0,59	0,57

**Tabela 4 - ... agora com 1500 ppm de monóxido de carbono (CO).**

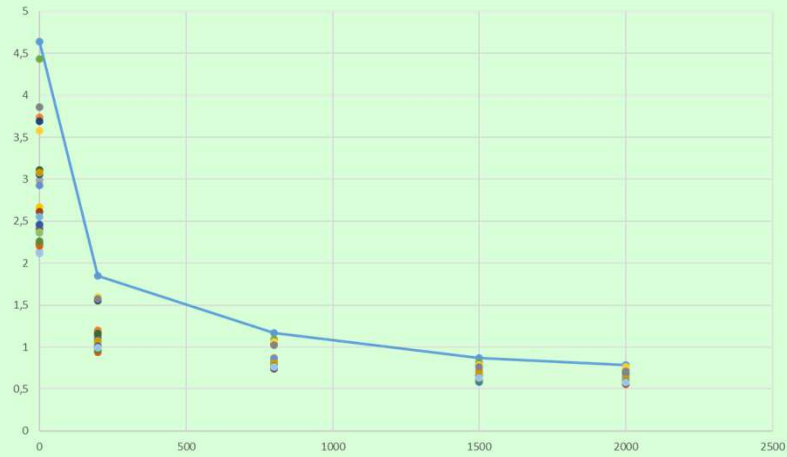
CH4	H2:0	H2:200	H2:800	H2:1500	H2:2000
0	3,58	2,93	2,36	2,23	2,21
200	1,6	1,08	1,03	1	0,94

66

Sensor de CH4 estimulado por CH4 & também mesclado com CO e H2 como interferentes ; 0ppm, 200ppm, 1500ppm e 2000ppm

67

R/Ro do sensor de CH4 x ppms de CH4  
Agora com interferentes CO e/ou H2



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

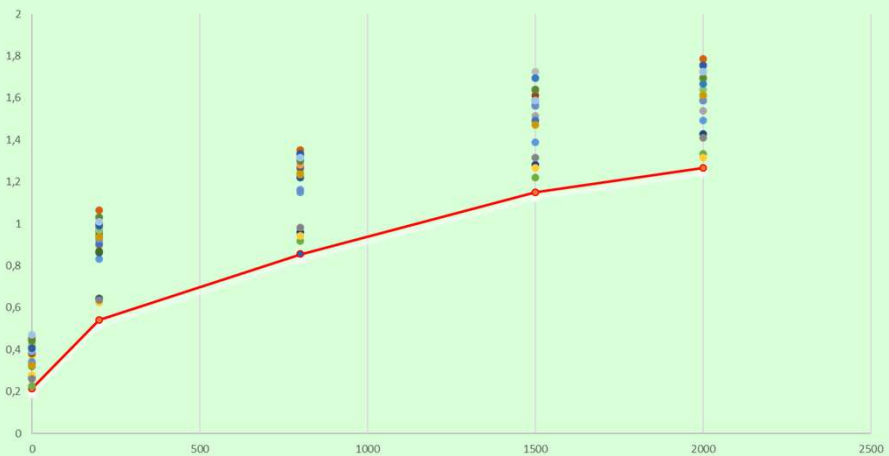
67

67

Sensor de CH4 estimulado por CH4 & também mesclado com CO e H2 como interferentes ; 0ppm, 200ppm, 1500ppm e 2000ppm

69

(R/Ro)^-1 do sensor de CH4 x ppms de CH4  
Agora com interferentes CO e/ou H2



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

69

69

Sensor de H2 estimulado apenas por H2 (CO 0ppm e H2 0ppm);  
Concentração de H2 de 0ppm, 200ppm, 1500ppm e 2000ppm

70



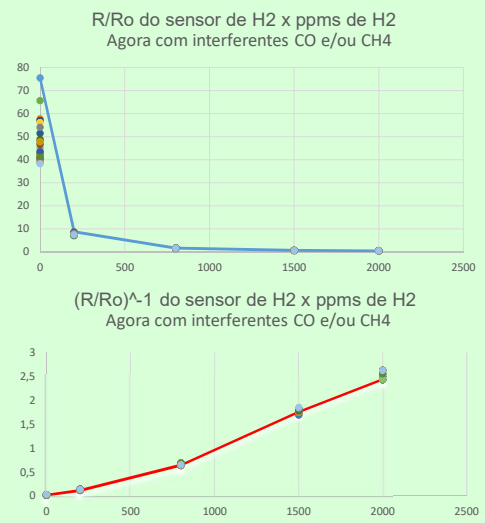
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

70

70

Sensor de H2 estimulado por H2 & também mesclado com CH4 e CO  
como interferentes ; 0ppm, 200ppm, 1500ppm e 2000ppm

71



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

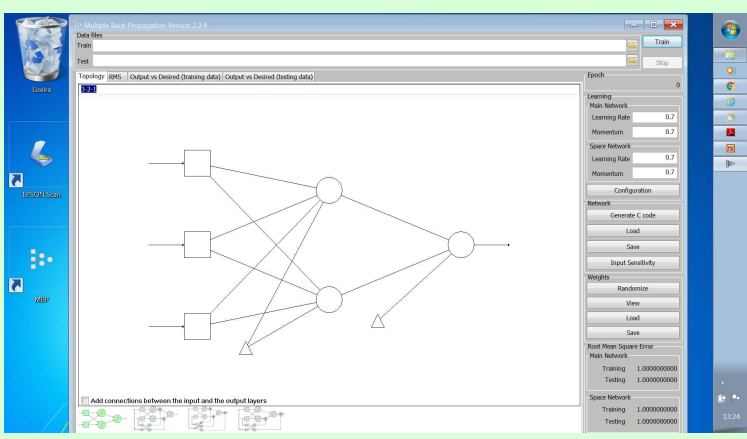
71

71

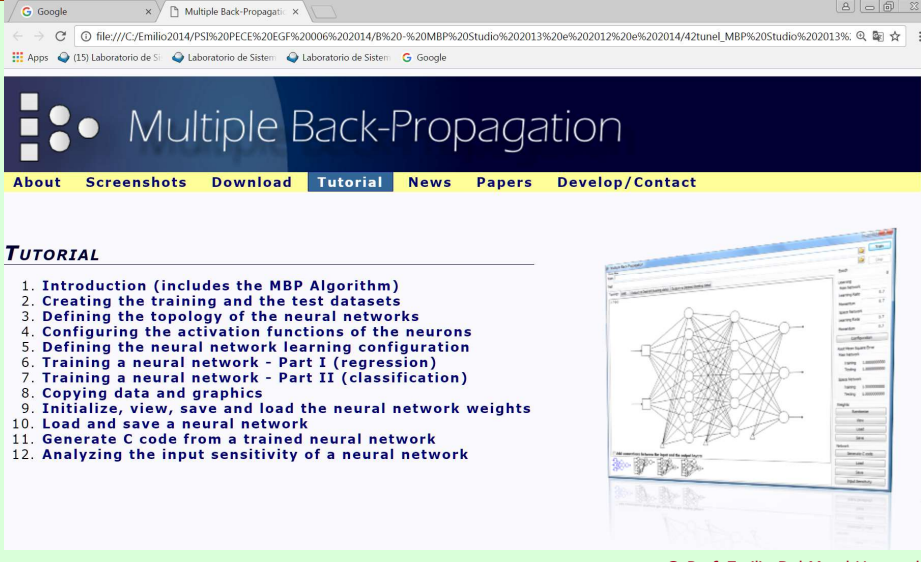


*A fusão de informações  
oferecidas pelo array /  
conjunto de sensores  
através de redes neurais  
(ou técnica equivalente)*

*Instale o MBP e digite "3-2-1" no campo Topology, ;-)*



12 tutoriais curtos (~5 mins) narrados.  
Abra um browser e acesse ... <http://mbp.sourceforge.net/tutorial.html>



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Multiple Back-Propagation' website. The page has a dark blue header with the site name and a yellow navigation bar with links: About, Screenshots, Download, Tutorial, News, Papers, and Develop/Contact. Below the navigation bar, the 'TUTORIAL' section is highlighted, listing 12 numbered items. To the right of the list is a screenshot of the software interface, which shows a neural network diagram with nodes and connections, and various control panels on the right side.


1. Introduction (includes the MBP Algorithm)
2. Creating the training and the test datasets
3. Defining the topology of the neural networks
4. Configuring the activation functions of the neurons
5. Defining the neural network learning configuration
6. Training a neural network - Part I (regression)
7. Training a neural network - Part II (classification)
8. Copying data and graphics
9. Initialize, view, save and load the neural network weights
10. Load and save a neural network
11. Generate C code from a trained neural network
12. Analyzing the input sensitivity of a neural network

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

80

MBP – uma plataforma didática para redes neurais  
gratuita, de fácil uso e com 12 excelentes tutoriais

site <http://mbp.sourceforge.net/>



This screenshot is similar to the one above, showing the 'Multiple Back-Propagation' website. However, it includes a blue text box at the bottom of the page. The text box contains the following information:

Ambiente desenvolvido pelo Prof. Noel Lopes e colaboradores  
– Instituto Politécnico da Guarda – Portugal

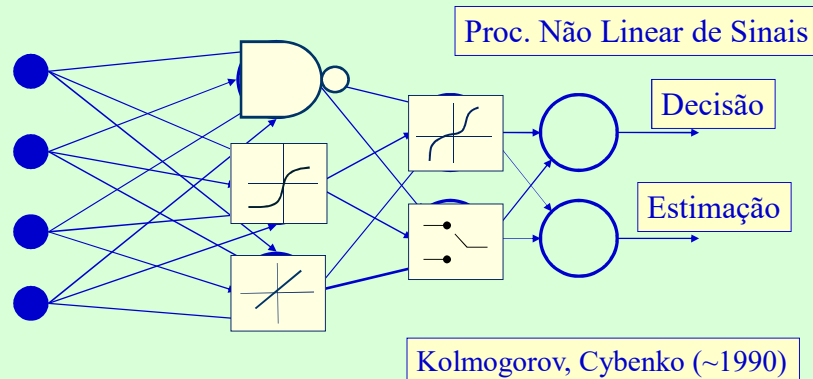
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

81

## O Multi Layer Perceptron (MLP)

83

- Múltiplas entradas / Múltiplas saídas / Múltiplas camadas
- Variáveis (internas e externas) analógicas ou digitais
- Relações lineares ou não lineares entre elas



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

83

83

## Resumindo os aspectos conceituais principais

84

- 1) Não linearidade com a função neural sigmoideal
  - 2) Possibilidade de conjugar na mesma estrutura ...
    - Cálculos digitais
    - Cálculos lineares multivariáveis
    - Funções genéricas não lineares multivariáveis
  - 3) Comportamento adaptativo com aprendizado através de exemplos
- 
- Problemas complexos, multidimensionais, não lineares e mesmo aqueles sem teoria conhecida
  - Decisão automática, estimação, reconhecimento de padrões, classificação, processamento não linear de sinais, *clustering* multidimensional ...

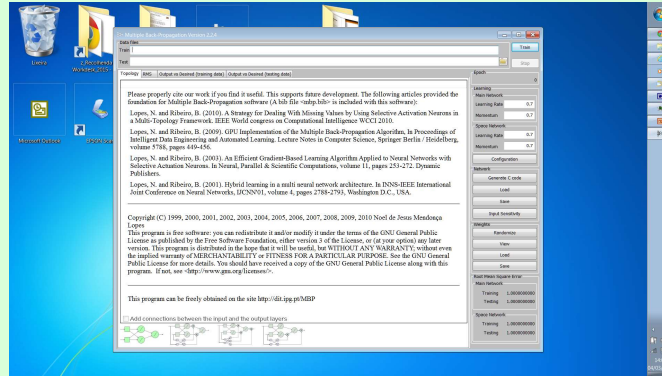
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

84

84

## Comece a usar o MBP em situações simples

85



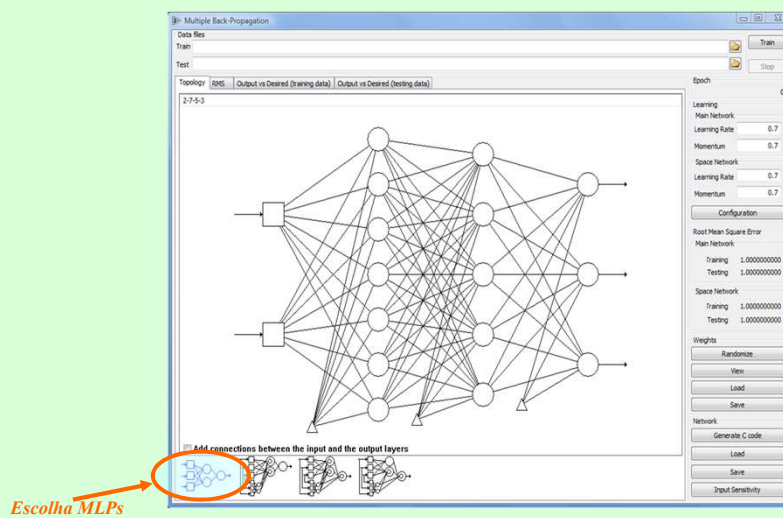
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

85

85

## Exemplo de tela do ambiente MBP definindo uma Rede Neural do tipo MLP – Topology “2-7-5-3”

87



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

87

87

Atividades em sala em 9 e 10/setembro, c/ entregas escritas individuais

91

- Planejamento do contraste de precisões entre os sistemas **unissensor de gás** x **multissensor para alvo desse mesmo gás** (este último com a precisão aumentada e o custo aumentado).
- Explicitação de ao menos duas medidas quantitativas de precisão do sistema sensor distintas, que serão usadas nesse contraste. Incluir unidades e fórmulas em cada caso.
- Explicitação de ao menos dois aspectos de custo distintos, que serão usadas nesse contraste. Incluir unidades de cada custo e forma de calculá-los / medi-los.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

91