

<http://www.inct-eie.org/pgrec8pt.html>



<http://www.gestaonaval.org.br/Destaques.aspx?area=IndustriaNaval&id=146#IndustriaNaval>

# PROJETO E OTIMIZAÇÃO

## EXEMPLOS DE CASOS



## OTIMIZAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

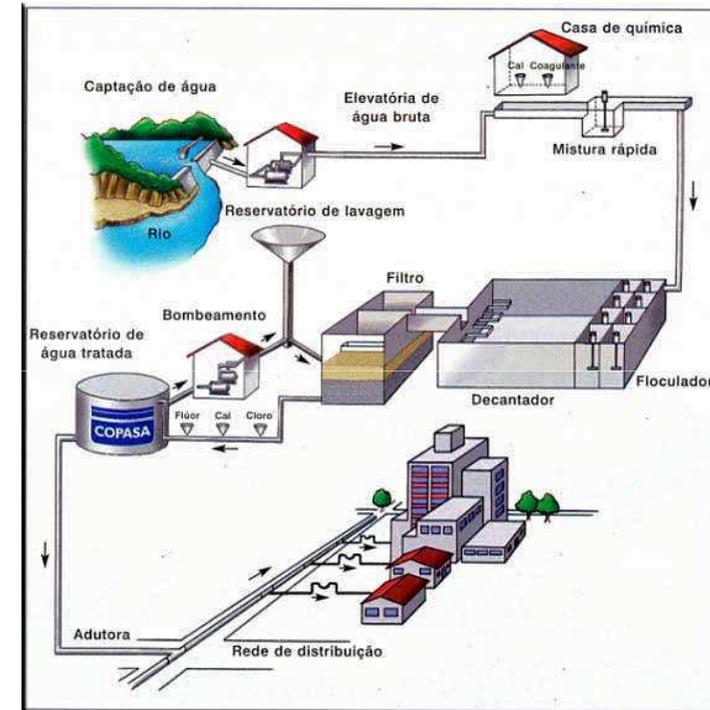
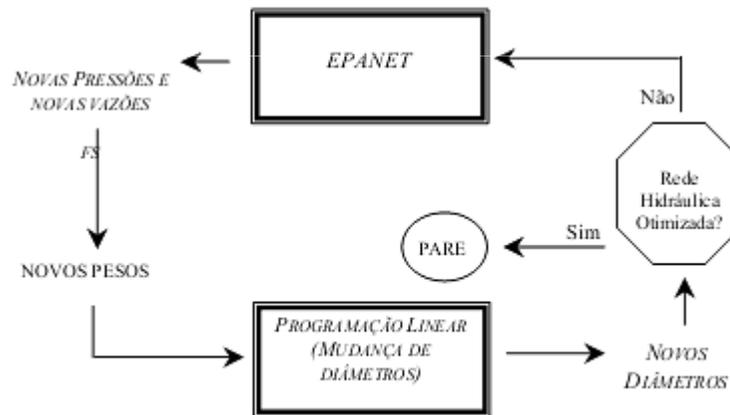
(2004)

[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/4serea/artigos/otimizacao\\_de\\_redes\\_co.pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/4serea/artigos/otimizacao_de_redes_co.pdf)

### CRITÉRIOS

1. Garantir uma determinada pressão em nós específicos da rede
2. Incorporar funções de custos reais com valores unitários de seus componentes dados por fornecedores da área
3. Vazões calculadas para as condições críticas

### METODOLOGIA



Esquema de um sistema de abastecimento Fonte: COPASA, 2007

### O EPANET permite:

- simular o comportamento hidráulico de um sistema pressurizado de distribuição de água ao longo do tempo
- obter valores de vazão em cada trecho, da pressão em cada nó, da altura de água em cada reservatório de nível variável e da concentração de elementos químicos na água através da rede de distribuição, durante o período de simulação.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Epanet>

## Formulação da Programação Linear

### Função Objetivo:

$$\text{Minimizar } \sum_{j=1}^{NL} (K_{jdr} X_{jdr} + K_{jds} X_{jds}) \quad (1)$$

Onde:

$K_{jdr}$  – custo unitário de reposição do tubo no trecho  $j$ , de diâmetro  $d$  para um diâmetro maior representado por  $r$ , portanto:  $K_{jdr} = C_r - C_d > 0$ ,

$K_{jds}$  - custo unitário de reposição do tubo no trecho  $j$ , de diâmetro  $d$  para um diâmetro menor representado por  $s$ ,  $K_{jds} = C_s - C_d < 0$ ,

$C_d$  – custo unitário do tubo de diâmetro  $d$ ;

$C_r$  - custo unitário do tubo repostado de diâmetro maior  $r$ ,

$C_s$  – custo unitário do tubo repostado de diâmetro menor  $s$ ;

$X_{jdr}$  e  $X_{jds}$  – Variáveis de decisão, representam o comprimento do tubo de diâmetro  $d$ , a ser substituído pelo tubo de diâmetro  $r$  ou  $s$ , respectivamente;

NL – representa o número de ligações.

### 1. Restrição de Pressão

Estas restrições mantêm as exigências mínimas de pressão em cada nó.

$$\sum_{j \in P_i}^{N_{tubos}} (W_{jr} G_{jdr} X_{jdr} + W_{js} G_{jds} X_{jds}) \leq H_i - h_i \quad \forall i \quad (2)$$

Onde:

$W_{ij}$  – Peso atribuído ao trecho  $j$  em relação aos seus efeitos no nó  $i$ . Para cada restrição, os trechos  $j$  assumem pesos diferentes, pois suas influências são específicas para cada nó. Uma descrição completa do **Algoritmo dos Pesos** é demonstrada posteriormente.

$G_{jdr}$  – variação no gradiente hidráulico, no trecho  $j$ , causado pela substituição do comprimento unitário do tubo  $d$  pelo tubo de diâmetro maior  $r$ .

$$G_{jdr} = J_{jr} - J_{jd} \dots < 0$$

$G_{jds}$  – variação no gradiente hidráulico, no trecho  $j$ , causado pela substituição do comprimento unitário do tubo  $d$  pelo tubo de diâmetro maior  $s$ .

$$G_{jds} = J_{js} - J_{jd} \dots > 0$$

$J_{jd}, J_{jr}, J_{js}$  – perda de carga unitária, em m/m, para os tubos no trecho  $j$ , de diâmetros  $d, r$  e  $s$ , respectivamente.

$P_i$  – Conjunto de caminhos da fonte ao nó  $i$ . Cada trecho deve ser contado somente uma vez.

$H_i$  – Carga piezométrica mínima admissível

$h_i$  – Carga piezométrica inicial

[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serega/4serega/artigos/otimizacao\\_de\\_redes\\_co.pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serega/4serega/artigos/otimizacao_de_redes_co.pdf)

## 2. Restrição de Comprimento.

As restrições de comprimento asseguram que o tubo a ser trocado não terá o comprimento maior que o existente.

$$X_{jdr} \leq L_j$$

$$X_{jds} \leq L_j$$

Onde  $L_j$  é o comprimento da ligação  $j$ . Se a ligação a ser substituída compuser dois trechos de diâmetros diferentes, os comprimentos aptos a serem repostos devem ser menores ou iguais ao comprimento existente em cada ligação.

$$X_{jdr} \leq l_{1j}$$

$$X_{jds} \leq l_{2j}$$

Onde  $l_{1j}$  e  $l_{2j}$  são os comprimentos de menor e maior diâmetro a serem substituídos, respectivamente. Pode-se considerar a seguinte restrição para cada ligação:

$$l_{1j} + l_{2j} = L_j \quad \forall j \quad (3)$$

[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/4serea/artigos/otimizacao\\_de\\_redes\\_co.pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/4serea/artigos/otimizacao_de_redes_co.pdf)

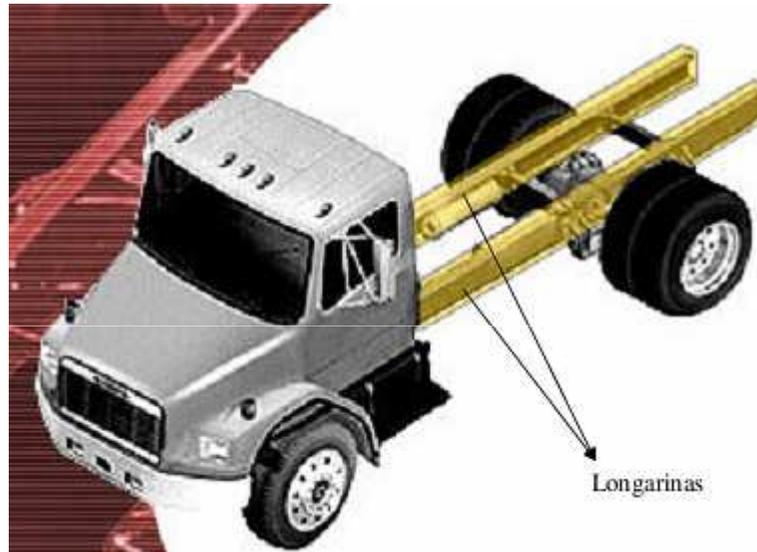
## SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE LINHA DE MANUFATURA

(2006)

<http://adm-net-a.unifei.edu.br/phl/pdf/0030278.pdf>

### CLIENTE:

Empresa no setor de autopeças, com três mil e quinhentos funcionários. Uma nova linha será construída para a produção de longarinas através de um processo diferente do atual.



### RELEVÂNCIA DO ESTUDO:

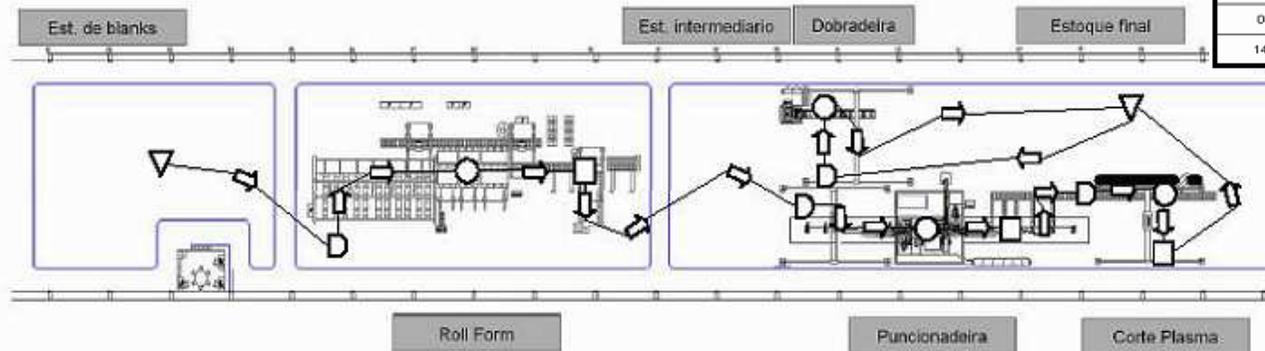
1. O processo RF (Roll Form) é um novo processo de produção, para o qual não há experiência na empresa. A simulação pode ser uma excelente ferramenta para estudos de previsão;
2. Importância da linha na estratégia da empresa de obtenção de novos mercados;
3. Alto valor do investimento em equipamentos;
4. Definir a necessidade ou não dos estoques intermediários, suas áreas e as melhores utilizações de recursos para a formação de preços.

Uma equipe de cinco especialistas da empresa definiram:

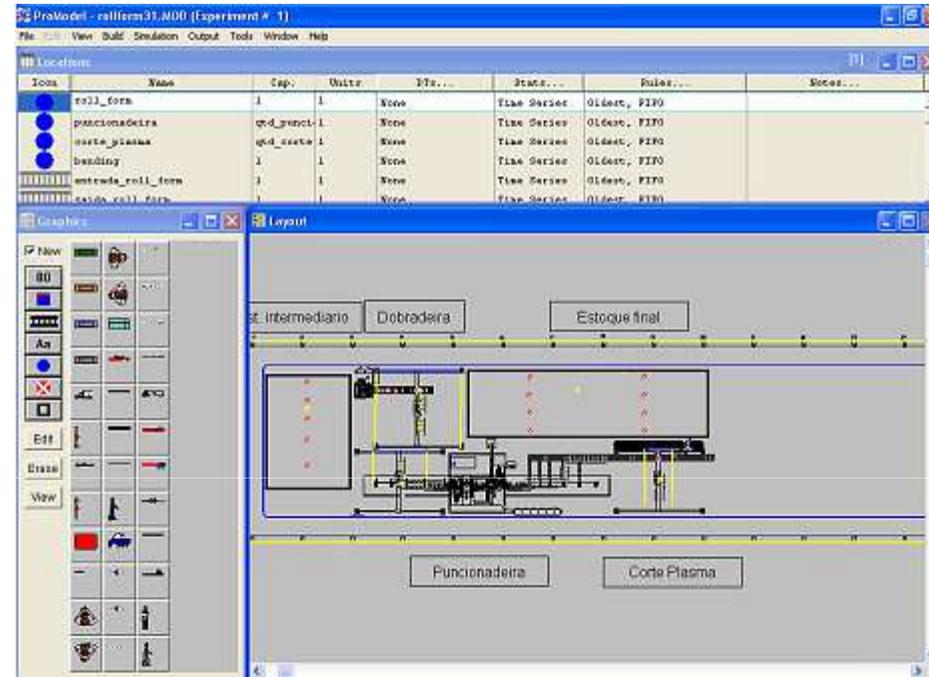
1. o fluxo geral da linha;
2. as atividades detalhadas, e o mapofluxograma;
3. os tempos de cada processo e o mapa do processo.

□	Denota uma inspeção, ocorrendo quando o objeto é examinado para identificação ou comparado com um padrão de quantidade e qualidade.
○	Denota uma operação. A operação ocorre quando o objeto é modificado intencionalmente em suas características. Geralmente é realizado em uma máquina ou estação de trabalho.
⇒	Denota um transporte, ocorrendo quando o objeto é deslocado de um lugar para o outro.
D	Denota uma espera. A espera ocorre quando o objeto permanece sem sofrer nenhuma ação, geralmente a espera é uma fonte de desperdício.
▽	Denota um armazenamento, o qual ocorre quando o objeto é mantido sob controle e sua retirada requer autorização.

MAPA DO PROCESSO		
LOCAL:	Linha de manufatura de longarinas "Roll Form"	
DATA:	06/04/06	
Tempo [min]	Símbolos	Descrição
0,1	○ ⇒ □ ▽	Setup da máquina roll form (tempo total dividido por 30 peças)
0,26	○ ⇒ □ ▽	Transportar fardo de blanks para buffer do roll form
0,04	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com talha automática um blank para mesa de entrada do roll form
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada um blank para a operação de roll form
1,5	● ⇒ □ ▽	Formar uma longarina no roll form
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada uma longarina para saída do roll form
0,5	○ ⇒ ■ ▽	Inspeccionar a primeira longarina do lote na saída do roll form (tempo total dividido por 30 peças)
0,04	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com talha automática uma longarina para o rack (cada rack armazena 30 longarinas) na área de embalagem
0,26	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com ponte rolante um rack para o estoque intermediário
0,26	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com ponte rolante um rack para a área de entrada da puncionadeira
0,05	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com talha manual uma longarina para entrada da puncionadeira
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada para a operação de puncionar
0,3	○ ⇒ □ ▽	Setup da máquina de puncionar (tempo total dividido por 30 peças)
3,5	● ⇒ □ ▽	Puncionar uma longarina
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada para saída da puncionadeira
0,83	○ ⇒ ■ ▽	Inspeccionar a primeira longarina do lote na saída da puncionadeira (tempo total dividido por 30 peças)
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada para o buffer de saída da puncionadeira
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada para entrada do corte a plasma
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada para o corte a plasma
0,1	○ ⇒ □ ▽	Setup da máquina de corte a plasma (tempo total dividido por 30 peças)
1,5	● ⇒ □ ▽	Cortar a plasma
0,15	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com esteira motorizada para a saída do corte do plasma
0,5	○ ⇒ ■ ▽	Inspeccionar a primeira longarina do lote na saída do corte a plasma (tempo total dividido por 30 peças)
0,05	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com talha manual uma longarina para área de embalagem do corte a plasma (um rack com 30 peças)
0,26	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com ponte rolante para área de estoque de produtos acabados
0,26	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com ponte rolante um rack para área de entrada da máquina de dobrar
0,05	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com talha manual uma longarina para a máquina de dobrar
0,1	○ ⇒ □ ▽	Setup da máquina de dobrar (tempo total dividido por 30 peças)
3	● ⇒ □ ▽	Dobrar
0,05	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com talha manual uma longarina para a área de saída da máquina de dobrar (um rack com 30 longarinas)
0,26	○ ⇒ □ ▽	Movimentar com ponte rolante um rack para área de estoque de produtos acabados
14,97		<b>TOTAL</b>



A função objetivo foi definida como sendo a maximização do número de peças produzidas e peças puncionadas, utilizando-se o menor número de operadores e inspetores possível.



	Planejado (1 Turno no RF)	Simulado (1 Turno no RF)	Otimizado (1 Turno no RF)	Otimizado (2 turnos no RF)	Otimizado (3 turnos no RF)
Número operadores	7	7	2	3	3
Número inspetores	2	2	1	2	2
Tamanho do buffer	1	1	1	4	4
Roll formadas	280	229	225	392	533
Estoque intermediário	100	90	120	180	240
Puncionadas	260	210	210	278	278
Produção total	260	210	210	270	270

Tabela 5.5 – Comparativo dos resultados finais otimizados.

Os resultados obtidos na otimização não implicam em imediata redução de custos, pois a linha ainda se encontra em fase de projeto e instalação.

Mas a indicação é de que os custos de mão de obra serão aproximadamente 45% menores e que a produtividade será 4% maior do que foi planejado pelos engenheiros da empresa.

<http://adm-net-a.unifei.edu.br/phl/pdf/0030278.pdf>

## CONVERSÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO E PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO

(2006)

[http://tede.unifacs.br/tde\\_arquivos/3/TDE-2008-09-25T155414Z-148/Publico/Dissertacao%20Anelise%20Alcantara%20202006.pdf](http://tede.unifacs.br/tde_arquivos/3/TDE-2008-09-25T155414Z-148/Publico/Dissertacao%20Anelise%20Alcantara%20202006.pdf)

### CLIENTE:

Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados (FAFEN), em Camaçari, BA.  
Simulação e otimização do processo de produção de hidrogênio para fabricação de amônia.



A FAFEN é uma unidade da PETROBRÁS



### RELEVÂNCIA DO ESTUDO:

Obter uma condição ótima de operação dos reatores “*shift*”, maximizando a eficiência na produção de  $H_2$  e  $CO_2$ , a partir do gás natural.

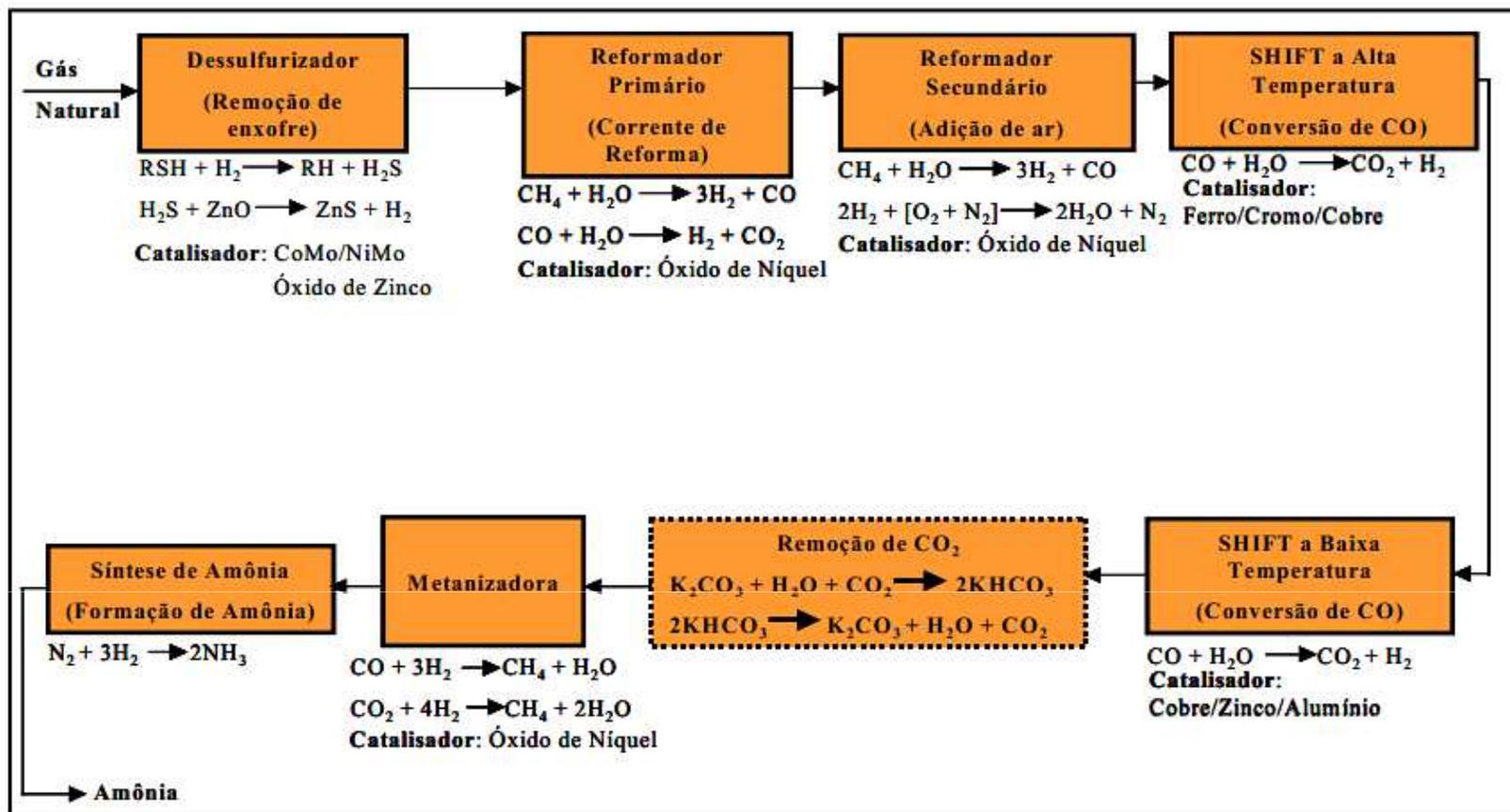
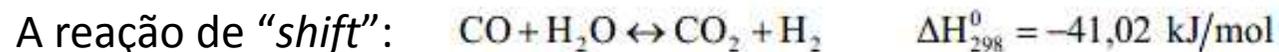


Diagrama de blocos da produção de amônia a partir do gás natural



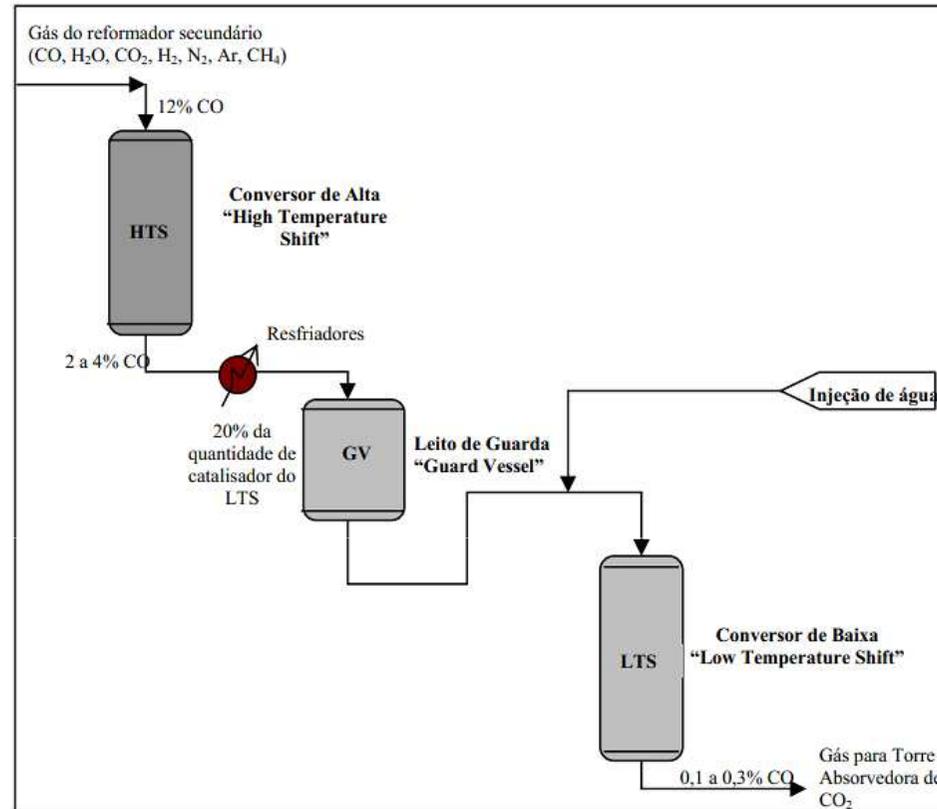


Diagrama da unidade industrial do conversor de monóxido de carbono (reatores de "shift")

# MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO RETOR DE LEITO FIXO:

## 1. Taxas de reação

$$\xi = N_i^0 - N_i$$

(avanço de uma reação)

$$\frac{\partial \xi}{\partial z} = \rho_B \cdot S \cdot \eta_G \cdot R_i$$

(variação ao longo da profundidade do leito)

Tabela 1 - Componentes da corrente de alimentação

	Componentes	Vazões Molares de Alimentação (kmol/h)
(1)	CO	$N_{CO}^0$
(2)	H <sub>2</sub> O	$N_{H2O}^0$
(3)	CO <sub>2</sub>	$N_{CO2}^0$
(4)	H <sub>2</sub>	$N_{H2}^0$
(5)	N <sub>2</sub>	$N_{N2}^0$
(6)	Ar	$N_{Ar}^0$
(7)	CH <sub>4</sub>	$N_{CH4}^0$

$$N_{CO} = N_{CO}^0 - \xi$$

$$N_{H2O} = N_{H2O}^0 - \xi$$

$$N_{CO2} = N_{CO2}^0 + \xi$$

$$N_{H2} = N_{H2}^0 + \xi$$

$$N_{CH4} = N_{CH4}^0$$

$$N_{N2} = N_{N2}^0$$

$$N_{Ar} = N_{Ar}^0$$

como a reação é equimolar,

$$\sum N_i = \sum N_i^0$$

(balanço de massa em termos das vazões molares)

$$D_{iz} \cdot \frac{\partial^2 c_i}{\partial z^2} - v_z \cdot \frac{\partial c_i}{\partial z} + D_{ir} \cdot \left( \frac{\partial^2 c_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial c_i}{\partial r} \right) + R_{ib} = 0$$

(difusão das espécies químicas em termos das concentrações locais  $c_i$ )

## 2. Transporte de calor, massa e energia nas fases sólida e líquida

- Difusão intrapartícula de calor e massa;
- Transferência de calor e massa entre a partícula do catalisador e o fase fluída;
- Dispersão de calor e massa na fase fluída;
- Condução térmica na fase sólida;
- Troca de calor com a parede interna.

$$\frac{G \cdot C_{pm}}{PM_m} \frac{dT}{dz} = \rho_B \cdot (-\Delta H) \cdot \eta_G \cdot R_i \quad (\text{balanço de energia – transporte de calor no leito})$$

$$\frac{dP}{dZ} = -\frac{f \cdot \rho \cdot u^2}{D_p} \quad (\text{movimento do fluido em termos da pressão P e da velocidade local u})$$

Foram coletados cerca de 7.530 dados de processo e de análises cromatográficas, referentes a 30 dias de operação, não contínuos. Por dia tinham-se 243 leituras de dados de processo e 8 leituras de composições de correntes, totalizando 251 dados/dia.

# PROGRAMAÇÃO EM MATLAB

## 1] Variáveis de Entradas para Cada Reator

### a) Propriedades físicas dos componentes

- Massas moleculares;
- Coeficientes para calores específicos.

### b) Parâmetros do reator (referentes ao sistema catalítico)

- Volume da partícula de catalisador;
- Área superficial da partícula de catalisador;
- Fator de efetividade;
- Porosidade/tortuosidade;
- Porosidade do leito catalítico.

### c) Grau de avanço, temperatura e pressão na entrada

### d) Dados de projeto dos reatores

- Massa específica do leito catalítico;
- Diâmetro da seção transversal do reator;
- Altura do leito catalítico.

Neste caso, os dados são específicos para cada reator.

### e) Vazões molares de alimentação dos componentes.

## 2] Variáveis de Saída para Cada Reator

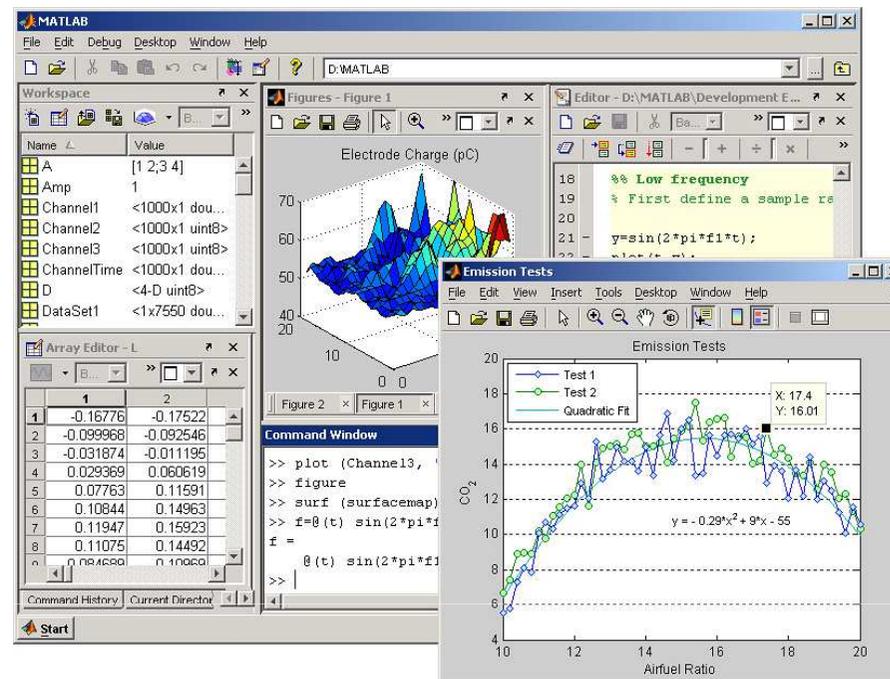
a) Temperatura, pressão e grau de avanço da reação ao longo do leito catalítico dos três reatores.

b) Concentração da corrente de produto.

c) Vazões molares dos componentes na corrente de produto.

## Resultados da simulação:

- Vazões molares na saída e composição molar na saída.
- Temperaturas na entrada meio e fim do leito.
- Pressão ao longo do leito.
- Grau de avanço ao longo do leito.



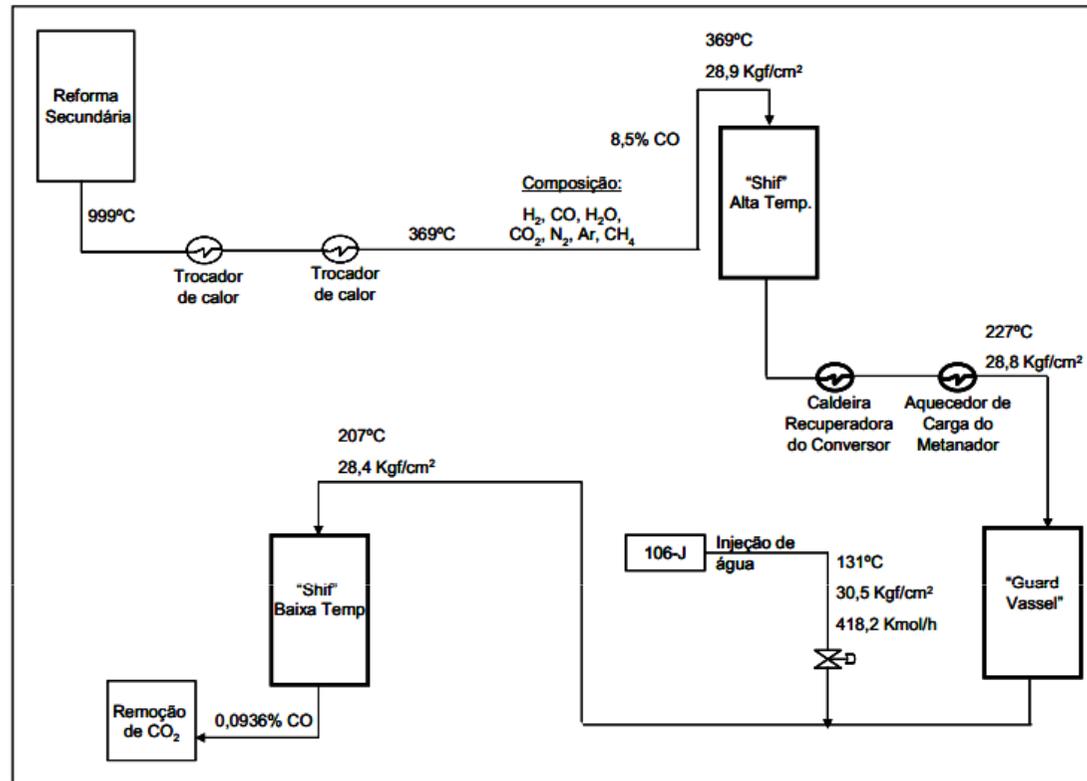
## Dados experimentais coletados:

- Vazões molares de alimentação dos componentes;
- Temperaturas da mistura gasosa na entrada, meio e fim dos leitos catalíticos;
- Pressão da mistura reacional na entrada e no fim dos leitos catalíticos;
- Vazões molares de alimentação da corrente de produto do reator.

## Informações para o ajuste:

- Faixa de valores para os parâmetros;
- Limites superior e inferior para os parâmetros;
- Indicador de parâmetros a serem estimados.

## ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO



Análise do ganho energético através de intervenções operacionais nos reatores de "shift"

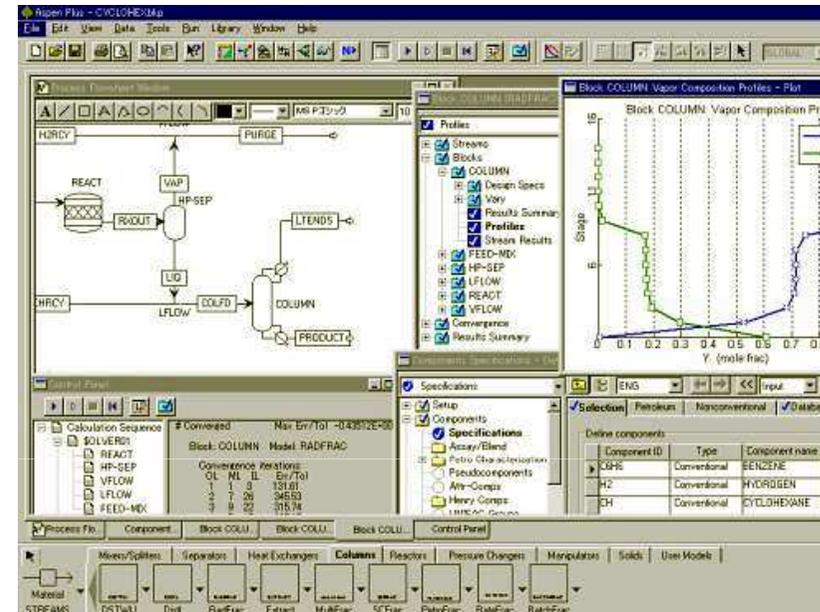
### OBJETIVO

Para uma dada temperatura de alimentação do reator HTS, qual a melhor temperatura de alimentação do reator GV que levaria a uma concentração de 0,0936% de CO na descarga do reator LTS, maximizando o ganho de energia para o processo (melhor aproveitamento do calor liberado pela reação de "shift" pelos equipamentos de troca térmica).

Os cálculos das cargas térmicas obtidas para cada trocador existente no sistema, foram realizados através do programa ASPEN Plus®. As perdas de carga consideradas para cada um dos equipamentos (reatores e trocadores) foram de 0,3 kgf/cm<sup>2</sup>.

## RESULTADO

O melhor ponto para operação dos reatores GV e LTS são, respectivamente, 170°C e 194,2°C.



Considerando-se o valor da energia, no mercado em 2006, de 25 U\$\$/Gcal pode-se estimar uma economia de aproximadamente 777,6 mil U\$\$/ano ao se deslocar o ponto de operação do GV de 227°C para 170°C.

## PROPOSTA

Desenvolver um algoritmo robusto para esse tipo de otimização e utilizá-lo em tempo real

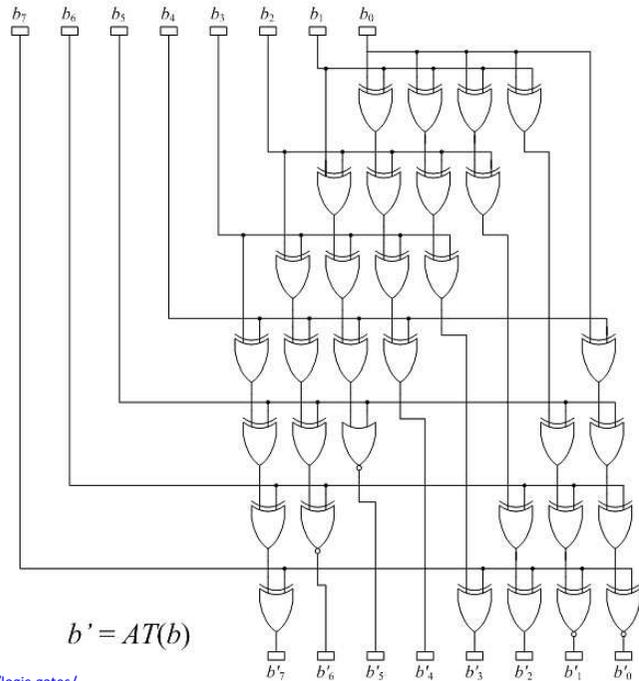
# SÍNTESE DE CIRCUITOS LÓGICOS UTILIZANDO HARDWARE EVOLUTIVO

(2007)

[http://www.dee.feis.unesp.br/pos/teses/arquivos/195-dissertacao\\_edilton\\_furquim\\_goulart\\_sobrinho.pdf](http://www.dee.feis.unesp.br/pos/teses/arquivos/195-dissertacao_edilton_furquim_goulart_sobrinho.pdf)

## OBJETIVO:

Síntese ótima de circuitos digitais usando EHW (Evolvable Hardware).



<http://edipermadi.wordpress.com/tag/logic-gates/>

## RELEVÂNCIA DO ESTUDO:

Obter um método de projeto otimizado para circuitos complexos, com especificação mínima do tipo e quantidade de portas.

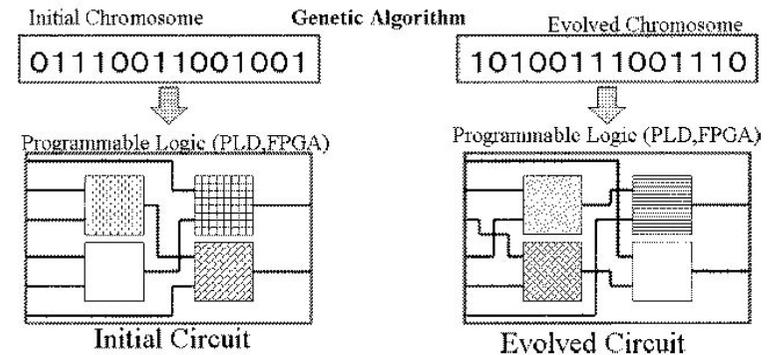
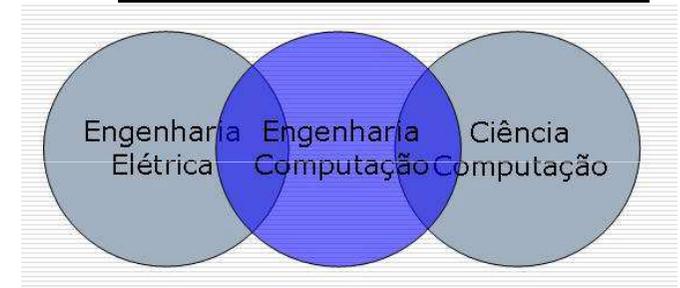


Figure 1-6. Basic idea of evolvable hardware

<http://www.jacksoscience.com/physics/steamy-evolution-and-computing-scandal-now-with-cylons/>

## METODOLOGIA

[http://www.dee.feis.unesp.br/pos/teses/arquivos/195-dissertacao\\_edilton\\_furquim\\_goulart\\_sobrinho.pdf](http://www.dee.feis.unesp.br/pos/teses/arquivos/195-dissertacao_edilton_furquim_goulart_sobrinho.pdf)

Utilizar os dispositivos reconfiguráveis (Field Programmable Gate Arrays, FPGA's, e Complex Programmable Logic Devices, CPLD's) para atingir a funcionalidade desejada através de algoritmos genéticos (GA's)



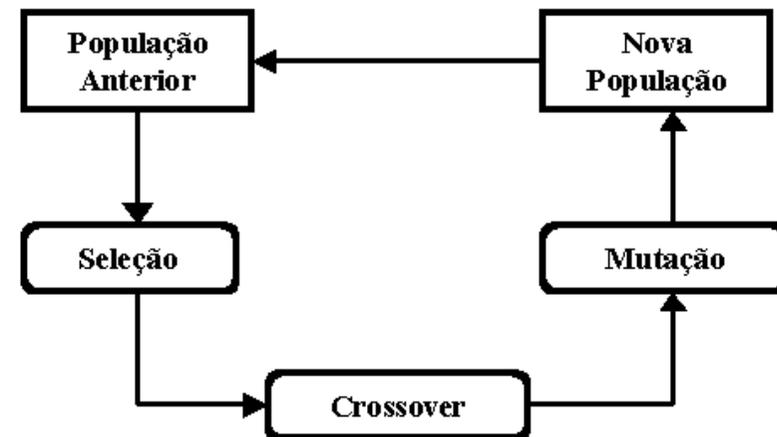
[http://en.wikipedia.org/wiki/Complex\\_programmable\\_logic\\_device](http://en.wikipedia.org/wiki/Complex_programmable_logic_device)

Um CPLD da [Altera](#) MAX 7000-series com 2500 portas.



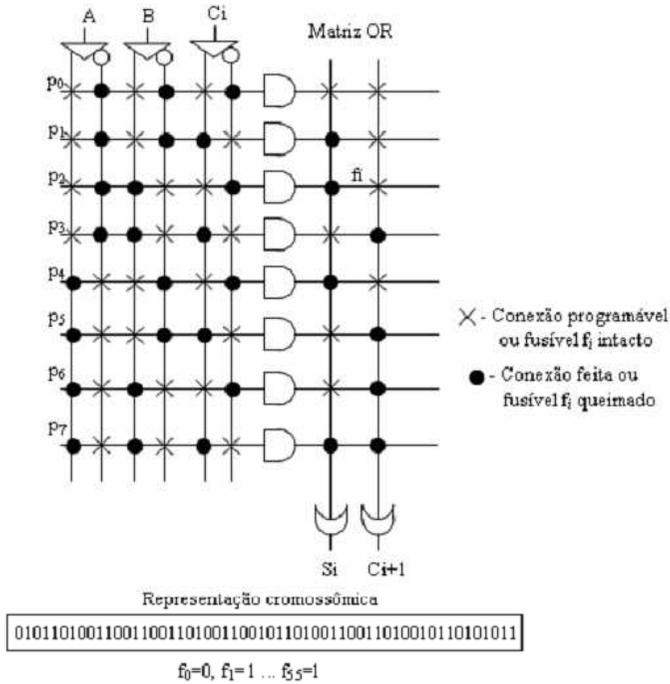
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Field-programmable\\_gate\\_array](http://pt.wikipedia.org/wiki/Field-programmable_gate_array)

Um FPGA da [Altera](#) com 20.000 células.



Estrutura básica de um algoritmo genético

## DETALHES DO GA



**ALTERNATIVA 1:  
MAPA DE FUSÍVEIS**

Decimal	Binário	Representação
0	000 0 e 000 1	FIO
1	100 0 e 100 1	NOT
2	001 0	AND Segunda entrada abaixo
3	010 0	OR Segunda entrada abaixo
4	011 0	XOR Segunda entrada abaixo
5	001 1	AND Segunda entrada acima
6	010 1	OR Segunda entrada acima
7	011 1	XOR Segunda entrada acima

### CODIFICAÇÃO DAS PORTAS LÓGICAS

Níveis do Circuito

	1	2	3	4
Entradas		$s_{ij-1}$	$s_{ij}$	
Saídas		$s_{i+1,j-1}$		

### REPRESENTAÇÃO MATRICIAL DO CIRCUITO

**ALTERNATIVA 2:  
CODIFICAÇÃO DAS PORTAS**

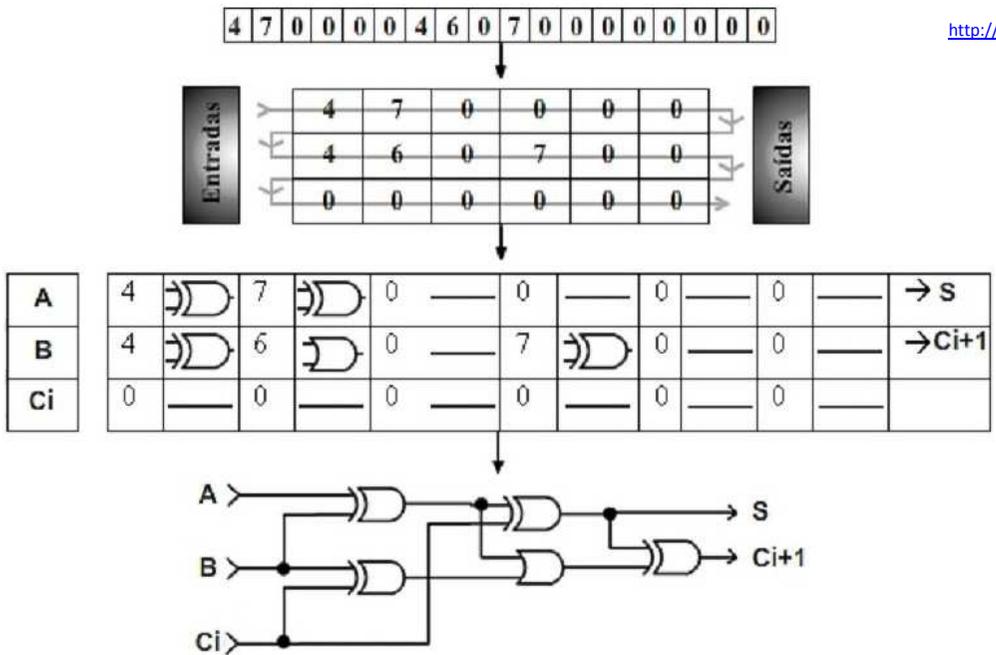


## FUNÇÕES DE ADAPTAÇÃO

1. Maximização do número de acertos da tabela verdade
2. Minimização do número de portas e entradas

## CRITÉRIO DE SELEÇÃO

Escolhe-se três melhores indivíduos de um sorteio aleatório de n indivíduos



**EXEMPLO : CROMOSSOMO GERADO E CIRCUITO RESULTANTE**

Antes da recombinação

<b>Cromossomo 1</b>	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0
<b>Cromossomo 2</b>	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0

Ponto de recombinação

Após a recombinação

<b>Cromossomo 1'</b>	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<b>Cromossomo 2'</b>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0

Figura 2.2 – Recombinação entre os cromossomos “pai” e “mãe”, ponto de recombinação = 4.

Antes da mutação

<b>Cromossomo 1</b>	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ponto de mutação

Depois da mutação

<b>Cromossomo 1'</b>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Figura 2.3 – Mutação no cromossomo.



Veja a apostila do Prof. Emílio C. N. Silva (Poli-USP) sobre **OTIMIZAÇÃO APLICADA A PROJETOS DE SISTEMAS MECÂNICOS**

<http://sites.poli.usp.br/d/pmr5215/a1-5215.pdf>



Inclui:

- Histórico da otimização estrutural
- Projeto e otimização de estruturas
- Métodos analíticos e numéricos

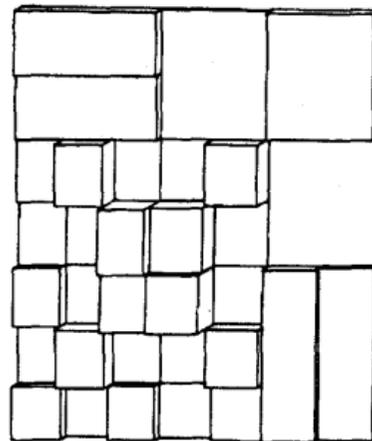
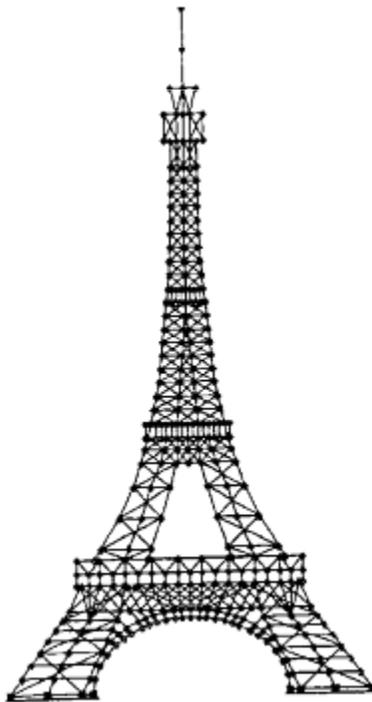


Fig.2.1.4: Distribuição ótima de espessura numa placa.

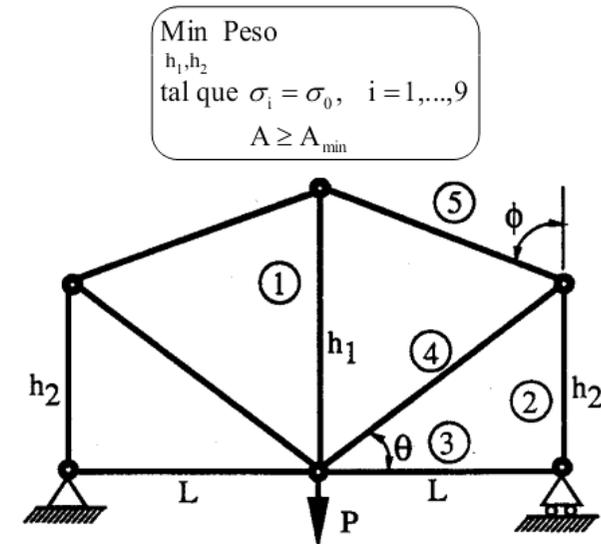


Fig.3.1.1: Treliça a ser otimizada.

Veja o trabalho de Hamilton C. Sartori (UFSM) sobre **OTIMIZAÇÃO DE VOLUME DO CONVERSOR BOOST PFC**

(2009)

[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/7/TDE-2009-08-26T143806Z-2204/Publico/SARTORI,%20HAMILTON%20CONFORTIN.pdf](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/7/TDE-2009-08-26T143806Z-2204/Publico/SARTORI,%20HAMILTON%20CONFORTIN.pdf)



Esse conversor é um circuito retificador-comutador em alta frequência para redução da distorção harmônica de entrada, com correção do fator de potência (PFC).

É um retificador sofisticado, apropriado para cargas não-lineares de potência.

**OBJETIVO**

Projeto ótimo, minimizando o volume físico do indutor, do filtro de EMI (interferência eletromagnética) e dos dissipadores térmicos.

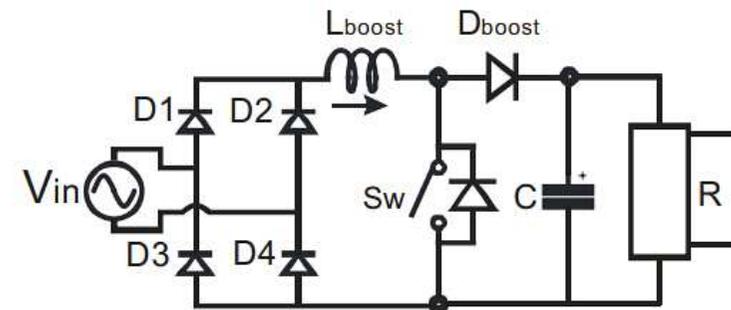


Figura 1.3 Conversor elevador boost PFC

Valores típicos de operação: potência de alguns kW e frequência de chaveamento de dezenas de KHz

Veja o trabalho de Mario Grüne S. Silva, (UFRJ) sobre  
**OTIMIZAÇÃO DO EMISSÁRIO DO RIO VERMELHO**

(2011)

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001775.pdf>

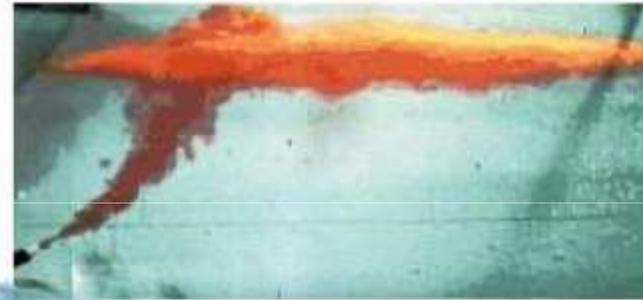
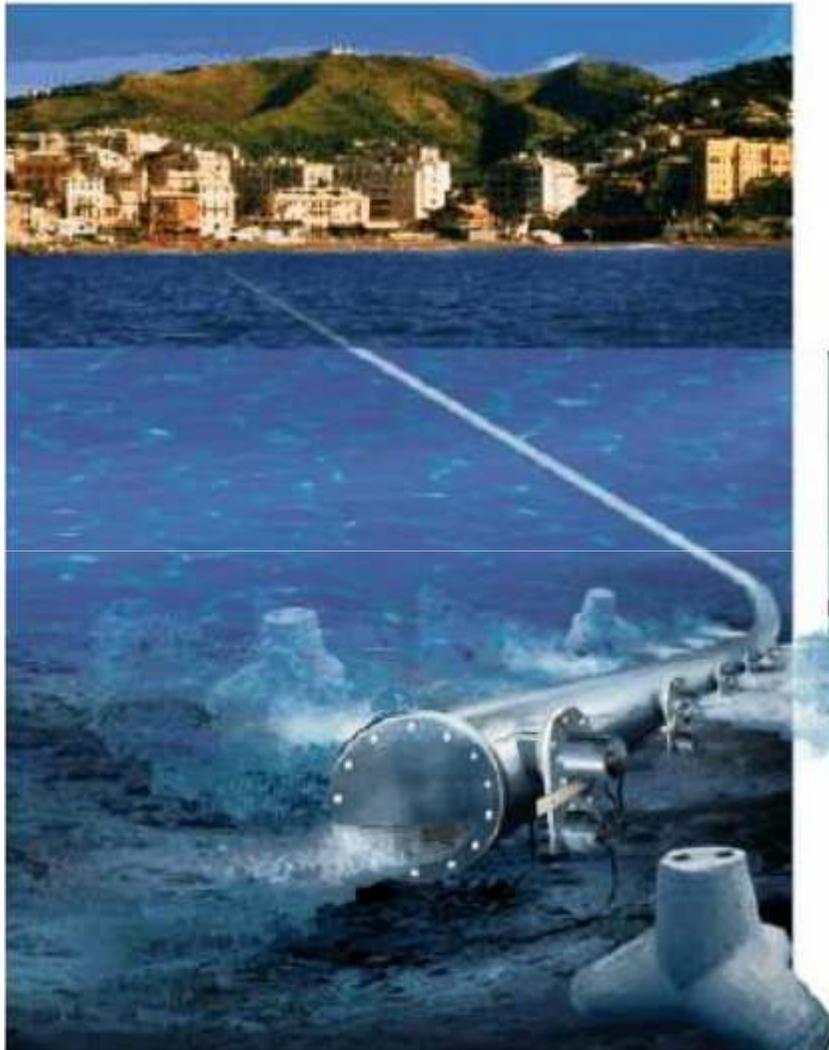


Otimização da tubulação difusora, de modo a permitir uma melhor diluição inicial dos efluentes nas águas marinhas.

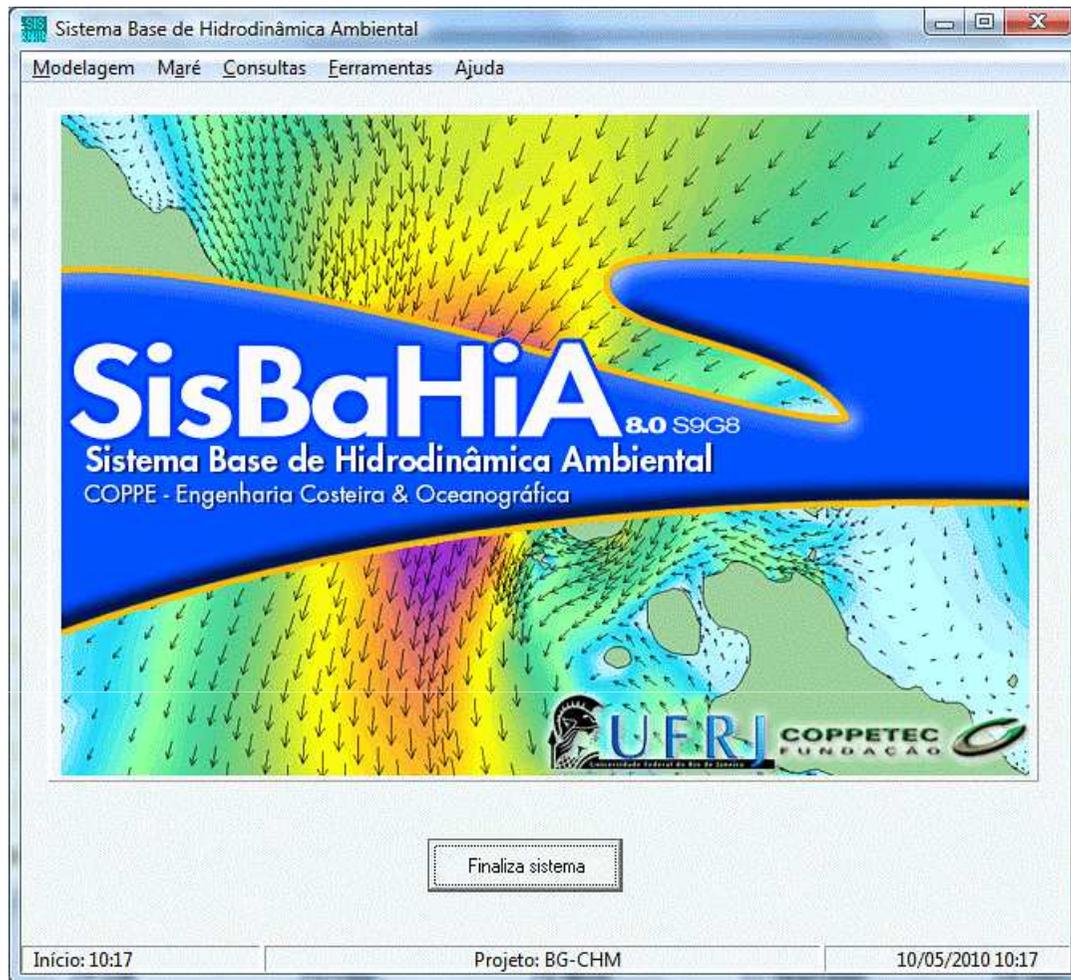
<http://aguanaturezaevinda.wordpress.com/2011/09/06/emissarios-submarinos/>

Os resultados dos modelos de transporte mostram que, para atender à legislação ambiental, é necessário que o emissário seja alongado em 2km, que sua tubulação seja posicionada com um ângulo azimutal de  $202^\circ$  e que possua um total de 90 difusores.





<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001775.pdf>

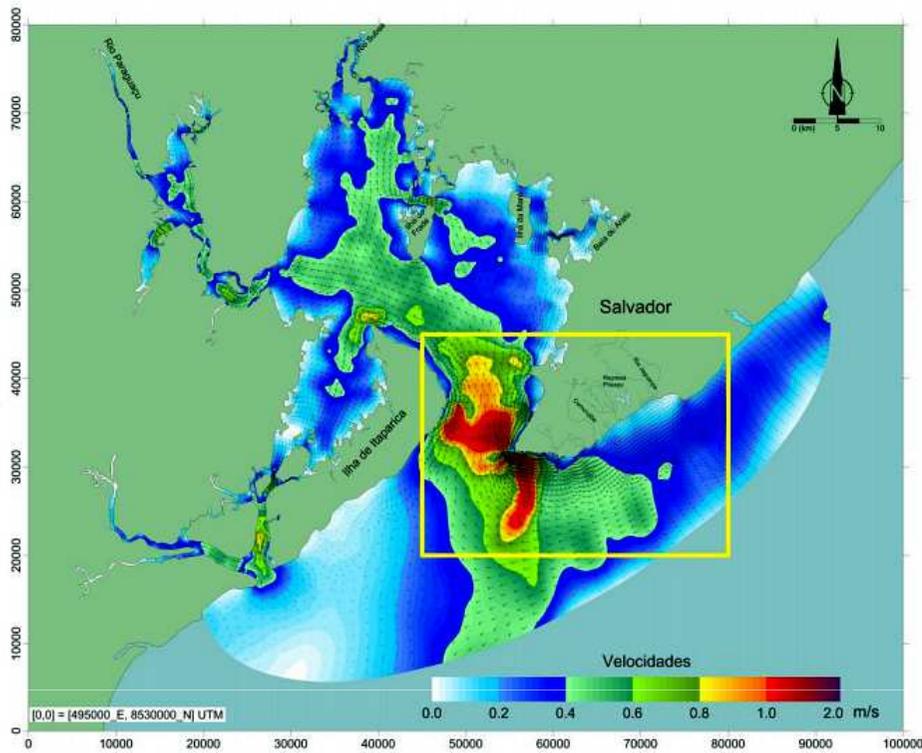


<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001775.pdf>

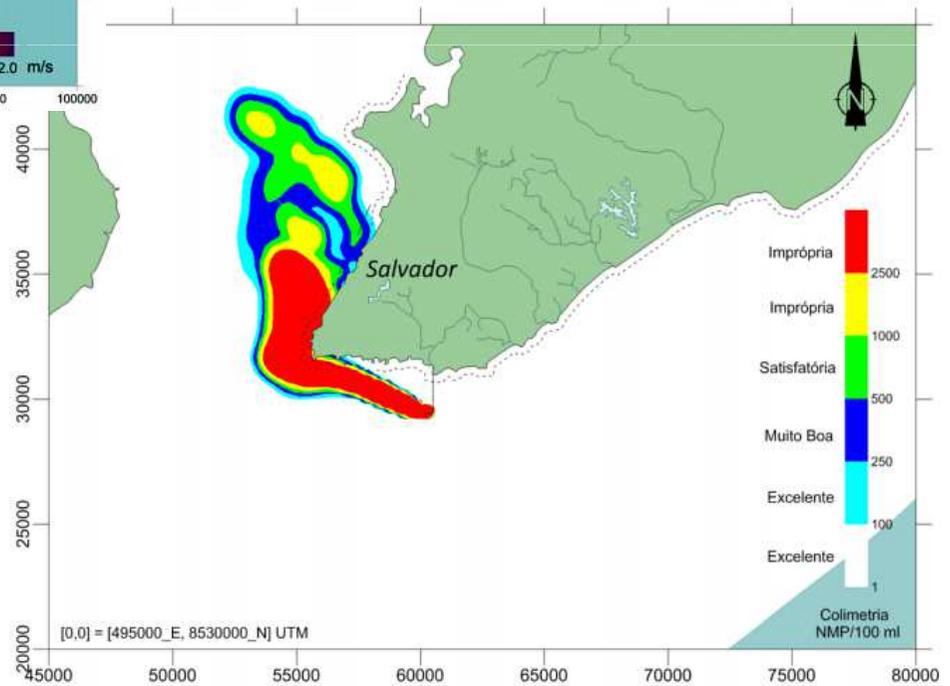
<http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br/>

O SisBaHiA<sup>®</sup> é um sistema de modelos computacionais que contém:

- I. Modelo Hidrodinâmico;
- II. Modelo de Transporte Euleriano;
- III. Modelos de Qualidade de Água e Eutrofização;
- IV. Modelos de Transporte de Sedimentos e Evolução Morfológica do Fundo;
- V. Modelo de Transporte Lagrangeano – Determinístico;
- VI. Modelo de Transporte Lagrangeano – Probabilístico;
- VII. Modelo de Campo Próximo para Emissários e Fontes Pontuais;
- VIII. Modelo de Geração de Ondas;
- IX. Modelo de Propagação de Ondas.



<http://monografias.poli.ufri.br/monografias/monopoli10001775.pdf>



# INOVAÇÃO EM ENGENHARIA

## EXEMPLO: pesquisas em MEMS

### MicroElectroMechanical Systems

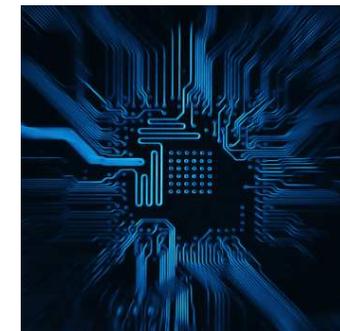


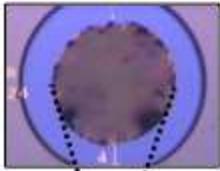
Os carros equipados com air-bags possuem essa tecnologia de sistema microeletromecânico, que funcionam como acelerômetros. Assim, os MEMS mensuram a aceleração do veículo através da oscilação de um pequeno dispositivo e enviam um impulso elétrico para um microprocessador.

<http://www.tecmundo.com.br/3254-o-que-sao-mems-.htm#ixzz1tU0gEsAr>

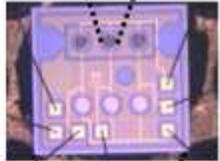
MEMS são estruturas muito pequenas (cerca de 1 a 100 micrômetros - 0,001 a 0,1 milímetros), e os dispositivos equipados com eles possuem em média apenas 20 micrômetros.

<http://www.tecmundo.com.br/3254-o-que-sao-mems-.htm#ixzz1tU1Piyv0>

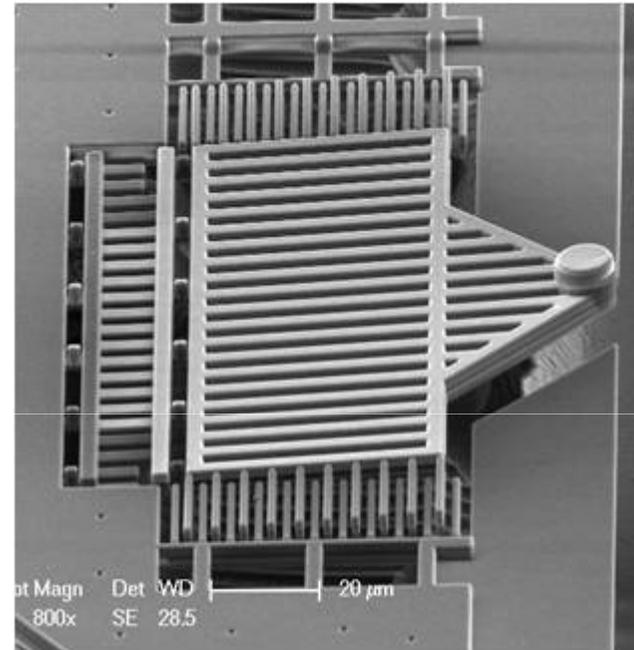




**Thin film of 5 nm gold nanoparticles jettied on 200  $\mu\text{m}$  diameter interdigitated electrodes**



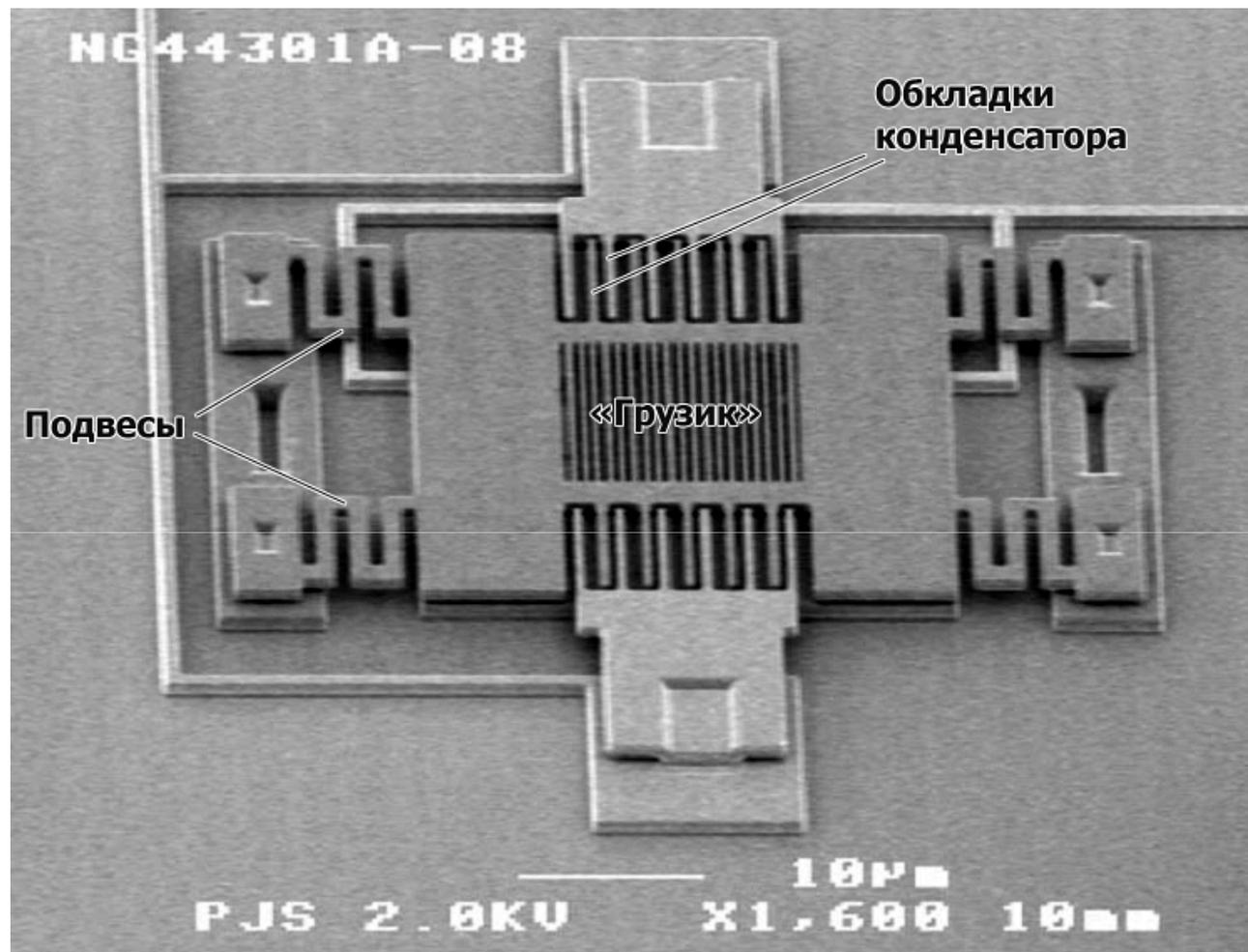
**Gas chemical sensors embedded in respirator cartridge filters**



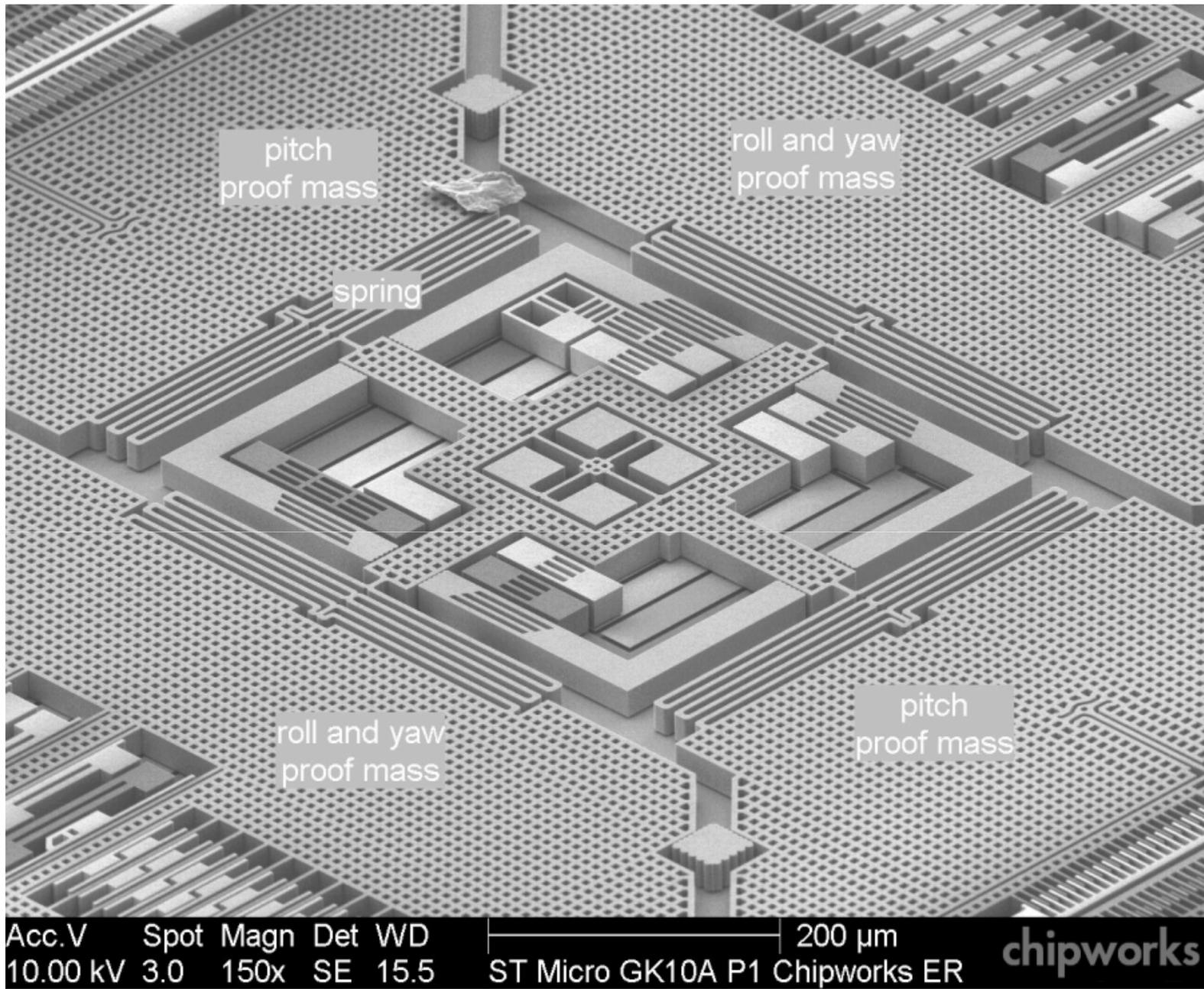
probe

[http://www.ri.cmu.edu/research\\_guide/mems\\_microrobotics.html](http://www.ri.cmu.edu/research_guide/mems_microrobotics.html)

Carnegie Mellon Robotics Institute  
Pittsburgh, Pennsylvania, EUA

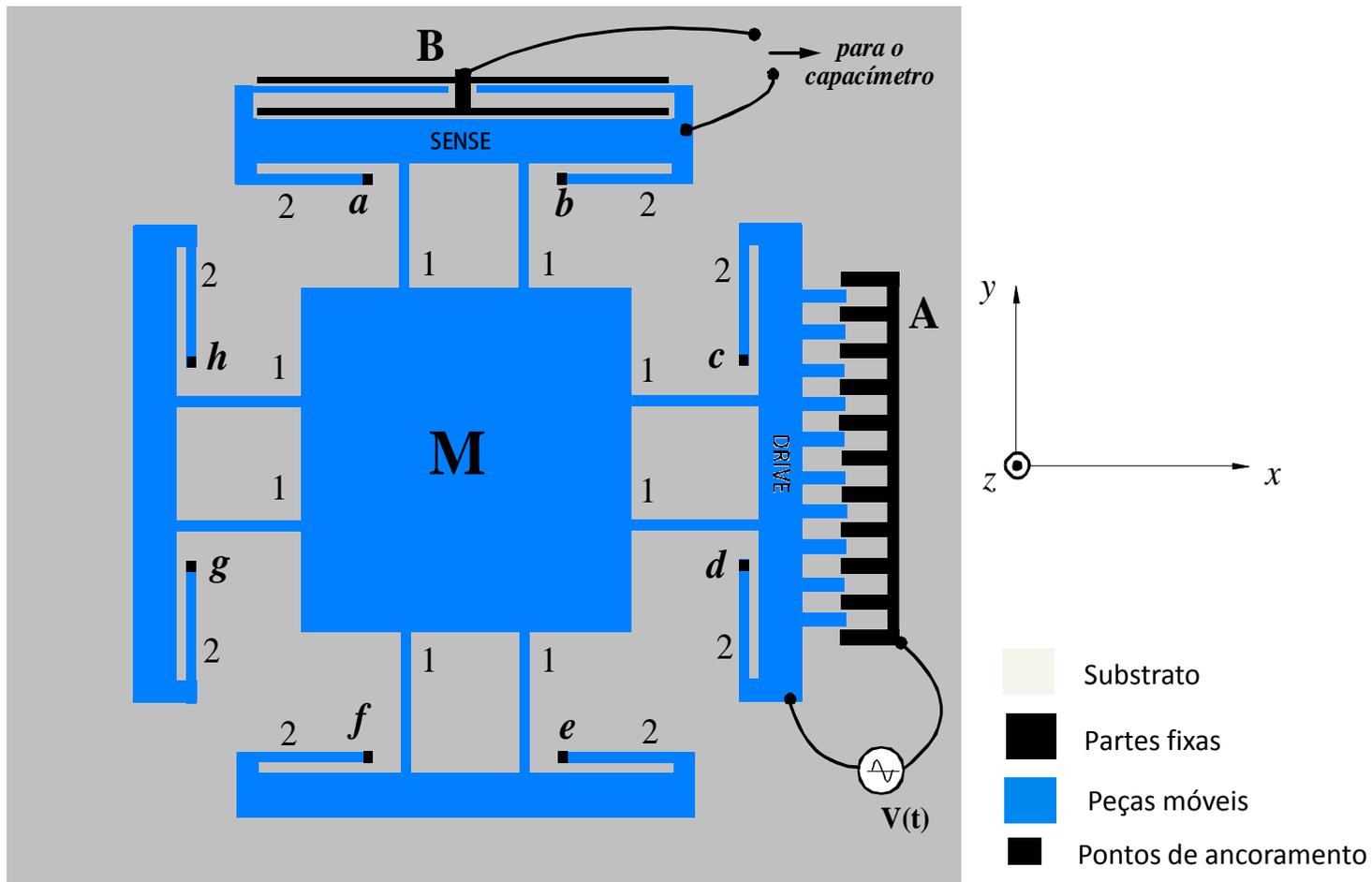


Аcelerômetro MEMS



<http://www.memsjournal.com/2011/01/motion-sensing-in-the-iphone-4-mems-gyroscope.html>

Giroscopio MEMS - Iphone



Esquema simplificado de um giroscópio MEMS desacoplado