



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

Dep. de Engenharia Naval e Oceânica

**Ferramenta de auxílio a projeto conceitual de veleiros empregando modelo de síntese (parametrização e algoritmo genético)**

Cesar Illuminati  
Rodrigo S. Lavieri



# Introdução

---

- Projetos de engenharia → Grande número de variáveis

Espiral de projetos X **Análise paramétrica**

- Integração das variáveis
- Otimização e avaliação da solução



# A Ferramenta

---

- o Geração aleatória

  - Limites e intervalos

- o Modelo de análise

  - Funções de análise

- o Otimização

  - Algoritmo genético





# A Ferramenta

## o Projeto Avançado

### Definição manual dos intervalos

**Projeto Avançado**

com bulbo  sem bulbo

Lim. Inferior		Lim. Superior	Lim. Inferior		Lim. Superior
10	Comprimento Total LQA (m)	10	5.3896	Altura do triangulo frontal I (m)	10.025
3.0303	Boca Maxima BOA (m)	4.5676	2.5	Base triangulo frontal J (m)	5
8.3289	Comp. Linha d'agua LWL (m)	10	5.1823	Testa P (m)	9.6395
2.1212	Boca Linha d'agua BWL (m)	4.5676	2.5	Esteira E (m)	5
1.6017	Calado Total T (m)	2.3469	1.2265	Borda livre Freeboard (m)	1.384
0.46272	Calado casco nu Tc (m)	0.66667	0.93504	Envergadura quilha (m)	1.8841
0.3	Coefficiente de bloco Cb	0.4	0.65453	Envergadura leme (m)	1.8841
0.56861	Coefficiente prismatico Cp	0.62846	0.9698	Area de Quilha (m <sup>2</sup> )	1.8309
0.68	Coef. de plano d'agua Cwp	0.71	0.2984	Area de Leme (m <sup>2</sup> )	0.91546
-3.3527	Longitudinal do Centro de Carena LCB (% LWL)	-3.7057	-10	Sweep angle quilha (graus)	20
0.7	KG do casco nu (m)	0.9	-10	Sweep angle leme (graus)	20
34	Ballast Ratio BR (%)	56	-0.16002	Posicao longitudinal quilha (m) (a partir da s. mestra)	2.4
4.556	Deslocamento (toneladas)	9.0066			

Default

Marcar tudo Desmarcar tudo

No. de solucoes a serem geradas

Gerar

# Geração Aleatória

---

## o Parametrização

Modelagem da embarcação  
(parâmetros de forma do casco, apêndices e velas)  
Listagem das variáveis consideradas

## o Soluções aleatórias

Definição dos intervalos e limites dos parâmetros  
Regressões estatísticas

## o Restrições

GM positivo, *stall* de leme,  
convergência de resultados

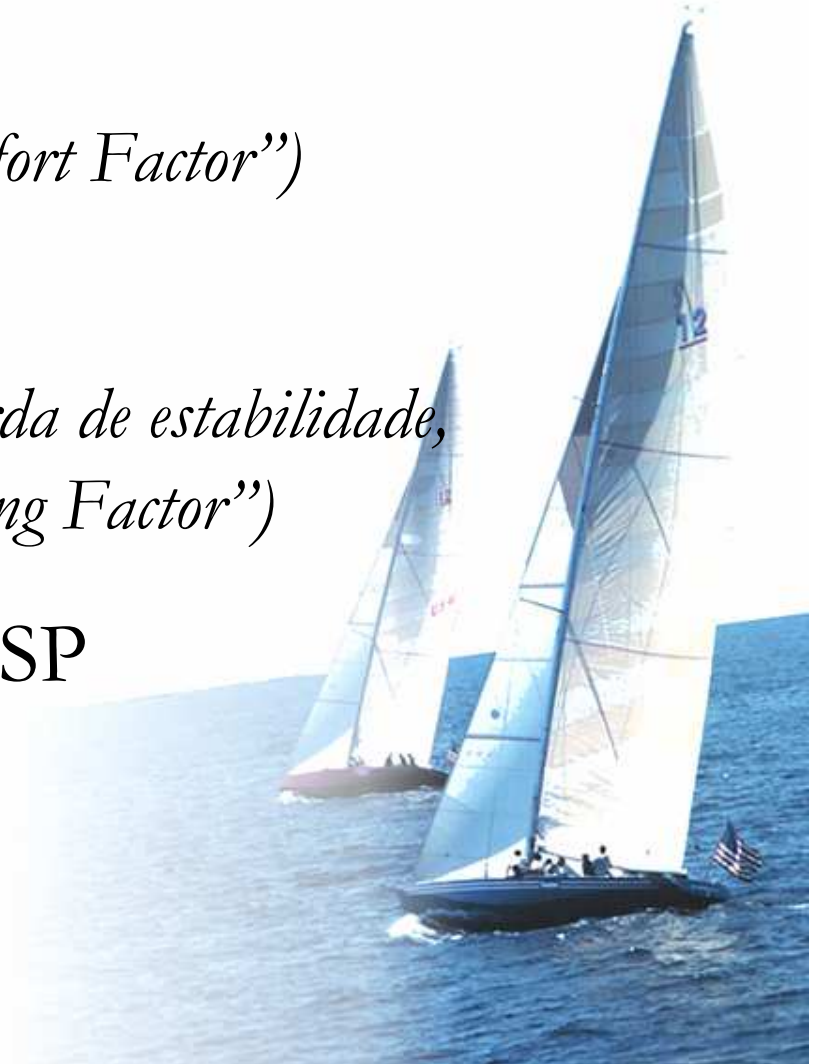


# Modelo de Análise

---

## o Funções de Análise

- Conforto → (“*Motion Comfort Factor*”)
- Segurança → (ângulo de perda de estabilidade,  
“*Capsize Screening Factor*”)
- Desempenho → VPP-USP



# Modelo de Análise

---

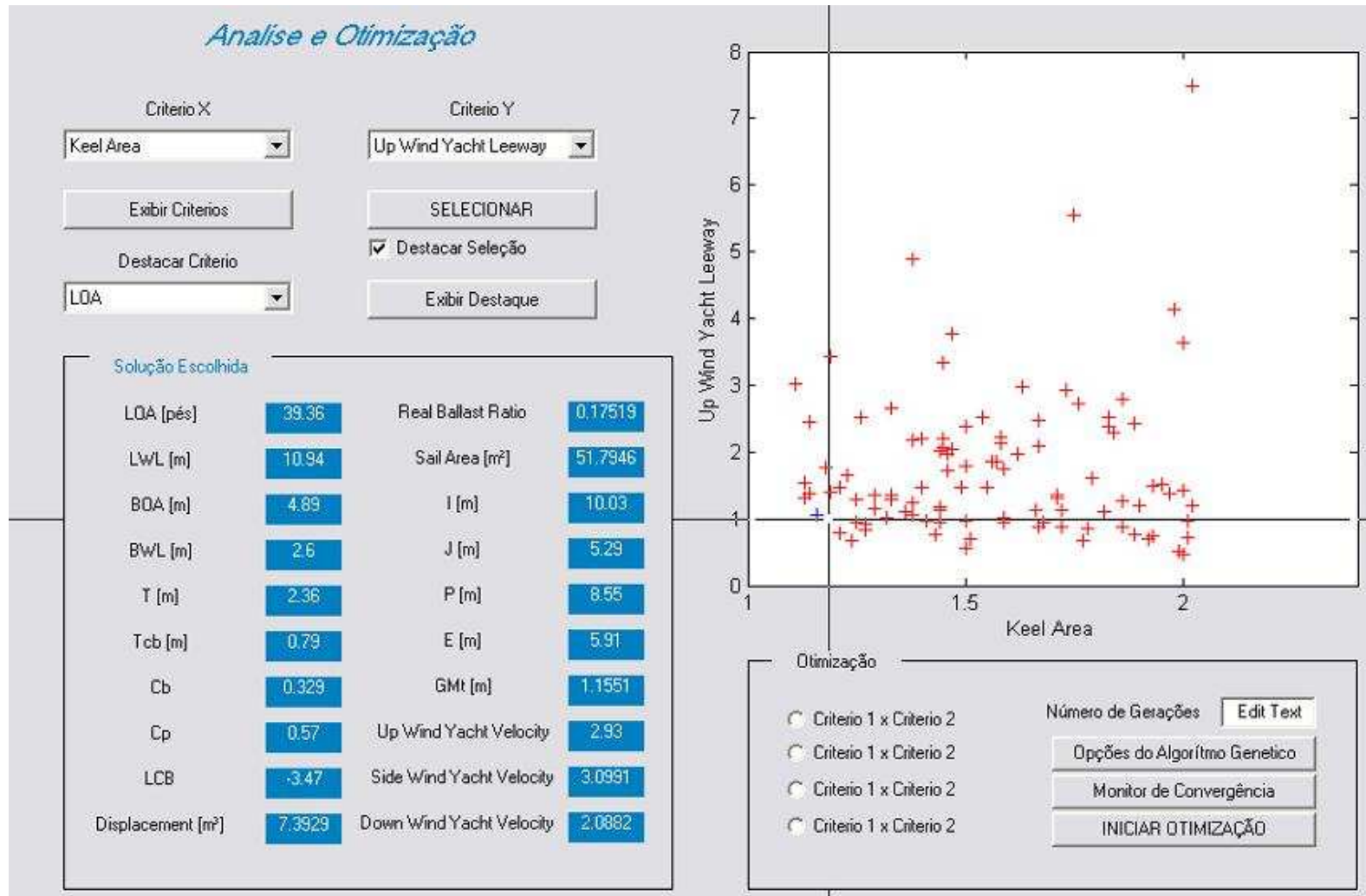
## o VPP

- Maior consumo de processamento
- Análise de convergência (*setup* dos parâmetros internos do VPP)
- Velocidade, inclinação, balanço e deriva
- Orça, través e vento de popa



# Análise das Soluções

## o Ferramenta gráfica

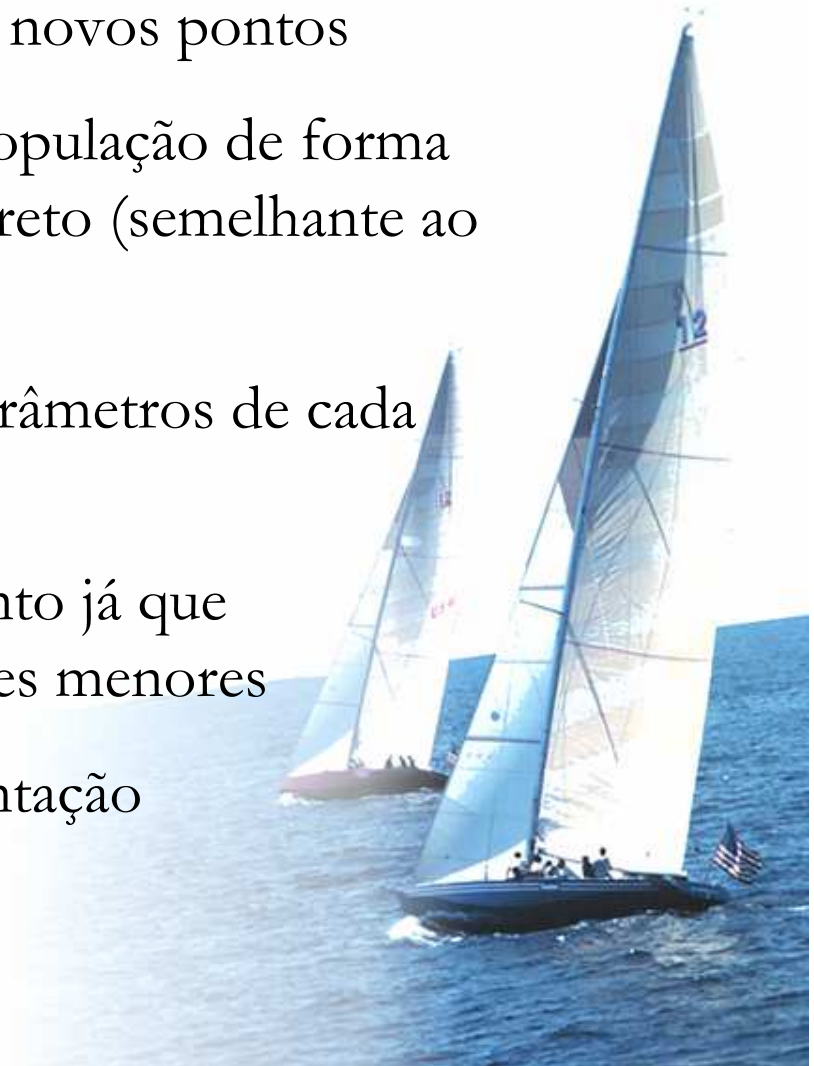




# Otimização

---

- Otimização discreta – não emprega nenhum tipo de interpolação → parte de pontos e gera novos pontos
- Seleciona os melhores indivíduos da população de forma geométrica buscando a fronteira de Pareto (semelhante ao método de superfície de resposta)
- Emprega permutação e mutação de parâmetros de cada solução para gerar descendentes
- Visa diminuir o tempo de processamento já que permite que se trabalhe com populações menores
- Encontra-se em fase final de implementação



# Resultados

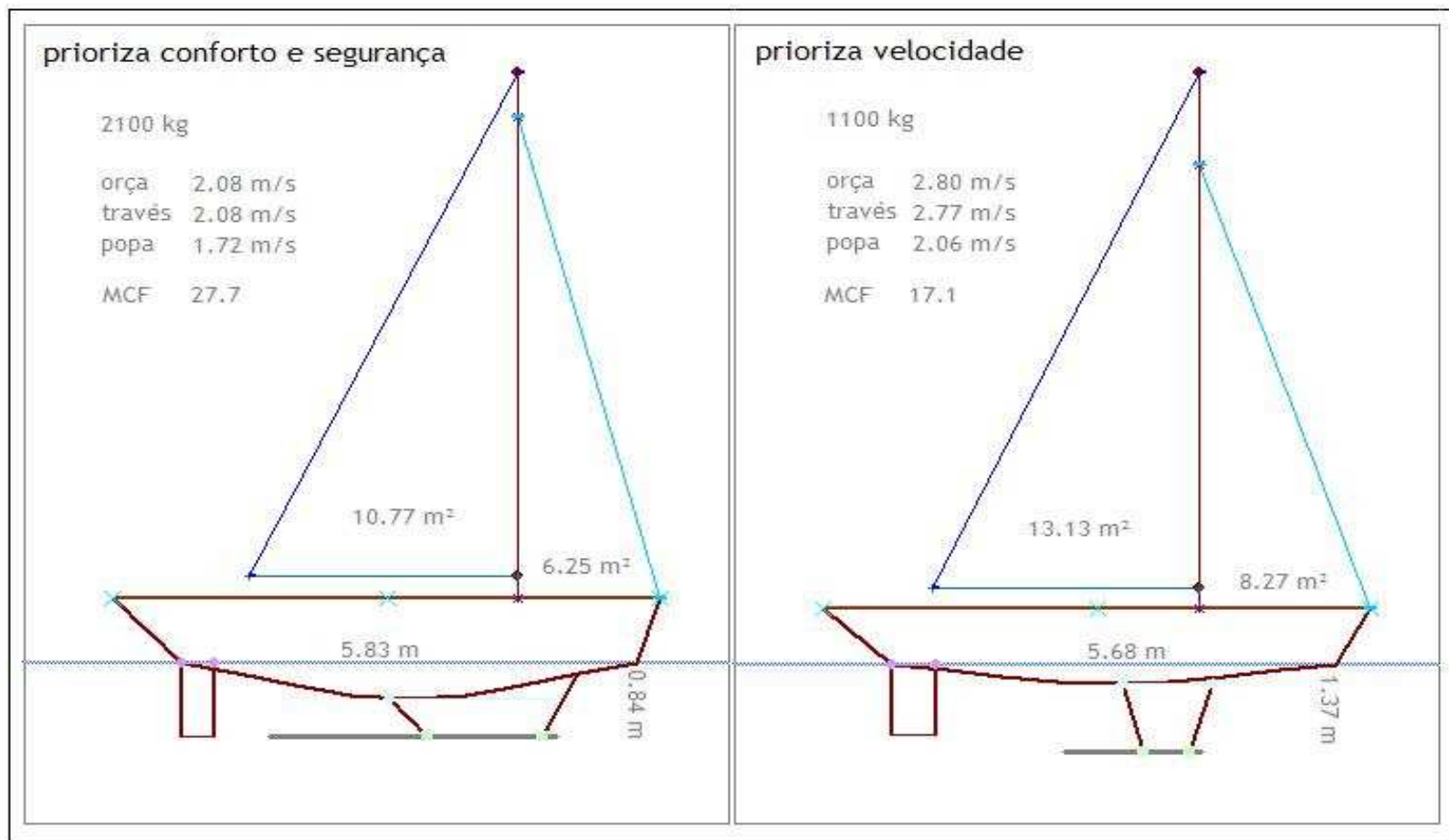
---

- Apresenta bons resultados para barcos de 20 a 60 pés
- Tempo médio de geração e análise de cada solução: aproximadamente 10 segundos



# Resultados

- o Caso exemplo: Embarcação de 22 pés



# Considerações Finais

---

- Ferramenta ainda em desenvolvimento
- Robustez X Tempo de processamento  
(Versatilidade da ferramenta)  
Estudo de paralelização
- Estudo de integração com *software de CAD*

