

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO

# INTRODUÇÃO

PNV3391 Laboratório Naval 1  
Prof. Dr. Gustavo Roque da Silva Assi  
Prof. Dr. Pedro Cardozo de Mello

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA

# Lab Naval 1

- Introduzir o aluno ao ambiente, técnicas, métodos e ferramentas de análise nas práticas experimentais mais comuns em Engenharia Naval.
- Desenvolver o **raciocínio experimentalista** na investigação de fenômenos através de modelagem de sistemas, identificação de variáveis e determinação de parâmetros significativos.
- Através de experimentos guiados em tanque de provas, o aluno conhecerá as técnicas e métodos necessários para o projeto e análise dos resultados de um experimento em Eng. Naval.

# Lab Naval 1

- Prof. Dr. Gustavo Roque da Silva Assi - [g.assi@usp.br](mailto:g.assi@usp.br)
- Prof. Dr. Pedro Cardozo de Mello – [pcmello@usp.br](mailto:pcmello@usp.br)
- Site da disciplina no Moodle
  - *<http://disciplinas.stoa.usp.br>*
  - *Procurar por PNV3391 e se inscrever.*
- Horário das aulas
  - *TER às 15:00 às 19:30 (ET-1).*
  - *Algumas aulas serão em sala de aula, sala de CAD, Laboratório Didático e Oficina.*

# Visitas técnicas

- TPN Tanque de Provas Numérico
- NDF Núcleo de Dinâmica e Fluidos
- CTH Centro Tecnológico de Hidráulica
- IPT Engenharia Naval
- IPT Túneis de Vento
- CTMSP Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo

# Avaliação

- $NF = ( EI + EG + 5 SG + 8 RG ) p v / 20$ 
  - 2 \* *Exercícios individuais (EI)*
  - 5 \* *Exercícios em grupo (EG)*
  - *Seminários em grupo (SG)*
  - *Relatórios em grupo (RG)*
  - *Participação nas atividades ( $p \leq 1$ )*
  - *Presença nas visitas ( $v = 0$  ou  $1$ )*
- Esta disciplina não tem atividade de recuperação.

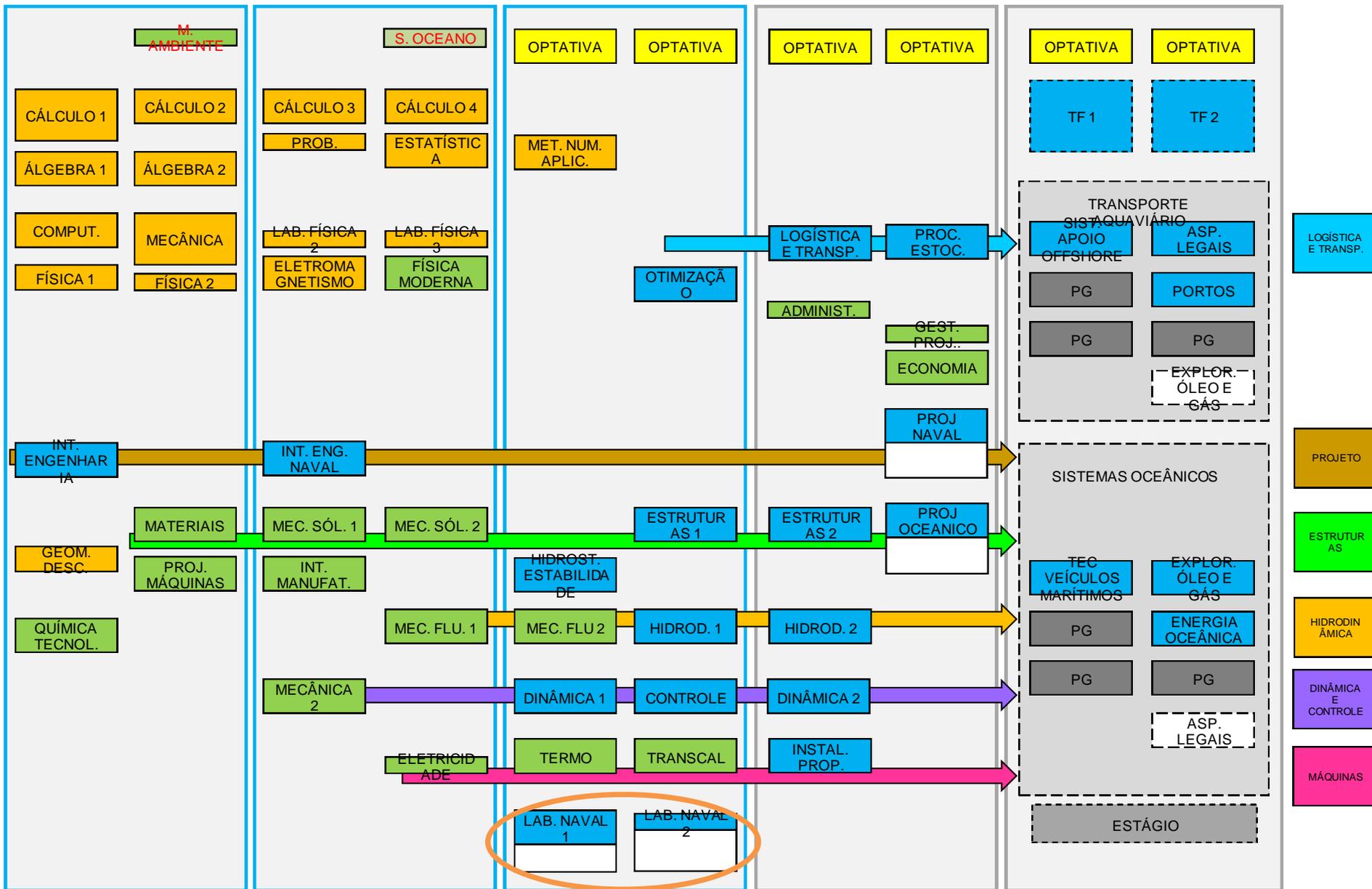
O CURSO



# A disciplina

- Pedagogia: Antecipar conteúdo para despertar interesse.
- Integração de diversas disciplinas
- Apresentação + Informação + Prática
- Curso participativo
- Créditos aula + trabalho
- On demand...

# ■ Estrutura Curricular – EC3



# O MÉTODO

Método Científico  
Método Experimental

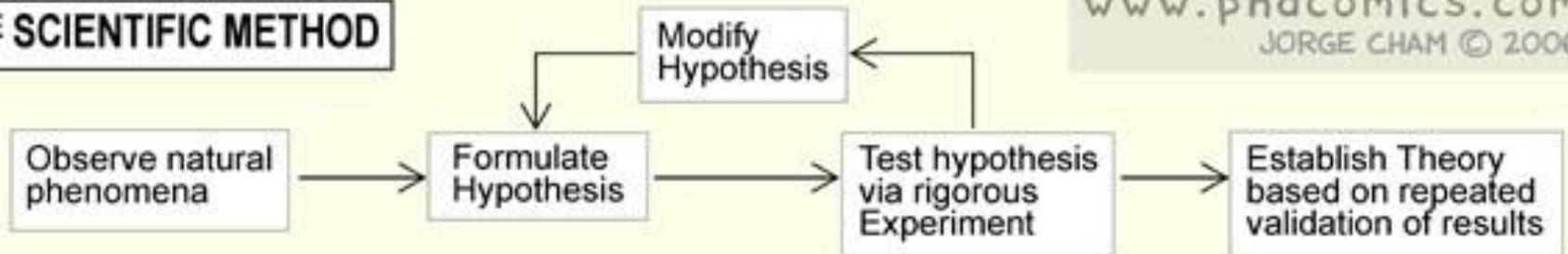


Aqueles que lidaram com ciência foram homens de experimentos ou homens de dogmas. Os homens de experimentos são como formigas, eles apenas coletam e usam; os pensadores se assemelham a aranhas, que fazem teias de sua própria substância. Mas as abelhas tomam um caminho intermediário: elas juntam seu material das flores do jardim e do campo, mas o transformam. Não diferente é o verdadeiro negócio da filosofia; já que ela não se apoia somente nos poderes da mente, nem leva a questão que se reúne a partir da história natural e experimentos mecânicos e apenas coloca-a na memória, mas coloca-a no entendimento alterado e digerido. Por isso, pode-se esperar muito de uma ligação mais próxima e pura dessas duas faculdades, a experimental e a racional.

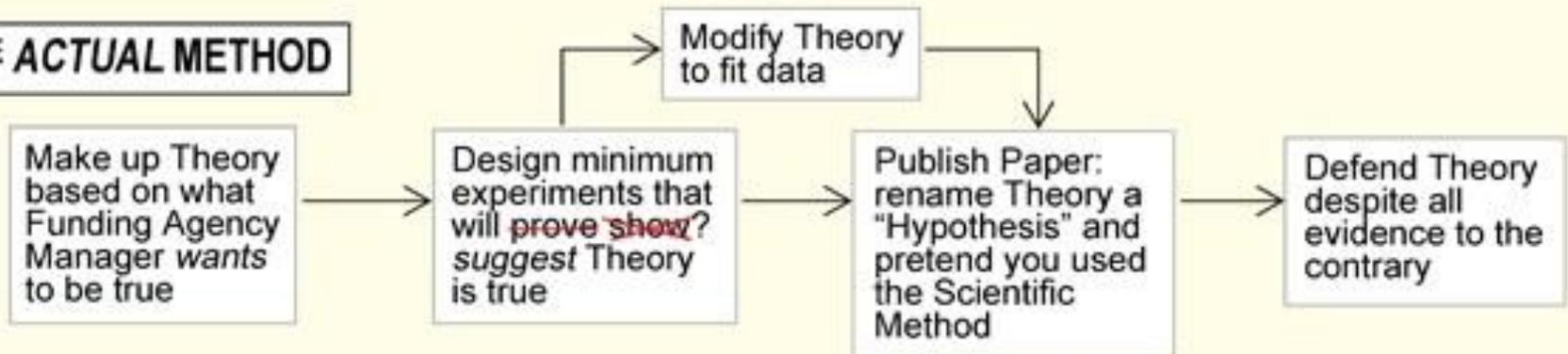


*Francis Bacon (1561–1626). Aphorism 95*

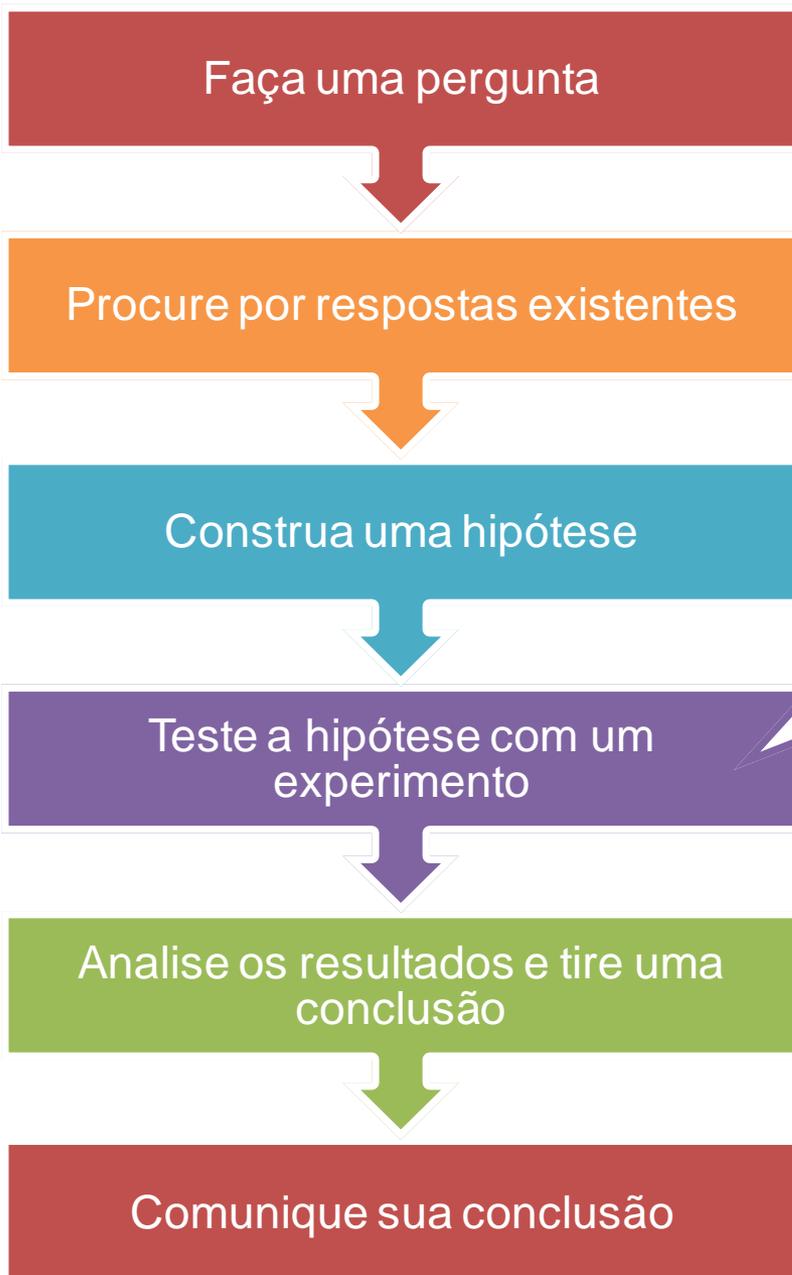
### THE SCIENTIFIC METHOD



### THE ACTUAL METHOD



# O MÉTODO CIENTÍFICO



**MÉTODO  
EXPERIMENTAL**

# Experimento

É uma investigação na qual o sistema sendo estudado está sob o controle do investigador.

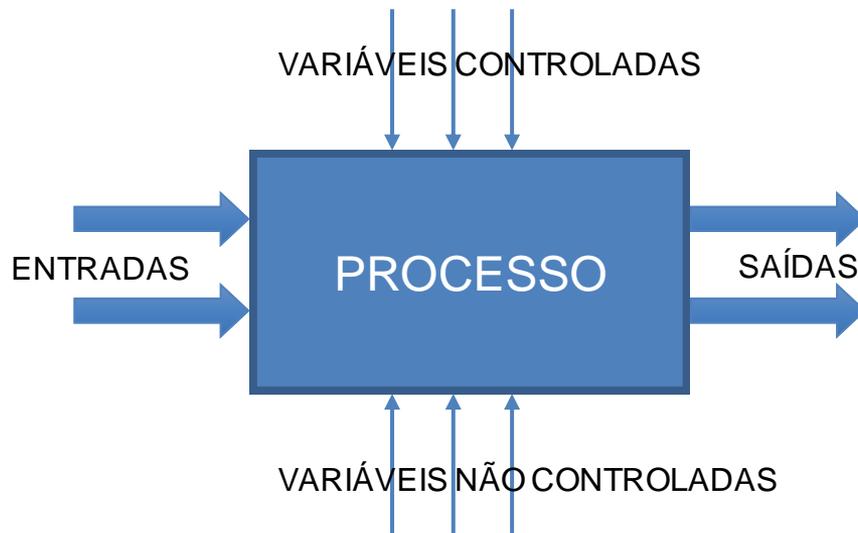


# O Método Experimental

- **Um dos grandes pilares do empreendimento científico em compreender o universo.**
- Não é um método perfeito nem o único disponível para os cientistas.
- Não consegue nos dar todas as respostas e explicações que gostaríamos.
- Mas é extremamente útil e revelador!
- Quer saber mais?... Estude Filosofia da Ciência!

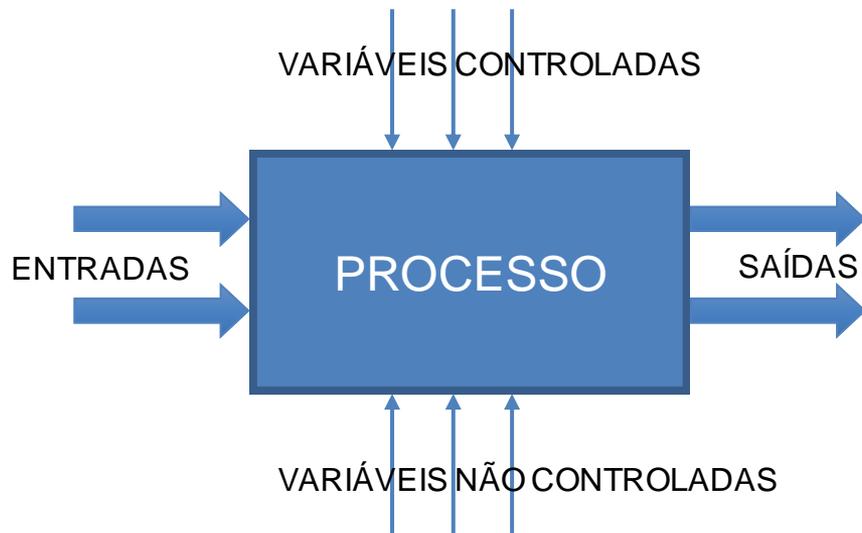
# O Método Experimental... de forma simples

- Consiste na modificação de uma **variável independente** (entrada) e na averiguação do **efeito** que pode ser atribuído à essa modificação por meio da **medida** de uma **variável dependente** (saída).



# O Método Experimental... de forma simples

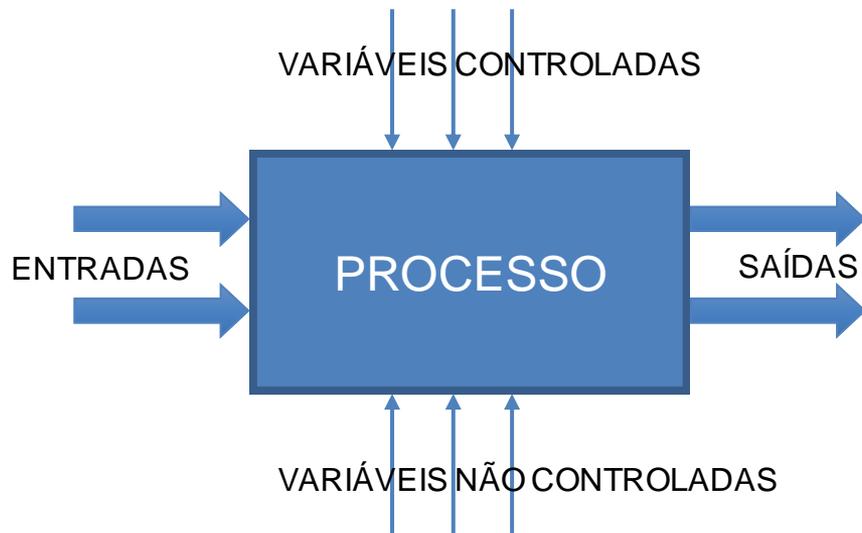
- Consiste na modificação de uma **variável independente** (entrada) e na averiguação do **efeito** que pode ser atribuído à essa modificação por meio da **medida** de uma **variável dependente** (saída).



**Variável independente**  
É qualquer coisa que possa ser variada em um experimento e que o pesquisador julgue ter relação causal sobre outra variável mensurada.

# O Método Experimental... de forma simples

- Consiste na modificação de uma variável independente (entrada) e na averiguação do **efeito** que pode ser atribuído à essa modificação por meio da **medida** de uma variável dependente (saída).

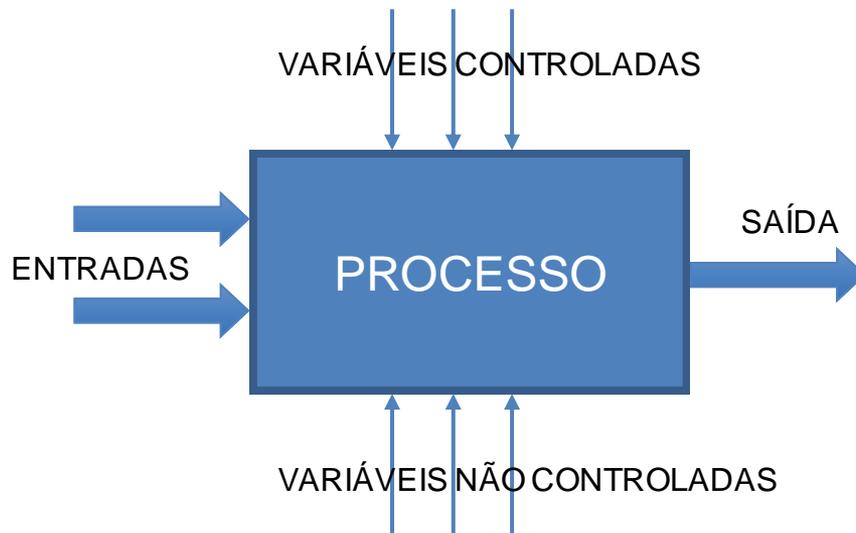


**Causa** é aquilo que se julga responsável por um efeito observado sobre outra variável.

**Efeito** é a diferença entre o que aconteceu em um experimento e o que teria acontecido hipoteticamente caso a manipulação não tivesse sido feita.

# O Método Experimental... de forma simples

- Consiste na modificação de uma **variável independente** (entrada) e na averiguação do **efeito** que pode ser atribuído à essa modificação por meio da **medida** de uma **variável dependente** (saída).



# Experimento Vs. Observação

## EXPERIMENTO

- Todos os parâmetros estão **sob o controle** do investigador

## OBSERVAÇÃO

- Alguns parâmetros estão **fora do controle** do investigador

Podem ter objetivos comuns, a diferença reside na confiança que se tem das interpretações.

# Regra de ouro dos experimentos

- Variar apenas um parâmetro de cada vez, mantendo todas as outras variáveis congeladas
  - *Se houve efeito observado, como determinar a causa?*
  - *Se não houve efeito observado, como saber se uma causa não neutralizou a outra?*

# Hipótese, causa e efeito

- A experimentação apenas providencia nexos causais entre as variáveis isoladas.
- Se uma experiência é conduzida cuidadosamente, os resultados **suportam** ou **refutam** a hipótese.
- Um experimento nunca pode provar que a hipótese está correta, apenas pode apoiá-la, ou estabelecer relações causais entre fenômenos.
- Porém, um experimento que providencia um contraexemplo pode refutar uma teoria.

# Incertezas

- É impossível controlar completamente todas as variáveis em um experimento.
- Todo experimento está sujeito à uma incerteza.
- Um experimento bem planejado deve conter avaliações confiáveis de incerteza.

# ENGENHARIA

Ciência e Tecnologia



# Experimentos típicos da Engenharia

COMPARAÇÃO

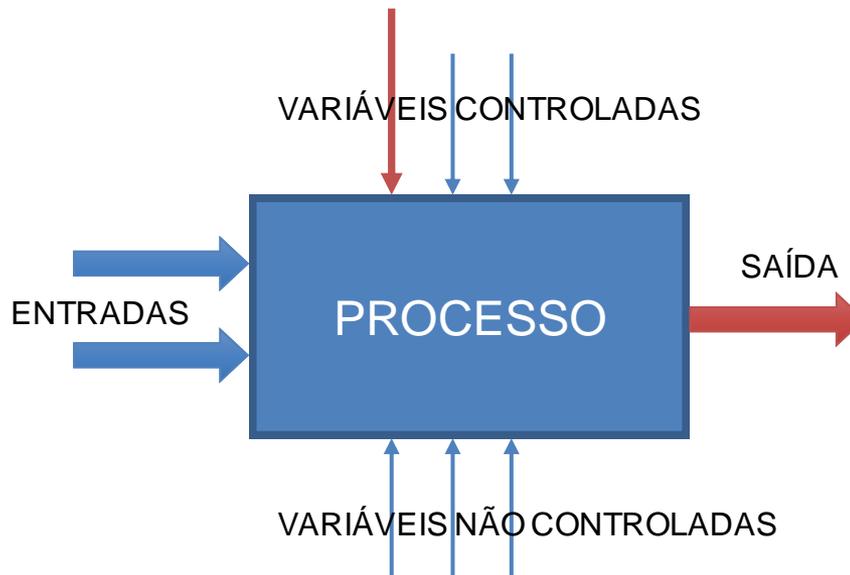
CARACTERIZAÇÃO

MODELAGEM

OTIMIZAÇÃO

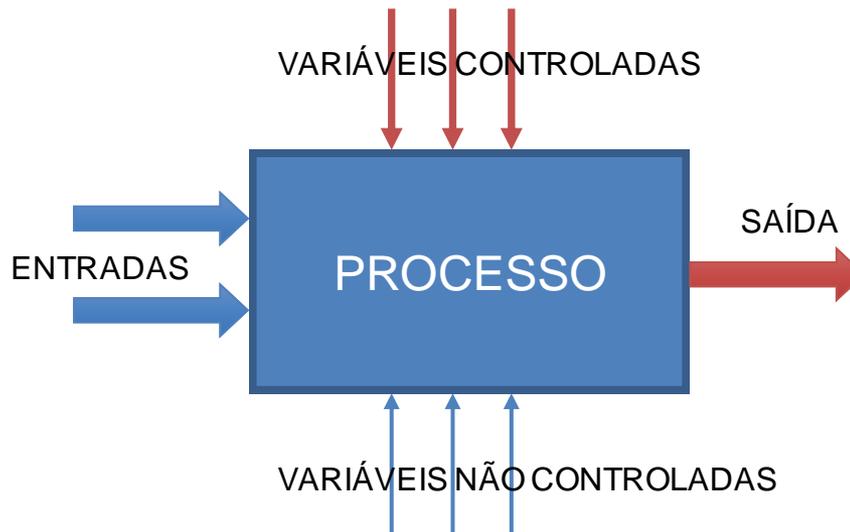
# Comparação

- Quando se verifica se uma mudança numa única variável resulta em mudança no resultado do processo.
  - *p.e.: Comparação em busca de melhoria.*



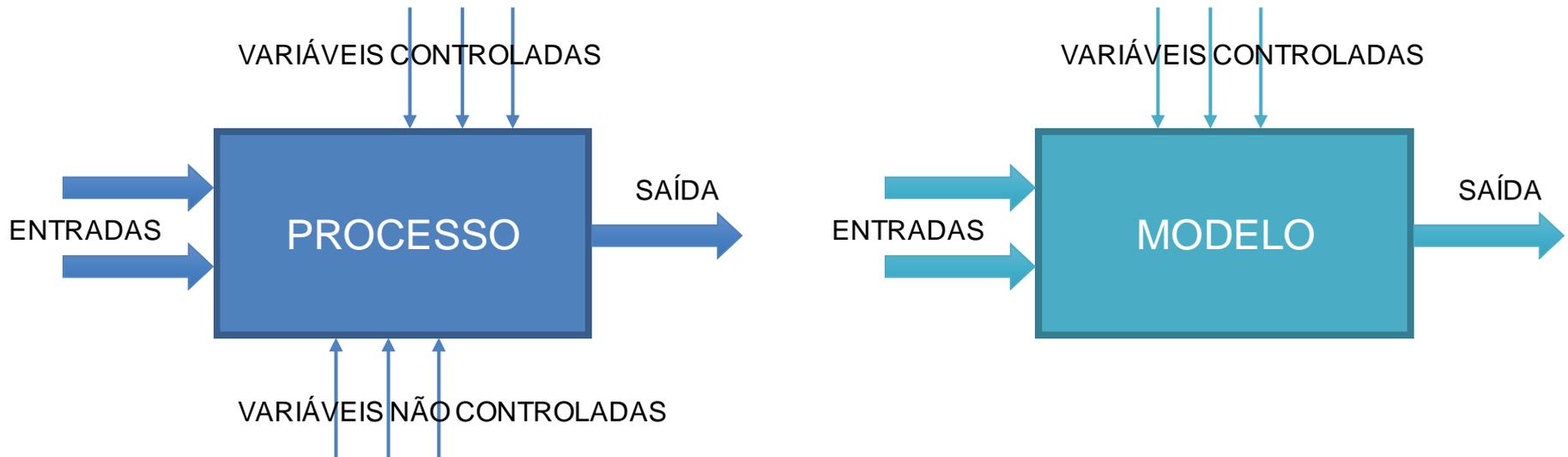
# Caracterização

- Quando pretende-se avaliar o efeito de várias variáveis para verificar quais delas são mais importantes.
  - *p.e.: Fazemos variação de pares de variáveis.*



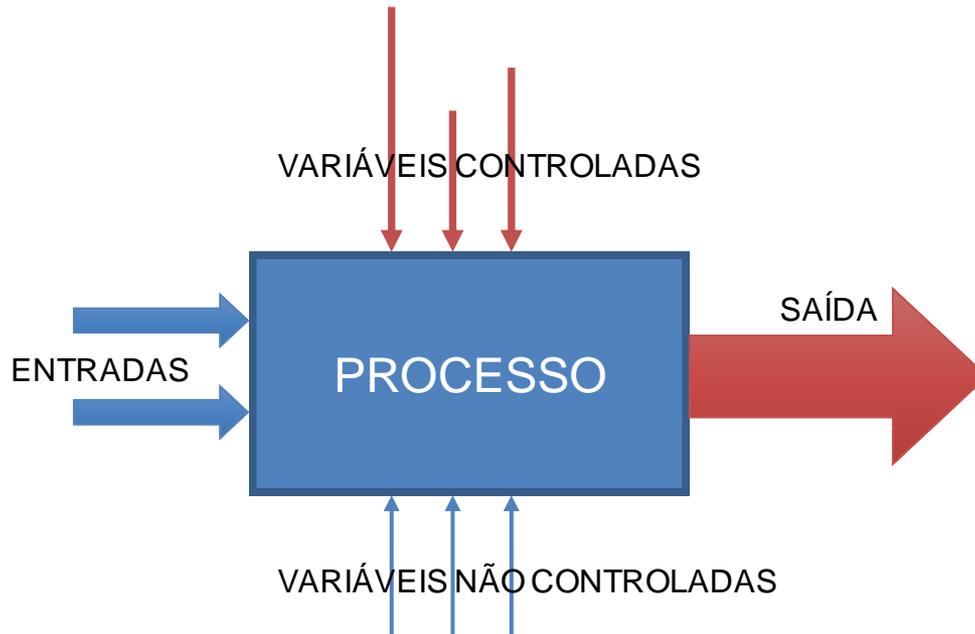
# Modelagem

- Quando se pretende construir um modelo matemático que possa prever a saída de um processo em função de uma ou várias variáveis.
  - *p.e: Um modelo poderia considerar a variação contínua de uma variável que na realidade somente poderia ser discreta.*

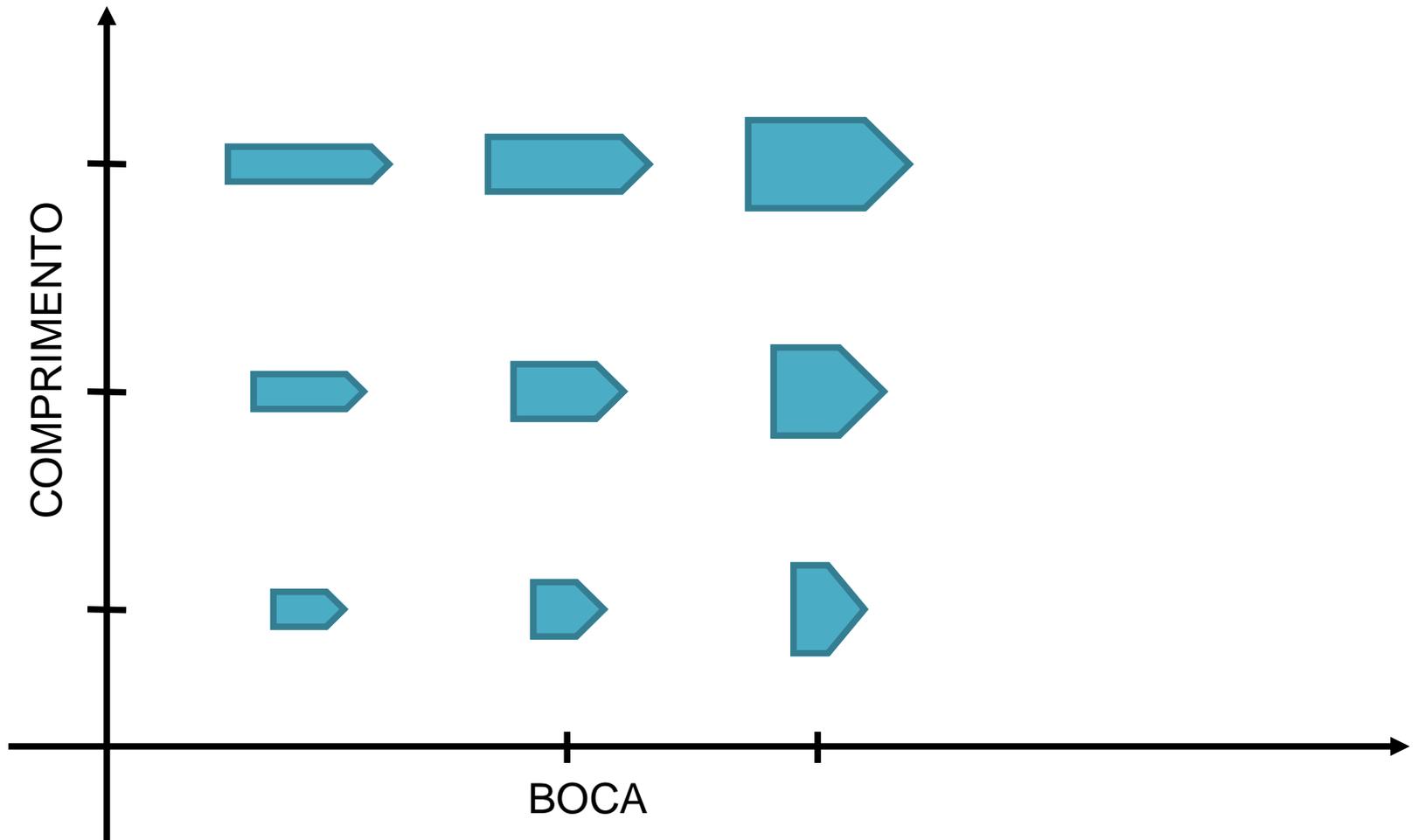


# Otimização

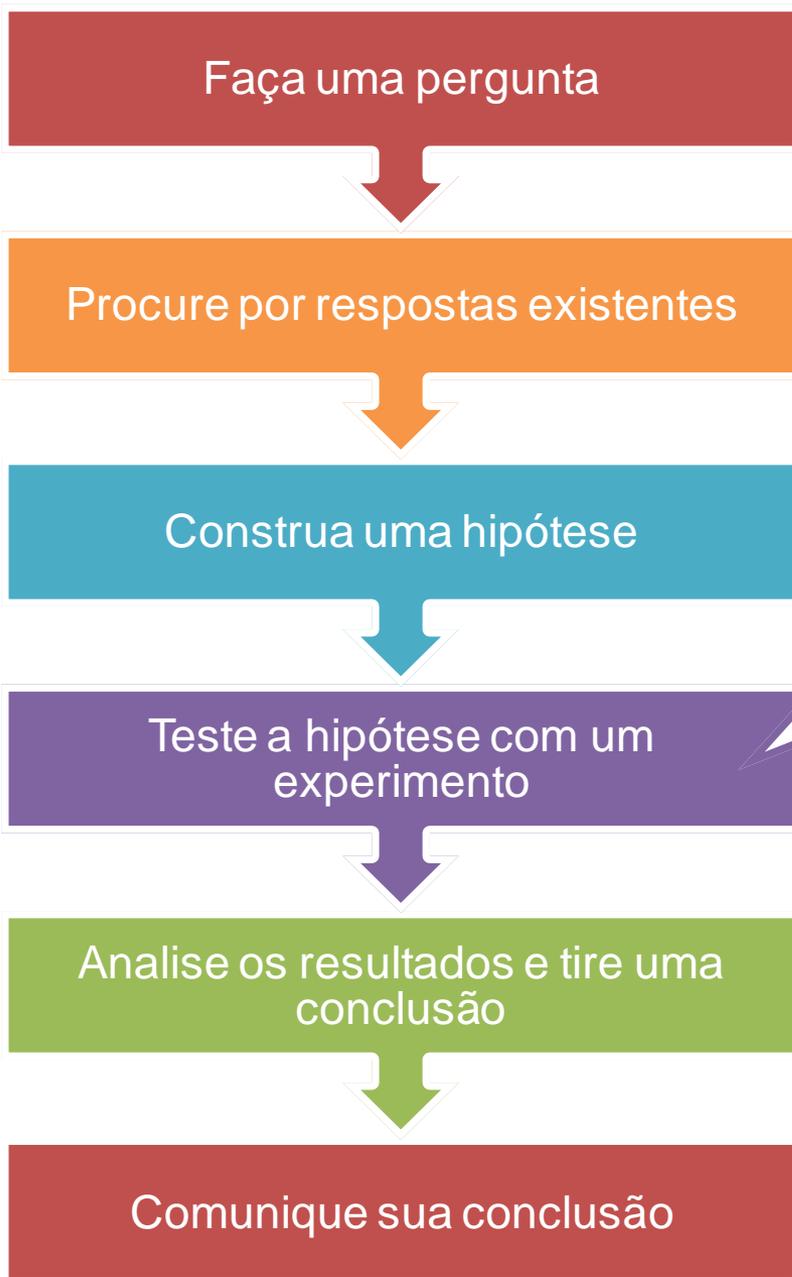
- Quando procura-se determinar o conjunto de parâmetros para todas as variáveis que produza uma saída ótima do processo.
  - *Requer sempre uma função objetivo.*



# Otimização vs. Estudo paramétrico



# O MÉTODO CIENTÍFICO



**MÉTODO  
EXPERIMENTAL**

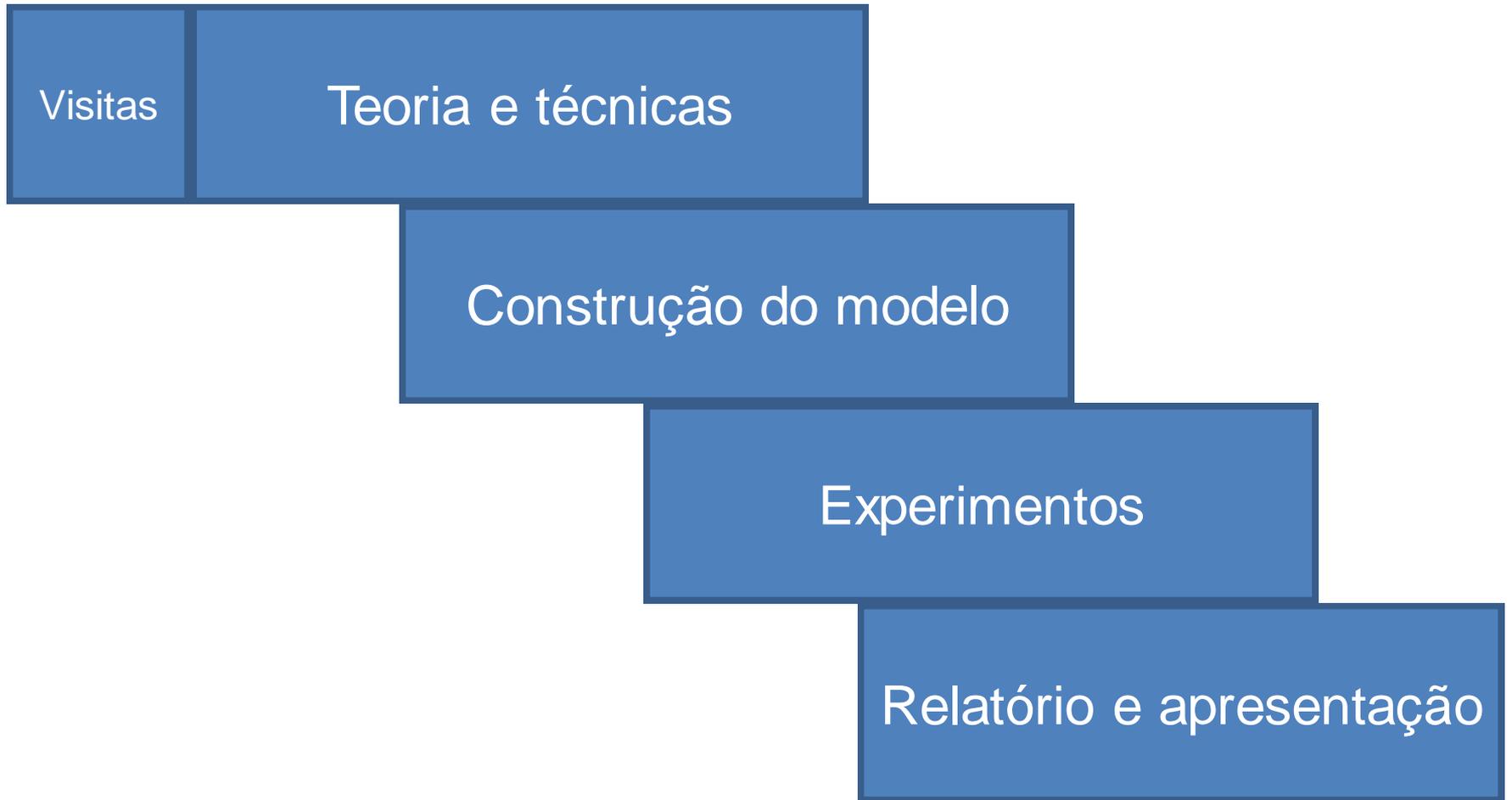
# Projetar um experimento...

- Hipótese
- Semelhantes
- Grandezas
- Ordem de grandeza
- Graus de liberdade
- Escala
- Modelos
- Adimensionais
- Identificação de variáveis
- Sensores
- Equipamento
- Instrumentos
- Coleta de dados
- Tratamento de sinais
- Processamento de dados
- Análise de resultados
- Relatórios
- Etc.

NESTE CURSO



# Escopo do curso

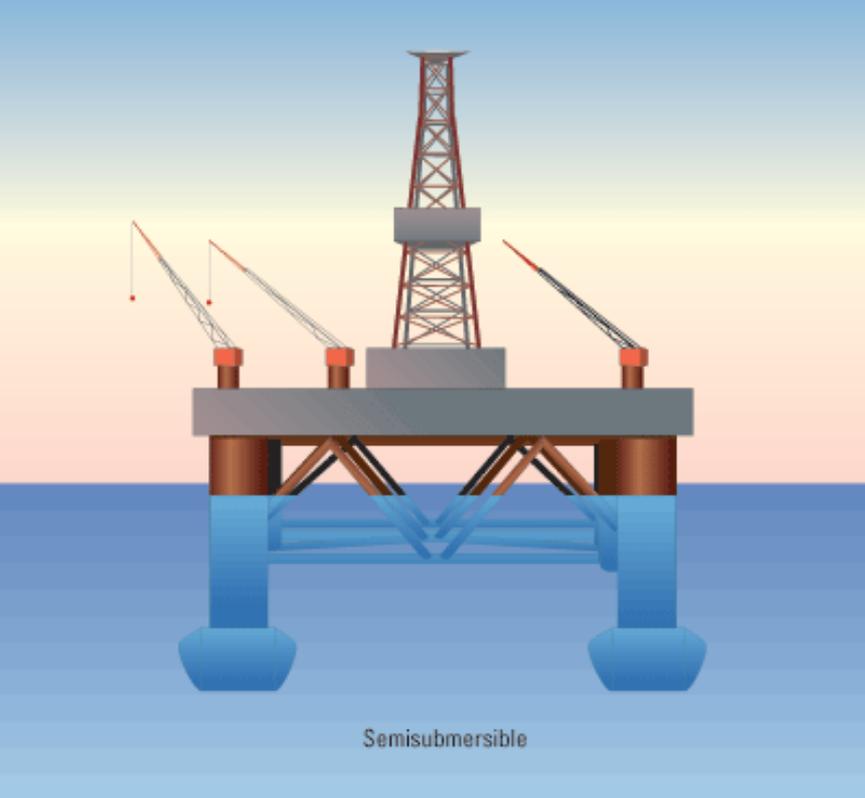


# Divisão de grupos

- 8 grupos com 6 integrantes
- Mesmo grupo para todas as atividades



PETROBRAS 51



Semisubmersible



