

# Exemplo de Apresentação

---

Fernando Camargo

23 de março de 2017

ZG Soluções

## **Slides básicos**

---

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Considerações:

- Decisões de operação afetam decisões futuras: reservatórios

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Considerações:

- Decisões de operação afetam decisões futuras: reservatórios
- Acoplamento de usinas na mesma bacia

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Considerações:

- Decisões de operação afetam decisões futuras: reservatórios
- Acoplamento de usinas na mesma bacia
- Aleatoriedade das vazões

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Considerações:

- Decisões de operação afetam decisões futuras: reservatórios
- Acoplamento de usinas na mesma bacia
- Aleatoriedade das vazões
- Objetivos:
  - Minimizar custo de produção (custo térmico)

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Considerações:

- Decisões de operação afetam decisões futuras: reservatórios
- Acoplamento de usinas na mesma bacia
- Aleatoriedade das vazões
- Objetivos:
  - Minimizar custo de produção (custo térmico)
  - Aumentar produção hidrelétrica para diminuir termelétrica

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Considerações:

- Decisões de operação afetam decisões futuras: reservatórios
- Acoplamento de usinas na mesma bacia
- Aleatoriedade das vazões
- Objetivos:
  - Minimizar custo de produção (custo térmico)
  - Aumentar produção hidrelétrica para diminuir termelétrica
  - Definir uma estratégia de geração para cada usina de interconectada



# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Considerações:

- Decisões de operação afetam decisões futuras: reservatórios
- Acoplamento de usinas na mesma bacia
- Aleatoriedade das vazões
- Objetivos:
  - Minimizar custo de produção (custo térmico)
  - Aumentar produção hidrelétrica para diminuir termelétrica
  - Definir uma estratégia de geração para cada usina de interconectada
  - Atender demanda com confiabilidade

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Características:

- Problema dinâmico de otimização envolvendo o tempo

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Características:

- Problema dinâmico de otimização envolvendo o tempo
- Problema não separável

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Características:

- Problema dinâmico de otimização envolvendo o tempo
- Problema não separável
- Função de objetivo não linear e não convexa

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Características:

- Problema dinâmico de otimização envolvendo o tempo
- Problema não separável
- Função de objetivo não linear e não convexa
- Problema estocástico

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Características:

- Problema dinâmico de otimização envolvendo o tempo
- Problema não separável
- Função de objetivo não linear e não convexa
- Problema estocástico
- De grande porte

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Características:

- Problema dinâmico de otimização envolvendo o tempo
- Problema não separável
- Função de objetivo não linear e não convexa
- Problema estocástico
- De grande porte

Adoção de único modelo inviável.

# O Problema do Planejamento Energético de Sistemas Hidrotérmicos

Características:

- Problema dinâmico de otimização envolvendo o tempo
- Problema não separável
- Função de objetivo não linear e não convexa
- Problema estocástico
- De grande porte

Adoção de único modelo inviável.

Solução: decomposição do problema.



Algoritmos:

- Programa Dinâmica e Estocástica
  - Uma tabela de soluções ótimas para cada estado do sistema é gerada
  - Explosão combinatorial de estados
  - Tentativas de simplificação do problema uso dessa técnica

Algoritmos:

- Programa Dinâmica e Estocástica
  - Uma tabela de soluções ótimas para cada estado do sistema é gerada
  - Explosão combinatorial de estados
  - Tentativas de simplificação do problema uso dessa técnica
- Técnicas não lineares baseadas na teoria lagrangeana
- Técnicas não lineares por fluxos de redes

### Algoritmos:

- Programa Dinâmica e Estocástica
  - Uma tabela de soluções ótimas para cada estado do sistema é gerada
  - Explosão combinatorial de estados
  - Tentativas de simplificação do problema uso dessa técnica
- Técnicas não lineares baseadas na teoria lagrangeana
- Técnicas não lineares por fluxos de redes

### Problemas:

- Não garantia de ótimo global

## Algoritmos:

- Programa Dinâmica e Estocástica
  - Uma tabela de soluções ótimas para cada estado do sistema é gerada
  - Explosão combinatorial de estados
  - Tentativas de simplificação do problema uso dessa técnica
- Técnicas não lineares baseadas na teoria lagrangeana
- Técnicas não lineares por fluxos de redes

## Problemas:

- Não garantia de ótimo global
- Problemas de convergência

## Algoritmos:

- Programa Dinâmica e Estocástica
  - Uma tabela de soluções ótimas para cada estado do sistema é gerada
  - Explosão combinatorial de estados
  - Tentativas de simplificação do problema uso dessa técnica
- Técnicas não lineares baseadas na teoria lagrangeana
- Técnicas não lineares por fluxos de redes

## Problemas:

- Não garantia de ótimo global
- Problemas de convergência
- Computabilidade

# Tabelas e Figuras

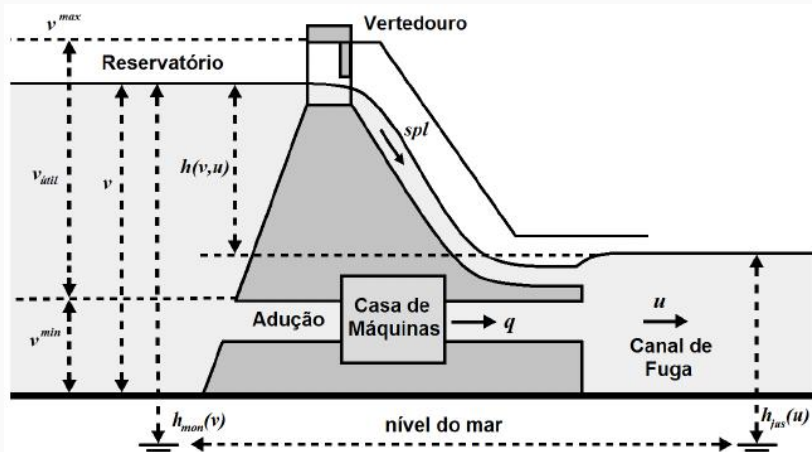
---

A Tabela 1 de [1] mostra como a atual matriz brasileira de produção de energia elétrica é muito dependente dos fluxos da Natureza.

**Tabela 1:** Dependência da Natureza para geração de energia elétrica  
(Fonte: ANEEL (2012))

Hidro	84.094,7	Térmica	32.730,8
Eólica	1.820,3	Nuclear	2.007,0
Total	85.915	Total	34.737,8
% do total	71,2%	% do total	28,8%

# Principais componentes de uma Usina Hidrelétrica





# Algoritmos

---

---

**Algoritmo 1:** Pseudocódigo de Algoritmos Evolucionários

---

**Saída:** melhor solução encontrada ao fim da execução

- 1 INICIALIZE população com soluções candidatas aleatórias
  - 2 AVALIE cada candidato
  - 3 **enquanto** *CONDIÇÃO DE TÉRMINO não é satisfeita* **faça**
    - 4     SELECIONE pais
    - 5     RECOMBINE pares de pais
    - 6     REALIZE MUTAÇÃO dos filhos obtidos
    - 7     AVALIE os novos candidatos
    - 8     SELECIONE indivíduos para a próxima geração
  - 9 **fim**
-

# Código Interno

```
1  public class HelloWorld {  
2  
3      public static void main(String[] args) {  
4          // Prints "Hello, World" to the terminal window.  
5          System.out.println("Hello, World");  
6      }  
7  
8  }
```

```
package br.com.fibonacci.utils

class Periodo {
    Date dataInicio
    Date dataFim

    int getQuantidadeDeDias() {
        dataFim - dataInicio + 1
    }

    String toString() {
        String dataInicio = DateHelper.obtenhaData_dd_MM_yyyy(dataInicio)
        String dataFim = DateHelper.obtenhaData_dd_MM_yyyy(dataFim)
        "Período $dataInicio a $dataFim, com $quantidadeDeDias dias"
    }
}
```

# Ambientes Matemáticos

---

# O que são números primos?

## Definição

Um **número primo** é um número que possui exatamente dois divisores.

## Exemplo

- 2 é primo (dois divisores: 1 e 2).
- 3 é primo (dois divisores: 1 e 3).
- 4 não é primo (**três** divisores: 1, 2, e 4).

# Não existe o maior número primo

## Teorema

*Não existe o maior número primo.*

## Demonstração.

1. Suponha que  $p$  fosse o maior número primo.
2. Seja  $q$  o produto dos primeiros  $p$  números.
3. Então  $q + 1$  não é divisível por nenhum deles.
4. Mas  $q + 1$  é maior que 1, portanto divisível por algum número primo não existente nos primeiros  $p$  números. □

# Não existe o maior número primo

## Teorema

*Não existe o maior número primo.*

## Demonstração.

1. Suponha que  $p$  fosse o maior número primo.
2. Seja  $q$  o produto dos primeiros  $p$  números.
3. Então  $q + 1$  não é divisível por nenhum deles.
4. Mas  $q + 1$  é maior que 1, portanto divisível por algum número primo não existente nos primeiros  $p$  números. □

A prova usa *reductio ad absurdum*.



## Referências

---

[1] DA CRUZ JUNIOR, G.

**Modelo equivalente não linear para o planejamento da operação a longo prazo de sistemas de energia elétrica.**  
1998.

Tese (Doutorado em Física) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.