



Companhia Paranaense de Energia



COPEL

Companhia Paranaense de Energia



COPEL



Aspectos de mudanças climáticas no componente hidrológico dos projetos e operação de barragens

Mesa redonda: **Mudanças Climáticas (*Climate Changes*)**

XXVIII Seminário Nacional de Grandes Barragens

Rio de Janeiro. 28 de outubro de 2011

Martha Regina von Borstel Sugai

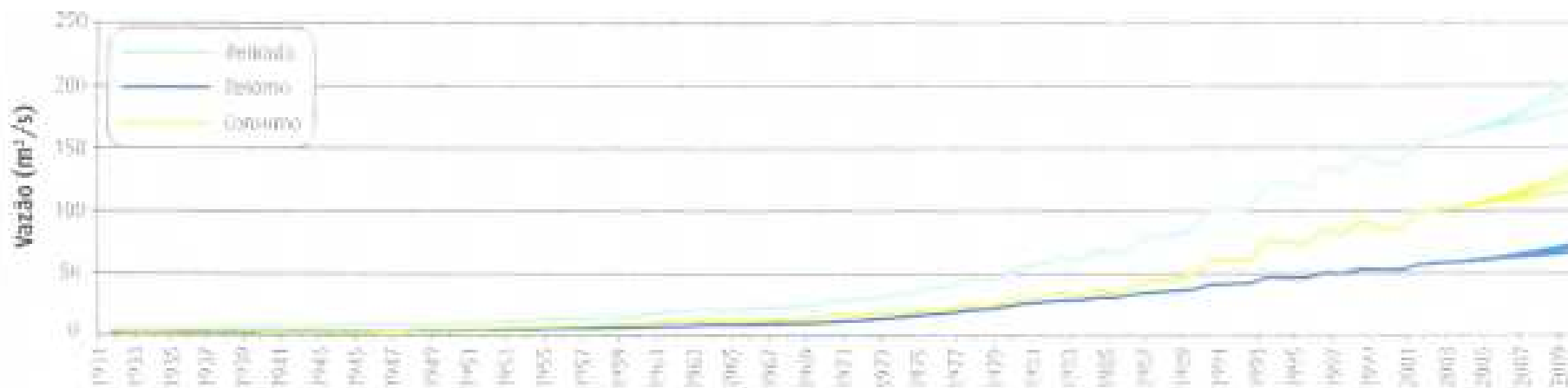
- **clima da terra:**
 - processo dinâmico,
 - as suas características são alteradas em “diferentes intervalos de tempo”
 - tem variado bastante ao longo da história do planeta e de forma periódica (os chamados “**ciclos**”)
- diversos cientistas, a **partir de um conjunto de observações feitas nas últimas décadas** e da análise dos **dados meteorológicos dos últimos 150 anos**, levantaram a tese de a Terra estaria ingressando num “**ciclo de aquecimento**”
- parte dos estudos sobre o tema sugere que a “**ação antrópica**” (emissão de gases de efeito estufa) como “**principal causa do aquecimento**”

- há questionamentos no mundo todo quanto a **veracidade e a precisão** das informações divulgadas: **HÁ MUITAS INCERTEZAS**
- aparentemente já há um consenso sobre a **"elevação da temperatura"**, entretanto **ainda não se tem unanimidade:**
 - **quais os fatores responsáveis?**
 - **qual a trajetória?**
- como **possíveis conseqüências** deste cenário de **"mudanças climáticas"** são apontadas:
 - de **alterações no regime de chuvas**
 - na **freqüência de eventos extremos** (secas e inundações)

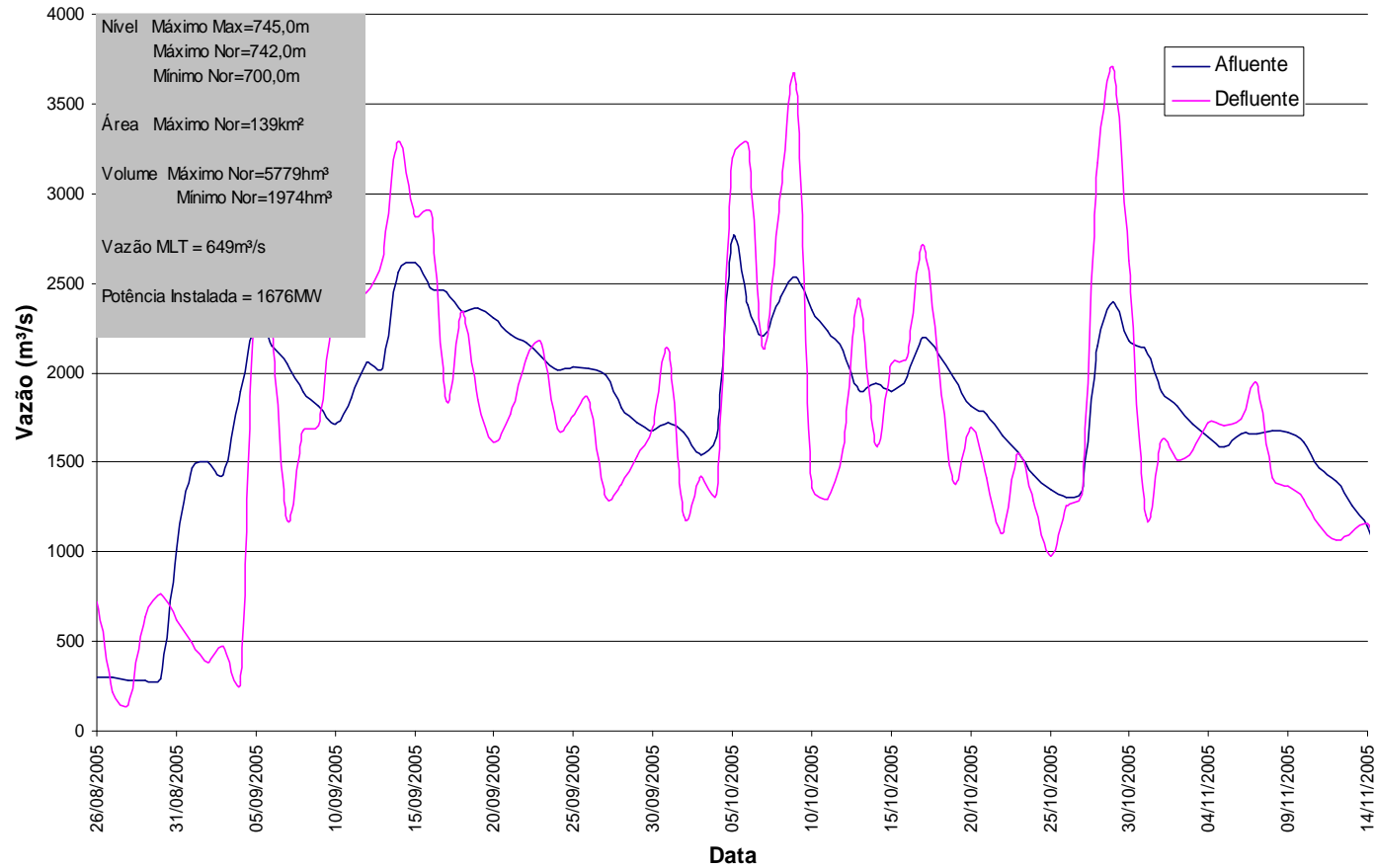
- **Mudanças Globais** de uma forma mais ampla:
 - **Uso da terra**
 - **Substituição de áreas de floresta** por áreas de agricultura e pecuária
 - **Impermeabilização de áreas urbanas** alterando o padrão de escoamento
 - **Usos dos recursos hídricos**
 - **Retiradas de água** com retorno parcial
 - **Operação de barragens**
 - **Evaporação líquida** dos reservatórios
- **Janela de conhecimento**: limitações em termos de dados

- Duas categorias:
 - **Usos consuntivos:**
 - irrigação
 - abastecimento urbano
 - abastecimento rural
 - abastecimento industrial (onde se inserem as **USINAS TERMELETRICAS**)
 - criação animal
 - **Usos não consuntivos**
 - **APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS**
 - turismo e lazer
 - aquicultura

2002	Urbano	Rural	Irrigação	Animal	Indústria	Total
Retirada (m ³ /s)	25,07	4,08	105,15	7,17	15,18	156,66
Consumo (m ³ /s)	5,01	2,04	84,35	5,74	3,01	100,15



Foz do Areia



período de dados

	Vazão Tr = 10.000 anos (m ³ /s)		
	1937-82 (n=46)	1936-83 (n=48)	1926-83 (n=58)
Lognormal 2p	34.700	72.900	68.500
Log-pearson tipo III	32.700	123.000	89.200

método de estimativa dos parâmetros da distribuição

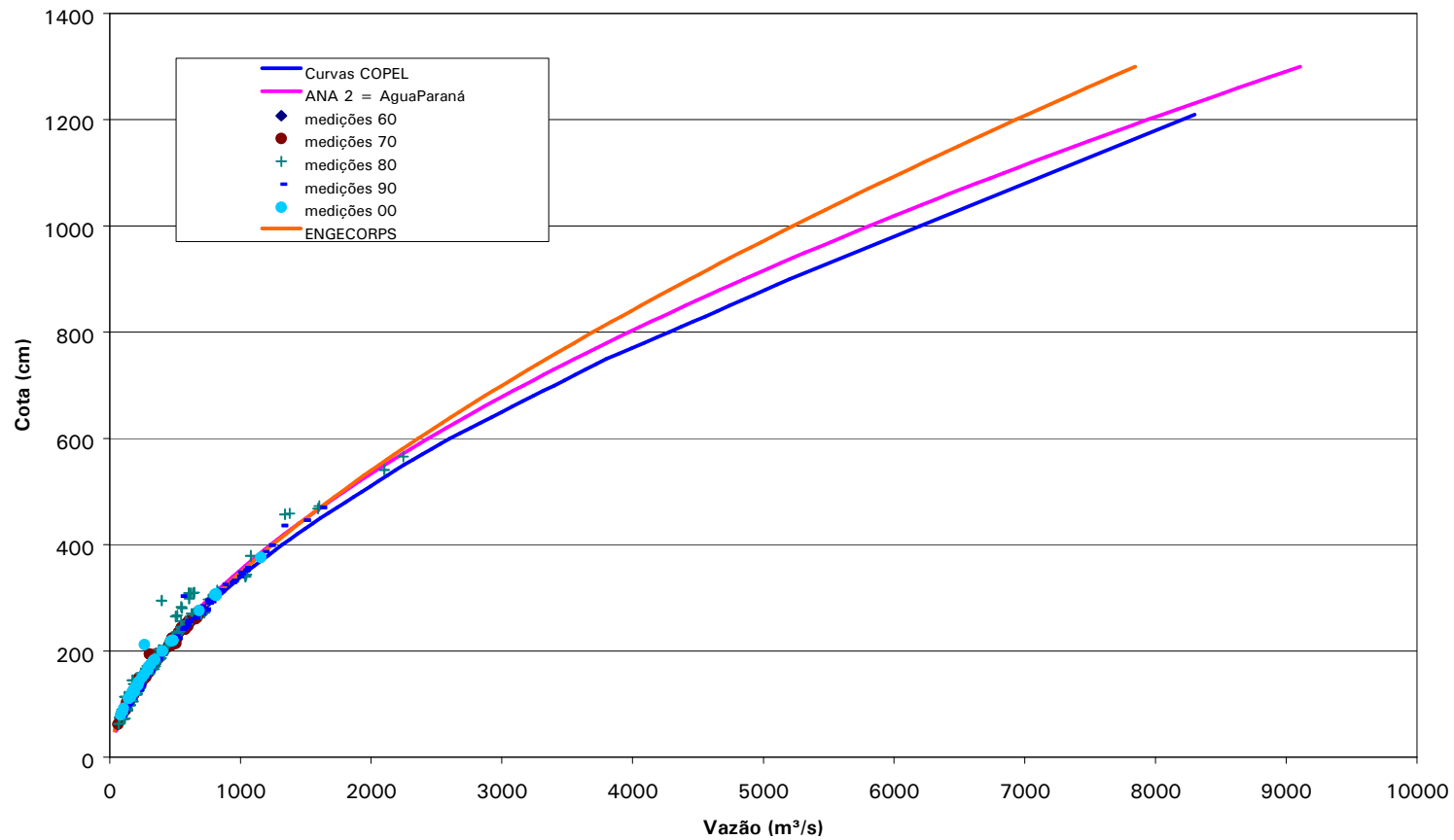
	Vazão Tr = 10.000 anos (m ³ /s)		
	Momentos	Máxima Verossimilhança	Mínimos Quadrados
Gumbel	48.200	38.000	51.700
Lognormal 2p	68.500	58.200	62.400
Galton	69.900	67.900	-
Log-pearson tipo III	89.200	80.100	-

Fonte: *The 1983 Iguazu River Flood - Effect of a rare flood on frequency analyses*; Heinz Fill, Martha Sugai e Nelson Pinto

Observa-se uma grande influência do período de observação

Ordem	Ano	Vazão (m ³ /s)
1	1983	4980
2	1891	4030
3	1905	3900
4	1992	3810
5	1911	3440
6	1935	3270

Observações sistemáticas a partir de 1930, marcas de cheias antes desta data



- Como as **alterações** devidos as possíveis **mudanças climáticas** podem impactar, nas fase de **projeto** e de **operação**:
 - **a segurança das estruturas** das barragens?
 - **a segurança energética** do aproveitamento hidroelétrico e do Sistema Elétrico como um todo?
- Sem deixar de levar em conta as **mudança globais de uma maneira geral**

- **Estimativa do Potencial Hidrelétrico** - é a etapa dos estudos em que se procede a análise preliminar das características da bacia hidrográfica, no sentido de verificar sua vocação para geração de energia elétrica.
- **Estudo de Inventário Hidrelétrico** - Nos estudos de inventário se analisa várias **alternativas de divisão** de queda visando selecionar aquela que apresente o melhor **equilíbrio entre os custos de implantação, benefícios energéticos e impactos socioambientais**:
 - Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas, outubro/2007
- **Estudo de Viabilidade** - é etapa no qual são efetuados **estudos** para a **análise da viabilidade técnica, energética econômica e socioambiental** que leva a **definição do aproveitamento ótimo que irá ao leilão de energia**.
 - Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos, 1997
 - **Rios de domínio da União**:
 - **Resolução nº 131** (2001): procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União e dá outras providências.
 - **Manual - DRDH - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica**
 - **Rios de domínio dos Estados: legislação/normas específicas de cada estado**

- **Projeto Básico** - É a etapa em que o aproveitamento é detalhado.
 - **Rios de domínio da União:**
 - Resolução da ANA referente a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica
 - Nota Técnica da ANA – base para a resolução
 - **Rios de domínio dos Estados: a DRDH**
- **Projeto Executivo** - É a etapa em que se processa a elaboração dos desenhos necessários à execução da obra e à montagem dos equipamentos.

- **Para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, a ANEEL (ou a EPE Lei nº 10.847/2004), deverá promover, junto à ANA, a prévia obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica**
 - Quando o potencial hidráulico localizar-se em corpo de **água de domínio dos Estados ou do Distrito Federal**, será obtida em **articulação com a RESPECTIVA ENTIDADE GESTORA DE RECURSOS HÍDRICOS**
- declaração de reserva de disponibilidade hídrica será transformada **automaticamente** em **outorga de direito de uso de recursos hídricos**

- **Caracterização fisiográfica e climatológica da bacia**
- **Evaporação Líquida:** na área alagada pelo reservatório ocorre a substituição do efeito de evapotranspiração pelo efeito de evaporação.
- **Séries de Vazões Naturais Médias Mensais,** que devem considerar:
 - os valores estimados para usos consuntivos
 - a influência decorrente da operação de reservatórios
 - o efeito da evaporação líquida nos reservatórios.
- **Vazões Mínimas, necessárias para:**
 - as análises das condições de enchimento,
 - da definição de descargas a jusante, com a finalidade de atender os usos múltiplos da água e as necessidades ambientais.
- **Estudos de Cheia,** vazões para o dimensionamento das estruturas, dimensionamento de vertedouros e obras de desvio.
- **Curva-chave no Canal de Fuga**
- **Transporte de sedimentos e assoreamento nos reservatórios**
- **Estudos de remanso**
- **Cenários de usos da água**

- **Segurança das estruturas**
 - De desvio durante a construção
 - **De descarga de Projeto do vertedor**
- **Segurança energética**
 - **Séries de vazões naturais médias mensais: desde 1931**
 - Vetores de evaporação líquida: um valor para cada mês (vetor com 12 valores por aproveitamento).
 - **Cenários de Usos múltiplos (consuntivos e não consuntivos)**
 - Vazões remanescentes

- **Método Direto:**
- **Método Indireto:**
 - Análise de **frequência de chuvas intensas**
 - Cálculo da **PMP** e a partir dela a CMP

- a **PMP nem sempre resulta no critério de projeto mais conservador**
- na tese “o Tempo de recorrência associado à precipitação máxima provável na Região Sul do Brasil”:
 - O **valor esperado dos tempos de recorrência dos valores da PMP** – método hidrometeorológico =
 - 16.000 anos (1 dia)
 - os **valores da PMP** calculada em relação à decamilenar situaram-se, para 90% das estações analisadas, entre:
 - + ou - 31% (1 dia)
- **Disponibilidade de dados meteorológicos:**
 - São Luiz Gonzaga (dados de chuva de 12-85 e dados meteorológicos de 46-83), na tese:
 - a PMP (1 dia = 300 mm (Max. Observ. = 310 mm)

	Método Direto	Afluente Método Indireto
Comitê Sul (1966-1970)	25.100	
Cehpar - HG - 35 (1975)	28.100	
Estudos Baixo Iguaçu (MK, 1975)	30.400	
Copel - Estudos de Viabilidade Salto Caxias (1978)	28.700	33.800
Copel - Revisão dos Estudos de Viabilidade Salto Caxias (1987)		41.200
Copel - Projeto Básico (1993)	52.400	49.613

- Submódulo 9.2 Acompanhamento, análise e tratamento dos dados hidroenergéticos do SIN
- **Submódulo 9.3 Planejamento anual de prevenção de cheias**
- **Submódulo 9.4 Estabelecimento das regras para operação de controle de cheias**
- **Submódulo 9.5 Previsão de vazões e geração dos cenários de afluências**
- Submódulo 9.6 Acompanhamento e previsão meteorológica e climática
- Submódulo 9.7 Atualização de dados técnicos dos aproveitamentos hidroelétricos
- Submódulo 9.8 Atualização de informações sobre restrições hidráulicas dos aproveitamentos hidroelétricos

- Desenvolvido pela Coppe, apoio da Embaixada do Reino Unido
- **Dificuldades e limitações relacionadas aos modelos climáticos, à escassez de dados..**
- **Sistema energético: 2030**
- **Horizonte dos estudos: 2071 a 2100**
- Cenários:
 - **A2** (pessimista, emissões altas, prevê temperaturas mais altas)
 - **B2** (menos pessimista, prevendo emissões mais baixas, menos chuva e vento)

	Redução da vazão média (%)		Redução Energia - Modelo Suishi-O	
	A2	B2	A2	B2
Rio Paraná	-2,4	-8,2	0,2	-1,2
Grande	1	-3,4	0,1	-0,8
Paranaíba	-5,9	-5,9	-1,4	-1,9
Paranapanema	-5	-5,7	-1,4	-2,5
Parnaíba	-10,1	-10,3	0,8	-0,7
São Francisco	-23,4	-26,4	-4,3	-7,7
Tocantins-Araguaia	-14,7	-15,8	-0,1	-0,3
Média	-8,5	-10,8	-1	-2,2

•PROJETO ESTRATÉGICO: “EFEITOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO REGIME HIDROLÓGICO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E NA ENERGIA ASSEGURADA DE APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS”

•“Art. 10. Deverá ser realizada **Revisão Periódica de Segurança de Barragem** com o objetivo de verificar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, **a atualização dos dados hidrológicos e as alterações das condições a montante e a jusante da barragem.**

•§ 1º A **periodicidade, a qualificação técnica da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento da revisão periódica de segurança** serão estabelecidos pelo **órgão fiscalizador** em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem.

•...

- **MUDANÇAS GLOBAIS, E EM PARTICULAR MUDANÇAS CLIMÁTICAS, INTRODUZEM MAIS INCERTEZAS NOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS, QUE JÁ TEM MUITAS INCERTEZAS.**
- Para reduzir as incertezas é fundamental:
 - manter e melhorar o monitoramento contínuo das chuvas e dos níveis e vazões dos rios e reservatórios
 - organizar e disponibilizar dos dados históricos
 - acompanhar as tendências hidrológicas com a análise
 - da evolução das chuvas
 - dos níveis e das vazões dos rios e reservatórios
 - das previsões do tempo e do clima
 - Continuar as pesquisas relacionadas ao tema

Companhia Paranaense de Energia



COPEL



Martha Sugai

**Departamento de Gerenciamento de Recursos
Hídricos**

Superintendência de Planejamento e Contabilização

COPEL Geração e Transmissão S.A.

martha.sugai@copel.com - 3331-4521