



ANÁLISE DE DECISÃO SOBRE INVESTIMENTO EM MOTORIZAÇÃO DE USINAS HIDRELÉTRICAS CONSIDERANDO EFEITOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Prof. Anderson Rodrigo de Queiroz, Ph.D.

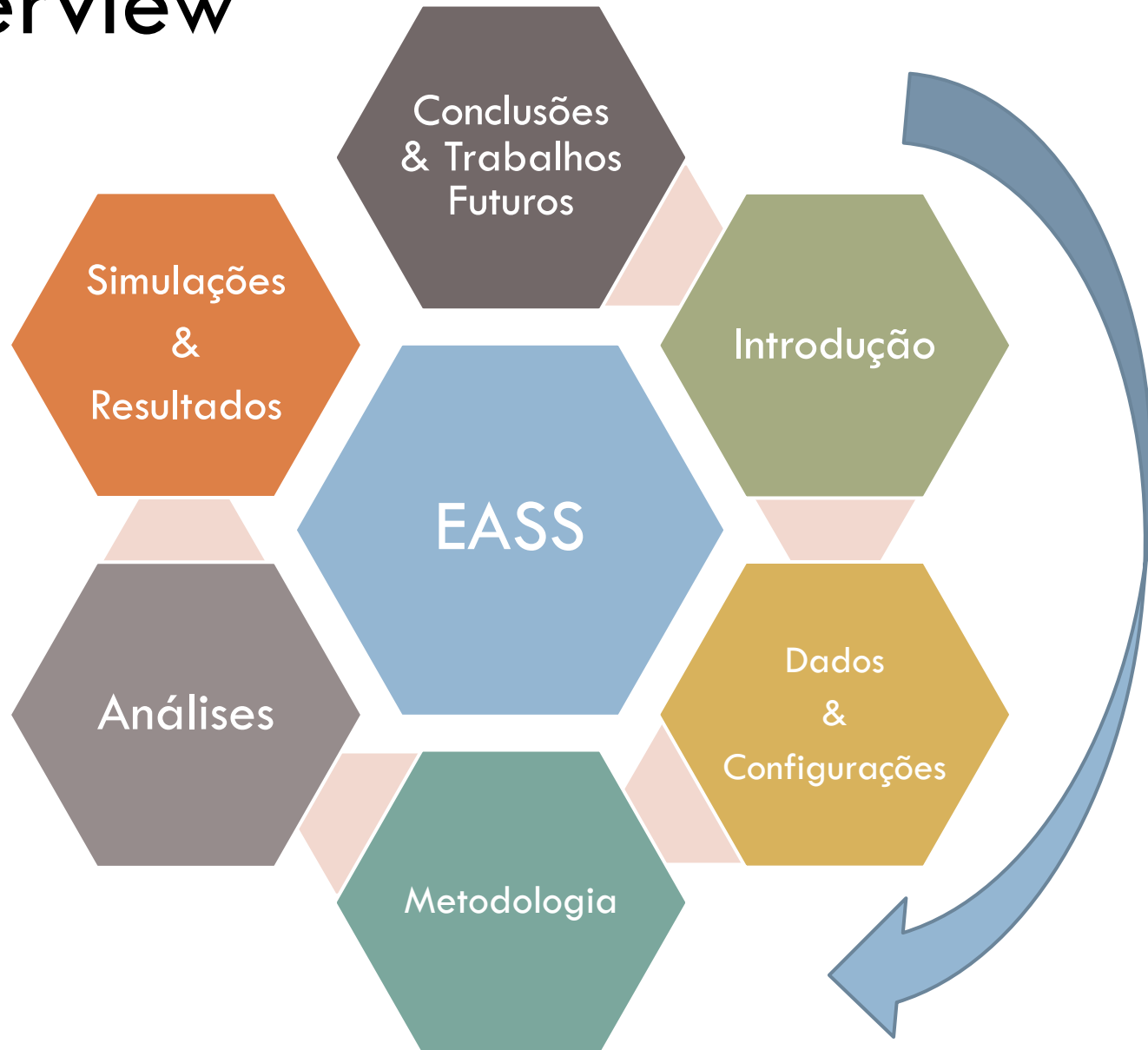
Msc. Fernando Henrique Borborema

Prof. Luana Medeiros Marangon Lima, Ph.D.

Prof. José Wanderley Marangon Lima, Dr.



Overview



Protesto contra falta de água termina em quebradeira na cidade de Itu

Crise de abastecimento

Maioria sofre com falta d'água em São Paulo e planeja estocar, diz Datafolha

Estiagem multiplica casos de furto de água no país

ESTADÃO conteúdo

Em Franca (SP) 24/09/2014 | 16h24

Compartilhe



Imprimir



Comunicar erro

Em meio à seca em boa parte do país, os casos de furto de água vão se multiplicando, principalmente, nas regiões mais castigadas, caso do interior de São Paulo e Minas Gerais. Mas mesmo no Nordeste e Norte isso já vem se tornando crime comum. Na semana passada, foi criada em Manaus (AM) uma delegacia especializada em combater essas fraudes.

Crise hídrica em SP

Presidente da Sabesp admite piora na distribuição de água por causa do calor

MTST protesta contra a falta de água; Sabesp recebe grupo para conversa

Moradores de São Paulo reclamam de água com gosto de barro

MARÍLIA MARASCIULO, MATEUS LUIZ DE SOUZA E MATHEUS MARTINS FONTES - ESPECIAIS PARA O ESTADO
06 Novembro 2014 | 03h 00

Segundo eles, o odor é de produtos químicos; governador garante que, se não tem qualidade, o produto não é distribuído

Crise de abastecimento no Estado

Paulistanos relatam falta de água em todas regiões
Descrições contrastam com discurso do governo, que nega racionamento

Enquanto Isso no Mundo...

Climate Change Evaporates Part of China's Hydropower

The nation's hydropower production dropped by 25 percent thanks to an unusual drop in river flow

By Coco Liu and ClimateWire | Tuesday, November 8, 2011 | 28 comments

THE WALL STREET JOURNAL. U.S.

U.S. NEWS

Decade of Drought Threatens West

By JIM CARLTON [CONNECT](#)

Aug. 16, 2013 7:10 p.m. ET



The Hoover Dam at Lake Mead. Associated Press

California's Hydroelectricity Production Is Vulnerable to Climate Change

Kaveh Madani, former researcher at UC Riverside, says hydropower stations would generate less electricity in summer under climate warming

By Iqbal Pittalwala On AUGUST 6, 2012

SHARE THIS ARTICLE: [Facebook](#) [Twitter](#) [LinkedIn](#) [Print](#)

USA TODAY
A GANNETT COMPANY

NEWS SPORTS LIFE MONEY TECH TRAVEL OPINION 41° [Camera](#) [Print](#) [Location](#) [Subscribe](#)

This story is part of **CLIMATE CHANGE**

Diseases on the move because of climate change

A deadly parasite moving north

Alaska sinks as climate change thaws permafrost

[Facebook](#) 1085

Climate change will disrupt energy supplies, DOE warns

theenergycollective
The world's best thinkers on energy & climate

Home Post here Columns Fuels Environment Grid Tech Business & Economy Pol


Climate Change Effects May Reduce Hydropower Efficiency

Posted May 16, 2013

Like it? [1 comment](#)

Posted by:

Introdução

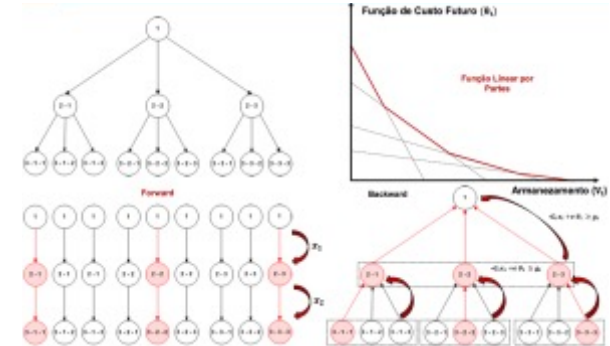
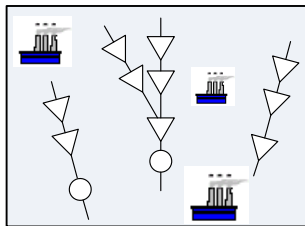
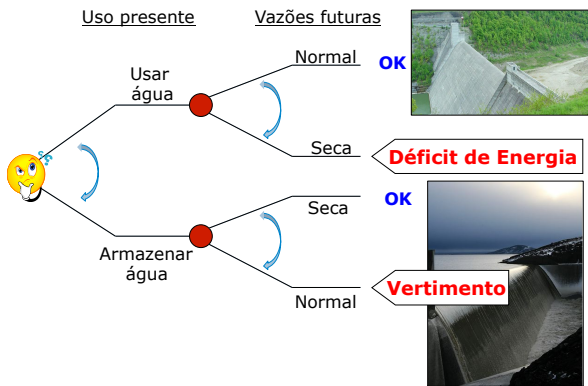
- ❑ Existem alertas importantes sobre **alterações na energia assegurada** (EASS) das usinas hidrelétricas (UHEs) do SIN devido à possíveis **alterações dos regimes das bacias hidrográficas**
 - Impacto de Mudanças Climáticas
 - Alterações no Uso do Solo e Usos consuntivos
- ❑ A EASS depende do **problema de despacho hidrotérmico**, resolvido para um determinado horizonte de planejamento, das configurações do parque gerador e do mercado de energia
- ❑ O **NEWAVE** é usado como modelo para resolver o problema de despacho hidrotérmico de médio prazo  **EASS**
- ❑ São apresentadas aqui alternativas para mitigar os efeitos dessas reduções através da motorização de algumas UHEs

Objetivos do Trabalho



- Estimaco do potencial de implementaco dos projetos de motorizaco de UHEs no Brasil
- Anlise econmica e de tomada de deciso da implementaco dos projetos no Brasil

Planejamento Hidrotérmico



Objetivo → **Minimizar CP + E[CF]**

Recursos

Geração hidráulica
 Geração térmica
 Intercâmbios
 Corte de carga

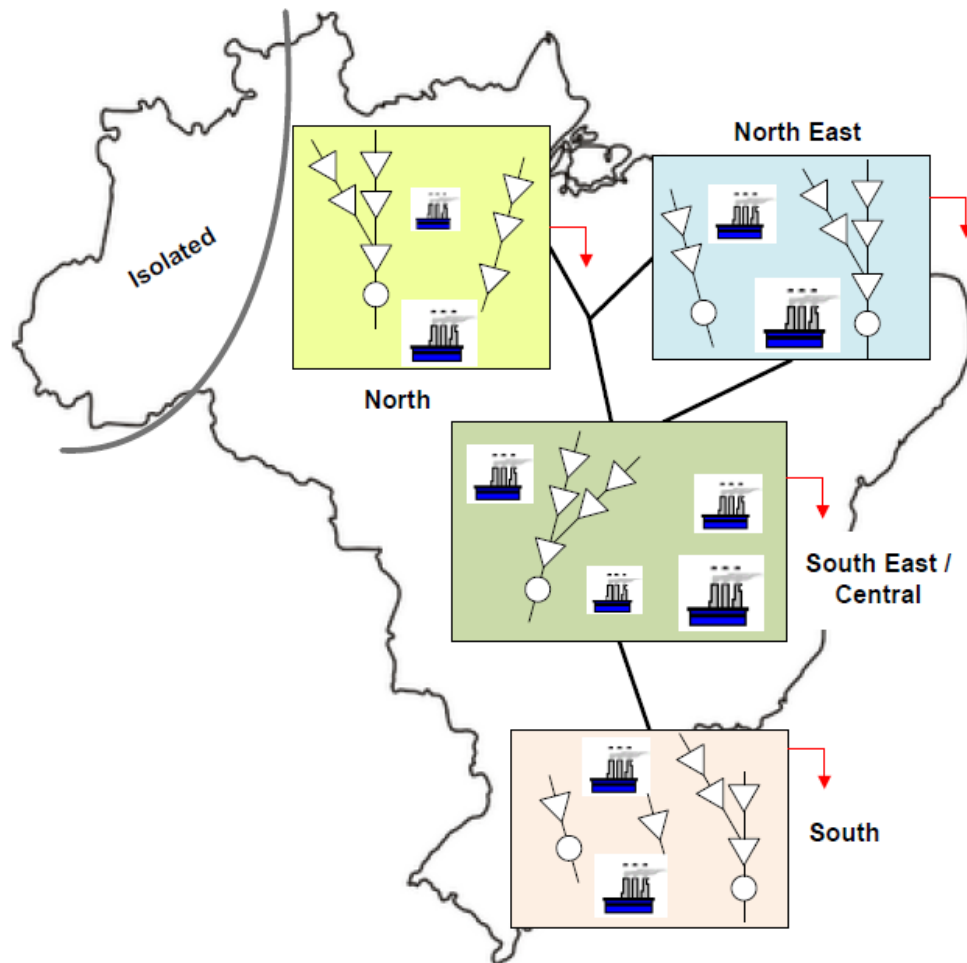
Restrições

Atendimento à demanda

Balço hídrico

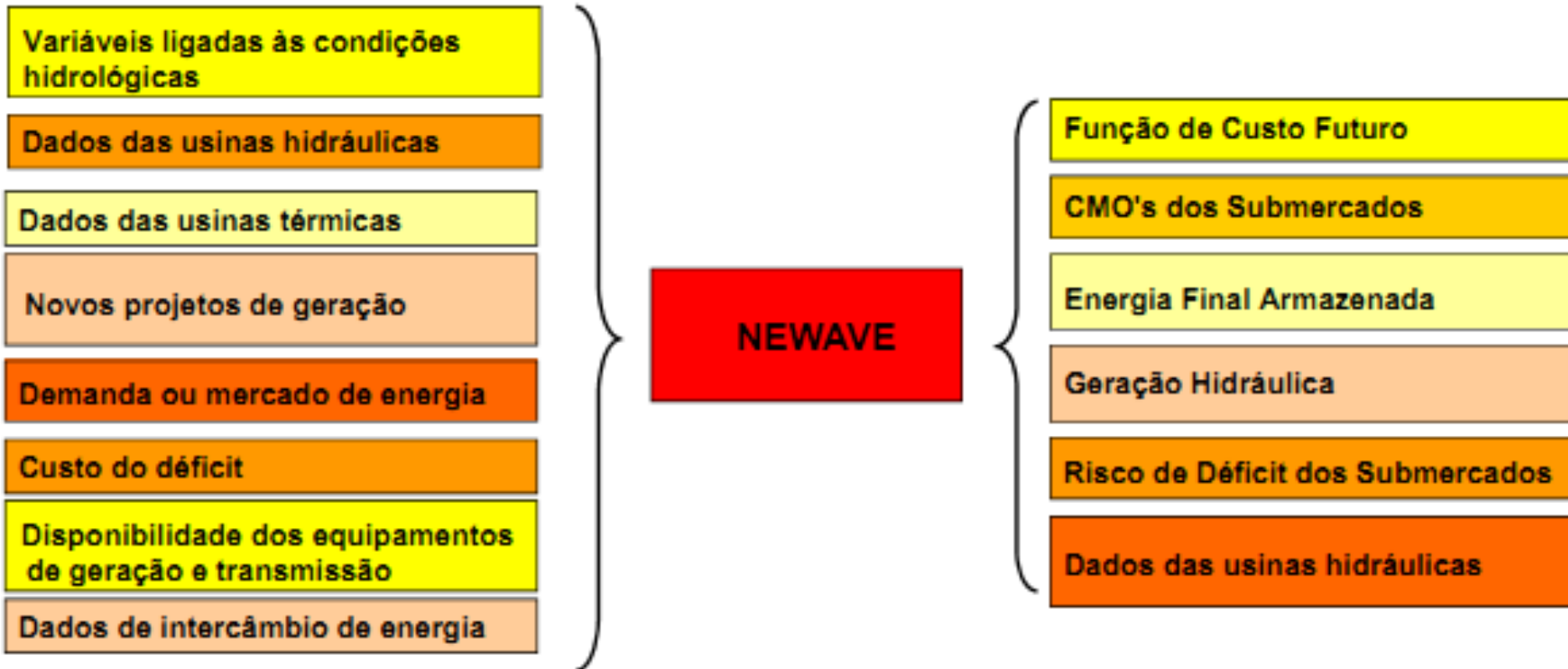
Restrições operativas

Sistema Interligado Nacional



Representação da divisão em Submercados

Modelo NEWAVE



Minimizar os custos operacionais presentes e futuros sujeitos a um conjunto de restrições

Metodologia

- Pesquisa e determinação do **potencial técnico** para a implementação de projetos de **motorização de UHEs**
- Implementação do potencial dos projetos no modelo NEWAVE
- **Simulação do despacho hidrotérmico** de médio prazo considerando informações de mudanças climáticas para avaliar **ganhos de EASS**
- Análise de decisão

Motorização de UHEs

□ Construção de UHEs para expansões futuras

UHE Itaipu

1973 – projeto da UHE com 20 unidades geradoras

1984 – entrada em operação da primeira unidade

1991 – UHE operativa com 18 unidades geradoras

2007 – motorização dos últimos 2 poços



**16
anos**

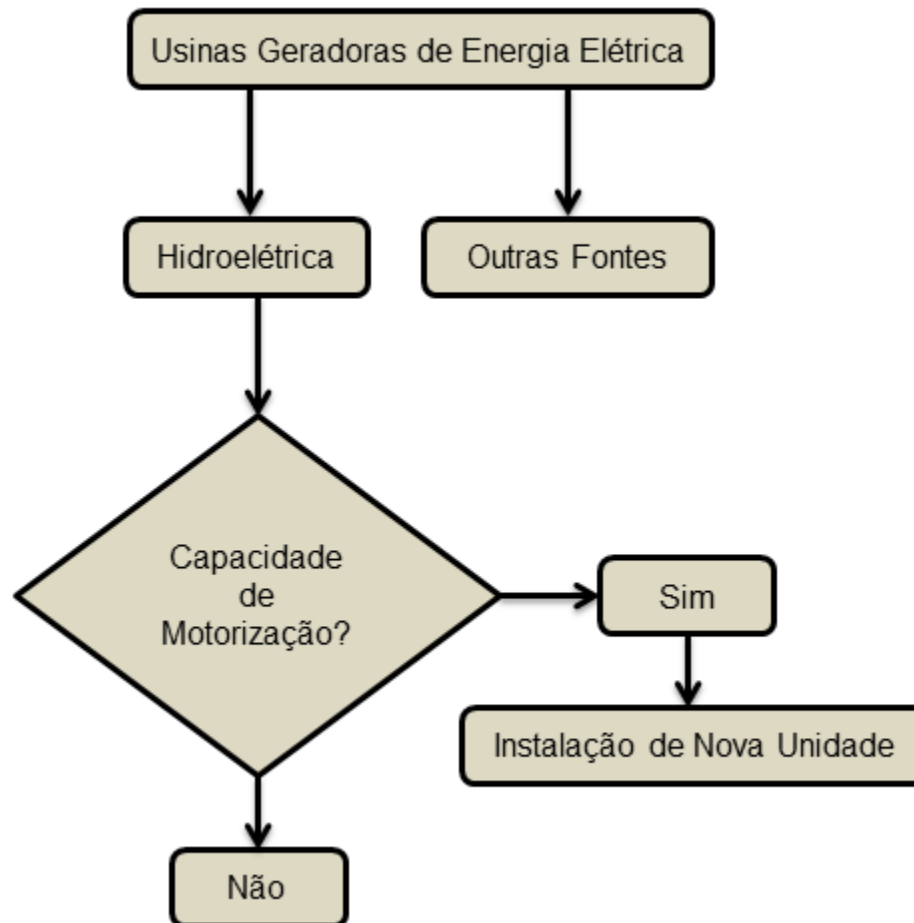






Análise e Metodologia de Simulação

Fluxograma de Seleção



UHEs Candidatas a Motorização

Empresa	Usina	Rio	UF	Nº de Poços	Potência Disponível [MW]
CEMIG	São Simão	Paranaíba	MG-GO	4	1.075
	Três Marias	São Francisco	MG	2	123
	Jaguará	Grande	SP-MG	2	213
CESP	Três Irmãos	Tietê	SP	3	485
	Porto Primavera	Paraná	SP	4	440
CHESF	Itaparica	São Francisco	PE	4	1.000
	Xingó	São Francisco	AL-SE	4	2.000
COPEL	Foz do Areia	Iguaçu	PR	2	838
Duke	Taquaruçu	Paranapanema	SP-PR	1	105
	Rosana	Paranapanema	SP-PR	1	89
Eletronorte	Curuá-Una	Curuá-Una	PA	1	10
EMAE	Edgard de Souza	Tietê	SP	1	12
Endesa	Cachoeira Dourada	Paranaíba	MG-GO	1	105
EDP	Mimoso	Pardo	MS	1	10
Tractebel	Salto Santiago	Iguaçu	PR	2	710

UHEs Localização Geográfica

- 15 UHEs
- 33 poços
- 7215 [MW]



Alternativas Para Motorizar UHEs

- A1 – Motorização de todas as UHEs candidatas no SIN
- A2 – Motorização de UHEs candidatas, nas regiões S e SE
- A3 – Motorização de UHEs candidatas, nas regiões N e NE
- A4 – Motorização de UHEs candidatas, na região SE
- A5 – Não investir em projetos de motorização de UHEs

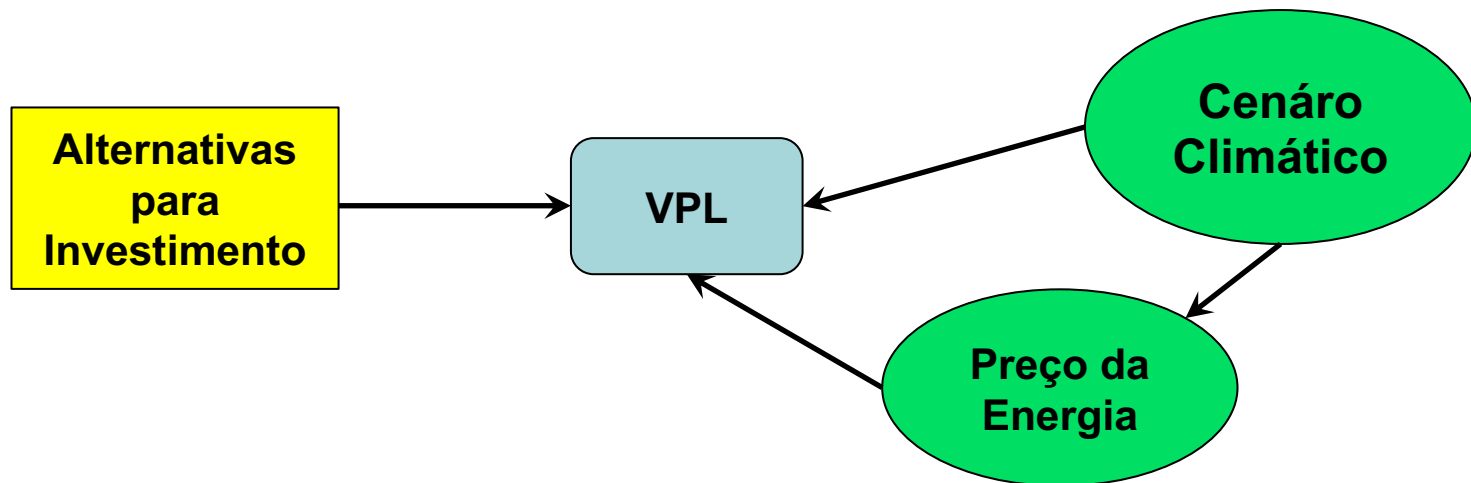
Avaliação da Energia Assegurada do SIN

Análise de Decisão para Motorização

- Processo estruturado e sistemático de decisão de problemas complexos quanto a melhor alternativa
- Envolve revelar e entender os objetivos, as incertezas e as preferências que afetam o problema
- **Incertezas**
 - ▣ Cenário de mudanças climáticas
 - ▣ Preço da energia elétrica
 - Dependência do preço da energia elétrica com as vazões

Diagrama de Influências

- Forma de se representar as dependências das incertezas e suas influências nas decisões



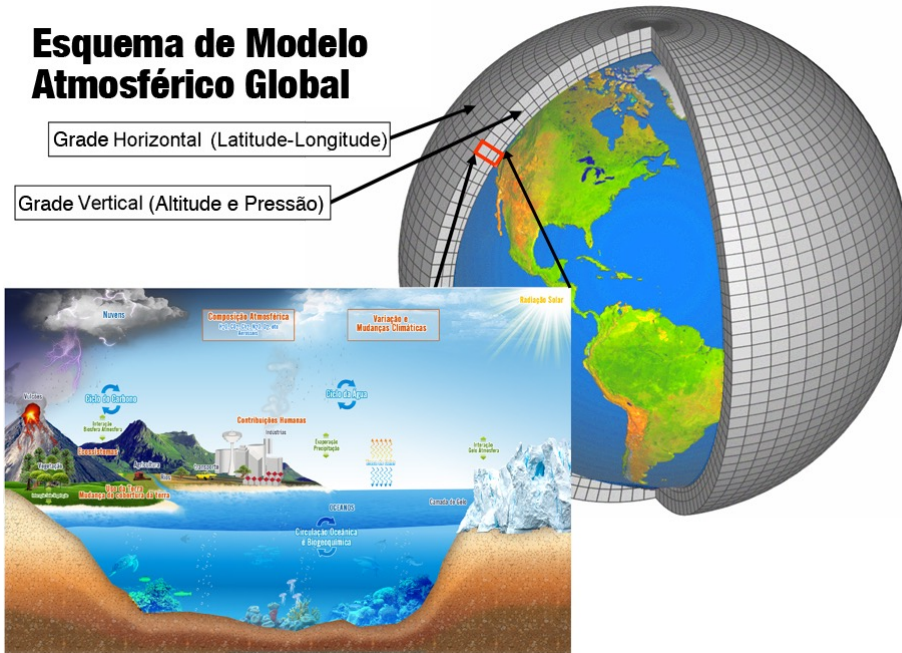
- Visualização das dependências probabilísticas em análise de decisão e identificar a base de conhecimento existente sobre o processo

Cenários Climáticos

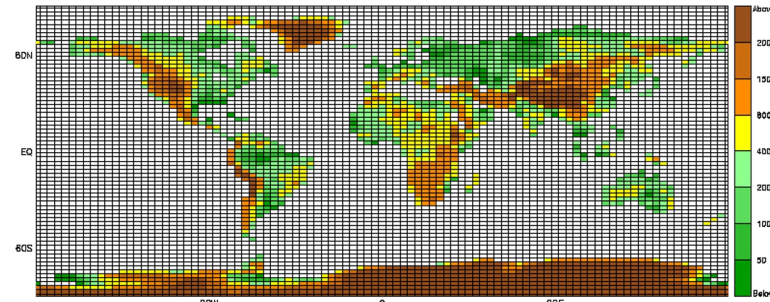
Esquema de Modelo Atmosférico Global

Grade Horizontal (Latitude-Longitude)

Grade Vertical (Altitude e Pressão)

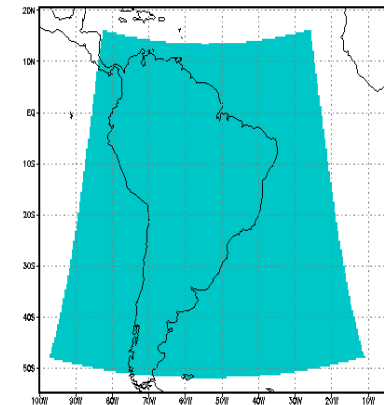
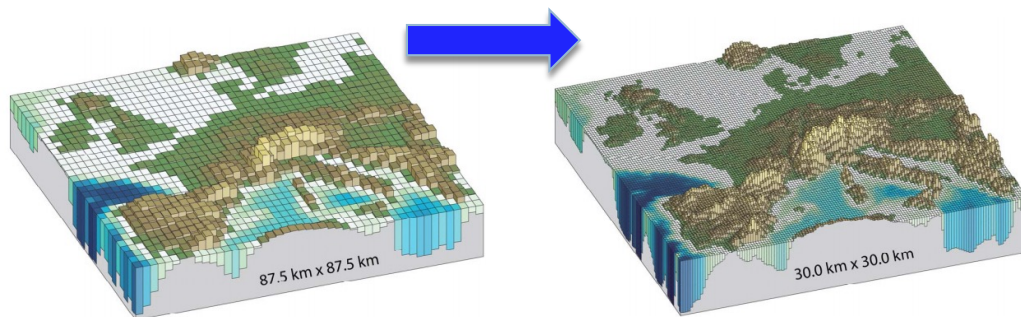


Modelo global Cenário A1B (HadCM3 ~400kmx300km)



The Climate Impacts LINK Project www.cru.ueo.ac.uk/link 20-08-99

Modelo regional Eta 40-20 km



Análise de Decisão para Motorização

Cenário Climático

- Comparação dos cenários climáticos com o histórico de 10 anos (2003-2013)
 - ▣ Valor bruto
 - ▣ Valores médios, mínimos e máximos

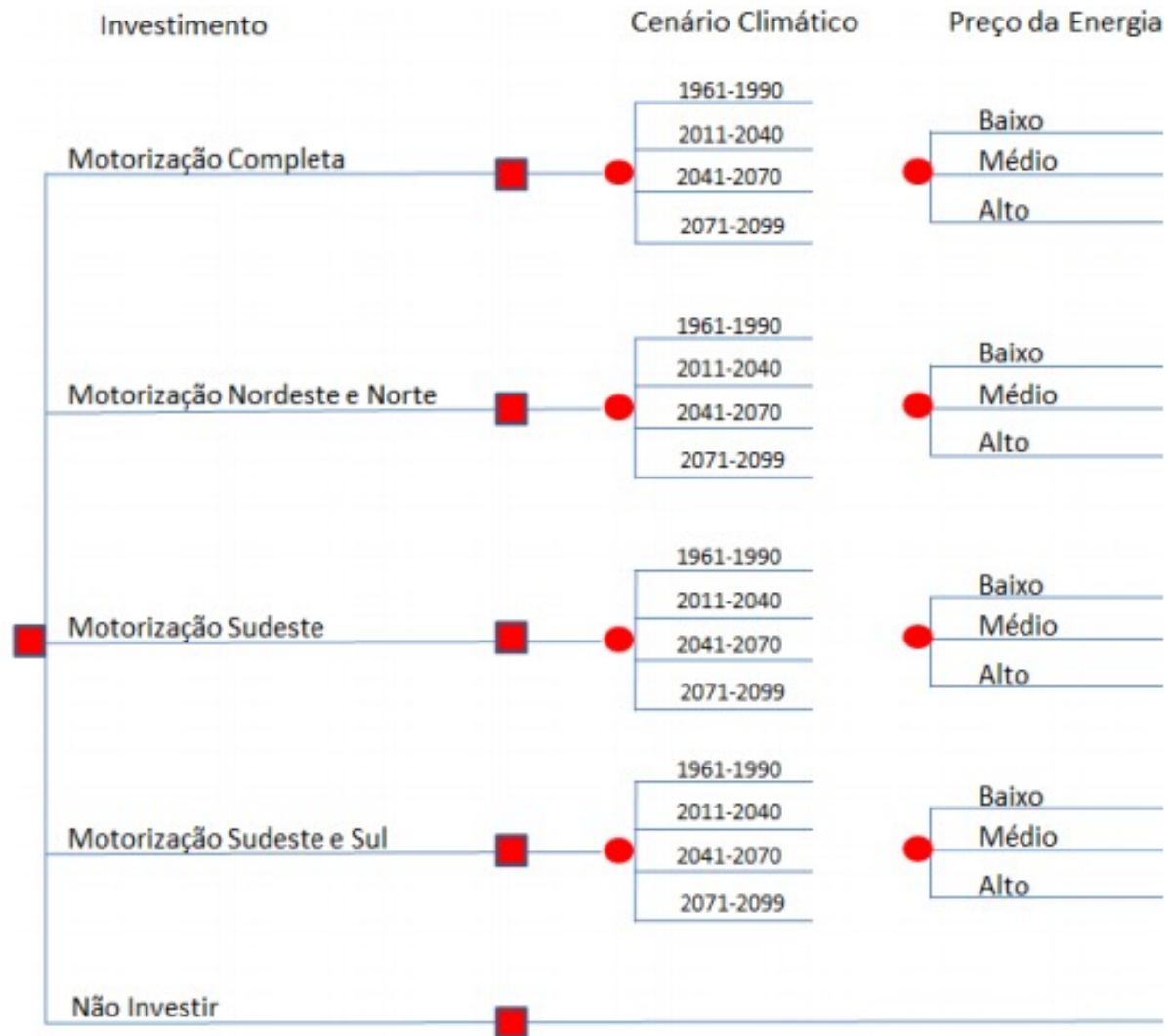
Cenário Climático	Prob. de Ocorrência	Vazões
1961-1990	27%	Alta
2011-2040	28%	Média
2041-2070	24%	Baixa
2071-2099	21%	Baixa

Análise de Decisão para Motorização


Preço da Energia Elétrica

- Patamares de preço de energia elétrica
 - ▣ **Preço baixo:** R\$126,18/MWh (preço médio do Leilão de Energia A-3, de 2014)
 - ▣ **Preço médio:** R\$162,00/MWh (preço médio dos empreendimentos de geração hidrelétrica do Leilão de Energia Nova A-5)
 - ▣ **Preço alto:** R\$196,11/MWh (preço médio do Leilão de Energia Nova A-5, de 2014)

Árvore de Decisão



Custos de Motorização

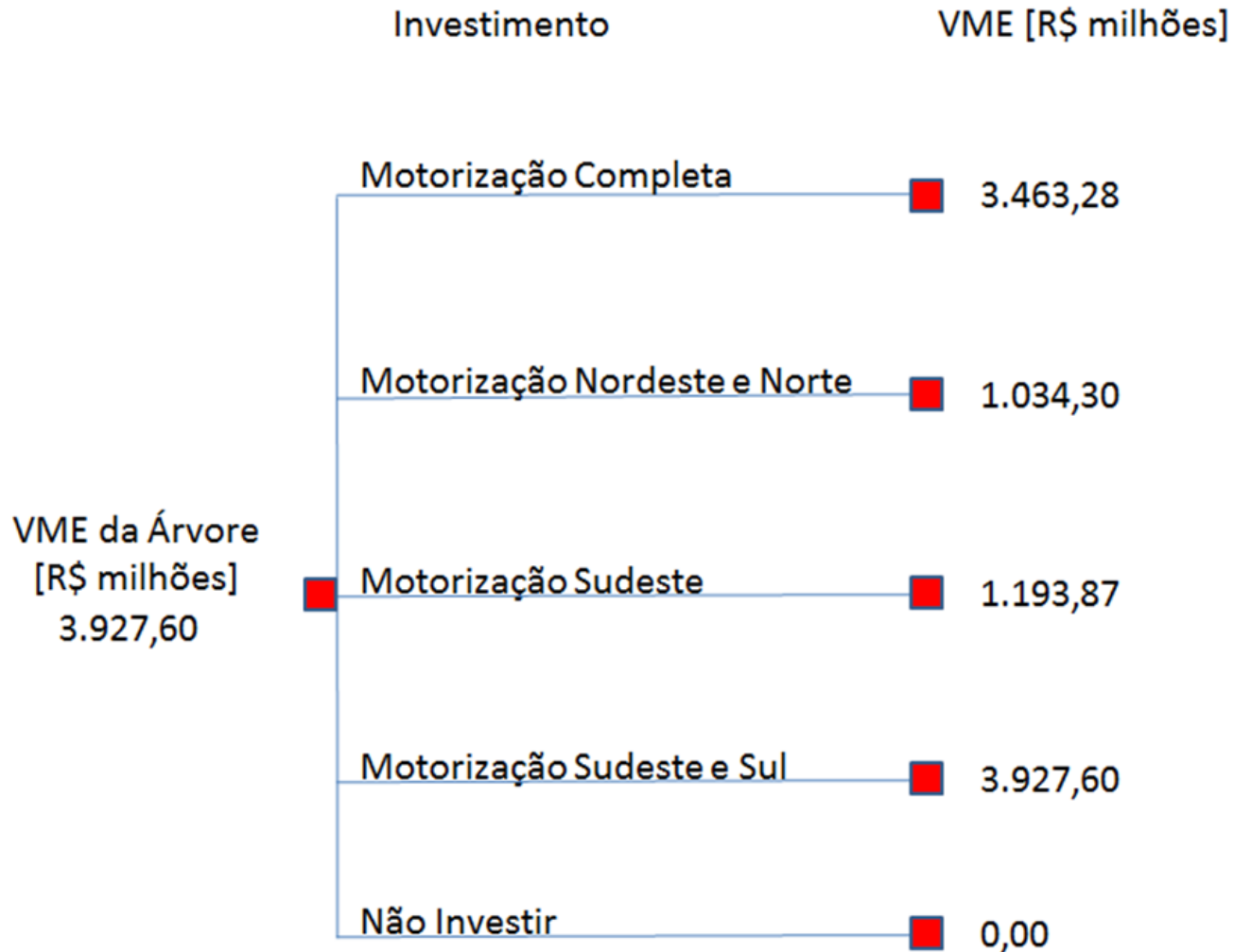
- Custo de motorização de referência
 - UHE Belo Monte (2011)
 - R\$ 4,316 bilhões  **Custos de equipamentos e montagem eletromecânica**

- Atualização do custo
 - IGP-M acumulado de 18,42%
 - Tempo de atualização de 3 anos
 - R\$ 5.092 bilhões
 - R\$ 453.307,00 / MW instalado

Resultados Obtidos

Caso	Cenário Climático	VPL [R\$ milhões]
Motorização Completa do Sistema	1961-1990	1.540,41
	2011-2040	3.353,61
	2041-2070	5.736,60
	2071-2099	3.511,59
Motorização Nordeste e Norte	1961-1990	3.948,02
	2011-2040	-280,33
	2041-2070	843,24
	2071-2099	-696,13
Motorização Sudeste e Sul	1961-1990	1.771,66
	2011-2040	5.453,21
	2041-2070	4.486,82
	2071-2099	4.060,12
Motorização Sudeste	1961-1990	284,13
	2011-2040	3.004,14
	2041-2070	747,28
	2071-2099	483,52

Valor Certo Equivalente



Conclusão

- Decisões reais de investimentos são processos **complexos** devido à **grande quantidade de informação** junto com o alto **nível de risco** envolvido
- Os projetos de **motorização completa** do SIN são **afetados positivamente e negativamente** pelas mudanças climáticas particulares de cada subsistema
- A simulação da motorização das UHEs mostrou viabilidade para a maioria dos cenários climáticos, porém **a melhor decisão** de motorização é o investimento nas UHEs localizadas nos subsistemas **Sudeste e Sul**

MUITO OBRIGADO!

