

Abordagem Integrada da Cadeia de Planejamento do SIN

SPARHTACUS II



O Modelo SPARHTACUS

- Motivação PE-0403-0108/2009
 - CVaR
 - Seleção Cortes
 - Técnicas de sorteio
 - Avaliação da qualidade da solução
 - Expansão do número de REEs



LabPlan
Laboratório de Planejamento
Sistemas de Energia Elétrica



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA



USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE



O Modelo SPARHTACUS

- Motivação PE-0403-0108/2009
 - CVaR
 - Seleção Cortes
 - Técnicas de sorteio
 - Avaliação da qualidade da solução
 - Expansão do número de REEs
- Concepção PD-0403-0035/2014
 - Foco no médio prazo
 - Representação individualizada das hidrelétricas
 - Modelo de geração de afluência incremental
 - Avaliação algoritmo solução em problema de alta dimensionalidade
 - Estudos de horizonte rolante comparando modelo individualizado x REEs



LabPlan
Laboratório de Planejamento
Sistemas de Energia Elétrica



O Modelo SPARHTACUS

- Motivação PE-0403-0108/2009
 - CVaR
 - Seleção Cortes
 - Técnicas de sorteio
 - Avaliação da qualidade da solução
 - Expansão do número de REEs
- Concepção PD-0403-0035/2014
 - Foco no médio prazo
 - Representação individualizada das hidrelétricas
 - Modelo de geração de afluência incremental
 - Avaliação algoritmo solução em problema de alta dimensionalidade
 - Estudos de horizonte rolante comparando modelo individualizado x REEs
 - Ensaio preliminares da integração de médio e curto-prazo
 - Diferenças nas respostas



O Modelo SPARHTACUS

- Desenvolvimento PD-07427-0318/2018 **(atual)**
 - Integração das etapas de médio-prazo, curto-prazo e programação diária
 - 4 modelos*
 - Execução individual, integrada e híbrida
 - Dados de uma etapa podem ser utilizados em outra etapa caso sejam mais acurados



O Modelo SPARHTACUS

- Desenvolvimento PD-07427-0318/2018 **(atual)**
 - Integração das etapas de médio-prazo, curto-prazo e programação diária
 - 4 modelos*
 - Execução individual, integrada e híbrida
 - Dados de uma etapa podem ser utilizados em outra etapa caso sejam mais acurados
 - Aprimorar a representação do valor da água na tomada de decisão do presente



LabPlan
Laboratório de Planejamento
Sistemas de Energia Elétrica



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

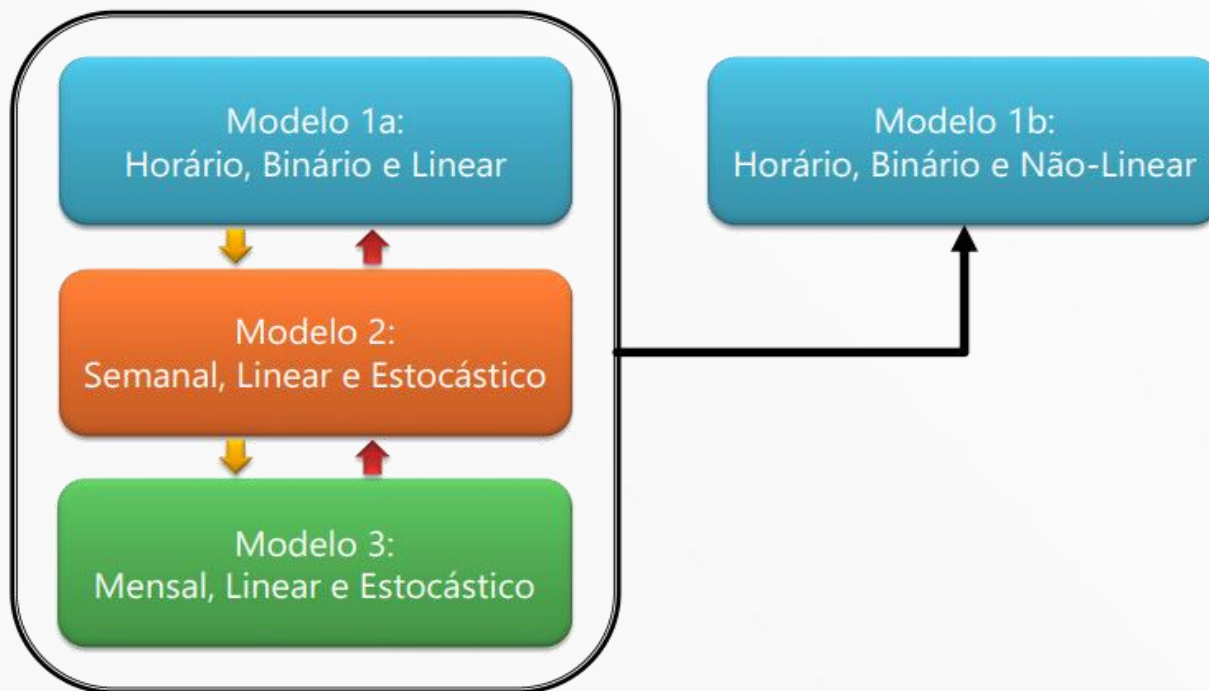


norteENERGIA
USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE



O Modelo SPARHTACUS

- Desenvolvimento PD-07427-0318/2018 **(atual)**
 - Integração das etapas de médio-prazo, curto-prazo e programação diária
 - 4 modelos*
 - Execução individual, integrada e híbrida
 - Dados de uma etapa podem ser utilizados em outra etapa caso sejam mais acurados
 - Aprimorar a representação do valor da água na tomada de decisão do presente



Horizonte

Vários dias

Várias semanas

Plurianual



LabPlan
Laboratório de Planejamento
Sistemas de Energia Elétrica



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

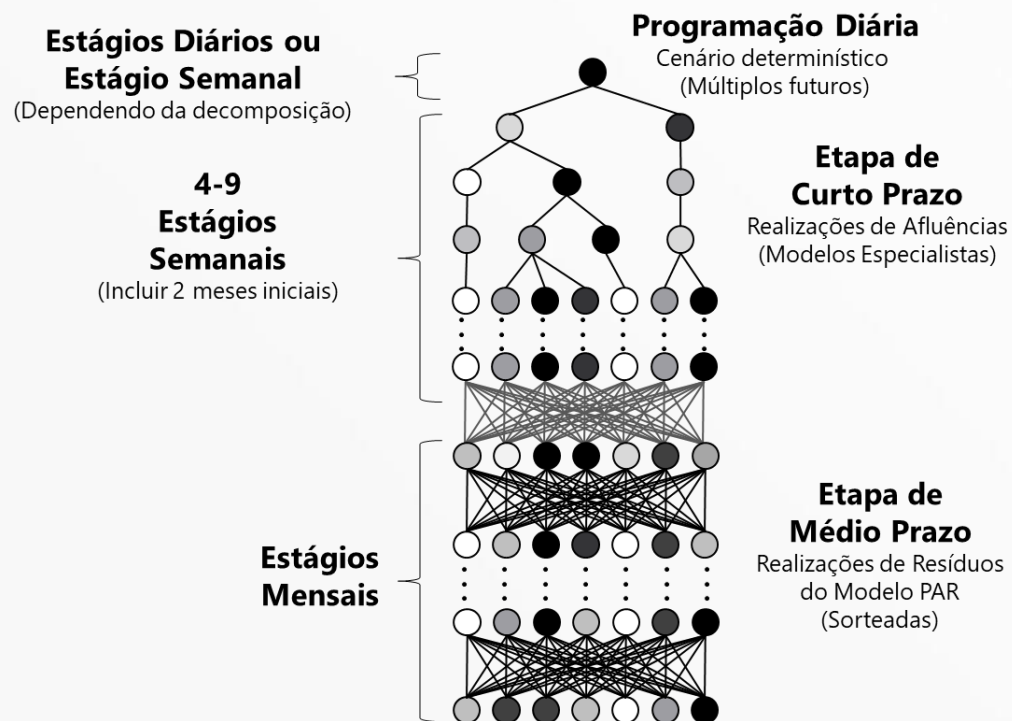


USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE



O Modelo SPARHTACUS

- Desenvolvimento PD-07427-0318/2018 **(atual)**
 - Integração das etapas de médio-prazo, curto-prazo e programação diária
 - 4 modelos*
 - Execução individual, integrada e híbrida
 - Dados de uma etapa podem ser utilizados em outra etapa caso sejam mais acurados
 - Aprimorar a representação do valor da água na tomada de decisão do presente

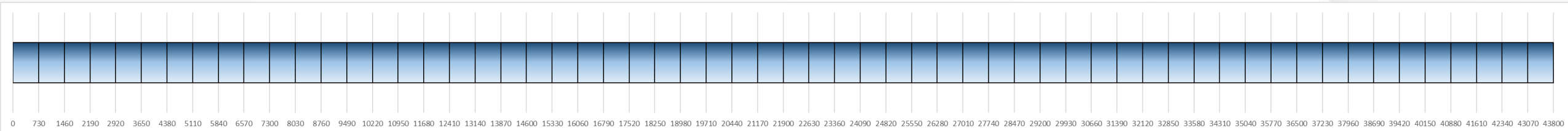


LabPlan
Laboratório de Planejamento
Sistemas de Energia Elétrica



Horizontes de Estudo

- Médio Prazo (Tradicional*)

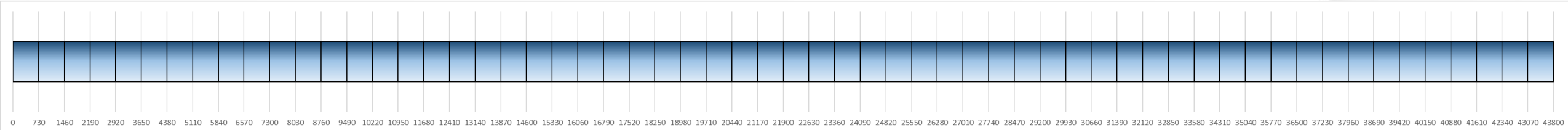


- 60 estágios com decisões médias mensais (730h)
- 3 Patamares Carga



Horizontes de Estudo

- Médio Prazo (Tradicional*)



- 60 estágios com decisões médias mensais (730h)
- 3 Patamares Carga

Objetivos do SPARHTACUS

- Análise de alternativas de medidas de aversão ao risco
 - DRO – Distributionally Robust Optimization**
- Usinas hidrelétricas individualizadas
 - Função de produção hidrelétrica linear por partes**
 - Restrições hidráulicas detalhadas**

- Eficiência computacional
 - Redução do horizonte tradicional**
 - Estratégia de paralelização assíncrona**
 - Técnicas de redução de cenários**
 - Regularização da PDDE**

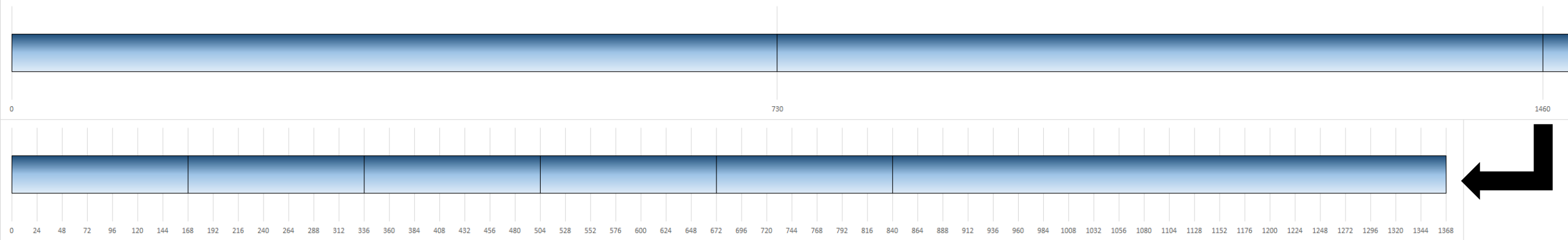


LabPlan
Laboratório de Planejamento
Sistemas de Energia Elétrica



Horizontes de Estudo

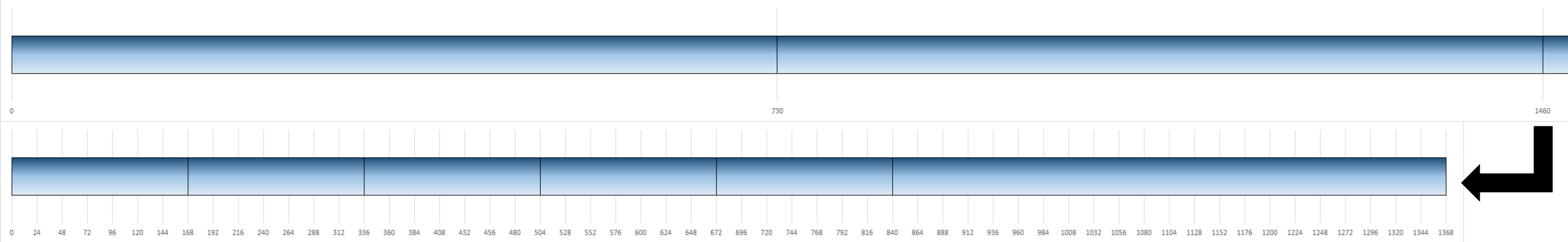
- Curto Prazo (Tradicional*)



- 6 estágios com decisões médias em 5 semanas (168h) e 1 mês (528h)
- 3 Patamares Carga

Horizontes de Estudo

- Curto Prazo (Tradicional*)



- 6 estágios com decisões médias em 5 semanas (168h) e 1 mês (528h)
- 3 Patamares Carga

Objetivos do SPARHTACUS

- Discretização horária na primeira semana

Restrições hidráulicas e termelétricas mais detalhadas

- Patamares de carga sequenciais
- Incertezas das afluições à partir da segunda semana

Construção da árvore de cenários semanal

- Eficiência computacional

Estratégia de paralelização assíncrona

Técnicas de redução de cenários

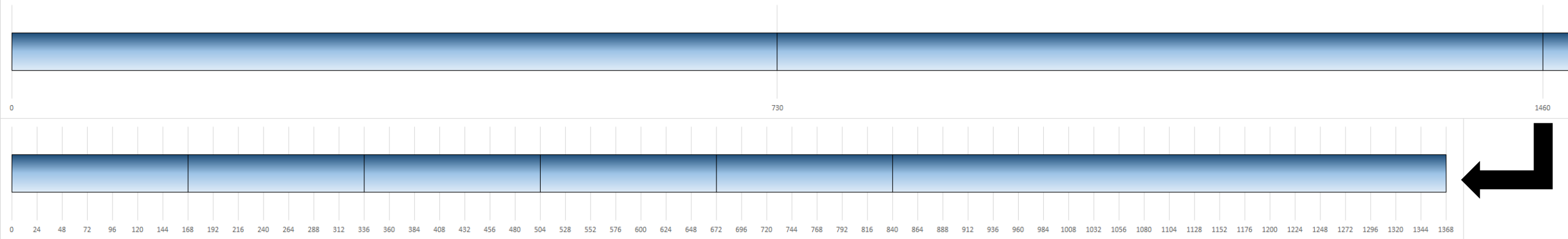
Decomposição de 2-estágios do problema multiestágio

- ✓ Permite usar técnicas de regularização baseadas em métodos de otimização não diferenciável



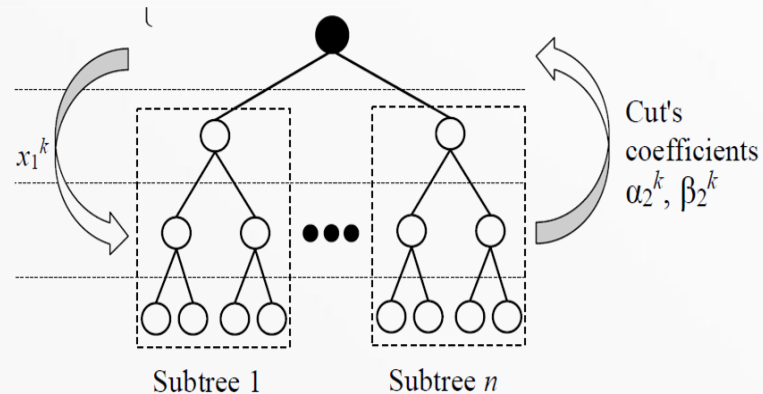
Horizontes de Estudo

- Curto Prazo (Tradicional*)



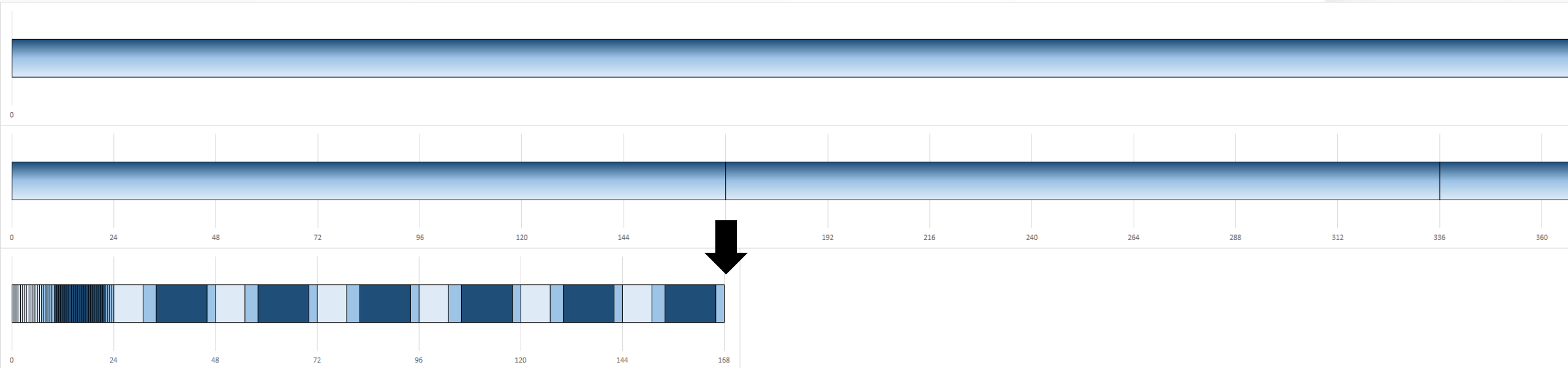
- 6 estágios com decisões médias em 5 semanas (168h) e 1 mês (528h)
- 3 Patamares Carga

Objetivos do SPARHTACUS



Horizontes de Estudo

- Programação Diária (Tradicional*)

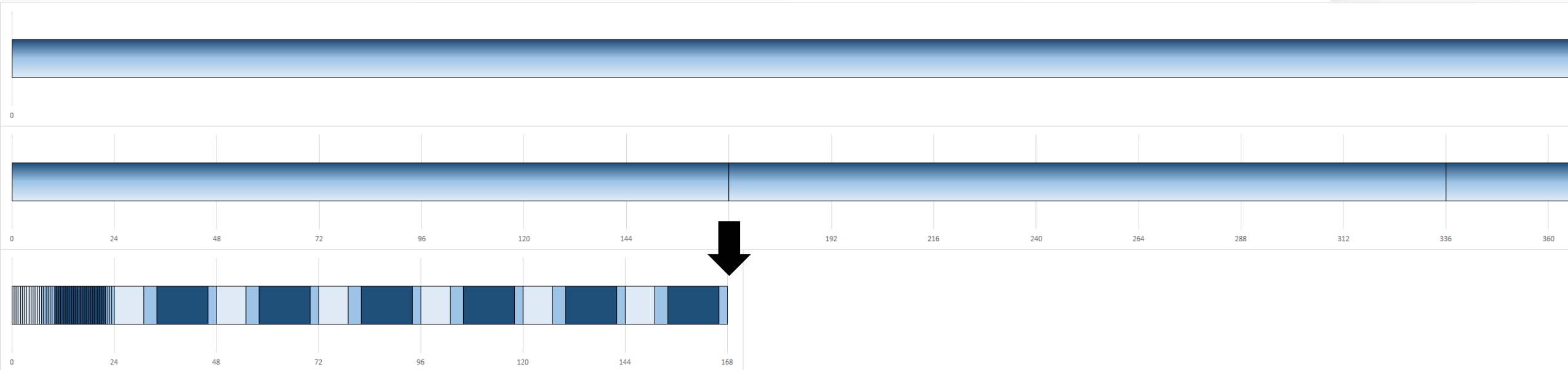


- 1 estágio com decisões médias em cada 48 semi-horas (24h) e em 24 patamares cronológicos (144h)



Horizontes de Estudo

- Programação Diária (Tradicional*)



- 1 estágio com decisões médias em cada 48 semi-horas (24h) e em 24 patamares cronológicos (144h)

Objetivos do SPARHTACUS

- Representação detalhada da função de produção hidrelétrica

Representação por unidade geradora ou grupos de unidades idênticas

Alternativas ao convex hull (CH)

Restrições de natureza inteira-mista vs contínua

- Eficiência computacional

Uso de técnicas de decomposição

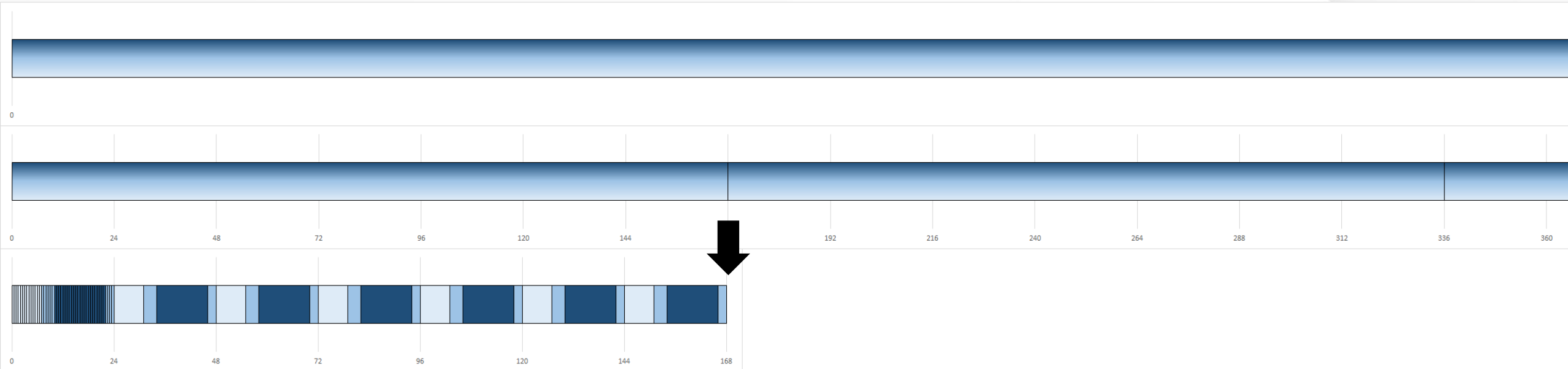
Técnicas de regularização aplicadas a decomposição de Benders

Processamento paralelo (síncrono ou assíncrono)



Horizontes de Estudo

- Programação Diária (Tradicional*)



- 1 estágio com decisões médias em cada 48 semi-horas (24h) e em 24 patamares cronológicos (144h)

Objetivos do SPARHTACUS (Simulador)

- Avaliar viabilidade das decisões do modelo 1a
- Analisar o impacto das não linearidades no problema diário

Modelo de rede AC x DC

Função de produção não linear x linear por partes

- Eficiência computacional

Empregar decomposição usada do modelo 1a

Uso de processamento paralelo e técnicas de regularização



Conclusões

- Há margem para o aperfeiçoamento do problema e melhoria na representação do valor da água
 - Avanços em maior e menor escala em todas as etapas
- Representações detalhadas podem requerer avanços nas técnicas de solução
 - Comparação resposta sub-ótima de problema detalhado vs resposta ótima de problema aproximado
- Dependendo da técnica de solução empregada, não há garantia de repetitividade das decisões
 - Reprodutibilidade vs Repetitividade
- Condições específicas do SEB (sem caráter físico), se consideradas, serão observadas em um segundo momento



LabPlan
Laboratório de Planejamento
Sistemas de Energia Elétrica



Obrigado

paulo.larroyd@norus.com.br

