

Projecto LCA – EDP

LCA Baixo Sabor

23 Fevereiro 2012

Paulo Ferrão
Gonçalo Pereira
André Pina
Carlos Silva



Para:



Lista de Acrónimos

AHBS – Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor

SEN – Sistema Eléctrico Nacional

BAU – Business as Usual

PNB – Abreviatura de Plano Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH)

PRE – Produção em Regime Especial

CCS – Carbon Capture and Storage

LCA – Life Cycle Analysis

Estrutura

Breve introdução sobre modelação

Programação Linear

Formulação do problema

Notas sobre o modelo

O AHBS

Cenários considerados

- Cenário de referência ou BAU
 - Considerações e evolução do SEN
 - A contribuição do AHBS
- Cenário sem o PNBEPH
 - Considerações e evolução do SEN
- Cenário Baixo Carbono
 - Considerações e evolução do SEN
 - A contribuição do AHBS

Conclusões

Breve introdução sobre modelação

Programação Linear

Usado para determinar o melhor resultado possível num problema (modelo) matemático

O modelo matemático é constituído por uma função de custo (ou objectivo) e uma lista de restrições lineares

Inicialmente desenvolvido para a alocação de tropas do exército dos EUA durante a 2ª Guerra Mundial com o objectivo de minimizar custos de operação, maximizando as perdas do inimigo

Exemplos de tipos de problemas:

- Problemas de Atribuição (Escalonamento de pessoas ou “bin packing”)

- Problemas de Redes (Caminho mais curto, Spanning Tree, Fluxo máximo)

- Problemas de Transportes

Breve introdução sobre modelação

Formulação do problema

Minimize

$$Z = \sum_i c_i \times x_{it}$$

subject to,

$$\sum_i x_{it} \geq Demand_t + Losses_t$$

$$x_{it} \leq PowerOutput_{it}$$

and

$$x_{it} \geq 0$$

“Tradução”

Minimização da hierarquia de produção, ou seja, fontes com maior prioridade (ex: PRE) são despachadas primeiro.

Sujeito as seguintes restrições:

1. Produção de todas as fontes seja maior ou igual à soma da procura e perdas de rede;
2. A produção da fonte está limitada pela sua produção máxima;
3. A produção da fonte é positiva ou nula.

Notas sobre o modelo

Restrições são baseadas nas limitações do SEN, princípios de funcionamento e o seu comportamento histórico.

Modelo

Modelação em MATLAB, baseada em programação linear, com resolução de 30 minutos permite:

- Modelação da variabilidade e intermitência das energias renováveis;
- Modelação da sazonalidade de procura e produção;
- Inserção de perfis de procura, importação, exportação e bombagem com elevada resolução;
- Construção, customização e conhecimento do funcionamento do modelo (por oposição a um modelo fechado – “black box”)

Notas sobre o modelo

Resultados

As saídas do modelo são as seguintes:

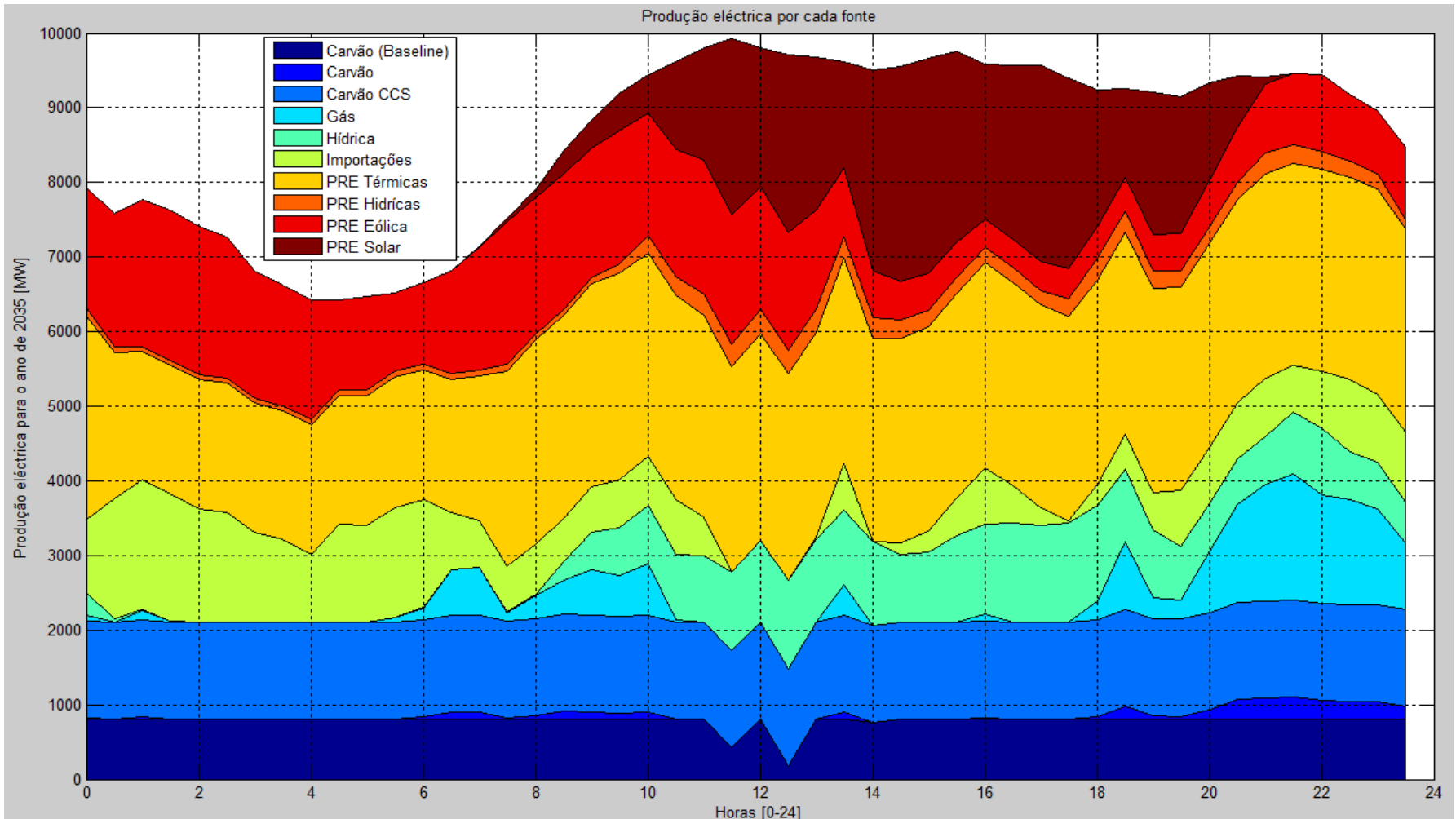
- Procura simulada (Procura = Consumo Portugal + Exportações + Bombagem);
- Produção de cada fonte;
- Importações e exportações;
- Consumo por bombagem;
- Electricidade disponível não utilizada por fonte.

Toda a informação é dada em intervalos de 30 minutos, no período simulado de 2015 – 2035.

Devido ao aumento da incerteza, os resultados de 2035 são replicados no período de 2036 – 2090;

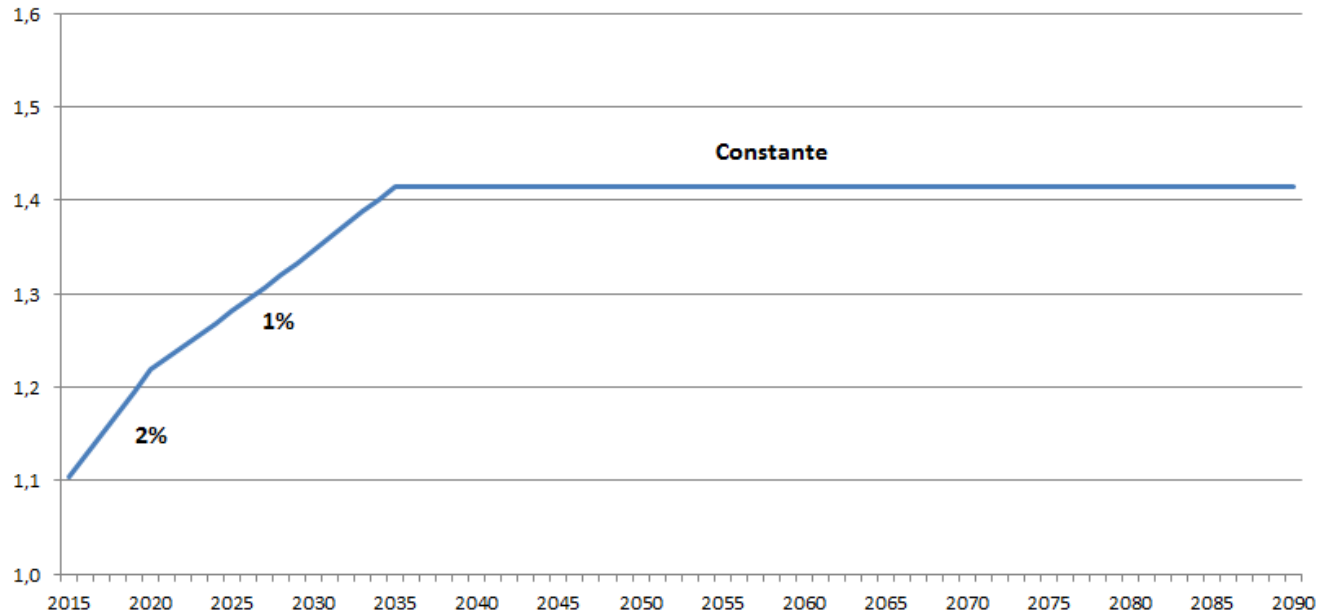
O impacte do AHBS é estimado por comparação do SEN com e sem o AHBS.

Saída do modelo: Dia com eólica ↓ hídrica ↓ (2035)



Notas sobre o modelo

Crescimento da Procura (Consumo de referência 2010)



Hierarquia de despacho

PRE Eólica

PRE Solar

PRE Térmicas

PRE Hídrica

Hídrica

Importações

Gás Natural

Carvão (CCS)

Carvão

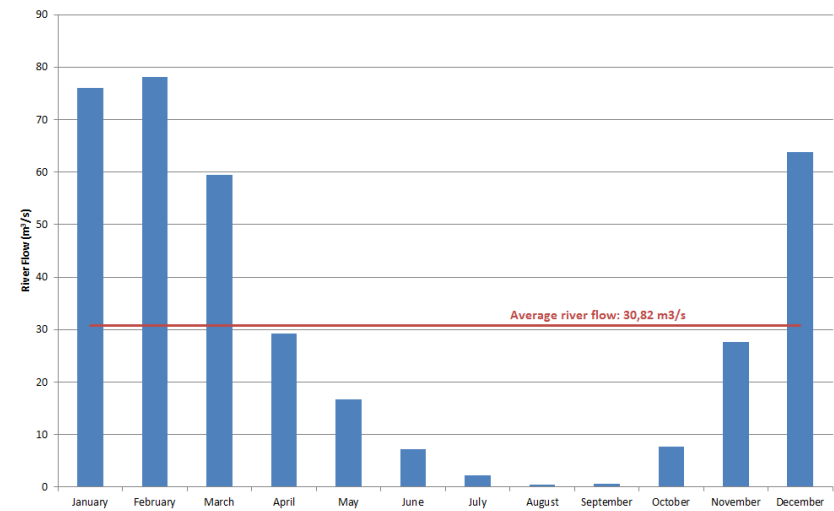
O AHBS

Escalões

Característica	Escalão Montante	Escalão Jusante
Queda nominal	94 m	30 m
Turbinamento	2 x 81 MW	2 x 19 MW
Bombagem	2 x 70,5 MW	2 x 18 MW

Rio Sabor

	Montante (MWh)	Jusante (MWh)	Anual (GWh/ano)	75 Anos (TWh)
Energia Disponível	16,63	5,82	196,642	14,748



Seca frequente do Rio Sabor durante o período de Verão

$$Energia\ Disponível = Altura\ de\ queda\ de\ à\ g\ u\ a \times Caudal \times 9,81 \times \eta_{instalação}$$

Cenários considerados

Cenário	Resumo
Referência ou BAU (Business as Usual)	Agregado dos planos de investimentos em vigor, indicados pelo PNAER
BAU – AHBS	Idem mas sem a construção do AHBS
BAU – PNB	Plano de investimentos que não inclui o Plano Nacional de Barragens (PNB abrv. de PNBEPH)
BAU – PNB + AHBS	Construção apenas do AHBS
BAU Baixo Carbono	Cenário com priorização do despacho de fontes com menor intensidade carbónica
Hidraulicidade	Cenários de alta, média e baixa hidraulicidade em Portugal

Cenário de referência (ou BAU)

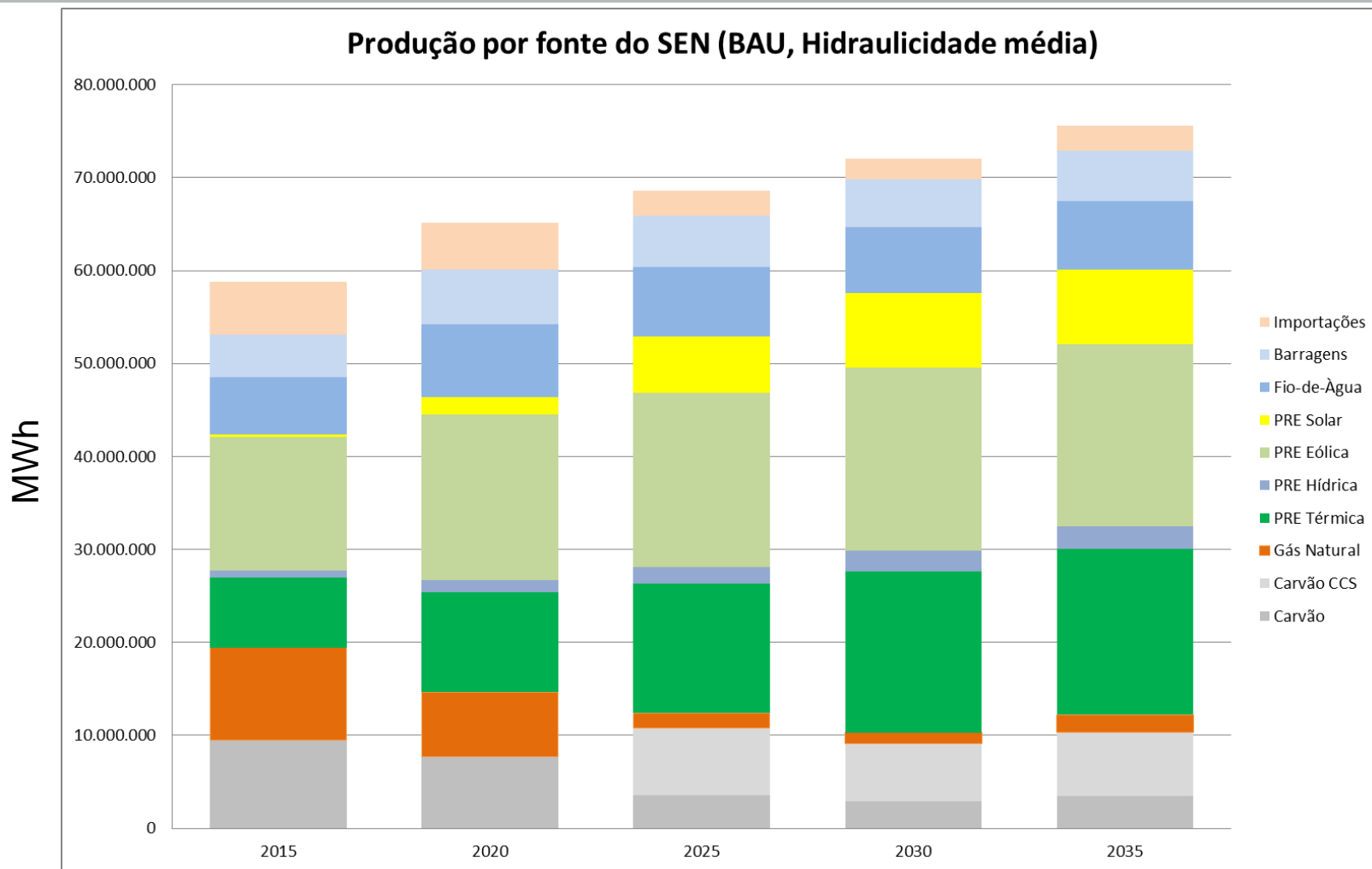
Considerações e evolução do SEN



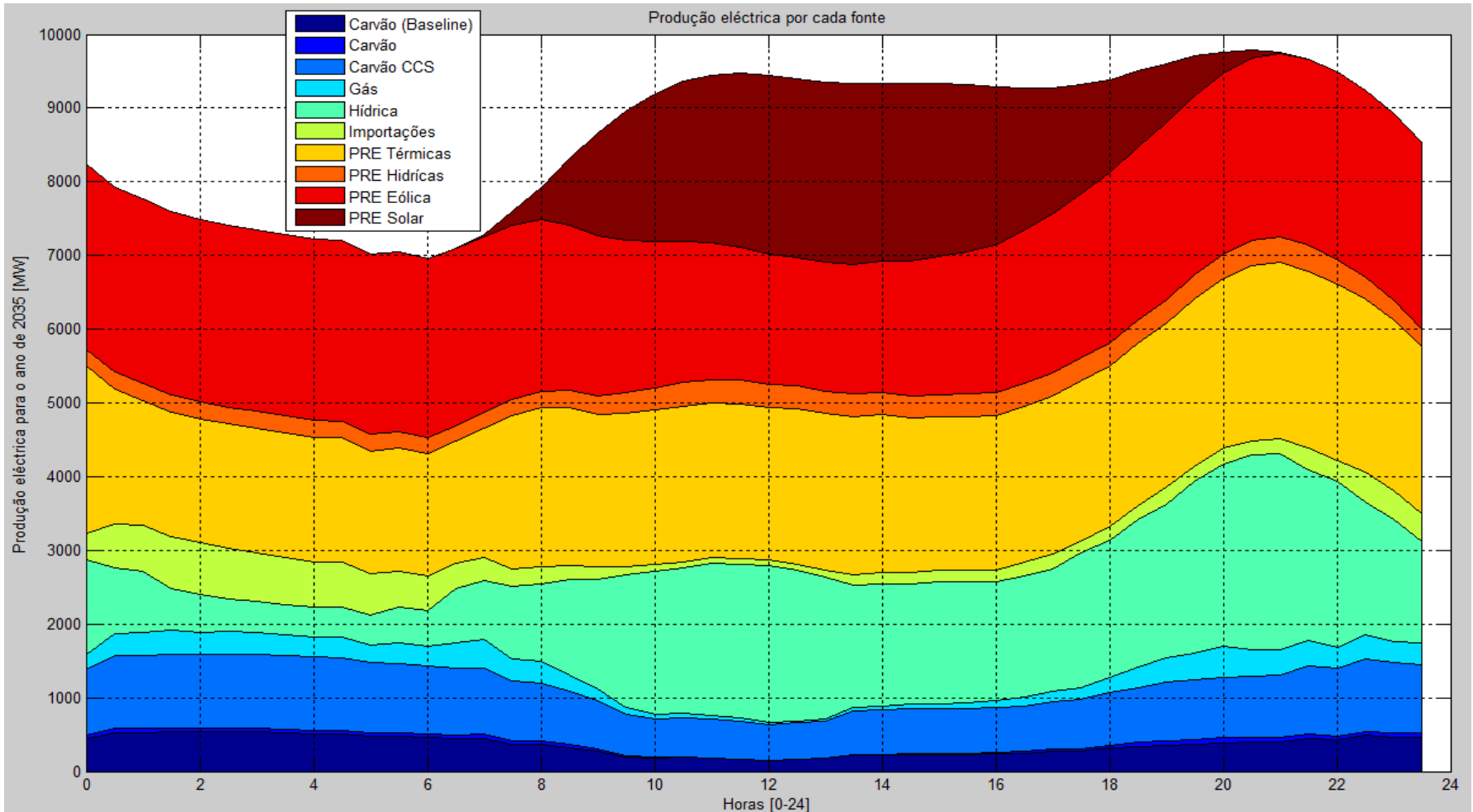
Para:



Evolução da produção do SEN (BAU [MWh])



Saída do modelo: BAU média diária do ano 2035



Cenário de referência (ou BAU)

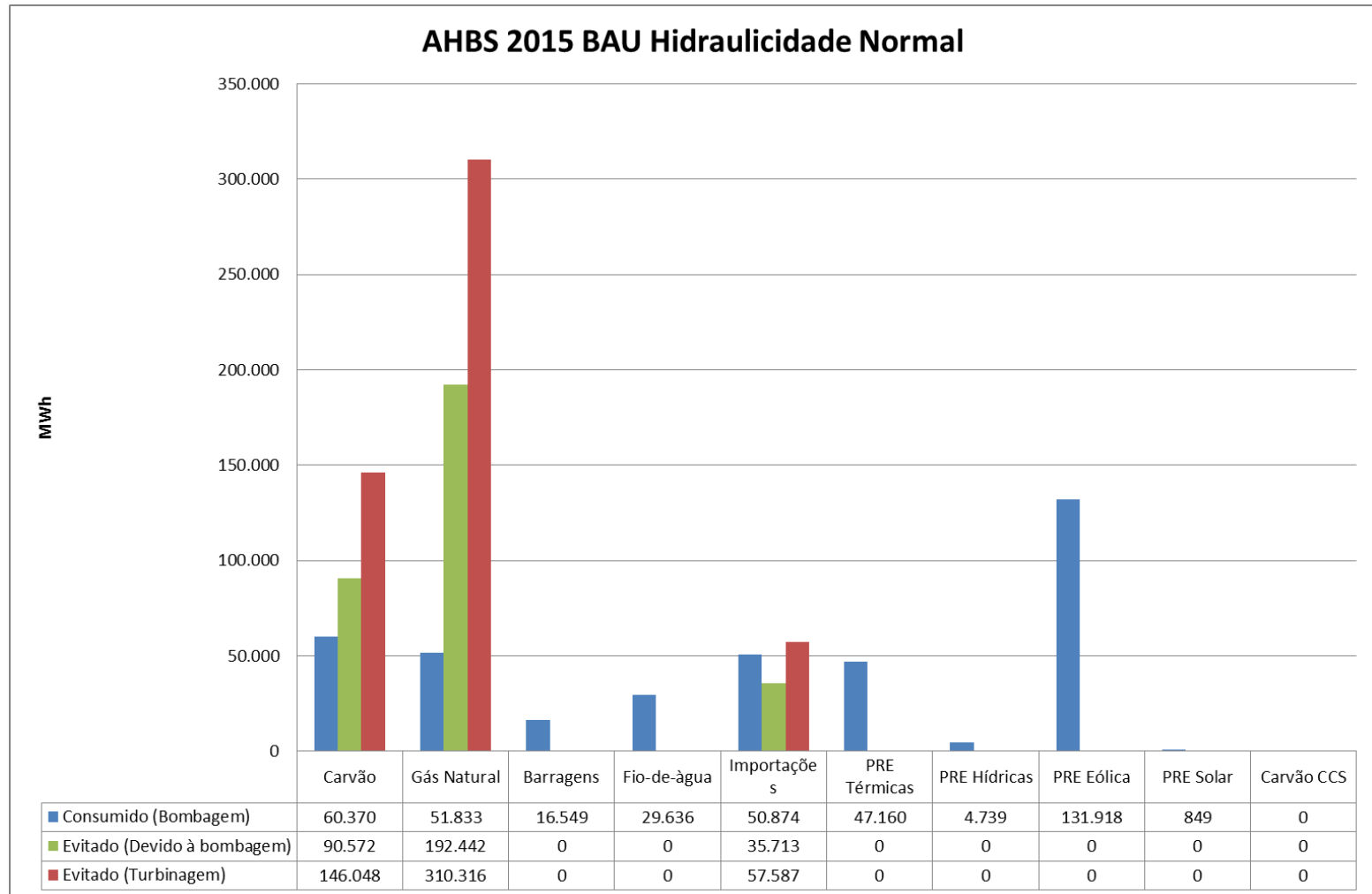
A contribuição do AHBS



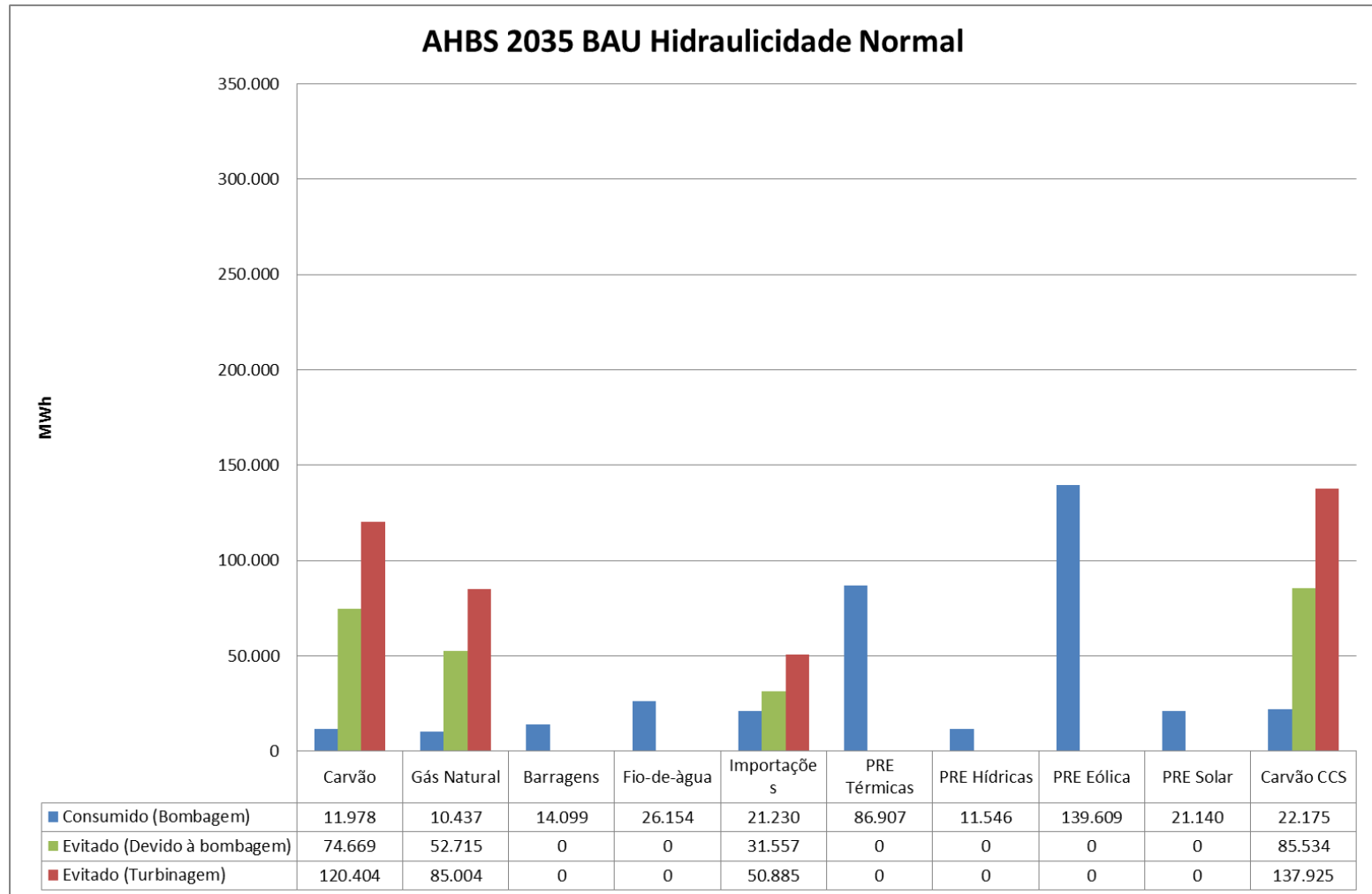
Para:



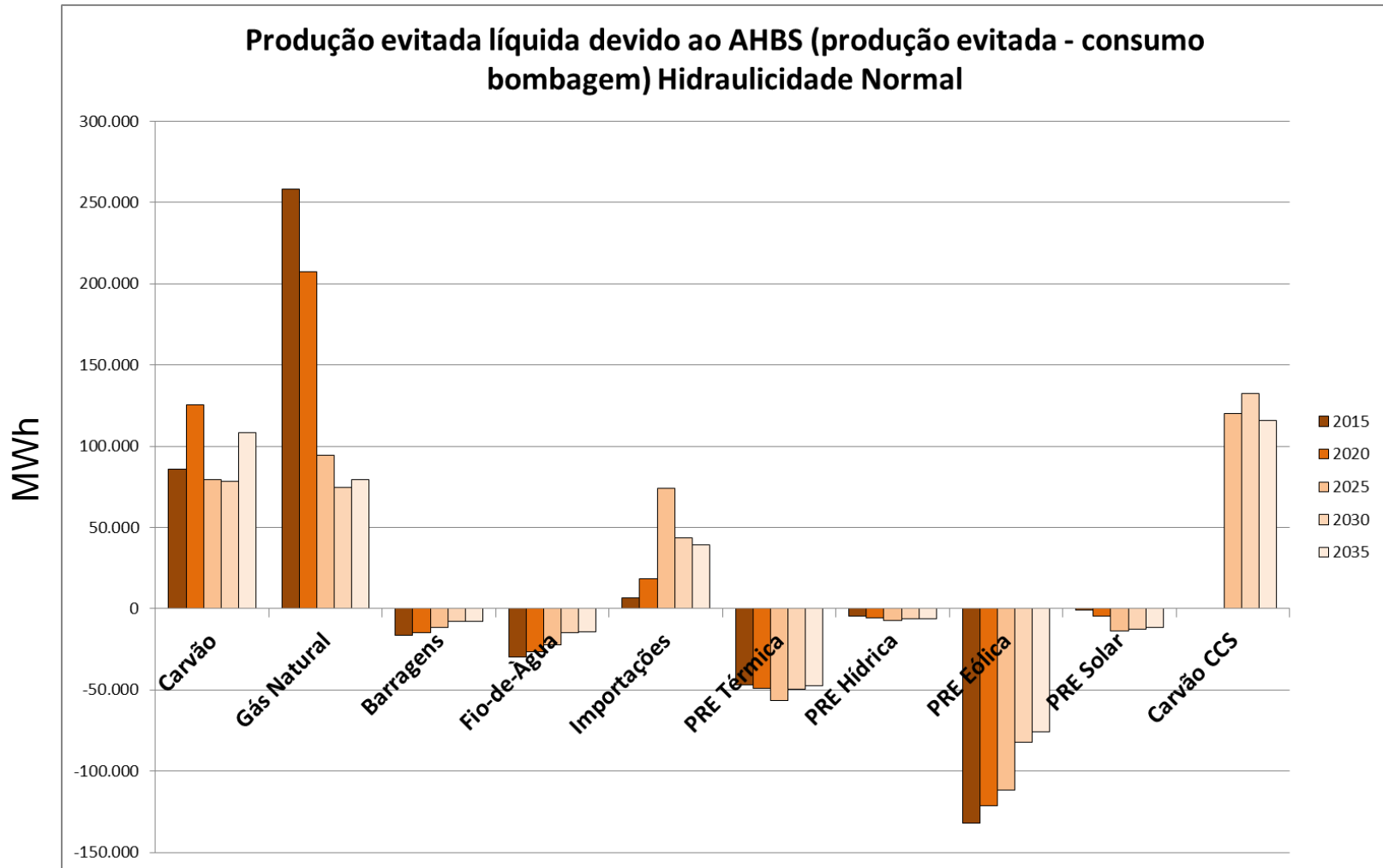
A contribuição do AHBS



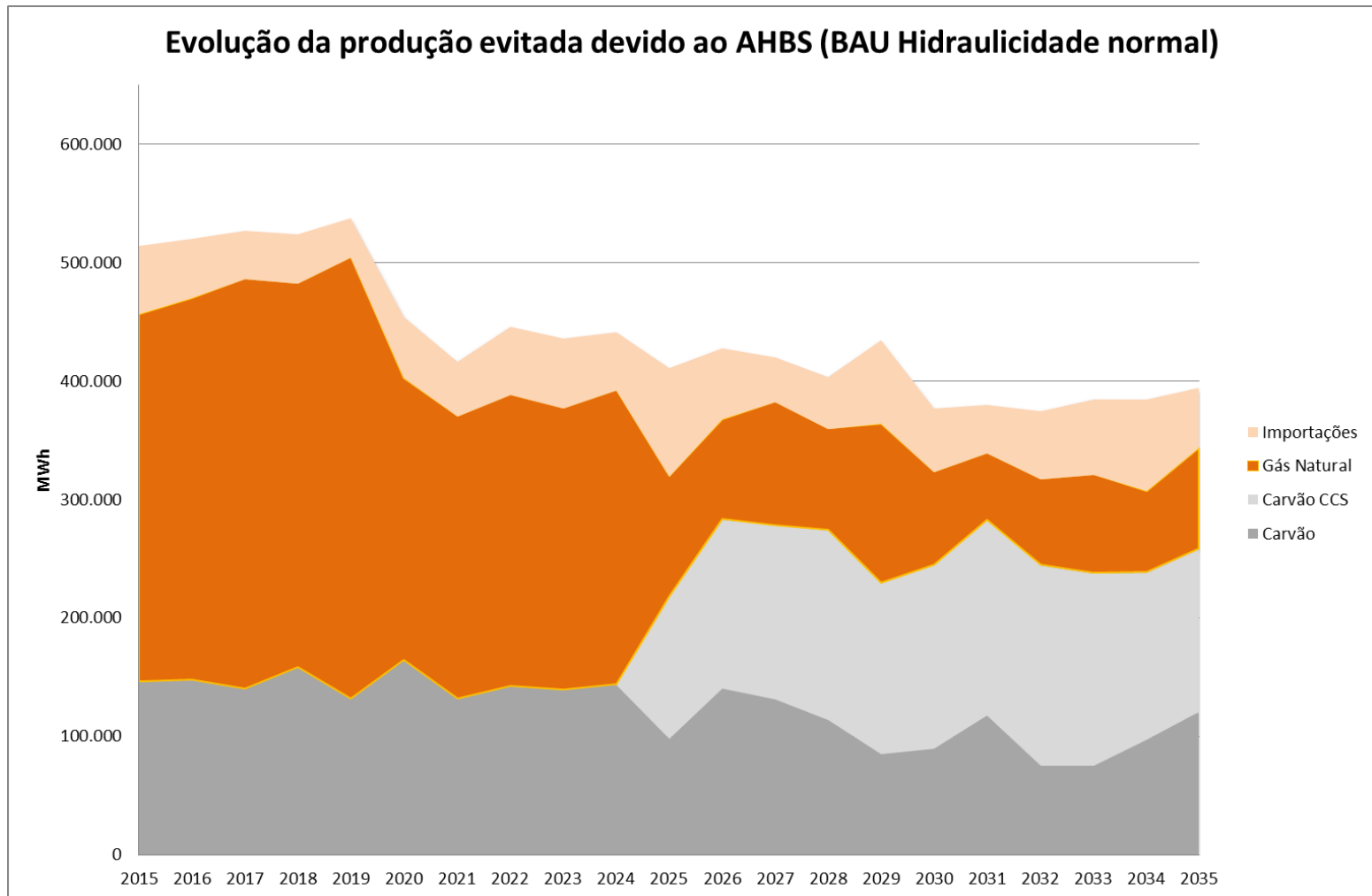
A contribuição do AHBS



A contribuição do AHBS



A contribuição do AHBS – Evolução da produção evitada



Cenário sem o Plano Nacional de Barragens (PNBEPH)

Considerações e evolução do SEN



Para:

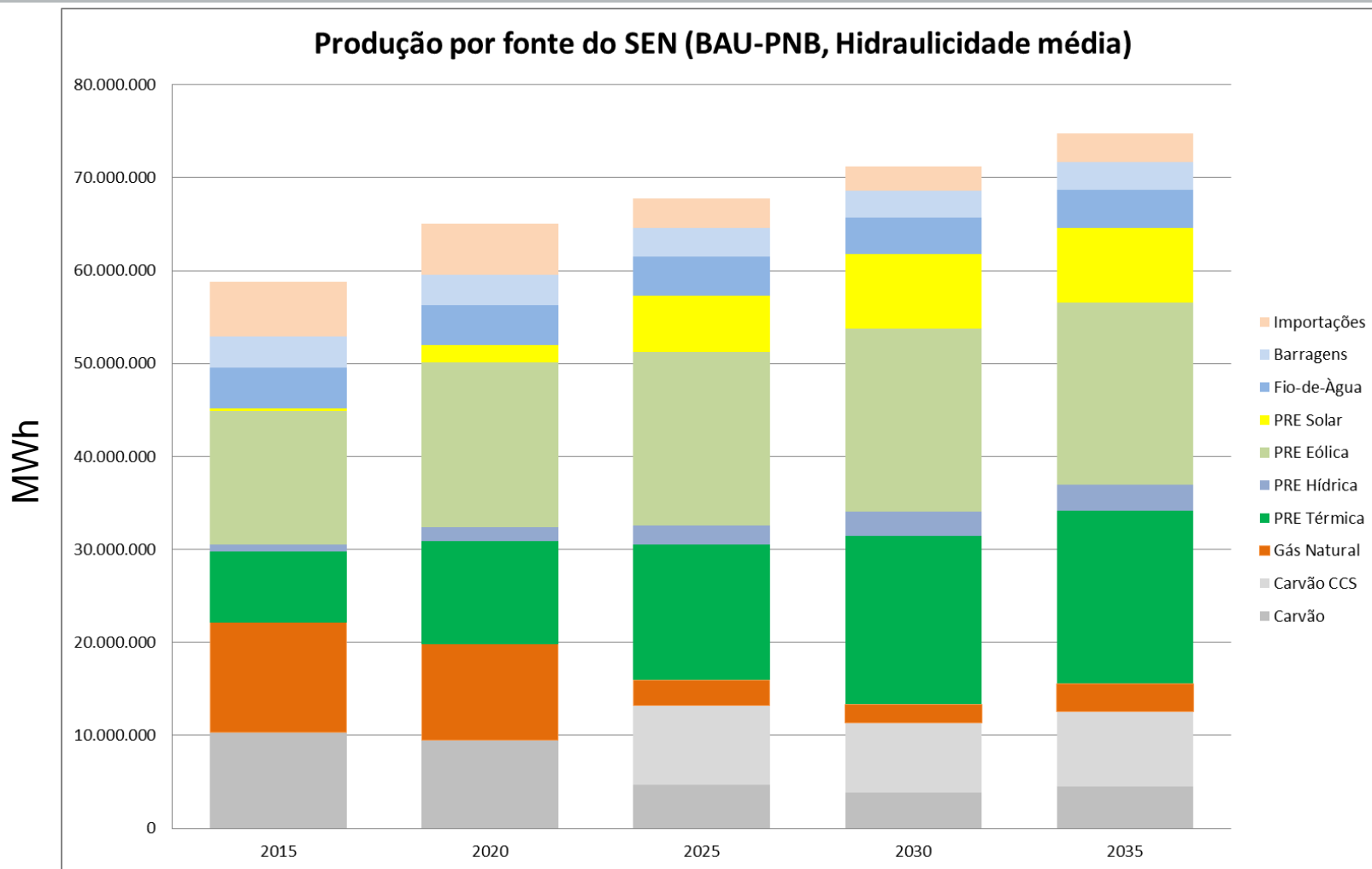


Evolução da capacidade instalada (BAU-PNB [MW])

Cenário que contemplava a evolução do SEN no momento da decisão de construção do AHBS

Ano	2015	2020	2025	2030
Barragens e Fios de Água (BAU)	6492	8950	8950	8950
Barragens e Fios de Água (BAU - PNB)	4578	4578	4578	4578

Evolução da produção do SEN (BAU-PNB [MWh])



Cenário de baixo carbono

Considerações e evolução do SEN



Para:

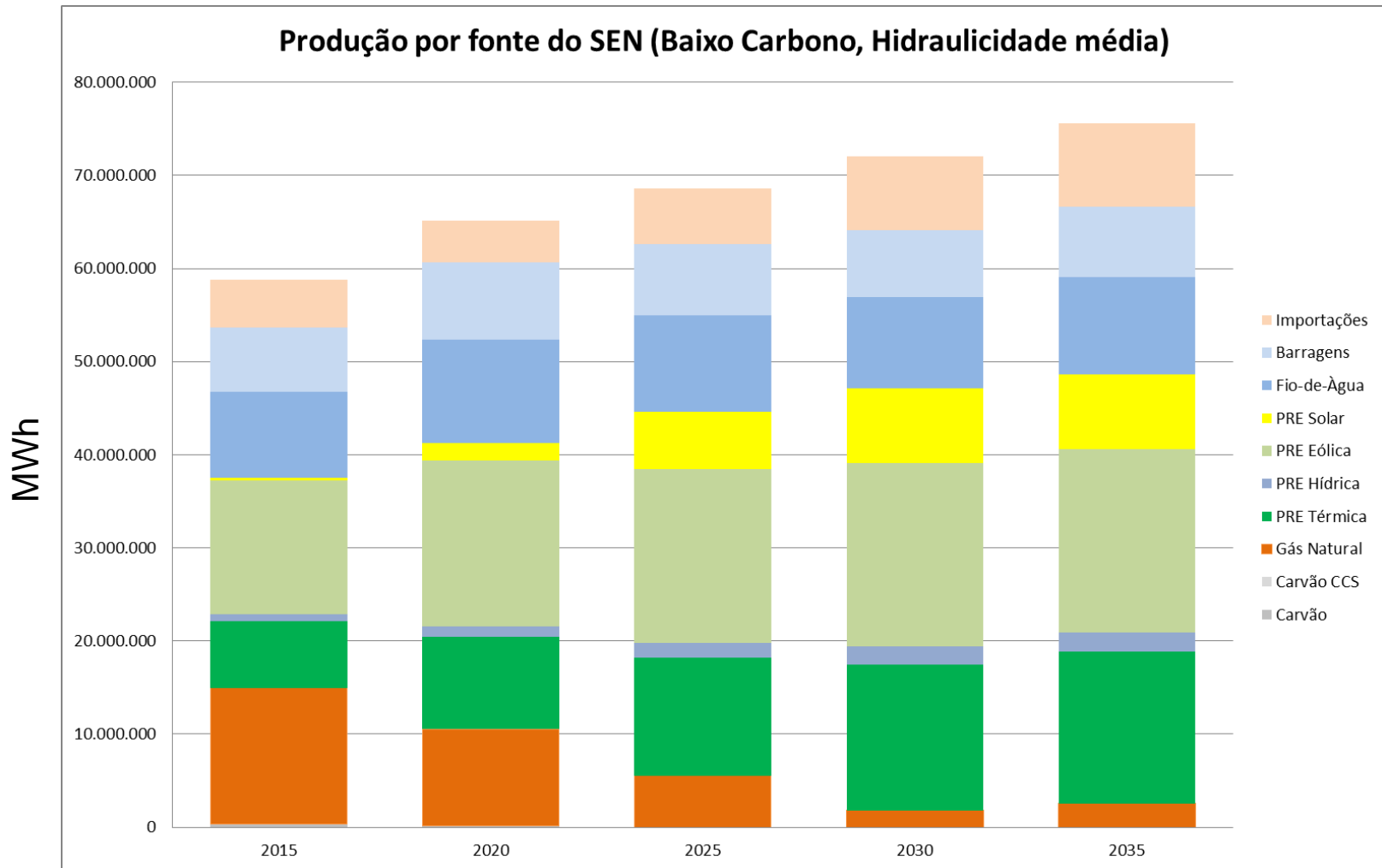


Plano de Investimentos (Baixo Carbono [MW])

Ano	2015	2020	2025	2030
Importações	2000	2000	3000	6000

Hierarquia (Antes)	Hierarquia (Baixo Carbono)
PRE Eólica	PRE Eólica
PRE Solar	PRE Solar
PRE Térmicas	PRE Térmicas
PRE Hídrica	PRE Hídrica
Hídrica	Hídrica
Importações	Carvão (CCS)
Gás Natural	Importações
Carvão (CCS)	Gás Natural
Carvão	Carvão

Evolução da produção do SEN (Baixo Carbono [MWh])



Cenário de baixo carbono

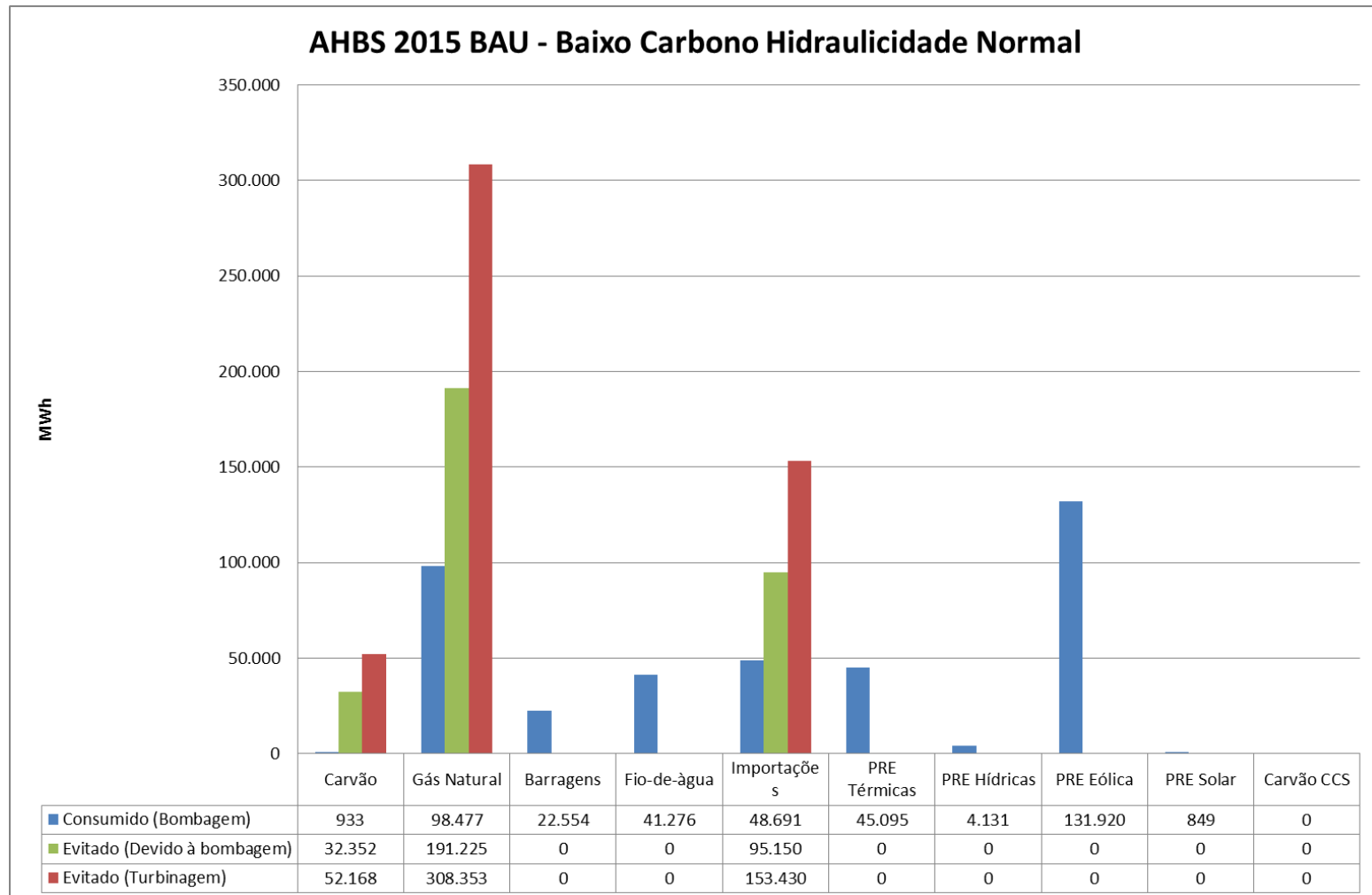
A contribuição do AHBS



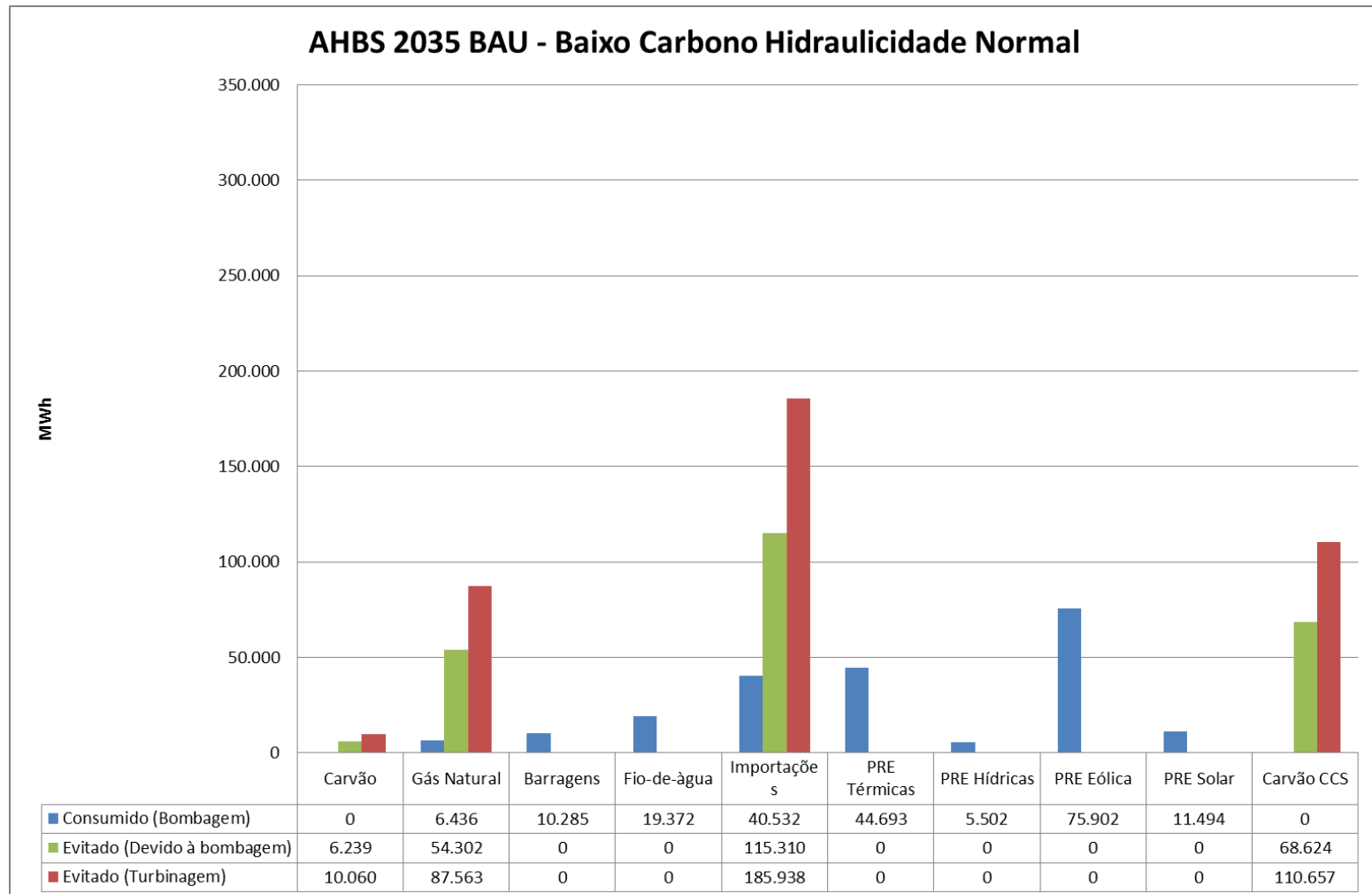
Para:



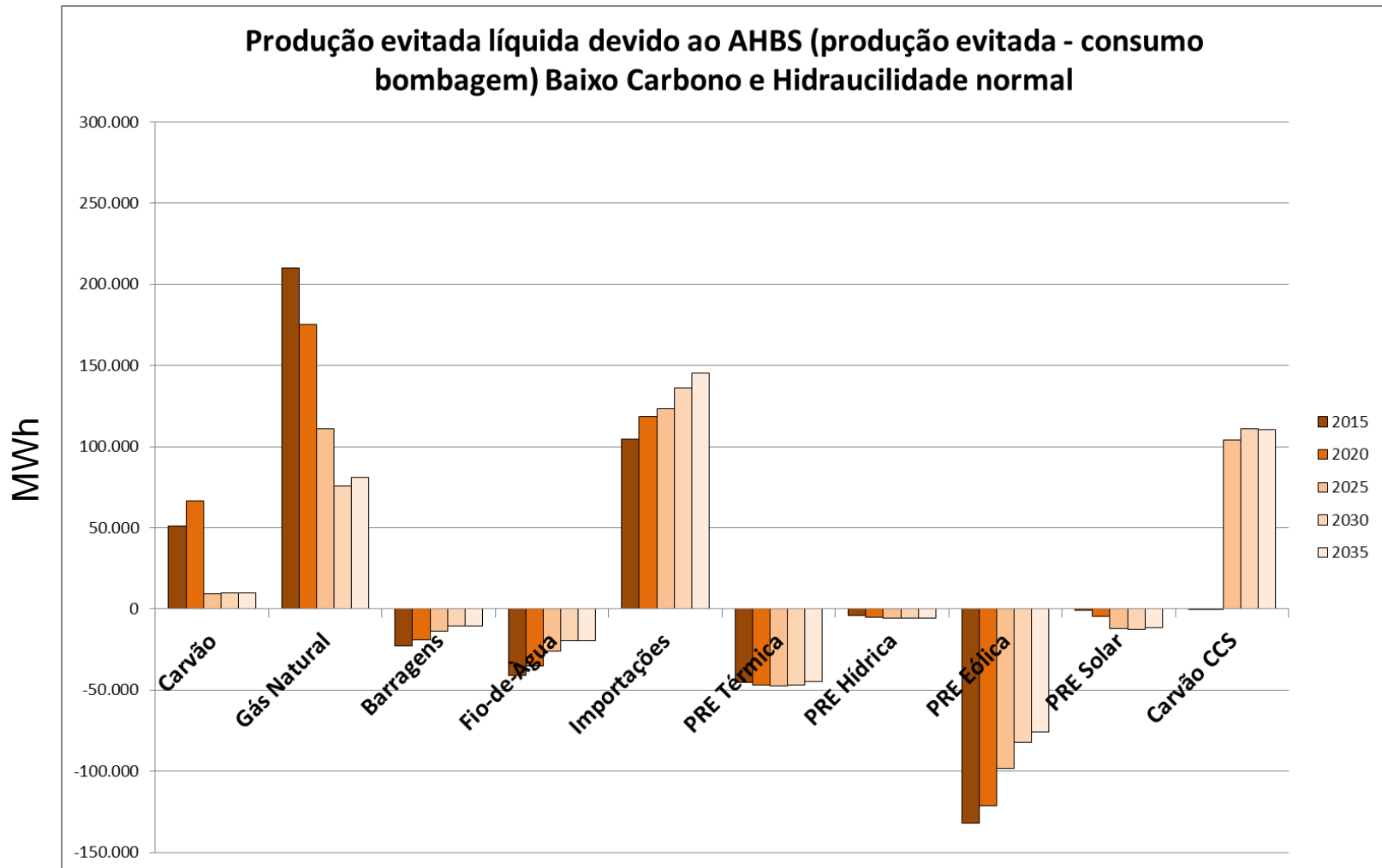
A contribuição do AHBS num cenário de baixo carbono



A contribuição do AHBS num cenário de baixo carbono



A contribuição do AHBS num cenário de baixo carbono



Conclusões

Rio Sabor

É expectável que o Rio Sabor contribua com 14,75 TWh para o Sistema Eléctrico Nacional.

BAU

Produção de 30,5 TWh dos quais 17,3 TWh são oriundos de armazenamento por bombagem.

BAU – Plano Nacional Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico

Produção de 36,5 TWh dos quais 22,6 TWh são oriundos de armazenamento por bombagem.

O valor superior de bombagem (e produção) dever-se-ia ao facto de a capacidade instalada de bombagem no SEN ser menor neste cenário e por isso o AHBS seria por isso uma das principais fontes armazenamento (e posterior produção) de energia no país.

Baixo Carbono

Os valores de produção e bombagem são semelhantes ao BAU mas com um diferente mix de bombagem (e produção do SEN): Hierarquia anterior às Hídricas é igual em ambos os cenários e as capacidades instaladas são iguais (excepto Importações/Exportações).

Projecto LCA – EDP

LCA Baixo Sabor

23 Fevereiro 2012

Paulo Ferrão
Gonçalo Pereira
André Pina
Carlos Silva



Para:

