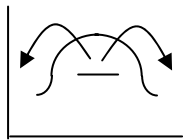


Gerenciamento pelo Lado da Demanda

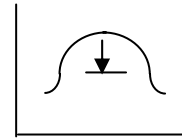
GLD

⇒ Conceito de controlar as cargas do lado do consumidor de forma de operar o sistema mais eficientemente.

⇒ Busca-se modificar a curva de carga:



Deslocamento do consumo dos períodos de pico de carga para períodos de menor demanda, preenchendo os vales.



Diminuição dos picos de demanda.

Problema considerado:

- ⇒ GLD indireto: o consumidor determina seu perfil de demanda em resposta a um sinal de preço.

Propõe-se:

- ⇒ Efetuar o *despacho econômico* da demanda sujeita a GLD.

Ferramenta:

- ⇒ *Fluxo de Potência Ótimo (FPO)*, no qual a demanda é uma variável adicional de controle.
- ⇒ Deve ser obtida a alocação de recursos de geração e de demanda ao longo de um horizonte de tempo (1 dia, 1 semana, etc.).
- ⇒ O FPO é sujeito às restrições de operação usuais e também a restrições devidas às características dos consumidores.

Modelagem da Carga Sujeita a GLD

⇒ Emprega-se o conceito de ***elasticidade preço*** da demanda:

Elasticidade preço:

$$\varepsilon_d = \frac{\Delta p_d / P_{do}}{\Delta \rho / \rho_o}$$

⇒ Relaciona a demanda num intervalo com o preço no mesmo intervalo.

Elasticidade preço cruzada no tempo:

$$\varepsilon_{cr,d} = \frac{\Delta p_d(t_i) / P_{do}}{\Delta \rho(t_j) / \rho_o}$$

⇒ Relaciona a demanda num intervalo t_i com o preço em outro intervalo t_j .

⇒ A demanda tende a migrar para intervalos de menor preço.

Função Benefício do Consumidor

⇒ Expressa o benefício obtido da atividade desenvolvida pelo consumidor em função da demanda de energia elétrica.

Função Benefício Quadrática:

$$B(p_d) = B_1 \cdot p_d - \frac{1}{2} \cdot p_d^T \cdot B_2 \cdot p_d$$

Curva de Demanda Associada:

$$p_d = P_{do} + M_d \cdot \rho$$

Relação entre Função Benefício e Curva de Demanda

$$B_2 = -M_d^{-1}$$

$$B_1 = B_2 \cdot P_{do}$$

M_d = Matriz ($nT \times nT$)

Elementos diagonais:

Proporcionais à elasticidade preço da demanda.

Elementos fora da diagonal:

Proporcionais à elasticidade preço cruzada no tempo.

Restrições dos Consumidores

**Limites mínimo e máximo
de consumo em cada
intervalo:**

$$P_{d,t}^{\min} < p_{d,i,t} < P_{d,t}^{\max}$$

Restrição de consumo:

$$\sum_{t=1}^{nTd} hT_t \cdot p_{d,i,t} = E_{Di}$$

⇒ ***Restrição de energia*** que relaciona variáveis associadas a diferentes intervalos de tempo.

- ⇒ O comportamento dos consumidores apresenta ***efeitos de intertemporalidade***.
- ⇒ Estes são modelados na função benefício do consumidor e também através das restrições de consumo.

Formulação do FPO aplicado ao gerenciamento da demanda

Minimizar $C(p_g) - B(p_d)$

sujeito a:

$$g(x, p_g, p_d) = 0$$

$$P_G^m \leq p_g \leq P_G^M$$

$$P_D^m \leq p_d \leq P_D^M$$

$$l_L^m \leq l(x) \leq l_L^M$$

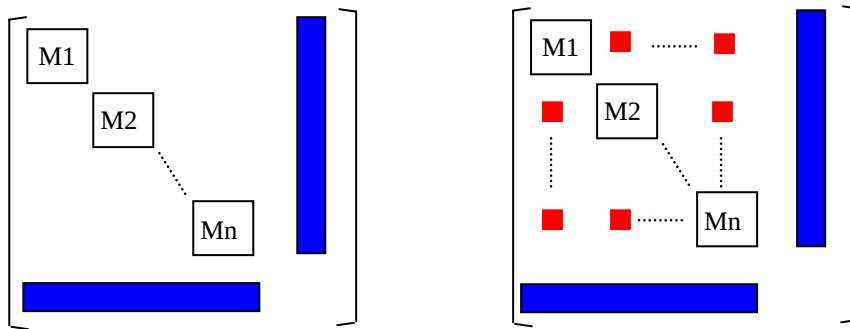
$$\sum_{t=1}^{nTd} hT_t \cdot p_{d,i,t} = E_{Di} \quad i = 1, \dots, nD$$

Solução através do Método Primal-Dual de Pontos Interiores

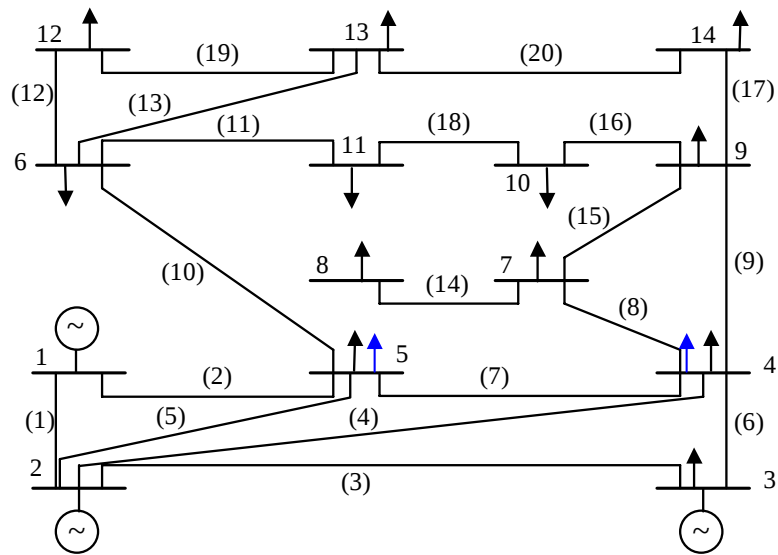
Sistema linear a ser resolvido a cada iteração:

$$H \cdot \Delta x = \Delta b$$

Padrão de elementos não nulos da matriz H:

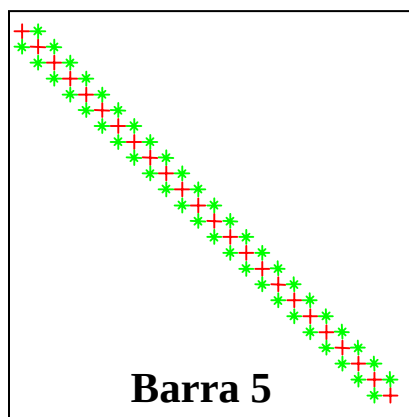
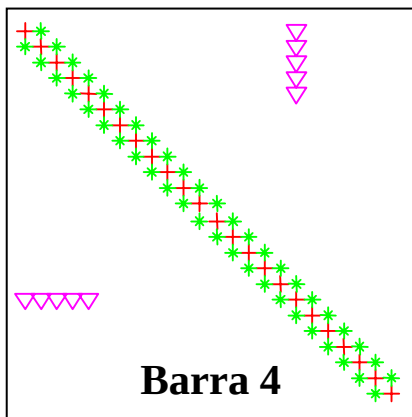


Sistema IEEE-14 barras

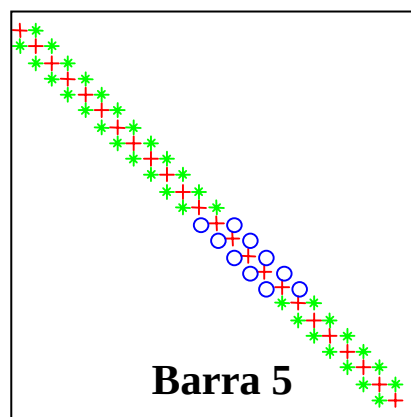
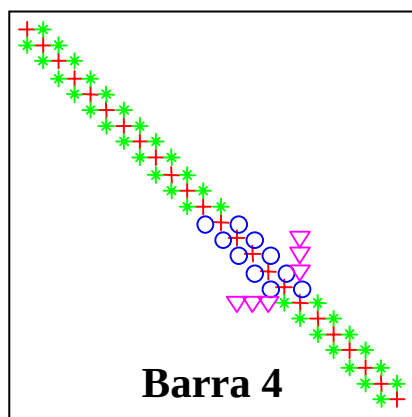


Matriz M: padrão de elementos não nulos

Caso A

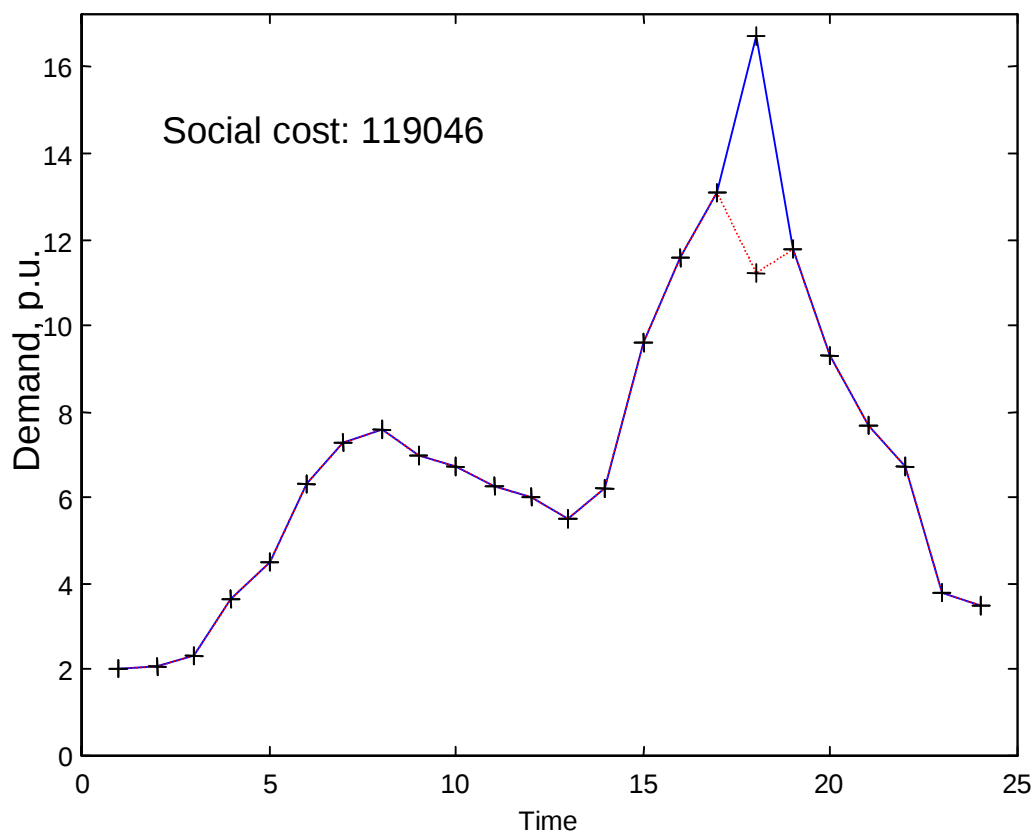


Caso B



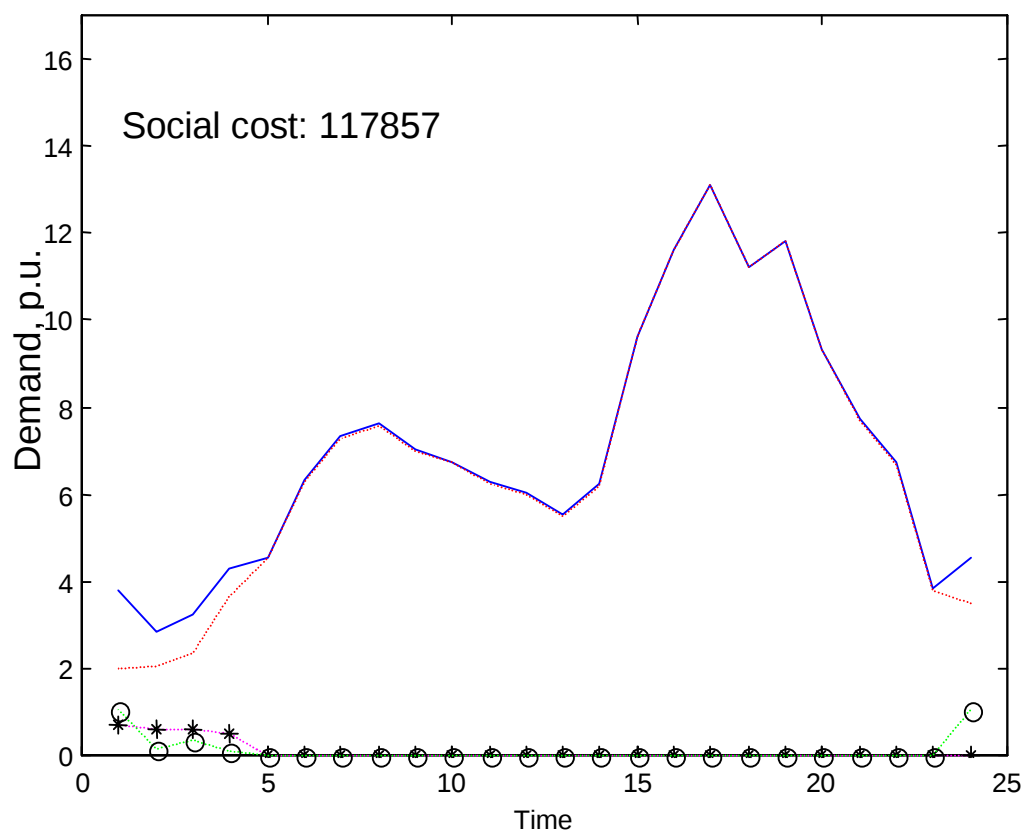
Curva de carga total e curva de carga fixa

Caso base:



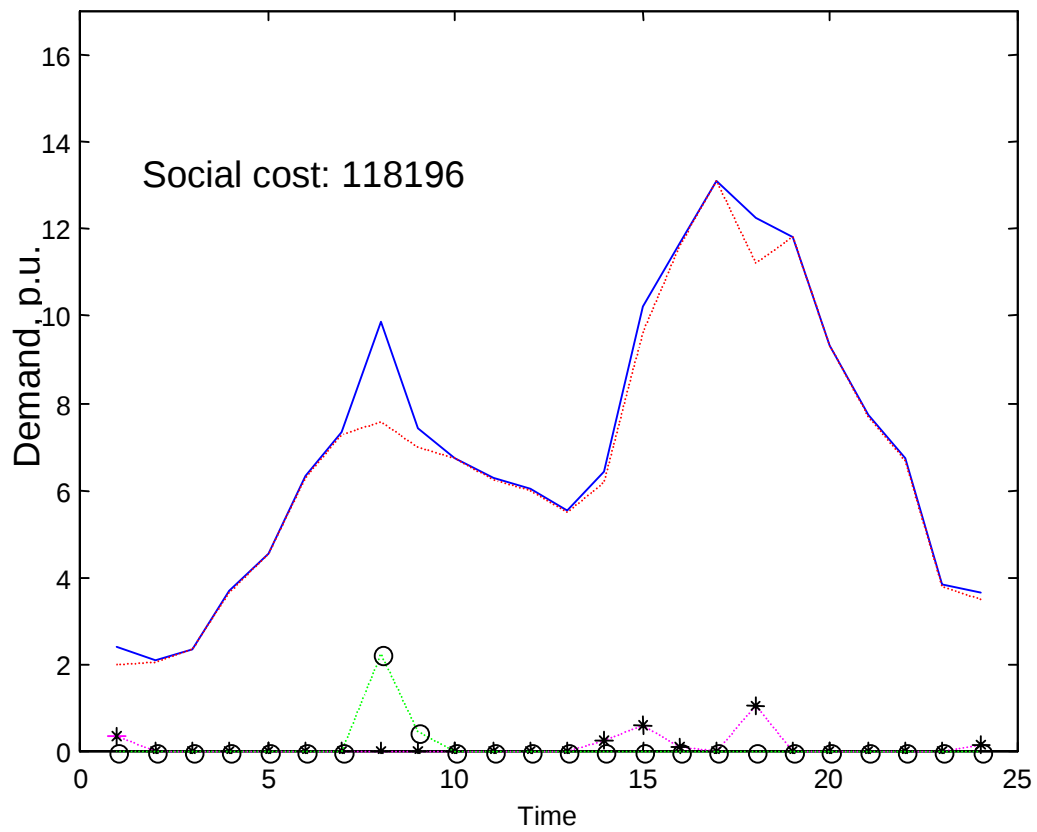
Curva de carga total, carga fixa, carga sujeita a GLD

Caso A



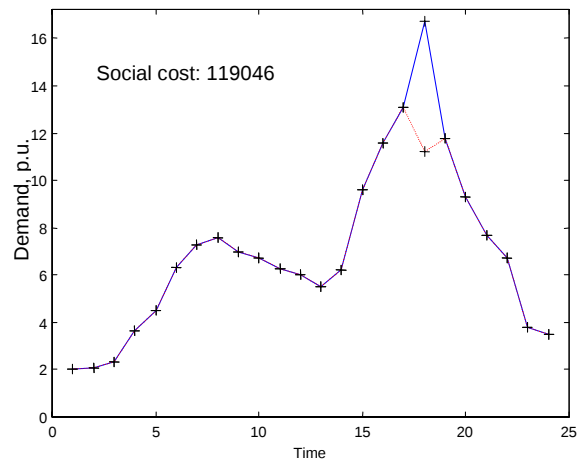
Curva de carga total, carga fixa, carga sujeita a GLD

CasoB

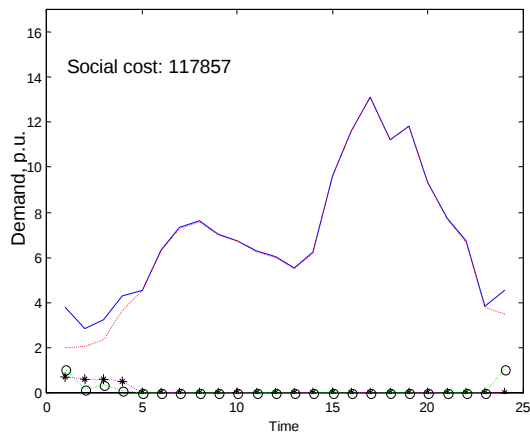


Curva de carga total, carga fixa, carga sujeita a GLD

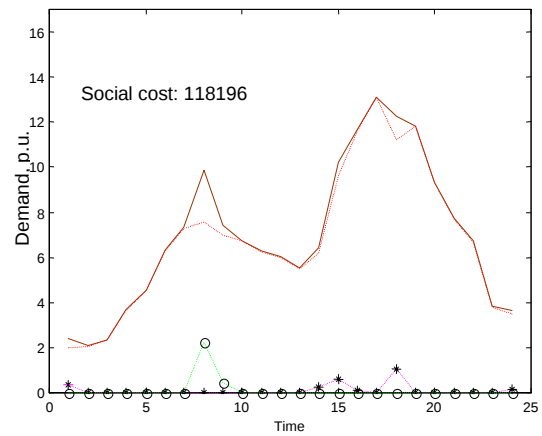
Caso base:



Caso A



CasoB



Custo Social

Caso	\$
Base	119046
A	117857
B	118196

Geração

Pg (p.u.)	G1	G2	G3
Base	14.970	22.931	129.365
A	12.985	16.945	137.335
B	13.075	18.064	136.127

Conclusões

- ⇒ A formulação do FPO com restrições intertemporais permite representar os efeitos da elasticidade da demanda em problemas de gerenciamento de geração e demanda;
- ⇒ O comportamento de consumidores que respondem a preço é apropriadamente modelado considerando-se as relações cruzadas entre demanda e preço ao longo do horizonte de operação. Estes fatores de intertemporalidade são importantes para representar realisticamente o comportamento desta classe de consumidores;
- ⇒ Através das atividades de GLD pode-se reduzir o pico da curva de demanda, implicando em uma redução do custo social;
- ⇒ O FPO aplicado ao GLD é uma ferramenta muito útil para os agentes do mercado avaliarem suas estratégias de oferta.