



Cortez
Pimentel
& Melcop
ADVOGADOS

DO CORTE TÉCNICO AO INSTRUMENTO ECONÔMICO: METODOLOGIAS INTERNACIONAIS DE CURTAILMENT.

Uma leitura comparada para o contexto ibero-brasileiro.





Luiza Melcop

Advogada

Sócia do Cortez Pimentel & Melcop Advogados

Diretora Jurídica Adjunta da Associação Brasileira de PCHs e CGHs - ABRAPCH

Mestranda em Economia pelo IDP

Por que o CURTAILMENT virou um tema econômico?



Expansão acelerada de eólica e solar ➤ novos padrões de carga.



Formação de excesso horário e geográfico de energia.



Crescimento de eventos de corte em vários países.



Efeito direto sobre custo, risco e investimento.

Por que países que lideram renováveis ➤
CORTAM ENERGIA em níveis recorde?



Por que países que lideram renováveis CORTAM ENERGIA em níveis recorde?

CORTE INVOLUNTÁRIO

Imposto pelo Operador da rede

- Existe um ponto **ótimo** de curtailment?
- Incentivos corretos reduzem impacto econômico dos cortes e induzem flexibilidade.
- Aceitar algum **curtailment** pode ser mais eficiente do que evitá-lo totalmente.
- Perguntas centrais: quem corta, quando, e a que preço?

CORTE VOLUNTÁRIO

Gerador decide cortar devido a preços baixos/negativos

Curtailment deixa de ser falha técnica e passa a ser uma decisão econômica marginal.

Quatro **mecanismos** para comparar metodologias.

MECANISMO I

Sinal de preço

(horário, locacional,
negativo).

MECANISMO II

Regra de compensação

(valor do MWh
cortado).

MECANISMO III

Flexibilidade/ armazenamento

(BESS, DR,
anciliares).

MECANISMO IV

Redispatch/ mercados

(intradiário,
flexibilidade).

SINAL DE PREÇO

Horário, locacional, negativo

É o conjunto de mecanismos pelos quais o preço da energia varia no tempo e no espaço para refletir condições reais do sistema — excesso de geração, falta de flexibilidade, congestionamentos de rede e disponibilidade de recursos.

COMPONENTES



Preço horário (Time-of-Use / market clearing price)

Variação do preço da energia a cada hora (ou 15 minutos), refletindo oferta e demanda em tempo real.



Preço locacional (LMP – Locational Marginal Pricing)

Preços diferentes em cada nó e/ou zona da rede para refletir congestionamento e perdas. Quanto maior o congestionamento, maior o preço local. Em síntese, o LMP mostrar o valor da energia onde e quando ela é consumida, não apenas quanto custa gerá-la.



Preço negativo

Quando há excesso de geração renovável e o operador precisa reduzir a produção; o preço cai a níveis negativos para sinalizar “não injete energia agora”.



PARA QUE SERVE?

- ➔ Induzir deslocamento de consumo (residencial/industrial).
- ➔ Incentivar armazenamento a carregar energia em horários de preço baixo.
- ➔ Sinalizar economicamente quando e onde ocorre curtailment.
- ➔ Direcionar investimentos para regiões de menor congestão.

- ➤ Por que é importante no
CURTAILMENT?

Porque substitui ordens administrativas de corte por decisões econômicas, realizadas pelos próprios agentes, e transforma o excesso de energia em um sinal claro de mercado.



REGRA DE COMPENSAÇÃO

Valor do MWh cortado

É o mecanismo regulatório que estabelece quanto o gerador recebe quando sua geração é reduzida por ordem do operador, e quem paga por essa compensação.

ELEMENTOS TÍPICOS



Cálculo do valor do MWh cortado

Pode ser o preço de mercado (PLD/CMO), a receita contratual, ou um percentual fixo da remuneração do gerador.



Critérios de elegibilidade

Define em quais situações há compensação:

- » Cortes por indisponibilidade da rede (Brasil)
- » Cortes por congestão (Alemanha)
- » Cortes programados (Coreia, China)



Rateio dos custos

Pode ser entre consumidores, operadores de rede, geradores ou todos.



PARA QUE SERVE?

- Evitar que o gerador suporte todo o risco operacional.
- Preservar incentivo econômico para investir em renováveis.
- Internalizar parcialmente o custo do curtailment no sistema.

- ➤ Por que é importante no
CURTAILMENT?

Reduz conflitos e incerteza para os investidores e torna o corte uma variável regulada e previsível, não uma punição ou perda aleatória.



FLEXIBILIDADE / ARMAZENAMENTO

BESS, DR, anciares

É o conjunto de recursos capazes de responder rapidamente a variações de geração e carga, permitindo ao sistema integrar mais renováveis e reduzir a necessidade de curtailment.

PRINCIPAIS INSTRUMENTOS

BESS (Battery Energy Storage Systems)



Armazena energia nos horários de excesso renovável (evita corte) e devolve nos horários de pico. Atua como amortecedor do sistema.

DR (Demand Response – resposta da demanda)



Consumidores reduzem ou deslocam consumo em horários de estresse e aumentam em horários de excesso renovável. É a “flexibilidade pelo lado da carga”.

Serviços anciliares



Recursos que fornecem controle de frequência, tensão, reserva de regulação e rampas rápidas. Estabilizam o sistema diante da variabilidade renovável.



PARA QUE SERVE?

- Reduzir corte em horários críticos.
- Suavizar rampas de final de tarde (ex.: duck curve).
- Aumentar a capacidade do sistema de absorver renováveis.

- ➤ Por que é importante no
CURTAILMENT?

Porque **resolve a raiz estrutural do problema**: a falta de flexibilidade intrínseca da matriz.

A maioria dos estudos mostra que armazenamento reduz *curtailment* com menor custo do que expansão de rede, especialmente no curto prazo.



REDISPATCH / MERCADOS

Intradiário, flexibilidade

É o conjunto de ações e mercados em que o operador ou os agentes modificam programações de geração e consumo para aliviar congestionamentos ou equilibrar o sistema, geralmente de forma remunerada.

FORMAS DE REDISPATCH



Redispatch obrigatório

O operador ordena que um gerador reduza ou aumente geração.



Mercado intradiário

Ajuste contínuo da geração e consumo poucas horas/minutos antes da operação.



Mercado de flexibilidade

Leilões ou plataformas para contratar:

- » Redução de carga,
- » Aumento de consumo,
- » Ajuste de geração,
- » Armazenamento.



PARA QUE SERVE?

- ➔ Corrigir congestionamentos sem recorrer imediatamente ao corte.
- ➔ Remunerar flexibilidades locais.
- ➔ Permitir ajustes finos próximos à operação real.

- ➤ Por que é importante no **CURTAILMENT?**

O redispatch é um substituto direto do curtailment desordenado. Ele permite resolver a restrição via mercado, com os menores custos marginais, antes de emitir ordens de corte.



CALIFÓRNIA

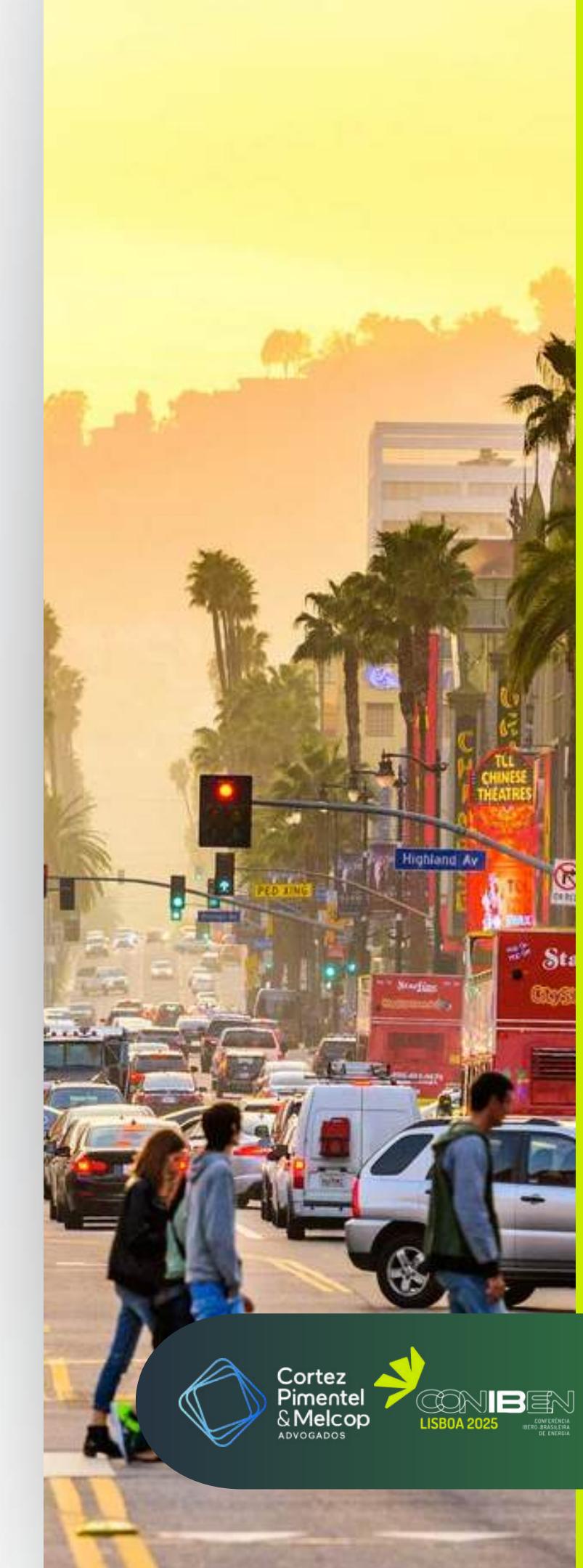
Preço horário como mecanismo central

MECANISMO I

Preço horário/negativo + BESS
como principal amortecedor.

MECANISMO III

- Duck curve: carga líquida extremamente baixa ao meio-dia.
- Curtailment solar crescente ao longo da década.
- Preço horário e preços negativos sinalizam excesso.
- Foco em flexibilidade e armazenamento.
- Solução “price-based”.



ESPAÑA/PORTUGAL

Mercados intradiários e redispatch

MECANISMO I

Preço horário + mercados intradiários muito fortes.

MECANISMO IV

- ➡ Integração ao mercado europeu.
- ➡ Redispatch remunerado para aliviar congestionamentos.
- ➡ Preços horários refletem restrições operativas.
- ➡ Curtailment mitigado pela organização do mercado.
- ➡ Solução “price-based”.



ALEMANHA

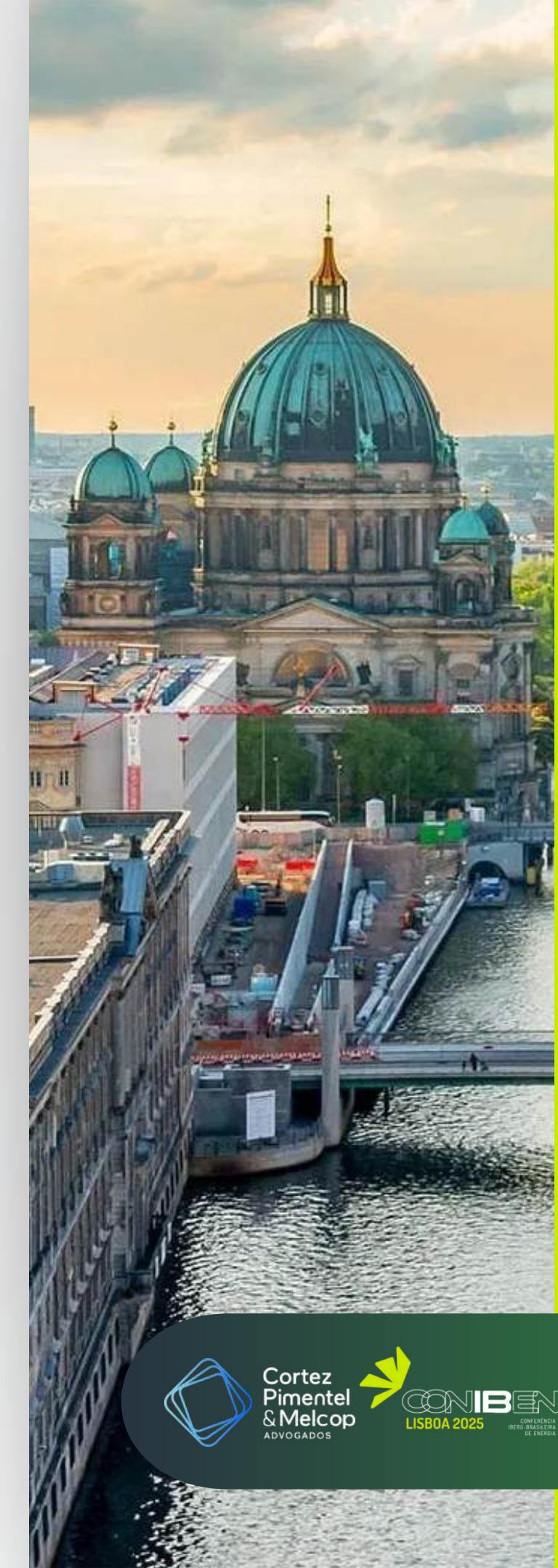
Modelo híbrido com compensação regulada

MECANISMO II

Compensação regulada +
redispatch obrigatório.

MECANISMO IV

- ➡ Grande congestão Norte → Sul.
- ➡ Redispatch obrigatório e transparente.
- ➡ Compensação: percentual da receita perdida.
- ➡ Rateio de custos entre operador e consumidores.
- ➡ Solução “rule-based / admin-based”.



CHINA

Metas regulatórias e prioridade de despacho.

- ➔ Níveis altos de *curtailment* em províncias eólicas.
- ➔ Metas obrigatórias de redução de *curtailment*.
- ➔ Prioridade de despacho renovável.
- ➔ Expansão acelerada de rede e armazenamento.
- ➔ Solução “rule-based / admin-based”.



COREIA DO SUL

Compensação para manter incentivos.

→ Curtailment concentrado em certas regiões.

→ Estratégias explícitas de compensação.

→ Objetivo: preservar viabilidade econômico-financeira.

→ Regras claras de quem paga e quanto.

COMPARATIVO

EIXO / PAÍS	CAISO	ES/PT	DE	CN	KR
Preço horário	✓✓✓	✓✓	✓	✗	✗
Compensação	✗	Parcial	✓✓	✓	✓
Flexibilidade/BESS	✓✓	✓	Parcial	Parcial	Parcial
Redispatch	Parcial	✓✓	✓	✗	✗

- 
- I Não existe “**modelo único**”, mas sim combinações.
 - II Preço e mercado ajudam a revelar o **valor da flexibilidade**.
 - III Compensação regulada preserva incentivos em **sistemas rígidos**.
 - IV Armazenamento aparece como **solução transversal**.
 - V Curtailment eficiente ≠ zero curtailment.

Estratégias de Compensação vide Noh et al., 2025

Fonte do curtailment e regime regulatório	Fonte do curtailment e regime regulatório	Fonte do curtailment e regime regulatório	Fonte do curtailment e regime regulatório
1. Restrições de rede (curtailment ótimo)			
Restrições de rede – sem nível pré-acordado de curtailment	Preço de mercado – com perda de subsídio	Parcialmente, ex.: a preço de mercado se responsável	Não
Restrições de rede – curtailment até nível pré-acordado controlado pelo regulador	Nenhuma abaixo do nível, compensação total acima do nível	Nenhuma abaixo, compensação total acima do nível, se responsável	Não

2. Atrasos na expansão da rede

Priority dispatch concedido previamente	Sim, compensação total	Parte do preço de mercado, se responsável pelo atraso	Totalmente, se o atraso decorre de longos processos de autorização; se a empresa de rede for responsável, somente parte
Sem prioridade – novas instalações	Preço de mercado – com perda de subsídio	Parcialmente, ex.: a preço de mercado se for responsável pelo atraso	Parcialmente, ex.: a preço de mercado se longos processos de permissão forem os responsáveis pelo atraso

3. Segurança do sistema

Curtailment por questões gerais de segurança do sistema	Nenhuma, em linha com regras de emergência para todos os geradores	Não responsável	Não
Curtailment devido a questões tecnológicas específicas (fontes incontroláveis)	Preço de mercado – com perda de subsídio	Não responsável	Parcialmente, ex.: a preço de mercado se o operador do sistema pré-ordenar o corte de certa tecnologia

4. Excesso de geração (preço de mercado zero ou negativo)

Excesso de geração relativo à carga	Preço de mercado, mas deve ser zero	Não responsável	Preço de mercado, mas este deve ser zero
-------------------------------------	-------------------------------------	-----------------	--

Curtailment voluntário em situações de excesso	Apenas parte do subsídio (no excedente ao preço de mercado)	Não responsável	Correção do incentivo para geradores de custo marginal zero com feed-in ou prêmios
--	---	-----------------	--

Caminhos para o tratamento do **curtailment** no Brasil:
INTERFACES COM A LEI 15.269/2025

MECANISMO DE RESSARCIMENTO

Lei nº 15.269/2025

A **Lei nº 15.269/2025** passa a prever expressamente que os **eventos de curtailment** decorrentes de **indisponibilidade externa e confiabilidade elétrica** terão seu custeio realizado pelo **Encargo de Serviço do Sistema (ESS)**.

CONTUDO,

O texto traz ressalvas expressas, vedando o custeio pelo ESS dos eventos decorrentes de restrições operativas por confiabilidade elétrica impostas ao agente gerador nas hipóteses em que:

- I Os documentos de acesso indicarem previamente a possibilidade de restrições;
- II Os geradores estiverem operando em desconformidade com os requisitos técnicos mínimos para conexão ao sistema de transmissão;

Compensação RETROATIVA

1º/09/2023 até a vigência da Lei



**Usinas eólicas e solares com outorga terão
direito ao ressarcimento retroativo.**



CONDIÇÃO

Assinatura de termo de compromisso
com o Poder Concedente.



EFEITOS

Renúncia a ações judiciais e
desistência de demandas em curso.



LEILÃO DE RESERVA DE CAPACIDADE POR BATERIAS

Em novembro, o MME reabriu o debate sobre a contratação de **sistemas de armazenamento em Leilão de Reserva de Capacidade (LRCAP)**, agora com previsão de realização em abril/2026 e antecipação da entrada em operação para agosto/2028.



PRINCIPAIS DIRETRIZES PROPOSTAS



Produto: Potência Armazenamento (MW)

Novos SAEs ≥ 30 MW, operação contínua ≥ 4 h, recarga ≤ 6 h e eficiência $\geq 85\%$.



Bonificação Locacional

EPE indicará pontos de conexão estratégicos; lances recebem bonificação no lance - estímulo à instalação dos sistemas em pontos da rede onde eles geram maior benefício sistêmico.

PROPOSTA DA ANEEL PARA ADESÃO DE TARIFA BRANCA

A ANEEL iniciou estudos para modernizar a estrutura tarifária dos consumidores de baixa tensão, com o intuito de promover eficiência no uso da rede e do sistema, incentivando o deslocamento do consumo para horários de menor custo.



**A proposta ainda será
submetida à Consulta Pública.**

CORTES EM USINAS (3^a FASE DA CP N° 45/2019)

Na 3^a fase da CP n° 45/2019, a ANEEL está propondo definir **critérios operativos objetivos** para a redução ou limitação da geração no SIN, diante da necessidade de estabelecer sinal econômico claro para ordenar cortes entre usinas de forma justa e eficiente.



Problema regulatório identificado

- Comandos de redução/limitação geram **custos distribuídos de forma desigual** entre geradores.
- **Falta** de critérios **claros e fundamentados** para orientar o ONS.

Objetivo: definir ordem econômica e técnica para a escolha das usinas que terão a geração reduzida.

Editorial do CPMA | ABRAPCH

Atenciosamente,



Cortez
Pimentel
& Melcop
ADVOGADOS



CONIBEN
LISBOA 2025
CONFERÊNCIA
IBERO-BRASILEIRA
DE ENERGIA