

# Regras de Comercialização

## Formação do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) (Anexo)





## Índice

<b>Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD)</b>	<b>3</b>
<i>1 Introdução</i>	<i>3</i>
1.1 Lista de Termos	5
1.2 Conceitos Básicos	6
<i>2 Detalhamento das Etapas da Formação de Preço de Liquidação das Diferenças (PLD)</i>	<i>8</i>
2.1 Processamentos dos Modelos NEWAVE e DECOMP	8
2.2 Determinação do Preço de Liquidação das Diferenças	12

# Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD)

## 1 Introdução

Uma das principais atribuições da CCEE, conforme estabelecido no inciso VI do Artigo 2º do Decreto nº 5.177/2004, é realizar a contabilização dos montantes de energia elétrica comercializados no Sistema Interligado Nacional – SIN, bem como promover a liquidação financeira dos valores decorrentes das operações de compra e venda de energia elétrica no Mercado de Curto Prazo (MCP).

**Esse módulo envolve:**

- ✓ Todos os agentes que comercializam energia no Mercado de Curto Prazo.

Para a valoração dos montantes liquidados no MCP é utilizado o Preço de Liquidação das Diferenças – PLD, apurado pela CCEE, por submercado, conforme determina o inciso V do art. 2º do Decreto nº 5.177/2004, semanalmente e por patamar de carga<sup>1</sup>, de acordo com o disposto no art. 57 do Decreto nº 5.163/2004. A base para cálculo do PLD é o Custo Marginal de Operação – (CMO)<sup>2</sup>, fruto dos modelos matemáticos utilizados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) para definir a programação da operação do sistema, limitado por um preço mínimo e por um preço máximo, estabelecidos anualmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

O PLD tem relação direta com diversos módulos das Regras de Comercialização aplicáveis ao Novo Sistema de Contabilização e Liquidação (REGRAS aplicáveis ao Novo SCL), conforme ilustra a Figura 1.

.

---

<sup>1</sup> período que compreende determinado número de horas e caracterizado pela ocorrência de valores similares de carga do sistema elétrico. Para cálculo do PLD foram definidos três Patamares de Carga (Leve, Média e Pesada) pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), responsável pela coordenação e controle da operação do SIN.

<sup>2</sup> custo para se produzir o próximo MWh necessário ao sistema elétrico.

## Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD) Detalhamento

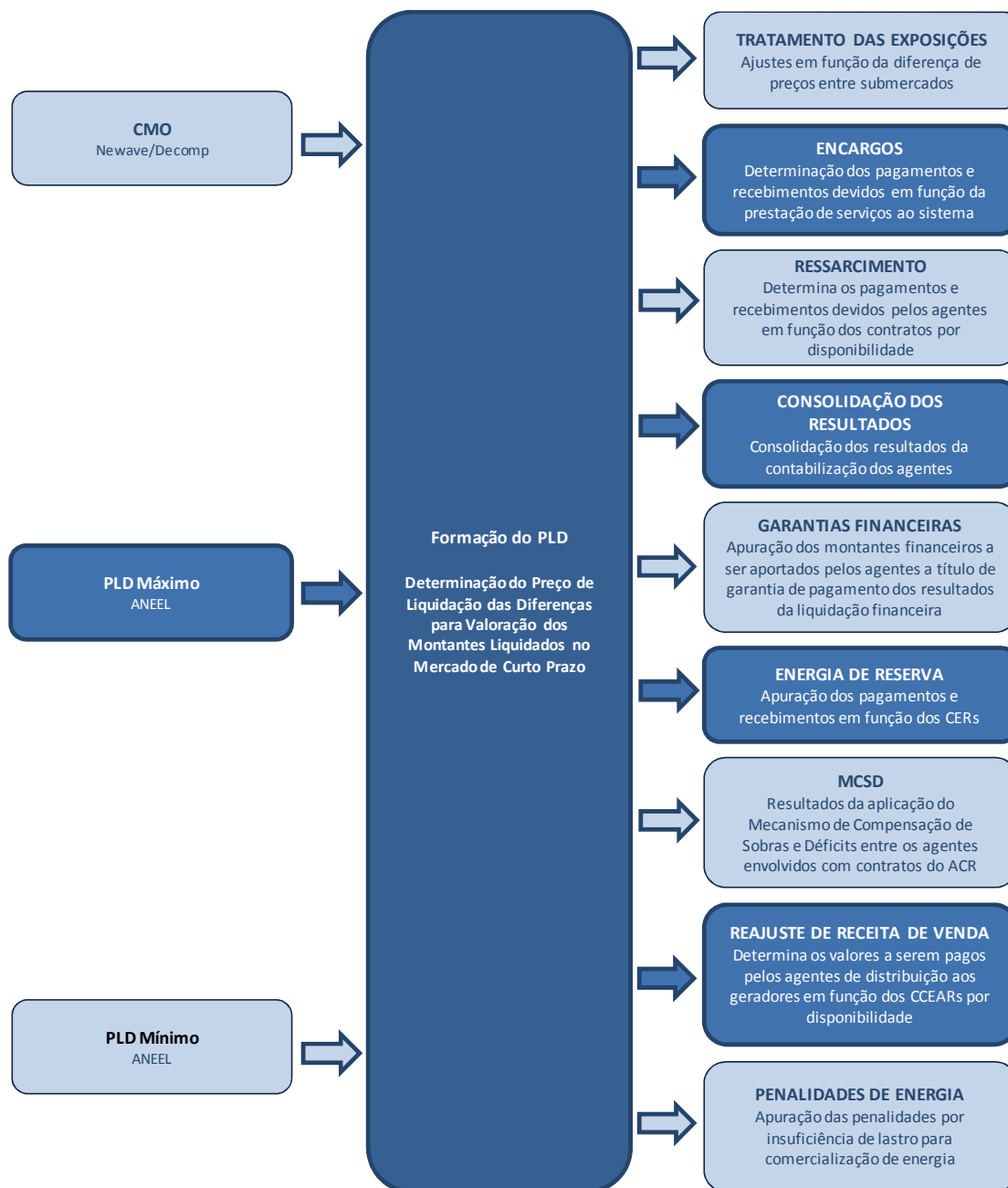


Figura 1 – Relação do módulo “Formação do Preço de Liquidação das Diferenças - PLD” com os demais módulos de regras

## 1.1 Lista de Termos

Esse módulo utiliza os seguintes termos e expressões, cujas definições são encontradas no módulo de Definições e Interpretações, tratado como anexo das Regras de Comercialização.

- **ANEEL**
- **ONS**
- **SIN**
- **CMO**
- **MCP**
- **PLD**
- **PLD Máximo**
- **PLD Mínimo**
- ***Deck de dados***
- **Intercâmbio de energia**

## 1.2 Conceitos Básicos

O planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos abrange um largo espectro de atividades, desde o planejamento plurianual até a programação diária da operação dos reservatórios. Devido ao porte e complexidade desse problema, é necessária sua divisão em diversas etapas.

Em cada etapa são utilizados modelos com diferentes graus de detalhamento para representação do sistema, abrangendo períodos de estudos com horizontes distintos (médio prazo, curto prazo e programação diária).

Na etapa de médio prazo são realizados estudos para horizontes de até 5 anos à frente, com o objetivo de definir quais serão as parcelas de geração hidráulica e térmica que minimizam o valor esperado do custo de operação, sendo o sistema representado por meio de um modelo equivalente de energia (modelo NEWAVE).

Na etapa de curto prazo (até 12 meses), com base nas informações obtidas na etapa de médio prazo, determinam-se as metas individuais de geração das usinas do sistema, bem como os intercâmbios de energia entre subsistemas (modelo DECOMP).

Os modelos de estudos energéticos mencionados são realizados no âmbito do Planejamento Anual da Operação Energética – PEN e do Programa Mensal da Operação Energética – PMO.

### **O Planejamento Anual da Operação Energética - PEN**

O PEN é realizado com periodicidade anual e revisões quadrimestrais. Com base em informações, recebidas das autoridades setoriais e dos agentes associados, sobre a oferta futura de energia e sobre as previsões de consumo do mercado, o ONS utiliza modelos matemáticos de otimização e simulação da operação para determinar estratégias operativas e avaliação das condições de suprimento ao SIN. Nesse estudo são realizadas avaliações probabilísticas do atendimento ao mercado, em que se calculam, inclusive, os riscos de ocorrência de déficits.

Os dados e informações utilizados nos estudos para o PEN também são empregados no processamento do modelo de médio prazo, no âmbito da elaboração do Programa Mensal de Operação – PMO.

### **O Programa Mensal da Operação Energética - PMO**

O PMO é elaborado pelo ONS com a participação dos agentes envolvidos, em reunião conjunta, registrada em ata, para garantir a transparência do processo. Os estudos – realizados em base mensal e revistos semanalmente – fornecem metas e diretrizes eletroenergéticas de curto prazo, de modo a otimizar a utilização dos recursos de geração e transmissão do SIN, segundo procedimentos e critérios consubstanciados nos Procedimentos de Rede, homologados pela ANEEL.

### **O Modelo NEWAVE**

O NEWAVE é um modelo de planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos com representação individualizada do parque termelétrico e representação

## Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD) Detalhamento

agregada, por meio de reservatórios equivalentes de energia, do parque hidrelétrico. As usinas hidrelétricas de cada submercado são representadas por meio de um único reservatório equivalente. As linhas de transmissão que conectam os submercados são representadas por meio de limites de intercâmbio de acordo com a topologia ilustrada na figura 2.

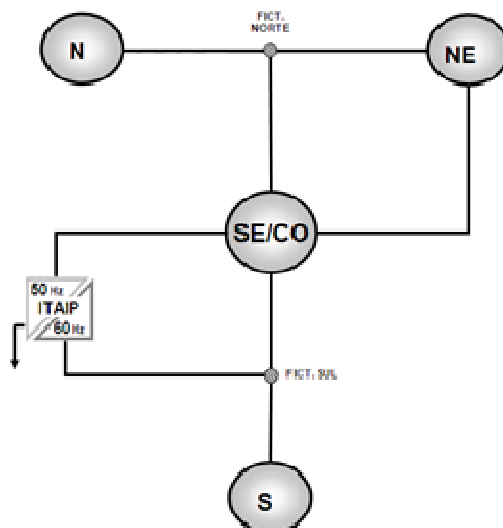


Figura 2 – Representação dos submercados do SIN no modelo NEWAVE

O objetivo básico do NEWAVE é determinar metas de geração que atendam a demanda e minimizem o valor esperado do custo de operação ao longo do período de planejamento.

Um dos principais resultados obtidos na estratégia de solução do modelo NEWAVE é a função de custo futuro. É por meio dessa função que o encadeamento com o modelo de curto prazo – DECOMP – é realizado, compatibilizando a política de operação de curto prazo com a política de operação de médio prazo, definida pelo NEWAVE

### O Modelo DECOMP

O objetivo do DECOMP é determinar o despacho de geração das usinas hidráulicas e térmicas que minimiza o custo de operação ao longo do período de planejamento, dado o conjunto de informações disponíveis (carga, vazões, disponibilidades, limites de transmissão entre subsistemas, função de custo futuro do NEWAVE).

### O Custo Marginal de Operação e o Preço de Liquidação das Diferenças

Um dos resultados fornecidos pela cadeia de modelos NEWAVE e DECOMP é o CMO, que representa o custo variável do recurso de geração mais caro despachado, caso esse ainda tenha disponibilidade para suprir o próximo incremento de carga.

O Preço de Liquidação das Diferenças - PLD é determinado com base no CMO para a primeira semana do horizonte de planejamento, considerando-se os limites máximo e mínimo definidos anualmente pela ANEEL.

## 2 Detalhamento das Etapas da Formação do PLD

Esta seção detalha cada uma das etapas realizadas pela CCEE no procedimento de cálculo do PLD.

O tratamento destas variáveis diferencia o processamento dos *decks* NEWAVE/DECOMP da CCEE e do ONS.

### O Esquema Geral

Por razões que serão explicitadas a seguir, a CCEE realiza algumas alterações nos *decks* recebidos do ONS. A Figura 3 ilustra o fluxo das atividades necessárias para o cálculo do PLD:

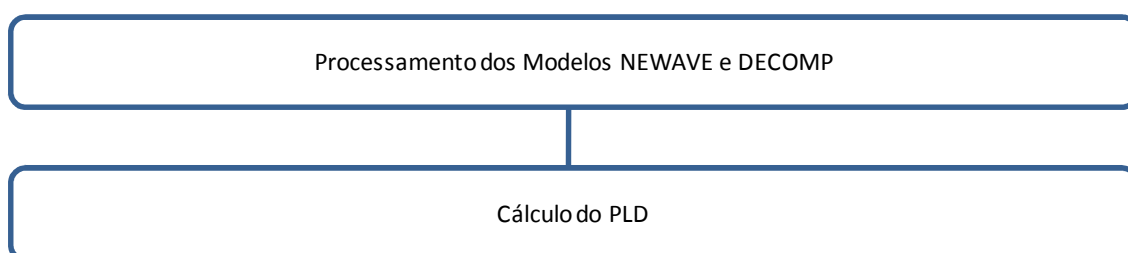


Figura 3 - Esquema Geral do Cálculo do Preço de Liquidação das Diferenças

### 2.1 Processamentos dos Modelos NEWAVE e DECOMP

#### Objetivo:

Calcular o CMO, principal insumo para a determinação do PLD.

#### Contexto:

O CMO estabelece quanto custa produzir um MWh adicional para o sistema elétrico e, conforme previsto na legislação vigente, deve ser a base para o PLD. A figura 4 situa essa etapa do cálculo em relação ao módulo completo:

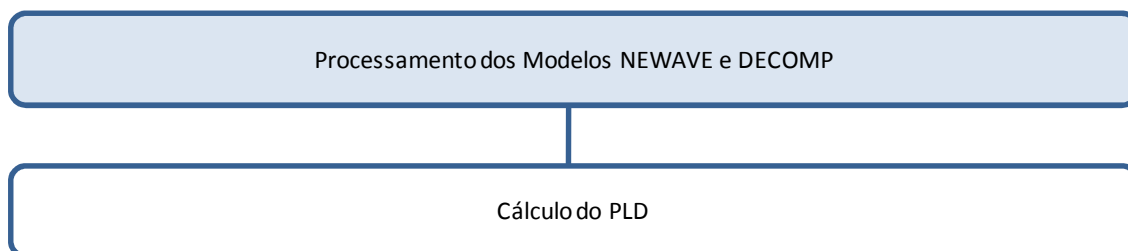


Figura 4 - Esquema Geral do Cálculo do Preço de Liquidação das Diferenças

1. Mensalmente o ONS encaminha à CCEE o deck com os dados utilizados para o processamento do NEWAVE. Esses dados são utilizados pelo ONS para realizar os estudos de Planejamento da Operação Elétrica de Médio Prazo – PEL com o objetivo de realizar o diagnóstico do desempenho do SIN, do ponto de vista de atendimento aos critérios e padrões estabelecidos nos



## Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD) Detalhamento

Procedimentos de Rede. Os estudos, dentre outros objetivos, buscam identificar as restrições elétricas que possam impedir a adoção de políticas energéticas que assegurem o menor custo da operação.

2. Os dados recebidos pela CCEE precisam ser tratados, pois restrições internas aos submercados e eventual geração de teste da usina não devem ser considerados no processo de formação do PLD. As restrições internas aos submercados devem ser excluídas pois, para fins de formação de preço, a energia comercializada deve ser tratada como igualmente disponível em todos os pontos de consumo de um mesmo submercado, isto é, deve-se desprezar as restrições elétricas internas aos submercados e, consequentemente, as gerações motivadas por essas restrições. Já uma unidade geradora em fase de testes produz energia com o objetivo de atender suas próprias necessidades de ajustes de equipamentos e verificação de seu comportamento do ponto de vista sistêmico. A solicitação do início da operação comercial poderá ser efetuada após a conclusão da operação em teste e, somente a partir desse momento, a energia produzida pela unidade geradora está efetivamente disponível ao sistema e passível de ser considerada na formação do PLD.

### Representação Gráfica:

Suponha que seja identificada no PEL a situação apresentada na ilustração onde há uma restrição na linha de transmissão N1-N2, interna ao submercado 1.

Como existe uma restrição elétrica na linha de transmissão, para que a carga L1 seja atendida, é necessário manter um nível mínimo de geração na usina G1. Esse nível mínimo de geração será considerado pelo ONS no PMO.

No entanto, como a geração mínima foi determinada por conta de uma restrição elétrica interna ao submercado, e restrições dessa natureza não são consideradas na formação do preço, o nível mínimo de geração será desconsiderado no *deck* da CCEE.

No NEWAVE esse procedimento é adotado somente nas usinas termelétricas, visto que as hidrelétricas são representadas por meio do reservatório equivalente de energia.

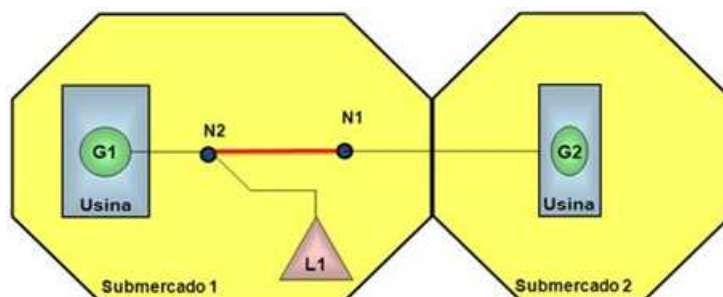


Figura 5 - Restrição Elétrica Interna ao Submercado – Tratamento do NEWAVE

3. Após o recebimento e tratamento dos dados do NEWAVE, a CCEE realiza o processamento do modelo, com o objetivo de obter a função de custo futuro

## Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD) Detalhamento

necessária para o encadeamento com o modelo de curto prazo – DECOMP. A execução do NEWAVE está restrita à semana que antecede a primeira semana de cada mês.

- Os dados do DECOMP são enviados semanalmente pelo ONS à CCEE e recebem tratamento similar empregado aos dados do NEWAVE, ou seja, exclusão das restrições internas aos submercados e desconsideração de geração de teste.

### Representação Gráfica:

A Figura ilustra uma restrição de transferência de energia entre os pontos N2-N3. No DECOMP essa restrição de transferência de energia é representada por meio de um limite máximo aplicado ao somatório das gerações das usinas G1, G2 e G3. Esse é um artifício utilizado para limitar o fluxo entre N2-N3, visto que a rede de distribuição e as linhas de transmissão entre pontos de um mesmo submercado não são representadas explicitamente no modelo.

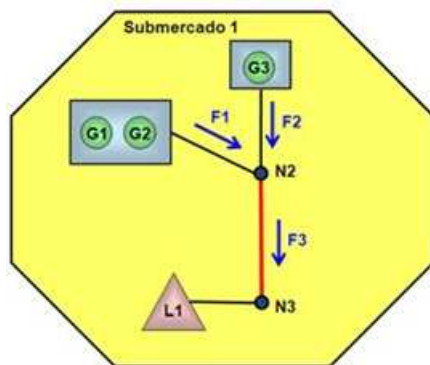


Figura 6 - Restrição Elétrica Interna ao Submercado – Tratamento do NEWAVE

- Após o recebimento e tratamento dos dados do DECOMP, a CCEE realiza o processamento do modelo, com o objetivo de calcular o CMO, que será utilizado no cálculo do PLD. Os PLDs são determinados com base no resultado do primeiro estágio de cada execução do DECOMP e em base semanal, mesmo em situações em que a semana venha a avançar a fronteira do mês de apuração (semana operativa).

#### Importante:

Uma parceria entre CCEE e ONS oferece aos agentes um treinamento específico para os modelos NEWAVE e DECOMP. O curso tem como objetivo prover um entendimento geral sobre a utilização dos modelos usados no planejamento da operação elétrica do SIN, para a determinação do CMO e cálculo do PLD. Mais informações são encontradas no site da CCEE na seção Treinamentos.

## Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD) Detalhamento

### 2.1.1 Dados de Entrada do Processamento dos Modelos NEWAVE e DECOMP

Arquivos de Entrada do NEWAVE e DECOMP	Consumo Total do Agente	
	Descrição	Arquivos utilizados para o processamento do NEWAVE (mensal) e do DECOMP (semanal). São fornecidos pelo ONS e tratados pela CCEE para utilização no processo de cálculo do PLD
	Unidade	-
	Fornecedor	CCEE
	Valores Possíveis	-

### 2.1.2 Dados de Saída do Processamento dos Modelos NEWAVE e DECOMP

CMO_SR_EA <sub>s,r,w</sub>	Custo Marginal de Operação Sem Restrição Ex-Ante	
	Descrição	Custo para se produzir o próximo MWh produzido para o sistema, calculado pela aplicação dos modelos NEWAVE e DECOMP antes da operação física do sistema (cálculo ex-ante). Definido por submercado "s", patamar de carga "r" e semana "w".
	Unidade	R\$/MWh
	Valores Possíveis	Positivos ou zero

## 2.2 Determinação do PLD

### Objetivo:

Calcular o PLD, valor utilizado na contabilização do MCP.

### Contexto:

O PLD é determinado com base na comparação do CMO com os limites máximo e mínimo estabelecidos pela ANEEL para todos submercados, semanas e patamares de carga. A Figura 7 situa esta etapa do cálculo em relação ao módulo completo:

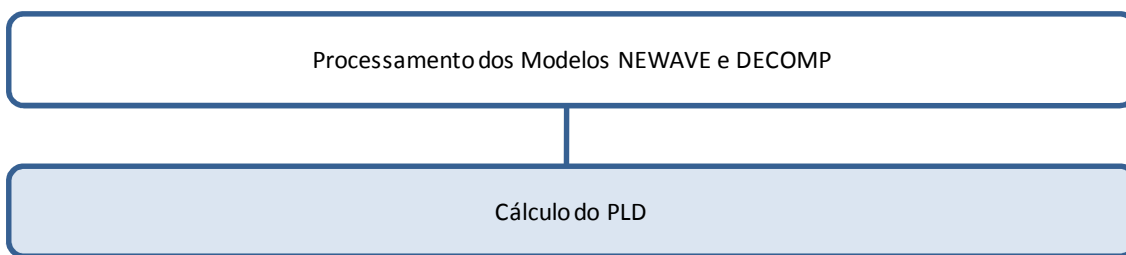


Figura 7 - Esquema Geral do Cálculo do PLD

### 2.2.1 Determinação do PLD

O processo de determinação do PLD é composto pelos seguintes comandos e expressões:

6. O PLD, definido por submercado, patamar de carga e semana, deverá ser determinado de acordo com a seguinte expressão:

$$PLD_{s,r,w} = \min(\max(CMO\_SR\_EA_{s,r,w}, PLD\_MIN_f), PLD\_MAX_f)$$

Onde:

$PLD_{s,r,w}$  é o Preço de Liquidação das Diferenças determinado por submercado "s", patamar de carga "r" e semana "w"

$CMO\_SR\_EA_{s,r,w}$  é o Custo Marginal de Operação Sem Restrição Ex-Ante determinado por submercado "s", patamar de carga "r" e semana "w"

$PLD\_MIN_f$  é o valor mínimo que o PLD pode assumir no ano de apuração "f"

$PLD\_MAX_f$  é o valor máximo que o PLD pode assumir no ano de apuração "f"

7. O PLD Horário, definido por submercado e período de contabilização "j" deverá ser determinado de acordo com a seguinte expressão:

$$PLD_{H_{s,j}} = PLD_{s,r,w}$$

$$\forall j \in r, w$$

Onde:

$PLD_{H_{s,j}}$  é o Preço de Liquidação das Diferenças Horário determinado por submercado "s", e período de contabilização "j"

# Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD) Detalhamento

$PLD_{s,r,w}$  é o Preço de Liquidação das Diferenças determinado por submercado "s", patamar de carga "r", e semana "w"

## Importante:

O PLD Horário é calculado para cada uma das horas de um determinado patamar. Na prática, o preço da hora se iguala ao PLD do patamar ao qual pertence.

### 2.2.2 Dados de Entrada da Determinação do PLD

Custo Marginal de Operação Sem Restrição Ex-Ante		
CMO_SR_EA <sub>s,r,w</sub>	Descrição	Corresponde aos ajustes totais de energia elétrica de uma parcela de usina "p" participante do MRE, no patamar de carga "r" e semana "w"
	Unidade	MWh
	Fornecedor	MRE (Cálculo dos Ajustes Totais do MRE)
	Valores Possíveis	Positivos ou Zero
PLD Mínimo		
PLD_MIN <sub>f</sub>	Descrição	Valor mínimo que o PLD pode assumir no ano de apuração "f"
	Unidade	R\$ / MWh
	Fornecedor	ANEEL
	Valores Possíveis	Positivos
PLD Máximo		
PLD_MAX <sub>f</sub>	Descrição	Valor máximo que o PLD pode assumir no ano de apuração "f"
	Unidade	R\$ / MWh
	Fornecedor	ANEEL
	Valores Possíveis	Positivos

### 2.2.3 Dados de Saída da Determinação do PLD

Preço de Liquidação das Diferenças		
PLD <sub>s,r,w</sub>	Descrição	Preço pelo qual é valorada a energia comercializada no Mercado de Curto Prazo. Definido por submercado "s", patamar de carga "r" e semana "w".
	Unidade	R\$/MWh
	Valores Possíveis	Positivos ou zero

## Formação do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD) Detalhamento

PLD_ $H_{s,j}$	Preço de Liquidação das Diferenças Horário	
	Descrição	Preço pelo qual é valorada a energia comercializada no Mercado de Curto Prazo. Definido por submercado "s" e Período de Contabilização "j"
	Unidade	R\$/MWh
	Valores Possíveis	Positivos ou zero