

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE

PROJETO META

Projeto de Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO –
BIRD

Loan: 9074-BR

Termo de Referência nº 14

**Estudo sobre a formação de preço de energia elétrica de curto prazo: uma análise do
mercado brasileiro**

DEZEMBRO/2021

META

PROJETO DE ASSISTÊNCIA
TÉCNICA DOS SETORES DE
ENERGIA E MINERAL



BANCO MUNDIAL
BIRD • AID | GRUPO BANCO MUNDIAL



SUMÁRIO

1. CONTEXTO	4
2. JUSTIFICATIVA	9
3. OBJETIVO	10
4. ALCANCE	11
5. PRODUTOS	11
5.1. PRODUTO 1	12
5.2. PRODUTO 2	13
5.3. PRODUTO 3	14
5.4. PRODUTO 4	17
5.5. PRODUTO 5	18
5.6. PRODUTO 6	19
5.7. PRODUTO 7	21
5.8. PRODUTO 8	23
5.9. PRODUTO 9	24
5.10. PRODUTO 10	25
5.11. PRODUTO 11	26
6. ATIVIDADES	27
7. PRAZO/CRONOGRAMA	32
8. QUALIFICAÇÃO	34
9. FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS	42
10. FORMAS DE PAGAMENTO	43
11. SUPERVISÃO	43
12. ELEMENTOS DISPONÍVEIS	44
13. ENQUADRAMENTO DAS DESPESAS	44
14. SALVAGUARDAS	44
15. VEDAÇÃO LEGAL	44
16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

TERMO DE REFERÊNCIA – TDR nº 14

REALIZAÇÃO DE ESTUDO SOBRE A FORMAÇÃO DE PREÇO DE ENERGIA ELÉTRICA DE CURTO PRAZO: UMA ANÁLISE DO MERCADO BRASILEIRO

1. CONTEXTO

Um dos principais objetivos de um sistema de energia elétrica é atender a demanda de forma segura e confiável. O sistema elétrico brasileiro, por suas proporções continentais e características de operação interligada tem destaque no cenário mundial, sendo o oitavo maior produtor de energia do mundo com aproximadamente 520,02 TWh de acordo como a Agência Internacional de Energia (IEA, 2019). De forma mais específica, o Brasil, no *ranking* mundial, é o segundo colocado em capacidade instalada de energia hidráulica (IHA, 2020), e recentemente, também tem ganhado destaque na capacidade instalada de energia eólica, 7º lugar no *ranking* mundial (ABEEÓLICA, 2020)

O Sistema Interligado Nacional (SIN) conta com 215,13 GW de potência instalada que incluem empreendimentos de geração como usinas hidrelétricas, termoeletricas, nucleares, eólicas, solares e biomassa (ANEEL, 2021). Para interligar o SIN são necessários cerca de 145.600 km de linhas de transmissão (ONS, 2021), sendo assim, um grande desafio operar um sistema desse porte.

A predominância da hidroeletricidade adiciona algumas características ao SIN, tais como: (i) incerteza das afluências: a geração disponível para o atendimento a demanda está intimamente atrelada a quantidade de chuva nas bacias hidrográficas; (ii) acoplamento temporal: as decisões de armazenamento tomadas no presente, podem ter impacto positivo ou negativo no futuro; (iii) a geração de uma usina a montante tem impacto direto nas demais usinas a jusante da cascata.

Embora o país tenha uma geografia favorável, é impraticável pensar em um sistema puramente hidrelétrico, uma vez que, o sistema estaria totalmente dependente do regime hidrológico, sem a complementariedade de outras fontes de geração. Assim, uma alternativa para garantir a segurança operativa é a combinação de usinas hidráulicas com usinas térmicas o qual deu origem aos sistemas hidrotérmicos.

Os sistemas hidrotérmicos são mundialmente conhecidos, e diante das complexidades supracitadas, é complexo pensar em um modelo matemático que consiga representar todas

essas características. Assim, geralmente, o planejamento da operação é dividido em três etapas, aumentando o nível de detalhamento do sistema a cada etapa: (i) Médio Prazo, em que geralmente, se considera um horizonte plurianual; (ii) Curto Prazo, modelo linear onde considera-se a estocasticidade nas afluições e as usinas individualizadas, para um horizonte de pouco meses e (iii) Programação Diária da Operação, em que pode haver a representação do *unit commitment*, função de produção hidrelétrica não linear e consideração da rede elétrica, para um horizonte semanal com estágios horários.

Na década de 90, ocorreu a primeira reforma do setor elétrico brasileiro que buscava a criação de um ambiente competitivo que estimulasse novos investimentos para expansão da geração. Essa mudança aconteceu por meio da reforma institucional do setor promovida a partir do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (RE-SEB).

Em 2002, o Comitê de Revitalização do Setor Elétrico propôs pela primeira vez a ideia da implementação de um mecanismo baseado em preço por ofertas para o Brasil. Nesta proposta os agentes térmicos e demandas teriam a oportunidade de submeter ofertas ao mercado em formato de uma curva de preço por quantidade. Enquanto os agentes hidráulicos teriam um mecanismo baseado em reservatórios virtuais, onde cada agente teria uma “conta” de direitos de energia, cujo somatório dos saldos seria equivalente à energia armazenada física do sistema. Dessa forma, os agentes hidráulicos poderiam realizar ofertas de preço e quantidade, limitado ao saldo de suas respectivas contas. Colocando as ofertas em ordem de mérito, seriam construídas curvas de disposição a produzir e a consumir, de modo que o cruzamento das curvas determinaria o preço de curto prazo e a produção de cada agente térmico. O ONS determinaria um despacho físico das usinas hidrelétricas com base no total “despachado” comercialmente pelas mesmas, de modo que a mesma quantidade de energia total do esquema de oferta seja gerada, mas otimizando o sistema. Por fim, haveria uma etapa de conciliação em que a energia armazenada física e contábil seriam alocadas de forma proporcional aos agentes hidráulicos.

A segunda reforma institucional do setor elétrico é conhecida como Novo Modelo do Setor Elétrico (MSEB-2004). Esse modelo buscou garantir o suprimento de energia elétrica e a modicidade tarifária.

No que tange a comercialização de energia, o novo modelo viabilizou o ambiente de comercialização conhecidos como Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Cada um desses ambientes possui lógicas e estruturas distintas.

Com relação à formação de preço, o Brasil adotou o preço por custo (modelo). Dessa forma, os modelos matemáticos são usados para as etapas de Planejamento da Operação e do cálculo do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) que é usado na liquidação do mercado de curto prazo.

O PLD é baseado no despacho definido pelos modelos computacionais em um processo *ex-ante*, ou seja, é apurado com as informações previstas, anteriores à operação real do sistema, considerando os valores de disponibilidades declaradas de geração e a demanda prevista para cada submercado.

Em 2019, por meio da Portaria MME nº403 foi instituído o Comitê de Implantação da Modernização do Setor Elétrico (CIM) cujo objetivo é implementar medidas de curto, médio e longo prazo para modernização do setor. Estas medidas foram divididas nas seguintes frentes de atuação (MME, 2021):

- Formação de Preço
- Critério de Suprimento
- Medidas de Transição
- Separação Lastro e Energia
- Sistemática de Leilões
- Desburocratização e Melhoria de Processos
- Governança
- Novas Tecnologias
- Abertura do Mercado
- Racionalização de Encargos e Subsídios
- Sustentabilidade da Distribuição
- MRE
- Processo de Contratação
- Sustentabilidade da Transmissão
- Integração Gás - Energia Elétrica

Em 1º de janeiro de 2021, o PLD passou a ser calculado diariamente em base horária para cada um dos submercados através do modelo computacional DESSEM. O cálculo dos preços em granularidade horária foi uma importante etapa da Modernização do Setor Elétrico.

Buscando um aprimoramento contínuo dos modelos, foi criada a Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico (CPAMP)

cuja finalidade é garantir a coerência e a integração das metodologias e programas computacionais utilizados pelo Ministério de Minas e Energia (MME), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Operador Nacional do Sistema (ONS).

A CPAMP tem promovido a evolução constante dos modelos oficiais usados no setor elétrico, em que se destacam os seguintes aprimoramentos:

- 2013 – Internalização nos modelos do mecanismo de aversão ao risco CVaR;
- 2016 – Melhor representação do número de Reservatórios Equivalentes de Energia (REEs), passando de 4 REEs para 9 REEs;
- 2017 – Uso de um patamar da Função do Custo de Déficit;
- 2018 – Melhor representação do número de REEs, passando de 9 REEs para 12 REEs;
- 2020 – Adoção do mecanismo adicional de aversão ao risco de volume mínimo operativo (V_{minOp}), da reamostragem dos cenários hidrológicos e do CVaR (50,35).

Sob a ótica de aprimoramento dos modelos de formação de preço por modelo, a seguir são elencados alguns projetos com metodologias alternativas àquelas que são empregadas na cadeia atual dos modelos otimização:

- Otimização do Despacho Hidrotérmico através de Algoritmos Híbridos de Otimização em ambiente de Computação Distribuída – Modelo PHOENIX – Proponente: Copel;
- Modelo de Despacho Hidrotérmico Ótimo para o Sistema Interligado Nacional – Modelo Hidroterm – Proponente: USP;
- Modelo de Otimização do Despacho Hidrotérmico - Modelo MDDH – Proponente: Geração Paranapanema;
- Otimização do Despacho Interligado Nacional – Modelo ODIN – Proponente: CESP;
- Plataforma Computacional para o Cálculo da Política Ótima de Geração no Horizonte de Médio Prazo do Sistema Interligado Nacional – Modelo SMERA – Proponente: Tractebel (Engie);
- Metodologia para Definição de Políticas Semanais e Mensais do SIN no Horizonte de Médio Prazo com Modelagem Individualizadas das Usinas Hidrelétricas – Modelo SPARHTACUS – Proponente: Tractebel (Engie);

- Modelo Estocástico de Políticas Semanais para o Despacho Horário do Sistema Interligado Nacional – Modelo SPARHTACUS II – Proponente: Norte Energia;
- Integração de Renováveis Intermitentes: Um modelo de simulação da operação do sistema elétrico brasileiro para apoio ao planejamento, operação, comercialização e regulação – Modelo IRIS – Proponente: AES Uruguaiana.P&D Preço Horário – Um Modelo Matemático Determinístico alternativo para a formação de preço no mercado de curto prazo em base horária – Proponente: EDP.
- P&D Reserva Dinâmica – Modelo co-otimizado que considera a Reserva de Potência Operativa e a operação estocástica horária do SIN – Proponente: EDP.

Com relação a propostas de implementação de desenhos de mercado baseados em preço por oferta, este tema vem sendo discutido academicamente, por instituições setoriais e Agentes nos últimos anos. Entre os trabalhos acadêmicos mais recentes podemos citar: (Hochstetler, e Cho, 2019), (Hochstetler, et al., 2019), (Nazaré, et al., 2019), (Cruz, 2017), (Calabria, 2015), (Pinto, 2007) e (Lino, et al., 2003). Com relação a iniciativas institucionais recentes, podem-se citar:

- P&D ANEEL - *Offer Based Market Study* – Proponente: Eneva (Início: 2021);
 - P&D ANEEL - Formação de Preço por Oferta: Propostas de metodologias para a formação de preços por oferta no Brasil – Proponente: Engie (Início: 2020): <https://www.engie.com.br/inovacao/inovacao-e-pd/projetos/formacao-de-preco-por-oferta/> ;Consulta Pública MME nº 33/2017 – Aprimoramento do marco legal do setor elétrico – Nº 5/2017/AEREG/SE e contribuições dos Agentes;
- P&D ANEEL - Arquitetura de mercado para a comercialização de energia elétrica no Brasil: Análise, simulação e propostas – Proponente: EDF (Início: 2014).

O Relatório do Grupo Temático: Mecanismos de Formação de Preço do GT Modernização (GT Modernização, 2019) apresentou um mapeamento e avaliação de diferentes arranjos de mercado e mecanismos de formação de preço, principalmente para a formação de preço por custos (ou modelo) e formação de preço por oferta.

No que se diz respeito ao mecanismo de formação de preço por custo (ou modelo), este tem evoluído significativamente nos últimos anos por meio das iniciativas da CPAMP. Sendo este um desenvolvimento que deve ser mantido. Assim, de forma a complementar, recomendou-se que sejam avaliados quais são os aspectos metodológicos que requerem aperfeiçoamento da atual cadeia de modelos para formação de preço por custo.

Com relação ao mecanismo de formação de preços por oferta, foi sugerido no Relatório do Grupo Temático (GT Modernização, 2019) que seja realizado um estudo mais detalhado, com uma proposição efetiva de um modelo de preço por oferta que se adeque ao mercado brasileiro e que enderece os seguintes aspectos:

- Regulamentação forte e mecanismos bem definidos para monitoramento e controle do poder de mercado;
- Mecanismo de oferta de preço que conviva harmoniosamente com o despacho físico das usinas hidrelétricas e com o aumento da participação de fontes intermitentes na matriz energética, bem como a expansão da geração distribuída;
- Operação segura do sistema quanto aos níveis mínimos de confiabilidade de suprimento energético;
- Instrumentos capazes de induzir a adequada resposta da demanda em função do comportamento do preço;
- Legado dos contratos já firmados.

Como descrito nas seções a seguir, muitas das recomendações endereçadas no GT Modernização (2019) estão contempladas em produtos específicos no presente projeto, tando do ponto de vista dos desenhos de mercado baseados em formação de preço por custo como nos baseados em preços por oferta.

2. JUSTIFICATIVA

Com o atual mecanismo de formação de preço, além do desafio de representar adequadamente toda a complexidade inerente ao problema de operação de sistemas hidrotérmicos de grande porte, tem-se observado um crescimento exponencial das fontes intermitentes de energia na matriz energética brasileira, o que adiciona uma complexidade ao atual mecanismo de formação de preço. Em um futuro próximo, espera-se também o aumento da geração distribuída no país. Fatores esses que ainda carecem de uma representação específica no atual mecanismo de formação de preços por custo (modelo).

Este projeto deverá apresentar um diagnóstico do atual mecanismo de formação de preço, indicando quais seriam os avanços necessários para aprimorar a eficiência operativa e sinalizar uma alocação equilibrada dos custos no curto e no longo prazo, promovendo dessa forma a eficiência econômica no uso dos recursos energéticos e no sinal econômico associado ao preço de curto prazo. Complementarmente, também, se almeja uma avaliação detalhada das vantagens e desvantagens entre os mecanismos de formação de preço por custo (modelo) e de formação de preço por oferta no contexto do setor elétrico brasileiro.

Finalmente, na eventual adoção do mecanismo de formação de preço por oferta, esse projeto deve indicar detalhadamente o melhor arranjo para o mercado brasileiro, inclusive com a indicação das adequações necessárias ao arranjo do ambiente comercial, regulatório e quais seriam as melhores práticas empresariais. Na proposta, o despacho comercial associado ao preço da energia elétrica de curto prazo, o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), indica o despacho físico, nominando os recursos de geração para atender o consumo (despacho pelo mercado). Esse despacho está sempre sujeito ao redespacho por parte do operador, assegurando o adequado funcionamento do sistema.

3. OBJETIVO

Este Termo de Referência tem como objetivo geral a contratação de consultoria(s) especializada(s) para realizar estudo sobre os mecanismos de formação de preço por custo (modelo) e de preço por oferta sob a ótica das peculiaridades operativas e comerciais do mercado brasileiro de energia elétrica. É importante que o projeto enderece pontos nevrálgicos do SIN, no que tange:

- A harmonia/otimização na operação das usinas hidrelétricas;
- Mitigação do poder de mercado (concentração);
- A confiabilidade do suprimento de energia no longo prazo;
- A participação ativa da demanda.

Assim, os objetivos específicos do projeto são:

- Aprofundar o conhecimento setorial sobre os mecanismos de formação de preço, por meio de *workshops* e treinamentos específicos;
- Aprimorar a eficiência econômica do sinal de preço do setor elétrico brasileiro;
- Mitigar a volatilidade de preços;
- Reduzir os custos totais de operação;
- Incentivar a atratividade de investimentos para o setor elétrico;
- Apresentar um diagnóstico dos avanços necessários para o mecanismo de formação de preço por custo (modelo), bem como possíveis alternativas metodológicas para uma melhor eficiência do sinal de preço;

- Avaliação crítica do mecanismo de formação de preço por oferta no cenário mundial, principalmente em países com predominância hidrelétrica;
- Avaliação detalhada das vantagens e desvantagens entre os mecanismos de formação de preço por custo (modelo) e de formação de preço por oferta no contexto do setor elétrico brasileiro;
- Propor uma metodologia de formação de preços por oferta que atenda as particularidades do setor elétrico brasileiro e que possa conviver com o despacho físico das usinas hidrelétricas. Na proposta, o despacho comercial associado ao preço da energia elétrica (PLD) passa a definir o despacho físico, sujeito a redespacho por parte do operador para o melhor funcionamento do sistema (nominção pelo mercado);
- Indicar o arranjo mais adequado para mitigar o poder de mercado;
- Propor um mecanismo para o adequado gerenciamento de risco sistêmico de suprimento considerando o ambiente de preço por oferta;
- Desenvolver ferramentas que permitam avaliar os impactos que podem decorrer de uma eventual migração do mecanismo de formação de preço por custo (modelo) para o mecanismo de formação de preço por oferta;
- Apresentar adequados tratamentos para os contratos legados.
- Apresentar um diagnóstico sobre a consideração direta ou indireta, no processo de formação do preço de energia elétrica de curto prazo, das externalidades associadas aos impactos socio-ambientais com base em experiências internacionais, de modo a priorizar fontes de geração de menor impacto potencial.

4. ALCANCE

O público-alvo deste Termo de Referência é constituído pelos formuladores de políticas públicas do setor elétrico. Os estudos e conclusões resultantes deste trabalho, de modo geral, servirão para a ampliação de conhecimento sobre os mecanismos de formação de preço por custo (modelo) e de preço por oferta da energia elétrica para os colaboradores, agentes do mercado de energia elétrica brasileiro e outras instituições relacionadas, bem como servirão de insumo para proposições de medidas concretas no arcabouço normativo aplicável ao setor elétrico.

5. PRODUTOS

Os produtos resultantes apoiarão os trabalhos de proposição de aperfeiçoamento no desenho de mercado do setor elétrico brasileiro, que tem por propósito melhorar a eficiência operativa e o sinal econômico do preço.

Os relatórios técnicos e conteúdos pertinentes deverão obedecer a uma estrutura de diagramação padrão pré-definida no Produto 1, tendo em vista que o conteúdo do projeto poderá, futuramente, compor publicações em conjunto ou isoladamente.

A seguir, estão elencados os produtos que devem ser elaborados durante o período de contratação.

5.1. PRODUTO 1

Formato: Relatório Técnico.

Título: Plano de Trabalho.

Detalhamento: Este produto será um Relatório Técnico que conterà a descrição das atividades/etapas de trabalho que a contratada definir como necessárias para atingir os objetivos propostos, bem como a metodologia a ser utilizada para sua realização. Deverá estar diretamente relacionada aos produtos e cronogramas definidos neste TDR, citando objetivos específicos, atividades, prazos, responsáveis e parceiros. Deverá também indicar as datas para as entregas dos produtos intermediários e finais, bem como das versões preliminares. Dessa forma, no Plano de Trabalho deverá constar, porém sem se limitar a:

- Definições gerais à cerca do projeto, no que conste:
 - Forma de intercâmbio de documentos;
 - Formas de gestão de conteúdo (plataforma *online*, *sharepoints* entre outros);
 - Forma de gestão dos programas a serem elaborados no decorrer do projeto no que refere ao gerenciamento da sua programação, ao compartilhamento do código e a documentação.
 - Forma de comunicação entre instituições e contratadas;
 - Padronização da diagramação da documentação a ser elaborada durante todo o projeto, de forma que cada um dos relatórios técnicos e outros documentos pertinentes sejam entendidos como partes de um todo.
- Contextualização do projeto;
- Revisão bibliográfica de forma a inserir o projeto no *status quo*.
- Objetivos do projeto, com metas estabelecidas.

- Cronograma das atividades, indicando os prazos das entregas compatíveis com o presente TDR, indicando inclusive datas para as reuniões internas, *workshops* e treinamentos previstos.
 - Visando dar publicidade e transparência ao projeto, será proposta a meta de ser fazer *workshops* com Agentes e Instituições setoriais a cada seis meses, previstos em cronogramas, de forma a apresentar os produtos intermediários.

Com relação aos programas computacionais pede-se a priorização de ferramentas que permitam o compartilhamento de código visando o desenvolvimento de ferramentas em código aberto. Além disso, quando factível, pede-se a priorização de utilização de *solvers* de otimização gratuitos ou de desenvolvimento nacional. O Plano de Trabalho será essencial para o planejamento, organização e monitoramento do projeto, devendo ser elaborado visando este objetivo.

5.2. PRODUTO 2

Formato: Relatório Técnico.

Título: Diagnóstico sobre mecanismos de formação de preço por custo (modelo).

Detalhamento: O Produto 2 consiste em um Relatório Técnico contendo análises sobre quais seriam os aprimoramentos necessários a serem implementados nos atuais modelos de formação de preço para que se tenha uma melhor sinalização do preço. Nesse relatório deverá constar, porém não se limitando a:

- Diagnóstico dos países que utilizam modelos de formação de preço por base em custo, apresentando as semelhanças e diferenças dos modelos utilizados no Brasil;
- Contextualização, de forma esquemática e comparativa, sobre as principais características dos modelos nacionais/internacionais, indicando a robustez do sistema, características metodológicas, algoritmos de solução e utilização de modelos de suporte;
- Descrição da atuação das instituições operadoras do sistema como, por exemplo, instituição intermediadora comercial, operador do sistema físico, operador da rede de transmissão, dentre outros;
- Formas de tratamento de usos múltiplos d'água;
- Discussão sobre os mecanismos para promoção da expansão do sistema elétrico;

- Contextualização das características de mercado dos sistemas internacionais, de forma a esclarecer:
 - O formato dos contratos energéticos negociados;
 - A forma de liquidação das diferenças. Discussão sobre a existência de liquidações múltiplas;
 - A existência de contratos financeiros, com o esclarecimento da forma do estabelecimento de referenciais de preço;
 - Identificação das práticas de mercado, no que se refere aos participantes de cada um dos ambientes de negociação;
 - O detalhamento sobre outros serviços de sistema negociados, como por exemplo, porém não se limitando a: Serviços ancilares, contratos de lastro de energia e serviços de reserva de potência;
 - Diagnóstico sobre externalidades associadas a impactos sócio-ambientais que afetem o processo de formação do preço de energia elétrica de curto prazo, de modo a priorizar as fontes de geração de menor impacto potencial.
- Uma discussão sobre a forma de incorporação de serviços integrados aos modelos por custo, como os seguintes serviços ancilares:
 - Serviços de controle de frequência;
 - Reserva de potência;
 - Suporte de reativos;
 - Auto-restabelecimento.
 - Entre outros.

A análise do relatório visa o aprimoramento dos modelos vigentes. Com base no diagnóstico levantado, espera-se a proposição de metodologias alternativas ou adaptações metodológicas às atualmente empregadas na cadeia de formação de preços por base em custos do SIN. É importante que os modelos e metodologias propostas sejam robustas e que proporcionem análises estatísticas de longo prazo, tendo em vista as principais fontes de incertezas do SIN.

Deve-se também estar contemplada a análise do esforço estimado para implantação das metodologias propostas, tendo em vista a atual conjuntura dos sistemas computacionais. Este relatório será utilizado de base para análises comparativas no Produto 4 e subsequentes, e dessa forma deve ser organizado de forma condizente para esse fim.

5.3. PRODUTO 3

Formato: Relatório Técnico.

Título: Diagnóstico sobre o mecanismo de formação de preço por oferta.

Detalhamento: O Produto 3 consiste em um Relatório Técnico que tem o objetivo de discutir o mecanismo de formação de preço por oferta no cenário mundial. Neste relatório, além de explorar os mercados mais consolidados que utilizam por base preços por ofertas, também deverá ser dado especial enfoque em países com predominância hidrelétrica em sua matriz energética. Deve constar no relatório, porém sem se limitar a:

- Diagnóstico dos países que utilizam mecanismos de formação de preço por base em ofertas. Descrição de mecanismos alternativos a modelos clássicos e mistos (mecanismos de preço por oferta e por custo atuando paralelamente).
- Contextualização, de forma esquemática e comparativa, das principais características dos modelos internacionais, indicando a robustez do sistema. Entre os tópicos deverão constar, porém se limitar a:
 - Experiências em preços zonais e nodais;
 - A concorrência entre diferentes fontes de energia;
 - Diferenciação de contratos energéticos e contratos de atendimento à ponta;
 - Os mecanismos para promoção da expansão do sistema elétrico.
- Discussão sobre a composição e o nível de concentração do mercado.
- Mecanismos para se garantir o equilíbrio de mercado do ponto de vista de se mitigar conflitos de interesse com relação à operação em cascatas.
- Formas de tratamento de usos múltiplos d'água.
- Contextualização das características de mercado dos sistemas internacionais, de forma a esclarecer:
 - O formato dos contratos energéticos negociados;
 - A forma de liquidação das diferenças. Discussão sobre a existência de liquidações múltiplas;
 - A existência de contratos financeiros, com o esclarecimento dos referenciais de preço, participantes dos mercados, formato dos produtos (por exemplo a existência de contratos futuros, a termo, opções), a atuação de *clearing houses*, metodologias

- de formação de margem e outras formas de mitigação de risco de crédito utilizados pelas instituições intermediadoras;
- Descrição da atuação das instituições operadoras do sistema como, por exemplo, instituição intermediadora comercial, operador do sistema físico, operador da rede de transmissão, dentre outros;
 - Discussão sobre o acesso ao mercado de energia elétrica de agentes não detentores de ativos físicos (contratos virtuais);
 - O detalhamento sobre outros serviços de sistema negociados, como por exemplo, porém não se limitando a: Serviços ancilares, contratos de lastro de energia e serviços de reserva de potência;
 - Diagnóstico sobre externalidades associadas a impactos sócio-ambientais que afetem o processo de formação do preço de energia elétrica de curto prazo, de modo a priorizar as fontes de geração de menor impacto potencial.
- Proposta conceitual de um mecanismo de preço por oferta que se adeque ao mercado brasileiro de forma a endereçar os principais tópicos neste quesito, contemplando, porém sem se limitar a:
 - Estrutura do mecanismo de mercado – relação entre o mercado de energia, despacho e operação; quantidade de liquidações. Relação entre mercado físico e mercado financeiro.
 - Preços zonais ou nodais;
 - Definições relativas às ofertas:
 - Frequência das ofertas
 - Formato e discretização temporal:
 - Ofertas preço e quantidade;
 - Ofertas de restrições e custos específicos;
 - Agentes ofertantes (consumidores, geradores flexíveis, geradores de fontes intermitentes e ofertas virtuais).
 - Endereçamento de proposta de equilíbrio de geração em cascatas e com mercado concentrado.

Espera-se que seja apresentada uma avaliação crítica sobre o atual estágio de desenvolvimento/implantação desse mecanismo nos países avaliados. O relatório técnico deverá fazer uma proposta do modelo conceitual que enderece os principais quesitos necessários para a adequação de um mecanismo de preço por oferta para o mercado brasileiro. Esses

direcionamentos serão detalhados em relatórios subsequentes. Por fim, este relatório será utilizado de base para análises comparativas no Produto 4 e subsequentes, e dessa forma deve ser organizado de forma condizente para esse fim.

5.4. PRODUTO 4

Formato: Relatório Técnico.

Título: Avaliação das vantagens e desvantagens dos mecanismos de formação de preço.

Detalhamento: Tendo em vista a contextualização apresentada através dos Produto 2 e Produto 3, o Produto 4 consiste na avaliação detalhada das vantagens e desvantagens entre os mecanismos de formação de preço por custo (modelo) e de formação de preço por oferta no contexto do setor elétrico brasileiro. O presente produto pressupõe a proposição de uma métrica quantitativa, quando possível, de forma a tornar possível a comparação das alternativas metodológicas. Sugere-se a utilização de metodologias gráficas comparativas, como *Harvey Balls*, gráficos radares e similares de forma a se dinamizar a análise. Entre os itens que deverão constar no relatório estão, porém não se limitando a:

- A descrição de experiências internacionais de migração de mecanismos de mercado de energia elétrica de base por custo para base por ofertas e vice e versa. Descrição dos desafios encontrados nos processos migratórios e a sua contextualização para o SIN.
- Análise comparativa das características de mercado levantados nos Produtos 2 e Produtos 3;
- Análise comparativa da atuação rotineira do operador de mercado e do operador de sistema. Suas atividades recorrentes em cada um dos modelos de mercado;
- Análise do poder de atuação do operador em situações de estresse, com graves condicionantes motivados, por exemplo, de reduções prolongadas de afluições, contingências estruturais físicas do sistema, *blackouts* e desequilíbrios estruturais de mercado;
- Análise sobre o acesso e a forma de atuação de agentes consumidores;
- Análise sobre agentes geradores com características de oferta de energias inelásticas (fontes intermitentes, grandes usinas fio d'água, usinas termelétricas de despacho pré-definido, como por exemplo, usinas à GNL no SIN);

- Análise comparativa com relação a métricas de mercado como, por exemplo, porém não se limitando a, nível de participação (*market share*) dos agentes de mercado, liquidez, giro de negócios, volatilidade, dentre outros.

O Produto 4 será fundamental para o embasamento técnico e metodológico que subsidiará a decisão de alteração ou não do mecanismo de formação de preço no Brasil. Dessa forma, deverá ter um nível de robustez e detalhamento para que torne possível a análise.

5.5. PRODUTO 5

Formato: Treinamento.

Título: Desenhos de mercado e mecanismos de formação de preço.

Detalhamento: O Produto 5 consiste em um treinamento das instituições setoriais sobre os desenhos de mercado e mecanismos de formação de preço por custo (modelo) e de preço por oferta. Entre o seu conteúdo deverá conter, de forma didática, os resultados do Produtos 2 e Produtos 3. A seguir sugerem-se tópicos a serem abordados durante o curso (porém não se limitando a:

- Experiência internacional: implementação dos modelos de mercado;
- Análise de mercados competitivos de energia elétrica;
- Desenhos de mercado clássicos: baseados em mecanismo de formação de preço por custo, por oferta e mistos.
- Metodologias para formação do preço de curto prazo: *cost-based*, *bid-based pool* e *self-dispatch*;
- Arquitetura de mercado utilizada nos mercados de energia que adotam o fatiamento de produtos: energia elétrica, capacidade, serviços ancilares e certificados de energia limpa;
- Tendências dos mercados de energia elétrica;
- Esquemas de equilíbrio de mercado da operação hidrelétrica em cascatas;
- Formas de mitigação de poder de mercado;
- Bolsa de energia, *clearing house* e métodos de mitigação de risco de contraparte por parte de agentes intermediários;
- Balcão de energia;
- Discussão de contratos e instrumentos financeiros;
- Discussão sobre mercados com liquidações únicas e múltiplas;

- Externalidades que causam desequilíbrios em mercados de energia elétrica (geração em cascatas, concentração de mercado, arbitragens por limitação de redes e etc).

O material do treinamento deverá estar centralizado na plataforma prevista no Produto 1. Deverá ser previsto também um mecanismo de resposta a dúvidas contínuo, através de página dedicada, com FAQs, blogs ou outros instrumentos de comunicação. Ao final do treinamento deverá ser apresentado um relatório executivo referente ao treinamento, com a lista de servidores capacitados, questionário de avaliação individual dos participantes a respeito do treinamento e o material didático utilizado.

5.6. PRODUTO 6

Formato: Relatório Técnico e Ferramenta Computacional.

Título: Proposição de um mecanismo de formação de preço por oferta.

Detalhamento: O Produto 6 consiste na proposição de um mecanismo de formação de preços por oferta que atenda as particularidades do setor elétrico brasileiro e que possa conviver com o despacho ótimo das usinas hidrelétricas. Este produto deverá conter os levantamentos feitos nos Produtos 3, 4 e sobretudo no Produto 5, de forma a antecipar os maiores desafios para sua implantação. Entre os pontos a serem endereçados, deverão constar, porém sem se limitar a:

- Definição de em quais experiências internacionais os mecanismos a serem definidos se espelham;
- Avaliação das atribuições das instituições, entre elas: o papel do operador do sistema físico, o papel do operador de mercado e a eventual indicação da necessidade de outras instituições que se façam necessárias;
- Definição e motivação das características do mecanismo mercado proposto:
 - Preços zonais ou nodais;
 - Discretização temporal das ofertas;
 - Os mecanismos para promoção da expansão do sistema elétrico;
 - Definição dos mecanismos de conciliação entre a energia ofertada e o despacho físico;
 - O tratamento para compartilhamento do uso d'água entre agentes hidrelétricos e para usos múltiplos não relacionados à geração de energia elétrica.

- Proposição de um calendário de sucessão de eventos de operação rotineira no que conste, por exemplo, porém sem se limitar a:
 - Agregação das ofertas dos agentes;
 - A operação do mercado físico;
 - A contabilização financeira do mercado de energia;
 - A liquidação financeira;
 - A conciliação entre o sistema físico energético e o mercado financeiro contratual.
- Definição das premissas das ofertas:
 - Como conciliar ofertas de agentes com características físicas distintas em um modelo equilibrado de concorrência.
 - Participação ativa dos agentes consumidores e
 - Geradores inflexíveis (fontes renováveis, geradores termelétricos com despacho pré-definido entre outros).
- Os formatos dos contratos que comporão o mercado de energia elétrica, como por exemplo:
 - Mercado financeiro *forward*, o mercado *day-ahead* e o mercado *intra-day*.
- Apresentar uma análise dos impactos comerciais e regulatórios decorrentes do novo desenho de mercado proposto;
- Indicar eventuais adequações na governança institucional para que o novo arranjo de mercado seja implantado;
- A definição dos serviços ancilares complementares ao mecanismo de formação de preços por oferta do mercado energético e sua forma de tratamento concorrencial. Como por exemplo, porém sem se limitar a:
 - Serviços que garantam o suprimento potência em situações de necessidade de resposta rápida, como controle primário de frequência, e controle secundário;
 - Reserva operativa;
 - Compensação de reativos.
- Indicação de estratégias ou políticas de priorização de fontes de geração com menores impactos sócio-ambiental associados direta ou indiretamente ao processo de formação do preço de energia elétrica de curto prazo.
- A indicação dos mecanismos que o operador de mercado tem para mensurar o equilíbrio de mercado. Deverá ser proposto os sistemas

de acompanhamento e métricas apropriadas. A proposta final deste item será endereçada no Produto 7.

- A indicação dos mecanismos que o operador do sistema terá para garantir o equilíbrio do sistema físico. A proposta final deste item será endereçada ao Produto 7.
- A indicação dos mecanismos que o operador de mercado tem para mensurar o equilíbrio de mercado. Deverá ser proposto os sistemas de acompanhamento e métricas apropriadas. A proposta final deste item será endereçada no Produto 7.
- A indicação dos mecanismos que o operador do sistema terá para garantir o equilíbrio do sistema físico. A proposta final deste item será endereçada ao Produto 7.

Esta fase contempla também a ferramenta computacional para a determinação do preço e do despacho comercial em função das ofertas dos agentes. Esta ferramenta deverá obedecer às diretrizes propostas no Produto 1 no que se refere à forma de gerenciamento da sua programação, o compartilhamento do código e documentação. Entre as capacidades da ferramenta computacional deverão constar, porém sem se limitar a:

- Promover o equilíbrio ótimo energético comercial do mercado;
- Permitir a oferta de energia nas diretrizes definidas no presente Relatório Técnico;
- Permitir a conciliação com o sistema físico;
- Auferir preços (zonais ou nodais) fidedignos na discretização estabelecida no presente Relatório Técnico.
- Apresentar de forma detalhada e estruturada todas as informações de saída oriundas do modelo computacional.

Finalmente, de forma a antecipar as discussões de mecanismos de formação de preço junto aos Agentes e Instituições setoriais, deverá ser organizado um *workshop* com ampla participação no qual serão discutidos os produtos entregues no âmbito do projeto, assim como contar com a participação de palestrantes proeminentes do setor.

5.7. PRODUTO 7

Formato: Relatório Técnico e Ferramenta Computacional.

Título: Monitoramento de poder de mercado.

Detalhamento: O Produto 7 consiste no detalhamento dos mecanismos propostos no Produto 6 que possam ser utilizados para monitorar e mitigar o exercício do poder de mercado considerando o mecanismo de formação de preço por oferta. Entre os itens a serem endereçados, deverão constar, porém sem se limitar a:

- Propostas de mensuração do poder de mercado através de métricas quantitativas;
- Propostas de operacionalização da aferição das métricas e comparação com *benchmarks*;
- Os mecanismos de monitoramento e controle que coíbam o exercício do poder de mercado nos seguintes casos, porém sem se limitar a:
 - Na operação de usinas em cascatas;
 - Na concentração de mercado pela atividade comercial de grandes *players*;
 - Comportamentos atípicos de ofertas de quantidade e preço ou declarações de características físicas de operação dos agentes.

Esta fase prevê o desenvolvimento da ferramenta computacional a ser utilizada no monitoramento do exercício de poder de mercado. Esta ferramenta deve ser compatível com as diretrizes propostas no Produto 1 e deve ser vista como um módulo adicional integrado à ferramenta computacional do Produto 6. Tendo em vista habituar as instituições e o mercado para o mecanismo de mercado proposto, e possibilitar a sua validação conjunta, esse produto possui como requisito a construção de uma plataforma para que se possa propor ofertas e simular o funcionamento do mercado. Essa plataforma visa a realização de experimentos para avaliar o comportamento dos agentes numa sequência de jogos de mercado empregando a plataforma de submissão de lances proposta.

Entre as capacidades da ferramenta computacional deverão constar, porém sem se limitar a:

- A indicação do desequilíbrio de mercado através de métricas quantitativas;

- A indicação dos agentes causadores do desequilíbrio, com a definição da limitação da oferta, quando fizer parte da proposta do Produto 6, a fim de reestabelecimento do equilíbrio de mercado.

5.8. PRODUTO 8

Formato: Relatório Técnico e Ferramenta Computacional.

Título: Gerenciamento de risco sistêmico.

Detalhamento: O Produto 8 é relativo à proposição de um mecanismo para o gerenciamento de risco sistêmico de suprimento considerando o ambiente de preço por oferta, observando a proposta apresentada no Produto 6. Este produto visa incorporar ao projeto uma metodologia que respalde o operador/planejador a identificar possíveis riscos de suprimento energético e de potência, de forma a antecipá-los e mitigá-los. Entre os pontos a serem endereçados, deverão constar, porém sem se limitar a:

- Identificação das variáveis estocásticas que possam promover desvios de suprimentos ao sistema;
- Proposta de incorporação dessas variáveis estocásticas à ferramenta computacional do Produto 6;
- Propostas de mensuração do risco sistêmico de suprimento através de métricas quantitativas;
- Propostas de operacionalização da aferição das métricas e comparação com *benchmarks*;
- Em caso de identificação de risco sistêmico, a proposição de mecanismos a serem utilizados pelo operador, a fim de reestabelecimento do equilíbrio sistêmico. Endereçar os rebatimentos comerciais necessários para tornar as ações propostas viáveis comercialmente.
- Proposta para incorporação de um mercado de oferta de serviços ancilares complementares ao mecanismo proposto pelo Produto 6.

O produto prevê o desenvolvimento da ferramenta computacional a ser utilizada no gerenciamento de risco sistêmico. Esta ferramenta deve ser compatível com as diretrizes propostas no Produto 1 e deve ser vista como um módulo adicional e compatível com a ferramenta computacional do

Produto 6. Entre as capacidades da ferramenta computacional deverão constar, porém sem se limitar a:

- A indicação do risco de suprimento, além da provável área afetação, através de métricas quantitativas;
- Oferecer os mecanismos para reestabelecimento do equilíbrio sistêmico em ambiente simulado, de forma a averiguar a efetividade da ação.

5.9. PRODUTO 9

Formato: Relatório Técnico e Ferramenta Computacional

Título: Ferramentas para avaliação do impacto da migração de mecanismos de preço por modelo para preço por oferta.

Detalhamento: O Produto 9 consiste na elaboração de um relatório técnico com a avaliação dos impactos regulatórios e comerciais decorrentes da mudança de paradigma, tendo em vista a proposta formulada através do Produto 6. O produto será composto também pela elaboração de ferramentas que permitam avaliar os impactos de uma eventual migração do mecanismo de formação de preço por custo (modelo) para o mecanismo de formação de preço por oferta. Desta forma, o produto composto pelo relatório técnico e ferramenta computacional deverão conter, porém sem se limitar a:

- Mapeamento descritivo dos impactos regulatórios advindos do processo de migração. O presente mapeamento deverá conter, porém sem se limitar a:
 - Antecipação dos principais desafios regulatórios a serem tratados;
 - Mapeamento dos Decretos, Portarias, Resoluções, Regras, Procedimentos e outros normativos que necessitarão de alterações regulatórias;
 - As alterações necessárias no Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) em Regras/Procedimentos de Comercialização tendo em vista o tratamento das afluições das usinas hídricas endereçadas através do Produto 6.
- Mapeamento descritivo dos impactos comerciais advindos do processo de migração. Deverá conter, porém sem se limitar a:

- Antecipação dos principais desafios comerciais a serem tratados;
- Impactos nas alterações de processos internos dos agentes oriundos das novas formas de contabilização e liquidação;
- Alterações nos padrões de contratos a serem negociados;
- Alterações nos padrões de volatilidade dos preços.

A proposição e desenvolvimento de ferramentas computacionais que avaliem, através de quantitativos, os impactos do processo de migração. O produto deve ser visto como um módulo adicional à ferramenta computacional do Produto 6. Dentre as possíveis capacidades da ferramenta, sugere-se constar, porém sem se limitar a:

- Simulações que emulam o comportamento dos agentes num ambiente de preço por oferta;
- Comportamento dos preços em cenários adversos;
- Comportamento dos agentes em cenários adversos;
- Simulação de possíveis ações do operador para reestabelecimento de equilíbrio de mercado em cenários adversos;
- Análises quantitativas da efetividade das ações propostas no Produto 7 no que se refere ao poder de mercado de agentes.

O relatório técnico deverá conter tanto as análises qualitativas, relativas aos impactos dos riscos regulatórios e comerciais, quanto quantitativas elaboradas a partir da ferramenta computacional proposta.

5.10. PRODUTO 10

Formato: Relatório Técnico.

Título: Tratamento dos contratos legados.

Detalhamento: O Produto 10 consiste na apresentação de um relatório técnico com um indicativo dos adequados tratamentos para os contratos legados em face da migração para um mecanismo de preços por oferta conforme proposto no Produto 6. Este produto deverá conter, porém sem se limitar a:

- Apresentar uma matriz de risco desse processo, apresentado as principais partes e agentes afetados;

- Apresentar um diagnóstico dos impactos contratuais que podem decorrer da adoção do preço por oferta, elencando, porém sem se limitar a:
 - Contratos do mercado regulado;
 - Contratos do mercado livre;
 - Premissas de distribuição de energia aos agentes hidrelétricos participantes do MRE;
 - Contratos de Energia de Reserva;
 - Contratos específicos como PROINFA, Itaipu, Energia Nuclear e de Cotas de Garantia Física;
- Oferecer os possíveis tratamentos dos contratos legados, no que se refere, porém sem se limitar a:
 - Indicar as principais cláusulas dos contratos que necessitarão de tratamentos específicos;
 - Mensuração das necessidades de reequilíbrio econômico dos contratos;
 - Inclusão de propostas de regras de transição.

Dada a abrangência e profundidade das alterações relacionadas a um processo migração de mecanismos de preços, o Produto 10 terá o objetivo de antecipar possíveis fontes de litígios devido à adaptação dos contratos vigentes. Desta forma, o relatório deverá ter a profundidade e detalhamento para tornar possível tal antecipação pelas instituições afetadas.

5.11. PRODUTO 11

Formato: Relatório Técnico.

Título: Cronograma de implantação.

Detalhamento: O Produto 11 consiste na entrega final do projeto e tem o objetivo de sumarizar os principais desenvolvimentos do projeto, tendo por base os levantamentos feitos, e elaborar cronogramas de implantação dos mecanismos propostos. Desta forma, este produto deverá conter, porém sem se limitar a:

- Apresentar um cronograma dos aperfeiçoamentos que serão necessários para se obter uma melhor sinalização de preço com o mecanismo de formação de preço por custo (modelo), conforme descritos no Produto 2;

- Apresentar cronograma detalhado para a eventual implantação do mecanismo de formação de preço por oferta, conforme proposto no Produto 6 e desenvolvimentos seguintes;
- Apresentar a estratégia para treinamento dos agentes de mercado e instituições setoriais, de forma a esclarecer, porém sem se limitar a:
 - O mecanismo de formação de preço proposto;
 - As alterações regulatórias necessárias;
 - Os riscos associados ao mecanismo proposto;
 - As formas de tratamento dos contratos legados;
 - O cronograma de implantação do mecanismo proposto.

O Produto 11 deverá conter também um relatório técnico consolidado de referência, resumindo os desenvolvimentos e apresentando um mapa de uso dos relatórios técnicos desenvolvidos ao longo do projeto. Este relatório final deverá conter como anexo todos os relatórios técnicos elaborados, com as devidas atualizações que se façam necessárias visando a coerência entre os documentos.

Finalmente, como forma de dar transparência às conclusões do trabalho e manter o diálogo sobre os mecanismos de formação de preço junto aos Agentes e Instituições setoriais, deverá ser organizado um *workshop* com ampla participação no qual serão discutidos os produtos entregues no âmbito do projeto, assim como contar com a participação de palestrantes proeminentes do setor.

6. ATIVIDADES

Na tabela abaixo, em complemento ao especificado na Seção 5, são endereçadas as principais atividades relacionadas aos produtos específicos.

Tabela 1 – Atividades

PRODUTOS	ATIVIDADES
Produto 1– Relatório de Plano de Trabalho <i>(relatório consolidado)</i>	⇒ Realizar reunião, na CCEE, em São Paulo/SP, para apresentação da equipe e discussão inicial do trabalho a ser realizado, além de nivelamento quanto às expectativas em relação aos produtos previstos; ⇒ Elaborar o Plano de Trabalho com a indicação das atividades e

	<p>as respectivas metodologias aplicadas, reuniões e entrega dos produtos, preliminares e finais;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Disponibilizar versão preliminar do Plano de Trabalho, para verificação de conformidade; ⇒ Propor agenda de reuniões de acompanhamento do projeto e as reuniões com consultores internacionais; ⇒ Realizar reunião por videoconferência para a entrega do documento contendo descrição do Plano de Trabalho a ser utilizado no desenvolvimento do projeto.
<p>Produto 2– Relatório Técnico <i>(relatório consolidado)</i></p> <p>Diagnóstico sobre o mecanismo de formação de preço por custo (modelo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário; ⇒ Discutir os principais aprimoramentos que podem ser implantados nos modelos com intuito de aprimorar o atual mecanismo de formação de preço; ⇒ Apresentar alternativas metodológicas, disponíveis no mercado aos atuais modelos de formação de preço; ⇒ Indicar possíveis fornecedores de modelos alternativos aos atualmente utilizados no setor; ⇒ Realizar um estudo de <i>benchmarking</i> de modelos de despacho e eficiência do sinal de preço no mercado internacional; ⇒ Disponibilizar versão preliminar do Produto 2, conforme cronograma definido no Plano de Trabalho; ⇒ Realizar reunião na CCEE, de preferência presencial em São Paulo/-SP, para a entrega da versão final do Relatório referente ao Produto 2; ⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, entre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.
<p>Produto 3– Relatório Técnico <i>(relatório consolidado)</i></p> <p>Estudo sobre o mecanismo de formação de preço por oferta</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário; ⇒ Apresentar os principais conceitos relacionados ao mecanismo de formação de preço por oferta; ⇒ Apresentar diferentes metodologias internacionais e práticas de formação de preço por oferta, a destacar: <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Estruturação das ofertas: Como os agentes geradores fazem as suas ofertas de geração; como os agentes consumidores fazem as suas ofertas de demanda; ações do operador de

	<p>mercado/despacho sobre as ofertas dos agentes;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Formato das liquidações: Experiências com liquidações duplas (<i>day-ahead</i> e <i>real time</i>) ou múltiplas; Liquidação de contratos financeiros; ⇒ Experiência de mercados com grande participação hidrológica: Como o alinhamento de interesse em cascatas é feito. ⇒ Boas práticas internacionais para monitoramento e mitigação de poder de mercado; ⇒ Experiência internacional com bolsas de energia; ⇒ Avaliação da volatilidade de preços nos mercados internacionais; ⇒ Propor um modelo conceitual que enderece os principais quesitos necessários para a adequação de um mecanismo de preço por oferta para o mercado brasileiro; ⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.
<p>Produto 4 – Relatório Técnico <i>(relatório consolidado)</i></p> <p>Avaliação das vantagens e desvantagens dos mecanismos de formação de preço</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário; ⇒ Avaliação detalhada, através de métricas apropriadas, das vantagens e desvantagens entre os mecanismos de formação de preço por custo (modelo) e de formação de preço por oferta no contexto do setor elétrico brasileiro; ⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.
<p>Produto 5 – Treinamento e Relatório Técnico <i>(relatório consolidado)</i></p> <p>Desenhos de mercado e mecanismos de formação de preço</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário; ⇒ Disponibilizar versão preliminar do material didático para avaliação de conformidade; ⇒ Elaborar apresentação que será feita durante o treinamento, sintetizando o conteúdo do material didático; ⇒ Realizar treinamento de preferência na sede da CCEE, em São Paulo/SP ou em local indicado. Deverá ser providenciado material didático para cada participante. O Contratante disponibilizará sala de treinamento com equipamento de

	<p>projeção;</p> <p>⇒ Elaborar Relatório Técnico contendo a lista dos participantes treinados, questionários de avaliação individual dos participantes a respeito do treinamento, material didático e apresentação utilizados no treinamento.</p>
<p>Produto 6 – Relatório Técnico e Ferramenta Computacional (relatório consolidado)</p> <p>Proposição de um mecanismo de formação de preço por oferta</p>	<p>⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário;</p> <p>⇒ Propor um modelo de formação de preço por oferta considerando as particularidades do mercado brasileiro;</p> <p>⇒ Apresentar uma matriz de risco;</p> <p>⇒ Propor ferramenta computacional para a determinação do preço e do despacho comercial em função das ofertas dos agentes;</p> <p>⇒ Propor um <i>workshop</i> com Instituições Setoriais e Agentes de forma dar transparência e fomentar a discussão relativos aos produtos entregues no âmbito do projeto;</p> <p>⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.</p>
<p>Produto 7 – Relatório Técnico e Ferramenta Computacional (relatório consolidado)</p> <p>Monitoramento de poder de mercado</p>	<p>⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário;</p> <p>⇒ Propor um mecanismo para mensuração, monitoramento e mitigação de exercício de poder de mercado, considerando as entregas do Produto 6;</p> <p>⇒ Desenvolvimento da ferramenta computacional a ser utilizada no monitoramento do exercício de poder de mercado;</p> <p>⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.</p>
<p>Produto 8 – Relatório Técnico e Ferramenta Computacional (relatório consolidado)</p> <p>Gerenciamento de risco sistêmico</p>	<p>⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário;</p> <p>⇒ Propor um mecanismo para gerenciamento de risco sistêmico, considerando as entregas do Produto 6;</p> <p>⇒ Desenvolvimento da ferramenta computacional a ser utilizada no gerenciamento de risco sistêmico;</p> <p>⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um</p>

	<p>melhor entendimento e acompanhamento do projeto.</p>
<p>Produto 9 – Relatório Técnico e Ferramenta Computacional (relatório consolidado)</p> <p>Ferramentas para avaliar o impacto da migração do modelo de preço por modelo para preço por oferta</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário; ⇒ Propor um relatório técnico com uma avaliação dos impactos regulatórios e comerciais decorrentes dessa mudança de paradigma; ⇒ Desenvolver uma ferramenta que permita avaliar o impacto da migração do preço por custo (modelo) para o preço por oferta. Constar as principais análises e conclusões no relatório técnico; ⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.
<p>Produto 10 – Relatório Técnico (relatório consolidado)</p> <p>Tratamento dos contratos legados</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário; ⇒ Apresentar um diagnóstico dos impactos que podem decorrer com a adoção do preço por oferta; ⇒ Apresentar uma matriz de risco desse processo; ⇒ Elencar os possíveis tratamentos dos contratos legados; ⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.
<p>Produto 11 – Relatório Técnico (relatório consolidado)</p> <p>Cronograma de implantação</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Realizar reuniões por teleconferência ou videoconferência, ao longo da execução do produto, sempre que necessário; ⇒ Apresentar um cronograma dos eventuais aperfeiçoamentos que serão necessários para se obter uma melhor sinalização de preço com o mecanismo de formação de preço por custo (modelo); ⇒ Apresentar cronograma detalhado para a eventual implantação do mecanismo de formação de preço por oferta; ⇒ Apresentar estratégia para treinamento dos agentes de mercado; ⇒ Elaborar um relatório técnico consolidado final; ⇒ Disponibilizar todos os documentos utilizados ou elaborados pela consultoria (relatórios, base de dados, bibliografia, dentre

	<p>outros), os quais podem ser considerados relevantes para um melhor entendimento e acompanhamento do projeto.</p> <p>⇒ Propor um <i>workshop</i> de conclusão do projeto com Instituições Setoriais e Agentes de forma dar transparência e fomentar a discussão relativos aos produtos entregues no âmbito do projeto.</p>
--	--

Além das atividades supracitadas, o projeto contará com *workshops* recorrentes com a participação de Agentes e Instituições Setoriais de forma a dar transparência aos estudos e produtos em andamento, conforme consta na Figura 1 da Seção 7.

7. PRAZO/CRONOGRAMA

O prazo previsto para execução da consultoria e entrega dos 11 (onze) produtos, descritos no item 5, é de 30 (trinta) meses. Os produtos têm as estimativas percentuais de custos relacionados a recursos humanos indicados abaixo e deverão ser entregues com a periodicidade indicada no cronograma de execução a seguir:

Produto	Produto previsto	% do valor do contrato*	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18	Mês 19	Mês 20	Mês 21	Mês 22	Mês 23	Mês 24	Mês 25	Mês 26	Mês 27	Mês 28	Mês 29	Mês 30	
Produto 1	Relatório Técnico do Plano de Trabalho	1%	■																														
Produto 2	Relatório Técnico: Diagnóstico sobre o mecanismo de formação de preço por custo (modelo)	18%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Produto 3	Relatório Técnico: Estudo sobre o mecanismo de formação de preço por oferta	9%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Produto 4	Relatório Técnico: Avaliação das vantagens e desvantagens dos mecanismos de formação de preço	4%										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Produto 5	Treinamento e Relatório Técnico: Desenhos de mercado e mecanismos de formação de preço	3%										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Produto 6	Relatório Técnico e Ferramenta Computacional: Proposição de um mecanismo de formação de preço por oferta	27%																															
Produto 7	Relatório Técnico e Ferramenta Computacional: Monitoramento de poder de mercado	9%																															
Produto 8	Relatório Técnico e Ferramenta Computacional: Gerenciamento de risco sistêmico	7%																															
Produto 9	Relatório Técnico e Ferramenta Computacional: Ferramentas para avaliar o impacto da migração do modelo de preço por modelo para preço por oferta	8%																															
Produto 10	Relatório Técnico: Tratamento dos contratos legados	4%																															
Produto 11	Relatório Técnico: Cronograma de implantação	3%																															
	Workshops																																

Figura 1 – Cronograma

*Além dos custos relacionados a recursos humanos, o projeto prevê a alocação de 7% dos recursos para utilização em realização de eventos, contratação de palestrantes, participação em congressos, *roadshows* e outros custos relacionados.

8. QUALIFICAÇÃO

8.1. Perfil da Equipe

Como perfil indicativo da equipe, essa deverá ser composta por 1 (um) coordenador-geral, 3 (três) consultores doutores, 4 (quatro) consultores mestres, 3 (três) consultores especialistas, 1 (um) pesquisador pleno e 1 (um) auxiliar técnico/administrativo. A qualificação e locação da equipe foi planejada a depender do produto especificado, conforme indicado a seguir:

Tabela 2 – Qualificação da Equipe

QUANT.	PROFISSIONAIS	QUALIFICAÇÃO	ATIVIDADES PREVISTAS
01 (um)	Coordenador-Geral	Profissional com nível de mestrado ou doutorado e experiência mínima de 10 (dez) anos no mercado de energia elétrica; importante possuir sólidos conhecimentos sobre o mercado de energia brasileiro e deve ter experiência profissional mínima de cinco anos em trabalhos que contemplam modelos de otimização e/ou desenhos de mercado de energia elétrica; é necessário experiência em condução de projetos, com habilidades relativas à liderança de equipes multidisciplinares, mediação de interesses conflitantes e capacidade de comunicação.	O profissional será requisitado em tempo parcial (50%) nos Produtos 1 a 11: ⇒ Elaborar Plano de Trabalho do Projeto; ⇒ Supervisionar as atividades dos consultores e pesquisadores; ⇒ Servir de interface com o Comitê Técnico Supervisor – CTS; ⇒ Coordenar e assegurar a entrega dos estudos e levantamentos previstos para a elaboração dos produtos; ⇒ Coordenar a identificação das oportunidades de melhoria nos atuais modelos computacionais utilizados na formação de preço por custo (modelo), e coordenar o desenvolvimento do mecanismo de formação de preço por oferta; ⇒ Coordenar a elaboração, revisar e assegurar a entrega dos Produtos

			<p>especificados no projeto;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Reportar o enquadramento das atividades com relação ao cronograma de atividades proposto no Produto 1; ⇒ Coordenar a realização das apresentações, <i>workshops</i> e seminários.
01 (um)	Consultor Doutor - Especialista em Desenho de Mercados Nacional	<p>Profissional com nível de doutorado e experiência mínima de 10 (dez) anos no mercado de energia elétrica; deve ter sólidos conhecimentos sobre arquitetura de mercado e regulatório no âmbito do setor elétrico nacional bem como conhecimento em mecanismos de mitigação de poder de mercado; é desejável conhecimentos em mecanismos de desenho de mercado internacionais.</p>	<p>O profissional será requisitado em tempo parcial (50%) nos Produtos 1 a 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Dimensionar o Plano de Trabalho; ⇒ Gerenciar os levantamentos, pesquisas e estudos requeridos para a elaboração dos produtos, tendo em vista a adequabilidade ao mercado brasileiro; ⇒ Propor e desenvolver a base metodológica do mecanismo de formação de preço por oferta. Entre os objetivos principais está propor uma metodologia que ofereça harmonia/otimização na operação das usinas hidrelétricas; ⇒ Propor e desenvolver mecanismos de monitoramento/mitigação de poder de mercado e gerenciamento de risco sistêmico (confiabilidade de suprimento) aderente ao contexto do mercado brasileiro; ⇒ Preparar relatórios técnicos e apresentações; ⇒ Elaborar o material para os seminários e realizar as apresentações.

01 (um)	Consultor Doutor - Especialista em Desenho de Mercados Internacionais	Profissional com nível de doutorado e experiência mínima de 10 (dez) anos no mercado de energia; deve ter sólido conhecimento sobre desenho de mercado e regulatório em âmbito internacional e experiência em mercados com base de geração hidrelétrica e que utilizam mecanismo de formação de preço por oferta. É desejável conhecimento complementares em mecanismos de desenho de mercado brasileiro e/ou em modelos de otimização aplicáveis a mecanismos de formação de preço por oferta.	O profissional será requisitado em tempo parcial (50%) nos Produtos 1 a 9 e no Produto 11: ⇒ Auxiliar no dimensionamento do Plano de trabalho relativo aos Produtos 2 a 9 e 11; ⇒ Gerenciar os levantamentos, pesquisas e estudos requeridos para a elaboração dos produtos, tendo em vista a abrangência de mecanismos internacionais e aplicabilidade ao mercado brasileiro; ⇒ Fazer o embasamento metodológico para se desenvolver o mecanismo de formação de preço por oferta. Entre as principais contribuições está em oferecer subsídios para a confecção de mecanismos metodológicos e/ou regulatórios que tragam harmonia/otimização na operação das usinas hidrelétricas; ⇒ Trazer a experiência internacional para a proposição de mecanismos de monitoramento/mitigação de poder de mercado e gerenciamento de risco sistêmico (confiabilidade de suprimento) aderente ao contexto do mercado brasileiro; ⇒ Preparar relatórios técnicos e apresentações; ⇒ Elaborar material para os
---------	---	---	---

			seminários e realizar as apresentações.
01 (um)	Consultor Doutor - Especialista em Modelos de Otimização	<p>Profissional com nível de doutorado e experiência mínima de 10 (dez) anos em trabalhos que contemplam modelos de otimização aplicados ao setor elétrico. É necessário também ter sólidos conhecimentos em práticas de otimização de grande porte aplicáveis a modelos de planejamento energético de curto e longo prazo; deve ter sólido conhecimento sobre a cadeia de modelos atualmente empregados no setor elétrico brasileiro, bem como experiência em modelos alternativos aos oficialmente empregados no setor; é desejável conhecimento complementares em mecanismos de desenho de mercado brasileiro e/ou internacional.</p>	<p>O profissional será requisitado em tempo parcial (75%) nos Produtos 1 a 9 e no Produto 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Auxiliar no dimensionamento do Plano de trabalho relativo aos Produtos 2, 3, 6, 7, 8, 9 e 11; ⇒ Sistematizar, analisar e avaliar dados e informações pertinentes aos objetos do projeto; ⇒ Nos Produtos 2 e 3, fazer uma ampla pesquisa sobre os modelos de otimização e sua utilização em precificação de produtos (energéticos ou serviços ancilares) em mercados internacionais. ⇒ Identificar as oportunidades de melhoria nos atuais modelos computacionais utilizados na formação de preço por custo (modelo); ⇒ Conduzir o desenvolvimento metodológico das ferramentas computacionais dos Produtos 6 a 9 e coordenar com equipe técnica o desenvolvimento dos código-fonte; ⇒ Planejar validações das metodologias e das ferramentas computacionais, elaborando ensaios avaliativos; ⇒ Preparar relatórios

			<p>técnicos e apresentações;</p> <p>⇒ Elaborar o material para os seminário e <i>workshops</i> e realizar as apresentações.</p>
02 (dois)	Consultor Mestre - Especialista em Desenho de Mercados Nacional	<p>Profissional com nível mínimo de mestrado e experiência mínima de 5 (cinco) anos no mercado de energia elétrica; deve ter conhecimentos sobre desenho de mercado e regulatório em âmbito nacional; é desejável conhecimentos em mecanismos de desenho de mercado internacionais e/ou conhecimentos em programação.</p>	<p>Está prevista a alocação de um profissional para os Produto 2 a 11 e um segundo profissional para os Produto 3 e Produtos 6 a 9.</p> <p>⇒ Realizar levantamentos, pesquisas e estudos requeridos para a elaboração dos produtos, tendo em vista a adequabilidade ao mercado brasileiro;</p> <p>⇒ Sistematizar, analisar e avaliar dados de entradas e saídas dos modelos de otimização, tendo em vista a aderência ao mercado brasileiro;</p> <p>⇒ Colaborar no desenvolvimento da base metodológica do mecanismo de formação de preço por oferta. Entre as funções principais está auxiliar na pesquisa para se propor uma metodologia que ofereça harmonia/otimização na operação das usinas hidrelétricas;</p> <p>⇒ Colaborar para desenvolver mecanismos de monitoramento de poder de mercado e gerenciamento de risco sistêmico (confiabilidade de suprimento) aderente ao contexto do mercado brasileiro;</p> <p>⇒ Auxiliar na validação das</p>

			<p>metodologias e das ferramentas computacionais, elaborando ensaios avaliativos;</p> <p>⇒ Participar da elaboração de relatórios técnicos;</p> <p>⇒ Participar na elaboração do material para os seminários e apresentações.</p>
02 (dois)	Consultor Mestre - Especialista em Modelos de Otimização	<p>Profissional com nível mínimo de mestrado e experiência mínima de 5 (cinco) anos em trabalhos que contemplam modelos de otimização aplicados ao setor elétrico; deve ter experiência em programação de modelos de otimização energética e ferramentas de desenvolvimento e compartilhamento de código remoto; deve ter conhecimentos sobre a cadeia de modelos atualmente empregadas no setor elétrico brasileiro; é desejável ter conhecimentos em solução de problemas de otimização de grande porte alternativos aos oficialmente empregados no setor.</p>	<p>Está prevista a alocação de um profissional para os Produtos 2 a 9 e Produto 11; e um segundo profissional para os Produto 2 e Produtos 6 a 9.</p> <p>⇒ Oferecer o apoio técnico necessário para desenvolvimento metodológico dos produtos, sobretudo os que envolvem ferramentas computacionais;</p> <p>⇒ No Produto 2, auxiliar nas pesquisas de oportunidades de melhoria nas metodologias computacionais utilizadas na formação de preço por custo (modelo);</p> <p>⇒ Desenvolver os códigos-fonte das ferramentas computacionais dos Produtos 6 a 9;</p> <p>⇒ Implementação de validações das metodologias e das ferramentas computacionais, através de ensaios avaliativos;</p> <p>⇒ Participar da elaboração dos relatórios técnicos;</p> <p>⇒ Participar na elaboração do material para os seminários, <i>workshops</i> e</p>

			apresentações.
01 (um)	Consultor Especialista - Especialista em Desenho de Mercados	Profissional de nível superior e experiência mínima de 5 (cinco) anos no mercado de energia elétrica; deve ter conhecimentos sobre desenho de mercado e regulatório em âmbito nacional; é desejável experiência em contratos de energia elétrica no âmbito nacional.	<p>O profissional será requisitado para os Produtos 3, Produtos 6 e Produto 10;</p> <p>⇒ Participar dos levantamentos, pesquisas e estudos requeridos para a elaboração dos produtos, especialmente com relação a arquitetura de mercado em mecanismo de formação de preço por oferta;</p> <p>⇒ Auxiliar na elaboração do Produto 10 com relação aos mapeamentos necessários para os tratamentos de contratos legados em face à migração para um mecanismo de preços por oferta;</p> <p>⇒ Participar da preparação dos relatórios técnicos e do material para os seminários.</p>
01 (um)	Consultor Especialista em Regulatório e Contratos	Profissional de nível superior e experiência mínima de 10 (dez) anos no mercado de energia elétrica; deve ter sólida experiência em contratos de energia elétrica nos ambientes livres e regulados; deve possuir sólidos conhecimentos regulatórios em âmbito nacional; é desejável ter conhecimentos regulatórios em âmbito internacional.	<p>O profissional será requisitado nos Produtos 9 e Produtos 10:</p> <p>⇒ Conduzir os estudos regulatórios do Produto 9 de forma a avaliar os impactos decorrentes da alteração de paradigma para a formação de preço por oferta;</p> <p>⇒ Conduzir os estudos do Produto 10 referentes aos adequados tratamentos para os contratos legados em face da migração para um mecanismo de preços por oferta;</p> <p>⇒ Participar da elaboração relatórios técnicos;</p>

			⇒ Participar na elaboração do material para os seminários e apresentações.
01 (um)	Consultor Especialista em Arquitetura de Sistema	Profissional de nível superior e experiência mínima de 10 (dez) anos em arquitetura de sistemas; deve ter sólida experiência em programação e sistemas de geração massiva de dados com interface com usuários; deve possuir sólidos conhecimentos em ferramentas de versionamento de códigos e gerenciamento de <i>deployment</i> ; é necessário possuir conhecimentos em banco de dados e desejável conhecimentos sobre a cadeia de modelos atualmente empregadas no setor elétrico.	<p>O profissional será requisitado no Produtos 1 e nos de Produtos 6 a 10:</p> <p>⇒ Participação no Produto 1 referente às definições das práticas de gestão dos programas/ferramentas computacionais a serem elaborados no decorrer do projeto;</p> <p>⇒ Elaborar a estruturação de integração de dados de entrada e de saída das ferramentas computacionais;</p> <p>⇒ Elaborar a interface das ferramentas computacionais com os usuários referente aos dados de entrada e saídas dos modelos;</p> <p>⇒ Auxiliar na gestão dos códigos-fontes dos programas computacionais a serem elaborados nos Produtos 6 a 10 de forma a obedecerem boas práticas de gestão códigos;</p> <p>⇒ Auxiliar na elaboração da documentação técnica referente aos códigos fontes das ferramentas computacionais.</p>
01 (um)	Pesquisador Pleno - Programador	Profissional de nível superior e experiência mínima de 5 (cinco) anos em programação; deve ter sólida experiência em interfaces com usuários; é necessário possuir experiência	<p>O profissional será requisitado nos Produtos 6 ao Produtos 10:</p> <p>⇒ Desenvolver as ferramentas de gestão de dados referentes às entradas e saídas das</p>

		em gestão de dados e desejável ter conhecimentos sobre os dados de entrada e saída da cadeia de modelos atualmente empregadas no setor elétrico.	ferramentas computacionais; ⇨ Desenvolver a interface das ferramentas computacionais com os usuários finais com relação aos dados de entrada e saídas dos modelos; ⇨ Auxiliar na elaboração da documentação técnica referente aos dados de entrada e saída dos modelos.
01 (um)	Auxiliar Técnico /Administrativo	Profissional de nível superior com experiência em gestão de documentos e organização de eventos; é desejável fluência em inglês.	O profissional será requisitado em tempo parcial (25%) nos Produtos 1 a 11: ⇨ Auxiliar na padronização da documentação dos relatórios técnicos; ⇨ Auxiliar na gestão dos relatórios técnicos no que se refere às especificidades dos relatórios do BIRD; ⇨ Auxiliar na organização das reuniões, eventos, <i>workshops</i> e seminários, inclusive com participação de agentes externos.

8.2. Qualificações Requeridas das Consultoras

A Empresa de Consultoria, quando empresa individual ou em parcerias, devem ter experiência mínima de cinco anos em trabalhos relacionados aos mecanismos de formação de preço aplicados ao setor de energia elétrica, abrangendo, preferencialmente, os segmentos de geração, comercialização, análise de impacto regulatório, mesmo que em trabalhos distintos.

9. FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS

Os produtos finais deverão ser elaborados no idioma português, com padronização de tabelas, gráficos, quadros e fluxogramas. Os relatórios deverão ser entregues estruturados em capítulos, em papel A4, devidamente numerados e encadernados, em três vias impressas e uma via eletrônica, de acordo com o formato a seguir:

- textos: MS Word® versão 2003 ou posterior;
- planilhas, gráficos e tabelas: MS Excel® versão 2003 ou posterior;
- figuras em geral: JPG, GIF ou BMP;
- ferramentas computacionais: em linguagem de programação de alto nível e com garantia de boa performance como Python, Julia ou semelhante;
- apresentações: MS PowerPoint® versão 2003 ou posterior.
- os produtos, em forma de relatórios, devem apresentar as devidas logomarcas, a serem inseridas na seguinte ordem: Projeto META, Banco Mundial e MME/Governo Federal;

As planilhas eletrônicas devem ser entregues desbloqueadas e sem restrição de edição.

Nos produtos/relatórios, além das citadas logomarcas, deverão ser registradas as seguintes informações: Pesquisa/Produto/Trabalho executado com recursos provenientes do Acordo de Empréstimo nº 9074-BR, formalizado entre a República Federativa do Brasil e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD, em 21 de julho de 2021.

10. FORMAS DE PAGAMENTO

A estimativa de porcentagem do valor total do Contrato, para cada produto, consta no Item 7 deste documento. As formas de pagamento, assim como os prazos de entrega e aprovação dos produtos, estarão vinculadas à Minuta de Contrato, instrumento que é parte integrante do Instrumento Convocatório de Licitação.

11. SUPERVISÃO

O Comitê Técnico Supervisor – CTS do Contrato referente a este TDR será formado por, pelo menos três membros titulares todos vinculados à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), responsáveis pelas atribuições de coordenação, supervisão geral e atesto dos documentos produzidos.

O início do trabalho objeto deste TDR bem como a apresentação dos produtos aqui previstos deverão ser precedidos de reunião com o responsável técnico e/ou CTS para orientação geral do processo e acompanhamento da consultoria.

12. ELEMENTOS DISPONÍVEIS

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) providenciará, sempre que necessário, o ambiente físico apropriado para possibilitar reuniões de trabalho agendadas entre as partes, com localização no Edifício-Sede da instituição, em São Paulo.

13. ENQUADRAMENTO DAS DESPESAS

As despesas decorrentes da contratação dos serviços de consultoria de que trata o presente Termo de Referência se enquadram no Programa de Trabalho n° XXXXX.

14. SALVAGUARDAS

A contratação pretendida está em conformidade com as Políticas Operacionais do Banco Mundial, em especial, as Salvaguardas Ambientais.

As etapas desta atividade não resultarão em nenhum tipo de intervenção física, alteração ou intensificação nos sistemas de produção com potencial geração de impactos ambientais negativos no meio físico e biótico. Considerando a legislação ambiental brasileira e as Salvaguardas Ambientais do Banco Mundial, esta atividade não prevê a geração de impactos ambientais significativos.

O Banco Mundial poderá, durante a implementação desta atividade, realizar a avaliação ambiental do projeto, verificando eventual impacto ambiental ou desconformidade com as Salvaguardas Ambientais.

15. VEDAÇÃO LEGAL

É vedada a contratação, a qualquer título, de servidores ativos da Administração Pública Federal, Estadual, do Distrito Federal ou Municipal, direta ou indireta, bem como de empregados de suas subsidiárias e controladas, no âmbito dos projetos de cooperação técnica internacional (*Art. 7º do Dec. 5.151 de 22.07.2004*).

16. Responsável Técnico

Nome:

Órgão:

Assinatura:

17. Aprovação

Nome:

Cargo:

Assinatura:

16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEEÓLICA. (2020). (Associação Brasileira de Energia Eólica.) Fonte: Info Vento nº 18. 22 de outubro de 2020: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Infovento-18.pdf>
- ANEEL. (08 de Fevereiro de 2021). *Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)*. (Agência Nacional de Energia Elétrica) Fonte: <https://www.aneel.gov.br/siga>
- BIG. (Setembro de 2019). *Banco de Informações da Geração*. Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL: www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm
- Calabria, F. A. (2015). *Enhancing flexibility and ensuring efficiency and security: Improving the electricity market in Brazil using a virtual reservoir model*. Porto: Universidade do Porto.
- Cruz, M. P. (2017). *Estratégias de ofertas em mercados competitivos de energia elétrica com predominância de geração hidrelétrica*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- GT Modernização. (2019). *Relatório do Grupo Temático: Mecanismos de Formação de Preço*. Fonte: <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/secretaria-executiva/modernizacao-do-setor-eletrico/gt-modernizacao/relatorio-final>
- Hochstetler, R. L., & Cho, J. D. (2019). Assessing competition in Brazil's electricity market if bid-based dispatch were adopted. *Revista de Economia Contemporânea*. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/198055272322>
- Hochstetler, R. et al.. (2019). Reflexões sobre uma Arquitetura de Mercado para o Setor Elétrico Brasileiro. Rio de Janeiro: Synergia Editora.
- IEA. (2019). *International Energy Agency*. Fonte: World Energy Outlook 2019: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- IHA. (2020). *Internacional Hydropower Association*. (IHA) Fonte: Hydropower Status Report Sector. Trends and Insights.: <https://www.hydropower.org/publications/2020-hydropower-status-report>
- Lino, P., Barroso, L. A., Pereira, M. V., Kelman, R., & Fampa, M. H. (2003). Bid-Based dispatch of hydrothermal systems. *Annals of Operations Research*.

- MME. (2021). *Modernização do Setor Elétrico*. Acesso em 17 de Junho de 2021, disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/secretaria-executiva/modernizacao-do-setor-eletrico/cim/o-que-e-cim>
- Nazaré, F. L., Cunha, G. R., & Bastos, J. P. (2019). Uma metodologia para ofertas de preços no Setor Elétrico Brasileiro: Avaliação e impacto.
- ONS. (Fevereiro de 2021). Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico: www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros
- Pinto, A. D. (2007). *Aplicação de um mercado atacadista de água para repartição dos certificados de energia assegurada entre usinas hidrelétricas*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHAMBER OF ELECTRIC ENERGY COMMERCIALIZATION

META PROJECT

Energy and Mineral Sector Technical Assistance Project

WORLD BANK

INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT

Loan: 9074-BR

Term of Reference nº 14

A study on price formation in short-term power market: an analysis of the Brazilian market

December/2021

META

PROJETO DE ASSISTÊNCIA
TÉCNICA DOS SETORES DE
ENERGIA E MINERAL



BANCO MUNDIAL
BIRD • AID | GRUPO BANCO MUNDIAL





SUMÁRIO

1. CONTEXT	4
2. MOTIVATION	9
3. OBJECTIVE.....	10
4. SCOPE	11
5. PRODUCTS	11
5.1. PRODUCT 1	11
5.2. PRODUCT 2	13
5.3. PRODUCT 3	14
5.4. PRODUCT 4	16
5.5. PRODUCT 5	17
5.6. PRODUCT 6	18
5.7. PRODUCT 7	20
5.8. PRODUCT 8	21
5.9. PRODUCT 9	22
5.10. PRODUCT 10.....	24
5.11. PRODUCT 11	24
6. ACTIVITIES	25
ACTIVITIES	25
7. DEADLINE/SCHEDULE.....	30
8. TECHNICAL QUALIFICATION	32
9. PRESENTATION OF THE PRODUCTS	40
10. PAYMENT METHODS	41
11. SUPERVISION.....	41
12. AVAILABLE ELEMENTS	41
13. EXPENDITURE FRAMEWORK	41
14. SAVINGS.....	41
15. LEGAL WARNING	42
16. BIBLIOGRAPHIC REFERENCES	43

TERM OF REFERENCE – TR nº 14

A STUDY ON PRICE FORMATION IN SHORT-TERM POWER MARKET: AN ANALYSIS OF THE BRAZILIAN MARKET

1. CONTEXT

Among the main objectives of an electric power system is to meet the demand in a safe and reliable way. Given its continental proportions and its interconnected operation characteristics, the Brazilian electricity system stands out in the world stage, being the eighth largest electric energy producer in the world with approximately 520.02 TWh, according to the International Energy Agency (IEA, 2019). Specifically, in the world ranking, Brazil is the second place in the world ranking in installed capacity of hydraulic energy (IHA, 2020), and recently, it has also gained prominence in the installed capacity of wind energy, seventh in the world ranking (ABEEÓLICA, 2020).

The National Interconnected System (SIN) has 215 GW of installed power including hydroelectric, thermoelectric, nuclear, wind, solar and biomass plants (ANEEL, 2021). To interconnect the SIN, it is necessary about 145,600 km of transmission lines (ONS, 2021), thus being a great challenge to operate a system of such proportion.

The hydroelectricity predominance adds some characteristics to SIN, such as: (i) inflows uncertainty: the available generation to meet the demand is closely tied to the rainfall amount in the river basins; (ii) time coupling: storage decisions made in the present, can have a positive or negative impact in the future; and (iii) the generation from an upstream hydroelectric power plant has a direct impact on downstream hydroelectric power plants in the cascade.

Although Brazil has favourable geography, it is unreasonable to think of a purely hydroelectric system since without the generation sources complementarity, the system would be dependent on the hydrological regime. Thus, the combination of hydraulic and thermal power plants, which originated the hydrothermal systems, is an alternative to guarantee operational security.

Hydrothermal systems are known worldwide, and given the particularities, it is complex to think of a mathematical model that can represent all their characteristics. Thus, the operation planning is generally divided into three stages, increasing the level of detail of the

system at each stage: (i) Medium Term, where generally, a multi-year horizon is considered; (ii) Short Term, a linear model where stochasticity of inflows and individualized power plants are represented, for a few months horizon; and (iii) Daily Operation Programming, where usually a unit commitment representation, a non-linear hydroelectric production function and an electric grid representation is applied, for a weekly horizon with hourly stages.

The first Brazilian power sector restructuring took place in the 1990s intending to create a competitive environment that would stimulate new investments for the generation expansion. This change occurred through the sector institutional reform promoted by the Restructuring Project for the Brazilian Electricity Sector (RE-SEB).

In 2002, the Electric Sector Revitalization Committee first proposed implementing a bid-based price mechanism in Brazil. In this proposal, thermal and demand agents would have the opportunity to submit bids by a quantity-price curve. In contrast, the hydraulic agents would have a mechanism based on virtual reservoirs, where the agent would have an "account" of energy rights, whose sum of balances should be equivalent to the physical stored energy in the system. Therefore, the hydraulic agents could offer bids regarding price and quantity, limited to the balance of their respective accounts. Generation and consumption curves would be constructed sorting the offers in merit order, in such way that the meeting of the curves would determine the short-term price and the production of each thermal agent. The ONS would define a physical dispatch of the hydroelectric plants based on the total amount "dispatched" commercially by them so that the same total amount of energy of the supply scheme would be generated but optimizing the system. Finally, there would be a reconciliation stage that allocates the physical and the accounting stored energy proportionally to hydraulic agents..

The second Brazilian power sector restructuring is known as the New Model of the Electric Sector (MSEB-2004), which aimed to ensure the electricity supply and tariffs affordability. Regarding energy commercialization, the new model has enabled the commercialization environments known as the Regulated Contracting Environment (ACR) and the Free Contracting Environment (ACL). Each one with distinct logics and structures.

Regarding the price formation, Brazil has adopted the cost-based (model) price approach. In such scheme, mathematical models are used for the stages of Operation Planning and to define the Settlement Price for Differences (PLD) that refers to the short-term market settlement.

The PLD is a product of the dispatch defined by computational models in an ex-ante process. It is calculated using forecasted information, before the system real operation, considering the declared availability of generation sources and the forecasted demand for each submarket.

In 2019 the MME Ordinance N°. 403 created the Modernization of the Electricity Sector Committee (CIM), whose goal is to implement short, medium, and long-term measures for the sector modernization. These measures were divided into the following actions (MME, 2021):

- Price formation
- Energy supply criterion
- Transition measures
- Separation of capacity and energy
- Auction systematics
- Debureaucratization and process improvement
- Governance
- New technologies
- Market Opening
- Rationalization of charges and subsidies
- Sustainability of distribution
- Energy reallocation mechanism (MRE)
- Contracting process
- Sustainability of transmission
- Gas and electric energy integration

On January 1st, 2021, the PLD began to be calculated daily in hourly basis for each submarket using the DESSEM computational model. The hourly price was an essential stage in the Modernization of the Electricity Sector.

The Permanent Commission for the Analysis of Methodologies and Computational Programs of the Electricity Sector (CPAMP) was created to continuously improve the development of the official optimization models used in the electric sector. Its purpose is to guarantee the coherence and integration of the methodologies and computer programs used by the Ministry of Mines and Energy (MME), the Chamber of Electric Energy Commercialization (CCEE), the Energy Research Company (EPE) and the National System Operator (ONS).

The CPAMP has promoted the constant evolution of the official models used in the electric sector, in which the following improvements stand out:

- 2013 – Insertion of the CVaR risk aversion mechanism;
- 2016 – Improvement in the number of Energy Equivalent Reservoirs (REEs) representation, going from 4 REEs to 9 REEs;
- 2017 – Use of deficit cost function in one level;
- 2018 – Improvement in the number of REEs representation, going from 9 REEs to 12 REEs;
- 2020 – Adoption of an additional risk aversion mechanism known as minimum operating volume (VminOp); the use of resampling hydrological scenarios technique at NEWAVE model; and the calibration of CVaR adopting the parameters (50.35).

From the perspective of improving the pricing models, it follows a list of projects with alternative methodologies:

- Hydroelectric dispatch optimization through hybrid optimization algorithms in a Distributed Computing Environment – PHOENIX Model – Proponent: Copel;
- Optimal hydrothermal dispatch model for the National Interconnected System – Hidroterm Model – Proponent: USP;
- Hydroelectric dispatch optimization model – MDDH Model – Proponent: Geração Paranapanema;
- Optimization of the National Interconnected Dispatch – ODIN Model – Proponent: CESP;
- Computational platform to calculate the optimal generation policy for the medium-term horizon of the SIN – SMERA Model – Proponent: Tractebel (Engie);
- methodology for defining medium-term weekly and monthly policies of the SIN with individualized modeling of the hydroelectric power plants – SPARHTACUS Model – Proponent: Tractebel (Engie);
- Stochastic model of weekly policies for the hourly dispatch of the National Interconnected System – SPARHTACUS II Model – Proponent: Norte Energia;
- Integration of Intermittent Renewables: a simulation model of the Brazilian electric system operation to support planning, operation, commercialization, and regulation –IRIS Model – Proponent: AES Uruguaiana.

- R&D¹ Hourly Price – An alternative deterministic mathematical model for price formation in the short-term market in hourly basis – Proponent: EDP.
- R&D Dynamic Reserve – Co-optimized model that considers the Operational Power Reserve and the hourly stochastic operation of the SIN – Proponent: EDP.

Regarding proposals for implementing market designs based on bid-based prices, this topic has been discussed academically, by sectorial institutions and Agents in recent years. Among the most recent academic researches we find: (Hochstetler, e Cho, 2019), (Hochstetler, et al., 2019), (Nazaré, et al., 2019), (Cruz, 2017), (Calabria, 2015), (Pinto, 2007) and (Lino, et al., 2003). The institutional initiatives include:

- R&D ANEEL – *Offer Based Market Study* – Proponent: Eneva (Start at: 2021);
- R&D ANEEL – Bid based price formation: Proposals of methodologies for bid based price in Brazil. Proponent: Engie (Start at: 2020):
<https://www.engie.com.br/inovacao/inovacao-e-pd/projetos/formacao-de-preco-por-oferta/>;
- MME Public Consultation N°. 33/2017 - Improvement of the legal framework for the electricity sector – N°. 5/2017/AEREG/SE and Agents contributions;
- R&D ANEEL – Market architecture for the electricity commercialization in Brazil: Analysis, simulation, and proposals – Proponent: EDF (Start at: 2014).

The Thematic Group Report “Price Formation Mechanisms” from the Modernization Working Group (WG) (GT Modernização, 2019) presented an analysis from different market arrangements and price formation mechanisms, mainly, for cost-based price (or model) and bid-based price.

Regarding the price by cost mechanism (or price by model), it has evolved significantly in recent years by the initiatives from CPAMP. This is a development that should be maintained. Thus, as a complement, it was recommended to evaluate which are the methodological aspects that require improvements in the current chain of models used in the price by cost.

Regarding the bid-based price mechanism, it was suggested in the Thematic Group Report (GT Modernização, 2019) that a detailed study should be conducted, with a compelling

¹ Research and Development projects

proposition of bid-based price mechanism that suits the Brazilian market. This study must address the following aspects:

- Strong regulation and well-defined mechanisms for monitoring and controlling market power;
- The bid-based mechanism that harmoniously coexists with the physical dispatch of hydroelectric power plants and with the increasing participation of intermittent sources in the energy matrix, as well as the expansion of distributed generation;
- System safe operation regarding the minimum levels of energy supply reliability;
- Instruments capable of inducing the appropriate demand response as a function of price behaviour;
- Signed contracts legacy.

As described in the following sections, many of the recommendations addressed in the WG Modernization (2019) are covered in specific deliverables of the current project, from the perspective of market designs based on cost pricing and on bid-based price.

2. MOTIVATION

The challenge of representing all the complexities to operate large hydrothermal systems is amplified by the exponential growth of intermittent energy sources in the Brazilian energy matrix. The distributed generation is also expected to increase in the country. These factors still lack accurate representations in the current price by cost (model) mechanism.

This project should present a diagnosis of Brazil's current price formation mechanism in, indicating which advances should be necessary to improve operational efficiency. It also must address a balanced cost allocation for the short and long term, promoting economic efficiency in the use of energy resources and the economic signal related with the short-term price.

In addition, it requires a detailed evaluation of the advantages and disadvantages between the cost-based (model) price formation and the bid-based price in the Brazilian electric sector.

Finally, in the eventual adoption of bid-based market design, this project must detail the best arrangement for the Brazilian context. It includes the necessary adjustments in the commercial perspective, in the regulatory environment and the best business practices. In the proposal, the commercial dispatch associated with the short-term price, the Settlement

Price for the Differences (PLD), indicates the physical dispatch, nominating the generation resources to meet the demand (dispatch by the market). This dispatch is always subject to redispatch by the operator, ensuring a proper system balance.

3. OBJECTIVE

This Term of Reference (TR) general objective is to engage specialized consultants to conduct a study on the mechanisms of price by cost (model) and bid-based price from the perspective of the operational and commercial peculiarities of the Brazilian electricity market. The project must address critical points of the SIN, concerning:

- Harmony/optimization in the hydroelectric power plants operation;
- Mitigation of market power (regarding unbalanced concentration);
- The reliability of the energy supply in the long term;
- The active participation of the demand.

Thus, the project specific objectives must include:

- Enlarging the sector's knowledge about the price formation mechanisms through workshops and specific courses;
- Improving the economic efficiency of the Brazilian electricity price signal;
- Mitigating the price volatility;
- Reducing the total operating costs;
- Inducing the investments attractiveness of the electricity sector;
- Presenting a diagnosis of the necessary advances for the cost-based (model) price formation mechanism and possible methodological alternatives for a better price signal efficiency;
- Critical evaluation of bid-based price in the global scenario, mainly concerning countries with hydroelectricity predominance;
- Detailed evaluation of the pros and cons between cost-based (model) and bid-based pricing formation market designing considering the Brazilian electricity sector;
- Proposing a methodology for bid-based market designing that meets the particularities of the Brazilian electricity sector and coexist with the physical dispatch of hydroelectric power plants. In the proposal, the commercial dispatch associated with

the spot price (PLD) defines the physical dispatch, subject to redispatch by the system operator to achieve the best operation of the system (nomination by the market);

- Indicating the most appropriate arrangement to mitigate market power;
- Proposing a mechanism for adequate management of systemic supply risk considering the offer price environment;
- Developing tools to evaluate the impacts from an eventual migration from price by cost (model) to bid-based price mechanism;
- Presenting adequate treatments for contracts legacy;
- Presenting a diagnosis on the direct or indirect externalities associated with socio-environmental impacts based on international experiences to prioritize generation sources with lower potential impact, in the short-term electricity pricing process.

4. SCOPE

The target audience of this Term of Reference is the public policymakers in the electricity sector. The studies and conclusions resulting from this work will broaden the knowledge about the mechanisms of cost-based (model) and bid-based price formation for the stakeholders, agents of the Brazilian electric energy market and other related institutions. It also serves as input for propositions of concrete measures in the regulatory framework of the electric sector.

5. PRODUCTS

The resulting products will support the improvements in the Brazilian electricity sector market design, which aims to enhance the operating efficiency and the economical price signal.

The technical reports and pertinent contents must obey a standard layout structure pre-defined in Product 1, considering that the project's content may, in the future, compose publications as a whole or separately. The products that must be elaborated during the contracting period are listed below.

5.1. PRODUCT 1

Deliverable: Technical Report

Title: Working Plan

Description: This product will be a Technical Report that will contain the description of the activities/work steps that the retained company(ies) defines as necessary to achieve the proposed objectives, and the methodology to be used for its realization. It must be directly related to the products and timelines defined in this Term of Reference (TR), citing specific objectives, activities, deadlines, responsible parties, and partners. It must also indicate the delivery deadline of intermediate and final products, and the preliminary versions. Thus, the Work Plan should include, but not be limited to:

- General specifications about the project, including:
 - Document management pattern throughout the project;
 - Content management (online platform, sharepoints, among others);
 - Programs management patterns regarding the programming codes language, sharing of the codes and documentation;
 - Communication patterns between institutions and retained companies;
 - Documentation standardization layout: Each technical report and other relevant documents are parts of a whole.
- Contextualization of the project;
- Literature review to insert the project into the *status quo*.
- Project objectives, with established goals.
- Schedule of activities, indicating delivery deadlines compatible with this RT, including dates for internal meetings, workshops, and training sessions.
 - Aiming to give publicity and transparency to the project, the goal will be to hold workshops with Agents and Sectorial Institutions every six months, planned in schedules, to present the intermediate products.

Regarding computer programs, we request the prioritization of tools that allow code sharing aiming at the development of open-source tools. In addition, when feasible, we ask for prioritization use of free optimization solvers or national development solvers. The Work Plan will be essential for project planning, organization, and monitoring, being prepared with this objective in mind.

5.2. PRODUCT 2

Deliverable: Technical Report

Title Analysis of cost-based (or based on models) price formation mechanism

Description: Product 2 consists of a Technical Report that analyzes which improvements would be necessary in the current pricing models to promote a better price signal. This report should include, but not be limited to:

- Analysis of the countries that use cost-based pricing models, presenting the similarities and differences when compared with the models used in Brazil;
- Contextualization, schematically and comparatively, on the main characteristics of the national/international models, indicating the system robustness, methodological aspects, solution algorithms and use of supporting models;
- Description of the role of the system operating institutions, such as the commercial intermediary institution, the physical system operator, the transmission network operator, among others;
- Multiple uses of water management;
- Discussion over the mechanisms for promoting the power system expansion;
- Clarifying the market characteristics of international systems regarding:
 - The format of the energy contracts;
 - The settlement of the short-term energy differences. Discussion on the existence of multiple settlements;
 - The existence of financial forward contracts, clarifying how to establish price benchmarks;
 - The market practices regarding the participants in each of the trading environments;
 - A survey on other traded system services, such as, but not limited to: ancillary services, physical guarantee contracts and power reserve services;
 - Diagnosis of externalities associated with social-environmental impacts that affect the short-term electricity pricing process, focusing on generation sources with the lowest potential impact.
- A discussion of how to incorporate integrated services into cost-based models, such as the following ancillary services:
 - Frequency control services;
 - Power reserve;
 - Reactive support;

- Self-restoration;
- Among others.

The analysis of this report aims at the improvement of the current models. We expect the proposition of alternative methodologies or methodological adaptations to those currently employed in the SIN's cost-based price formation chain. The proposed models and methodologies must be robust and provide long-term statistical analysis, considering the main sources of SIN's uncertainties.

The analysis must contain the estimated effort to implement the proposed methodologies, considering the current official computational systems chain. This report will be used as a basis for comparative studies in Product 4 and subsequent ones and, therefore should be organized from that perspective.

5.3. PRODUCT 3

Deliverable: Technical Report
Title: Analysis of the bid-based price formation mechanism
Description: Product 3 consists of a Technical Report to discuss the bid-based mechanism globally. The report must describe the most consolidated markets that use bid-based marked design, highlighting countries/markets with a predominance of hydroelectric energy. The report must include, but not be limited to:

- Analysis of the countries that use bid-based price mechanisms. Description of alternative mechanisms to the classic and mixed models (bid-based price mechanisms with cost-based models acting in parallel).
- Contextualization, schematically and comparatively, on the main characteristics of the national/international models, indicating the system robustness. Topics must include, but be limited to:
 - Experiences with zonal and nodal pricing;
 - Competition between different energy sources;
 - Differentiation between energy contracts and peak load contracts;
 - Mechanisms regarding the expansion of the electricity system.

- A discussion regarding the composition and the market concentration.
- Mechanisms for promoting the market balance regarding the mitigation of conflicts of interest. This analysis must highlight the hydroelectric cascade operation.
- Multiple uses of water management;
- The market characteristics of international systems, clarifying:
 - The format of the energy contracts;
 - The settlement of the short-term energy differences. Discussion on the existence of multiple settlements;
 - The existence of financial contracts, clarifying price benchmarks, market participants, product formats (for example the existence of futures, forward and options contracts), clearing houses, margin formation methodologies and other forms of credit risk mitigation used by these institutions;
 - Description of the performance of the system operating institutions, such as, the commercial intermediary institution, the physical system operator, the transmission system operator, among others;
 - Discussion regarding the access of the electric power market of agents that do not hold physical assets (virtual contracts);
 - A survey on other traded system services, such as, but not limited to: ancillary services, physical guarantee contracts and power reserve services;
 - Diagnosis of externalities associated with social-environmental impacts that affect the short-term electricity pricing process, focusing on generation sources with the lowest potential impact.

The report must provide a conceptual proposal for a bid-based price mechanism suitable to the Brazilian market, addressing the main topics contemplating, but not limited to:

- Structure of the market mechanism - relationship between energy market, dispatch, and operation; number of settlements. Relationship between physical and financial markets.
- Zonal or nodal prices;

- Bid Specifications:
 - Frequency of offers;
 - Format and temporal discretization:
 - Price and quantity offers;
 - Constraint offers and specific costs (for instance, start-up costs);
 - Definition of the Agents that participate (consumers, flexible generators, intermittent source generators and virtual offers).
- Address the balance of the market proposal regarding the hydroelectric operation in cascades and the market concentration.

We expect a critical assessment of the current stage of development/implementation of bid-based price mechanism in the evaluated countries/markets. The Technical Report should propose a conceptual model that addresses the main issues necessary for the adequacy of bid-based price mechanism for the Brazilian market. These guidelines will be detailed in the subsequent reports. Finally, this report will be used as the basis for comparative analyses in Product 4 and subsequent reports, therefore should be organized from that perspective.

5.4. PRODUCT 4

- Deliverable: Technical Report
- Title: Evaluation of the pros and cons of price formation mechanisms
- Description: Considering the reports of Product 2 and Product 3, Product 4 consists of a detailed evaluation of the advantages and disadvantages between the cost-based (model) and bid-based mechanisms in the context of the Brazilian electric sector. This product assumes the proposition of quantitative metrics to compare methodologies when possible. For instance, it is suggested the use of comparative graphical methodologies, such as Harvey Balls, radar graphs and similar. Among the items that should be included in the report are, but are not limited to:
- Description of international experiences of migration of electric energy market mechanisms from cost-based to bid-based and vice-versa. Description of the challenges faced in the migration processes and their contextualization for the SIN.

- Comparative analysis of the market characteristics described in Products 2 and Products 3;
- Comparative analysis of the market operator and the system operator roles. Their recurring activities in each of the market models;
- Analysis of the operator's power to act in stress situations, with severe constraints motivated, for example, by long affluence reductions, system structural contingencies, blackouts, and market structural unbalances;
- Analysis on the access and the role of consumer agents to the energy market;
- Analysis on the role of agents with inelastic energy supply characteristics (intermittent sources, large run-of-river power plants, thermoelectric power plants with pre-defined dispatches, such as LNG plants in the SIN);
- Comparative analysis regarding market metrics such as, but not limited to: participation level (market share) of market agents, liquidity, turnover, volatility, among others.

Product 4 will be essential to the technical and methodological tools that will support the decision to change (or don't change) the price formation design in Brazil. Thus, it must have the necessary robustness and detailing to make the analysis possible.

5.5. PRODUCT 5

Deliverable: Course
Title: Market designs and price formation mechanisms
Description: Product 5 consists of a course to the sectorial institutions focusing on market designs and price formation mechanisms by cost (model) and bid-based. As much didactic as possible, its content should reflect the results of Product 2 and Product 3. Following, we suggest topics to be covered during the course (but not limited to):

- International experience: market designs implementation;
- Analysis of competitive electricity markets;
- Classical market designs: cost-based, bid-based, and mixed price formation mechanisms.
- Methodologies to the short-term price formation: cost-based, bid-based pool and self-dispatch;

- Market architecture used in energy markets that adopt a plurality of products: power market, capacity market, ancillary services, and clean energy certificates;
- Trends in electricity markets;
- Market equilibrium schemes of hydroelectric operation in cascades;
- Forms of mitigating market power;
- Power markets, clearinghouses and methods of counterpart risk mitigation by intermediary agents;
- Over-the-counter power markets;
- Discussion of contracts and financial instruments;
- Discussion of single and multi-settlement markets;
- Externalities that cause imbalances in power markets (hydroelectric generation in cascades, market concentration, security constraints arbitrage, etc.).

The training material must be concentrated on the platform provided in Product 1. The project must maintain a permanent platform/service for questions and answers through a dedicated (web)page with FAQs, blogs, or other communication means. As a conclusion of the course, a report must be submitted, including trained employees, individual evaluations, and didactic materials.

5.6. PRODUCT 6

Deliverable: Technical Report and Computational Tool
Title: Proposition of a bid-based price mechanism
Description: Product 6 consists of the proposition of a bid-based price formation mechanism that meets the Brazilian electric sector particularities and that can coexist with the optimal dispatch of hydroelectric plants. This product should be connected with the surveys done in Products 3, 4 and especially Product 5, to anticipate the main challenges for its implementation. Among the points to be addressed, it must contain, but not limited to:

- Definition on which international experiences the mechanisms that is proposed is inspired;
- Evaluation of the institutions' attributions, among them: the role of physical system operator and market operator. Indication of other institutions that may be necessary for a balanced market operation;

- Definition and motivation of the proposed market mechanism characteristics:
 - Zonal or nodal prices;
 - Temporal discretization of the offers;
 - The mechanisms for promoting the electricity system expansion;
 - Definition of the reconciliation mechanisms between the traded power and the physical dispatch;
 - The approach of use of water sharing among hydroelectric agents and other common uses;
- Propose a succession of events schedule of a typical daily operation that includes, but is not limited to:
 - Aggregation of the agents' offers;
 - The financial accounting of the power market;
 - The operation of the physical system;
 - The financial settlement;
 - The conciliation between the power market and the physical power system.
- Definition of the bids assumptions:
 - How to deal with agents' offers with different physical characteristics in a balanced market.
 - Active participation of consumers and;
 - Inflexible generators (renewable sources, thermoelectric generators with predefined dispatch, among others).
- The contracts formats of the power market, such as:
 - Forward market, day-ahead market, and intra-day market.
- Commercial and regulatory impacts survey arising from the proposed market design;
- Indication of possible adjustments in the institutional governance for the proposed market design;
- Definition of ancillary services that complements the bid-based power price formation mechanism and their competitive treatment. For example, but not limited to:
 - Services that guarantee the power supply in situations that requires fast response, such as primary and secondary frequency control;
 - Operating reserve;
 - Reactive power compensation.

- Indication of strategies or policies that prioritizes generation from sources with lower socio-environmental impacts, directly or indirectly associated with the short-term electricity price mechanism formation.
- Indication of the market operator mechanisms to measure the market balance. The appropriate monitoring metrics must be proposed. The final proposal will be completed by Product 7.
- Indication of the mechanisms provided to the system operator for ensuring the physical system balance. The final proposal for this item will be addressed by Product 7.

The product also includes the computational tool for determining the price and the commercial dispatch according to the agents' bids. This tool must follow the guidelines proposed in Product 1 regarding the programming management, the code sharing and documentation. The computational device must include, but are not limited to:

- Promotion of the optimal commercial power balance in the market;
- Allow the energy offer following the guidelines defined in this Technical Report;
- Allow the conciliation with the physical system;
- Generation of reliable prices (zonal or nodal) in the discretization established in this Technical Report.
- Presentation of all output information from the computational model in a detailed and structured pattern.

Finally, the product requires a workshop organization to anticipate the price formation mechanisms discussions with Agents and sectorial Institutions. In the event, the delivered products will be discussed, and prominent speakers from the sector will be invited.

5.7. PRODUCT 7

Deliverable: Computational Tool and Technical Report

Title: Market power surveillance

Description: Product 7 details the mechanisms proposed in Product 6 to promote the power market monitoring and mitigation of potential market power considering the bid-based price mechanism. Among the items to be addressed must be, but not limited to:

- Proposals of market power quantitative metrics;
- Proposals for measuring the metrics and comparison with benchmarks;
- The surveillance and control mechanisms that prevent the exercise of market power in the following cases, but not limited to:
 - In the hydroelectric cascade operation;
 - In the market concentration by the commercial activity of big players;
 - Atypical behaviours at quantity and price offer or at agents' generation physical constraints.

The product requires the development of a computational tool to be used in the process of market power exercise surveillance. This tool must be compatible with the guidelines proposed in Product 1 and is an additional module integrated with the computational tool of Product 6. The computational tool intends to help institutions and market agents to get used to the new mechanism and its joint validation. Additionally, the product requires a platform where players propose bids and simulate the market operation. This platform aims to conduct experiments to evaluate the agents' behaviour in a sequence of market games using the proposed bidding platform.

The capabilities of the computational tool must include, but not be limited to:

- The indication of market imbalances by quantitative metrics;
- The identification of the agents that causes imbalances, suggesting the bid restrictions, when included in Product 6 proposal, to reestablish market balance.

5.8. PRODUCT 8

Deliverable: Computational Tool and Technical Report
Title: Systemic supply risk surveillance
Description: Product 8 proposes a mechanism for managing systemic supply risk considering the bid-based environment, considering the proposal presented in Product 6. This product aims to incorporate a methodology that supports the operator/planner identify potential energy and power supply risks.

Among the topics to be addressed, the following must be included, but not limited to:

- Identification of stochastic variables that promotes supply deviations to the system;
- Proposal for incorporating these stochastic variables in the computational tool of Product 6;
- Proposals for measuring the systemic supply risk by quantitative metrics;
- Proposals for the metrics' measurement and comparison with benchmarks;
- In case of potential systemic risk, the proposition of mechanisms to help the operator to reestablish the systemic balance. Address the commercial guidelines to make the proposed actions affordable.
- Proposal for incorporation of complementary ancillary services to the mechanism proposed in Product 6.

The product requires the development of a computational tool to be used in systemic supply risk management. This tool must be compatible with the guidelines proposed in Product 1 and consistent with the computational tool developed in Product 6. Its features must include, but are not limited to:

- The indication of the supply risk, with the potentially affected zone, through quantitative metrics;
- The mechanisms to reestablish the systemic balance in a simulated environment, verifying the action effectiveness.

5.9. PRODUCT 9

<u>Deliverable:</u>	Technical Report and Computational Tool
<u>Title:</u>	Tools for evaluating the impact of shifting from cost-based to bid-base price mechanisms
<u>Description:</u>	Product 9 consists of a technical report evaluating the regulatory and commercial effects resulting from the paradigm change, considering the proposal formulated in Product 6. The product also requires the development of tools that assess the impacts. Thus, the product must contain, but not be limited to:

- A descriptive survey of the regulatory impacts resulting from the migration process. This analysis should contain, but not be limited to:
 - Foreseeing the main regulatory challenges to be addressed;
 - Mapping of the Decrees, Ordinances, Resolutions, Rules, Procedures and other documents that will require regulatory modifications;
 - The necessary changes in the Energy Reallocation Mechanism (MRE) in Commercialization Rules/Procedures under the inflows treatment of the hydroelectric power plants as addressed in Product 6.
- A descriptive survey of the business impacts resulting from the price mechanism changing. The survey must include, but not limited to:
 - Foreseeing the main commercial challenges to be addressed;
 - Impacts on the agent's internal processes resulting from the new forms of accounting and settlement;
 - Changes in commercial contracts;
 - Changes in the price volatility patterns.

The product includes the proposition and development of a computational tool that evaluates, through quantitative data, the potential impacts. It is an additional module to the computational tool of Product 6. Among the tool capabilities, we suggest including, but not limited to:

- Simulations that emulate the agents' behavior in a bid-based price environment;
- Price behaviour in adverse scenarios;
- Agents' behaviour in adverse scenarios;
- Simulation of operator's potential actions to reestablish the market balance in adverse scenarios;
- Quantitative analysis of the action's effectiveness proposed in Product 7, regarding agents' potential market power.

The technical report must contain qualitative (concerning the impacts of regulatory and commercial risks) and quantitative analyses using the proposed computational tool.

5.10. PRODUCT 10

Deliverable: Technical Report.

Title: Treatment of legacy contracts.

Description: Product 10 consists of a technical report, indicating the appropriate treatments for legacy contracts considering the shifting to a bid-based price mechanism as proposed in Product 6. This product should contain, but not limited to:

- Proposition of a risk matrix of the contracts expositions, showing the main stakeholders and affected agents;
- Diagnosis of the contractual impacts that may result from the adoption of bid-based price, listing, but not limited to:
 - Regulated market contracts;
 - Free market contracts;
 - Assumptions of energy distribution to hydroelectric agents participating in the MRE;
 - Reserve Energy Contracts;
 - Specific contracts such as PROINFA, Itaipu, Nuclear Energy and distribution companies physical guarantee energy contracts;
- Treatments for legacy contracts, regarding, but not limited to:
 - Indicating the main contracts clauses that will require specific treatments;
 - Measuring the economic rebalancing needs;
 - Proposition of transition rules.

Given the breadth and depth of the changes related to a shifting process of pricing mechanisms, Product 10 will aim to anticipate possible sources of disputes due to the adaptation of existing contracts. Thus, the report should have the depth and detainment to make possible such anticipation by the affected Agents.

5.11. PRODUCT 11

Deliverable: Technical Report.

Title: Deployment schedule

Description: Product 11 consists of the project's final delivery. It summarises the project's main developments, based on the surveys done, and defines the

implementation schedules for the proposed mechanisms. Thus, this product must contain, but not limited to:

- Presenting the schedule to obtain a better price signaling with the cost-based formation mechanism, as described in Product 2;
- Presenting a detailed schedule for the potential implementation of the bid-based price mechanism, as proposed in Product 6 and following developments;
- Presenting the strategy for training market agents and sector institutions, to explain, but not be limited to:
 - The proposed price formation mechanism;
 - The necessary regulatory changes;
 - The risks associated with the proposed mechanism;
 - The necessary treatments of legacy contracts;
 - The implementation schedule of the proposed mechanism.

Product 11 must also contain a consolidated technical reference report, summarizing the developments and presenting a map of the technical reports developed throughout the project. This final report should have attached all the technical reports, with the necessary updates to ensure consistency among the documents.

Finally, a workshop should be organized to give transparency to the work conclusions and maintain the dialogue about the price formation mechanisms with the Agents and Sector Institutions. This event will discuss the products delivered throughout the project with prominent speakers from the sector.

6. ACTIVITIES

The following Table complement what is specified in Section 5, highlighting the main activities related to the products.

Table 1 - Activities

PRODUCTS	ACTIVITIES
Product 1 - Work Plan Report (consolidated report)	⇒ Setting up a kick-off meeting, at the CCEE, in São Paulo/SP, for the team presentation and the initial discussions of the work to be carried out, leveling the expectations in relation to the project products;

	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Elaborating the Work Plan with the activities indication and the respective methodologies applied, meetings, and delivery of preliminary and final products; ⇒ Providing a preliminary version of the Work Plan, to be checked for compliance; ⇒ Proposing the project schedule of follow-up meetings and meetings with the international consultants; ⇒ Setting up a meeting by videoconference to deliver the document with the project Work Plan.
<p>Product 2 – Technical Report <i>(consolidated report)</i></p> <p>Analysis of cost-based (or based on models) price formation mechanism</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Discussing the main improvements that can be implemented in the models in order to improve the current price formation mechanism; ⇒ Presenting methodological alternatives available in the market to the current price formation models; ⇒ Indicating possible alternative models suppliers to those currently used in the sector; ⇒ Conducting a benchmarking study of dispatch models and price signal efficiency in the international market; ⇒ Making available the preliminary version of Product 2, according to the schedule defined in the Work Plan; ⇒ Arranging a face to face meeting at CCEE in São Paulo/SP, to deliver the final version of the Product 2 Report; ⇒ Making available all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.
<p>Product 3 – Technical Report <i>(consolidated report)</i></p> <p>Analysis of the bid-based price formation mechanism</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Presenting the main concepts related to the bid-based price formation mechanism; ⇒ Presenting different international methodologies and techniques of bid-based pricing, to highlight: <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Structure of bids: How generating agents make their bids; how consuming agents make their demand bids; actions of the market operator/dispatcher on the agents' bids; ⇒ Settlements format: Experiences with double (day-ahead

	<p>and real time) or multiple settlements; settlement of financial contracts;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Experience with markets with high hydrological participation: How the interest alignment in cascades is done. ⇒ International best practices for monitoring and mitigating market power; ⇒ International experience with energy exchanges; ⇒ Assessment of price volatility in international markets; ⇒ Proposing a conceptual model that addresses the main issues for the bid-based price mechanism adequacy in Brazilian market; ⇒ Providing all the documents used or elaborated by the consultants (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.
<p>Product 4 – Technical Report <i>(consolidated report)</i></p> <p>Evaluation of the pros and cons of price formation mechanisms</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Detailed evaluation, through appropriate metrics, of the advantages and disadvantages between the price formation mechanisms by cost (model) and bid based price in the context of the Brazilian electricity sector; ⇒ Making available all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.
<p>Product 5 – Training and Technical Report <i>(consolidated report)</i></p> <p>Market designs and price formation mechanisms</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Making available a preliminary version of the didactic material for conformity assessment; ⇒ Preparing the presentation that will be made during the training, summarizing the content of the didactic material; ⇒ To carry out a course preferably at CCEE's headquarters, in São Paulo/SP or at the indicated location. The didactic material should be provided for each participant. The Contractor will provide a training room with projection equipment; ⇒ Preparing the Technical Report including trained employees list, individual evaluations of the training and the didactic

	materials.
<p>Product 6 – Technical Report and Computational Tool (consolidated report)</p> <p>Proposition of a bid-based price formation mechanism</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Proposing a model of bid based price mechanism considering the Brazilian market particularities; ⇒ Presenting a risk matrix; ⇒ Proposing a computational tool for determining the price and the commercial dispatch as a function of the agents' bids; ⇒ Proposing a workshop with Sector Institutions and Agents in order to provide transparency and foster discussion regarding the products delivered within the project scope; ⇒ Making available all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.
<p>Product 7 – Technical Report and Computational Tool (consolidated report)</p> <p>Market power surveillance</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Proposing a mechanism for measuring, monitoring and mitigating the exercise of market power, considering the deliverables of Product 6; ⇒ Development of a computational tool to be used in the exercise of market power surveillance; ⇒ Making available all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.
<p>Product 8 – Technical Report and Computational Tool (consolidated report)</p> <p>Systemic supply risk surveillance</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Proposing a mechanism for systemic risk management, considering the deliverables of Product 6; ⇒ Development of the computational tool to be used in systemic risk management; ⇒ Making available all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.

<p>Product 9 – Technical Report and Computational Tool (consolidated report)</p> <p>Tools for evaluating the impact of shifting from cost-based to bid-base price mechanisms</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Proposing a technical report with an assessment of the regulatory and commercial impacts arising from this paradigm shift; ⇒ Developing a tool to evaluate the impact of the migration from cost-based (model) to bid-based market design. Including the main analysis and conclusions in the technical report; ⇒ Making available all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.
<p>Product 10 – Technical Report (consolidated report)</p> <p>Treatment of legacy contracts</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Presenting a diagnosis of the impacts that may occur with the adoption of the bid based price; ⇒ Presenting a risk matrix of the process; ⇒ Listing the possible treatments of legacy contracts; ⇒ Providing all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up.
<p>Product 11 – Technical Report (consolidated report)</p> <p>Deployment schedule</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Setting up meetings by teleconference or videoconference, throughout the product execution, whenever necessary; ⇒ Presenting a schedule of the potential improvements that will be necessary to obtain a better price signaling with the cost-based (model) price design; ⇒ Presenting a detailed schedule for the eventual implementation of the bid-based price mechanism; ⇒ Presenting the strategy for training the market agents; ⇒ Elaborating a final technical report; ⇒ Providing all the documents used or elaborated by the consulting company (reports, database, bibliography, among others), which may be considered relevant for a better project comprehension and follow-up. ⇒ Proposing a workshop at the end of the project with Sector Institutions and Agents to provide transparency and foster discussion regarding the delivered products throughout the project.

In complement to the activities, the project will include regular workshops with Agents and Sectoral Institutions participation to provide transparency to the studies and products in progress, as shown in Figure 1 of Section 7.

7. DEADLINE/SCHEDULE

The project execution and the delivery of the eleven (11) products described in Section 5 are 30 (thirty) months. The products have the percentages cost estimates related to human resources in the table below, and they should be delivered according to the project schedule.

Products		% of contract value	Month 1	Month 2	Month 3	Month 4	Month 5	Month 6	Month 7	Month 8	Month 9	Month 10	Month 11	Month 12	Month 13	Month 14	Month 15	Month 16	Month 17	Month 18	Month 19	Month 20	Month 21	Month 22	Month 23	Month 24	Month 25	Month 26	Month 27	Month 28	Month 29	Month 30
Product 1	Work Plan Report	1%																														
Product 2	Technical Report: Analysis of cost-based (or based on models) price formation mechanism	20%																														
Product 3	Technical Report: Analysis of the bid-based price formation mechanism	5%																														
Product 4	Technical Report: Evaluation of the pros and cons of price formation mechanisms	10%																														
Product 5	Training and Technical Report Market designs and price formation mechanisms	5%																														
Product 6	Technical Report and Computational Tool: Proposition of a bid-based price formation mechanism	17,5%																														
Product 7	Technical Report and Computational Tool: Market power surveillance	10%																														
Product 8	Technical Report and Computational Tool: Systemic supply risk surveillance	10%																														
Product 9	Technical Report and Computational Tool: Tools for evaluating the impact of shifting from cost-based to bid-base price mechanisms	7,5%																														
Product 10	Technical Report: Treatment of legacy contracts	10%																														
Product 11	Technical Report: Deployment schedule	4%																														
	Workshops																															

Table 2 - Project timetable

* In addition to the costs related to human resources, the project foresees the allocation of 7% of the resources for using in events, hiring speakers, participation in conferences, roadshows, and other related costs.

8. TECHNICAL QUALIFICATION

8.1. Team Profile

In this section we indicate the teams profile, that should be composed of 1 (one) general coordinator, 3 (three) PhD consultants, 4 (four) Master consultants, 3 (three) expert consultants, 1 (one) full researcher, and 1 (one) technical/administrative assistant. The team qualification and the working plan in accordance with each product, as indicated below:

Table 3 – Team qualification

QUANTITY	PROFESSIONALS	QUALIFICATION	FORESEEN ACTIVITIES
01 (one)	General coordinator	Professional with a master's or Ph.D. degree and at least ten (10) years of experience in the electric power market; the professional must have solid knowledge about the Brazilian power market and at least five years of professional experience in projects involving optimization models and/or electricity market designs; it is required experience in project management including leading multidisciplinary teams, conflict of interest's mediation, and communication skills.	The professional will be required part-time (50%) in Products 1 to 11: ⇨ Elaboration of the Project Work Plan; ⇨ Supervising the consultants and researchers activities; ⇨ To serve as interface with the Technical Supervisory Committee - TSC ⇨ To coordinate and to ensure the delivery of studies and surveys related to the project products; ⇨ Coordinating the identification of opportunities improvement in the current computational models used in the price formation by cost (model), and to coordinate the proposition of bid-based price formation mechanism development. ⇨ Coordinating the development and review ensuring the delivery of the products specified in the project;

			<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Reporting on the activities framework regarding the activities schedule proposed in Product 1; ⇒ Coordinating the execution of the presentations, workshops, and seminars.
01 (one)	Consultant Doctor - Expert in Brazilian Market Design	Professional with Ph.D. degree and at least 10 (ten) years of experience in the electric power market; the professional must have solid knowledge on the market and regulatory architecture within the Brazilian electricity sector and understanding of market power mitigation mechanisms; it is desirable knowledge of international market design mechanisms	<p>The professional will be required part-time (50%) in Products 1 to 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Elaborating the work plan; ⇒ Managing the surveys, researches and studies required for the products elaboration, considering the suitability to the Brazilian market; ⇒ Proposing and developing the methodological basis of bid-based price mechanism. Among the main objectives is to propose a methodology that offers harmony/optimization in the hydroelectric power plants operation; ⇒ Proposing and developing mechanisms for monitoring/mitigating market power and systemic risk management (reliability of supply) consistent with the Brazilian market; ⇒ Preparing technical reports and presentations; ⇒ Preparing material for seminars and making presentations.
01 (one)	Consultant Doctor	Professional with Ph.D. degree with at least ten (10) years of	The professional will be required part-time (50%) in Products 1 to 9 and Product

	<p>– Expert in international market design</p>	<p>experience in the energy market; the professional must have solid knowledge at market and regulatory design in international level and experience in markets based on hydroelectric generation and that adopt bid-based price mechanisms. It is desirable additional knowledge at Brazilian market design mechanisms and/or in optimization models applicable to bid-based price mechanisms.</p>	<p>11:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Assisting the Work Plan sizing related to Products 2 to 9 and 11; ⇒ Managing the surveys, research and studies required for the products development, considering the international price mechanisms scope and the suitability to the Brazilian market; ⇒ Providing the methodological basis for the bid-based price mechanism development. Among the main contributions is to offer subsidies for the methodological and/or regulatory construction mechanisms that bring harmony/optimization to hydroelectric power plants operation; ⇒ Presenting international experience to propose mechanisms for monitoring/mitigating market power and systemic risk management (supply reliability) consistent with the Brazilian market context; ⇒ Preparing technical reports and presentations; ⇒ Preparing seminars and making presentations.
<p>01 (one)</p>	<p>Consultant Doctor – Expert in Optimization models</p>	<p>Professional with Ph.D. degree with at least ten (10) years of experience in optimization models applied to the electricity sector. It is also</p>	<p>The professional will be required part-time (75%) in Products 1 to 9 and Product 11:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Assisting the Work Plan sizing related to Products

		<p>necessary to have solid knowledge in large optimization practices applicable to short and long term energy planning models; the professional must have solid knowledge of the models chain currently employed in the Brazilian electricity sector, and experience in alternative models to those officially employed; complementary knowledge in Brazilian and/or international market design mechanisms is desirable.</p>	<p>2, 3, 6, 7, 8, 9 and 11;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Organizing, analyzing and evaluating data and information relevant to the project objects; ⇒ In Products 2 and 3, proposing a broad research on optimization models and their use in product pricing (energy or ancillary services) in international markets. ⇒ Identifying opportunities for improvement in the current computational models used in cost pricing (model); ⇒ Conducting the methodological development of the computational tools of Products 6 to 9 and coordinating with the technical team the source code development; ⇒ Planning the methodologies and computational tools validations, by elaborating evaluative tests; ⇒ Preparing technical reports and presentations; ⇒ Preparing seminars and making presentations.
<p>02 (two)</p>	<p>Master consultant – Expert in Brazilian Market Design</p>	<p>Professional with master's degree and at least 5 years of experience in the electricity market; the professional must have knowledge of market and regulatory design in the Brazilian market; it is desirable knowledge in international</p>	<p>It is planned that one of these professionals work in Products 2 to 11 and the second professional work in Products 3 and Products 6 to 9.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Conducting surveys, researches and studies

		<p>market design mechanisms and/or knowledge at programming.</p>	<p>required for the products development, considering the suitability to the Brazilian market;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Organizing, analyzing and evaluating the input and output data of the optimization models, considering the adherence to the Brazilian market; ⇒ Cooperating with the methodological basis for the bid-based price mechanism development. Among the main functions the professional must assist the research to propose a methodology that offers harmony/optimization in the operation of hydroelectric power plants; ⇒ Cooperating with the development of mechanisms for monitoring market power and systemic risk management (reliability of supply) consistent with the Brazilian market context; ⇒ Assisting the validation of methodologies and computational tools, by preparing evaluative tests; ⇒ Participating in the technical reports elaboration; ⇒ Participating in material preparation for seminars and presentations.
--	--	--	---

<p>02 (two)</p>	<p>Master consultant – Expert in optimization models</p>	<p>Professional with master's degree and at least 5-year of experience in projects that contemplate optimization models applied to the electricity sector; the professional must have experience in programming energy optimization models and remote code development and sharing tools; the professional must have knowledge about the models chain currently employed in the Brazilian electricity sector; it is desirable to have knowledge in solving large optimization problems alternative to those officially employed in the sector.</p>	<p>It is planned that one of these professionals work in Products 2 to 9 and Product 11 and the second professional work in Product 2 and Products 6 to 9.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ To provide the necessary technical support for products methodological development, especially those involving computational tools; ⇒ In Product 2, to assist in the research of improvement opportunities in the computational methodologies used in cost pricing (model); ⇒ Developing the source code of the computational tools for Products 6 to 9; ⇒ Implementing validations of the methodologies and computational tools, through by evaluative tests; ⇒ Preparing technical reports and presentations; ⇒ Participating of the material formulation for seminars, workshops, and presentations.
<p>01 (one)</p>	<p>Consultant Specialist - Market Design Specialist</p>	<p>Senior professional level with at least five (5) years of experience in the electricity market; the professional must have knowledge in market and regulatory design regarding the Brazilian case; it is desirable</p>	<p>The professional will be required for Product 3, Product 6 and Product 10;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Participating in the surveys, research and studies required for the products development, especially regarding

		experience in the Brazilian electricity contracts.	<p>market architecture in bid-based price mechanism;</p> <p>⇒ Assisting the elaboration of Product 10 related to mappings for the treatment of legacy contracts given the migration to a pricing mechanism by supply;</p> <p>⇒ Participating in the preparation of technical reports and material for the seminars.</p>
01 (one)	Consultant Specialist in Regulatory and Contracts	Senior level professional with at least 10 (ten) years of experience in the electricity market; the professional must have solid experience in electricity contracts in the free and regulated environments; the professional must have solid regulatory knowledge on national level; it is desirable regulatory knowledge on international level.	<p>The professional will be required in Product 3 and Product 10;</p> <p>⇒ Conducting Product 9 regulatory studies to evaluate the impacts of shifting the paradigm to a bid-based price mechanism.</p> <p>⇒ Conducting Product 10 studies regarding the appropriate treatment for legacy contracts considering the migration to the bid-based price mechanism;</p> <p>⇒ Preparing technical reports and presentations;</p> <p>⇒ Participating in material preparation for the seminars and presentations.</p>
01 (one)	Consultant Specialist in System Architecture	Professional with a bachelor's degree and at least 10 years of experience in systems architecture; the professional must have solid experience in	<p>The professional will be required in Product 1 and Products 6 to 10:</p> <p>⇒ Participation in Product 1 regarding the definitions</p>

		<p>programming and massive data generation systems with user interface; must have solid knowledge in code versioning and deployment management tools; it is required knowledge of databases, and it is desirable knowledge about the chain of models currently employed in the electricity sector.</p>	<p>of the management practices of the computer programs/tools to be developed during the project;</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Elaborating the integration structure of the computational tools input and output data; ⇒ Elaborating the interface of the computational tools with the users regarding the models' input and output data; ⇒ Assisting in the computer programs source codes management to be developed in Products 6 to 10 to comply with the best code management practices; ⇒ Assisting in the elaboration of the technical documentation related to computational tools source codes.
<p>01 (one)</p>	<p>Full Researcher – Programmer</p>	<p>Professional with a bachelor's degree and at least five years' experience in programming; the professional must have solid experience in user interfaces; it is required experience in data management, and it is desirable knowledge at the input and output data of the model chain currently employed in the electricity sector.</p>	<p>The professional will be required in Products 6 to 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Developing the data management tools for the inputs and outputs of the computational tools; ⇒ Developing the interface of the computational tools with the end users regarding the models input and output data; ⇒ Assisting in the development of technical documentation regarding the data of input and output of the models. <p>⇒</p>

01 (one)	Technical/ Administrative Assistant	Senior level professional with experience in document management and conference organization; it is desirable fluency in English.	The professional will be required to work part-time (25%) on Products 1 to 11: ⇨ Assisting the standardizing the documentation of the technical reports; ⇨ Assisting in the technical reports management with regard to the specifics of BIRD reports; ⇨ Assisting in organization of meetings, events, workshops and seminars, including the participation of external agents.
----------	---	---	--

8.2. Required Qualifications of Consultants

The Consulting Company, when individual or in partnerships, must have a minimum experience of five years in works related to price formation mechanisms applied to the electric power sector, covering, preferably, generation, commercialization, and regulatory impact analysis segments, even if in different projects.

9. PRESENTATION OF THE PRODUCTS

The final products must be prepared in Portuguese, with standardized tables, graphs, charts and flowcharts. The reports must be delivered structured in chapters, on A4 paper, numbered and bound, in three printed copies and one electronic copy, according to the following format:

- text: MS Word® version 2003 or later
- spreadsheets, graphs and tables: MS Excel® version 2003 or later;
- figures in general: JPG, GIF or BMP;
- computational tools: in high-level programming language and with guaranteed good performance such as Python, Julia or similar;
- presentations: MS PowerPoint® version 2003 or later.

- the products, in the form of reports, must present the appropriate logos, to be inserted in the following order: META Project, World Bank and MME/Federal Government;

The spreadsheets must be delivered unlocked and without editing restrictions.

In the products/reports, in addition to the logos, the following information must be registered: Research/Product/Work executed with resources from Loan Agreement N°. 9074-BR, formalized between the Federative Republic of Brazil and the International Bank for Reconstruction and Development - IBRD, on July 21, 2021.

10. PAYMENT METHODS

The estimated percentage of the total value of the Contract, for each product, is shown in Section 7. The payment procedures, deadlines for delivery and products approval will be linked to the Draft Contract, which is part of the Invitation Bidding Instrument.

11. SUPERVISION

The Technical Supervisory Committee - TSC of the Contract related to this TR will be formed by, at least, three titular members all linked to the Chamber of Electric Energy Commercialization (CCEE), responsible for the coordination, general supervision and attestation of the documents produced.

The beginning of the work object of this TR and the presentation of the products herein must be preceded by a meeting with the technical manager and/or the TSC for general orientation of the process and consultancy monitoring.

12. AVAILABLE ELEMENTS

The CCEE will provide, whenever necessary, the appropriate physical environment to enable scheduled work meetings between the parties, located in the institution's headquarters building in São Paulo - Brazil.

13. EXPENDITURE FRAMEWORK

The expenses resulting from consulting services hiring mentioned in this Term of Reference are included in the Work Program n°. XXXXX.

14. SAVINGS

The intended procurement is following World Bank Operational Policies, in particular the Environmental Safeguards.

The products of this activity will not result in any type of physical intervention, alteration or intensification in the production systems with potential generation of negative environmental impacts on the physical and biotic environment.

Considering the Brazilian environmental legislation and the World Bank Environmental Safeguards, this activity does not foresee the generation of significant environmental impacts.

The World Bank may, during the implementation of this activity, conduct an environmental assessment of the project, verifying possible environmental impact or non-compliance with Environmental Safeguards.

15. LEGAL WARNING

It is forbidden to hire, for any reason, active employees of the Federal, State, Federal District or Municipal Public Administration, directly or indirectly, as well as employees of its subsidiaries and controlled companies, within the scope of international technical cooperation projects (*Article 7 of Decree 5.151 of 07.22.2004*).

16. Technical Responsible

Name:

Organization:

Signature:

17. Endorsement

Name:

Position:

Signature:

16. BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- ABEEÓLICA. (2020). (Associação Brasileira de Energia Eólica.) Fonte: Info Vento nº 18. 22 de outubro de 2020: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Infovento-18.pdf>
- ANEEL. (08 de Fevereiro de 2021). *Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)*. (Agência Nacional de Energia Elétrica) Fonte: <https://www.aneel.gov.br/siga>
- BIG. (Setembro de 2019). *Banco de Informações da Geração*. Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL: www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm
- Calabria, F. A. (2015). *Enhancing flexibility and ensuring efficiency and security: Improving the electricity market in Brazil using a virtual reservoir model*. Porto: Universidade do Porto.
- Cruz, M. P. (2017). *Estratégias de ofertas em mercados competitivos de energia elétrica com predominância de geração hidrelétrica*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- GT Modernização. (2019). *Relatório do Grupo Temático: Mecanismos de Formação de Preço*. Fonte: <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/secretaria-executiva/modernizacao-do-setor-eletrico/gt-modernizacao/relatorio-final>
- Hochstetler, R. L., & Cho, J. D. (2019). Assessing competition in Brazil's electricity market if bid-based dispatch were adopted. *Revista de Economia Contemporânea*. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/198055272322>
- Hochstetler, R. et al.. (2019). Reflexões sobre uma Arquitetura de Mercado para o Setor Elétrico Brasileiro. Rio de Janeiro: Synergia Editora.
- IEA. (2019). *International Energy Agency*. Fonte: World Energy Outlook 2019: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- IHA. (2020). *Internacional Hydropower Association*. (IHA) Fonte: Hydropower Status Report Sector. Trends and Insights.: <https://www.hydropower.org/publications/2020-hydropower-status-report>
- Lino, P., Barroso, L. A., Pereira, M. V., Kelman, R., & Fampa, M. H. (2003). Bid-Based dispatch of hydrothermal systems. *Annals of Operations Research*.

- MME. (2021). *Modernização do Setor Elétrico*. Acesso em 17 de Junho de 2021, disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/secretaria-executiva/modernizacao-do-setor-eletrico/cim/o-que-e-cim>
- Nazaré, F. L., Cunha, G. R., & Bastos, J. P. (2019). Uma metodologia para ofertas de preços no Setor Elétrico Brasileiro: Avaliação e impacto.
- ONS. (Fevereiro de 2021). Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico: www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros
- Pinto, A. D. (2007). *Aplicação de um mercado atacadista de água para repartição dos certificados de energia assegurada entre usinas hidrelétricas*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.