



**GRUPO II  
GRUPO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS (GPT)**

**ANÁLISE DE PROJETO DE CICLO COMBINADO NAS CONDIÇÕES BRASILEIRAS:  
A VISÃO DO EMPREENDEDOR**

Jean Cesare Negri\*  
CESP/EPUSP

Silas Vieira  
CESP/EPUSP

**RESUMO**

O estudo em curso de diversos empreendimentos de geração elétrica a gás tem demonstrado algumas diferenciações no processo de estruturação e desenvolvimento do projeto. A contratação da usina via bloco de geração ou através da aquisição do EPC (Engineering, Procurement and Construction) é uma das etapas deste processo.

Com base em experiência recente num processo de seleção e classificação de um EPC para uma usina termoeletrica com cogeração de energia elétrica e vapor, são apresentados neste trabalho detalhes dos requisitos técnicos - comerciais. A metodologia de qualificação e constatações da análise são discutidas na seqüência.

**PALAVRAS CHAVE**

UTE - Ciclo Combinado - Seleção de EPC

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A inauguração do gasoduto Brasil - Bolívia (Gasbol) e a perspectiva de chegada de volumes iniciais do gás da Bolívia em São Paulo a partir de abril de 1999 têm motivado o estudo e o desenvolvimento de diversos projetos termoeletricos, incluindo a cogeração. Até 2007, São Paulo deverá receber 12,1 milhões de m<sup>3</sup>/dia de gás boliviano sendo 8,1 milhões de m<sup>3</sup>/dia do tipo TCQ (Transportation Capacity Quantity) e 4 milhões de m<sup>3</sup>/dia do tipo TCO (Transportation Capacity Option). Este volume, se direcionado integralmente para geração termoeletrica, implica numa capacidade de produção de cerca de 3.000 MW. Entretanto, o

Estado tem em estudo empreendimentos termoeletricos a gás natural que totalizam o dobro desta capacidade.

Além da disponibilidade do gás natural, o interesse na geração termoeletrica advem das perspectivas crescentes de mercado, da escassez de empreendimentos hidroeletricos competitivos, sendo que a tecnologia de ciclo combinado proporciona baixo impacto ambiental, elevada eficiência e custo de geração viável.

A grande maioria destes projetos está sendo desenvolvida numa estrutura de "project finance" através da figura de um produtor independente de energia. Duas alternativas de negócio têm sido utilizadas na modelagem, isto é, através de uma licitação de um bloco de geração e o desenvolvimento do projeto a partir de uma companhia específica.

Na primeira modalidade, em geral o processo de licitação é conduzido por uma distribuidora que tem interesse em receber, sob determinadas condições, um bloco de geração. Neste caso, participam da licitação de forma individual ou consorciada três tipos de empresas, a saber: companhias com interesses no processo de gás, produtores independentes de energia estabelecidos e fornecedores de equipamentos. Naturalmente, há também espaço para empresas de empreendimentos e de negócio ("trades").

Na segunda modalidade, é buscada a estruturação propriamente dita do EPC (Engineering, Procurement and Construction), visando o desenvolvimento de um projeto competitivo técnica e economicamente, além da transferência de tecnologia. O processo é iniciado com a formação de uma companhia específica, que

deverá atuar como produtor independente, através da associação de companhias já estabelecidas com interesses não conflitantes no processo, incluindo desde a atratividade promovida pelo negócio, até a aquisição dos produtos gerados, passando pelo fornecimento de produtos ou serviços necessários para o projeto. Em geral estão envolvidas nesta associação, companhias de suprimentos de combustível, fornecedores de equipamentos, empresas de geração e distribuição de energia elétrica, além de "developers". Portanto, o interesse de cada sócio no projeto, extrapola a própria atratividade do negócio, sendo que a agregação ou desagregação de algum sócio evolui com o próprio desenvolvimento do projeto.

A configuração final da companhia específica pode ser estabelecida no início do projeto, trazendo vantagens e desvantagens. A companhia criada com a participação dos sócios nas suas diversas funções dentro do projeto, estabelecendo *a priori* condições para as minutas de contratos de suprimento de combustível (CSC), de EPC (CEPC), de operação e manutenção (CO&M) e fornecimento de energia (CFE), fornece uma garantia, limitando as indefinições apenas às atividades de desenvolvimento financeiro e tributário do projeto. Em contrapartida, algumas condições pré-estabelecidas podem engessar de tal forma o projeto e tornar o custo da energia elétrica produzida com menor competitividade em relação a outros projetos mais flexíveis.

A sedimentação da companhia específica ao longo do processo também traz prós e contra. A falta de alguns atores no processo atuando como sócios torna o desenvolvimento mais longo devido a necessidade de uma decisão contratual fora do âmbito da companhia. Entretanto, a opção de inclusão de sócios através de um processo de licitação ou tomada de preço pode trazer economias importantes para sua viabilização.

Não existe uma fórmula ideal, as condições e os interesses de cada projeto indicam a configuração a ser adotada. Minimamente é interessante a presença de empresas vinculada ao processo de suprimento ou fornecimento de gás e ao processo elétrico, preferencialmente distribuidoras para potencializar a compra da energia. Estas empresas também agregam valor ao projeto, tendo em vista que conhecendo o processo da matéria prima e do produto gerado pelo empreendimento, influem positivamente no desenvolvimento técnico do projeto e promovem um auxílio decisivo na obtenção das licenças necessárias. A inclusão de empresas de caráter privado, sobretudo se possuem o controle acionário da companhia, flexibiliza o desenvolvimento e facilita a contratação de serviços e bens.

Com esta constituição, então a companhia específica parte para o primeiro processo na estruturação do empreendimento, que é a tomada de preço do EPC, incluindo o pacote de financiamento e a proposta de O&M. Como alternativa a um envolvimento e comprometimento maior do proponente pode ser oferecido uma participação societária na companhia. Sobre este processo, são apresentados na seqüência detalhes do encadeamento, aspectos técnicos e comerciais norteadores de uma tomada de preço efetuada recentemente num empreendimento de cogeração utilizando gás natural.

## 2.0 - CONDIÇÕES DO PROCESSO

A principal características do processo foi o de manter maior fidelidade possível a seleção de um EPC, sem o envolvimento direto do proponente no cálculo do custo dos energéticos gerados. A forma de contratação estabelecida foi de "turn key" (chave na mão) e modalidade de pagamento "lump sum" (preço fixos). Este tipo de contratação limita a participação da companhia específica ou de terceiros no processo, dando ao proponente maior controle na implementação e minimiza os riscos perante aos órgãos de financiamento.

Além do EPC, no mesmo pacote foram solicitadas propostas de financiamento, onde o proponente deveria atuar como "developer" e fornecedor de O&M. O montante mínimo a ser financiado exigido foi de 75% dos custos totais. A proposta de O&M foi solicitada para melhor referenciar estes custos no fluxo de caixa, contudo ela estava desvinculada da proposta de EPC, podendo a critério da companhia específica serem escolhidas de forma separada, de diferentes proponentes. A proposta de EPC contemplava além da usina em si a subestação (SE) seccionadora e as linhas de transmissão (LT) de interconexão.

### 2.1 Especificação e Requisitos Técnicos

Considerando que no início do processo de seleção do EPC não havia ainda uma definição sobre o fornecimento do 2º energético - o vapor, que dependia sobretudo do custo a ser alcançado e do seu impacto no fluxo de caixa e no custo da energia elétrica, foram solicitadas aos proponentes duas alternativas de configuração isto é, com e sem produção de vapor. Os dados das propostas, principalmente os comerciais, serviriam de elemento essencial para escolha de uma ou outra alternativa.

O aspecto importante na definição das configurações foi pela não definição pontual da capacidade de energia elétrica. Dentro de uma configuração 2 x 1 pretendida, ou seja, 2 turbinas a gás e 1 turbina a vapor,

envolvendo as turbinas a gás de maior potência, foi fornecida uma faixa de 70 a 100 MW de variação possível. Isto possibilita ao proponente uma otimização técnica com reflexos na competitividade econômica do projeto. Vale ressaltar que nesta faixa de potência de turbina a gás de 160 a 180 MW existem apenas 4 empresas detentoras de tecnologia. A intenção foi de possibilitar a otimização para cada uma destas tecnologias. Foi mantida, contudo, uma fronteira nesta abertura para otimização que foi a disponibilidade de gás limitada na ordem de 2 milhões de m<sup>3</sup>/d.

No tocante a configuração e arranjo da usina foi dada liberdade de otimização, não havendo requisito para o tipo de montagem eixo único ou multi-eixo, sem prescrição do tipo ou do ciclo térmico ou do tipo da turbina a vapor (contrapressão ou extração).

Por questões de flexibilidade operacional foi solicitado o uso mínimo de 2 turbinas a gás e a previsão para ampliação futura de um conjunto turbina a gás - gerador - turbina a vapor.

Para que a usina pudesse operar em complementação térmica, reduzindo a carga em condições hidrológicas favoráveis, foi solicitado que a produção de vapor fosse mantida nestas condições.

Sistemas para possibilitar partida sem energização externa (black start), operação em ciclo simples e operação com óleo diesel em condições emergenciais deveriam ser previstas.

Na proposta técnica deveria ser incluída a caracterização da usina, SE e LT's, envolvendo descrição, dimensionamento e especificação técnica dos equipamentos principais e sistemas auxiliares. Foi indicada a normalização a ser aplicada para equipamentos, materiais, construção, montagem e comissionamento. Foi identificada e relacionada a documentação técnica a ser fornecida por ocasião da contratação e a lista completa de peças sobressalentes prevista.

Os índices e as garantias, globais e parciais de desempenho e eficiência foram requisitados. Entre os fatores, como principais foram estipulados taxa de redução na potência e eficiência não superior a 1% a cada 5 anos; disponibilidade de 95% e 100% para produção de energia elétrica e vapor, respectivamente; fator de potência de 0,85.

Como critério foram estabelecidas condições para equipamentos de reserva ou circuitos de exclusão e "by pass", visando em contingências manter a unidade em operação, eventualmente com alguma redução de carga ou rendimento.

Foi exigida a aplicação de componentes e materiais experimentados com comprovação acima de 16.000 horas de operação. As turbinas a gás deveriam atender o critério de 2.000 partidas a frio ao longo da vida útil de 20 anos. Como orientação, foi indicada a possibilidade de ofertar equipamentos auxiliares já fabricados no Brasil.

Os detalhes do micro local, as respectivas condições climáticas e os pontos relativos às interligações com os sistemas elétrico, vapor, gás, suprimento de água e descarte de efluentes foram indicadas aos proponentes. No tocante a questão ambiental, foi solicitado o atendimento da legislação local e na falta de algum índice a aplicação da norma americana. Foi solicitado uma caracterização e quantificação com indicação dos respectivos tratamentos para os efluentes: líquidos, gasosos, sólidos, ruído, vibração e calor.

Quanto ao O&M foi solicitado um programa detalhado, indicando filosofia, equipe, cronograma de manutenção, além de um plano de acompanhamento e treinamento visando transferência de "know how" aos técnicos do empreendedor.

## 2.2 Especificação e Requisitos Comerciais

A moeda básica adotada foi o dolar americano (US\$) e os documentos solicitados conforme modelo anexado a carta convite foram:

- (i) cronograma físico-financeiro de implantação subdividido por eventos principais;
- (ii) orçamento discriminado por sistema do empreendimento;
- (iii) orçamento discriminado de O&M.

O pagamento previsto para o empreendimento foi estruturado com base em alguns índices, de características fixas e variáveis, conforme discriminado a seguir:

- preço da capacidade de produção de energia elétrica (US\$/kW/mês);
- parcela fixa relativa a O&M para produção de energia elétrica (US\$/mês);
- parcela variável relativa a O&M para produção de energia elétrica (US\$/mês), sem incluir o combustível;
- parcela relativa a capacidade de produção de vapor (US\$/t/h/mês);
- parcela relativa a produção de vapor (US\$/t),

incluindo O&M e combustível referente a produção de vapor.

A partir destes índices é possível determinar o custo específico de cada energético, eletricidade e vapor individualmente, bem como o ponderado referindo ambos a mesma base, como por exemplo, a energia elétrica equivalente. O fluxo de caixa para cada proposta pode ser montado a partir destes índices.

Complementado a proposta comercial foi solicitado a forma de pagamento com indicação em separado dos tributos, bem como a definição da estrutura da captação financeira num montante mínimo de 75%.

### 2.3 Critério de Julgamento

Não foi assumida uma nota específica para a proposta técnica. A partir da análise, a proposta técnica deveria apresentar requisitos mínimos, levada a uma uniformização, respeitando as singularidades de cada proponente. Caso não fossem atingidos níveis técnicos adequados as propostas seriam desclassificadas.

Com base nos índices comerciais apresentados no item anterior, a propostas seriam selecionadas e ordenadas em função do valor presente do fluxo de caixa do empreendimento por um período de 20 anos, calculado com uma taxa de desconto de referência de 11% a.a.

A proposta selecionada seria escolhida entre as três melhores classificadas elegendo-se aquela que indicaria a maior taxa interna de retorno ao empreendedor e apresentar os melhores indicadores com relação aos seguintes parâmetros:

- menor tempo de instalação;
- maior confiabilidade;
- menor preço de capacidade;
- menor custo fixo de O&M na produção de eletricidade;
- menor consumo de combustível em carga parcial.

### 3.0 - CONDIÇÕES DE SELEÇÃO

As condições do processo sintetizadas no item anterior foram detalhadas num documento denominado carta convite. Considerando que o empreendedor ou a companhia específica tinha participação majoritária de acionistas privados, a carta convite foi dirigida, sendo encaminhada a 9 empresas previamente selecionadas. Quatro propostas englobando 5 empresas convidadas foram apresentadas.

O prazo inicialmente estipulado foi de 60 dias sendo prorrogado por mais 30 dias. A filosofia de não fixar parâmetros pontuais para o projeto, permitindo otimização por parte do proponente, produziu propostas com configurações e índices diferenciados. Isto exigiu todo um trabalho de uniformização das propostas.

Foram criadas 2 equipes para análise da propostas técnicas e comercial, incorporando elementos das empresas acionistas da companhia específica.

A equipe técnica incorporou especialistas na área de mecânica, elétrica e instrumentação & controle. Um período de 2 semanas foi suficiente para uma avaliação preliminar das propostas, incluindo "check list", análise do escopo e conferência com uniformização de parâmetros.

Entretanto, como foi estabelecido um prazo para início de operação da usina que se mostrou incompatível com os prazos dos fabricantes, as propostas tiveram um certo desvirtuamento no escopo.

Neste sentido, foi solicitado num prazo de 30 dias uma revisão das propostas, incorporando uma 3ª alternativa que incluía a expansão de 250 MW na alternativa com configuração (2 x 1) com produção de vapor.

Teoricamente deveriam ser apresentadas 12 configurações alternativas, isto é, 3 alternativas solicitadas de 4 proponentes. Contudo ao todo foram submetidas 23 configuração, pois alguns proponentes trabalharam com mais de uma configuração de arranjo ou de equipamento para cada alternativa.

Houve diversidade de configurações, arranjos com multi-eixo e eixo único, caldeiras de recuperação com 2 e 3 níveis de pressão, com e sem queima suplementar, e em alguns casos a previsão de injeção de vapor na turbina a gás.

Um novo trabalho de avaliação e uniformização foi realizado. Considerando que alguns tópicos não estavam completos, foram realizados contatos e reuniões de esclarecimentos. Este processo demandou 60 dias, sendo selecionados 2 proponentes para uma segunda fase denominada de classificação.

Esta segunda fase não havia sido prevista no início, porém foi a oportunidade encontrada de detalhar mais o projeto, limitando apenas às alternativas (2 x 1) e (3 x 1) com produção de vapor, além de buscar orçamentos e prazos de implantação menores. Uma complementação a carta convite foi elaborada, incorporando requisitos técnicos adicionais e simulações para o estudo de viabilidade financeira.

O prazo para apresentação da revisão e complementação da proposta foi de 30 dias. A classificação final, com a indicação do 1º colocado, demandou 3 meses adicionais. Além do trabalho de análise, uniformização e esclarecimento, o processo só foi concluído após o cumprimento de uma viagem técnica de membros da equipe de avaliação em empreendimentos similares implantados pelos proponentes.

#### 4.0 - CONSTATAÇÕES E APRENDIZADOS

- (i) A idéia de não "engessar" a proposta através de parâmetros pontuais, permite uma otimização por parte do proponente, melhorando a competitividade do projeto. Entretanto, é imperativo o trabalho de uniformização na avaliação.
- (ii) A uniformização técnica acima indicada, via escopo de fornecimento e índices específicos, visando estabelecer condições de comparação entre as propostas está intrinsecamente contemplada no método do valor presente (VPL) do fluxo de caixa do empreendimento. Potências menores implicam em menores receitas, enquanto que custo de O&M e consumo de combustível maiores indicam maiores despesas, influenciando negativamente no VPL. O VPL do fluxo de caixa como critério de julgamento tem robustez suficiente para seleção entre propostas, permitindo diversas simulações e análise de sensibilidade.
- (iii) A inclusão de alternativas de configuração em geral induz o proponente a adotar uma alternativa básica, derivando a partir desta as propostas da demais. Isto prejudica a avaliação, sobretudo em relação ao fato de que inclusão das alternativas por parte do empreendedor visa identificar diferenças a partir de configurações equilibradas e otimizadas para uma determinada tomada de decisão. Se alguma configuração não foi otimizada há uma desequilíbrio de índices,

podendo levar a uma decisão errada. Um esclarecimento detalhado do empreendedor e a participação de empresas de engenharia na composição do consórcio proponente melhora a qualificação da abordagem por alternativa.

- (iv) O processo entre o lançamento da carta convite e a escolha do 1º classificado demandou 11 meses. Com a experiência adquirida este processo subdividido em 2 fases, seleção e classificação, pode ser reduzido para 6 meses (3 meses para proposta + 1 mês de avaliação na fase de seleção + 1 mês para revisão + 1 mês de avaliação na fase de classificação).
- (v) A etapa de avaliação complementada com contatos e reuniões de esclarecimentos com os proponentes agiliza e facilita o entendimento mútuo, resultando numa melhora na qualidade da proposta. Esta condição só é atingida fora do rigor da Lei 8.666, que trata das licitações para empresas estatais.
- (vi) Um processo transparente, com critérios bem compreendidos, dá credibilidade ao projeto.
- (vii) A inclusão na carta convite de uma minuta do contrato de fornecimento do EPC estabelece procedimentos, regras e cláusulas prévias.

#### 5.0 - BIBLIOGRAFIA

CEEE, Proposta para Aquisição de Potência e Energia Elétrica (450 MW) em Uruguaiana/RS –Minuta de Edital, Outubro/96.

ELETROPAULO, Processo Seletivo para o Empreendimento Usina Termoelétrica a Gás Natural - São Paulo I e II, Agosto/97.

TPP, Carta Convite para Processo de Seleção de Fornecimento de EPC com Financiamento da Usina Termoelétrica do Planalto Paulista em Paulínia, Outubro/97.