

Sistema inteligente de apoio à gestão de contratação em unidades de suprimento da Light

Leonardo Forero Mendoza^{1*}, Alexandra Forero Mendoza² & Carlos Alberto Gómez Cano²

¹Departamento de engenharia elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil.

²Docente, Universidad de la Amazonia.

Recibido 04 de agosto de 2014; Aceptado 13 de octubre de 2014

Resumen

Este trabajo propone una metodología y un apoyo a las decisiones específicas para la formación de precios de referencia y el análisis técnico de distribución de energía de software propuestas de servicios, en el área de concesión de la Luz, con su propia creación de bases de datos, teniendo en cuenta las particularidades de sector eléctrico. El precio de referencia tiene como objetivo apoyar las decisiones estratégicas de la zona comercial, principalmente en contratos importantes para la distribución de energía de servicios técnicos con el fin de reducir el riesgo de la contratación de servicios con precios menores o sobreestimado, la mejora de las negociaciones con proveedores, permitiendo un análisis más preciso y detallado y generar resultados con mejor información.

Palabras clave: Apoyo a las decisiones; computación en la nube; gestión de contratos; precio de referencia.

Resumo

Este trabalho propõe uma metodologia e um software específico de apoio à decisão para formação de preço de referência e análise de propostas de serviços técnicos de distribuição de energia, na área de concessão da Light, com criação de banco de dados próprio, considerando as particularidades do setor elétrico. O preço de referência visa dar suporte nas decisões estratégicas da área de compras, principalmente em contratos expressivos de serviços técnicos de distribuição de energia, de forma a reduzir os riscos de contratação de serviços com preços sub ou superestimados, aprimorando a negociação com os fornecedores, permitindo análises mais apuradas e detalhadas e gerando resultados com melhor qualidade de informações.

Palavras-chave: Apoio à decisão; computação nas nuvens; gestão de contratos; preço de referência.

Introdução

Há alguns anos, as empresas do setor elétrico vêm se deparando com uma problemática vivenciada por outros setores: a necessidade de terceirização de diversos serviços técnicos. Com isso, a área de compras dessas empresas vem enfrentando diversas dificuldades em criar critérios para a contratação desses serviços.

O menor preço nem sempre é garantia da melhor contratação, podendo gerar problemas irreparáveis, tornando o resultado final mais caro até do que a proposta inicial com o maior preço. Por isso, diversas análises têm que ser feitas pelo comprador responsável, principalmente em relação ao preço. Além de um preço justo para o contratante, é importante saber se o preço é justo também para o contratado, ou seja, um preço sustentável ga anti do os benefícios da terceirização, a qualidade e continuidade do serviço, bem como o retorno financeiro para o contratado.

Embora seja um assunto polêmico, a terceirização de serviços antes realizados pelas próprias empresas, está se tornando cada vez mais comum e frequente. Existem os que são contra,

alegando diversos motivos, como o desrespeito aos trabalhadores terceirizados, perda de qualidade, entre outros, e os que são a favor, defendendo que a terceirização pode ser praticada com pleno respeito aos direitos trabalhistas, inclusive obtendo-se ganhos expressivos em produtividade e conseqüente redução dos custos. O fato é que hoje a terceirização é uma realidade na maioria das empresas, principalmente nas grandes. Com esses acontecimentos, as áreas de compras dessas empresas também cresceram bastante, exigindo muito mais desses profissionais em seus processos, que estão cada vez mais complexos.

Somando se a esses acontecimentos a grande transformação do setor elétrico, a partir da década de 90, com a privatização de diversas concessionárias de energia elétrica, desburocratizando o setor e enxugando o quadro de funcionários, gerou-se uma onda de terceirizações de serviços técnicos. Além das tradicionais compras de materiais, que em sua grande maioria tem seus preços tabelados, principalmente devido à forte relação com commodities, e da contratação de serviços ditos como "corporativos", que atendem às atividades não relacionadas com o core business da empresa,

*Autor para Correspondencia: leofome@hotmail.com

como serviços de vigilância, recepção, call centers, entre outros, a contratação de serviços técnicos vem se tornando mais frequentes nessas empresas.

A redução do quadro de funcionários, durante o processo da privatização dessas empresas, gerou ganhos e perdas importantes. Dentre as perdas está a longa experiência técnica do setor, que foi construída por décadas de investimento em capital humano, que por sua vez foi subtraído, principalmente, pelos programas de demissão voluntária lançados na época da privatização. Por consequência, as diversas atividades técnicas que eram realizadas pelas próprias concessionárias passaram a ser contratadas. Algumas dessas empresas contratadas eram e ainda são formadas justamente por ex funcionários que acumularam anos de experiência, nas mais diversas atividades técnicas do setor.

Outro fenômeno, mais atual, está também contribuindo para o aumento dos serviços terceirizados. O setor de distribuição de energia está passando, recentemente, por importantes transformações tecnológicas. Diversos procedimentos técnicos utilizados por décadas estão entrando em desuso, dando espaço a outros métodos mais modernos que exigem larga utilização de tecnologias avançadas. Com isso, vem também a necessidade de contratação de empresas especializadas nessas tecnologias.

Segundo uma pesquisa do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento (IBGE), divulgada em 2009 sobre a Demografia das Empresas, de cada dez empresas criadas em 2007, cerca de duas já haviam deixado o mercado no ano seguinte e cerca de quatro não existiam após dois anos. Entre os diversos fatores que podem influenciar essa estatística, a má formação dos preços, sem dúvida, tem sua parcela de culpa. Ou seja, muitas vezes o próprio contratado, por falta de aprimoramento técnico, oferta um preço não sustentável, gerando diversos inconvenientes para si e, conseqüentemente, para a empresa contratante. Portanto, conhecer bem o serviço que se está contratando, bem com o seu preço referência, é fundamental para que se tenha uma contratação bem sucedida e justa. Para tanto, faz-se necessário conhecimentos técnicos relacionados ao serviço contratado e financeiros, muitas vezes exigindo profissionais especializados prestando apoio integral à área de compras.

A gestão de contratação de serviços na Light atualmente não conta com ferramentas eficientes que considerem, entre outros, os valores de

referência, sejam de preços, custos ou mesmo empresa, visando o acompanhamento dos contratos e o apoio às decisões associadas.

Diante das particularidades do setor e da área de concessão, para que seja possível aliar agilidade com qualidade na área de aquisição e logística, a segurança na hora da avaliação dos preços ofertados é preponderante, evitando assim problemas na pós-contratação. Assim, para que uma contratação tenha sustentabilidade e razoabilidade, faz-se necessário a avaliação de forma detalhada de todos os custos envolvidos, como principais insumos, mão-de-obra, equipamentos, entre outros.

Dessa forma, uma metodologia e um software específico de apoio à decisão, considerando as particularidades do setor elétrico, são indispensáveis para a formação de preço de referência e análise de propostas de serviços técnicos de distribuição de energia.

Desenvolvimento Fundamentos Teóricos

Preço

Preço é a importância recebida pelas entidades em decorrência da oferta de seus produtos e serviços e devem ser suficientes para cobrir todos os custos incorridos e ainda fornecer um lucro para a entidade [1]. De acordo com [2], ao longo da história, os preços foram determinados por meio da negociação entre compradores e vendedores. Segundo ele, tradicionalmente o preço funciona como o principal determinante na escolha dos compradores, e que esse ainda é o caso em nações mais pobres, entre grupos mais pobres, e para produtos do tipo commodity.

Os preços de referência costumam ser utilizados pelos consumidores ao examinar opções de compra, que o comparam a um preço de referência da memória ou praticado no varejo. Segundo [2], existem diversos tipos de preço de referência para o consumidor:

- ✓ Preço Justo (quanto o produto deveria custar)
- ✓ Preço padrão
- ✓ Último preço pago
- ✓ Limite máximo de preço (preço de reserva ou aquele que a maioria dos consumidores estaria disposta a pagar)
- ✓ Limite mínimo de preço (limite inferior de preço ou mínimo que um cliente pagaria)
- ✓ Preços dos concorrentes

- ✓ Preço futuro esperado
- ✓ Preço usual com desconto

São vários os processos que podem ser empregados na definição dos preços, que se baseiam, normalmente, nos custos, no consumidor ou na concorrência. Nas pequenas empresas, os preços costumam ser determinados pelo seu dirigente, enquanto que, em grandes empresas, existem políticas para a definição dos preços, onde se busca, de alguma forma, adicionar algum valor aos custos.

Os principais métodos aplicáveis no processo de formação de preços, com base nos custos, costumam empregar os seguintes fatores: custo pleno, custo de transformação, custo marginal, taxa de retorno exigida sobre o capital investido, custo-padrão. Quando um serviço é terceirizado e já foi, em algum momento, realizado pela empresa contratante, a percepção de valor fica muito mais próxima do custo de produção. Para esses casos, o método de preço de referência baseado nos custos, pode ser uma ótima alternativa.

Formação do Preço de Referência

O processo completo de elaboração de Preço de Referência de um serviço envolve três etapas básicas: (a) especificação do serviço e da modalidade de contratação, (b) levantamento dos preços e (c) formação do preço final.

Especificação do serviço e da modalidade de contratação

O primeiro passo na formação do preço de referência é a análise dos itens a serem contratados e métodos de trabalho, das tecnologias envolvidas, das implicações contratuais, das multas, dos procedimentos administrativos e da modalidade de cotação.

Neste trabalho, a modalidade de contratação considerada é a de serviços contínuos por preços unitários. Nela, cada serviço é representado por uma determinada quantidade US (Unidade de Serviço), que indica a quantidade de homens-hora. Nesse cálculo, homem-hora é a soma das horas aplicadas por cada pessoa da equipe envolvida na execução do serviço.

Levantamento dos recursos e estabelecimento de parâmetros

Nessa etapa começa a ser construída a Empresa Padrão (EP), onde são realizados levantamentos dos recursos necessários para a execução dos serviços mão de obra, equipamentos, ferramentas,

treinamentos volume dos serviços, histórico de execução dos serviços, características regionais e específicas da atividade, procedimentos técnicos, legislação relacionada ao serviço.

Outras informações são próprias de cada empresa e mais difíceis de compor estrutura administrativa, índices de absenteísmo e rotatividade, benefícios oferecidos ao empregado, entre outras que influenciam na composição do preço final. Tais dados geralmente dependem do porte da empresa, áreas geográficas de atuação, experiência no ramo, acordos sindicais, capacidade de gestão etc. Por isso, muitas vezes, é importante se estabelecer alguns parâmetros básicos que devem estar em linha com as empresas do setor.

Para que seja possível a realização dessa etapa, diversas visitas devem ser feitas às empresas do setor, principalmente nas que já são contratadas da empresa (quando o serviço já é terceirizado), a fim de se obter o máximo conhecimento das práticas utilizadas e parâmetros necessários à formação do preço.

Formação do preço final

Nessa etapa ocorre a formação do preço final. Para tanto, é idealizada uma EP com base nas informações levantadas na etapa anterior, onde são feitas cotações e levantamentos de preços de mercado dos recursos, respeitando a legislação vigente e procedimentos técnicos.

O estrutura da EP e conseqüentemente, a estrutura de preços Figura 1, que é a composição dos custos de cada atividade e do custo da Administração. A execução de cada atividade envolve Equipes Diretas (apenas equipe de campo), responsáveis por Custos Diretos, e Equipe de Apoio (supervisores, encarregados, finalizadores etc.), responsável por Custos de Apoio. Como a Administração Central é, na maioria das empresas, compartilhada com outros contratos (outras concessionárias e clientes), as Despesas Administrativas tem seu valor estimado com base em um percentual. Para cada custo, tem-se duas classificações de custos ou despesas: Custos ou Despesas de Capital (CAPEX Capital Expenditure) e Custos ou Despesas Operacionais (OPEX Operational Expenditure). Os custos são calculados para um mês, sendo que os Custos de Apoio são rateados por equipes e os Custos de Administração são rateados por Atividade (no caso de existir mais de uma atividade).

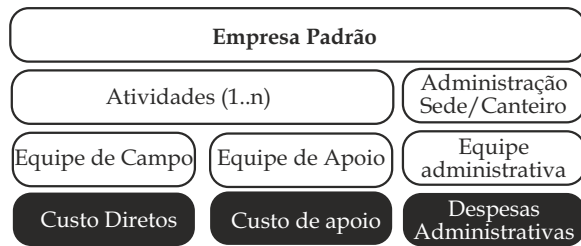


Figura 1. Estrutura da Empresa Padrão com a estrutura de custos com fundo preto.

Teoria da Utilidade Esperada

A Teoria da Utilidade Esperada é o núcleo da teoria econômica sob incerteza, presente na maior parte dos sistemas que modelam situações de incerteza, em que se "aposta" nas preferências das pessoas em matéria de resultados incertos.

O modelo mais simples (nunca adotado) de decisão, em condições de incerteza, assumiria que os indivíduos escolhem a alternativa que se apresenta com o maior valor esperado. Mas os decisores não maximizam o "valor esperado" e sim a "utilidade esperada". A utilidade é a medida de satisfação subjetiva.

A Teoria da Utilidade Esperada está baseada na crença de que as pessoas procuram alcançar decisões bem racionais baseadas em:

- ✓ Consideração de todas as alternativas possíveis;
- ✓ Uso da quantidade máxima de informações;
- ✓ Ponderação dos custos (riscos) e dos benefícios potenciais de cada alternativa;
- ✓ Cálculo de probabilidade;
- ✓ Um grau máximo de raciocínio lógico, baseado na consideração de todos os fatores anteriormente mencionados.

Observe-se também que a utilidade marginal é decrescente. Assim, por exemplo, 100 reais a mais para quem não tem nada é melhor do que 100 reais a mais para quem tem muito.

Essa teoria tem se mostrado útil para explicar algum critério do valor, tal como ocorre nos contextos de preferências em jogos de azar e de seguros.

Considerando um conjunto de eventos aleatórios (ex. loteria) (1), cada um com uma dada probabilidade de ocorrência (2), a função de utilidade (U) fornecerá um nível de importância para cada caso dos eventos aleatórios (3).

$$A = \{a \in \mathbb{R}^m; v_j \in [0,1] \forall j; \sum_{j=1}^m v_j = 1\}$$

$$a_i = (v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{mi})$$

$$U(a_i) = \sum_{j=1}^m k_j x_j v_{ji}$$

Onde v_{ji} é a probabilidade de ocorrência do evento j , k_j a ponderação designada ao evento j , sobre o valor da variável de interesse x_j .

Agregação Aditiva com Parâmetros Variáveis Interdependentes

O propósito do Método Multicritério de Agregação Aditiva com Parâmetros Variáveis Interdependentes é o de dar apoio ao processo de avaliação de um conjunto enumerável de alternativas, sobre as quais é preciso tomar decisões ou escolher alguma, de acordo com o valor de uma função multi-objetivo aditiva. A ideia é a de estudar todas as conclusões que podem ser obtidas a partir de informações imprecisas, sem a necessidade de atribuição de pesos ou constantes de escalas. A seguir é descrito o Método Multicritério de Agregação Aditiva com Parâmetros Variáveis Interdependentes.

O valor global de uma alternativa a_i é a soma de seus valores nos n critérios $(v_1(a_i), v_2(a_i), \dots, v_n(a_i))$, onde $v_j(a_i)$ é a representação do critério j , ponderados pelas n constantes de escala (pesos) $K = k_1, k_2, \dots, k_n$ que indiretamente refletem a importância dos critérios:

$$V(a_i, K) = \sum_{j=1}^n K_j V_j(a_i)$$

$$\sum_{j=1}^n K_j = 1, K_j \geq 0$$

Uma das partes mais difíceis do processo de apoio à decisão é definir os valores das constantes de escala, já que esses parâmetros irão refletir os valores e *trade-offs* dos tomadores de decisão (por exemplo, quanto você estaria disposto a perder no atributo "custo" para ganhar uma unidade no atributo "risco de acidente"?). Na verdade, não só os tomadores de decisão podem ter dificuldade para fornecer dados precisos sobre as suas preferências, mas também essas preferências podem mudar à medida que o processo de apoio à decisão evolui. Além disso, os procedimentos utilizados para obter os valores das constantes de escala [3] podem exigir mais tempo e paciência do que alguns tomadores de decisão podem dispor. Finalmente, em situações de decisão em grupo, as opiniões e preferências dos tomadores de decisão divergem frequentemente.

Para superar essas dificuldades, essa metodologia propõe avançar no processo de decisão com parâmetros variáveis interdependentes. Isto

significa que, em vez de exigir valores precisos para as constantes de escala, pedem-se os intervalos e restrições lineares sobre esses valores. Por exemplo, um tomador de decisão (ou grupo de tomadores de decisão) pode estar indeciso sobre a definição de $k_1=0,2$ e $k_2=0,1$ (precisos), mas pode achar fácil concordar que $k_1 > k_2$.

Esse tipo de informação é muitas vezes designada como imprecisa, incompleta ou informação parcial [4][5]. As restrições geralmente resultam de respostas imprecisas do tomador de decisões (por exemplo, fornecendo um intervalo para a taxa de *trade-off* entre dois critérios), ou a partir de julgamentos holísticos sobre as alternativas que o tomador de decisões é capaz de comparar (por exemplo, a_1 é o preferido para a_2).

Seja T o conjunto de todas as combinações de valores de parâmetros que satisfaçam todas as restrições inseridas. Assumimos que o sistema de restrições é consistente, caso contrário, T seria um conjunto vazio. Uma vez que T é definida, a metodologia pode ser utilizada para tirar conclusões sólidas (aquelas que se mantêm para cada combinação, em T) e para identificar quais dos resultados são mais afetados pela imprecisão nos valores dos parâmetros (os resultados que variam mais).

Os resultados produzidos pela metodologia, a partir de um conjunto T de combinações aceitáveis de valores para os parâmetros de importância e um conjunto, $A=\{a_1, \dots, a_m\}$ de alternativas, são os da Tabela 1.

Para cada alternativa a_i pertencente a A, o valor de "máximo arrependimento" associado a escolhê-la, ou seja, a diferença máxima de valor considerando as demais alternativas que podem ter um valor maior do que a_i , é:

$$\text{Arrependimento}_{\max}(a_i) = \max \{ \text{Arrependimento}(a_i, k : k \in T) \} \quad (i = 1, \dots, m) = \max \{ \max \{ V(a_j, k) : j = 1, \dots, m \} - V(a_i, k) : k \in T \}$$

Tabela 1. Resultados da agregação aditiva

<p>1 A faixa de valores para cada alternativa $a_i \in A$, a partir de $\min\{V(a_i, K) : K \in T\}$ para $\max\{V(a_i, K) : K \in T\}$</p>	<p>Se o maior valor possível para uma alternativa a_x é sempre menor do que o menor valor possível para uma alternativa a_y, então, a primeira alternativa poderia ser descartada.</p>
<p>2 A maior diferença de valor para cada par ordenado de alternativas $(a_i, a_j) \in A^2$, isto é, $\max\{V(a_i, K) - V(a_j, K) : K \in T\}$.</p>	<p>Se a diferença máxima é negativa ou nula, $V(a_j, K) \geq V(a_i, K) \forall K \in T$, o qual é denotado como $a_j \Delta a_i$ (a_j domina a_i). Se a diferença máxima não ultrapassar um parâmetro de tolerância ϵ, então, $V(a_j, K) \geq V(a_i, K) - \epsilon \forall K \in T$, o qual é denotado como $a_j \Delta_\epsilon a_i$ (a_j quase-domina a_i com tolerância ϵ).</p>

Arrependimento $\max(a_i) \leq 0 \rightarrow a_i$ é ótimo
Arrependimento $\max(a_i) \leq \epsilon \rightarrow a_i$ é quase ótimo com tolerância ϵ

Sistema Inteligente de Apoio à Gestão de Contratação em Unidades de Suprimento da Light - APOGEU

Visão geral do sistema

O sistema visa dar suporte nas decisões da área de compras facilitando a formação do preço referência, visando reduzir os riscos de contratar serviços com preços sub ou sobrestimados, aprimorando a negociação com os fornecedores, permitindo análises mais apuradas e detalhadas, gerando resultados com melhor qualidade de informações e segurança, permitindo ainda acompanhar mensalmente a evolução destes custos através dos índices e insumos que compõem as atividades contratadas Figura 2.

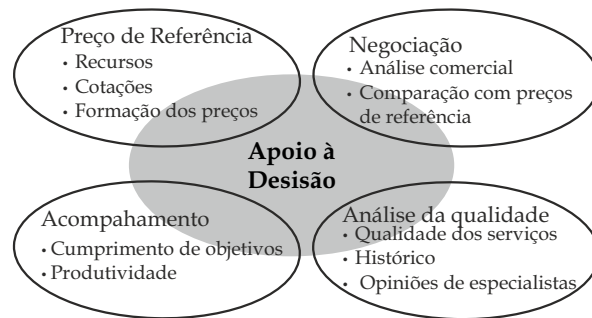


Figura 2. Visão geral do sistema.

Arquitetura do sistema

O sistema está sendo desenvolvido de forma modular, de modo a atender à dinâmica e a própria evolução do setor de contratação de serviços técnicos e de outros setores de contratação da empresa (Figura 3). O detalhamento de cada um dos módulos será apresentado na seção seguinte.

Outra característica do APOGEU está relacionada

à forma como ele será implantado. Para permitir uma interação direta e mais rápida dos fornecedores, melhor mobilidade e portabilidade, além de menor custo de manutenção, o APOGEU segue a nova tendência de computação nas nuvens e será implantado como uma plataforma web, onde todas as informações e cálculos são feitos pelos servidores que hospedam o sistema e as transferências são feitas por canais criptografados em 256 bits.

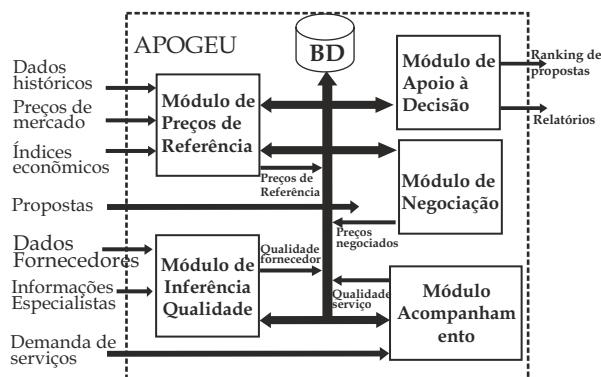


Figura 3. Arquitetura do sistema.

Módulo de Preços de Referência

Esse módulo permite a formação de preços de referência a partir de dados definidos por especialistas relativos a tarefas, empresas e equipes, e dados históricos de contratos e de empresas, além de preços de equipamentos e ferramentas.

O cadastro dos dados é feito por itens como Combustível, Ferramentas, Veículos, Pessoas e etc. Após o cadastro da base de itens, é feita a precificação por lote, onde o usuário pode definir os preços de aluguel, compra, revenda, seguros, manutenções, além de preços de formação, atualização e certificação para treinamentos.

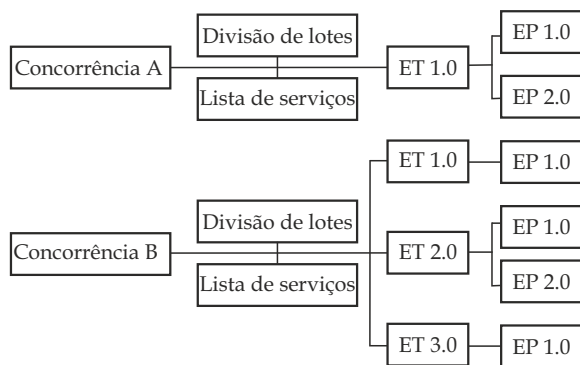


Figura 4. Estrutura de uma concorrência no APOGEU.

Com a base de dados já completa, é possível criar as Concorrências e suas respectivas Especificações Técnicas (ET), que servirão para gerar as EP a serem usadas nos módulos seguintes. Na Figura 4, é apresentada a estrutura da Concorrência e o processo de criação é descrito abaixo.

- ✓ Inicialmente, o gerente de preços estabelece qual divisão de lotes será usada para a concorrência em questão
- ✓ Com isso, podem se criar as especificações técnicas:
 - Definem-se impostos e características das empresas;
 - Criam-se as atividades a partir da lista de serviços;
 - Cria-se uma equipe para cada atividade indicando todos os itens que a equipe irá utilizar;
 - Monta a equipe de administração
- ✓ Nesse ponto, já se tem uma especificação técnica pronta para receber as empresas padrão por lote.

Módulo de Inferência da Qualidade

A partir de avaliação de desempenho e demais dados dos fornecedores, esse módulo gera índices de qualidade que serão utilizados pelos módulos de Negociação e de Acompanhamento. Os resultados gerados servirão para ponderação dos preços propostos, a partir de avaliação feita pela área gestora dos contratos.

O sistema APOGEU possui uma área específica para inserção de avaliações técnicas, onde o usuário pode cadastrar novas avaliações (Figura 5) a cada nova atividade do fornecedor designando uma nota técnica. O histórico dessas avaliações será usado para avaliar futuras negociações com esse cliente, como preço de referência de novos contratos ou renegociações e reajustes do contrato atual.

Dessa forma, cada vez que o fornecedor executa algum trabalho que é inserido no sistema com uma nota técnica, este saberá mais sobre essa empresa e calculará de forma mais precisa a qualidade do serviço oferecido pelo fornecedor.

Módulo de Acompanhamento

Associado ao módulo de qualidade, o sistema oferece o módulo de acompanhamento das condições comerciais contratadas. Essa funcionalidade é responsável por indicar divergências entre preços cobrados e preços de referência que podem acontecer por modificações nas quantidades de serviços, quando se há

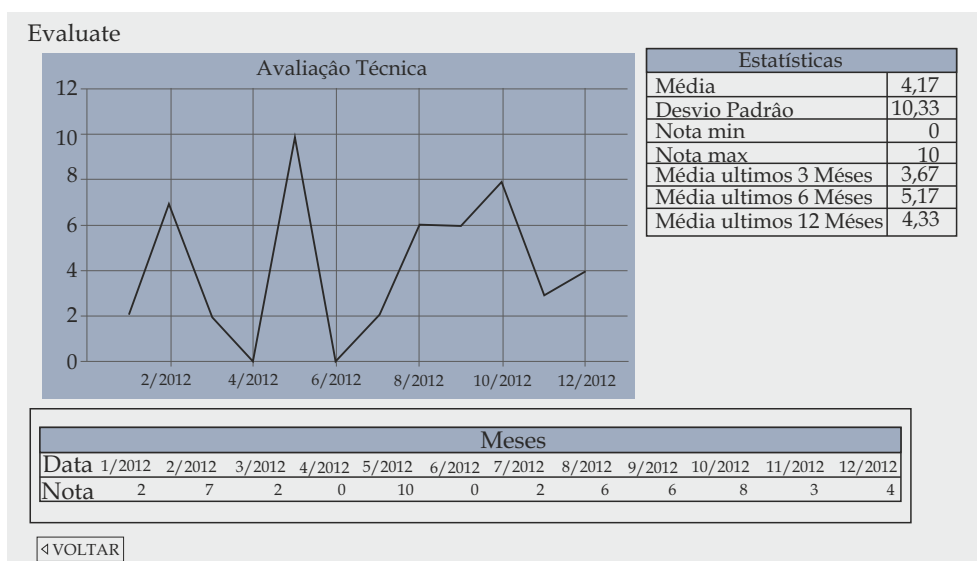


Figura 5. Área de inserção de novas avaliações técnicas do sistema.

necessidade de realinhamento, ou quando o preço mercado altera os valores das equipes ou do preço padrão dos equipamentos e mão de obra, quando se faz necessário um reajuste do contrato.

O sistema recebe os dados oriundos do sistema SAP e verifica o quanto que determinado fornecedor trabalhou de acordo com o que foi pedido. Além de utilizar essas avaliações para reajustes e realinhamentos, durante concorrências, o sistema também aproveita dessas informações para calcular preços de referência e ordenar empresas com relação ao valor agregado do serviço.

Módulo de Negociação

Esse módulo oferece uma série de ferramentas para que os compradores tenham todas as informações necessárias para chegarem ao menor preço possível com os fornecedores. O sistema oferece comparativos entre os preços de referência e os preços propostos item por item, variações percentuais e total já negociado. Também oferece um histórico com todas as negociações anteriores com registro de todas as alterações, conforme Figura 6. Além disso, é possível gerar uma ata da

negociação em forma de documento permitindo, dessa forma, um registro do que foi decidido em cada uma das Rodadas de Negociação (RN).

A partir da criação das EP, o sistema pode avaliar os preços praticados por cada um dos fornecedores de modo a fornecer ao comprador uma imagem clara e detalhada de todos os custos. Dessa forma, o comprador pode discutir, em qualquer nível de detalhe, cada uma das atividades solicitadas com os fornecedores além de poder seguir uma lista, gerada pelo sistema, de todos os itens que precisam de maior atenção por ordem de importância, i.e., impacto no preço final.

Visando sempre melhorar o desempenho dos compradores, o sistema mantém um histórico com todas as RN, onde podem ser consultadas todas as alterações nas propostas por usuário e data. Para que não haja inconsistências nas RN, o APOGEU possui um fluxo único de criação de RN, que pode ser visto na Figura 7.

✓ Durante o processo de criação da empresa padrão, o gerente de preços define todos os custos e manda o sistema validar essa empresa para que ela se torne disponível para os

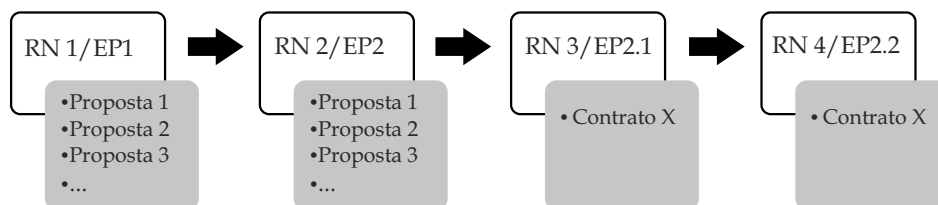


Figura 6. Fluxo de trabalho com histórico das negociações antes e depois.

- compradores.
- ✓ Os compradores, por sua vez, negociam com os fornecedores visando chegar o mais próximo possível do preço padrão e mandam o sistema gerar a ata da negociação.
- ✓ Caso haja algum problema com a EP corrente, essa informação constará na ata e o gerente de preços poderá criar uma nova empresa padrão com as atualizações necessárias e o ciclo começa novamente. Com a criação de uma nova EP, o sistema automaticamente arquiva a EP anterior e fornece a em modo de leitura para que não haja mais modificações na mesma.

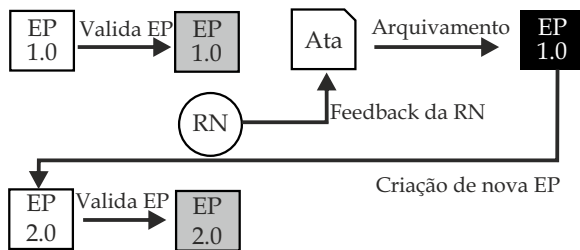


Figura 7. Fluxo de trabalho para criação das rodadas de negociação.

Módulo de Apoio à Decisão

Esse último módulo, talvez o mais importante e inovador, reúne as informações dos módulos anteriores de modo a gerar um ranking das propostas. Nesse ranking, as propostas serão listadas não por qualidade ou valor final em Reais, mas sim com relação ao valor que possuem numa moeda comum. Essa nova moeda leva em consideração o valor comercial final, análises técnica e financeira, produtividade e qualidade do fornecedor.

Modelo para indicação de melhores propostas para contratação de serviços

O modelo proposto integra os conceitos da Teoria da Utilidade com o Método Multicritério de Agregação Aditiva com Parâmetros Variáveis Interdependentes. Para esse caso, considera-se que cada alternativa do dado método multicritério corresponde a uma proposta de serviço apresentada por uma determinada empresa.

Assim, ai representa o valor da proposta, os n critérios $v_1(a_i), v_2(a_i), \dots, v_n(a_i)$ são determinados com base nos valores da proposta padrão, onde cada item da proposta representa um critério. Em seguida, é definido o valor da utilidade de cada critério, com base no domínio definido para cada item da proposta padrão e numa função de

utilidade definida a partir de (7). Tal função é adotada por permitir variações equivalentes de valor em torno do seu ponto central que será definido pela proposta padrão. Esse valor é calculado para todos os itens de todas as propostas apresentadas pelas empresas, construindo-se uma matriz de utilidade por item por empresa (as linhas representam empresas e as colunas são o valor de utilidade de cada item). O valor de utilidade por item (matriz de utilidade) será ponderado pelas n constantes de escala (vetor de pesos) $K = k_1, k_2, \dots, k_n$ que indiretamente refletem a importância dos critérios.

$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty, \sigma > 0$$

onde x = valor de cada item na proposta;
 μ = o valor normalizado da proposta padrão;
 σ é a variação normalizada permitida para esse valor na proposta padrão.

A construção dessa função requer que seja fixada uma ordem de importância dos critérios, ou seja, uma ordenação para as constantes de escala (pesos). Essa ordenação reflete a importância dos critérios. Essas constantes de escala são consideradas como variáveis interdependentes que podem assumir muitos valores, sujeitas a um conjunto de restrições, como as listadas em (8), (9) e (10).

$$K_i^i \in [0, 1]$$

$$K_1^i > K_2^i > K_3^i > K_4^i \dots > K_n^i$$

$$K_1^i + K_2^i + K_3^i + \dots + K_n^i = 1$$

Com base nessas restrições inicia-se um processo iterativo para encontrar os valores dos pesos para cada proposta, de cada empresa, com a sua avaliação de utilidade e todos os possíveis valores de K. Dessa forma, pode se descobrir a proposta robusta em utilidade e segundo isso estabelecer o ranking das propostas. A Figura 8 ilustra todo o processo do modelo proposto.

Resultados

Avaliação Comercial

Para se testar o modelo foram realizados vários experimentos, com dados simulados para um número de propostas, valores de custo para cada item, valores para as variáveis financeiras, valores para as avaliações técnicas. As definições para as relações de importância e definição das utilidades dos itens foram sugeridos com auxílio dos

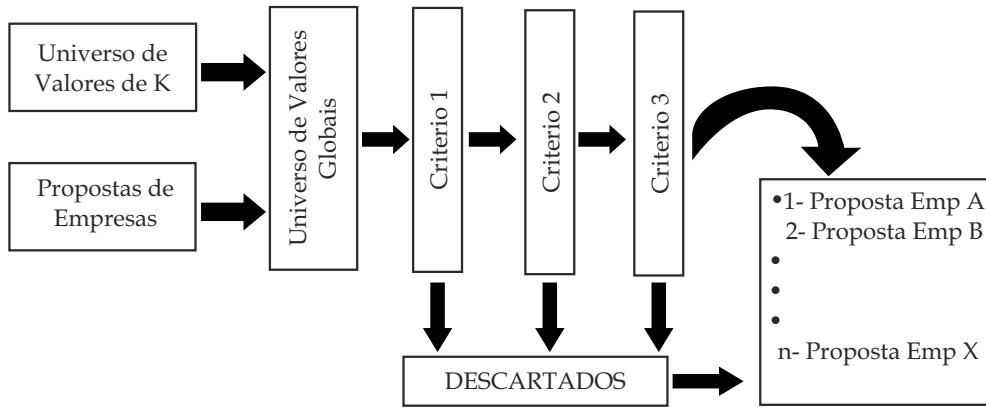


Figura 8. Processo de ordenação de propostas.

especialistas da Light, segundo o perfil de interesse da empresa.

Foram realizados experimentos variando o número de empresas e considerando que cada experimento deveria ser repetido no mínimo 20 vezes, com o objetivo de validar a confiabilidade e a convergência dos resultados. Foi verificado que em 1,24% dos casos ocorreram variações no ranking das empresas (confiabilidade de 98,76%), sendo que essas variações nunca apresentaram-se nos primeiros lugares. Quando analisados os motivos das variações, observou-se que em vários itens das propostas as empresas apresentaram valores muito próximos e com critérios de importância equivalentes e, em consequência, também apresentaram valores de risco muito próximos. Isso se deve ao processo de geração das propostas ter sido totalmente aleatório.

Na Tabela 2 é apresentada, de maneira resumida, a análise comercial feita sobre os resultados de um experimento para 5 propostas, onde foram geradas 1 proposta padrão e 5 propostas de empresas, sendo todos os valores de custo das propostas gerados aleatoriamente, guardando as devidas proporções para cada item. Na proposta padrão, foram estabelecidos os limites inferior e superior para cada item e as relações de importância.

Tabela 2. Tabela de Resultados da Avaliação Comercial.

Item	Empresa	Avaliação	Valor de risco (R\$)	Normalização
1	4	0,07	38.286,86	0,46
2	2	0,33	56.281,53	0,33
3	3	0,40	42.817,93	0,30
4	1	0,43	51.807,13	0,29
5	5	0,81	57.175,18	0,09

Observa-se que a proposta da empresa 4 foi a melhor qualificada (menor custo de oportunidade)

e, ao mesmo tempo, é a que apresenta menor valor de risco, isto é, se der algo errado na execução da proposta, a empresa contratante perderia menos dinheiro.

Observa-se também que a proposta da empresa 2 tem melhor avaliação que a proposta da empresa 3, mas apresenta maior valor de risco. Isto é devido ao modelo de avaliação das propostas ser um modelo multicritério (na tabela se observa só um) e são os outros critérios que influenciam no posicionamento da empresa 2 no ranking.

Fazendo uma análise mais detalhada das propostas, observa-se que, na proposta da empresa 2, o item mão de obra é definido como muito importante e tem uma variação de 0,5% sendo seu valor de utilidade igual a 1 (máximo na escala) e com valor de risco para esse item de R\$ 1025,64. Já para a proposta da empresa 3, esse mesmo item tem uma variação de 5,8%, sendo seu valor de utilidade de 0,71 e o valor de risco para esse item de R\$13.102,31. Nesse sentido, a proposta da empresa 2 justifica-se ser melhor que a proposta da empresa 3 (como indica a Tabela 2).

Avaliação Financeira

Para as avaliações financeiras das empresas, foram obtidos os resultados da Tabela 3.

Tabela 3. Tabela de Resultados da Avaliação Financeira.

Item	Empresa	Avaliação	Normalização
1	4	0,05	0,48
2	3	0,22	0,39
3	2	0,84	0,08
4	1	0,88	0,06
5	5	0,91	0,05

Observa-se que o ranking das empresas é diferente ao obtido na avaliação comercial, isto é totalmente coerente, pois os critérios de avaliação são diferentes nesse caso, e são totalmente

Tabela 4. Tabela de Informações para a Avaliação Geral.

Importância Empresa	Import. 1 Avaliação Financeira	Import. 2 Avaliação Comercial	Import. 3 Avaliação Técnica	Import. 4 (R\$) Valor Proposta
1	0,88	0,43	8,25	557.378,82
2	0,84	0,33	9,86	636.281,87
3	0,22	0,40	2,27	571.376,05
4	0,05	0,07	9,8	599.618,43
5	0,91	0,81	5,34	513.598,94

independentes das propostas apresentadas. A empresa 4 foi a que apresentou maiores valores de utilidade para as variáveis definidas com maior nível de importância.

Ao se realizar a avaliação Geral das empresas, considerando nesse caso apenas 3 critérios (Financeiro - Comercial - Técnico) e as informações apresentadas na Tabela 4, obtiveram-se os resultados da Tabela 5.

Observa-se que a proposta da empresa 4 foi a melhor qualificada e, ao mesmo tempo, é a que apresenta menor valor de risco, apresentado também a melhor avaliação financeira e comercial (menor custo de oportunidade). Essa empresa apresenta ainda uma boa avaliação técnica (segunda colocada na avaliação técnica, com diferença de 0,06 pontos para a primeira colocada, empresa 2), apesar do valor da proposta ser um pouco maior que o das empresas 1, 3 e 5. Observa-se que as empresas 1, 2 e 5 apresentaram as piores avaliações financeiras.

Tabela 5. Tabela de Resultados da Avaliação Geral.

Item	Empresa	Avaliação	Valor de risco
1	4	-0,13	38.286,86
2	2	0,26	56.281,53
3	1	0,29	51.807,13
4	3	0,33	42.817,93
5	5	0,41	57.175,18

A avaliação comercial da empresa 4 é a melhor de todas, sendo 5,7 vezes melhor que a segunda colocada.

A avaliação técnica da empresa 5, que fez a proposta mais barata, é ligeiramente superior à média (5,34 pontos), e a empresa 1, que fez a segunda proposta mais barata, encontra-se em terceiro lugar no ranking de avaliação técnica, com uma diferença de 1,55 pontos para a segunda colocada. Além disso, tanto a empresa 1 como a empresa 5 apresentam um valores elevados de risco, 1,35 e 1,5 vezes maiores que o da empresa 4 (a primeira colocada). Apesar de serem utilizados

apenas 3 critérios (não foi considerado o valor da proposta como critério de avaliação geral), o modelo proposto apresentou bons resultados, consistentes e satisfatórios, e, como foi analisado nos parágrafos anteriores, os resultados podem ser explicados e justificados facilmente.

Conclusões

O presente trabalho apresentou uma metodologia inovadora para análise de propostas de serviços técnicos de distribuição de energia, baseada na formação de preço de referência e no subsequente ranking de propostas, obtido através de um novo modelo que integra os conceitos da Teoria da Utilidade com o Método Multicritério de Agregação Aditiva com Parâmetros Variáveis Interdependentes.

A metodologia proposta foi implantada em um sistema computacional, denominado APOGEU, sem igual no mercado, que é composto por cinco módulos principais: Módulo de Preços de Referência, Módulo de Inferência de Qualidade, Módulo de Acompanhamento, Módulo de Negociação e Módulo de Apoio à Decisão.

O sistema, ainda em fase de testes, já se mostra uma ferramenta poderosa de apoio à equipe da área de compras, que poderá proporcionar ganhos expressivos durante as negociações - além de tornar o processo mais transparente e evitar diversos problemas futuros, como desequilíbrios econômico-financeiros, má qualidade do serviço e riscos trabalhistas. A mesa de Negociações, um dos principais recursos oferecidos pelo sistema.

Literature citada

- Bruni, A. et al., (2003) "Gestão de custos e formação de preços: com aplicações na calculadora HP 12C e Excel" - 2 ed. São Paulo: Atlas.
- Carneiro J. et al., (2006) "Formação e administração de preços" - 2 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV.
- Dias, L.C.J.N. Climaco, (2000) "ELECTRE TRI for groups

- with imprecise information on parameter values", *Group Decision and Negotiation* 9, 355-377.
- Dias, V. (2011) "Engenharia de Custos: Uma metodologia de orçamentação para obras civis" - 8 ed. Rio de Janeiro.
- Dias, V. (2002) "Engenharia de Custos: Preço de Serviços de Engenharia e Arquitetura Consultiva" - 2 ed. Rio de Janeiro.
- "Harvard Business Essentials. Negociação". (2004) Tradução Cristina de Assis Serra, Rio de Janeiro: Record.
- Sardinha, J. "Formação de Preço: a arte do negócio", São Paulo: Makron Books.
- Kotler, P. (2006) "Administração de Marketing" - 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- Leão, N. (1995) "Formação de Preços de Serviços e Produtos", São Paulo: Nobel, 2008.
- Von D. Winterfeldt, and W. Edwards, (1986) "Decision Analysis and Behavioral Research", New York: Cambridge University Press.
- Weber, M. (1987) "Decision making with incomplete information", *European Journal of Operational Research* 28, 44-57.