

INÁCIO AUGUSTO PAULINO DA COSTA

APLICAÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO INTEIRA PARA A
DETERMINAÇÃO DE VENCEDORES EM UM LEILÃO REVERSO

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do Diploma
de Engenheiro de Produção

São Paulo
2010

INÁCIO AUGUSTO PAULINO DA COSTA

APLICAÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO INTEIRA PARA A
DETERMINAÇÃO DE VENCEDORES EM UM LEILÃO REVERSO

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do Diploma
de Engenheiro de Produção

Orientador:
Luis Fernando Pinto de Abreu

São Paulo
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Costa, Inácio Augusto Paulino da
Aplicação de um modelo de programação inteira para a
determinação de vencedores em um leilão reverso / I. A. P. Da
Costa. – São Paulo, 2010.
118 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Leilão 2.Cadeia de Suprimentos 3. Pesquisa Operacional
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento
de Engenharia de Produção II.t.

À minha família e amigos,
que estiveram comigo durante este tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família pelo apoio e compreensão constantes durante toda a minha vida.

Agradeço também aos meus colegas de faculdade, que participaram de grande parte da minha vida nos últimos cinco anos e meio, em especial, Jean Morassi, André Uyeda, Marcos Makoto e Cleber Lima.

Registro também meus agradecimentos a todos os professores da Poli, especialmente os do departamento de engenharia de produção, que, através da transmissão de seu conhecimento e de sua experiência, foram responsáveis por me formar como engenheiro.

Obrigado, também, aos meus companheiros de trabalho na Webb, tanto por me auxiliarem na realização deste trabalho, quanto pelas experiências trocadas e vividas em conjunto.

Por último, deixo registrado meu profundo agradecimento à Virgínia Almeida, que me apoiou durante a realização deste trabalho.

“Cada estação da vida é uma edição, que corrige a anterior, e que será corrigida também,
até a edição definitiva, que o editor dá de graça aos vermes.”
(Machado de Assis)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo estudar o leilão reverso eletrônico, um mecanismo de negociação para a aquisição de produtos e serviços de uso crescente em empresas e governos. A partir desse estudo, será proposto um modelo de programação inteira, retirado da literatura sobre leilões combinatórios e adaptado às situações práticas específicas, para definição de vencedores em leilões reversos selados a ser utilizado nos projetos de *sourcing* realizados por uma empresa de consultoria em *supply chain*. Adicionalmente, será proposta uma forma prática de se operacionalizar a utilização do modelo, além de se estudar a aplicação do modelo em um projeto real, verificando-se, num caso prático, os benefícios de sua aplicação. Com este trabalho, pretendemos demonstrar que a utilização de métodos de pesquisa operacional pode trazer diversos ganhos para a prática de *procurement*, auxiliando na tomada da decisão mais econômica, além da diminuição da necessidade de trabalhos e retrabalhos manuais.

Palavras-chave: Leilão Reverso, Leilão Combinatório, Suprimentos, Pesquisa Operacional

ABSTRACT

This report aims to study electronic reverse auctions, a negotiation mechanism designed to purchase products and services and whose utilization increases among private companies and governments. Based on this study, we will suggest a integer programming model, based on the technical literature about combinatorial auctions and adapted to some specific situations. The goal of the model will be to define the winner suppliers of a sealed reverse auction in a sourcing project of a consulting company. Besides that, we will suggest a practical manner to make the use of the model possible in real projects and will put the model in practice, analyzing the benefits of its utilization. With this work, we intend to demonstrate that the utilization of operational research is able to provide benefits for procurement, helping the decision-making and avoiding some manual work.

Keywords: Reverse Auction, Combinatory Auction, Sourcing, Operational Research

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Escritórios da Webb pelo mundo.....	25
Gráfico 2.1 - Modelo de Remuneração.....	29
Figura 2.2 - Metodologia de <i>sourcing</i>	30
Figura 2.3 - Fluxograma de um processo completo de <i>sourcing</i>	30
Figura 3.1 - Fluxograma do processo atual de realização de um leilão.....	34
Figura 4.1 - Atividades logísticas na cadeia de suprimentos imediata da empresa.....	36
Figura 4.2 - Segmentação estratégica de suprimento.....	39
Figura 4.3 - Tempos de ciclo nas negociações.....	40
Figura 4.4 - Reduções de preços em leilões sucessivos.....	43
Figura 5.1 - Exemplo de <i>Template</i> de cotação.....	60
Figura 7.1 - Classificação dos serviços negociados segundo Kraljic.....	68
Gráfico 7.1 - Divisão dos contratos por valor (2 fornecedores).....	75
Gráfico 7.2 - Divisão dos contratos por efetivos (2 fornecedores).....	75
Gráfico 7.3 - Redução de custo de aquisição.....	76
Gráfico 7.4 - Comparação horas orçadas x realizadas (Projeto).....	80
Gráfico 7.5 - Comparação horas orçadas x realizadas (Negociação).....	80
Gráfico 7.6 - Valor total x N° máximo de fornecedores.....	82
Gráfico 7.7 - Divisão dos contratos por valor (3 fornecedores).....	84
Gráfico 7.8 - Divisão dos contratos por efetivos (3 fornecedores).....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 7.1 - Escopo da negociação.....	67
Tabela 7.2 – Critérios de Talluri e Ragatz (2004) para aplicação de leilão.....	69
Tabela 7.3 - Número de efetivos requerido.....	70
Tabela 7.4 - Empresas convidadas para o processo.....	70
Tabela 7.5 - Matriz dos lances por fornecedor.....	72
Tabela 7.6 - Matriz dos serviços por lance por fornecedor (Exemplo para fornecedor 1).....	72
Tabela 7.7 - Vetor com o faturamento mensal dos fornecedores.....	73
Tabela 7.8 - Resultado inicial do modelo.....	74
Tabela 7.9 - Custos atuais (<i>Baseline</i>) dos serviços negociados.....	76
Tabela 7.10 - Redução de custo de aquisição.....	76
Tabela 7.11 - Orçamento de horas para o projeto.....	78
Tabela 7.12 - Custo orçado do projeto.....	79
Tabela 7.13 - Número de horas realizadas.....	79
Tabela 7.14 - Comparação horas orçadas x realizadas (Projeto).....	79
Tabela 7.15 - Comparação horas orçadas x realizadas (Negociação).....	80
Tabela 7.16 - Redução de custo do projeto.....	81
Tabela 7.17 - Valor total x N° máximo de fornecedores.....	82
Tabela 7.18 - Resultado para três fornecedores.....	83
Tabela 7.19 - Resultado consolidado para três fornecedores.....	83

SUMÁRIO

1.	Introdução	23
1.1.	Organização do trabalho	23
2.	Apresentação da empresa de consultoria	25
2.1.	Características gerais	25
2.2.	Missão da empresa	26
2.3.	Fatores Críticos de Sucesso	26
2.4.	Serviços e produtos oferecidos pela empresa	27
2.4.1.	Outsourcing	27
2.4.2.	e-Procurement	27
2.4.3.	Consultoria em logística	28
2.4.4.	Consultoria em compras (<i>Sourcing</i>)	28
3.	Definição do problema	32
3.1.	Descrição do problema	32
4.	Revisão bibliográfica	36
4.1.	O uso de leilões em suprimentos	36
4.2.	Benefícios da utilização de leilões reversos	39
4.3.	Problemas e dificuldades na utilização de leilões reversos	42
4.4.	Tipos de leilões	44
4.4.1.	Leilão inglês	45
4.4.2.	Leilão holandês	45
4.4.3.	Leilão reverso	45
4.5.	Tipos de leilão reverso	46
4.6.	Leilões de mais de um item	48
4.7.	Modelos matemáticos para definição do vencedor	50
4.8.	Dificuldades computacionais do problema de determinação do vencedor	56
5.	Desenvolvimento do modelo de negociação	58
5.1.	Modelo de negociação atual	58
5.2.	Modelo de negociação proposto	59
6.	Desenvolvimento do modelo matemático	62
6.1.	Inputs iniciais	62
6.2.	Variáveis	63
6.3.	Constantes	63
6.4.	Função Objetivo	64
6.5.	Restrições	65

7.	Aplicação do modelo.....	67
7.1.	Apresentação do caso estudado.....	67
7.2.	Resultados	73
7.3.	Ganho de produtividade no projeto	77
7.4.	Análises adicionais	81
8.	Conclusão e próximos passos	86
9.	Referências Bibliográficas.....	88

1. Introdução

A utilização de leilão reverso passou a ter maior penetração nos processos de tomadas de preços nas empresas no início dos anos 2000, com o desenvolvimento de portais eletrônicos que auxiliam a realização desses leilões. Nesse período, verificou-se um aumento na utilização dessa ferramenta, devido à sua eficácia em trazer redução de custos de aquisição e de transação. Apesar desse aumento na utilização, esse ramo do estudo da cadeia logística ainda não foi profundamente pesquisado. Assim, verificamos a oportunidade de desenvolver o trabalho nessa área. Além disso, o fácil acesso a uma empresa de consultoria, especializada em compras, que apresenta um portal de realização de leilão eletrônico, também foi um fator decisivo na escolha do tema a ser desenvolvido.

O trabalho será realizado na Webb, uma empresa de consultoria em *Supply Chain*, na qual o autor trabalha. O tema escolhido foi a aplicação de um modelo matemático no desenvolvimento de uma ferramenta computacional para otimização da escolha de vencedores em leilões reversos para compra de mais de um item. Para isso, pesquisaremos na literatura sobre modelos já desenvolvidos e trabalharemos na aplicação e adaptação desses modelos à situação real, criando uma ferramenta que seja capaz de utilizar esses modelos para trazer ganhos nas situações reais de realização de leilões pela Webb.

Esperamos que com esse trabalho a Webb consiga melhores resultados para seus clientes, com maiores reduções de custo nas negociações eletrônicas.

1.1. Organização do trabalho

Apresentaremos o desenvolvimento do trabalho neste documento, dividido em sete capítulos, além desta introdução.

Inicialmente, no segundo apartado, após esta breve introdução, descreveremos a empresa de consultoria em que o trabalho será realizado, apresentando rapidamente todas as suas áreas de atuação e com mais detalhe a área em que o trabalho será realizado, que é a área de consultoria em compras (*sourcing*). Daremos destaque ao modo como os leilões reversos são utilizados dentro da metodologia de *sourcing*, apresentando o momento em que a ferramenta desenvolvida por este trabalho apresenta sua utilidade durante a execução dos projetos.

No terceiro capítulo, definiremos o problema que será atacado, destacando o contexto em que ele está presente na empresa e como a solução proposta pode agregar valor tanto para a empresa quanto para os seus clientes. Apresentaremos o modo em que os leilões são realizados atualmente e como atuaremos para aumentar os ganhos oferecidos por esta ferramenta de negociação com o uso de modelos teóricos de pesquisa operacional adaptados à realidade das empresas-cliente.

Em seguida, conduziremos um estudo, baseado na literatura científica, sobre os conceitos teóricos relacionados ao tema. Inicialmente, estudaremos os diversos tipos de leilão, até chegar, por fim, ao estudo do leilão reverso, destacando sua penetração, importância, benefícios e dificuldades. Apresentamos também, nesta seção, os modelos matemáticos já desenvolvidos para problemas similares ao nosso e que servirão de base para o desenvolvimento deste projeto.

No quinto capítulo e sexto capítulos, explicaremos detalhadamente todos os aspectos relacionados ao modelo utilizado e à ferramenta desenvolvida neste trabalho. Inicialmente, exporemos em detalhe o problema, que foi identificado no terceiro apartado, para, em seguida, definir o modelo teórico que nos servirá de base e as premissas para adaptar tal modelo à realidade da empresa. Proporemos tanto um modelo matemático quanto um modelo de negociação prático para viabilizar a utilização do modelo matemático.

No capítulo sete, procederemos a algumas análises com o modelo desenvolvido nos capítulos anteriores, objetivando verificar a eficácia do uso no modelo na melhora dos resultados conquistados ao se utilizar um leilão reverso. Para isso utilizaremos o modelo num projeto real, para tentar comprovar os benefícios a que nos propomos.

Finalmente, apresentaremos as conclusões a que chegamos, as dificuldades encontradas e as oportunidades de novas pesquisas identificadas na realização deste trabalho.

2. Apresentação da empresa de consultoria

Nesta seção, apresentaremos a empresa em que o trabalho será realizado, abordando suas características gerais, sua estrutura interna e os diversos produtos e serviços oferecidos pelas diferentes áreas da empresa. Daremos maior destaque à área em que o autor trabalha, que é aquela em que será desenvolvido o presente trabalho.

2.1. Características gerais

A Webb Negócios S/A é uma empresa de consultoria especializada em *supply chain*. Fundada no ano 2000 como administradora de um portal para negociações eletrônicas, a Webb expandiu sua área de atuação nesses dez anos, passando a oferecer diversos serviços relacionados às áreas de compras e logística, tais como consultoria em compras, consultoria em logística, *e-Procurement* e *outsourcing* de atividades da área de suprimentos.

Atualmente, a empresa apresenta um quadro de aproximadamente 520 colaboradores, sendo considerada uma empresa de médio porte no setor de consultoria. Sua matriz se localiza no Rio de Janeiro (Brasil). Conta, também, com outros cinco escritórios, localizados em São Paulo (Brasil), Curitiba (Brasil), Cidade do México (México), Monterrey (México) e Riad (Arábia Saudita).



Figura 2.1 - Escritórios da Webb pelo mundo

A Webb possui atuação em todo o mercado nacional, enviando consultores para qualquer região que possua algum projeto. As funções e operações de suporte são realizadas pelas equipes baseadas nos escritórios do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Curitiba. Além disso, os escritórios do México e da Arábia Saudita foram abertos para suportar projetos de grande porte vendidos para clientes desses países. Após a instalação desses escritórios, iniciou-se um esforço comercial para se vender mais projetos nessas regiões de modo a aproveitar a estrutura já instalada.

A empresa é controlada por um fundo de investimentos privado, apresentando seu capital fechado.

2.2. Missão da empresa

De acordo com o site da empresa na internet, sua missão é “ser a empresa de tecnologia que melhor identifica, implementa e opera soluções para o alto desempenho no *Supply Chain*, tornando mais eficaz o relacionamento entre clientes e seus parceiros comerciais.”

2.3. Fatores Críticos de Sucesso

Para alcançar sua missão e objetivos, a empresa conta com alguns fatores críticos de sucesso, levantados em entrevistas com a diretoria:

- Equipe de colaboradores altamente capacitada, com diferentes formações;
- Espírito de equipe e colaboração altamente arraigado na cultura da empresa, o que facilita a comunicação e a transmissão do conhecimento;
- Atenção às necessidades dos clientes.

2.4. Serviços e produtos oferecidos pela empresa

O portfólio de serviços oferecidos pela Webb é amplo, abrangendo desde consultoria em logística e compras até a completa terceirização da área de compras (*outsourcing*) e a implantação de sistemas de compras. A seguir, descreveremos sucintamente cada uma das áreas da empresa, atendo-nos mais detalhadamente ao setor de consultoria em compras, que é a área para a qual este trabalho vai ser desenvolvido.

2.4.1. Outsourcing

A Webb oferece o serviço de terceirização da área de compras do cliente. Quando o cliente contrata a Webb para *outsourcing* de sua área de compras, ela aloca profissionais para realizar serviços operacionais, tais como colocação e acompanhamento de pedidos. Normalmente, esse serviço é prestado para materiais não-diretos (materiais promocionais, por exemplo), já que a compra de materiais diretos costuma ser uma função estratégica da empresa. O ganho da Webb está na utilização de uma central compartilhada. Assim, ela consegue otimizar seus custos, oferecendo um serviço de qualidade a um custo mais baixo em comparação à contratação de profissionais dedicados, que seria o caminho que o cliente seguiria.

2.4.2. e-Procurement

A Webb desenvolveu um portal de compras que se integra com os sistemas ERP das empresas. Com o auxílio desse portal, as empresas podem criar um ambiente para troca de informações com seus fornecedores e executar transações eletrônicas. Juntamente com o *software*, a Webb vende o serviço de implantação desse sistema, até que o novo sistema esteja em operação. Neste caso, além de cobrar pela implantação do portal, a Webb obtém receita dos fornecedores das empresas-cliente, que pagam a cada transação realizada com a empresa-cliente (cada venda de produtos ou serviços para esta empresa) no ambiente de comércio eletrônico.

O *e-Procurement*, juntamente com o *outsourcing*, são serviços com receita distribuída ao longo do tempo e que estabelecem um relacionamento de longo prazo com o cliente. Ao contrário, a prestação de consultoria, tanto em logística, quanto em compras, é um serviço

spot, ou seja, a Webb realiza seu trabalho num prazo mais curto, apresenta o resultado e cessa sua relação com o cliente. A seguir, abordaremos os serviços de consultoria.

2.4.3. Consultoria em logística

A Webb fornece consultoria em logística nos âmbitos estratégico, tático e operacional. No âmbito estratégico, a empresa auxilia seus clientes a definir a visão da área de logística para o médio e longo prazo, analisando e entendendo diversos aspectos da operação da empresa, como política de estoques e tipos de modais adequados. Já no âmbito tático, a Webb realiza o desenho operacional mais adequado para cada serviço logístico, procedendo à revisão da malha logística, ao dimensionamento da frota, à roteirização, à análise de fluxo de materiais na fábrica, entre outras coisas. No âmbito operacional, a Webb atua como central de operações, gerindo as atividades logísticas cotidianas do cliente.

2.4.4. Consultoria em compras (*Sourcing*)

A Webb auxilia o processo de compras de diversas categorias de materiais e serviços. Entre elas, podemos citar a compra de serviços de telefonia fixa e móvel, serviços de *links* de dados, serviços de limpeza e segurança, serviços de plano de saúde, matérias diretos (usinados, estampados, componentes eletrônicos), materiais promocionais e materiais de MRO (manutenção, reparo e operação). Na organização da Webb, há uma equipe de *back-office* com especialistas nas categorias mais importantes. Além disso, há a equipe de *front-office*, que embora não seja especializada em nenhuma categoria, apresenta algum conhecimento sobre elas e habilidades e competências necessárias para tratar com clientes e fornecedores e para gerir o projeto.

No processo de consultoria em compras, o primeiro passo é entender o histórico de compras da categoria consultada. Para isso, são analisados as bases de pedidos e os contratos históricos e atuais, levantando o perfil de consumo da empresa para os itens comprados. Após esse levantamento, há uma etapa de validação desse entendimento junto ao cliente. Após a identificação do que está sendo comprado, a equipe de consultores analisa a estratégia de negociação, verificando a possibilidade de mudanças na forma como as compras são realizadas no momento. Entre essas mudanças que são analisadas, destacamos a análise da viabilidade de desenvolvimento de novos fornecedores e da concentração do fornecimento em

alguns fornecedores com a finalidade de obter ganhos de escala. O contato com o cliente é sempre muito estreito e todas as decisões são validadas por ele.

Após a definição da estratégia de negociação, é feita a seleção dos fornecedores que participarão dos processos de cotação. Para serem selecionados, os fornecedores deverão apresentar alguns requisitos básicos, definidos pela Webb juntamente com o cliente.

Em seguida, define-se a forma de negociação, que pode ser feita através de algum tipo de leilão reverso e, opcionalmente, com etapa posterior de negociação com as empresas que enviaram as ofertas mais competitivas. Para se definir esta forma de negociação, são analisados diversos fatores, tais como a importância do produto/serviço a ser comprado para o negócio central da empresa, o volume monetário transacionado nessa compra e o número de itens que estão sendo cotados.

Por último, ocorrem as negociações, acordam-se os preços finais e assinam-se os contratos entre o cliente e os fornecedores. A remuneração da Webb é uma porcentagem da diferença entre o que o cliente pagava e o que passará a pagar após a negociação. O modelo de remuneração Webb está exemplificado no Gráfico 2.1.

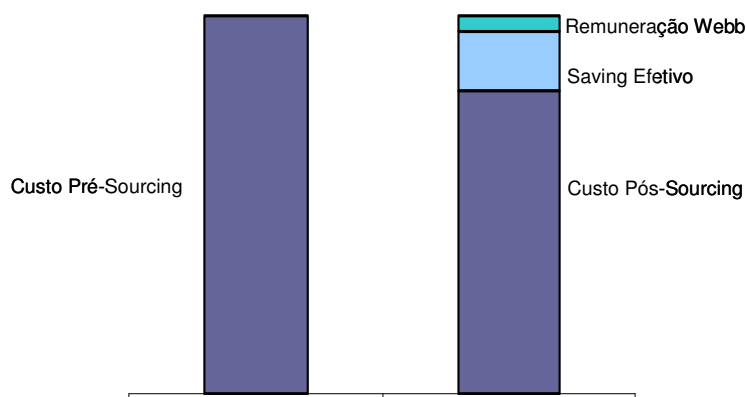


Gráfico 2.1 - Modelo de Remuneração

Na figura 2.2, estão representadas todas as etapas de um projeto de *sourcing*, segundo a metodologia utilizada pela Webb.

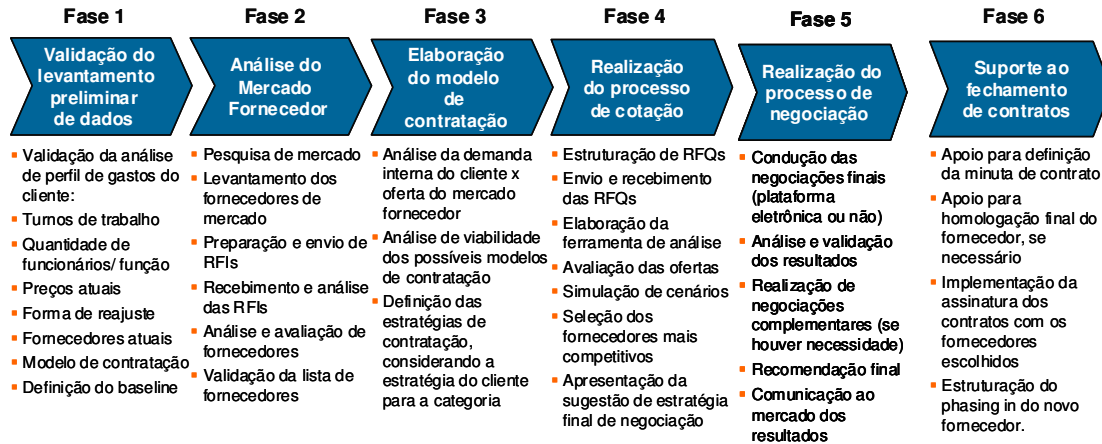


Figura 2.2 - Metodologia de sourcing

Fonte: Webb

A seguir, na Figura 2.3, está indicado um fluxograma, que traduz a metodologia de *sourcing*.

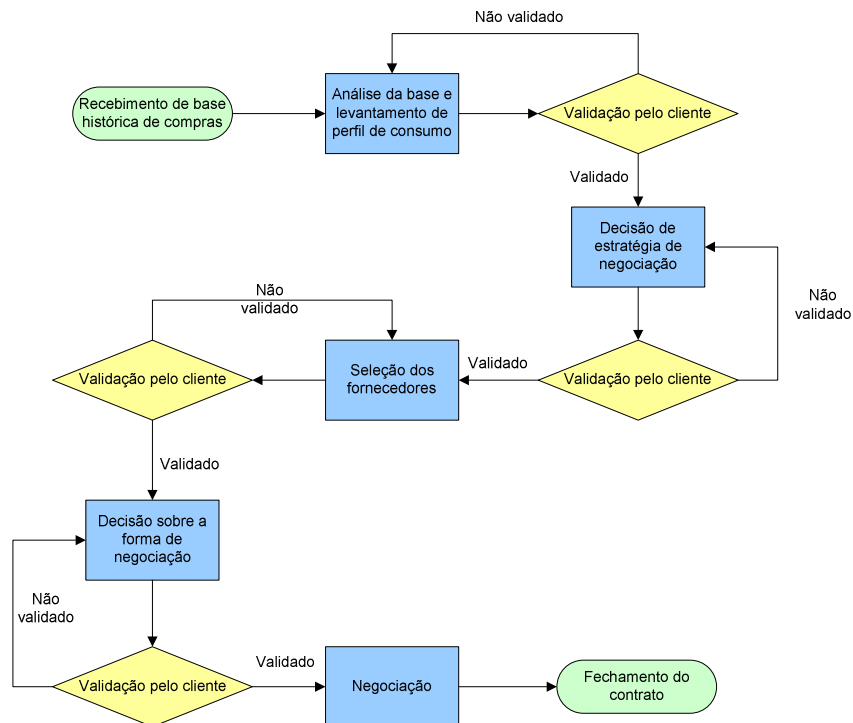


Figura 2.3 - Fluxograma de um processo completo de *sourcing*

Nem sempre todas as etapas estão presentes em todos os projetos. Alguns projetos são simplificados, não havendo algumas das etapas.

Nas próximas seções, detalharemos o problema identificado e trabalharemos em sua solução.

3. Definição do problema

Na definição do problema a ser atacado, o objetivo foi encontrar algum ponto dentro da metodologia de *sourcing* que poderia ser melhorado. Encontrar esse ponto não foi tão simples, pois a aplicação prática da metodologia ao longo do tempo, repetida diversas vezes, trouxe o aprendizado à empresa e a seus consultores dos melhores e mais eficientes caminhos para se chegar ao resultado. No entanto, após participar de alguns projetos relevantes, foi verificada, por experiência, a possibilidade de atuação em uma etapa do processo, com a aplicação prática de pesquisa operacional, ferramenta do engenheiro de produção, para a automatização de um processo de decisão que hoje é feito manualmente e de maneira não estruturada. A idéia inicial era obter ganho de produtividade e maior assertividade nas decisões com a aplicação de um modelo de programação inteira para a definição de vencedores de um leilão reverso. A seguir, descreveremos melhor o problema a ser atacado e, na sequência, buscaremos ferramentas para resolvê-lo.

3.1. Descrição do problema

Nos últimos anos, as empresas passaram a primeiro plano a questão da otimização da cadeia de suprimentos. No início dessa cadeia está a função compras, que também passou a ser vista como parte importante da geração de valor por parte da empresa. Desse modo, passou-se a buscar alternativas para melhorar o processo de cotação, trazendo vantagens tanto em relação à diminuição de preços quanto à diminuição de tempo e custos de transação.

Com a disseminação da internet, surgiram novas maneiras para que empresa e seus fornecedores se relacionem e façam suas transações comerciais. Uma delas, objeto de estudo deste trabalho, é a utilização do leilão reverso na tomada de preços.

A Webb apresenta um portal de comércio eletrônico por meio do qual realiza leilões reversos para seus clientes. A etapa de leilão reverso é uma das formas de negociação que podem ser utilizadas na realização do *sourcing*. Além disso, a Webb também vende a utilização do portal, juntamente com o suporte à sua utilização, separada da realização do *sourcing*.

Seja como uma etapa do processo de *sourcing*, seja como uma atividade individual, a Webb não apresenta uma maneira estruturada e metódica para a decisão do tipo de leilão a ser

realizado. Essa escolha ocorre principalmente pelo conhecimento e experiência do consultor, somados a alguma expectativa anterior do cliente. Além disso, ao se realizar o leilão, muitas decisões continuam sendo feitas sem estruturação, apenas com o *feeling* da equipe Webb. Dentre essas decisões, destacamos a definição sobre os lotes de itens que serão negociados e a forma como são montados os cenários finais de fornecedores vencedores do processo.

Atualmente, segundo levantamento com o gerente responsável por esta área, o processo de realização de um leilão é composto por 8 etapas, conforme Figura 3.1:

- i) Recebimento das informações dos itens a serem negociados (enviadas pelo cliente ou por consultores Webb, no caso de haver o *sourcing conjuntamente*);
- ii) A Webb propõe o modelo de leilão mais apropriado e uma sugestão de agrupamento em lotes (caso os itens sejam muito numerosos);
- iii) O cliente aprova as sugestões da Webb. Caso não concorde com algo, apresenta suas ressalvas para a Webb, que modifica suas sugestões iniciais;
- iv) O cliente indica uma lista de fornecedores homologados que poderão participar do leilão. Caso o cliente não apresente essa lista, a Webb sugere fornecedores, baseados em sua experiência, que devem passar pela aprovação do cliente;
- v) A Webb convida, em nome do cliente, os fornecedores para participar do leilão, através do envio de uma RFP e de um Edital de concorrência. Estes documentos apresentam as especificações e quantidades dos itens a serem fornecidos, além das regras de realização do leilão;
- vi) A Webb dá o treinamento no uso do portal de negociação aos fornecedores;
- vii) O leilão é realizado;
- viii) As cotações são analisadas;
- ix) O fornecedor é anunciado (seguindo as regras definidas no Edital).

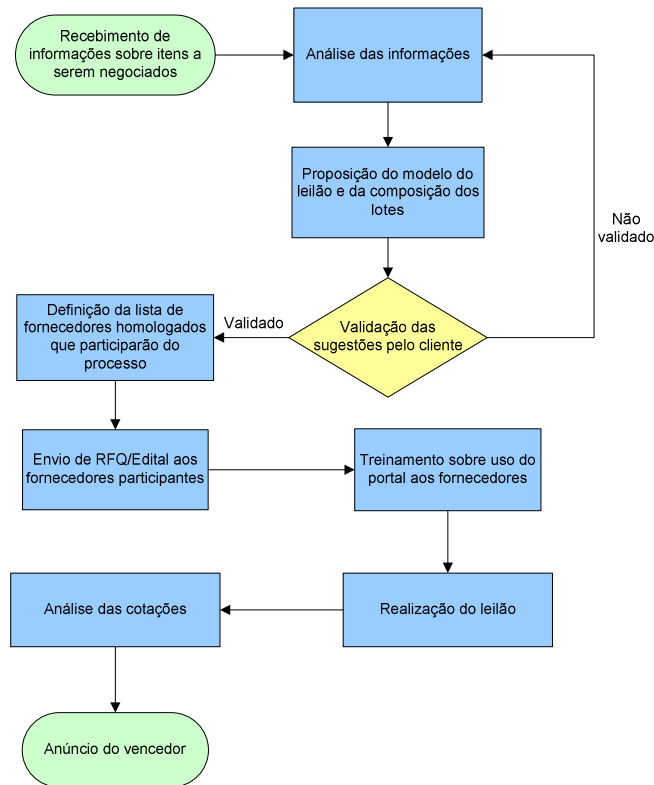


Figura 3.1 - Fluxograma do processo atual de realização de um leilão

Neste processo, identificamos possibilidades de melhorias, tanto para o cliente, quanto para a Webb, em diversos pontos. Em primeiro lugar, a definição dos lotes é feita após um estudo simplificado e, na maioria das vezes, é realizada baseada apenas na experiência dos consultores que cuidam do projeto. De qualquer forma, não há uso de nenhuma ferramenta ou modelo de otimização.

Além disso, os lotes são fixos, ou seja, são definidos de antemão quais itens farão parte de cada lote. Se o fornecedor puder fornecer todos aqueles itens, ele pode dar o lance para o lote inteiro. Se não puder fornecer algum dos itens do lote, não poderá dar seu lance para aquele lote. Isso restringe o potencial de participação dos fornecedores, sendo uma restrição para a escolha mais econômica possível.

Outro problema verificado nesta etapa do *sourcing*, principalmente na utilização de leilões reversos selados, é a necessidade de retrabalho após o recebimento dos preços. Muitas vezes os fornecedores acabam fornecendo seus preços para todos os lotes e, mesmo estando explícito no Edital de Concorrência que os lotes poderão ser negociados individualmente, no momento do fechamento de contrato, eles acabam recuando em suas cotações, afirmando que haviam considerado, para a composição de seus preços, que seriam vencedores de todos os

lotes. Isso gera a necessidade de renegociação, o que consome horas de trabalho da equipe Webb, aumentando o custo e diminuindo a margem do projeto. Além disso, gera desgaste com o cliente, pois é bastante provável que o cliente já tenha conhecimento das cotações e já tenha uma expectativa de *saving*, que será frustrada.

Nesse cenário, este trabalho será desenvolvido com o objetivo de propor um modelo computacional para escolha de vencedores em um leilão selado combinatório. Neste tipo de leilão, os fornecedores podem ofertar seus preços para itens individuais ou para pacotes de itens. A escolha do leilão selado se dá devido à maior utilização desse tipo de leilão nos processos de *sourcing*, que, além de ser a área em que o autor deste trabalho atua, são os que mais trazem receita à área de consultoria em compras.

Diferentemente do que é realizado atualmente, no leilão combinatório que será proposto, quem decide quais itens farão parte do pacote é o próprio fornecedor. Desse modo, ele tem a possibilidade de escolher itens que apresentem sinergias (de fabricação, de transporte ou de qualquer outra dimensão pertinente), podendo ser oferecidos a preços mais baixos do que a oferta dos itens individuais. Além disso, o fornecedor pode cotar apenas aqueles itens que lhe interessam, não havendo mais a restrição forçada pelo lote pré-definido. O modelo proposto calculará a solução, devendo ser o menos exigente possível do ponto de vista de processamento computacional.

Com essa ferramenta, desenvolvida nesse trabalho de formatura, a Webb estará apta a agregar maior valor na prestação do serviço, pois, além da infra-estrutura para a realização do leilão, poderá oferecer aos seus clientes a possibilidade de maior economia em suas negociações. Isso traz vantagens tanto aos clientes, que têm seus custos diminuídos, quanto para a Webb, já que, em alguns projetos, tem seu faturamento definido como um percentual da economia que gera ao cliente (*success fee*).

Além disso, a padronização do processo e da ferramenta permite sua aplicação com simplicidade e rapidez, trazendo economias de tempo na realização do processo de cotação. Essa economia de tempo se traduz em redução de custo para a Webb. Outro ponto importante é que a entrega dos resultados aos clientes em menor tempo aumenta sua satisfação, podendo ser um catalisador de novas oportunidades para a Webb.

4. Revisão bibliográfica

Nesta seção, iniciaremos com a revisão bibliográfica, conceituando os diversos tipos de leilão existentes e suas aplicações recomendadas pela literatura.

4.1. O uso de leilões em suprimentos

A função compras tem ganhado destaque dentro do contexto logístico nas organizações. Segundo Ballou (2005), o canal físico de suprimentos se refere à lacuna de tempo e espaço entre as fontes materiais imediatas de uma empresa e seus pontos de processamento. As diversas atividades de suprimentos, que vão desde o planejamento das aquisições até o recebimento e armazenagem, devem estar integradas ao restante da cadeia logística para que as empresas consigam manter o nível de serviço a custos reduzidos.

Na figura 4.1, temos uma visão geral das atividades logísticas. Ballou (2005) pontua que as atividades relacionadas ao abastecimento físico e à distribuição física são muito semelhantes.



Figura 4.1 - Atividades logísticas na cadeia de suprimentos imediata da empresa (Ballou, 2005)

Dessa forma, segundo Baily et al (1974) o maior nível de atenção dedicado a suprimentos tende a tornar o trabalho desta área mais estratégico, concentrado em atividades como negociação de relacionamentos de longo prazo, desenvolvimento de fornecedores e

redução do custo total de aquisição. As atividades operacionais e burocráticas, tais como emissão de pedidos, cobrança de faturas e cotações, tendem a ser automatizadas.

Nesse contexto de automatização de atividades operacionais, nós desenvolvemos este trabalho, que versa sobre o desenvolvimento de uma ferramenta para definição dos vencedores de um leilão reverso. Acreditamos que, apesar de operacional, esta ferramenta, ao utilizar conceitos de pesquisa operacional, agrega valor aos clientes da empresa de consultoria que estão realizando um leilão reverso, já que permite a escolha da composição de fornecedores com melhor custo e que atenda às políticas e estratégias de aquisição e contratação da empresa. Segundo Baily (1974), as estratégias de compra das empresas devem estar alinhadas com a estratégia da organização. Assim, acreditamos que este trabalho auxilia as empresa a aumentar os ganhos com as atividades operacionais de compras, podendo se focar em atividades estratégicas de suprimentos.

Para isso conceituaremos o que é um leilão reverso. Segundo Jap (2002), um leilão é uma instituição de mercado com um conjunto de regras definido, que determina alocação de recursos e preços através de lances dados pelos seus participantes. Um leilão reverso é um leilão em que os fornecedores dão os lances e cujo objetivo é a compra de um bem/serviço ao menor preço. O nome – leilão reverso – vem do fato de que esse tipo de leilão se contrapõe ao leilão tradicional, em que os compradores dão os lances e cujo objetivo é o aumento do preço do que está sendo vendido. De acordo com McAfee e Mcmillan (1987), os leilões são tidos como uma forma de se criar um mercado perfeito, em que a informação é igualmente distribuída entre fornecedores e compradores.

Com a propagação do uso da internet, a utilização de leilões para tomada de preços e definição de fornecedores tem crescido substancialmente. As empresas passaram a enxergar no uso dessa ferramenta uma forma de obter vantagens para seus negócios. Conforme Jap (2002), o aumento do uso dessa ferramenta pelas empresas se deve, basicamente, a três fatores. O primeiro é que a utilização dos leilões traz reduções de custo e ganhos financeiros no curto prazo. É uma forma de negociação que costuma trazer reduções consideráveis nos preços dos produtos/serviços que estão sendo negociados. O segundo está relacionado ao aumento da eficiência no processo de tomada de preços e negociação. O processo tradicional de cotação e negociação exige reuniões, viagens, troca de arquivos, análise de propostas e múltiplas rodadas de negociação. Tudo isso demanda tempo e tem um custo, tanto para os fornecedores quanto para a empresa que está comprando. Com a utilização do leilão reverso, muitas dessas etapas são suprimidas. O processo fica mais simples e rápido. O terceiro fator associado à expansão da utilização de leilões reversos está ligado ao surgimento de novas

tecnologias que permitem a realização desses leilões em tempo real, com participantes em lugares remotos.

Nos leilões eletrônicos, a interação entre fornecedores e compradores é realizada através de algum meio eletrônico, sendo comum a utilização de portais eletrônicos, que podem ser próprios ou contratados de empresas especializadas. A Webb possui um portal eletrônico para a realização de negociações eletrônicas. Através dele, são realizados os leilões para seus clientes.

Os leilões reversos são utilizados para a compra de diversos produtos e contratação de diversos serviços. No entanto, a literatura apresenta algumas classes de produtos e serviços para os quais os leilões são mais aplicáveis. Talluri e Ragatz (2004) apud Klein (2007) listam algumas características dos itens que estão sendo comprados que aumentam a chance do leilão ser bem sucedido:

- i) Clareza nas especificações técnicas dos produtos ou serviços;
- ii) Compra baseada principalmente no preço;
- iii) Custos de troca de fornecedores baixos;
- iv) Grande quantidade de fornecedores qualificados no mercado;
- v) Não existe um mercado de produtos ou serviços *commodities* bem estabelecido;
- vi) O produto ou serviço a ser fornecido não é estratégico para o comprador.

Kraljic (1983) apud Klein (2007) apresentou um modelo para segmentação dos itens a serem comprados, que está representado na figura 4.2. Em seu modelo, ele classifica os itens segundo dois aspectos: importância para a empresa compradora e complexidade do mercado fornecedor. Para medir a importância do item, Kraljic leva em consideração o custo, o impacto na *performance* do produto fabricado pela empresa e o impacto na competitividade. Já para medir a complexidade do mercado fornecedor, ele considera o número de fornecedores capacitados, a taxa de mudanças tecnológicas e a complexidade do produto.

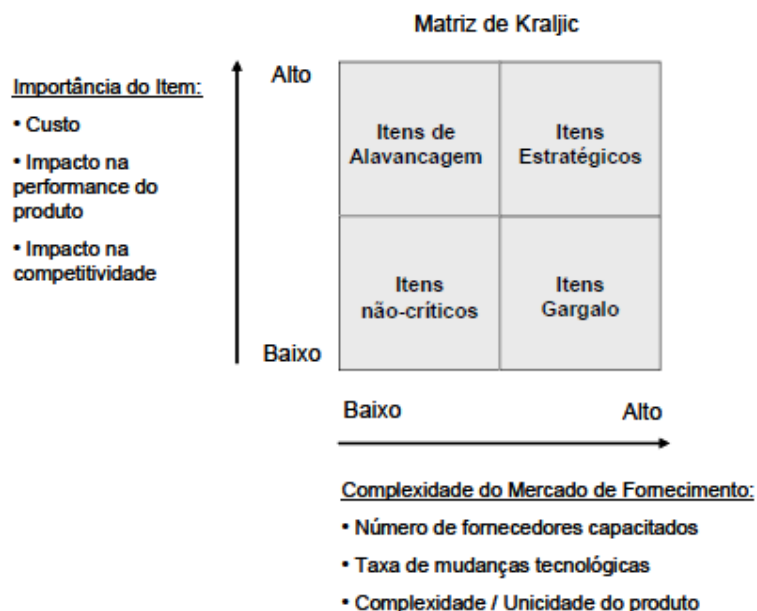


Figura 4.2 - Segmentação estratégica de suprimento (Kraljic, 1983 apud Klein, 2007)

Nessa classificação, para os itens gargalo e para os itens estratégicos, não é recomendável a utilização de leilões reversos. Para os primeiros, Kraljic (1983) apud Klein (2007) alerta para os riscos de falta, sugerindo a assinatura de contratos de longo prazo. Já para os estratégicos, o autor diz que é necessário um maior conhecimento dos fornecedores pelo comprador, com o desenvolvimento de relacionamentos de médio e longo prazo com benefícios mútuos.

Em contrapartida, para os itens de alavancagem e para os não-críticos, para que normalmente há diversos fornecedores e não há diferenças muito grandes entre eles, o uso de leilões reversos eletrônicos é recomendável, já que costumam trazer redução de tempo de transação, liberando os profissionais de compras para o desenvolvimento de fornecedores para itens de gargalo e estratégicos.

4.2. Benefícios da utilização de leilões reversos

Ao se optar pela utilização do leilão reverso numa negociação, as empresas esperam obter benefícios para seu negócio. O principal, e mais explícito, é a redução nos custos de aquisição dos bens ou serviços que precisam ser adquiridos ou contratados. . Estudos de Tully (2000) apud Jap (2002) demonstram que a utilização de leilões reversos eletrônicos pode

gerar economia imediata de 5 a 40%. Cohn (2000) apud Jap (2002) afirma que a economia média é de 15%.

Além do ganho econômico e financeiro com a redução no valor dos produtos ou serviços adquiridos, também se verifica um aumento da produtividade e eficiência do processo. Segundo Carter et al (2004), isso é verificado, principalmente, quando há recorrência na utilização dos leilões, tanto por parte de compradores quanto de fornecedores.

Jap (2002) aponta a redução do tempo total de realização do processo de cotação como uma grande vantagem da utilização de leilões eletrônicos. Segundo Klein (2007), um processo de cotação típico é composto por oito etapas: (1) determinação das especificações, (2) identificação dos fornecedores, (3) qualificação dos fornecedores, (4) envio de RFQ aos fornecedores, (5) espera pelas respostas, (6) avaliação das respostas, (7) notificação dos fornecedores selecionados, (8) negociação de termos e condições finais. Num leilão reverso eletrônico, os passos (1), (2) e (3) continuam acontecendo da mesma forma. No entanto, as outras etapas são concluídas em menos tempo.

De acordo com a experiência da Webb, um leilão eletrônico pode ser planejado, organizado e realizado em menos de três dias, nos casos em que já há recorrência em sua utilização e os fornecedores já estão acostumados com o processo. Já um processo de cotação tradicional dificilmente é realizado em menos de três semanas.

Realmente, estudos mostram que, quando há recorrência, os leilões reversos eletrônicos são muito mais rápidos que a cotação tradicional por meio de RFQ, como pode ser evidenciado pela Figura 4.3, retirada de estudos de Carter et al (2004).

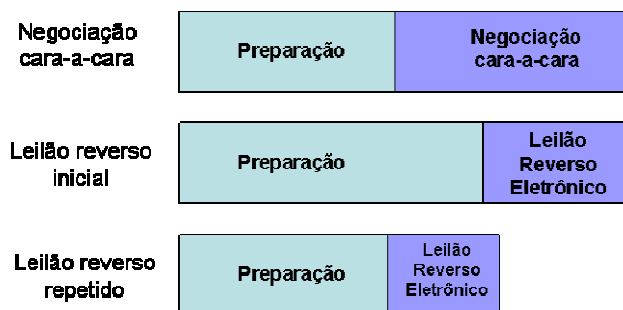


Figura 4.3 - Tempos de ciclo nas negociações (Carter et al, 2004, traduzido pelo autor)

Enquanto, na primeira vez, o tempo de preparação é alto, devido à não familiaridade dos fornecedores com o processo e, principalmente, devido à necessidade de estruturação dos custos dos fornecedores para participar do leilão de forma consciente, nas utilizações subseqüentes, o tempo de preparação cai muito. Já o tempo de realização do leilão é sempre

menor comparativamente ao de uma negociação tradicional. Dessa forma, os ganhos de tempo com a repetição do uso de leilões reversos eletrônicos é notável.

Carter et al (2004) citam o fato de que o ganho de produtividade com a redução do tempo de ciclo das negociações liberam tempo para o gerente e os compradores executarem atividades mais estratégicas ou mesmo para realizarem negociações tradicionais nos casos em que não há possibilidade de serem feitas por meio de leilão.

Todos os benefícios citados até agora estão relacionados aos compradores. No entanto, estudos mostram que os leilões reversos eletrônicos também apresentam vantagens para os fornecedores que deles participam.

Klein (2007) cita uma lista de benefícios do uso de leilões reversos eletrônicos para os fornecedores. Essa lista foi elaborada com base em estudos e pesquisas realizados por Smart e Harrison (2003), Emiliani e Stec (2004) e Emiliani (2005):

- i) Conhecimento do mercado;
- ii) Potencial de acesso a novos compradores e a novos mercados;
- iii) Processo de entrada mais aberto e conhecido;
- iv) Aumento das vendas;
- v) Visibilidade dos preços dos concorrentes;
- vi) Visibilidade dos lances dados;
- vii) Oportunidade de aprendizado;
- viii) Tempos reduzidos na etapa de RFP;
- ix) Redução de trabalho manual e do uso de papéis;
- x) Redução dos custos de participação;
- xi) Criação de um novo canal de vendas a um custo baixo;
- xii) Redução potencial dos atuais custos de vendas;
- xiii) Redução dos custos de transação com os compradores;
- xiv) Redução dos tempos de ciclo;
- xv) Identificação mais rápida do ganhador do contrato;
- xvi) Melhora dos relacionamentos comprador-fornecedor;
- xvii) Diminuição das barreiras geográficas;
- xviii) Compartilhamento de informações críticas.

Segundo Castro (2006), a utilização do leilão reverso também traz algumas vantagens para os fornecedores participantes do processo, tais como:

- i) Participação num processo transparente, em que as variáveis de decisão são conhecidas;
- ii) Informação sobre condições e preço da concorrência, o que auxilia a empresa a saber seu posicionamento no mercado;
- iii) Redução do custo de vendas (menor necessidade de deslocamento, telefonemas, etc);
- iv) Baixo custo na participação da concorrência, já que apenas é necessário acesso à internet.

Apesar desses benefícios encontrados na literatura, a experiência da Webb na realização desses leilões mostra que, muitas vezes, os fornecedores são resistentes à idéia de participar de um leilão reverso. Já houve casos de boicote, em que todos os fornecedores se recusaram a participar do processo. A seguir apresentaremos alguns problemas e dificuldades decorrentes da utilização de leilões reversos, tanto para fornecedores quanto para compradores.

4.3. Problemas e dificuldades na utilização de leilões reversos

Um dos problemas da utilização de leilões reversos eletrônicos apontado pela literatura está relacionado ao seu uso continuado. De acordo com algumas pesquisas, como as de Mabert e Skeels (2002) apud Klein (2007), as reduções de preço obtidas com a utilização do leilão reverso tendem a ser cada vez menos acentuadas à medida que seu uso é mais freqüente. Assim, enquanto, no primeiro leilão para determinado item, a redução de preço pode chegar a 10%, após alguns eventos, não é mais possível conseguir redução. Mabert e Skeels (2002) apud Klein (2007) chegaram à curva da figura 4.2, obtida através de seus estudos.

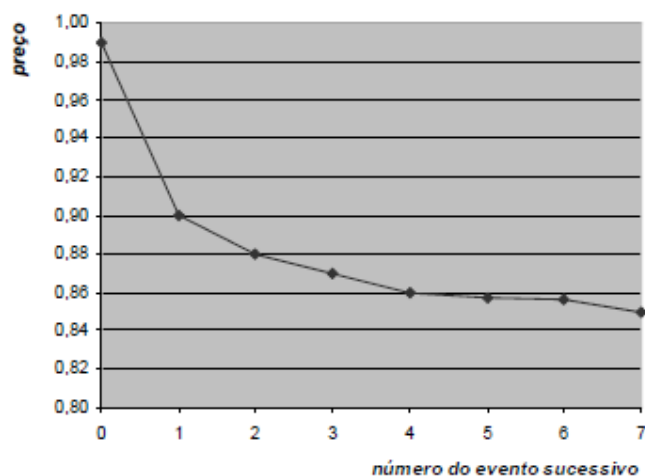


Figura 4.4 - Reduções de preços em leilões sucessivos(Mabert e Skeels, 2002 apud Klein, 2007)

Além disso, Emiliani e Stec (2005) apud Klein (2007) apontam outro problema encontrado em alguns casos em que são utilizados os leilões reversos eletrônicos. Eles dizem que, algumas vezes, apesar de haver economia bruta (redução do preço de aquisição em relação ao praticado historicamente), não há economia líquida. Isso ocorre devido a alguns fatores, como o não cumprimento de metas de qualidade e baixo desempenho de entrega por parte dos fornecedores vencedores do leilão. Segundo esses pesquisadores apuraram, as empresas que utilizaram o leilão reverso acabaram deixando esses outros fatores em segundo plano, escolhendo os vencedores unicamente pelo preço ofertado.

Smeltzer e Carr (2003) apud Klein (2007) atentam para outra dificuldade. Segundo eles, não são todas as empresas que aceitam participar de leilões. Assim, pode haver baixa adesão de fornecedores no processo, prejudicando a formação de preços. Esse problema é verificado na Webb. Para algumas categorias de materiais e serviços, não é viável a realização de leilões, pois os fornecedores não aceitam participar deste tipo de negociação. Já houve casos em que a associação da categoria de produtos que estava sendo negociada emitiu carta dizendo que nenhum fornecedor participaria do leilão que estava sendo organizado pela Webb, que se viu obrigada a mudar sua estratégia de negociação no meio do processo.

Além desses problemas relacionados aos compradores, algumas dificuldades podem ser atribuídas aos fornecedores. Smeltzer e Carr (2003) apud Klein (2007) relatam a ocorrência de casos em que os fornecedores são movidos pela emoção no momento do leilão e terminam por dar lances menores que seus custos ou aceitando contratos com quantidades fora de sua capacidade de entrega.

Segundo experiência da Webb, a utilização de leilão reverso eletrônico ainda é vista com desconfiança por muitos fornecedores. Eles acreditam que a utilização dessa ferramenta prejudica os relacionamentos de longo prazo, o que dificulta a oferta da melhor relação custo-benefício para os compradores.

4.4. Tipos de leilões

Existem alguns tipos tradicionais de leilões. Os mais comuns são os leilões para a venda de produtos. Nesse caso, quem promove o leilão deseja vender algum item e os participantes dão lances para comprar tal item. De acordo com Klemperer (2000), existem quatro tipos básicos de leilões para venda de produtos: leilão ascendente (em que o preço vai subindo gradualmente até que apenas um único participante continue), leilão descendente (em que o preço vai diminuindo gradualmente e, quando algum participante tiver interesse em comprar o produto por aquele preço, ele comunica os organizadores do leilão, que é encerrado), leilão com lance fechado de primeiro preço (os participantes submetem um único lance, que não é visível aos outros participantes. Aquele que apresentar o maior preço arremata o item) e leilão com lance fechado de segundo preço ou leilão de Vickrey (os participantes submetem um único lance, que não é visível aos outros participantes. Aquele que apresentar o maior preço arremata o item com o preço do segundo colocado).

No entanto, nesse trabalho, o tipo de leilão estudado é o leilão reverso. A principal diferença está no fato de, neste tipo de leilão, o promotor desejar comprar algum produto ou contratar algum serviço. Os participantes, nesse caso, apresentam a cotação do produto/serviço e aquele que apresentar o menor preço costuma ser o vencedor do processo. Apesar de Klemplerer (2000) apresentar os tipos de leilão mais comuns para compra de produtos, ele pontua, no mesmo trabalho, que esses mesmos tipos podem ser aplicados para leilões reversos, com a inversão do raciocínio, conforme explicado neste parágrafo.

Na prática, os leilões são divididos em três grupos. A seguir, apresentaremos brevemente um resumo desses três grupos principais. O leilão inglês e o holandês são usualmente utilizados para a venda de produtos, enquanto o leilão reverso é utilizado para a compra de produtos.

4.4.1. Leilão inglês

No leilão inglês tradicional, o organizador do leilão deseja vender um produto e os participantes querem comprá-lo. Neste caso, o produto é oferecido a um preço mínimo, com o qual o vendedor fica satisfeito. Os participantes do leilão vão dando lances cada vez maiores, até que não haja mais nenhum lance. O vencedor é o participante que deu o último lance.

4.4.2. Leilão holandês

Assim com no leilão inglês, no holandês, o organizador do leilão deseja vender um produto e os participantes querem comprá-lo. O vendedor estabelece um preço inicial bem elevado. Se nenhum participante está disposto a comprar por aquele valor, esse preço é reduzido. Esse mecanismo se repete até que algum participante deseje arrematar o produto pelo valor oferecido, encerrando o leilão. Esse tipo de leilão é utilizado principalmente na venda de produtos perecíveis, devido à sua rapidez no fechamento do processo. Como exemplo de utilização do sistema holandês de leilão, podemos citar a comercialização de flores na Holanda, de tabaco no Canadá e de peixes em Israel.

4.4.3. Leilão reverso

Nesse tipo de leilão, ao contrário do leilão tradicional, em que o vendedor oferta um produto e o comprador com o maior lance sai vencedor, aqui o comprador faz a requisição do que deseja comprar e os fornecedores ofertam seus preços, sendo o mais baixo o vencedor. Aqui, o leilão é conduzido pelo comprador, e não pelo vendedor.

A utilização do leilão reverso vem aumentando no mundo corporativo, já que provoca a competitividade entre os fornecedores, o que acaba levando a compras a preços mais baixos do que ocorreria se o processo utilizado na tomada de preços e na negociação fosse o tradicional, sem utilização de leilão reverso.

Os leilões reversos são efetuados, principalmente, através da internet, por meio de portais que realizam este tipo de transação. Esses portais, também denominados mercados eletrônicos, podem ser divididos em três grupos, de acordo com o estudo da CAPS Gemini e McKinsey(2002):

1) Bolsas eletrônicas públicas: são controladas e desenvolvidas de forma independente. As empresas normalmente usam essa bolsa para suas transações em troca de um pagamento fixo ou de uma porcentagem em relação ao total transacionado.

2) Bolsas patrocinadas por setores (consórcios): desenvolvida e controlada conjuntamente por mais de uma entidade. É comum que essas entidades sejam a de um setor específico. Como exemplo, podemos citar o portal RubberNet, dedicado à utilização de empresas do setor de borracha.

3) Bolsas privativas ou fechadas: controlada e desenvolvida por apenas uma empresa, para gerenciar suas relações com os fornecedores.

Esses espaços virtuais não são utilizados apenas para a realização de leilão reverso. Eles são, na realidade, um espaço de relacionamento entre a empresa e os fornecedores, com diversas outras funcionalidades que auxiliam nesse relacionamento.

4.5. Tipos de leilão reverso

Agora apresentaremos os diversos tipos de leilão reverso, destacando suas características e apontando as situações em que cada tipo é recomendado. Para isso, utilizaremos tanto o conhecimento obtido pela revisão bibliográfica, quanto a experiência adquirida pela Webb na realização de leilões reversos.

Leilão reverso tradicional

Segundo o material desenvolvido pela Webb¹, nesse tipo de leilão, as empresas participantes informam seus preços para um conjunto de itens. A partir desse preço, os participantes dão seus lances decrescentes, respeitando um decréscimo mínimo pré-estabelecido. O vencedor do leilão é o participante que apresentar o menor preço. De acordo com Castro (2006), neste modelo, é comum as empresas possuírem visibilidade dos preços ofertados por todos os demais participantes.

¹ Retirado de apresentação de treinamento sobre leilão reverso desenvolvida por consultores da Webb

Leilão reverso de ranking

O leilão reverso de ranking apresenta o mesmo princípio do leilão reverso tradicional. Segundo Castro (2006), a diferença está no fato de que, enquanto no leilão reverso tradicional, os participantes têm visibilidade total dos preços ofertados pelos concorrentes, no leilão reverso de ranking, eles somente têm acesso à posição que seu preço está em relação ao preço de seus concorrentes. A diferença percentual entre os concorrentes pode ou não ser informada, sendo que o mais comum é o estabelecimento de uma faixa percentual a partir do preço mais baixo e a divulgação da presença ou não do lance da empresa dentro dessa faixa. Por exemplo, é habitual informar se o lance da empresa é até 10% maior que o lance mais baixo até o momento ou não.

Leilão reverso holandês

Neste tipo de leilão, o comprador inicia o leilão com um preço bem reduzido. Ele vai aumentando esse preço a intervalos definidos até que algum fornecedor aceite vender seu produto/serviço por aquele preço. Segundo entrevistas com consultores Webb, a vantagem do leilão reverso holandês é a rapidez com que a decisão é tomada (informação verbal). No entanto, de acordo com Castro (2006), a pressão sobre os fornecedores pode fazê-los aceitar fornecer por um preço insustentável no longo prazo, o que pode acabar tendo implicações negativas no fornecimento dos produtos ou na prestação de serviços. Isso pode, inclusive, levar a rompimento de contrato, com prejuízo para ambos os lados (comprador e fornecedor).

Leilão reverso de primeiro preço ou leilão reverso selado

Nesse tipo de leilão, os participantes entregam suas propostas num mesmo momento e vence aquele que der o menor lance. Não há a possibilidade de se alterar seus lances baseados nos lances da concorrência, o que gera menor competitividade. Em alguns casos, há uma segunda rodada de lances, em que participam as empresas com melhores lances da primeira rodada. Para essa segunda rodada, normalmente é divulgada alguma informação para as empresas participantes, para que elas possam ter base para melhorar suas propostas e deixá-las mais competitivas. Na Webb, essa rodada adicional é comum, em que se envia um preço-

alvo para os fornecedores se nortear nas suas cotações. Esse modelo é muito utilizado pelo governo, quando recebe o nome de licitação.

Leilão reverso de segundo preço ou leilão de Vickrey

A particularidade deste tipo de leilão está na forma de determinação do ganhador. O leilão ocorre normalmente. Neste caso, os participantes não têm visibilidade das ofertas de seus concorrentes. Ao final do leilão, aquele competidor que der o menor lance é declarado vencedor, mas ele fornecerá o bem ou serviço pelo preço dado pelo segundo menor lance. Esse procedimento evitaria a “maldição do vencedor”, segundo a qual o vencedor acabava não conseguindo honrar seu preço por ter sido levado pela emoção e dado um lance mais baixo que o realizável.

4.6. Leilões de mais de um item

Neste trabalho, desenvolveremos um modelo para aqueles casos em que se leiloam mais de um item. Quando isso acontece, pode-se ter dependência ou independência entre a compra desses itens. No caso de independência, os itens devem ser leiloados separadamente. Já no caso de dependência, normalmente causada por sinergias de fabricação e transporte, é interessante utilizar algum método para beneficiar-se da dependência. Samuelson (2001), menciona três maneiras de se realizar o leilão para esses casos:

- i) Leilões em sequência;
- ii) Leilões simultâneos;
- iii) Leilões com separação em lotes.

Quando, nesses casos, são utilizados leilões em sequência, a alocação de recursos dificilmente é ótima e, portanto, o benefício para a empresa que está realizando o leilão é prejudicado. Consideremos um exemplo simples de leilão reverso em que existe dependência entre itens, mas os leilões para cada um deles é realizado em sequência:

Exemplo 1

	Item 1	Item 2	Itens 1 e 2
Empresa A	4	5	6
Empresa B	3	6	7
Empresa C	6	7	10

No exemplo 1, se os leilões de cada um dos dois itens forem realizados em sequência, a Empresa B será a vencedora do Item 1 e a Empresa A, vencedora do Item 2. No total, a empresa que está realizando o leilão reverso pagará pelos dois itens 8 unidades monetárias. Já se as empresas pudessem apresentar suas ofertas para os dois itens em conjunto, a Empresa A estava disposta a fornecê-los por seis unidades monetárias, gerando duas unidades monetárias de economia para a empresa realizadora do leilão. Isso claramente mostra que, ao se realizar leilões simultâneos separados para itens em que há dependência, não há aproveitamento de economias que possam surgir devido a sinergias. Sendo assim, a realização de leilões simultâneos não é a melhor forma para se aproveitar os benefícios de redução de custos que essa ferramenta pode trazer.

Samuelson (2001) aponta que, para mitigar este problema, alguns especialistas sugerem a realização de leilões simultâneos. Quando isso acontece, todos os itens são leiloados no mesmo momento e os participantes têm visibilidade do nível do preço dos diversos itens em todos os instantes. MacMillan (1994), McAfee e Mcmillan (1996), Cramton (1995) e Cramton (1997) apud Samuelson (2001) argumentam que os leilões simultâneos fornecem aos participantes melhor informação sobre preços que os leilões em sequência, dando, assim, melhores oportunidades para a montagem de lotes. No entanto, não é possível provar que o uso de leilões simultâneos promove a formação dos lotes mais econômicos. Além disso, sua implementação é mais complexa, de forma que não é muito utilizado.

Samuelson (2001), então, analisa o modelo que, segundo ele, promove a melhor alocação de recursos: leilão com separação em lotes. Neste tipo, o participante pode dar seu lance para os itens individualmente ou em lotes pré-definidos pelo realizador do leilão. Esses lotes são compostos por itens que, segundo a visão, experiência e conhecimento do realizador do leilão, apresentam dependência e sinergia na venda conjunta. O realizador do leilão escolhe a combinação de itens que é mais vantajosa, podendo declarar vencedores os participantes que deram o lance para itens individuais ou os que deram para os pacotes.

Ledyard, Porter e Rangel (1997) apud Samuelson (2001) testaram estes três tipos de leilões em diferentes condições de demanda. Para o leilão com separação em lotes, eles

utilizaram um modelo que permitia que os próprios participantes definissem os lotes - modelo o qual este trabalho visa a implementar na Webb. Eles confirmaram que os leilões simultâneos apresentam melhores resultados que os leilões em sequência. Além disso, em situações em que os lances dependiam de complexas misturas de preferências dos participantes, o leilão com separação em lotes (leilão combinatório) teve resultados significativamente melhores que os leilões simultâneos. Experiências anteriores feitas por Bykowsky, Cull e Ledyard (1995) apud Samuelson (2001) chegaram a essas mesmas conclusões.

Na Webb, os leilões são realizados em sequência ou com separação em lotes. De qualquer forma, no caso da separação em lotes, essa separação é feita antecipadamente, sem utilização de nenhuma metodologia. Os lotes são definidos de acordo com regras criadas pelo consultor que está trabalhando no projeto ou através de sugestões dadas pelo cliente. Não é possível para o participante do leilão aproveitar as sinergias específicas que ele possa ter com alguns dos itens. Se os lotes definidos *a priori* não captam as sinergias, os fornecedores nada podem fazer e cotarão preços maiores que se pudessem aproveitar as sinergias. Este trabalho visa a desenvolver uma ferramenta para operacionalizar a realização de leilões combinatórios com a utilização de modelagem matemática para definição do vencedor(es) que maximizam o valor para a empresa realizadora do leilão reverso.

4.7. Modelos matemáticos para definição do vencedor

Nesta seção, apresentaremos, com certo grau de detalhe, alguns modelos para definição do vencedor em leilões reversos encontrados na literatura. Todos eles utilizam pesquisa operacional para encontrar a combinação de lances e fornecedores que minimiza o custo total de aquisição. As especificidades e restrições adicionais de cada modelo também são apresentadas.

No apartado seguinte, escolheremos alguns dos modelos que melhor se adéquam aos leilões realizados pela Webb para desenvolver a ferramenta que auxiliará a empresa de consultoria na prestação de seu serviço.

i) Formulação matemática do problema de determinação do vencedor em um leilão com desconto por volume

Inicialmente, apresentaremos um modelo descrito por Hohner et al (2003) e implementado na Mars, Incorporated. Esse modelo leva em consideração a aplicação de descontos por volume, ou seja, os fornecedores apresentam um preço para uma quantidade de itens arrebatados pelo leilão e descontos crescentes à medida que a quantidade de itens vencidos por ele aumenta.

A seguir definimos cada um dos índices e constantes utilizados na programação:

Índices e Constantes

k: identifica os K lotes que serão negociados

i: identifica os N potenciais fornecedores

j: identifica os M_i^k pares preço-quantidade $(P_{il}^k, [Q_{il,low}^k, Q_{il,high}^k]), \dots, (P_{iM_i^k}^k, [Q_{iM_i^k,low}^k, Q_{iM_i^k,high}^k])$, que formam a curva de oferta

P_{ij}^k : preço que o fornecedor i oferta para um item do lote k se o número de unidades compradas deste fornecedor estiver no intervalo $[Q_{ij,low}^k, Q_{ij,high}^k]$

$W_{i,min}$: Mínima quantidade que pode ser alocada a um fornecedor i

$W_{i,max}$: Máxima quantidade que pode ser alocada a um fornecedor j

S_{min} : Mínimo de fornecedores aceitável pela empresa organizadora do leilão para fornecer os itens pedidos

S_{max} : Máximo de fornecedores aceitável pela empresa organizadora do leilão para fornecer os itens pedidos

$$C_{ij}^k = \sum_{j=1}^{j-1} P_{ij}^k (Q_{ij,high}^k - Q_{ij,low}^k)$$

As variáveis de decisão para este modelo estão descritas na sequência:

Variáveis de decisão

z_{ij}^k : especifica, para cada par preço-quantidade j , o número exato de unidades do lote k que está designado para o fornecedor i , através do lance B_i^k

x_{ij}^k $\left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ se alguma quantidade de unidades do lote } k, \text{ através do lance } B_i^k, \text{ dentro do intervalo} \\ \text{de quantidade } [Q_{ij,low}^k, Q_{ij,high}^k], \text{ é comprada a um preço } P_{ij}^k \\ 0, \text{ caso contrário} \end{array} \right.$

y_i $\left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ se o fornecedor } i \text{ tiver algum lance vencedor} \\ 0, \text{ caso contrário} \end{array} \right.$

Dadas estas definições, apresentamos agora a função objetivo, que visa a minimizar o custo total de aquisição:

Função Objetivo

$$\min \sum_{k \in K} \sum_{i \in N} \sum_{j \in M_i^k} (z_{ij}^k P_{ij}^k + x_{ij}^k C_{ij}^k)$$

Por fim apresentamos uma a uma as restrições principais e as restrições adicionais, que, no modelo de Hohner et al (2003) serviam para adequá-lo à estratégia de compras da Mars, que foi a empresa na qual o modelo foi aplicado.

Restrições

$$z_{ij}^k - (Q_{ij,high}^k - Q_{ij,low}^k) x_{ij}^k \leq 0, \quad \forall i \in N, \quad \forall j \in M_i^k \quad (\text{i.a})$$

$$\sum_{j \in M_i^k} x_{ij}^k \leq 1, \quad \forall i \in N, \quad \forall k \in K \quad (\text{i.b})$$

$$\sum_{i \in N} \sum_{j \in M_i^k} (z_{ij}^k + x_{ij}^k Q_{ij,low}^k) \geq Q^k, \quad \forall k \in K \quad (\text{i.c})$$

$$x_{ij}^k \in \{0,1\}, \quad \forall i \in N, \quad \forall j \in M_i^k, \quad \forall k \in K \quad (\text{i.d})$$

- i.a) Estabelece que, para cada par preço-quantidade $(P_{ij}^k, [Q_{ij,low}^k, Q_{ij,high}^k])$, se o realizador do leilão comprar uma parte do lote k de um lance num preço P_{ij}^k , essa parte deve estar no intervalo $[Q_{ij,low}^k, Q_{ij,high}^k]$
- i.b) Garante que, para cada lance vencedor, o preço e a quantidade em que a compra ocorrerá corresponde a um único par preço-quantidade
- i.c) Garante que o modelo definirá uma combinação de lances vencedores de modo a que a demanda total por cada lote k é satisfeita
- i.d) Define os valores que os índices e as variáveis poderão assumir

Restrições adicionais

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in M_i^k} x_{ij}^k \leq y_i K, \forall i \in N, y_i \in \{0,1\} \quad (\text{i.e})$$

$$S_{\min} \leq \sum_{i \in N} y_i \leq S_{\max}, \forall i \in N \quad (\text{i.f})$$

$$y_i W_{i,\min} - \sum_{k \in K} \sum_{j \in M_i^k} (z_{ij}^k + x_{ij}^k Q_{ij,low}^k) \leq 0, \forall i \in N \quad (\text{i.g})$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in M_i^k} (z_{ij}^k + x_{ij}^k Q_{ij,low}^k) - y_i W_{i,\max} \leq 0, \forall i \in N \quad (\text{i.h})$$

- i.e) Garante que $y_i = 1$ se o fornecedor i tiver algum lance vencedor
- i.f) Estabelece que o número de fornecedores vitoriosos ficará entre um mínimo e um máximo que atendam as políticas da empresa
- i.g) Estabelece que, se houver alguma alocação para um fornecedor i, ela deverá ser maior que um mínimo estabelecido pelo comprador
- i.h) Estabelece que, se houver alguma alocação para um fornecedor i, ela deverá ser menor que um máximo estabelecido pelo comprador

ii) Formulação matemática do problema de determinação do vencedor de um leilão combinatório

No mesmo trabalho em que Hohner et al descrevem o modelo para determinação de vencedores em leilões que consideram desconto por volume (seção 4.5, modelo i), ele também apresenta um modelo para determinação de vencedores em leilões combinatórios, que será detalhadamente descrito a seguir.

Primeiramente apresentaremos os índices e constantes utilizados no modelo, conforme definição de Hohner et al (2003):

Índices e constantes

k: indica os K itens que estão sendo comprados

Q^k : demanda pelo item k (lote)

i: indica os N fornecedores que participam do leilão

j: indica os M^i lances dados por um fornecedor i

a_{ij}^k $\left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ se o lance } B_{ij} \text{ vai suprir o lote correspondente ao item k} \\ 0, \text{ caso contrário} \end{array} \right.$

p_{ij} : preço do lance j do fornecedor i

$W_{i,\min}$: Mínima quantidade que pode ser alocada a um fornecedor i

$W_{i,\max}$: Máxima quantidade que pode ser alocada a um fornecedor j

$S_{\min}$: Mínimo de fornecedores aceitável pela empresa organizadora do leilão para fornecer os itens pedidos

$S_{\max}$: Máximo de fornecedores aceitável pela empresa organizadora do leilão para fornecer os itens pedidos

A seguir apresentamos a variável de decisão do modelo:

Variável de decisão

x_{ij} $\left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ se o lance } B_{ij} \text{ é o vencedor do leilão} \\ 0, \text{ caso contrário} \end{array} \right.$

Em seguida, é definida a função objetivo, que neste modelo tem visa a minimizar o custo total de aquisição das mercadorias.

Função objetivo

$$\min \sum_{i \in N} \sum_{j \in M^i} p_{ij} x_{ij}$$

Para as restrições, tanto as principais quanto as adicionais, apresentaremos e descreveremos uma a uma:

Restrições

$$\sum_{i \in N} \sum_{j \in M^i} a_{ij}^k x_{ij} \geq 1, \forall k \in K \quad (\text{ii.a})$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \forall i \in N, \forall j \in M^i \quad (\text{ii.b})$$

ii.a) Estabelece que todos os lotes de itens requeridos pelo comprador serão fornecidos por algum dos participantes do leilão

ii.b) Define os valores que os índices e as variáveis poderão assumir

Restrições adicionais

$$W_{i,\min} y_i \leq \sum_{k \in K} \sum_{j \in M^i} a_{ij}^k Q^k x_{ij}, \forall i \in N \quad (\text{ii.c})$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in M^i} a_{ij}^k Q^k x_{ij} \leq W_{i,\max} y_i, \forall i \in N \quad (\text{ii.d})$$

$$\sum_{j \in M^i} x_{ij} \geq y_i, \forall i \in N \quad (\text{ii.e})$$

$$S_{\min} \leq \sum_{i \in N} y_i \leq S_{\max} \quad (\text{ii.f})$$

$$y_i \in \{0,1\}, \forall i \in N \quad (\text{ii.g})$$

ii.c) Estabelece a quantidade mínima de itens que pode ser alocada para qualquer fornecedor i , atendendo as políticas da empresa

ii.d) Estabelece a quantidade máxima de itens que pode ser alocada para qualquer fornecedor i , atendendo as políticas da empresa

ii.e) Garante que se nenhum lance do fornecedor i for vencedor, $y_i = 0$

ii.f) Estabelece que o número de fornecedores vitoriosos ficará entre um mínimo e um máximo que atendam as políticas da empresa

ii.g) Define os valores que os índices e as variáveis poderão assumir

4.8. Dificuldades computacionais do problema de determinação do vencedor

De acordo com Lehmann, Muller e Sandholm (2006), o problema de determinação do vencedor se dá para encontrar a alocação dos itens aos participantes do leilão de modo a maximizar a receita do realizador do leilão. Esse pensamento é válido para os leilões tradicionais. Para os leilões reversos, podemos dizer que o problema se dá para encontrar a alocação dos itens aos participantes de modo a minimizar o custo do realizador do leilão.

Esse problema apresenta uma complexidade computacional muito grande. Isso vem do fato de que, para cada subgrupo de lances, é necessário checar se tal subgrupo garante o fornecimento de todos os itens e qual será o custo que aquele subgrupo de lances traz para o realizador do leilão. Um subgrupo que garanta o fornecimento de todos os itens e que traga o menor custo é a solução ótima encontrada. Lehmann, Muller e Sandholm (2006) destacam que numerar todas as possibilidades para se decidir a melhor não é computacionalmente possível.

De acordo com Sandholm (2006), desde 1997, há muita pesquisa sobre a complexidade do problema de determinação do vencedor, que é um problema NP-complexo. Hoje em dia, existem algoritmos de busca capazes de resolver o problema de determinação do vencedor. Esses algoritmos se baseiam na análise de apenas algumas combinações do espaço amostral, baseadas nos lances dados, ao invés de uma enumeração exaustiva de todas as possibilidades de combinação.

Sandholm (2006) compara a eficiência, o tempo de operação e a utilização de memória entre os algoritmos de resolução do problema de determinação do vencedor de dois softwares comerciais (CPLEX e XPress-MP) e um algoritmo específico para a resolução deste tipo de problema (CABOB – Combinatorial Auction Branch on Bids). Os softwares comerciais utilizam algoritmos genéricos para resolução de programação inteira. O autor conclui em seu trabalho que a utilização do CABOB é responsável por um ganho de tempo em relação aos outros softwares. Além disso, ele descreve que o CPLEX e o XPress-MP, em algumas situações, acabam esgotando a memória do computador ao buscar a solução do problema, enquanto o CABOB dificilmente apresenta esse problema. Não é objetivo deste trabalho

atacar este problema, mas a limitação computacional é importante para o desenvolvimento de qualquer estudo nessa área.

5. Desenvolvimento do modelo de negociação

Para aproveitar os benefícios do leilão combinatório, propomos um modelo de negociação diferente do que é utilizado atualmente na Webb. O modelo de negociação a que nos referimos trata de estabelecer a forma como os fornecedores poderão apresentar seus preços para os produtos que estão sendo comprados, englobando desde o número de lances que poderão dar até o meio de comunicação em que esses lances serão transmitidos para a Webb. A seguir apontaremos como é o modelo utilizado hoje e, então, descreveremos o novo modelo.

5.1. Modelo de negociação atual

Ao se chegar à etapa de tomada de preços do projeto, são decididas as formas em que essa tomada será feita. Dentre essas decisões, destacam-se o tipo de leilão que será utilizado, a forma de recebimento dos lances e como os itens negociados serão agrupados na cotação.

Quando a negociação ocorre para mais de um item, existem duas formas utilizadas na Webb:

- 1) Os fornecedores apresentam seus lances para cada item individualmente;
- 2) Os fornecedores apresentam seus lances para pacote de itens, pré-definidos pela Webb em conjunto com seu cliente.

As desvantagens dessas duas formas já foram discutidas no item 4.6. Em resumo, a primeira forma apresentada não aproveita as sinergias de produção, distribuição e operação dos diversos itens, enquanto a segunda força uma sinergia que, às vezes, não é real para todos os fornecedores.

Além disso, o leilão pode ser de qualquer um dos tipos descritos no item 4.5: tradicional, ranking, holandês, de pontos, de Vickrey ou selado. A definição sobre o tipo de leilão é tomada em função da categoria de produtos que está sendo negociada. Para alguns setores, não é recomendável a utilização de leilão aberto, pois as empresas do setor não veem com bons olhos a competição gerada pelo leilão e acaba não aderindo à negociação.

Nos projetos de *sourcing*, o tipo mais utilizado é o leilão selado, em que os fornecedores apresentam os preços uma vez, sem informação sobre as cotações de seus concorrentes. É muito comum uma etapa posterior de negociação presencial após o leilão com os fornecedores mais competitivos. Nessa etapa, muitas vezes são propostos novos cenários para cada fornecedor. Esses cenários são montados pela equipe Webb com base em simuladores ajustados manualmente. Em várias situações, são feitos cenários com divisão de volume, sendo atribuída uma parte dos itens negociados para cada fornecedor de modo a se conseguir uma situação próxima da ótima. No entanto, isso gera demora no fechamento do negócio, pois, muitas vezes, no momento de compor os preços, os fornecedores assumem que ganharão todos os lotes que estão disputando. Ao se deparar com situações em contrário, acabam pedindo para revisar seus preços. Essa situação atrasa o andamento do projeto, gerando desgaste com o cliente, que espera ter, como benefício da utilização do leilão reverso, uma redução do tempo de negociação. Além disso, ao se escolher alguns cenários em detrimento de outros, partir para a negociação com alguns fornecedores específicos e se permitir revisão de preços apenas desses fornecedores, não se obtém o resultado ótimo, pois os cenários foram definidos com base numa primeira rodada, não aproveitando as possíveis revisões dos fornecedores que não foram classificados para a negociação.

De qualquer forma, seja qual o tipo de leilão utilizado, as propostas são inseridas pelos fornecedores participantes do processo na plataforma de negociação eletrônica da Webb, com auxílio da equipe de *back-office*.

5.2. Modelo de negociação proposto

Agora proporemos um modelo para operacionalizar a utilização de programação matemática combinatória para definição dos vencedores do leilão.

Tipo de leilão

Como o tipo de leilão utilizado com maior frequência é o selado, é para este tipo de leilão que o modelo proposto por este trabalho atuará. Assim, espera-se a entrega de um documento único com os preços para cada um dos itens, conforme será descrito a seguir.

Forma de apresentação dos preços

Para os fornecedores apresentarem os preços de suas cotações, foi definida uma forma simples e eficiente. Esse ponto é muito importante para o sucesso do processo, pois, para algumas categorias negociadas, os fornecedores não apresentam grande domínio de programas de computador, como, por exemplo, o Excel. Assim, baseado na experiência Webb, sugerimos um *template* de planilha de cotação para se operacionalizar a possibilidade de utilização do modelo descrito no presente Trabalho de Formatura. Procuramos apresentar um *template* que seja de fácil entendimento e utilização pelos fornecedores e, ao mesmo tempo, permita a utilização do modelo de modo rápido e simples. A figura 5.1 mostra o *template* sugerido, com um exemplo fictício.

Item	Especificação	Quantidade	Preço Individual	Valor Total	Pacote 1	Pacote 2	Pacote 3
Item 1	Desenho 1	1.000	2,50	2.500,00	Incluso	Incluso	
Item 2	Desenho 2	100	60,00	6.000,00	Incluso		Incluso
Item 3	Desenho 3	10.000	1,30	13.000,00	Incluso	Incluso	
Item 4	Desenho 4	400	34,00	13.600,00	Incluso		Incluso
Item 5	Desenho 5	50	100,00	5.000,00	Incluso	Incluso	Incluso
Item 6	Desenho 6	300	30,00	9.000,00	Incluso	Incluso	Incluso
Item 7	Desenho 7	4.000	10,00	40.000,00	Incluso	Incluso	
Item 8	Desenho 8	5.000	8,50	42.500,00	Incluso	Incluso	
Item 9	Desenho 9	3.000	3,40	10.200,00	Incluso		
Item 10	Desenho 10	1.000	12,00	12.000,00	Incluso	Incluso	Incluso
Item 11	Desenho 11	2.000	5,00	10.000,00	Incluso	Incluso	
Item 12	Desenho 12	500	25,00	12.500,00	Incluso	Incluso	Incluso
Total		27.350		176.300,00	Desconto	Desconto	Desconto
					10%	5%	6%
					158.670,00	139.175,00	54.614,00
				Valor Total			

Figura 5.1 - Exemplo de *Template* de cotação

Nesse *template*, apresentamos aos fornecedores quais os itens que estão sendo cotados na coluna “Item”. Na coluna “Especificação”, apresentamos as características do item, através de uma descrição ou de uma referência a um desenho anexo à planilha de cotação. Em seguida, na coluna “Quantidade”, definimos a quantidade que está sendo negociada. No caso de ser um produto de compra recorrente, essa pode ser a quantidade mensal (real ou estimada), que servirá de parâmetro para o fornecedor estabelecer seu preço, que será oficializado em contrato. Esses três campos iniciais são informações para o fornecedor, sendo preenchidas pela Webb. Já a coluna “Preço individual” deverá ser preenchida pelos fornecedores com os valores unitários de cada item. Caso o fornecedor não tenha condições ou interesse de fornecer algum dos itens, deverá deixar o campo destinado ao preço deste item

em branco. No campo “Valor total”, multiplicamos a quantidade pelo preço individual, obtendo o valor total para cada item. No final, há um totalizador para essa coluna.

Para explicar a segunda parte da planilha, em que há a formação dos pacotes, devemos ressaltar que os preços na coluna “Preço individual” devem ser informados considerando que apenas tal item será fornecido, ou seja, o fornecedor deve compor seu preço sabendo que poderá, com aquele preço, ser escolhido apenas para o fornecimento daquele item. Essa informação vai explicitada e explicada no Edital de Concorrência, que é enviado aos fornecedores junto com a planilha de cotação. Assim, a princípio, seria possível contratar um fornecedor para cada item, com os preços informados no campo “Preço individual”.

Na segunda parte, o fornecedor deve utilizar o conceito de economia de escala, além de sinergias na fabricação e distribuição dos diversos itens. Assim, pode formar alguns pacotes (quantidade a ser definida), incluindo os itens que fazem parte de cada um dos pacotes. No final, ele deve fornecer um desconto percentual único sobre os preços individuais, caso o pacote seja escolhido.

6. Desenvolvimento do modelo matemático

Após propor uma estratégia de negociação, iremos definir o modelo que será utilizado para a definição do vencedor. Como já explicitado no item 3 deste trabalho, o modelo a ser desenvolvido tem por objetivo permitir o máximo aproveitamento da utilização do leilão reverso pelas empresas clientes da Webb, o que gerará benefícios diretos para a própria Webb. Para que isso ocorra, utilizaremos um modelo de programação inteira, que escolhe a combinação ótima dos lances, fornecedores e preços, minimizando o custo de aquisição pelo comprador. Isso permite que os próprios fornecedores façam as combinações de itens que melhor aproveitem as sinergias de fabricação e distribuição, podendo chegar ao menor preço possível. O modelo utilizado aqui é baseado no modelo que Hohner (2003) aplicou na Mars, com a adição de algumas particularidades para se adequar aos casos tratados pela Webb. Como será descrito adiante, utilizaremos o modelo para a compra de serviços, de modo que não há sentido em se falar em desconto por quantidade. Assim, utilizaremos como base o segundo modelo de Hohner (2003) descrito no item 4.7.

6.1. Inputs iniciais

Para que o modelo seja efetivo, ele necessita de algumas informações iniciais, que devem ser passadas pelo organizador do leilão, neste caso específico, a Webb. Estas informações estão relacionadas, principalmente, às restrições determinadas pelas políticas da empresa-cliente. Por isso, deve ser determinada pela Webb em conjunto com sua cliente. Os dados iniciais necessários para que se inicie a parametrização do modelo proposto neste trabalho são os seguintes:

- Número de fornecedores participantes do leilão;
- Número mínimo aceitável de fornecedores para atender às políticas da empresa-cliente;
- Número máximo aceitável de fornecedores para atender às políticas da empresa-cliente;
- Porcentagem máxima que o valor do contrato pode ter em relação ao faturamento da empresa;
- Número de itens a serem negociados;
- Quantidade negociada de cada item.

Todas essas informações deverão ser introduzidas na ferramenta antes do início do leilão.

6.2. Variáveis

As variáveis de decisão do modelo são binárias e indicam se o lance j dado pelo fornecedor i é vencedor do leilão ou não.

$$x_{ij} \begin{cases} 1, \text{ se o lance } B_{ij} \text{ é o vencedor do leilão} \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

Outra variável, também binária, indica se o fornecedor i apresentará algum lance vencedor.

$$y_i \begin{cases} 1, \text{ se o fornecedor } i \text{ tiver algum lance vencedor} \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

6.3. Constantes

As constantes que deverão ser inicializadas no modelo são as seguintes:

$$a_{ij}^k \begin{cases} 1, \text{ se o lance } B_{ij} \text{ vai suprir o lote correspondente ao item } k \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

p_{ij} : preço do lance j do fornecedor i

$S_{\min}$: Mínimo de fornecedores aceitável pela empresa organizadora do leilão para fornecer os itens pedidos

$S_{\max}$: Máximo de fornecedores aceitável pela empresa organizadora do leilão para fornecer os itens pedidos

P : Porcentagem mínima do faturamento do fornecedor que pode ser advinda do contrato que está sendo negociado

f_i : Faturamento do fornecedor i

Esses valores advêm de duas fontes:

1) Políticas ou decisões da empresa que está realizando o leilão (por exemplo,

$S_{\min}, S_{\max}, W_{i,\max}$ e $W_{i,\min}$)

2) Respostas dos fornecedores ao processo de cotação (por exemplo, a_{ij}^k e p_{ij})

6.4. Função Objetivo

O objetivo do modelo é minimizar o custo de aquisição das mercadorias (materiais ou serviços). Esse custo é dado como:

$$CT = \sum_i C_i = Q_i \cdot P_i$$

Sendo:

CT : Custo de aquisição total

C_i : Custo do item i , presente na cotação

Q_i : Quantidade cotada do item i

P_i : Preço unitário do item i

Assim, a função objetivo do modelo proposto é:

$$\min \sum_{i \in N} \sum_{j \in M^i} p_{ij} x_{ij}$$

Sendo,

p_{ij} : preço do lance j do fornecedor i

6.5. Restrições

A seguir apresentaremos e explicaremos as restrições do modelo desenhado:

Restrição 1

$$\sum_{i \in N} \sum_{j \in M^i} a_{ij}^k x_{ij} \geq 1, \forall k \in K$$

Estabelece que todos os lotes de itens requeridos pelo comprador serão fornecidos por algum dos participantes do leilão

Restrição 2

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \forall i \in N, \forall j \in M^i$$

Define os valores que os índices e as variáveis poderão assumir

Restrição 3

$$\sum_j x_{ij} \cdot p_{ij} \leq P \cdot f_i, \forall i \in N$$

Estabelece que o valor do contrato para cada fornecedor será menor ou igual a uma porcentagem mínima de seu faturamento

Restrição 4

$$\sum_{j \in M^i} x_{ij} \leq M \cdot y_i, \forall i \in N$$

Garante que se nenhum lance do fornecedor i for vencedor, $y_i = 0$

Restrição 5

$$S_{\min} \leq \sum_{i \in N} y_i \leq S_{\max}$$

Estabelece que o número de fornecedores vitoriosos ficará entre um mínimo e um máximo que atendam as políticas da empresa

Restrição 6

$$y_i \in \{0,1\}, \forall i \in N$$

Define os valores que os índices e as variáveis poderão assumir.

7. Aplicação do modelo

7.1. Apresentação do caso estudado

Para aplicar o modelo e testar sua validade e benefícios, foi escolhido um projeto de *sourcing* de serviços de TI para uma indústria siderúrgica, cujo nome não será divulgado por motivos de confidencialidade. A partir de agora, passaremos a chamar essa empresa de Cliente.

O objetivo do projeto era a contratação de uma ou mais empresas para a operação dos serviços de suporte de TI do Cliente, que, na época, ainda eram realizados por funcionários próprios, ou seja, o projeto consistia na terceirização dos serviços de TI. Tais serviços foram divididos em três grupos devido a semelhanças entre os tipos de atividades (Tabela 7.1):

Tabela 7.1 - Escopo da negociação

Grupo 1
<i>Service Desk</i>
Suporte de 2º Nível ERP SAP e BI
Monitoração do ambiente de TI, Telefonia e CFTV
Administração de Contas e Perfis
Grupo 2
Infraestrutura de redes de Dados, Voz e Imagem
<i>Field Service</i>
Gerenciamento de Ativos
Assistência Operacional a Equipamentos de Videoconferência e Audiovisual
Grupo 3
Escritório de Gerenciamento de Projetos de TI

Segundo a Matriz de Kraljic, os serviços de TI negociados podem ser classificados como itens não-críticos (Figura 7.1).

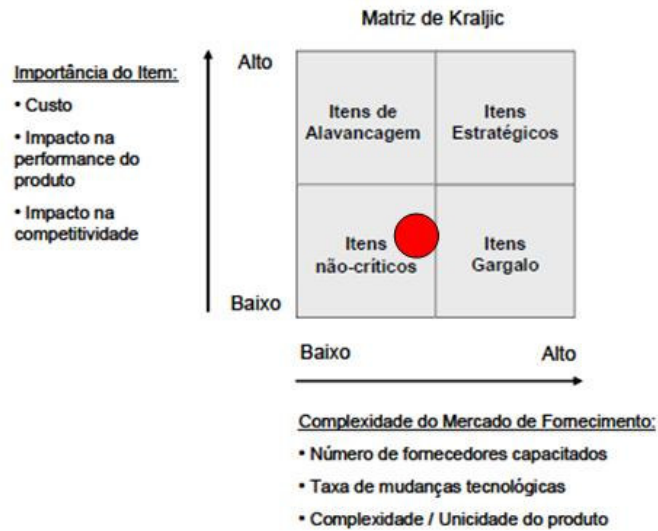


Figura 7.1 - Classificação dos serviços negociados segundo Kraljic

Para a produção de aço, que é o objetivo final do Cliente, a importância dos serviços de TI é relativamente baixa. O impacto no custo é irrelevante, assim como o impacto na *performance* do produto. Existe um pequeno impacto na competitividade, pois a área de TI tem importância razoável para o funcionamento da empresa como um todo, integrando a informação de todas as fábricas, centros de distribuição e sede. Por isso, nessa dimensão, classificamos os serviços de TI como de baixa importância para a empresa.

Já em relação à complexidade do mercado de fornecimento, os serviços de TI se enquadram como de complexidade média-baixa. Há relativamente grande número de fornecedores capacitados para o fornecimento do serviço, com grande competitividade de *players* a nível mundial, não havendo problemas para a decisão do Cliente neste quesito. No entanto, esses serviços apresentam uma alta taxa de mudanças tecnológicas, principalmente nas plataformas e softwares utilizados para sua operação. Por isso, é razoável enquadrar a categoria como de média-baixa complexidade em relação ao mercado fornecedor. Classificados como itens não-críticos, os serviços de TI são passíveis de serem negociados através de leilões reversos, segundo Kraljic.

De acordo com Talluri e Ragatz (2004) apud Klein (2007), os serviços de TI em questão apresentam as características que permitem a realização de leilão para sua aquisição (Tabela 7.2).

Tabela 7.2 – Critérios de Talluri e Ragatz (2004) para aplicação de leilão

Item	Descrição	Status
1	Clareza nas especificações técnicas dos produtos ou serviços	Ok
2	Compra baseada principalmente no preço	Ok
3	Custos de troca de fornecedores baixos	Não Ok
4	Grande quantidade de fornecedores qualificados no mercado	Ok
5	Não existe um mercado de produtos ou serviços <i>commodities</i> bem estabelecido	Ok
6	O produto ou serviço a ser fornecido não é estratégico para o comprador	Ok

Todos os serviços foram extensivamente descritos, com a explicação de cada uma das atividades que deveriam estar englobadas em cada um dos itens pedidos. Além disso, foram passadas as necessidades de efetivos que deveriam orientar os fornecedores a realizar o dimensionamento e a precificação. No Edital, também foram relacionadas as informações sobre a infraestrutura de TI da empresa e as exigências mínimas de qualificação escolar dos empregados para cada um dos serviços. Assim, o primeiro item mencionado por Talluri e Ragatz (2004) é pertinente para este caso.

Como foi realizada uma etapa de homologação técnica das propostas antes da realização da tomada de preços por leilão (descrita neste mesmo item, mais a frente), todas as empresas chamadas para o leilão apresentavam condições de fornecer o serviço. Assim, a decisão final foi tomada apenas pelo preço, o que vai ao encontro da segunda condição de Talluri e Ragatz.

Em relação à terceira condição, não é possível considerar que o custo de troca é baixo, pois, além de haver uma amarração contratual de dois anos, é necessário um tempo para aprendizado das condições de operação do Cliente, o que dificulta a troca dos fornecedores com frequência, pois, a cada troca, é necessário um plano de implantação e um período de adaptação, trazendo prejuízos na operação. Isso não deve ser muito freqüente.

No entanto, existem vários fornecedores qualificados, tanto de atuação nacional quanto internacional, dispostos a oferecer o serviço. Assim, o mercado apresenta grande nível de competitividade, garantindo a aderência ao quarto critério dos dois autores.

O mercado de serviços de Ti, de fato, não é comoditizado, de modo que este critério está totalmente de acordo com o que propõem Talluri e Ragatz.

Como já descrito na análise de Kraljic, os serviços de suporte de Ti negociados são importantes, mas não são estratégicos para o Cliente.

Após a verificação de que é possível a aplicação de leilão reverso para negociar o escopo em questão, passaremos a apresentar como se deu o processo de cotação.

O processo se organizou do modo em que foi proposto no item 5. Assim, junto com a planilha de cotação, foi enviado um Edital, que continha a descrição das atividades de cada uma das categorias de serviço. Como esta descrição é considerada estratégica pelo cliente e sua omissão não trará impactos ao presente trabalho, não divulgaremos os detalhes, expondo apenas o nome das categorias.

Além da descrição das atividades, foram enviadas as necessidades de efetivos para cada um dos serviços que estavam sendo cotados. Essas necessidades foram apresentadas divididas entre as duas unidades do Cliente em que haveria a prestação dos serviços (Tabela 7.3).

Tabela 7.3 - Número de efetivos requerido

GRUPO	CATEGORIA	Número de Efetivos	
		UNIDADE I	UNIDADE II
GRUPO1	HELP DESK	14	-
GRUPO1	SUORTE	6	-
GRUPO1	MONITORAÇÃO	13	7
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	7	-
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	11	12
GRUPO2	FIELD SERVICE	15	10
GRUPO2	GERENCIAMENTO	5	3
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	2	1
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	1	1

Para o processo de cotação foram convidadas dezoito empresas especializadas em serviços de TI, dentre as maiores do Brasil (Tabela 7.4):

Tabela 7.4 - Empresas convidadas para o processo

Empresas convidadas		
AEC	Itautec	Solin
CPM Braxis	Lan Designers	Sonda Procwork
HP-EDS	Net Service	Stefanini
Campello	Nexa	Tivit
HCL	P2HE	Vetta
Interadapt	Softtek	Lógica

A primeira etapa do processo consistiu num envio de Edital e RFI. As participantes deveriam responder a RFI e enviar uma proposta técnica para a prestação dos serviços, que seria avaliada conjuntamente pela equipe de projeto da Webb e pela equipe de TI da Usiminas. Após essa primeira análise, foram definidas onze empresas que apresentavam

capacidade técnica de prover os serviços para o Cliente (marcadas em azul na Tabela 7.4). Todas essas empresas desenharam e apresentaram soluções aprovadas pela equipe do Cliente para todos os serviços que seriam negociados. Assim, na segunda etapa do processo, que seria a cotação propriamente dita, a escolha se daria pelo critério econômico-financeiro, ou seja, a combinação de empresas que apresentasse o menor custo de aquisição para o Cliente, respeitadas todas as restrições pré-definidas.

Para a etapa de cotação, foi enviada uma RFQ para as empresas pré-selecionadas, nos moldes da sugerida na Figura 5.1. Assim, os fornecedores poderiam apresentar seus preços para cada um dos serviços individualmente, além de poderem agrupar os serviços em até três pacotes, definidos de acordo com seus próprios critérios. Nesse caso, eles deveriam indicar o desconto sobre o preço individual, caso o pacote fosse contratado em sua totalidade. A possibilidade de se indicar três pacotes foi escolhida, pois essa quantidade seria suficiente para o fornecedor agrupar os serviços de modo a ter ganhos de escala, além de não aumentar muito o tamanho e a complexidade do problema a ser resolvido computacionalmente. Foi sugerido aos fornecedores, por meio do Edital, que se formassem três pacotes: i) um com todos os serviços, ii) outro com os serviços do Grupo 1 e iii) o terceiro com os serviços do Grupo 2. Isso foi apenas uma sugestão baseada nas características dos serviços e do tipo de mão de obra necessária para cada um, não sendo obrigatório nem formar três pacotes, nem agrupá-los de acordo com o sugerido.

Foram apresentados para os fornecedores quinze itens de cotação diferentes, englobando as combinações possíveis das nove categorias de serviços e das duas plantas do Cliente, onde seriam prestados os serviços. Após duas semanas, os fornecedores retornaram as planilhas de cotação preenchidas. Todas as onze empresas selecionadas apresentaram suas cotações, que estão apresentadas no Apêndice D. Por motivo de confidencialidade, não identificamos a qual empresa se refere cada cotação, sendo apresentadas aleatoriamente.

As cotações foram compiladas em duas matrizes e um vetor, cujos formatos estão mostrados nas Tabelas 7.5, 7.6 e 7.7.

1) Matriz dos lances por fornecedor (Tabela 7.5): Preenchida com os valores, em reais, de cada lance dos fornecedores.

Tabela 7.5: Matriz dos lances por fornecedor

		j (lance)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
i (Fornecedor)	Forn1	85.757	81.183	40.591	49.819	157.691	63.283	444.841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Forn2	74.551	52.731	53.339	31.883	60.911	36.675	31.981	21.358	21.358	21.358	154.234	11.461	5.730	5.730	2.865	539.274	257.010	285.907
	Forn3	71.237	37.892	4.399	16.766	5.589	5.589	24.163	6.041	6.041	6.041	172.731	66.020	0	0	0	0	0	0
	Forn4	88.652	99.575	36.209	40.786	99.274	42.026	8.252	23.922	7.974	7.974	30.732	7.683	7.683	7.683	457.583	338.982	119.564	0
	Forn5	408.400	70.871	32.709	170.910	69.375	46.250	46.250	20.915	5.229	5.229	5.229	810.857	628.259	188.552	0	0	0	0
	Forn6	86.799	85.378	51.297	55.755	107.086	75.028	4.642	13.908	4.636	4.636	9.272	21.089	457.139	347.639	123.886	0	0	0
	Forn7	130.533	128.246	8.977	20.448	6.816	6.816	54.529	29.677	7.419	7.419	7.419	347.055	0	0	0	0	0	0
	Forn8	121.895	154.551	79.103	95.086	137.550	84.627	42.789	20.269	20.617	27.920	162.627	26.252	7.283	7.283	7.283	845.866	529.367	353.146
	Forn9	87.237	40.756	27.170	23.698	41.082	25.061	8.898	14.240	4.747	4.747	21.454	275.162	208.946	75.189	0	0	0	0
	Forn10	162.874	86.553	39.952	54.744	60.594	38.321	5.390	9.388	3.129	3.129	26.706	37.999	9.500	9.500	9.500	501.550	372.349	122.867
	Forn11	62.735	39.363	8.944	4.472	4.472	3.493	36.494	148.774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2) Matriz dos serviços por lance por fornecedor (Tabela 7.6): Preenchida com valores binários indicando se cada um dos serviços está sendo coberto por cada lance dos fornecedores. Na Tabela 7.6, encontramos a composição dos lances do Fornecedor 1. No Apêndice E, estão compilados os lances para todos os fornecedores.

Tabela 7.6 - Matriz dos serviços por lance por fornecedor (Exemplo para fornecedor 1)

i (Fornecedor)	j (Lance)	k (item)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fornecedor 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3) Vetor dos faturamentos (Tabela 7.7): Preenchido com os faturamentos, em reais, relativos ao ano de 2009 de cada um dos fornecedores. Os valores utilizados foram os informados na etapa de RFI.

Tabela 7.7 - Vetor com o faturamento mensal dos fornecedores

Fornecedor	Faturamento Anual (2009) (R\$)	Faturamento Mensal (R\$)
Fornecedor 1	136.495.694	11.374.641
Fornecedor 2	848.136.000	70.678.000
Fornecedor 3	118.400.000.000	9.866.666.667
Fornecedor 4	3.383.820.000	281.985.000
Fornecedor 5	1.987.000.000	165.583.333
Fornecedor 6	39.317.883	3.276.490
Fornecedor 7	10.729.000	894.083
Fornecedor 8	33.792.701	2.816.058
Fornecedor 9	12.248.854	1.020.738
Fornecedor 10	362.452.582	30.204.382
Fornecedor 11	965.222.000	80.435.167

Essas matrizes geraram os arquivos de inicialização do Xpress (Apêndice B), que foi o software de otimização escolhido para a resolução do problema. Esta escolha se deu devido ao fato desse software apresentar uma versão estudantil robusta, com restrições de número de variáveis que não impediram a realização do trabalho. Além disso, apresenta uma interface simples de se utilizar, aceitando uma linguagem de programação fácil de aprender.

Assim, o modelo explicado no item 6 foi programado no Xpress (Apêndice A) e, utilizando-se o arquivo de inicialização com os valores específicos desse projeto, gerados pela matrizes explicadas anteriormente nesse apartado, foi possível obter o resultado da otimização para este projeto, que será comentado e analisado a seguir.

7.2. Resultados

Para rodar no Xpress, inicialmente restringimos o número de fornecedores máximo a dois, devido ao desejo do Cliente de ter até dois contratos para administrar, o que não geraria muitas dificuldades e esforços em sua gestão. Além disso, o Cliente tem por política apenas contratar empresas que não dependam de sei contrato para sobreviver. Assim, uma das políticas de contratação, que se transformou em uma restrição, é a limitação do contrato a 40% do faturamento da empresa. Com essas condições e restrições e o modelo proposto no Capítulo 6, chegamos ao resultado do modelo, exposto na Tabela 7.8.

Tabela 7.8 - Resultado inicial do modelo

Tabela de Resultado Final do Lances						
i (Fornecedor)	Fornecedor 9	Fornecedor 10				
k (item)	Lance 12	Lance 11	Lance 13	Lance 14	Lance 15	
1	1	0	0	0	0	
2	1	0	0	0	0	
3	1	0	0	0	0	
4	1	0	0	0	0	
5	1	0	0	0	0	
6	1	0	0	0	0	
7	1	0	0	0	0	
8	1	0	0	0	0	
9	1	0	0	0	0	
10	1	0	0	0	0	
11	0	1	0	0	0	
12	1	0	0	0	0	
13	0	0	1	0	0	
14	0	0	0	1	0	
15	0	0	0	0	1	Total
Valor (R\$)	275.162	26.706	9.500	9.500	9.500	330.367
# Efetivos	102	3	1	1	1	108

Essa solução aproveita o lance 12 do Fornecedor 9 e os lances 11, 13, 14 e 15 do Fornecedor 10. Houve uma concentração de gastos e *spend* no Fornecedor 9, que teve vencedor o pacote com todos os serviços que oferecia, concedendo um desconto de 8% sobre os valores individuais. Já o Fornecedor 10 ficou responsável pelos serviços não oferecidos pelo Fornecedor 9, com quatro lances individuais.

Essa divisão ficou desbalanceada, com o Fornecedor 9 responsável por 83% do valor do contrato, enquanto o Fornecedor 10 ficou com 17% do valor (Gráfico 7.1). Em número de efetivos, o desbalanceamento ficou mais evidente, com 94% do quadro para o Fornecedor 9 e 6% para o Fornecedor 10 (Gráfico 7.2). A diferença entre a proporção em valor e em quadro de funcionários é devida ao tipo de funcionário exigido para os serviços vencidos pelo Fornecedor 10, que exigem maior qualificação. Por isso, apesar de ter apenas 6% dos efetivos, ele conta com 17% do valor.



Gráfico 7.1 - Divisão dos contratos por valor (2 fornecedores)



Gráfico 7.2 - Divisão dos contratos por efetivos (2 fornecedores)

Considerando o *baseline* (Tabela 7.9), essa solução apresenta uma redução de custo de mais de 47 % (Tabela 7.10 e Gráfico 7.3).

Tabela 7.9 - Custos atuais (*Baseline*) dos serviços negociados

	TOTAL	108	625.052
CATEGORIA	UNIDADE	# EFETIVOS	CUSTO MENSAL (R\$)
HELP DESK	UNIDADE I	14	69.545
SUORTE	UNIDADE I	6	36.400
MONITORAÇÃO	UNIDADE I	13	86.657
MONITORAÇÃO	UNIDADE II	7	37.659
ADMINISTRAÇÃO	UNIDADE I	7	44.612
INFRAESTRUTURA	UNIDADE I	11	46.686
INFRAESTRUTURA	UNIDADE II	12	71.496
FIELD SERVICE	UNIDADE I	15	86.829
FIELD SERVICE	UNIDADE II	10	63.158
GERENCIAMENTO	UNIDADE I	5	33.931
GERENCIAMENTO	UNIDADE II	3	19.676
ASSISTÊNCIA	UNIDADE I	2	6.936
ASSISTÊNCIA	UNIDADE II	1	3.468
ESC. GERENCIAMENTO	UNIDADE I	1	9.000
ESC. GERENCIAMENTO	UNIDADE II	1	9.000

Tabela 7.10 - Redução de custo de aquisição

Valor Baseline (R\$)	625.052
Valor Leilão (R\$)	330.367
Redução (R\$)	294.686
Redução (%)	47,1%

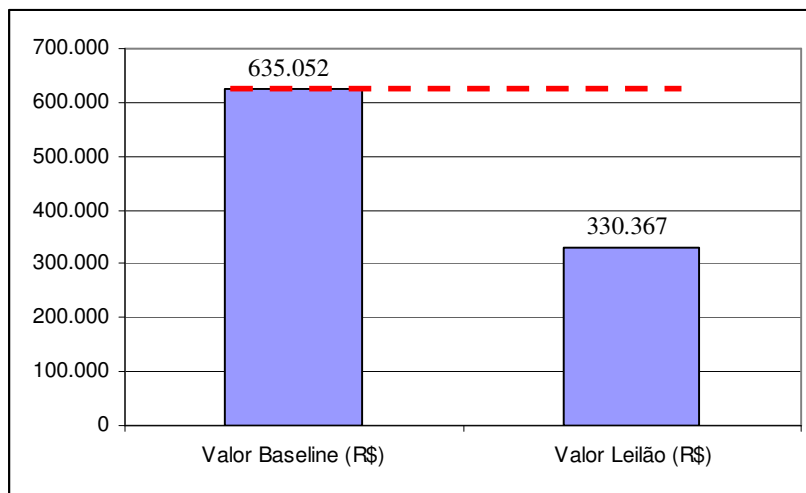


Gráfico 7.3 - Redução de custo de aquisição

Não é possível comparar o *baseline* item a item devido à possibilidade da formação dos pacotes, que recebem preços para itens agrupados.

Apesar de o projeto apresentar uma grande redução de custo, isso não é suficiente para atestar a eficácia do modelo, pois não sabemos qual seria a redução caso ele não fosse utilizado. A única certeza que temos é que obtivemos o valor mínimo, dados os lances, os pacotes e os descontos. Na próxima seção, serão calculados os ganhos no processo trazidos pela aplicação do modelo.

7.3. Ganho de produtividade no projeto

Um dos benefícios para a Webb decorrentes da utilização do modelo é o ganho de produtividade que ele traz na etapa de negociação. Normalmente, a Webb pede para os fornecedores darem os preços para cada item isoladamente ou em pacotes pré-definidos. Após a anexação das propostas na plataforma, a Webb compila as informações e compõe cenários contendo os itens que serão alocados a cada fornecedor. Esse processo é manual, sendo feito a partir do julgamento da equipe de projeto. Assim, não há garantia de escolha do cenário ótimo. Com a ferramenta desenvolvida, esse trabalho será feito automaticamente, o que ocasionará economia de tempo, além da composição fornecedores-itens escolhida ser a ótima. Após a definição dos cenários, estes são apresentados ao cliente para seleção do cenário vencedor.

Uma das grandes dificuldades dessa etapa, que normalmente gera muito desgaste com os fornecedores e cliente, é a confirmação das condições definidas no cenário final com os fornecedores. É muito comum, neste momento, os fornecedores recuarem em suas ofertas de preços, dizendo que, para garantir aqueles preços, necessitavam fornecer todos os lotes e não apenas aqueles designados a ele. Apesar de constar nas regras da cotação, enviadas em Edital de Concorrência, que os preços deveriam ser dados para os lotes pré-definidos (ou itens individuais, conforme o caso), podendo haver mais de um fornecedor (um para cada lote), os fornecedores alegam que não sabiam e que não existe a possibilidade de se fazer aquele preço para apenas uma parte dos itens. As conversas e reuniões para se resolver essas questões gastam muitas horas do projeto.

Outro ponto que gera necessidade de horas de trabalho é oposto ao levantado acima. Alguns fornecedores, na hora de fechar a negociação, prometem revisão de preços se forem vencedores de mais lotes, pois eles compuseram seus preços para a situação informada no

Edital, ou seja, podendo haver um vencedor para cada lote. Algumas vezes, são permitidos novos lances para esses fornecedores, que necessitam de compilação, análise e validação com o cliente. Isso também atrasa a negociação, além de gerar a necessidade de mais horas de trabalho para a equipe de projeto Webb.

Para mensurar o ganho de produtividade da utilização do modelo, consideraremos a diferença entre o número de horas orçado e o número de horas efetivamente realizado no projeto em que o modelo foi utilizado.

O número de horas para o projeto inteiro foi retirado do orçamento que foi feito para a precificação do projeto. Não é feito um orçamento por etapa. Por isso, estabelecemos, como premissa, uma linearidade do uso de recursos no tempo. Assim, o cronograma inicial do projeto previa 16 semanas de trabalho, sendo três das quais para a etapa de negociação. Desta forma, aplicamos o fator 0,19 (3/16) para a quantidade de horas total do projeto, obtendo a quantidade de horas para a etapa de negociação, que é a afetada pelo modelo apresentado neste trabalho. Esta premissa da linearidade é razoável, pois a equipe do projeto permanece a mesma durante todas as etapas. Assim, considerar que seus integrantes trabalharão no mesmo ritmo é bem plausível e é o que se verifica na prática. Na tabela 7.11, apresentamos a quantidade de horas orçadas para o projeto e para a etapa de negociação.

Tabela 7.11 - Orçamento de horas para o projeto

Cargo	Nº Horas Orçadas (h)	
	Projeto Inteiro	Etapas de negociação
Assistente	20	4
Analista I	640	120
Consultor Sênior	128	24
Total	788	148

Para a precificação do projeto, multiplica-se a quantidade de horas de cada tipo de recurso (cargo) pelo custo horário do cargo, que é estabelecido pelos departamentos financeiro e de recursos humanos, baseado na média de salários, encargos e benefícios dos colaboradores da empresa. A pedido da Webb, não divulgaremos, neste trabalho, o custo horário de cada cargo. No entanto, com este custo, foi possível calcular o custo total do projeto (Tabela 7.12). Analogamente, com o número de horas projetado para a etapa de negociação, foi calculado o custo para esta etapa (Tabela 7.12).

Tabela 7.12 - Custo orçado do projeto

Custo - Projeto	R\$ 30.480,00
Custo - Etapa Negociação	R\$ 5.715,00

Para comparação, foram utilizadas as horas efetivamente gastas por cada tipo de recurso no projeto inteiro e na etapa de negociação. Semanalmente, são lançadas as horas do projeto de acordo com a atividade realizada. Assim, para o caso das horas realizadas, não foi necessária a utilização de premissa para a etapa de negociação, já que foi possível saber exatamente quantas horas foram gastas nessa atividade. As horas realizadas estão indicadas na Tabela 7.13.

Tabela 7.13 - Número de horas realizadas

Cargo	Nº Horas Realizadas (h)	
	Projeto Inteiro	Etapa de negociação
Assistente	0	0
Analista I	574	40
Consultor Sênior	120	16
Total	694	56

Na Tabela 7.14 e no Gráfico 7.4, é possível comparar o número de horas orçado e realizado para o projeto, enquanto na Tabela 7.15 e no Gráfico 7.5, é possível a comparação para a etapa de negociação.

Tabela 7.14 - Comparação horas orçadas x realizadas (Projeto)

Cargo	Nº Horas Orçadas (h)	Nº Horas Realizadas (h)	Redução Tempo (h)	Redução Tempo (%)
Assistente	20	0	20	100,0%
Analista I	640	574	66	10,3%
Consultor Sênior	128	120	8	6,3%
Total	788	694	94	11,9%

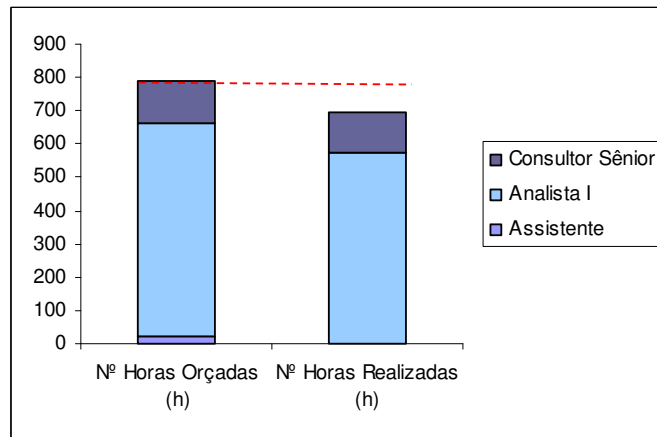


Gráfico 7.4 - Comparação horas orçadas x realizadas (Projeto)

Tabela 7.15: Comparação horas orçadas x realizadas (Negociação)

Cargo	Nº Horas Orçadas (h)	Nº Horas Realizadas (h)	Redução Tempo (h)	Redução Tempo (%)
Assistente	4	0	4	100,0%
Analista I	120	40	80	66,7%
Consultor Sênior	24	16	8	33,3%
Total	148	56	92	62,1%

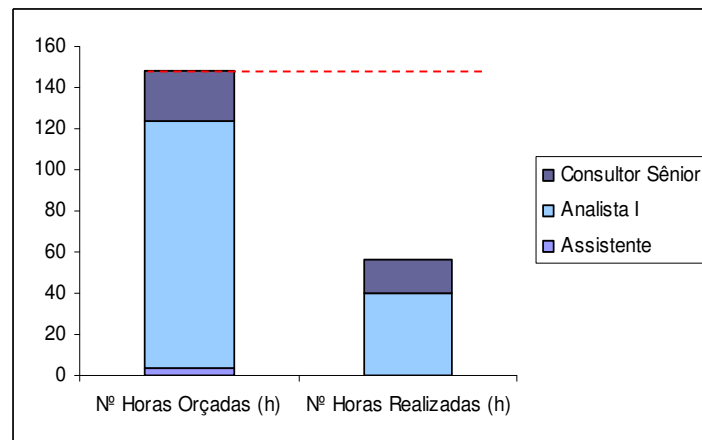


Gráfico 7.5 - Comparação horas orçadas x realizadas (Negociação)

O projeto teve uma redução de 11,9% de seu *touch time* (horas gastas) em relação ao orçado. Percebemos que, na etapa de negociação, houve uma redução de mais de 62% no *touch time* em relação ao orçado. Não se pode dizer com certeza que toda essa redução se deu graças à utilização do modelo, mas, considerando que a única alteração no modo de trabalho foi a utilização do modelo e que a Webb tem uma demanda grande de projetos do mesmo tipo, tendo grande acurácia na precificação, podemos considerar que o ganho foi devido à

utilização do proposto nesse trabalho. A Tabela 7.16 apresenta o ganho de custo devido ao uso do modelo.

Tabela 7.16 - Redução de custo do projeto

	Custo Orçado (R\$)	Custo Realizado (R\$)	Redução Custo (R\$)	Redução Custo (%)
Custo - Projeto	R\$ 30.480,00	R\$ 27.290,00	R\$ 3.190,00	10,5%
Custo - Etapa Negociação	R\$ 5.715,00	R\$ 2.360,00	R\$ 3.355,00	58,7%

Em custo, a redução foi um pouco menor do que em horas. Isso ocorreu pois a maior redução de horas se deu para o analista I e o assistente, que apresentam custos horários mais baixos que o consultor sênior. Isso mostra que a utilização da ferramenta facilita as atividades realizadas pelos analistas do projeto, como consolidação e análise de dados, *follow up* para cobrar envio no prazo, resposta a dúvidas e análise de distorção.

Adicionalmente ao ganho no *touch time*, houve uma redução no tempo total do projeto, que teve uma duração de 15 semanas, uma a menos do que o previsto.

Embora variações no tempo do projeto aconteçam por diversos motivos, podemos associar a redução que encontramos à utilização do modelo e do método propostos por esse trabalho. Assim, chegamos a uma redução de mais de 58% no custo da etapa de negociação e, aproximadamente, 10% no custo total do projeto. Embora, em termos absolutos, os valores pareçam pequenos, se a aplicação do modelo trouxer esse ganho para todos os projetos, isso impactará muito no resultado da empresa, que apresenta, como principal custo, o de mão de obra.

7.4. Análises adicionais

Além da solução com o máximo de dois fornecedores, foi feita a análise variando a quantidade máxima permitida de fornecedores, que está apresentada na Tabela 7.17 e no Gráfico 7.6.

Tabela 7.17 - Valor total x N° máximo de fornecedores

Nº Fornecedores	Valor Total (R\$)	Ganho Incremental
1	501.550	
2	330.368	-34,1%
3	288.383	-12,7%
4	282.179	-2,2%
5	281.177	-0,4%
6	280.196	0,0%
7	280.196	0,0%
8	280.196	0,0%
9	280.196	0,0%
10	280.196	0,0%
11	280.196	0,0%

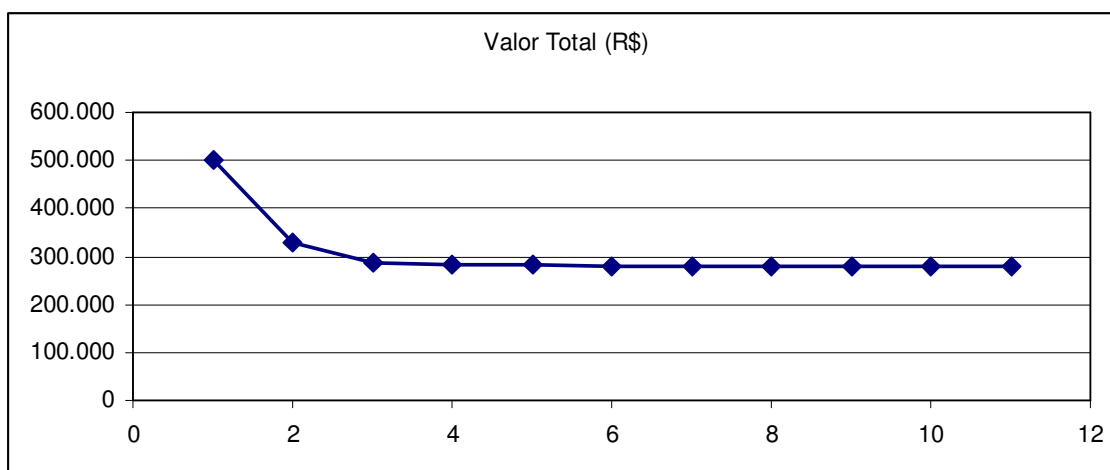


Gráfico 7.6 - Valor total x N° máximo de fornecedores

Essa análise também foi exposta ao Cliente, que, no entanto, optou pela contratação de dois fornecedores, como era sua expectativa desde o começo. A seguir, apresentaremos as conclusões desta análise.

O ganho máximo se dá com seis fornecedores, que é a solução mais otimizada. Restringindo-se a cinco fornecedores, há um aumento incremental de apenas 0,4% no valor total. Já limitando o número de fornecedores a quatro, aumenta-se o valor dos contratos em 2,2%, se comparado ao valor com cinco fornecedores. A redução de custo trazida pela implantação de contratos com quatro, cinco ou seis fornecedores não compensa as dificuldades para se gerir todos esses fornecedores. Por outro lado, implementando-se dois fornecedores, há um ganho de 34,1% em relação a apenas um fornecedor. Com a contratação

de três empresas, a redução incremental é de 12,7%. Assim, financeiramente, contratar três empresas é o mais vantajoso, pois aumenta consideravelmente o *saving* sem aumentar muito o esforço de gestão. Na Tabela 7.18, apresentamos os resultados para três fornecedores

Tabela 7.18 - Resultado para três fornecedores

j (Lance)	Fornecedor 2					Fornecedor 9						Fornecedor 11				Total
	1	12	13	14	15	2	3	4	5	6	7	3	4	5	6	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Valor (R\$)	74.551	11.461	5.730	5.730	2.865	40.756	27.170	23.698	41.082	25.061	8.898	8.944	4.472	4.472	3.493	288.382
# Efetivos	14	2	1	1	1	6	13	7	7	11	12	15	10	5	3	108

Com essa configuração, os Fornecedores 2, 9 e 11 dividiriam os serviços. Nenhum pacote seria vencedor. Todos os lances vencedores seriam individuais. Na Tabela 7.19 e nos gráficos 7.7 e 7.8, está representada a divisão de valor e número de funcionários entre os três fornecedores vencedores.

Tabela 7.19 - Resultado consolidado para três fornecedores

Fornecedor	Valor	# Efetivos
Fornecedor 2	100.337	19
Fornecedor 9	166.665	56
Fornecedor 11	21.380	33
Total	288.382	108

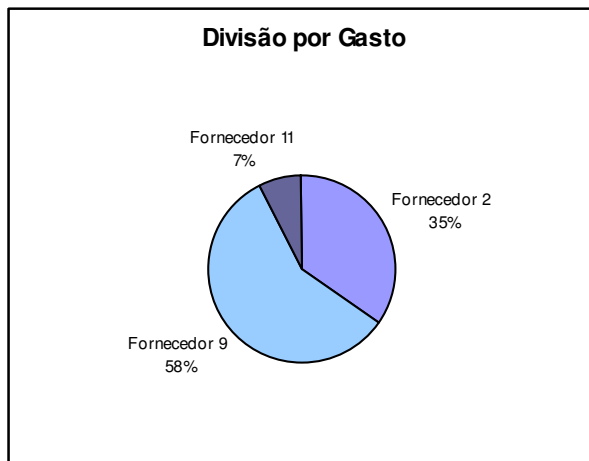


Gráfico 7.7 - Divisão dos contratos por valor (3 fornecedores)

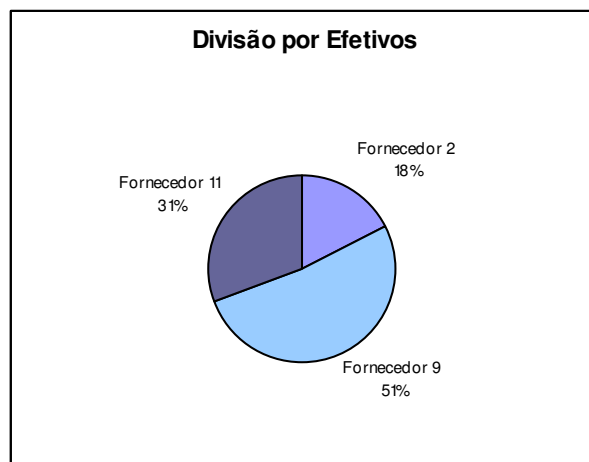


Gráfico 7.8 - Divisão dos contratos por efetivos (3 fornecedores)

Nesse caso, o Fornecedor 9 será o responsável pelo maior contrato, em valor, seguido pelo Fornecedor 2, que também apresenta uma boa parcela. Já o Fornecedor 11, apresenta um menor gasto percentual. Em relação ao número de efetivos, o Fornecedor 9 apresenta a maior parcela. Já o Fornecedor 2, que apresenta o segundo maior valor, é apenas o terceiro em número de empregados. Isso acontece devido ao fato dos serviços alocados a esse fornecedor exigirem profissionais mais qualificados.

A Webb recomendou esse cenário para o cliente, pois apresenta maior redução de custo sem aumentar muito o número de fornecedores. O Cliente preferiu o cenário com apenas dois fornecedores, que já apresentava ganho considerável em relação à situação atual e

exigiria menor esforço de gestão de contratos, o que estava alinhado com a estratégia do setor de suprimentos.

8. Conclusão e próximos passos

Este trabalho teve por objetivo propor uma forma de trabalho para diminuição de trabalho manual e melhoria dos resultados da etapa de cotação do processo de *sourcing*. Para a definição do problema, o processo de realização de um projeto de *sourcing* foi mapeado e entendido, buscando-se um ponto falho, em que se pudesse desenvolver alguma melhoria. Por observação e experiência do autor, que realizou alguns projetos de *sourcing* na empresa, foi identificada uma oportunidade de se automatizar, com programação e métodos de pesquisa operacional, um processo realizado manualmente e sem estruturação, gerando-se expectativa de ganhos de tempo no processo e de melhoria de resultados.

Para atacar o problema, foi desenvolvido um modelo de programação para definição automática do vencedor que minimiza os custos de aquisição. Além disso, foi proposta uma forma de se operacionalizar a utilização do modelo durante a realização de um leilão reverso selado.

Por último, o modelo foi posto em prática em um projeto real, tendo seus resultados analisados e comentados, mostrando o potencial de redução de tempo e melhoria dos resultados que o modelo pode trazer. Nesse ponto, é necessária maior frequência de utilização, pois o sucesso em apenas um projeto não é capaz de atestar a verdadeira eficácia do método. Além disso, foram introduzidas as restrições mais utilizadas nos projetos, o que não é exaustivo. Assim, em outros projetos, novas restrições podem ser necessárias, o que trará a necessidade de modificar e atualizar o modelo.

O método foi desenvolvido para a utilização em leilões reversos selados, em que é possível dar os lances apenas uma vez. Um dos principais motivos para isso foi a complexidade computacional do problema e a dificuldade de integração do modelo à plataforma da Webb, meio em que se realizam os leilões eletrônicos com múltiplas rodadas. Assim, um próximo passo seria a pesquisa e utilização de novos meios de resolução computacional do problema para se ganhar tempo e diminuir a necessidade de processamento. Em seguida, seria interessante uma forma de integrar o modelo à plataforma Webb, para que o mesmo possa ser utilizado em leilões de múltiplas rodadas.

Assim, pudemos mostrar uma aplicação de técnicas de pesquisa operacional, uma das ferramentas do engenheiro de produção, na melhoria e automatização dos processos de trabalho de uma consultoria especializada em compras, mostrando a utilidade da pesquisa operacional em uma situação particular. Isso mostra a importância de as empresas sempre

buscarem a inovação e a melhoria de seus processos através do conhecimento gerado no meio acadêmico.

9. Referências Bibliográficas

BAILY, P. & FARMER, D. Purchasing principles and techniques. Pitman for the Institute of Purchasing and Supply. London, 1974.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial. 5ª ed. Bookman, p. 29-37. Porto Alegre, 2005.

BYKOWSKY, M.M., CULL, R.J., & LEDYARD J.O. Mutually Destructive Bidding: The FCC Auction Design Problem. California Institute of Technology, Working paper 916. 1995.

CAPS Research & McKinsey Co. E-Commerce Exchanges: making informed decisions – applying best practices. 2002.

CARTER, C.R., KAUFMANN, L., BEALL, S., CARTER, P.L., HENDRICK, T.E., PETERSEN, K.J.. Reverse auctions – grounded theory from the buyer and supplier perspective. Transportation Research, part E 40, p. 229-254, 2004.

CASTRO, FABIO W. Implementação de estratégias de realização de leilão reverso: estudo de caso em empresa do segmento industrial. 2006. 81p. Dissertação (Mestrado) – Faculdades Ibmecc, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

COHN, L.. B2B: The hottest net bet yet? Business Week, January 17, p. 36-37, 2000.

EMILIANI, M.L.. Regulating B2B online reverse auctions through voluntary codes of conduct. Industrial Marketing Management, v. 34, p. 526-534, 2005.

EMILIANI, M.L., STEC, D.J.. Aerospace parts suppliers' reaction to online reverse auctions. Supply Chain Management: An International Journal, v. 9, n. 2, p. 139-153, 2004.

EMILIANI, M.L., STEC, D.J.. Commentary on reverse auctions for relationship marketers' by Daly and Nath. Industrial Marketing Management, v. 34, n. 2, p. 167-171, 2005.

HOHNER, G., RICH, J., NG, E., DAVENPORT, A. J., KALAGNANAM, J. R., LEE, H.S., AN, C. Combinatorial and Quantity-Discount Procurement Auctions Benefits Mars, Incorporated and Its Suppliers. *Interfaces*, Vol 33, Nº1, January-February 2003, pp-23-35.

JAP, SANDY D. Online Reverse Auctions: Issues, Themes and Prospects for the Future. 2002. *Academy of Marketing Science. Journal*. Pg 506.

JAP, S.D.. An exploratory study of the introduction of online reverse auctions. *Journal of Marketing*, v. 67, n. 3, p. 96-107, 2003.

KLEIN, G. O Impacto da Adoção do Leilão Reverso Eletrônico no Relacionamento entre Grandes Empresas Compradoras Brasileiras e seus Fornecedores de Serviços: Um Estudo de Casos. Orientadora: Rebecca Arkader. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2007. Dissertação (Mestrado em Administração).

KLEMPERER, PAUL. The economy theory of auctions. 2000. Edward Elgar Publishing Limited, England, 2000.

KRALJIC, P.. Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, p.109-117, September-October 1983.

LEDYARD, J., PORTER D., & RANGEL A. Experiments Testing Multiobject Allocation Mechanisms. *Journal of Economics and Management Strategy* 6. 1997. p. 639-675.

LEHMANN, D., MULLER, R., SANDHOLM, T..The winner determination problem. In: CRAMTON, P., SHOHAM, Y. & STEINBERG, R.. *Combinatorial auctions*. Cambridge, Mass: MIT Press, 2006.

MABERT, V.A., SKEELS, J.A.. Internet reverse auctions: valuable tool in experienced hands. *Business Horizons*, v. 45, n. 4, p. 70-76, July-August 2002.

MCFEE, R., MCMILLAN, J.. Auctions and bidding. *Journal of Economic Literature*, v. 25, pp. 699-738, June 1987.

SANDHOLM, T.. Optimal Winner Determination Algorithms. In: CRAMTOM, P., SHOHAM, Y. & STEINBERG, R.. Combinatorial auctions. Cambridge, Mass: MIT Press, 2006.

SMART, A., HARRISON, A.. Online reverse auctions and their role in buyer-supplier relationships. *Journal of Purchasing and Supply Management*, v. 9, n. 5/6, p. 257-269, 2003.

SMELTZER, L.R., CARR, A.S.. Electronic reverse auctions: promises, risks and conditions for success. *Industrial Marketing Management*, v. 32, n. 6, p. 481-488, 2003.

TALLURI, S., RAGATZ, G.L.. Multi-attribute reverse auctions in B2B exchanges: a framework for design and implementation. *Journal of Supply Chain Management*, v. 40, n. 1, p. 52-60, 2004.

TULLY, S.. Going, going, gone: the B2B tool that really is changing the world. *Fortune*, v.141, n. 6, p. 132-145, March 2000.

Apêndice A – Programação no Xpress

```

model Vencedor
uses "mmxprs"; !gain access to the Xpress-Optimizer solver

parameters
M=1000000000000000 !M grande
Smin=0 !Número mínimo de fornecedores aceito pela empresa (estratégia de contratação)
Smax=2 !Número máximo de fornecedores aceito pela empresa (estratégia de contratação)
Pr=0.4 !Porcentagem mínima do faturamento do fornecedor que pode ser advinda do
contrato que está sendo negociado
end-parameters

declarations
k=1..15 !Itens negociados
i=1..11 !Fornecedores
j=1..18 !Lances de cada fornecedor
a: array(i,j,k) of real !Indica se o lance j dado pelo fornecedor i contempla o item k
p: array(i,j) of real !Preço do lance j do fornecedor i
f: array(i) of real !Faturamento do fornecedor i
x: array(i,j) of mpvar !Indica se o um lance j dado por um fornecedor i é vencedor do
leilão
y: array(i) of mpvar !Indica se o fornecedor i tem algum lance vencedor
end-declarations

initializations from "inicializacao2.txt"
a p f
end-initializations

!Restrições
forall(a1 in i, b1 in j) do
x(a1,b1) is_binary !Estabelece que a variável x é binária
y(a1) is_binary !Estabelece que a variável y é binária

```

end-do

!Estabelece que todos os lotes de itens requeridos pelo comprador serão fornecidos por algum dos participantes do leilão

forall(a1 in k) do

sum(b1 in i, c1 in j)(a(b1,c1,a1)*x(b1,c1))>=1

end-do

!Garante que se nenhum lance do fornecedor i for vencedor, $y_i=0$

forall(a1 in i) do

sum(b1 in j)(x(a1,b1))<=M*y(a1)

end-do

!Estabelece que o valor do contrato para cada fornecedor será menor ou igual a uma porcentagem mínima de seu faturamento

forall(a1 in i) do

sum(b1 in j)(p(a1,b1)*x(a1,b1))<=Pr*f(a1)

end-do

!Estabelece que o número de fornecedores vitoriosos ficará entre um mínimo e um máximo que atendam as políticas da empresa

sum(a1 in i)y(a1)<=Smax

Smin<=sum(a1 in i)y(a1)

!Fim das restrições

!Função Objetivo: minimizar o custo de aquisição

obj1:=sum(a1 in i, b1 in j)(p(a1,b1)*x(a1,b1))

minimize(obj1)

!Fim da função objetivo

!Resposta

writeln("Função objetivo: ", getobjval)

forall(a1 in i, b1 in j) do

```
writeln("x(",a1,"",b1,"")=", x(a1,b1).sol)
```

```
end-do
```

```
!Fim da resposta
```

```
end-model
```


[illegible]

[illegible]

[illegible]


```

0      0      0      0      1      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      1      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      1      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      1      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      1      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      1      0      0
      0      0
0      0      0      0      1      1      0      1      1      1      1      1      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0]

```

```

p:[85757      81183 40591 49819 157691      63283 444841      0      0      0
      0      0      0      0      0      0      0      0
74551 52731 53339 31883 60911 36675 31981 21358 21358 21358 154234
      11461 5730  5730  2865 539274      257010      285907

```

```

71237 37892 4399 16766 5589 5589 24163 6041 6041 6041 172731
66020 0 0 0 0 0 0 0
88652 99575 36209 40786 99274 42026 8252 23922 7974 7974 30732 7683 7683
7683 457583 338982 119564 0
408400 70871 32709 170910 69375 46250 46250 20915 5229 5229 5229
810857 628259 188552 0 0 0 0
86799 85378 51297 55755 107036 75028 4642 13908 4636 4636 9272
21089 457139 347639 123886 0 0 0
130533 128246 8977 20448 6816 6816 54529 29677 7419 7419 7419
347055 0 0 0 0 0 0
121895 154551 79103 95086 137550 84627 42789 20269 20617
27920 162627 26252 7283 7283 7283 845866 529367
353146
87237 40756 27170 23698 41082 25061 8898 14240 4747 4747 21454 275162
208946 75189 0 0 0 0
162874 86563 39952 54744 60594 38321 5380 9388 3129 3129 26706
37999 9500 9500 9500 501550 372349 122867
62735 39363 8944 4472 4472 3493 36494 148774 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0]

```

```

f:[11374641 70678000 9866666667 281985000 165583333 3276490
894083 2816058 1020738 30204382 80435167]

```


Apêndice C – Resultado do XPress

Função objetivo: 330368	$x(2,15)=0$	$x(3,12)=0$
$x(1,1)=0$	$x(2,16)=0$	$x(3,13)=0$
$x(1,2)=0$	$x(2,17)=0$	$x(3,14)=0$
$x(1,3)=0$	$x(2,18)=0$	$x(3,15)=0$
$x(1,4)=0$	$x(3,1)=0$	$x(3,16)=0$
$x(1,5)=0$	$x(3,2)=0$	$x(3,17)=0$
$x(1,6)=0$	$x(3,3)=0$	$x(3,18)=0$
$x(1,7)=0$	$x(3,4)=0$	$x(4,1)=0$
$x(1,8)=0$	$x(3,5)=0$	$x(4,2)=0$
$x(1,9)=0$	$x(3,6)=0$	$x(4,3)=0$
$x(1,10)=0$	$x(3,7)=0$	$x(4,4)=0$
$x(1,11)=0$	$x(3,8)=0$	$x(4,5)=0$
$x(1,12)=0$	$x(3,9)=0$	$x(4,6)=0$
$x(1,13)=0$	$x(3,10)=0$	$x(4,7)=0$
$x(1,14)=0$	$x(3,11)=0$	$x(4,8)=0$
$x(1,15)=0$		$x(4,9)=0$
$x(1,16)=0$		$x(4,10)=0$
$x(1,17)=0$		$x(4,11)=0$
$x(1,18)=0$		$x(4,12)=0$
$x(2,1)=0$		$x(4,13)=0$
$x(2,2)=0$		$x(4,14)=0$
$x(2,3)=0$		$x(4,15)=0$
$x(2,4)=0$		$x(4,16)=0$
$x(2,5)=0$		$x(4,17)=0$
$x(2,6)=0$		$x(4,18)=0$
$x(2,7)=0$		$x(5,1)=0$
$x(2,8)=0$		$x(5,2)=0$
$x(2,9)=0$		$x(5,3)=0$
$x(2,10)=0$		$x(5,4)=0$
$x(2,11)=0$		$x(5,5)=0$
$x(2,12)=0$		$x(5,6)=0$
$x(2,13)=0$		$x(5,7)=0$
$x(2,14)=0$		$x(5,8)=0$

$x(5,9)=0$	$x(7,7)=0$	$x(9,5)=0$
$x(5,10)=0$	$x(7,8)=0$	$x(9,6)=0$
$x(5,11)=0$	$x(7,9)=0$	$x(9,7)=0$
$x(5,12)=0$	$x(7,10)=0$	$x(9,8)=0$
$x(5,13)=0$	$x(7,11)=0$	$x(9,9)=0$
$x(5,14)=0$	$x(7,12)=0$	$x(9,10)=0$
$x(5,15)=0$	$x(7,13)=0$	$x(9,11)=0$
$x(5,16)=0$	$x(7,14)=0$	$x(9,12)=1$
$x(5,17)=0$	$x(7,15)=0$	$x(9,13)=0$
$x(5,18)=0$	$x(7,16)=0$	$x(9,14)=0$
$x(6,1)=0$	$x(7,17)=0$	$x(9,15)=1$
$x(6,2)=0$	$x(7,18)=0$	$x(9,16)=1$
$x(6,3)=0$	$x(8,1)=0$	$x(9,17)=1$
$x(6,4)=0$	$x(8,2)=0$	$x(9,18)=1$
$x(6,5)=0$	$x(8,3)=0$	$x(10,1)=0$
$x(6,6)=0$	$x(8,4)=0$	$x(10,2)=0$
$x(6,7)=0$	$x(8,5)=0$	$x(10,3)=0$
$x(6,8)=0$	$x(8,6)=0$	$x(10,4)=0$
$x(6,9)=0$	$x(8,7)=0$	$x(10,5)=0$
$x(6,10)=0$	$x(8,8)=0$	$x(10,6)=0$
$x(6,11)=0$	$x(8,9)=0$	$x(10,7)=0$
$x(6,12)=0$	$x(8,10)=0$	$x(10,8)=0$
$x(6,13)=0$	$x(8,11)=0$	$x(10,9)=0$
$x(6,14)=0$	$x(8,12)=0$	$x(10,10)=0$
$x(6,15)=0$	$x(8,13)=0$	$x(10,11)=1$
$x(6,16)=0$	$x(8,14)=0$	$x(10,12)=0$
$x(6,17)=0$	$x(8,15)=0$	$x(10,13)=1$
$x(6,18)=0$	$x(8,16)=0$	$x(10,14)=1$
$x(7,1)=0$	$x(8,17)=0$	$x(10,15)=1$
$x(7,2)=0$	$x(8,18)=0$	$x(10,16)=0$
$x(7,3)=0$	$x(9,1)=0$	$x(10,17)=0$
$x(7,4)=0$	$x(9,2)=0$	$x(10,18)=0$
$x(7,5)=0$	$x(9,3)=0$	$x(11,1)=0$
$x(7,6)=0$	$x(9,4)=0$	$x(11,2)=0$

$$x(11,3)=0$$

$$x(11,4)=0$$

$$x(11,5)=0$$

$$x(11,6)=0$$

$$x(11,7)=0$$

$$x(11,8)=0$$

$$x(11,9)=0$$

$$x(11,10)=0$$

$$x(11,11)=0$$

$$x(11,12)=0$$

$$x(11,13)=0$$

$$x(11,14)=0$$

$$x(11,15)=0$$

$$x(11,16)=0$$

$$x(11,17)=0$$

$$x(11,18)=0$$

Apêndice D - Recebimento das cotações**Fornecedor 1**

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	85.756,80	Incluso		
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	81.182,97	Incluso		
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	40.591,48	Incluso		
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	49.818,62	Incluso		
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	157.690,64	Incluso		
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	63.282,89	Incluso		
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II				
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I				
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II				
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I				
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II				
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I				
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II				
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I				
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II				
VALOR TOTAL			478.323,40	Desconto	Desconto	Desconto
				7%		
				444.840,76		Valor Total

Fornecedor 2

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	74.550,64	Incluso	Incluso	
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	52.731,39	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	53.338,89	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	31.882,98	Incluso	Incluso	
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	60.911,11	Incluso	Incluso	
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	36.674,87	Incluso		Incluso
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	31.980,80	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	21.358,48	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	21.358,48	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	21.358,48	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II	154.234,46	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	11.460,75	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	5.730,37	Incluso		Incluso
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	5.730,37	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	2.865,19	Incluso		
VALOR TOTAL			586.167,26	Desconto	Desconto	Desconto
				8%	6%	6%
				539.273,88	257.010,11	285.907,29
						Valor Total

Fornecedor 3

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I				
GRUPO1	SUORTE	Unidade I				
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I				
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II				
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	71.236,72	Incluso		
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	37.891,84	Incluso	Incluso	
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	4.398,55	Incluso	Incluso	
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	16.766,46	Incluso	Incluso	
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	5.588,82	Incluso	Incluso	
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	5.588,82	Incluso	Incluso	
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II				
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	24.162,74	Incluso		
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	6.040,69	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	6.040,69	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	6.040,69	Incluso		
VALOR TOTAL			183.756,02	Desconto	Desconto	Desconto
				6%	6%	
				172.730,66	66.020,42	
						Valor Total

Fornecedor 4

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	88.652,00	Incluso	Incluso	
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	99.574,93	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	36.209,07	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	40.786,00	Incluso	Incluso	
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	99.274,27	Incluso	Incluso	
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	42.026,00	Incluso		Incluso
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	8.252,14	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	23.921,87	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	7.973,96	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	7.973,96	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II				
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	30.732,00	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	7.683,00	Incluso		Incluso
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	7.683,00	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	7.683,00	Incluso		
VALOR TOTAL			508.425,20	Desconto	Desconto	Desconto
				10%	7%	7%
				457.582,68	338.981,53	119.563,52
						Valor Total

Fornecedor 5

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	408.400,00	Incluso	Incluso	
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	70.870,53	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	32.709,47	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	170.910,00	Incluso	Incluso	
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I				
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I				
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II				
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	69.375,15	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	46.250,10	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	46.250,10	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II				
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	20.914,67	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	5.228,67	Incluso		Incluso
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	5.228,67	Incluso		Incluso
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	5.228,67	Incluso		Incluso
VALOR TOTAL			881.366,03	Desconto	Desconto	Desconto
				8%	8%	5%
				810.856,75	628.258,80	188.552,23
				Valor Total		

Fornecedor 6

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	86.799,44	Incluso	Incluso	
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	85.378,41	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	51.297,03	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	55.754,63	Incluso	Incluso	
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	107.036,02	Incluso	Incluso	
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	75.027,57	Incluso		Incluso
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	4.642,44	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	13.907,73	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	4.635,91	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	4.635,91	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II	9.271,82	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	21.089,36	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II				
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I				
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II				
VALOR TOTAL			519.476,27	Desconto	Desconto	Desconto
				12%	10%	7%
				457.139,12	347.638,98	123.885,99
				Valor Total		

Fornecedor 7

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	0,00			
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	0,00			
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	0,00			
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	0,00			
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	130.533,00	Incluso		
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	128.245,89	Incluso		
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	8.976,56	Incluso		
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	20.448,45	Incluso		
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	6.816,15	Incluso		
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	6.816,15	Incluso		
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II	54.529,20	Incluso		
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	29.676,72	Incluso		
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	7.419,18	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	7.419,18	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	7.419,18	Incluso		
VALOR TOTAL			408.299,66	Desconto	Desconto	Desconto
				15%		
				347.054,71		Valor Total

Fornecedor 8

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	121.895,41	Incluso	Incluso	
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	154.550,81	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	79.103,17	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	95.086,48	Incluso	Incluso	
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	137.550,22	Incluso	Incluso	
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	84.626,96	Incluso		Incluso
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	42.789,05	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	20.269,42	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	20.617,17	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	27.919,70	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II	162.627,31	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	26.252,22	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	7.283,03	Incluso		Incluso
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	7.283,03	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	7.283,03	Incluso		
VALOR TOTAL			995.137,01	Desconto	Desconto	Desconto
				15%	10%	10%
				845.866,46	529.367,48	353.146,37
				Valor Total		

Fornecedor 9

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	87.237,06	Incluso	Incluso	
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	40.755,55	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	27.170,37	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	23.698,02	Incluso	Incluso	
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	41.082,07	Incluso	Incluso	
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	25.061,47	Incluso		Incluso
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	8.897,63	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	14.239,61	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	4.746,54	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	4.746,54	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II	0,00			
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	21.454,19	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	0,00			
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	0,00			
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	0,00			
VALOR TOTAL			299.089,05	Desconto	Desconto	Desconto
				8%	5%	5%
				275.161,93	208.945,92	75.188,68
						Valor Total

Fornecedor 10

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I	162.874,21	Incluso	Incluso	
GRUPO1	SUORTE	Unidade I	86.562,92	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I	39.952,12	Incluso	Incluso	
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II	54.743,78	Incluso	Incluso	
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	60.594,05	Incluso	Incluso	
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	38.320,65	Incluso		Incluso
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II	5.379,98	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	9.387,77	Incluso		Incluso
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	3.129,26	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	3.129,26	Incluso		Incluso
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II	26.705,60	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	37.998,65	Incluso		Incluso
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II	9.499,66	Incluso		Incluso
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I	9.499,66	Incluso		
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II	9.499,66	Incluso		
VALOR TOTAL			557.277,23	Desconto	Desconto	Desconto
				10%	8%	8%
				501.549,51	372.348,91	122.866,76
						Valor Total

Fornecedor 11

GRUPO	CATEGORIA	UNIDADE	VALOR MENSAL	PACOTE 1	PACOTE 2	PACOTE 3
GRUPO1	HELP DESK	Unidade I				
GRUPO1	SUORTE	Unidade I				
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade I				
GRUPO1	MONITORAÇÃO	Unidade II				
GRUPO1	ADMINISTRAÇÃO	Unidade I	62.735,29	Incluso		
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade I	39.362,84	Incluso		
GRUPO2	INFRAESTRUTURA	Unidade II				
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade I	8.943,52	Incluso		
GRUPO2	FIELD SERVICE	Unidade II	4.471,76	Incluso		
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade I	4.471,76	Incluso		
GRUPO2	GERENCIAMENTO	Unidade II	3.492,74	Incluso		
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade I	36.493,88	Incluso		
GRUPO2	ASSISTÊNCIA	Unidade II				
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade I				
GRUPO3	ESC. GERENCIAMENTO	Unidade II				
VALOR TOTAL			159.971,79	Desconto	Desconto	Desconto
				7%		
				148.773,76		
						Valor Total

Fornecedor 6	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fornecedor 6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Fornecedor 6	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Fornecedor 6	14	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	15	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Fornecedor 6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 6	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fornecedor 7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Fornecedor 7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fornecedor 7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fornecedor 7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fornecedor 7	12	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fornecedor 7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 7	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fornecedor 8	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fornecedor 8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Fornecedor 8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fornecedor 8	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fornecedor 8	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

[illegible]