

**2º CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS
RIBEIRÃO PRETO - SP**

**ÁREA TEMÁTICA: ENGENHARIA DE SISTEMAS E TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO**

**A UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA HÍBRIDO PARA O SUPORTE AO
PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO DE ESTIMAÇÃO DE CUSTOS E
FORMAÇÃO DE PREÇOS**

Autores

Antônio Artur de Souza, Universidade Federal de Minas Gerais, Ph.D. em Management Sciences - Rua Curitiba, 832, sala 703, Centro – Belo Horizonte, MG – CEP: 30170-120 - Telefone: (31) 3279-9057. E-mail: artur@face.ufmg.br - Rafael Alessandro Gatto - Universidade Estadual de Maringá, mestrando em Ciência da Computação. -Rua Curitiba, 832, sala 703, Centro – Belo Horizonte, MG – CEP: 30170-120 Telefone: (44) 9929-8275. E-mail: ragatto@bs2.com.br. Luciano Takao Toyshima - Universidade Estadual de Maringá, graduado no curso de Informática. Rua Curitiba, 832, sala 703, Centro – Belo Horizonte, MG – CEP: 30170-120 - Telefone: (44) 9109-5033. E-mail: takao@bs2.com.br. Ewerton Alex Avelar. Universidade Federal de Minas Gerais, graduando em Ciências Contábeis - Rua Curitiba, 832, sala 703, Centro – Belo Horizonte, MG – CEP: 30170-120 - Telefone: (31) 3279-9135. E-mail: ewerton@face.ufmg.br

RESUMO

Os processos de estimação de custos (EC) e de formação de preço (FP) são de fundamental importância para a competitividade das empresas de produção por encomenda (EPEs). No intuito de dar suporte à tomada de decisão referente a esses processos, foi desenvolvido o Sistema CEPSS (Cost Estimation and Pricing Support System), um sistema de suporte à decisão, conjugado com técnicas de sistemas especialistas. Este sistema foi desenvolvido com base em pesquisas junto a profissionais das EPEs. Este artigo visa descrever as funcionalidades e inovações da atual versão do Sistema CEPSS, que foi remodelado e refinado segundo a metodologia de programação Orientada a Objetos. O uso desta metodologia objetivou reduzir a complexidade no desenvolvimento e manutenção do sistema, aumentando sua produtividade, funcionalidade e segurança. Uma das principais vantagens desta versão é a representação mais robusta dos processos de EC e FP e de suas inter-relações com os demais processos de produção das EPEs.

Palavras-chave: Estimação de custos; Sistema de suporte à decisão; Tomada de decisão.

ABSTRACT

The cost estimation and pricing (CEP) processes are very important for the competitiveness of make-to-order (MTO) companies. In order to provide support to the decision-making process related to CEP, a decision support system was developed, called CEPSS (Cost Estimation and Pricing Support System), which is based on expert systems techniques. CEPSS was derived from a research carried out with MTO professionals. This paper describes the uses of CEPSS and the innovations of its latest version, which was remodeled and refined with the use of the oriented object programming methodology. The use of this methodology aimed at reducing the complexity in developing and maintaining the system, increasing productivity, functionality, and security. One of the main advantages of this latest version is the more robust representation of both (1) the CEP processes, and (2) the interrelation of these processes with the other MTO companies' processes.

Keywords: cost estimation; decision support systems, decision-making

INTRODUÇÃO

Atualmente, é crescente a utilização da tecnologia da informação no ambiente empresarial. Segundo Turban *et al.* (2004), a utilização dos adventos da tecnologia da informação no ambiente empresarial, principalmente de sistemas de informações, pode auxiliar nas decisões referentes a atividades críticas das empresas.

Nas EPEs, graças ao seu peculiar sistema produtivo, as decisões de EC e FP, de grande relevância para sua competitividade, tendem a ser desestruturadas. Nessas empresas, a produção, normalmente, é orientada pelos pedidos dos clientes e, conseqüentemente, apresenta características específicas para cada pedido, tornando a EC e a FP tarefas complexas e de difícil mensuração. Para lidar com essa particularidade, os profissionais utilizam-se de heurísticas, que podem levar a erros e imprecisões na tomada de decisão. A utilização de sistemas de suporte à decisão (SSDs) apresenta-se como uma solução viável a fim de tornar as decisões relativas aos processos de EC e FP mais precisas.

Os SSDs são ferramentas bastante úteis no processo de decisão, tais como as decisões de lançamento de novos produtos e de ampliação da capacidade produtiva. Dessa forma, o CEPSS foi desenvolvido para ajudar os estimadores de custos em diferentes estágios do processo de EC e FP. Foi projetado para se adequar ao processo real de tomada de decisão, não requerendo mudanças na maneira como as decisões são tomadas. O CEPSS incorpora um modelo do fluxo de decisões, ou seja, uma seqüência de procedimentos interativos, que gera informações que servem como suporte para as decisões a serem tomadas pelos estimadores de custos. Então, todos os estágios do processo de EC e FP que requerem julgamento poderiam ser realizados com o auxílio do CEPSS.

Os benefícios da utilização de um SSD são destacados por diversos autores. Turban *et al.* (2004) ressaltam que os SSDs são capazes de dar suporte a uma ampla variedade de processos de tomada de decisão e estilos de decisões, e de melhorar tanto a eficácia da tomada de decisões (acuracidade, tempo e qualidade) quanto sua eficiência (o custo de tomar uma decisão). Um SSD pode permitir o acesso a diversas informações relevantes de forma “integrada” e dirigida. Além disso, pode-se representar em um SSD as etapas do processo de tomada de decisão de EC e de FP, assim como os diversos fatores que devem ser considerados neste processo. Técnicas de pesquisa operacional e de *management science*, assim como de programação matemática, são empregadas em SSDs para modelagem e processamento. Diversas técnicas computacionais também podem ser empregadas em SSDs para torná-los mais robustos em termos de modelagem de processos de tomada de decisão, de processamento de dados e de informações. Dentre estas técnicas, podem ser citadas: *data mining*, algoritmos genéticos, redes neurais e sistemas especialistas.

Foi com a finalidade de suprir a lacuna de sistemas de informações que auxiliem a tomada de decisão nos processos de EC e FP que o sistema CEPSS, um modelo híbrido, foi desenvolvido, paulatinamente, a partir de uma pesquisa realizada em EPEs. Este artigo objetiva demonstrar a funcionalidade do sistema CEPSS, que foi remodelado e desenvolvido segundo a metodologia de programação Orientada a Objetos (OO), em relação ao tratamento das informações associadas aos processos de EC e FP em EPEs. Objetiva também destacar dois pontos importantes: a contribuição de ferramentas computacionais, como os sistemas especialistas (SE) e os SSDs, no auxílio à tomada de

decisão; e a importância da realização de um maior número de estudos nesta área (tecnologia da informação nos processos de EC e FP). Para tanto, serão apresentados alguns dos resultados obtidos nesta pesquisa.

2 O SISTEMA CEPSS

O sistema CEPSS é composto por seis módulos principais: 1) Estimação de Custos; 2) Regras; 3) Ajuste; 4) Bases de Conhecimento; 5) Base de Dados; e 6) Manutenção do Sistema de Custeio. O módulo Estimação de Custos tem como função registrar os componentes de custos, os direcionadores de custos, as atividades, os direcionadores de atividades, os custos reais e a quantidade de direcionadores de cada período. Para um melhor desempenho, torna-se necessário que o CEPSS tenha acesso aos sistemas de informações da empresa. Essa interligação poderia ser utilizada para importar os dados de custos históricos, de forma a não utilizar o módulo secundário de manutenção do sistema de custeio para o registro dos custos reais e das quantidades de direcionadores.

O módulo de Estimação de custos também permite registrar o tempo estimado para cada atividade requerida por um produto ou serviço, permitindo também a gravação de informações adicionais para as estimativas de tempo, tais como o fator confiança, o fator similaridade e o fator experiência. Esses fatores objetivam permitir a análise dos custos estimados e reais.

O módulo de Regras (Figura 1), o principal, consiste em uma base de conhecimento, sendo o conhecimento da tarefa (especialidade) constituído pelas regras de decisão, as quais são usadas pelos estimadores de custos em vários estágios do processo e, também, antes e depois da preparação das estimativas. É usado anteriormente para avaliar se o pedido é viável e para definir como as estimativas devem ser preparadas e, posteriormente, para definir como o preço deve ser formado. Este módulo requer informação de todos os componentes do CEPSS. A interface do módulo é simples, assim como o seu funcionamento. O usuário responde as questões e as regras são aplicadas por procedimentos armazenados no banco de dados.

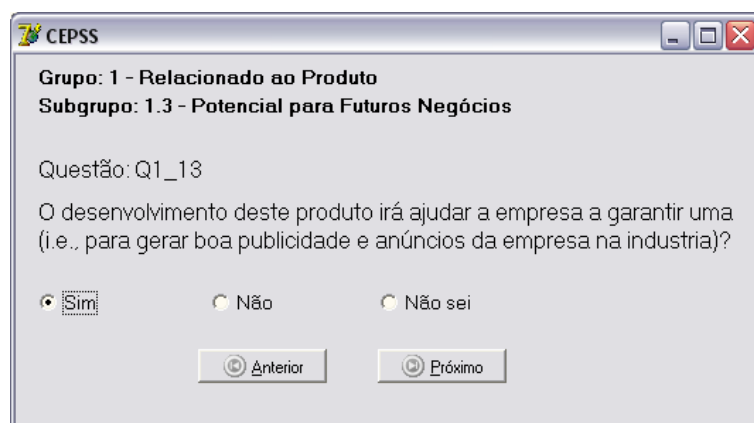


Figura 1 – Módulo de regras

O módulo Ajuste permite realizar a análise dos custos históricos e dos custos reais, a qual leva em consideração todos os dados registrados em sua estimação. Assim, é

possível identificar os motivos das variações/discrepâncias entre custos estimados e custos reais.

O módulo Bases de Conhecimento é composto de duas bases: concorrentes e consumidores. Seu objetivo é manter acumuladas informações cruciais que passarão a subsidiar a EC e a FP. É por este motivo que se utiliza a expressão “bases de conhecimento” em vez de “bases de dados”. A prerrogativa é que esses conhecimentos sejam atualizados constantemente e que novas regras sobre competidores e clientes sejam incluídas à medida que forem surgindo na prática.

O módulo Base de Dados refere-se às regras e às recomendações aplicadas. Serve para gravar os resultados (saídas) gerados pelo módulo de Regras para cada pedido avaliado. Então, poderia ser possível rever os resultados das análises de um dado pedido depois que ele tivesse sido completado. Neste módulo, é possível também visualizar as regras, recomendações, questões e os contratos. As regras (Figura 1), recomendações (Figura 2) e questões (Figura 3) são visualizadas em uma tela que permite a navegação entre os registros.

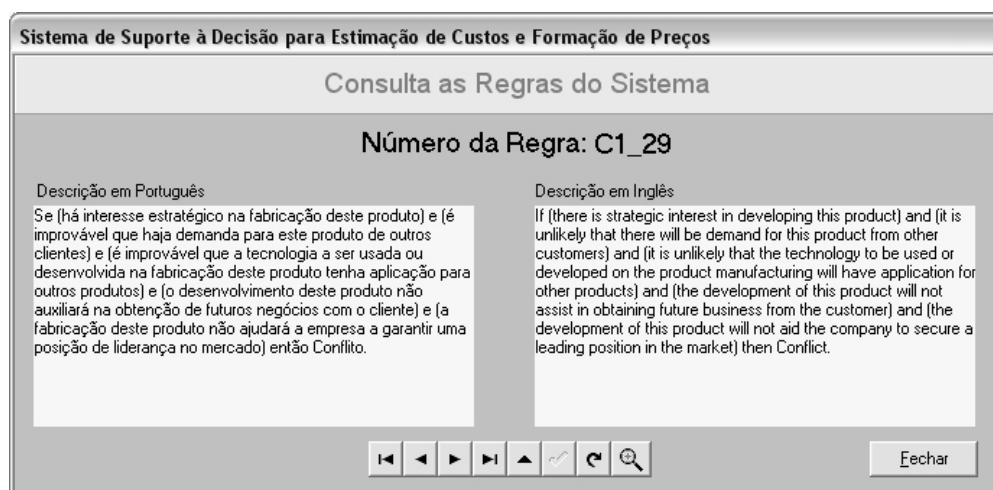


Figura 1 – Tela com as regras do sistema

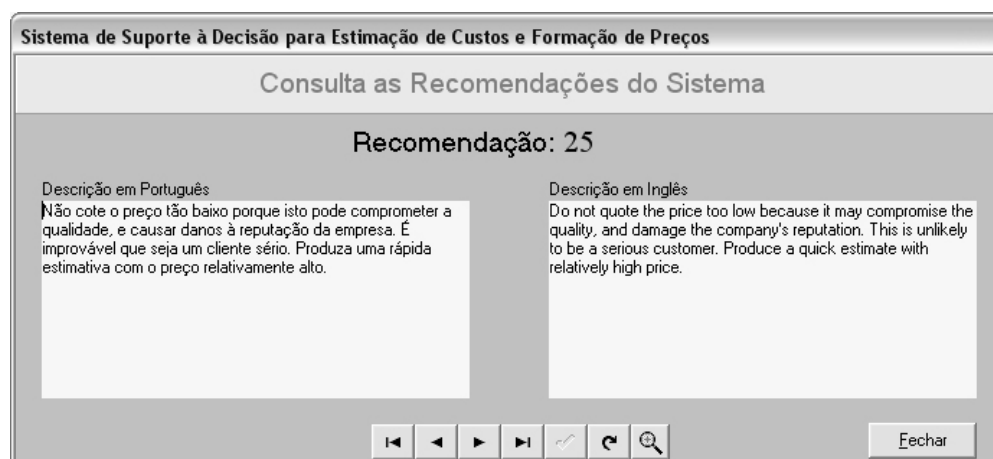


Figura 2 – Tela com as recomendações do sistema

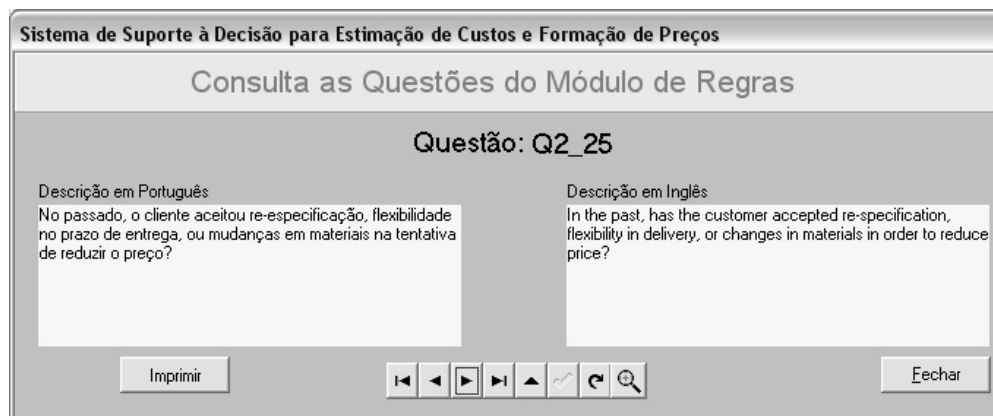


Figura 3 – Tela com as questões do sistema

Como já mencionado, o sistema CEPSS foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para minimizar as dificuldades enfrentadas pelas EPEs no que se refere à EC e à FP. Este sistema está em sua terceira versão. A primeira resultou de uma pesquisa realizada no período de 1991 a 1995 e a segunda foi produzida no período de 1996 a 2001. A versão atual do sistema foi desenvolvida com base em uma pesquisa realizada no período de 2002 a 2004.

3 METODOLOGIA ORIENTADA A OBJETOS

O CEPSS foi remodelado e desenvolvido segundo a metodologia de programação OO. Esta metodologia objetiva reduzir a complexidade no desenvolvimento do sistema, aumentando sua produtividade e atendendo de forma mais efetiva aos requisitos, possibilitando a agregação de novas ferramentas que incrementem sua funcionalidade, além de proporcionar maior segurança sobre a qualidade dos *outputs* do sistema. A versão OO do CEPSS busca uma evolução das práticas que são recomendadas na programação estruturada, mas não formalizadas. Com esse paradigma, o sistema demonstra maiores recursos para reutilização de código e menor dependência de tecnologia, reduzindo o tempo de desenvolvimento e simplificando o processo de manutenção das aplicações.

O projeto orientado a objeto cria uma representação do domínio de problema do mundo real e cria um domínio de solução, o *software*. Antagonicamente a outros métodos, o OO resulta em um projeto que integra objetos de dados e operações de processamento de uma forma que modulariza a informação e o processamento, e não só o processamento (PRESSMAN, 2002).

A Metodologia OO provê uma alteração na forma de mapear o domínio do problema. Antes o problema era modelado em estruturas de controle e de dados previamente definidas pela linguagem de programação. Com essa nova abordagem os desenvolvedores podem criar seus próprios tipos abstratos de dados e mapear o domínio do mundo real dessas abstrações criadas pelo programador. O mapeamento será muito mais natural devido a variedade de tipos abstratos de dados que podem ser criados pelo projetista. Assim os detalhes de representação podem ser alterados muitas vezes sem quaisquer efeitos inesperados ao sistema de *software* global (WIENER, 1984).

A análise orientada a objeto, o projeto orientado a objeto e a programação orientada a objeto compreendem um conjunto de atividades de engenharia de *software* para a construção de um sistema orientado a objeto.

A capacidade que um método de projeto tem para conseguir modularidade pode ser julgada de acordo com alguns métodos, tais como: a) capacidade de decomposição – a facilidade com que um método de projeto ajuda o projetista a decompor um grande problema em subproblemas mais fáceis de serem resolvidos; b) capacidade de composição – o grau em que um método de projeto garante que os componentes de programa (módulos), uma vez projetados e construídos, podem ser reusados para criar outros sistemas; c) compreensibilidade – a facilidade com que um componente pode ser entendido, sem referência a outras informações ou outros módulos; d) continuidade – a capacidade de fazer pequenas mudanças num programa e fazer com que essas mudanças se manifestem com correspondentes alterações em apenas um ou poucos módulos; e e) proteção – uma característica arquitetônica que reduz a propagação de efeitos colaterais se um erro ocorrer num determinado módulo (MEYER, 1988).

A partir desses critérios, Meyer (1988) sugere que cinco princípios básicos de projeto podem ser derivados para arquiteturas modulares: (1) unidades modulares lingüísticas; (2) poucas interfaces; (3) interfaces pequenas (fraco acoplamento); (4) interfaces explícitas; e (5) ocultação de informações.

Para conseguir baixo acoplamento, o número de interfaces entre os módulos deve ser minimizado ("poucas interfaces") e a quantidade de informações que se movimentam por uma interface deve ser minimizada ("interfaces pequenas"). Quando se quer que os módulos se comuniquem, eles devem fazê-lo de uma maneira óbvia e direta ("interfaces explícitas"). Finalmente, se atinge o princípio da ocultação de informações quando todas as informações sobre um módulo são escondidas do acesso externo, a menos que as informações sejam especificamente definidas como "informações públicas" (PRESSMAN, 2002).

Abbott (1983) e Booch (1986) argumentam que o projeto OO se inicia com uma descrição em linguagem natural da estratégia de solução para a concepção de *software* de um problema do mundo real. A partir dessa descrição, o projetista pode isolar objetos e operações. Contribuições posteriores de Schlaer e Mellor (1988) e Coad e Yourdon (1990) introduziram uma notação mais abrangente para sustentar essa abordagem e argumentaram que essa atividade é mais apropriadamente caracterizada como análise.

De acordo com algumas dessas definições o projeto OO do sistema CEPSS seguiu os seguintes passos:

1. Definição do problema - Reestruturação e remodelagem do sistema já existente, adequando-o às expectativas do mercado atual;
2. Desenvolvimento de uma estratégia informal para o funcionamento do sistema e detecção do domínio do problema – Observação e adequação da análise de requisitos já existente na documentação do sistema CEPSS;
3. Formalização da estratégia usando os seguintes passos secundários:
 - a. Identificação dos *use cases* do sistema (Figura 4);

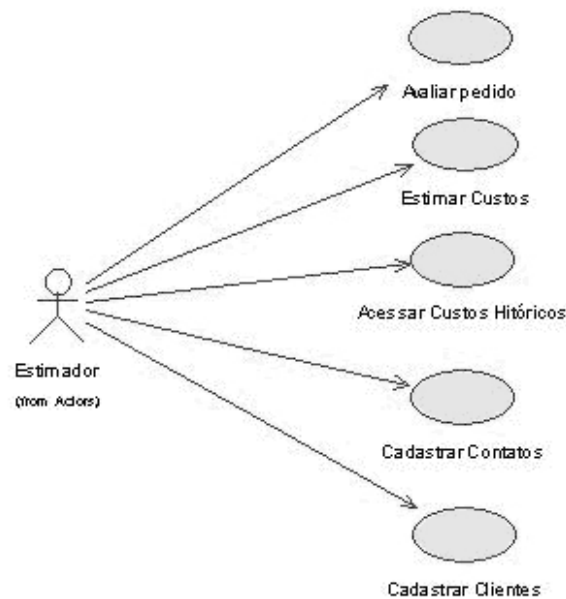


Figura 4 – Use Cases

- b. Identificação de objetos e seus atributos (diagrama de classes representado na figura 5); e,
- c. Identificação de operações que podem ser aplicadas aos objetos (Figura 5).

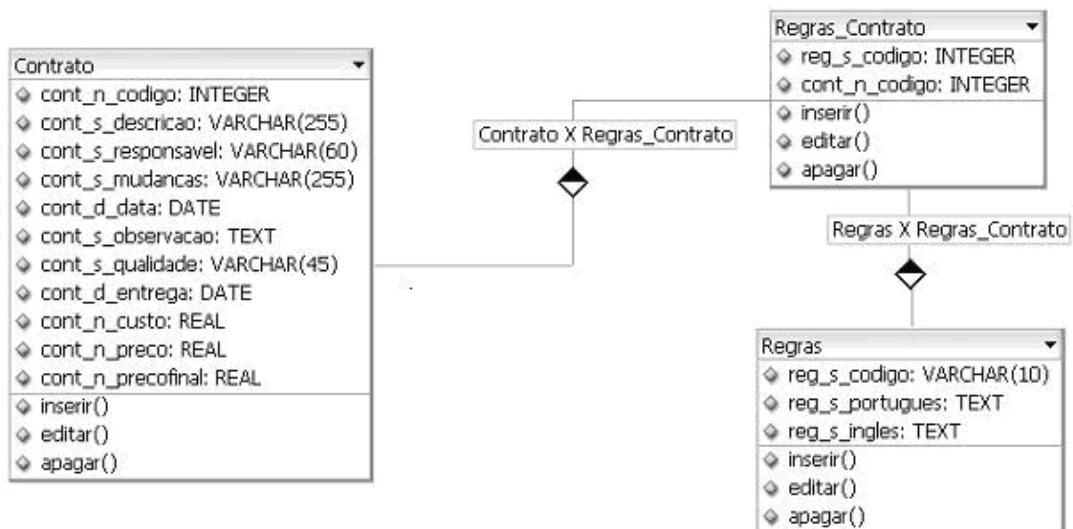


Figura 5 – Diagrama de Classes

4. Utilização recursiva dos passos anteriores.

Deve-se notar que todos os quatro passos (com a possível exceção do passo 3) são executados durante a análise de requisitos de software, neste caso, apenas uma reavaliação da análise já existente. Estendendo-se essas atividades para o projeto, os seguintes passos são acrescentados:

5. Reavaliação do trabalho procurando subclasses, características de mensagens e outras elaborações de detalhes.
6. Representação da(s) estrutura(s) de dados associada(s) aos atributos do objeto.

4 RESULTADOS

Em conseqüência das dificuldades enfrentada pelas EPEs quando estimam seus custos e estabelecem o preço de venda de seu produto ou serviço, um número crescente de empresas está utilizando algum sistema de informação computadorizado para tentar diminuir as incertezas quando dos processos de EC e FP.

Através da análise e especificação dos requisitos que foram realizados nas EPEs, ficou evidente que os sistemas de informações utilizados para auxiliar a tomada de decisão nos processos de EC e FP, em sua maioria, possuem alguma deficiência. Eles não são suficientemente dinâmicos para se adaptarem às necessidades exigidas pelo peculiar processo produtivo dessas empresas.

A principal causa da deficiência constatada nesses sistemas de informações é o fato de não terem sido elaborados especificamente para o processo produtivo dessas empresas. Os sistemas utilizados, em sua maioria, são adaptados. Mesmos nas empresas de grande porte, que utilizam sistemas específicos para EC e FP, os sistemas não são flexíveis o suficiente para suprir as necessidades informacionais demandadas pelo seu processo produtivo. Assim, essa ferramenta que parece indispensável para o atual ambiente competitivo em que as empresas se encontram não tem seu potencial totalmente utilizado.

Este trabalho propõe uma reavaliação do CEPSS (*Cost Estimation and Pricing Support System*), um SSD, que foi documentado e implementado de acordo com a programação estruturada. Este sistema visa dar suporte aos profissionais responsáveis pela EC e FP. Esta reavaliação tem por objetivo reduzir a complexidade no desenvolvimento do sistema (*software*), aumentando assim sua produtividade, possibilitando dessa forma a agregação de novas ferramentas que venham incrementar sua funcionalidade e ainda gerar maior segurança sobre a qualidade dos *outputs* do sistema.

A programação OO não tem a intenção de substituir a programação estruturada tradicional, mas busca a evolução de práticas que são recomendadas na programação estruturada, mas não formalizadas. Esse paradigma provê maiores recursos para reutilização de código, reduzindo o tempo de desenvolvimento, melhorando a qualidade do sistema e, principalmente, simplificando o processo de manutenção das aplicações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de ferramentas computacionais tem seu valor realçado se considerado o ambiente instável e imprevisível no qual as empresas competem atualmente, principalmente no que se refere aos processos de EC e FP em EPEs. As análises realizadas e o referencial teórico que apóia este estudo evidenciam o quadro de fragilidade destas empresas frente à problemática da EC e FP.

Respondendo a tal fragilidade, o desenvolvimento de um SSD baseado na metodologia OO representa uma possível solução, na medida em que, sistematicamente, organiza as informações e, eficazmente, faz com que estas estejam à disposição dos decisores, guiando-os no processo de EC e FP. Tal sistema permite aos tomadores de decisão sobreviverem à competitividade do mercado e proporciona a formação de preços mais competitivos e mais adequados à realidade operacional em todo o processo de produção até a venda final do produto, pois o mesmo fora desenvolvido de forma autônoma para que pudesse ser testado em EPEs e, a partir destes testes, foi possível fazer ajustamentos no sistema de modo a aperfeiçoar suas funções.

Diante do que fora descrito, evidencia-se que a utilização de SSDs conjuntamente com a metodologia OO, como o sistema CEPSS, é uma solução viável para os problemas enfrentados pelas EPEs, na medida em que há uma maior facilidade de agregação de novas ferramentas e também pode facilmente ser adicionado a um *workflow* existente na empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, R. J., Program Design by Informal English Descriptions, CACM, vol. 26, nº 11, novembro de 1983, pp. 882-894.

BOOCH, G., Software Engineering with Ada. 2ª edição, Benjamin-Cummings, 1986.

COAD, P. & YOURDON, E., Object-Oriented Analysis. Prentice-Hall, 1990.

MEYER, B., Object-Oriented Software Constructions. 2ª edição, Prentice-Hall, 1988.

SHLAER, S. & MELLOR, S. J. Object-Oriented Systems Analysis. Yourdon Press, 1988.

WIENER, R. & SINCOVEC, R. Software Engineering with Modula-2 and Ada. Wiley, 1984.

PRESSMAN, R.S. Engenharia de Software. 5ª edição. Rio de Janeiro: Makron Books, 2002.

TURBAN, E., McLEAN, E., WETHERBE, J. Tecnologia da informação para gestão: transformando os negócios na economia digital. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2004.