

O USO DA SIMULAÇÃO PARA AUMENTAR A COMPETÊNCIA DA INDÚSTRIA JUNTO AO MERCADO EXTERNO

João Carlos Espíndola Ferreira
Érico Bretones Moura
Universidade Federal de Santa Catarina
Luiz Paulo Gomes Ribeiro
Instituto Militar de Engenharia
E-mail: jcarlos@emc.ufsc.br, erico@reason.com.br , lribeiro@epq.ime.eb.br

Abstract

The globalization has led many markets to becoming very competitive, and the manufactured products undergo intense competition, which may increase their vulnerability. The product's vulnerability begins to show when a competitor's similar product performs the same functions, and has a lower price, assuming that there is no dumping practice. This situation gets worse if this product has a better quality, reliability, meets the need of the customer, and embeds innovations in each new launched version, and a shorter delivery time. The objective of this paper consists of presenting the current version of a discrete-event simulation environment, which aims at giving support to decision-making, conferring statistical confidence to the delivery time for product supply to the targeted international market. Consequently, the customer will recognize the competence of the supply company, and that competence being achieved through the use of simulation.

Resumo

Com a alta da concorrência devido à globalização, muitos mercados tornaram-se altamente competitivos, e os produtos fabricados sofrem uma competição muito intensa, o que poderá torná-los vulneráveis. A vulnerabilidade de um produto começa a despontar quando um similar de um concorrente desempenha a mesma função e possui um preço de mercado menor, supondo, em momento algum, a prática de *dumping*. Esta situação agrava-se bastante quando este produto concorrente também possui melhor qualidade, confiabilidade, adequação às necessidades do cliente, ou ainda, incorpora inovações a cada versão produzida, e menor tempo de entrega. O objetivo deste artigo é apresentar a atual fase de desenvolvimento de um ambiente de simulação, que almeja ser uma ferramenta de auxílio a tomada de decisão, conferindo confiança estatística ao prazo de fornecimento do produto posto no mercado internacional alvo. Com isso pretende-se conferir respeitabilidade junto ao cliente externo, pela competência adquirida através do uso da simulação.

Keywords: simulação, globalização, tomada de decisão, competitividade, otimização

Introdução

Com o advento das comunicações e dos transportes em âmbito mundial, locais isolados e de povos tecnologicamente carentes passam a receber informações e a desejar usufruírem dos atrativos da modernidade. Há uma ânsia generalizada pelas possibilidades de aperfeiçoar e tornar mais fácil o trabalho, aumentar o padrão de vida e propiciar entretenimento. O resultado é uma nova realidade comercial, com uma emergência de mercados globais numa escala nunca antes imaginada [LEVITT, 1990]. A globalização e a internacionalização da economia mundial são fatores que têm imposto condições, cada vez mais severas em termos de necessidades competitivas, a fim de manter e, principalmente, conquistar novas fatias de mercado cada vez mais expressivas. Com isso surge alguns questionamentos que merecem atenção especial, do tipo: como conquistar novas fatias de mercado? Como manter a parcela conquistada? Como aumentar o nível de competitividade? Tais questionamentos, ganham em profundidade quando o foco é o mercado externo, pois as variáveis de contorno são distintas e peculiares no que se refere ao nível de exigência dos consumidores em potenciais do mercado alvo.

Objetivos básicos de desempenho

Competitividade é a capacidade relativa de competição que uma empresa tem para enfrentar a disputa com outras empresas por parcelas crescentes de mercado. Competição é o processo interativo que se estabelece nos mercados, entre os clientes e entre as empresas, através dos atributos dos produtos oferecidos pela empresa, e dos instrumentos de ação criados pelas mesmas, visando atrair clientes e estabelecer preferências entre eles, de forma que a empresa seja dominante nos mercados onde atue [CONSALTER, 1996]. Para isso, é necessário que se fabrique produtos com o menor nível de vulnerabilidade relativa possível, e para isso, se faz necessário que cinco objetivos básicos de desempenho sejam alcançados [SLACK et al, 1997]. Tais objetivos são descritos a seguir:

1) Qualidade - o objetivo qualidade pressupõe o desejo de “fazer certo” as coisas. Entretanto, as coisas que a fabricação precisa fazer certo, variam com o tipo de operação. O bom desempenho de qualidade em uma operação não apenas deve levar à satisfação de consumidores externos. Deve também tornar mais fácil a vida das pessoas envolvidas na operação. O grau de importância da satisfação deve extrapolar a meta *cliente externo*, atingindo o *cliente interno* (tomando a empresa como referencial para tal designação), se possível com a mesma intensidade de satisfação.

Quanto menos erros em cada operação, menos tempo será necessário para a correção e, conseqüentemente, menos confusão e irritação.

2) Rapidez - considera-se que rapidez significa quanto tempo os consumidores precisam esperar para receber seus produtos. Algumas empresas conceituam rapidez como a necessidade de satisfazer os desejos dos consumidores mais rápido do que antes. Com isto, pretende-se manter ou aumentar fatias de mercado.

Um grande benefício da rapidez de fornecimento para os consumidores externos é que há um enriquecimento na oferta, ou seja, quanto mais rápido o produto estiver disponível para o consumidor, mais provável que este venha a comprá-lo, ou melhor, menos provável que este deixe de comprá-lo por não estar disponível.

3) Confiabilidade – significa entregar o(s) produto(s) para os consumidores no prazo especificado. O cliente somente poderá julgar a confiabilidade de uma empresa após o produto ter sido entregue. Cabe ressaltar que a data de entrega deve ser respeitada, isto é, não deve haver atraso ou antecipação de uma entrega. Uma entrega antecipada sem a anuência do cliente, algumas vezes pode causar estoques indesejáveis ao mesmo, pela falta de espaço para o armazenamento, gerando uma confusão desnecessária.

4) Flexibilidade – significa ser capaz de mudar a operação de alguma forma, alterando o “fazer”, o “como fazer”, ou o “quando fazer”, mediante uma decisão estratégica. A mudança é a palavra-chave, e deve ir de encontro às exigências de seus clientes. Especificamente, a mudança exigida por eles deve atender a quatro tipos de exigências: a flexibilidade de produto, a flexibilidade de composto (*mix*), a flexibilidade de volume e a flexibilidade de entrega [SLACK et al, 1997].

- A flexibilidade de produto é a habilidade da empresa fabricar novos produtos, adaptando os recursos de manufatura e possibilitando o lançamento de novos modelos.

- A flexibilidade de *mix* significa a habilidade de fornecer ampla variedade de produtos. A maioria dos recursos (equipamentos) do chão de fábrica de qualquer empresa terá que processar mais de um tipo de produto e, às vezes, será necessário deixar uma atividade para se dedicar a outra.

- A flexibilidade de volume é a habilidade de alterar o nível de saída (*output*), e isto muitas vezes é necessário para que a empresa possa fornecer conforme a demanda flutuante por seus produtos ou por sazonalidades. Assim, as operações devem acompanhar o volume, flexibilizando-se. A inflexibilidade se faz pela manutenção no nível constante das operações e pode acarretar sérias conseqüências no relacionamento com o consumidor e nos custos operacionais.

- A flexibilidade de entrega é a habilidade de mudar a programação de entrega do produto. Geralmente, significa antecipar o fornecimento, por solicitação do cliente, embora possa significar também postergar a entrega.

Em geral, a flexibilidade agiliza a resposta, maximiza a utilização do tempo e mantém a confiabilidade.

5) Custo – é o último objetivo a ser descrito, porém é o mais importante. Para as empresas que concorrem diretamente em preço, o custo será o principal objetivo de produção. Quanto menor o custo de produção, menor pode ser o preço oferecido a seus clientes, mantendo o mesmo lucro. Mesmo aquelas que concorrem em outros aspectos que não preço, estarão interessadas em baixar custos, pois maior pode ser o lucro mantendo o preço de mercado.

A forma de se influenciar os custos dependerá fundamentalmente de onde estes são incorridos.

Cada um dos quatro primeiros objetivos de desempenho anteriormente citados afetam os custos, como ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 – Influência da qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade, sobre os custos

<i>As operações de alta qualidade não desperdiçam tempo em esforço de retrabalho, nem seus clientes internos são incomodados por serviços imperfeitos</i>
<i>As operações rápidas, principalmente das máquinas gargalo, reduzem o nível de estoque em processo, bem como os custos administrativos indiretos, o que reduzirá o custo global.</i>
<i>As operações confiáveis não causam qualquer surpresa desagradável aos clientes internos. Pode-se confiar que suas entregas serão exatamente como planejado. Isso elimina o prejuízo de interrupção e permite que as outras operações trabalhem eficientemente.</i>
<i>As operações flexíveis adaptam-se rapidamente às circunstâncias mutantes e não interrompem o restante da operação global, permitindo a troca rápida entre as tarefas sem desperdiçar tempo e capacidade reduzindo novamente o custo global.</i>

Simulação de sistemas discretos

A simulação computacional de sistemas consiste na utilização de um conjunto de métodos e técnicas matemáticas, com o objetivo de imitar o comportamento de sistemas reais, geralmente utilizando-se computadores e softwares adequados [KELTON et al., 1998]. Pode ser definida como um processo de projetar um modelo de um sistema real, e de procedimentos de experimentos com este modelo, com o propósito de conhecer o comportamento do sistema e/ou avaliar estratégias para a sua operação [PEGDEN et al., 1995]. Pode-se imitar o comportamento de, praticamente, qualquer tipo de operação ou processo do mundo real [FREITAS FILHO, 1997].

Nos últimos anos, sua utilização tem se beneficiado do progresso na tecnologia de computadores, porém ainda existe uma grande carência de especialistas capazes de modelar o contexto real [SOUZA et al., 1994]. No passado a simulação era considerada como “o último recurso” [GAONA, 1995; FREITAS FILHO, 1997].

A quantidade de simplificações impostas ao modelo representativo do sistema real, influenciará em razão direta na distorção entre os resultados obtidos pelo modelo e os observados no sistema real. Os métodos matemáticos tradicionais como teoria de filas, equação diferencial e programação linear fornecem resultados para os sistemas modelados, entretanto a quantidade de simplificações impostas é bem maior que as presentes quando se utiliza os métodos de simulação. Esta também permite a utilização de variáveis aleatórias de modo a representar com maior veracidade o comportamento do sistema real.

Simulação e Competitividade

Face às exigências de mercado, as empresas estão reconhecendo a necessidade de ganhar ou manter vantagem competitiva, e para isso fatores como cumprimento de datas de entrega, redução dos prazos de atendimento, aumento da flexibilidade, sem perda dos padrões de qualidade e custo, devem ser monitorados. A dinâmica dos sistemas de manufatura, face a estas exigências, é extremamente complexa e de difícil tratamento analítico. A complexidade aumenta ainda mais quando se observa que cada sistema de manufatura apresenta uma arquitetura peculiar, decorrente do desenvolvimento de habilidades e da forma com que estas são integradas. Com isso a simulação aparece como uma poderosa ferramenta, e ela vem sendo utilizada com sucesso nesta classe de problemas pouco estruturados [PEGDEN et al., 1995; BANKS E GIBSON, 1996; KELTON et al., 1998].

O objetivo deste trabalho é apresentar o módulo de simulação integrada com a manufatura e a estatística (SIMES) [RIBEIRO, 1999], e será descrito em tópico a frente. O sistema idealizado tem como função básica analisar, com o auxílio do computador, as variáveis de um sistema de produção, ou seja, dispondo de um modelo representativo de um sistema real, e analisando este no ambiente de

simulação desenvolvido, pode-se atuar de modo a levantar indicadores de rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custos. Assim, atuando sobre os objetivos básicos de desempenho almeja-se aumentar o nível de competitividade relativa da empresa simulada, de tal forma, que tal vantagem se configure em economia do custo de produção, a fim de compensar o custo do transporte, propiciando condições de competitividade em preço nos mercados internacionais.

Estudo de caso utilizando o SIMES

O desenvolvimento do módulo SIMES buscou integrar vários conceitos, tais como: sistemas de produção; métodos estatísticos; simulação de sistemas discretos; tecnologia de grupo; planejamento da produção; entre outros, que devidamente auxiliados pelos recursos computacionais, conduzem a ferramentas com alto potencial de utilização.

Chegou-se a um protótipo simples porém útil como ferramenta de auxílio na otimização e pesquisa do sistema de produção implantado [RIBEIRO, 1999]. Um dos principais obstáculos para a montagem do estudo de caso foi a inexistência de trabalhos anteriores envolvendo a integração dos conceitos supracitados, que retornassem simultaneamente resultados em termos de tempos e custos, associados a uma confiabilidade estatística e a atributos do chão-de-fábrica.

A empresa simulada no estudo de caso é baseada em dados clássicos de uma produção encontrada na literatura [BURBIDGE, 1988], apesar de não terem sido fornecidos naquela referência dados de tempos. O protótipo foi implementado para esse caso específico, a fim de obter-se um produto capaz de ser utilizado como exemplo demonstrativo das vantagens da aplicação e do domínio da técnica de simulação. O exemplo proposto por Burbidge, que foi o pioneiro em estudos e análise de fluxos da produção, considera a fabricação de 43 tipos de peças a serem processadas em uma fábrica com 16 máquinas distintas.

O problema inicial na busca arranjos celulares para essas máquinas foi vencido pela utilização de segundo software em desenvolvimento, responsável por criar e associar famílias de peças a células de máquinas, que encontra-se em fase final de desenvolvimento, todavia em sua versão atual já permite que algumas análises sejam feitas. Esse módulo utiliza uma versão do método de *branch-and-bound* [KATAN, 1997, 1997], que analisa a matriz de incidência visando formar famílias de peças e células flexíveis de manufatura simultaneamente. A figura 1 ilustra o leiaute adotado.

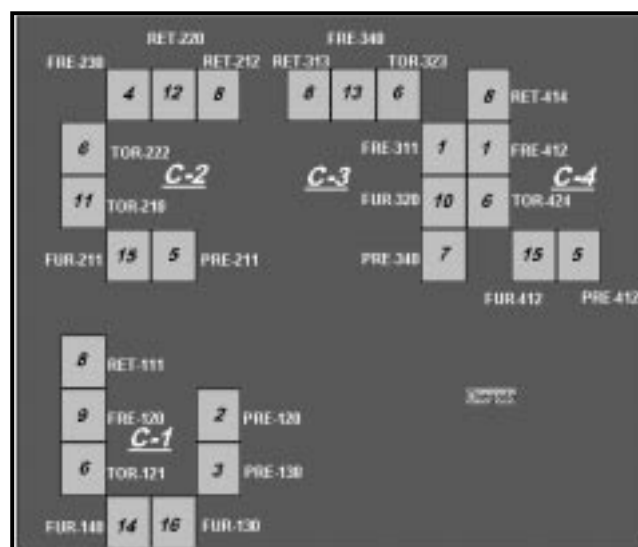


Figura 1 – Leiaute do chão-de-fábrica usado para testar o protótipo

A peça escolhida para demonstrar a potencialidade do protótipo é representada pelo número “37” na matriz de incidência [BURBIDGE, 1988], sendo processada no arranjo “C-1”, nas máquinas “2”, “6”, “8”, “9” e “16” (isto é, máquinas PRE-120, TOR-121, RET-111, FRE-120 e FUR-130, respectivamente). Os roteamentos principal e alternativos são mostrados na tabela 2.

Tabela 2 – Roteamentos principal e alternativos

Roteamento				
Principal	Alternativo de N°			
	1	2	3	4
PRE-120	PRE-130	PRE-211	PRE-340	-
TOR-121	TOR-210	TOR-222	-	-
FRE-120	-	-	-	-
FUR-130	FUR-140	-	-	-
RET-111	RET-212	RET-313	RET-414	RET-220

O roteamento principal é o seguinte: PRE-120, TOR-121, FRE-120, FUR-130 e RET-111. No caso de quebra de umas dessas máquinas, são previstas outras máquinas que funcionam como máquinas alternativas, exceto para o terceiro processo que só possui a FRE-120 como máquina disponibilizada. A previsão de se utilizar máquinas alternativas se faz para evitar uma grande descontinuidade no fluxo da produção, porém a máquina alternativa deverá ser devidamente ajustada para que fique apta ao processamento da peça em questão, quando ela for chamada para processar as peças no caso de quebra da máquina principal.

A entrada dos dados se faz por intermédio de uma interface auxiliar denominada Pró-SIMES, que permite a escolha da distribuição aleatória mais adequada para representar os tempos de processamento, de setup, entre quebras e de manutenção, estando estes expressos em segundos, para as máquinas previstas nos roteamentos principal e alternativos da tabela 2.

As distribuições escolhidas para representar a aleatoriedade foram a exponencial para o caso de quebras; a triangular, para a manutenção da quebra; e a normal, para os demais. Com os dados devidamente introduzidos pode-se dar início a uma série de análises disparando a simulação com uma quantidade de replicações adequada. Para o caso em análise foram executadas sete replicações para compor os resultados.

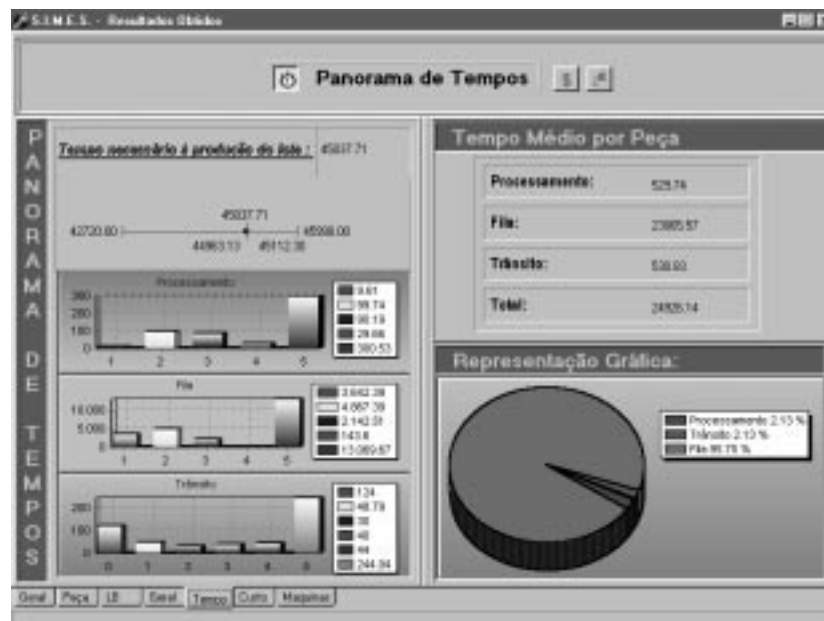


Figura 2 – Tela de resultados - Panorama de Tempos

A análise dos resultados representada pela figura 2 mostra um panorama de todos os tempos envolvidos, ou seja, o tempo total é dividido em 3 partes: o primeiro focaliza a parcela de tempo médio que efetivamente cada peça permaneceu em processamento; o segundo registra o tempo médio em que cada peça ficou em fila, esperando que o recurso seja liberado, ou por outra peça, ou pela equipe de manutenção ou pela equipe de setup; e o terceiro refere-se ao tempo médio no qual os recursos de transporte foram alocados. Baseado nestes dados, é possível levantar o percentual destas parcelas e representar graficamente a contribuição de cada uma sobre o total.

Outros dois estudos são feitos e encontram-se representados no tópico “Tempos”. O primeiro consta em levantar e representar o valor mais provável para o tempo total necessário à fabricação do

lote, juntamente com o intervalo de confiança associado a um nível de confiança preestabelecido pelo usuário (95% ou 99%), obedecendo a restrição imposta pela acurácia que limita o intervalo de confiança em torno de um percentual de variação sobre a média.

Por fim, uma análise por processos é executada com o intuito de monitorar a contribuição percentual de cada um dos cinco possíveis processos sobre o tempo total de processamento, de fila e de trânsito. Com isso, fica fácil a determinação dos gargalos de produção, onde efetivamente deverá ser feito um estudo minucioso em busca da otimização deste recurso levando a uma diminuição do tempo total de fabricação. Outro fator importante é a possibilidade de utilizar a representação gráfica, que facilita a visualização e a comparação por processos na busca de um melhor aproveitamento das máquinas, proporcionando bases concretas ao estudo do balanceamento da célula.

Outra tela representativa do resultado da simulação refere-se ao monitoramento do estado máquinas do chão-de-fábrica, que permite uma análise pormenorizada de cada máquina disponibilizada para a fabricação do lote. Uma representação esquemática do leiaute do chão-de-fábrica é mostrada na figura 3, onde são associados botões às máquinas. Mediante atuação em um botão, tem-se a visualização dos resultados obtidos para a máquina associada. Desta forma é possível controlar a navegação e permitir a análise de qualquer máquina conforme a vontade do analista. Sobre esses botões podem aparecer 3 caracteres diferentes: o primeiro é a letra "P" que significa que a máquina que está associada a esse campo corresponde a uma máquina principal de um processo; o segundo é a letra "A", que indica uma máquina alternativa; e o terceiro corresponde a um campo em branco, indicando que tal recurso não foi disponibilizado para a execução do lote. Outra facilidade associada é que ao posicionar o *mouse* sobre um determinado botão, uma pequena caixa de diálogo (*hint*) contendo o código do recurso é mostrada na tela. Dentre as informações pertinentes à máquina encontram-se: a sua identificação; o tempo em que ela manteve-se ocupada processando as peças; o tempo em que ela esteve quebrada, em setup, ociosa, e esperando para entrar em setup, pela falta de uma equipe competente disponível. Uma representação gráfica acompanhada dos percentuais relativos aos estados de máquina supracitados, permite uma análise do envolvimento daquele recurso específico na fabricação do lote.

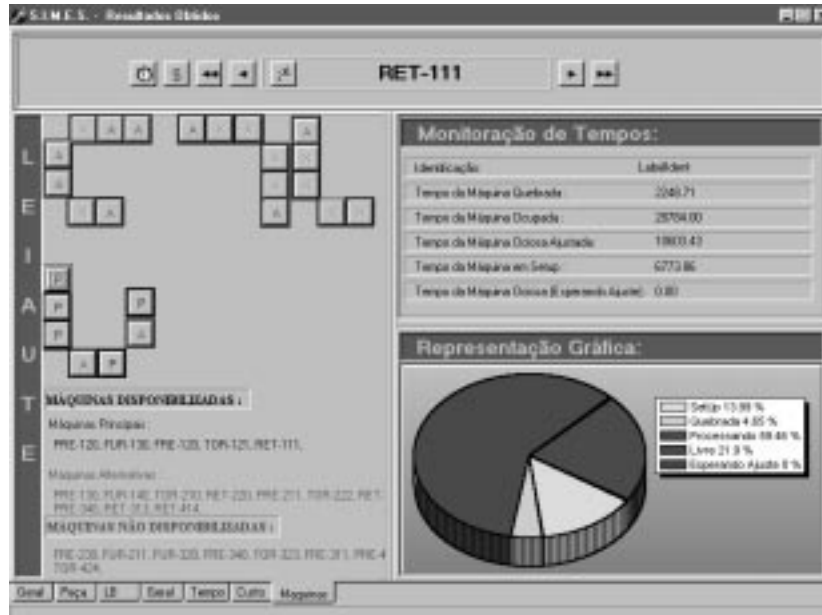


Figura 3 – Tela de resultado - Panorama de Máquinas

Assim sendo o protótipo pode ser explorado como ferramenta de auxílio ao setor de vendas. Para isso imagina-se um cenário fictício, em que num dado instante surge um cliente internacional que vem consultar este setor, sobre a quantidade de peças máxima de um determinado tipo, que poderá ser entregue até uma data estabelecida. Supondo ainda que este cliente utilize cada peça encomendada anteriormente como componente na montagem de um conjunto, e com isso qualquer atraso acarretaria problemas na cadeia de produção.

O pronto fornecimento visando atender ao aumento de demanda é estratégico, de modo a manter o domínio da parcela conquistada junto ao mercado alvo. Para isso o cliente deseja saber quão flexível seu fornecedor pode ser do ponto de vista de tempo e volume de produção.

A utilização do protótipo pode servir como ferramenta bastante útil neste cenário, tendo a priorização de um determinado lote como razão estratégica. Como ponto de partida abate-se o tempo de transporte, para não interferir no procedimento de análise da produção. Atribui-se uma maior prioridade ao lote e aumenta-se o tamanho do lote gradativamente.

Como ponto de partida, estabelece para fins de exemplificação o tamanho de lote de 100 unidades. Executando-se a simulação, obtém-se o tempo total necessário para a fabricação do lote como sendo igual a 46116 segundos, ou 12,8 horas, a um custo de R\$ 1043,04.

Supondo que o tempo destinado à fabricação, antes de proceder o embarque, é de 16 horas caracterizando um dia de produção efetiva da fábrica, foram feitas 10 análises para lotes de tamanhos distintos, onde o inicial é de 75 unidades, sendo que os demais têm o número de peças aumentado segundo uma progressão aritmética de razão 25. Com isso o primeiro possui 75, o segundo 100, e assim sucessivamente até o último, que é composto por 300 peças, e os resultados obtidos encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados obtidos para diferentes tamanhos do lote

Tamanho do Lote (peça)	Custo Total de Fabricação (R\$)	Custo Médio por Peça (R\$)	Tempo Total Necessário à Fabricação (segundos)
75	826,14	11,02	34995
100	1043,04	10,43	46116
125	1197,93	9,58	55108
150	1483,38	9,89	65544
175	1752,23	10,01	75209
200	1874,50	9,37	84119
225	2133,22	9,48	96086
250	2248,06	8,99	101608
275	2706,11	9,84	114569
300	2650,03	8,83	124589

Analisando-se os resultados de simulações registrados na tabela 3, pode-se determinar em que intervalo está contido o tempo fornecido pelo cliente (isto é, 57600 segundos). Com isso, o intervalo a que este tempo pertence é aquele associado aos lotes de 125 a 150. Então, executa-se uma nova rodada de simulação para um lote de 130 peças, obtendo-se um tempo necessário à fabricação de 57048 segundos a um custo médio por peça de R\$ 9,53. Essa solução satisfaz a imposição de tempo fornecida pelo cliente, e será informada ao mesmo.

Cabe ressaltar que todo o processo poderá ser feito em tempo reduzido, pela utilização da ferramenta de simulação desenvolvida, ganhando em competência de previsão aos olhos do cliente internacional. É possível notar o caráter dinâmico do processo decisório, que pode oscilar entre muitas soluções, proporcionando estratégias peculiares para atender a cada uma delas. Outro ponto a ressaltar é que o monitoramento da situação atual do chão-de-fábrica é fundamental. Baseado no estado dos recursos, a simulação poderá ser inicializada tendo o momento atual como ponto de partida, podendo-se projetar o momento mais adequado para ser dada a ordem de fabricação do novo lote, de modo a obedecer os prazos estabelecidos junto aos clientes. Assim, busca-se produzir o lote dentro do prazo e com um melhor aproveitamento dos recursos, pela diminuição da parcela agregada devido à ociosidade.

Conclusão

Analisando o cenário como um todo, pode-se concluir que o quadro retrata um “estado de guerra” comercial em busca da conquista e manutenção de fatias de mercado. Para vencer uma guerra é necessário o conhecimento do campo de batalha, do inimigo e o conhecimento de si mesmo. Fazendo uma analogia, tem-se o inimigo como o concorrente; a si mesmo como o domínio da empresa como um todo; e o campo de batalha como o mercado em disputa. Logo, como ponto de partida é

necessário conhecer a si mesmo, controlando os métodos e processos, além do domínio dos custos e dos tempos.

O desenvolvimento de um ambiente de simulação que analise o desempenho global da empresa, incluindo agendamentos de ordens de serviço e monitoração dinâmica do estado dos recursos, traria muitos benefícios à empresa. O trabalho desenvolvido até o momento, representa os passos iniciais rumo a este objetivo geral. Entretanto é preciso salientar que o desenvolvimento de um software genérico é muito mais complicado que o desenvolvimento de um específico, voltado a uma empresa em particular.

A abordagem proposta visa eliminar algumas desvantagens que são normalmente atribuídas à simulação, dentre as quais incluem-se: a necessidade de treinamento especial para elaboração do modelo; a dificuldade de interpretação dos resultados da simulação. Com isso é possível obter a diminuição do tempo envolvido em todas as etapas da simulação, além de promover a integração de outros conceitos. Com o código fonte é possível vislumbrar a possibilidade de migrar de um ambiente simulador, para um ambiente otimizador utilizando a simulação de sistemas discretos. Outro fator importante é que o ambiente em desenvolvimento poderá ser disponibilizado às empresas a um custo relativamente baixo quando comparados aos softwares de simulação existentes, entretanto, a desvantagem é que não possui recursos de animação.

A redução do risco é um fator extremamente importante. Com o desenvolvimento do módulo SIMES já é possível fazer estimativas e garantir um certo grau de confiabilidade. Assim, prever os eventos de curto prazo é menos arriscado do que prever os de longo prazo. A empresa terá maior confiança em suas previsões de vendas para um período futuro próximo, do que para dois ou três períodos seguintes. Entretanto, com ferramentas de simulação, a quantidade e a qualidade da previsão ganham um substancial reforço, rumo a um aumento do nível de competitividade relativo, bem como da respeitabilidade junto ao cliente externo, pela competência adquirida pelo uso da simulação.

Referências bibliográficas

- BANKS, Jerry; GIBSON, Rendall. R. – Getting Started in Simulation Modeling. **IIE Solutions**: p. 34-39, Nov, 1996.
- BURBIDGE, J. - Operation scheduling with GT and PBC. **International Journal of Production Research**: v. 26, p. 224-442, 1988.
- CONSALTER, Luiz A. – Fatores e procedimentos determinantes da qualidade do projeto de produtos visando a competitividade. **Gestão e Produção**: v. 3, n. 1, p. 70-85, Abr 1995.
- FREITAS FILHO, Paulo J. – **Introdução a modelagem e a simulação de sistemas discretos**. Apostila, UFSC, SC, 1997.
- GAONA, Hugo Blas M. – **O uso da simulação para avaliar mudanças organizacionais na produção**. Dissertação de Mestrado, UFSC, SC, Jul 1995.
- KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; SADOWSKI, D. A. – **Simulation with Arena**. McGraw-Hill, NY, 1998.
- LEVITT, Theodore - **A imaginação de marketing**. Editora Atlas, SP, 1990.
- PEDGEN, C. D.; SHANON, R. E.; SADOWSKI, R. P. – **Introduction to simulation using SIMAN**. McGraw-Hill: 2nd ed., NY, 1995
- RIBEIRO, L.P.G. – **O Uso da Simulação para Garantir a Robustez dos Sistemas de Fabricação: Uma Abordagem Integrada**. Dissertação de Mestrado – UFSC – Brasil. Jul 1999.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert - **Administração da Produção**. Editora Atlas, SP, 1997.
- SOUZA, A. S.; SILVEIRA, Marcos A.; PONTES, Mônica S.; ANDRADE Jr., Olympio; BARBOSA, Wagner - Simulação no contexto de problemas mal estruturados. **Revista Produção**: v. 4, n. 2, p. 109 – 116, MG, Nov 1994.