

Aplicação de simulação computacional como uma ferramenta de análise e tomada de decisão em uma linha de montagem de eletrodomésticos⁽¹⁾

Application of computer simulation as a tool for analysis and decision in an assembly line of a home appliance

Evaldo Malaquias da Silva⁽²⁾; Jéssica Terra Teodoro da Silva⁽³⁾; Renato Nunes Cunha⁽⁴⁾; Virgílio Antônio de Sousa Neto⁽⁵⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos de PROEXT-MEC

⁽²⁾Professor; Universidade Federal do Triângulo Mineiro; Uberaba, Minas Gerais; emalaqui@gmail.com;

⁽³⁾Estudante; Universidade Federal do Triângulo Mineiro; Uberaba, Minas Gerais; jessicatterra@gmail.com;

⁽⁴⁾Estudante; Universidade Federal do Triângulo Mineiro; Uberaba, Minas Gerais; renatonc@gmail.com;

⁽⁵⁾Estudante; Universidade Federal do Triângulo Mineiro; Uberaba, Minas Gerais; virgiliosn@gmail.com;

RESUMO: A previsão de eventos em processos produtivos é primordial para a indústria, pois assim podem-se realizar planejamentos capazes de diminuir riscos, custos e tempo. Nesse contexto, ferramentas computacionais têm sido cada vez mais utilizadas por gestores, pois permitem que cenários sejam construídos e analisados antes da implementação. Neste trabalho, exploraram-se as vantagens da simulação para analisar uma linha de produção de eletrodomésticos. Realizou-se um estudo de caso, coletando-se os dados necessários à caracterização do processo e construiu-se o modelo para entendimento e análise do sistema. Chegou-se à conclusão que a disposição atual da linha é correta para a quantidade produzida.

Termos de indexação: Análise, Eletrodoméstico, Gestão, Linha de Produção.

ABSTRACT: *The prediction of events in production processes is essential for the industry, because it allows conducting studies that can reduce risks, costs and time. In this context, computational tools have been increasingly used by administrators as they allow the conception of scenarios and the respective analysis before the implementation. In this work, we explored the advantages of simulation for analyzing a production line. It was conducted a case study, collecting the necessary data for process characterization and creation of the model for understanding and analyzing system. We came to the conclusion that the current layout of the line is the correct for the quantity produced per rotation.*

Index terms: *Analysis, Appliance, Management, Production line*

INTRODUÇÃO

O sucesso de uma organização em tempos de globalização está sujeito a sua capacidade de rápida adequação ao mercado, eficiência na solução de problemas operacionais, otimização do processo produtivo, agilidade na manutenção e tomada correta de decisões, visto que o mercado encontra-se cada vez mais exigente e competitivo.

Nesse cenário, a utilização de ferramentas computacionais de modelação tem grande importância. A simulação computacional, anteriormente uma ferramenta muito cara e especializada, vem sendo difundida em diversas companhias e direcionada para diversas aplicações nos processos (Kelton, 1998). O estudo de interações em um sistema complexo de forma simplificada, a possibilidade de criação de novos cenários juntamente com a de realizar alterações na organização, nos locais e nos recursos para

observação de efeitos, a experimentação de procedimentos e a geração de resultados para a validação de soluções propostas, são apenas alguns recursos que conferem aos softwares de simulação um posto privilegiado no planejamento e controle de produção. Sendo assim, é uma poderosa ferramenta para a tomada de decisões, já que minimizam seus riscos (Banks & Pereira, 2000). De acordo com a teoria de Lobão e Porto(2006), além de todos os benefícios trazido pelo o uso da simulação, essa também auxilia no rearranjo físico e aumenta os índices de produtividade dos funcionários. A técnica de simulação consiste em definir o problema a ser trabalhado, formulação e planejamento do modelo, coleta de dados, construção e validação do modelo, construção de cenários alternativos e análise dos resultados.

O objetivo do trabalho foi o de analisar o comportamento de uma linha de montagem do setor de eletrodomésticos durante seu funcionamento. Fazendo o uso de um software de modelagem e

simulação computacional, realizaram-se alterações no layout da linha para analisar seu desempenho produtivo. Assim, sugeriram-se soluções para esta linha de montagem a fim de oferecer alternativas, como por exemplo, disposição de maquinário ou de operadores, para a empresa.

REVISÃO TEÓRICA

A aplicação da simulação em um processo produtivo consiste em se estabelecer modelos que expressem o comportamento real das variáveis para que depois, ao alterá-las, sejam avaliadas as implicações de cada ação. A obtenção de resultados através dessa prática é muito útil quando se trabalha com investimentos e recursos, pois questões como qual será a melhor disposição (layout) da linha e de como obter a maior produtividade, flexibilidade para atender o mercado e qualidade otimizando a utilização dos recursos produtivos, são importantíssimas para assegurar bons negócios.

A simulação pode ser utilizada como ferramenta de desenvolvimento, criação e teste de eventos esporádicos, porém esperados, tais como partida na planta e paradas para manutenção. É possível também, verificar as interações entre as partes que os compõem, o funcionamento, os riscos implícitos na atividade e detectar as possíveis mudanças.

Outro benefício dessa ferramenta é a visualização gráfica do projeto, que além de enriquecer, facilita a apresentação dos dados e gráficos de forma mais precisa. Segundo Pegden (1990) “A simulação consiste no processo de projetar um modelo de um sistema real e conduzir experimentos”.

Este *software* pode ser empregado em praticamente todos os âmbitos da economia. Sejam em organizações prestadoras de serviço (supermercados, aeroportos, hospitais, hotéis, shoppings centers), empresas de logística (portos, centros de distribuição) ou em processos de manufatura (linhas de produção, células de manufatura). Segundo Prado(2004), citado por Ramalho(2009):” A logística é umas das áreas em que o uso de simulação tem se mostrado crescente, incluindo o transporte ferroviário e apresentando os diversos problemas que podem ser estudados através de técnicas de simulação.

A simulação e modelagem computacional, se aplicadas de forma correta e com metodologia adequada, disponibilizarão resultados estatisticamente seguros que serão utilizados como guia pela gestão e como meio de comunicação entre analistas, gerentes e pessoas ligadas à operação (Chwif & Medina, 2007). Dentre todas estas possibilidades escolheu-se o setor de eletrodoméstico, pois este apresenta forte

dinamismo e competitividade com a conjuntura econômica brasileira.

A indústria de eletrodomésticos passou por um processo de transformação, não somente do ponto de vista da competitividade, mas também do ponto de vista de crescimento absoluto do mercado após o Plano Real, em julho de 1994 (Mascarenhas, 2005). Atualmente este setor procura antecipar os movimentos da economia e da demanda por seus produtos de forma a aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos oferecidos, visando à satisfação dos seus clientes.

Segundo projeções da ABINEE (2013), a atividade movimentará 19.625 milhões de reais em 2013, apresentando crescimento de 10% em relação ao ano anterior (17.841 milhões). Parte desse aumento deve-se aos estímulos do governo, tais como a redução do IPI, aumento da renda dos brasileiros e alteração na configuração e perfil familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada na concepção deste trabalho foi o estudo de caso. O objeto de estudo foi uma linha de produção em uma fábrica de eletrodomésticos, tendo em vista que a simulação computacional poderia contribuir de forma significativa para seu entendimento e solução de problemas.

Inicialmente foi realizado um estudo em diversas linhas da organização e escolheu-se a que apresentou maior potencial de aplicação da simulação computacional e criação de novos cenários, visto que a mesma apresenta muitas oscilações da produção em função do mercado. Em seguida, foram realizadas entrevistas com especialistas e operadores da linha, obtendo-se as informações necessárias para a construção de um modelo computacional.

Foram coletadas 30 amostras de tempo para cada processo descartando-se os valores colhidos em situações não rotineiras. Realizou-se também a medição dos locais, dimensionamento das entidades, a velocidade da esteira e dos recursos.

Como os tempos das operações não são determinísticos, não é aconselhável utilizar tempos médios, pois estes podem acarretar em resultados não confiáveis. Neste contexto, o tratamento de dados foi realizado com auxílio do Stat:: Fit, ferramenta do ProModel, que a partir de dados brutos de planilhas, arquivos de texto ou entrada manual, gera a distribuição estatística adequada à determinado conjunto de dados. Ela ajusta automaticamente distribuições contínuas, compara os tipos de distribuição e fornece uma medida absoluta da aceitabilidade de cada distribuição.

Em seguida, fez-se o desenvolvimento do modelo, bem como a sua criação no *software* de

simulação ProModel, efetuou-se as alterações necessárias até que o mesmo simulasse de forma precisa o funcionamento do sistema em questão.

Realizou-se então a validação do modelo por meio de replicações, buscando analisar o comportamento do cenário e comprovar sua veracidade. Os cenários foram testados com 20 replicações, pois se observou que após esse número, não houve mudanças significativas. Além disso, conclusões foram extraídas examinando-se os resultados gerados pelos relatórios do programa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das informações coletadas foi decidido que o projeto focaria somente na parte essencial da linha de produção, deixando de lado alguns locais que não agregariam informações relevantes ao projeto. Contudo, buscou-se que o modelo executado fosse uma representação fiel do setor da fábrica, necessitando assim, que fossem feitos alguns ajustes durante a construção da lógica.

O cenário atual já implementado na fábrica e em funcionamento, está representado conforme a figura 1:

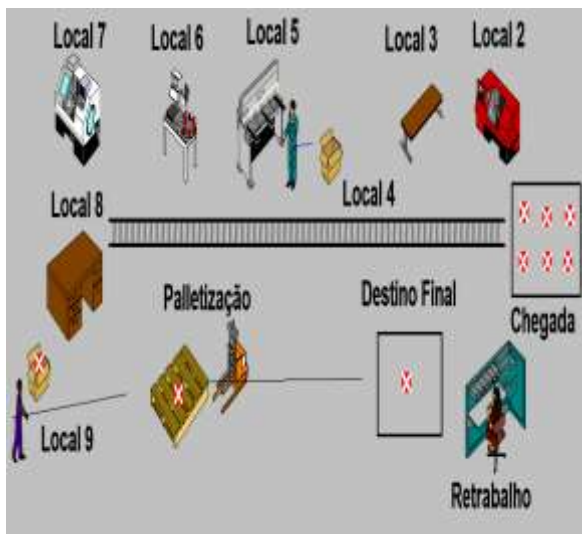


Figura 1 – Layout da linha de produção

Com o layout finalizado, utilizou-se da ferramenta Stat::Fit para a geração das distribuições estatísticas dos tempos. As distribuições mais aceitas foram a lognormal e normal, sendo que a análise de aderência foi realizada para cada amostragem.

Após a conclusão do modelo computacional, realizaram-se as simulações necessárias para análise dos resultados.

Cada Simulação durou em média 7,04 horas para a produção de 4200 novos produtos. O valor obtido se mostrou muito próximo do real, pois mesmo com turno de oito horas realizam-se duas paradas de 10 minutos para o alongamento dos funcionários e outras paradas.

Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação (RBCTI), n. 01, volume 01, jul./dez. ano 2014, p. 4-7.
Brazilian Journal of Science, Technology and Innovation

Na linha de produção, existem locais com processos manuais e parcialmente automáticos. Tomou-se o cuidado de observar as taxas de utilização desses locais, principalmente nos de operação manual. Estas não devem extrapolar o limitante de 80%, pois acima deste valor podem ser prejudiciais aos funcionários.

Após realizado a simulação computacional, foi montado uma tabela com os dados de capacidade que já são pré-estabelecidos e a taxa de utilização que foi o resultado da simulação dos principais locais, conforme pode-se ver na tabela 1:

Nome	Capacidade	%Utilização
Local_2	4	81,40%
Local_3	2	59,63%
Local_5	6	78,12%
Local_6	4	87,07%
Local_7	1	74,72%
Local_8	2	77,13%
Local_9	25	66,57%
Retrabalho	2	47,11%

Tabela 1 - Tabela com taxa de utilização

Como se pode verificar, a taxa de utilização do local 2 e do local 6 foi acima de 80%. O valor é aceitável, pois os mesmos são processos parcialmente automáticos, ou seja, o operador fica encarregado apenas de alimentar a máquina.

Foram desenvolvidos também, novos cenários tendo o atual como base, a fim de buscar novas alternativas para a empresa.

No Cenário_1 levou-se em consideração a possibilidade da empresa trabalhar com o quadro reduzido de funcionário sou em casos de redução na produção. Para isso diminuiu-se a capacidade do local 2 e do local 6 em uma unidade.

Com este cenário foi possível produzir 4200 produtos em 7 horas e 40 minutos e 3800 produtos em 7 horas, que é o tempo normal desta produção. A taxa de utilização dos processos manuais manteve-se abaixo de 80%,contudo o local 6 e o local 2 apresentaram uma taxa de utilização de cerca de 98%,taxa alta mesmo em operações parcialmente automáticas.

Tendo em vista os resultados apresentados acima, conclui-se que a implantação do cenário seria possível, por exemplo, se os locais 2 e 6 fossem completamente automatizados. No Cenário_2, a alteração foi realizada no local 5, diminuindo-se uma unidade. O tempo de produção permaneceu o mesmo, porém a taxa de utilização do local 5 foi 93,38%, o que é inviável para um processo manual.

Por último, o terceiro cenário levou em consideração a necessidade de aumento da produção diária. Acrescendo-se uma unidade na capacidade do local 2, local 5 e local 8, alcançou-se uma produção de 4600 produtos por turno,

evidenciando que a implementação seria vantajosa caso haja alta demanda do produto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a faculdade Pitágoras de Uberlândia que desempenhou um importante papel na realização deste Projeto.

Agradecemos também a fundação Proext/MEC.

CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos previamente traçados, foi possível: estudar as características e entender o processo produtivo em uma linha de produção de eletrodomésticos; verificar os possíveis gargalos na estrutura atual do sistema; propor novos cenários e comprovar a eficácia de *softwares* de simulação na tomada de decisão nas organizações.

Com a criação de alguns modelos, foi possível observar as implicações das alterações na produção, no tempo e nas taxas de utilização de locais e recursos, chegando-se à conclusão de que a linha, objeto do estudo, possui um sistema de trabalho mais adequado.

A disposição em funcionamento atualmente apresenta taxas de utilização dos locais em faixa aceitável tanto para processos automáticos como para semiautomáticos. Porém, verificou-se que a taxa de utilização dos funcionários é um pouco alta.

Em relação aos cenários alternativos que foram propostos, observou-se que todos possuem vantagens e desvantagens. No Cenário_1, caso fosse possível a sua implementação, a mesma seria proveitosa em casos de baixa no mercado e quadro de funcionários reduzido, pois se obteve produção satisfatória. Já no Cenário_2, que envolve a retirada de um local da linha de produção, mostrou-se inviável devido à alta taxa de utilização em processos manuais mesmo que este seja economicamente atrativo.

No Cenário_3, propõe-se um acréscimo de 10% na produção e envolve aquisição de novas máquinas e contratação de novos funcionários, necessitando assim de uma análise mais detalhada antes de ser colocado em prática.

Em suma os cenários funcionam como diretrizes para a gestão, apontando alternativas para a solução de problemas.

REFERÊNCIAS

KELTON, D. W.; SADOWSKI, R. P.; SADOWSKI, D. *Simulations with Arena*. Boston, McGraw Hill, 1998.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. *Modelagem de eventos discretos, teoria & aplicação*. 2. ed. São Paulo, 2007.

BANKS, J. *Introduction to simulation. Proceeding of the winter simulation conference*. Atlanta, 2000.

HARREL, C. R.; GHOSH, B. K.; BOWDEN, R. *Simulation Using ProModel*. McGraw-Hill, 2000.

MASCARENHAS, H. R. (2005). *O Setor de Eletrodomésticos da uma linha branca: Um diagnóstico e a relação varejo-indústria*, Escola de Economia de São Paulo. [Dissertação de mestrado Área: Finanças e economia empresarial]

PEGDEN, C. D., SHANON, R. E., SADOWSKY R. *Introduction to Simulation Using SIMAN*, McGraw-Hill New Jersey, 1990.

PRADO, D. S. *Usando o Arena em Simulação*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial; 2004.

LOBÃO, E. C.; PORTO, A. J. V.; *Proposta Para Sistematização de Estudo de Simulação*; Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP; São Paulo; 1996.