

Utilizando a simulação de processos em uma produção de móveis seriados

Rafael Alvise Alberti (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) alberti_rafael@yahoo.com.br

Jaqueline de Menezes Krüger (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) jaquek.design@gmail.com

Edu Grieco Mazzini Junior (Centro Universitário Franciscano – UNIFRA) edumazzini@hotmail.com

João Carlos Furtado (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) jcarlosf@unisc.br

Resumo:

O desenvolvimento de novos produtos e que incorporam conceitos inovadores de design, frequentemente requerem alterações no processo produtivo. Permitindo avaliar e prever os impactos que serão gerados na produção, surge a simulação como ferramenta nesta análise. Os softwares de simulação atuais são ferramentas computacionais que une os recursos de linguagem de simulação à facilidade de uso de simuladores em ambientes gráficos integrados. Representam sistemas reais com objetivo de entender seu funcionamento, avaliar estratégias e apoiar a tomada de decisões no desenvolvimento do processo. Este artigo apresenta subsídios teóricos acerca do tema, servindo como base para o estudo do ambiente produtivo de uma pequena organização moveleira, da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, abrangendo sua produção seriada, com o auxílio da simulação. Trata-se de uma pesquisa científica quantitativa e qualitativa a nível acadêmico. Segundo seus objetivos, apresenta caráter descritivo e explicativo, visando aprofundar o conhecimento da realidade, utilizando o estudo de caso para a coleta de dados. Este estudo irá contribuir para a análise prévia e quantificação dos impactos nos sistemas de produção em geral. Na organização estudada, o processo atende aos requisitos de produção quanto ao número de peças encomendadas. Evidenciam-se pontos de gargalo nos setores de avaliação, processo desgrossadeira, processo serra fita, processo lixadeira de cinta e lixagem manual.

Palavras chave: Simulação de processos, software ARENA, desenvolvimento e produção de mobiliário.

Using the process simulation in a furniture production series

Abstract

The development of new products that incorporating innovative design concepts, often requiring changes in the productive process. Allowing review and forecast the impacts that will be generated in the production, simulation emerges as tool in this analysis. The current software simulation are computational tools that combines the capabilities of simulation language to falicity of use of simulators integrated graphics environments. Representing real systems in order to understand its operation, and evaluate strategies to support decision making in the development process. This article presents theoretical support on the subject, serving as base for the study of the productive environment of a small furniture organization, in Santa Maria, Rio Grande do Sul, covering its serial production with the help of simulation.. This is a quantitative and qualitative scientific research in academic level. According to its goals, and presents descriptive and explanatory character, in order to deepen the knowledge of reality, using the case study for data collection. This study will contribute to the prior analysis and quantification of impacts on production systems in general. In the organization studied, the process answer the requirements of production and the number of parts ordered. Points are

apparent bottleneck in the sectors reviewed, thickener process, process saw tape, belt sander process and manual sanding.

Key-words: Process Simulation, Arena software, development and production of furniture.

1. Introdução

No atual cenário competitivo do mercado, cresce a necessidade de ferramentas que possibilitem uma análise prévia e a quantificação dos impactos nos sistemas de produção em geral. A simulação destaca-se como uma ferramenta indispensável na análise de processos e sistemas complexos. Sua aplicação como apoio à tomada de decisões, utiliza modelos para simular sistemas reais com o objetivo de entender seu funcionamento e avaliar estratégias para sua operação. Deste modo, as vantagens da simulação de processos diz respeito à minimização de custos e otimização da produtividade, e, acerca do assunto, o software Arena foi considerado por renomados especialistas em simulação, como a mais inovadora ferramenta de simulação, por unir os recursos de uma linguagem de simulação à facilidade de uso de um simulador, em um ambiente gráfico integrado.

A proposta da atual simulação refere-se ao estudo do ambiente produtivo de uma pequena organização moveleira, da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, abrangendo sua produção seriada, com o auxílio da simulação. Visto que um sistema pode ser feito através de observações no sistema real ou utilizando um modelo que o represente, neste caso, o estudo do processo produtivo seriado estabeleceu-se através da observação e coleta de dados com os funcionários da produção.

De extrema utilidade, assim como traçar metas e objetivos, o planejamento geral de uma empresa, também almeja o melhoramento e a qualidade do processo de produção, a fim de aumentar o conhecimento da funcionalidade e estrutura da organização. Assim sendo, o objetivo principal desta simulação é verificar os processos da produção seriada de um pedido mensal referente a 50 cabeceiras para camas de casal, 50 suportes de mesa e 50 conjuntos compostos por 4 cadeiras, validando cada etapa do processo e observando os pontos de acúmulo de trabalho, para propor melhorias e mais agilidade na produção, assegurando que o pedido seja entregue dentro do prazo estabelecido. Para isso, será utilizada a programação lógica criada na área de trabalho do software de simulação, por meio de módulos e conectores, criando-se assim, um fluxograma do sistema da marcenaria.

2. Fundamentação teórica

Esta seção contempla um enfoque teórico e discursivo acerca dos assuntos relacionados com o presente estudo.

2.1 Simulação de processos

Disponibilizada pela área de pesquisa operacional, a simulação nada mais é do que uma ferramenta de planejamento, que permite proceder análises e avaliações de sistemas simulando cenários que apoiam a tomada de decisão, visando a melhoria de performance. O investimento em simulação de processos garante um melhor entendimento sobre o comportamento do processo já implantado, o qual a partir dos resultados gerados compara os diferentes cenários e permite sua adequação (KIPPER et al., 2013).

Logo, diante do aumento da competitividade do mercado, com o apoio da tecnologia de informação (TI) e seu avanço em prol da visualização do processo, automação da execução e sincronização das atividades, as empresas têm investido cada vez mais em suas plantas industriais, visando o aperfeiçoamento do seu desempenho e assim, o aumento de

produtividade (GOLÇALVES, 2000).

É uma representação próxima da realidade a partir das características significativas que o sistema for capaz de representar. Recentemente, a simulação vem sendo percebida como uma das mais confiáveis ferramentas para se gerenciar um projeto, propondo aos analistas dos mais diversos seguimentos solucionarem os problemas com os quais lidam diariamente. A simulação computacional também permite a realização de estudos sobre sistemas que ainda não existem, levando ao desenvolvimento de projetos eficientes antes que qualquer mudança física tenha sido iniciada (SILVA, PINTO e SUBRAMANIAN, 2007).

Como já abordado anteriormente, Chwif e Medina (2006) destacam a importância da aplicação da simulação na área de manufatura, bem como sua expressiva aplicabilidade na área. Os autores ainda acrescentam que, a Simulação de Eventos Discretos (SED) tem sido uma ferramenta confiável para o gerenciamento de projetos, na medida em que a evolução de um projeto pode ser entendida como incrementos discretos de avanço do projeto no tempo (LEAL, OLIVEIRA, 2011).

Ao contrário do que se pensa, segundo Leal e Oliveira (2011), a utilização de simulação em gerenciamento de projetos não é um assunto novo, o tema apenas esteve estagnado por muito tempo. Entretanto, a partir da popularização da computação nos últimos vinte anos, este tema entrou em evidência e conseqüentemente, vem progredindo o número de publicações (IJPM, 2010).

Em seus estudos, Leal e Oliveira (2011) concluíram, por meio de uma abordagem histórica, que, a Simulação de Eventos Discretos (SED) é a metodologia mais frequente em aplicações de simulação em gerenciamento de projetos, sendo o Software ARENA da Rockwell Software Corporation, o mais utilizado em estudos de caso dessa ordem, tanto em âmbito empresarial quanto acadêmico.

2.2 Ferramenta ARENA de simulação

Ao longo dos anos, a simulação se tornou uma ferramenta poderosa para planejamento, projeto e controle de sistemas, sendo hoje, vista como uma metodologia indispensável de solução de problemas para engenheiros, projetistas e gestores. Além da animação ser um técnica apropriada para apresentar resultados a administração, é capaz de identificar os “gargalos” de processos, abrindo caminho para futuras alterações projetuais.

Silveira, Silva e Belarmino (2006) destacam em seu estudo algumas situações que justificam e corroboram o uso de simulação com o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real, sendo essas:

- a) Para descrever o comportamento de um sistema;
- b) Quando experimentar é dispendioso;
- c) Quando realizar testes reais é arriscado ou impossível.

As autoras ainda acrescentam a respeito da evolução dos sistemas computacionais, sem os quais não seria possível demonstrar com fidelidade as características e complexidades dos problemas reais, determinados assim, por essa ferramenta cada vez mais utilizada nas mais variadas áreas de conhecimento.

De acordo com Chwif e Medina (2006), na década de 80 surgiram os primeiros softwares simuladores com interface própria que minimizam as linhas de programação. Foi nessa época que a simulação passou a explorar o potencial do computador pessoal permitindo a utilização de técnicas de representação gráfica ou visual para simular paisagens reais ou projetadas. Existem hoje inúmeros programas com esta habilidade, dentre os quais destaca-se o ARENA.

Lançado em 1993, o Software ARENA da Rockwell Software Corporation é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém inúmeros recursos para modelagem, animação, análise estatística e análise de resultados. É direcionado para a Simulação de Eventos Discretos. Segundo Chwif e Medina (2006), a Simulação de Eventos Discretos (SED) é utilizada para modelar sistemas que mudam o seu estado em momentos discretos no tempo, a partir da ocorrência de eventos. Ou seja, em situações quando cada evento ocorre em instantes determinados no tempo. Também possui capacidade de modelar re-trabalhos, eventos probabilísticos e processos de decisões (LEAL, OLIVEIRA, 2011). A linguagem incorporada ao ARENA é o SIMAN (Simulation Analysis), uma linguagem utilizada em SED que permite ao usuário usar um modelo de simulação orientado a processos, a eventos, ou na combinação dos dois. Além do software comportar a construção de modelos de simulação, Prado (1999) destaca que o ARENA apresenta as seguintes ferramentas:

- a) Analisador de dados de entrada;
- b) Analisador de resultados;
- c) Visualizador da simulação;
- d) Execução em lotes.

A partir do software de simulação ARENA, é possível programar um modelo e avaliá-lo imediatamente, modificando-o a partir dos desajustes detectados, realizando novas predefinições e voltando a executá-lo até que o resultado seja satisfatório. Auxilia profissionais de diversas áreas, principalmente da área da informática e engenharia.

Dentre as diversas possibilidades, o software ARENA é aplicado para suprir as dificuldades existentes na compreensão de certos conceitos, tais como a influência dos gargalos e do tamanho do lote de fabricação no lead time, na formação de filas ou de estoques à montante de um centro de operações. Portanto, este software auxilia em questões relacionadas ao balanceamento do fluxo produtivo a partir de simulações no recurso gargalo sob a influência do tamanho do lote de fabricação (SILVA, PINTO e SUBRAMANIAN, 2007).

2.3 A indústria moveleira nacional

De uma forma geral, a indústria moveleira nacional apresenta as seguintes características:

Quanto à organização, Ben (2001), Rosa et al. (2007), Campanhola (2008) e MOVERGS (2012) asseguram que a indústria moveleira é composta, predominantemente, por micro e pequenas empresas que, devido à grande abrangência do setor e à apresentação de uma grande variedade de produtos. Tais organizações moveleiras foram desenvolvidas em polos específicos, a maioria localizada na região sul e sudeste do país. Cabe pontuar que 74% dos estabelecimentos estão localizados nos principais polos produtores do país, ou seja, na Grande São Paulo, Votuporanga (SP), Mirassol (SP), Bento Gonçalves (RS), São Bento do Sul (SC), Araçatuba (PR) e Ubá (MG), cada qual apresentando especificidades em relação aos produtos desenvolvidos.

Quanto ao mercado, destaca-se o cenário altamente competitivo em que as organizações moveleiras estão inseridas. Esse mercado, segundo Rosa et al. (2007) e Dias et al. (2011), é segmentado em relação a três fatores: a matéria-prima empregada (madeira maciça e madeira transformada, metal, estofados, entre outros); o tipo e o destino do mobiliário produzido (residencial e institucional entre outros); a característica empregada no produto desenvolvido. Tal produto pode ser classificado como retílineos, se for um móvel apresenta um desenho simples, com poucos detalhes e linhas retas, porém com acabamento sofisticado; ou como torneado, se apresentar um desenho mais elaborado, com muitos detalhes, combinando formas retas e curvas.

Quanto à tecnologia empregada, Rosa *et al.* (2007), Negrini *et al.* (2007), Dias *et al.* (2011) destacam que o setor moveleiro nacional apresenta densidade tecnológica relativamente baixa, se comparada a outros segmentos tradicionais, como o têxtil ou o alimentício, peculiares de países em desenvolvimento. Porém, a partir do desenvolvimento das redes de cooperação, essas organizações passaram a adquirir atualização técnica e capacitação tecnológica acessível.

Rosa *et al.* (2007, p. 96) destaca, ainda, a heterogeneidade do nível tecnológico empregado, mesmo dentro de uma mesma unidade produtiva, o que traduz a dificuldade da automação, especialmente, no que diz respeito ao caráter descontínuo do processo produtivo que, por sua vez, “se deve à natureza da matéria-prima utilizada, bem como à padronização relativamente pequena dos produtos”.

Quanto ao grau de inovação, Dias *et al.* (2011) afirma que as organizações moveleiras se apoiam no aperfeiçoamento do design aplicado aos produtos, assim como na inclusão de novos materiais como forma de desenvolver diferenciais competitivos. Entretanto, Lorenzini *et al.* (2011, p. 5) destacam que “a presença de design não se revela e, tampouco, os dados fornecem instrumentos que meçam o grau de desenvolvimento nesse aspecto.”

Em um estudo realizado pela Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário (ABIMÓVEL) divulgado no Panorama do setor moveleiro no Brasil (2012), foram identificados três processos de design de produto empregados pela indústria moveleira nacional. Seguem:

- **Projeto híbrido:** Método de design característico das micro e pequenas empresas. Consiste na elaboração de projetos baseados na observação e reprodução de modelos de concorrentes já presentes no mercado, agregando diversas características de design em um único produto.
- **Desenvolvimento de projetos:** Consiste no desenvolvimento de projetos originais por parte das organizações moveleiras, baseados no trabalho de profissionais ou escritórios de design, produzindo, assim, um design próprio e diferenciando-se da concorrência pela identidade característica. É o processo de design de produtos das grandes empresas moveleiras.
- **Compra e adaptação de projetos estrangeiros:** Processo de design característico das empresas do segmento de mobiliário para escritório. Consiste na aquisição e na adaptação de projetos desenvolvidos por empresas presentes no mercado internacional e de características de design já consolidadas.

Quanto ao processo produtivo, o setor moveleiro nacional apresenta um alto nível de verticalização. Segundo Coutinho e Ferraz (1995), Motta (2004) e Negrini *et al.* (2007), esta característica dá-se devido ao fato de que as organizações moveleiras apresentam cadeias produtivas distintas, congregando inúmeros processos tecnológicos, nos quais o desenvolvimento produtivo “está intimamente vinculado ao crescimento de antigas marcenarias que trabalhavam com produção sob encomenda em pequena escala” (BEN, 2001, p. 23). Assim sendo, Rosa *et al.* (2007), considera o setor moveleiro nacional como um dos mais conservadores da atual estrutura produtiva.

2.3.1 As micro e pequenas empresas do setor moveleiro nacional

De acordo com os dados apresentados no relatório do setor moveleiro, panorama Brasil e RS (MOVERGS, 2012), existem no Brasil aproximadamente 16,5 mil empresas fabricantes de mobiliário, das quais cerca de 74% são micro e pequenas empresas, a maioria de caráter familiar, com cultura gerencial centralizadora na figura de um único gestor, sendo o conhecimento e as regras de gestão são adequadas a cada situação. Em geral, tais empresas apresentam-se sem uma estrutura definida quanto ao planejamento e ao desenvolvimento de

produtos. Cada procedimento é modificado, alterando constantemente a integração dos projetos. Esse sistema exige muita atenção por parte do gestor da organização, pois qualquer alteração no processo de desenvolvimento do projeto pode comprometer características de custo e o cronograma, além de interferir na execução dos demais projetos de responsabilidade da empresa. Segundo Dal Piva (2007), visto que cada produto fabricado é exclusivo, quanto maior for a empresa mais difícil é administrá-la e manter o mesmo padrão de qualidade, pois nem todas as peças são fabricadas ao mesmo tempo ou passam pelos mesmos processos.

Dal Piva (2007, p. 17) destaca algumas vantagens do processo de fabricação de mobiliário sob encomenda:

- O cliente financia a fabricação do produto;
- A fabricação é personalizada, concebendo um produto exclusivo;
- O mobiliário adapta-se melhor ao espaço da residência em que será alocado;
- O produto apresenta maior resistência e durabilidade;
- Proporciona maior rentabilidade por produto produzido.

Quanto às desvantagens, Dal Piva (2007, p. 18) destaca as seguintes características sobre a produção de móveis sob encomenda:

- Apresenta um excesso de operações manuais;
- Baixa disponibilidade de mão-de-obra especializada;
- Requer grande quantidade de matéria-prima, o que acarreta no alto custo ao produto desenvolvido.

3. Metodologia e aplicações

Segundo Santos (2000), três critérios são normalmente utilizados para identificar a natureza metodológica da pesquisa, tais como: objetivos, procedimento da coleta ou de acordo com as fontes utilizadas durante a coleta de dados.

Tratando-se de uma pesquisa científica quantitativa e qualitativa a nível acadêmico, e, segundo os objetivos, apresenta caráter descritivo, explicativo. Santos (2000) define a pesquisa descritiva como um levantamento dos componentes do fato/problema e explicativa por criar uma teoria aceitável a respeito de um fato ou fenômeno, visando aprofundar o conhecimento da realidade.

De acordo com os procedimentos da coleta, a atual pesquisa é experimental, ao ponto que Santos (2000) a descreve quando um fato ou fenômeno da realidade é reproduzido com objetivo de descobrir os fatores que o produzem ou que por ele são causados. Ainda de acordo com os procedimentos da coleta, Yin (2005) apresenta os estudos de caso como uma estratégia para controlar os acontecimentos inseridos em algum contexto da realidade.

3.1 Descrição do problema

O problema de pesquisa desenvolve-se no contexto das pequenas empresas de mobiliário que apresentam um caráter de produção mista. Onde, dentro de sua estrutura produtiva, desenvolvem o planejamento e execução tanto de projetos sob encomenda, de aspecto exclusivo, como de produtos seriados, onde ocorre a reprodução contínua a partir do planejamento de um único projeto.

Para a obtenção dos resultados da pesquisa empreendida, será necessária a realização de um estudo de caso sobre micro e pequenas empresas de mobiliário sob encomenda localizadas na

cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, a fim de proporcionar uma visão geral acerca dessas organizações em relação aos seus processos de planejamento e produção de novos produtos. Para isso, faz-se imprescindível buscar um entendimento sobre as características socioeconômicas do município em questão e sobre o modo como as organizações moveleiras pertencentes a esse município estão configuradas.

A cidade de Santa Maria localiza-se na região central do Estado do Rio Grande do Sul, a 285 km da capital Porto Alegre e abriga uma população de, aproximadamente, 263 mil habitantes fixos e 40 mil habitantes flutuantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012). Apresenta economia voltada para o comércio e para a prestação de serviços, o que revela a grande força do setor terciário no município. Embora possua uma área destinada ao distrito industrial, localizada em uma posição estratégica, este sofre com a falta de infraestrutura e, conseqüentemente, com a falta de indústrias instaladas na cidade.

O setor moveleiro municipal é formado por um conjunto de 33 micro e pequenas empresas, com até 15 funcionários, de caráter familiar e cultura gerencial centralizada na figura de um único gestor. A cidade de Santa Maria ocupa a 14^a colocação entre os municípios gaúchos no que se refere à concentração de empresas do segmento moveleiro.

3.2 Caracterização do cenário de pesquisa

A empresa selecionada marca presença no mercado santa-mariense a partir do desenvolvimento de mobiliário sob encomenda para ambientes planejados, tanto residenciais quanto corporativos. Esta, de caráter familiar, é classificada como micro e pequena empresa a partir da classificação proposta pela MOVERGS devido ao número de membros presentes em sua estrutura organizacional.

O atendimento e a concepção de projetos de novos produtos são de responsabilidade de profissionais de formação acadêmica em design de produtos, atuando junto ao setor destinado ao atendimento e desenvolvimento de produtos.

O processo produtivo presente na organização configura-se como fragmentado e heterogêneo, muito devido as características dos produtos desenvolvidos, que por serem mistos, exigem adaptação diária as necessidades dos projetos em desenvolvimento. Embora esta organização possua maquinário que proporcione agilidade na produção das peças, ainda este processo é predominantemente manual e artesanal.

A matéria prima predominantemente empregada classifica-se como painéis de madeira reconstituída com revestimento sintético, com vistas para a redução de custos a partir da supressão do processo de pintura das peças produzidas. O estoque, em sua grande maioria é destinado aos metais e ferragens, já que os painéis de madeira reconstituída não são armazenados em grande quantidade, pois a empresa tem como rotina adquirir a matéria prima somente após a aprovação do projeto pelo cliente.

A referida organização possui parceria com uma empresa de médio porte e de produção seriada, localizada na cidade de Restinga Seca, Rio Grande do Sul. Esta parceria consiste na produção de uma quantidade determinada de produtos a cada trinta dias. Como forma de organização produtiva, a organização estudada divide o formato da produção por períodos, onde 80 horas mensais são destinadas a produção do mobiliário sob encomenda e, as outras 80 horas restantes, destinadas a produção seriada proposta pela empresa de Restinga Seca, realizadas em 8 horas diárias.

A parceria estipulada entre as duas organizações consiste na produção de três diferentes produtos, comercializados exclusivamente pela empresa de Restinga Seca, sendo descrita dessa forma:

- Produção de 50 unidades mensais de cabeceiras para camas de casal. Confeccionadas em madeira transformada e acabamento em PU.
- Produção de 50 unidades mensais de suportes de mesa de jantar. Confeccionadas com emprego simultâneo de madeira transformada e madeira natural, com acabamento em PU.
- Produção de 200 unidades mensais de cadeiras para jantar. Confeccionadas a partir da madeira natural e acabamento em verniz.

Desta forma, o estudo concentra-se na avaliação do processo produtivo referente ao período de produção do mobiliário seriado, buscando identificar as principais etapas e os "gargalos", os quais podem limitar a capacidade final de produção.

3.3 Modelagem e implementação

Para montar um modelo no software Arena, são fornecidas as informações sobre o que acontece em cada estação de trabalho e informações sobre o deslocamento entre as estações. A modelagem foi elaborada da seguinte maneira:

- Três projetos de entrada = 3 Creates, o de cabeceiras para cama de casal - (1.6 horas, quantidade 1), o de cadeiras (1.6 horas, quantidade 4) e o projeto do suporte de mesas (1.6 horas, quantidade 1).
- Os projetos passam pela avaliação do gerente de produção - Process (Const 1 minuto) e seguem para uma tomada de decisão - Decide, já sabendo a quantidade necessária de matéria-prima para ser utilizada em cada projeto.
- Da matéria-prima separada, ocorre o deslocamento da matéria-prima — Process TRIA (0.5, 1, 1.5) min - do estoque para o pavilhão. A madeira transformada é utilizada para a fabricação das cabeceiras. A matéria-prima mista é utilizada na confecção dos suportes de mesa e as cadeiras são confeccionadas a partir de madeira natural.
- A etapa seguinte separa (Decide) as matérias-primas de acordo os processos de corte. Foram estabelecidas 4 estações de corte com equipamentos para este fim, conforme as propriedades e dimensões de corte de cada peça, sendo elas, Process Serra-fita (com um funcionário na máquina, TRIA (20,30,40) min; Process Esquadrejadeira (com um funcionário para cortar peças grandes, TRIA (10,15,20) min; Process Desengrossadeira (com um funcionário, TRIA (13, 24.5, 36) min e Process de estopo (com um funcionário, TRIA (8,12,16) min. Na sequencia e, respectivamente, a identificação e descrição técnica do maquinário utilizado no processo.
- Finalizados os cortes, ocorre a separação – por tomada de decisão Decide – das peças para o processo de lixação. Esta etapa é realizada em um Process denominado Lixadeira de Cinta (um funcionário efetua a lixação, TRIA (35, 45, 55) min.
- As peças pré-fabricadas permanecem no estoque – Process Unif (90, 180) min - até que todas estejam prontas para seguirem para a furação, as quais, novamente passam por um Decide, onde 75% segue para a furadeira horizontal - Process TRIA (15, 30, 45) min - e 25% para tupia - Process TRIA (10, 15, 20) min. Abaixo, e, respectivamente, imagens ilustrativas dos equipamentos citados.
- Após a etapa de furação, as peças permanecem em espera para a lixação – Process Unif (30, 120) min, para em seguida, passarem pela lixação manual (Process com um funcionário, UNIF (80, 180) min.
- As peças lixadas, através de um Decide, são separadas para o acabamento. 10% vão para a aplicação da massa, em 30% aplica-se o Primer e, o restante – a matéria-prima mista –

passa por outro Decide para separar as peças que vão para a massa das que vão direto para a pintura. Como visto, a etapa de acabamento se divide em Process Massa – UNIF (180, 240) min - e, Process Primer – UNIF (10, 20) min.

- A partir de um novo Decide, separam-se as peças para a pintura. As peças de madeira natural seguem para o Process Verniz – UNIF (10, 20) min, e as peças de madeira transformada seguem para a Pintura PU – Process UNIF (30, 90) min.
- Então, ocorre o processo de secagem – Process Secagem CONST 24 horas.
- Em seguida, é realizada a montagem dos móveis – Process Montagem TRIA (12, 24, 36) min.
- Para então, os produtos finalizados serem embalados – Process com um funcionário TRIA (10, 15, 20) min - e direcionados para o depósito - Dispose.
- A seguir, destaca-se a imagem ilustrativa da área de trabalho do ARENA, com a apresentação do fluxograma elaborado para simular a produção seriada em questão.

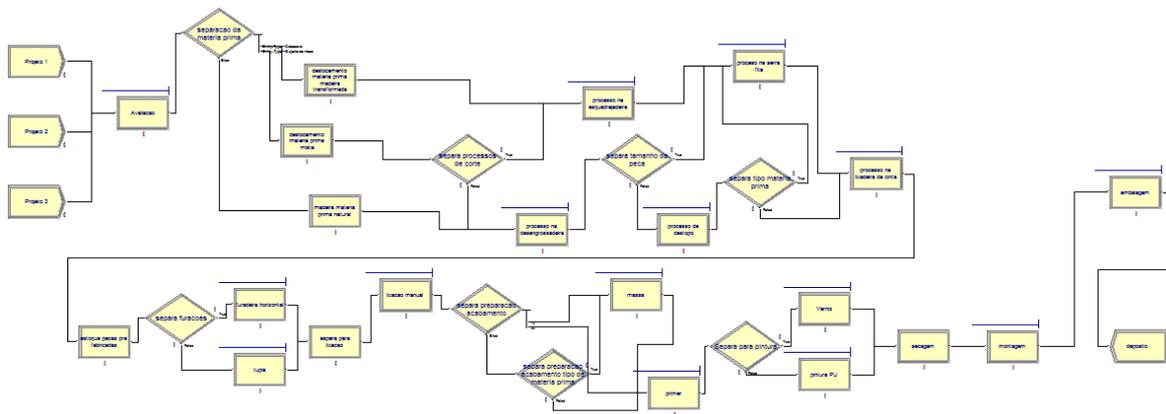


Figura 1: Modelagem - Fluxograma da marcenaria

4. Resultados

Após todos os dados terem sido fornecidos, a modelagem foi executada. Quando um modelo é executado, o Arena cria as entidades e as movimentações entre as estações de trabalho. Ao final da simulação, foram disponibilizados relatórios que mostram os principais resultados do processo.

Destaca-se que o processo atende aos requisitos de produção, quanto ao número de peças encomendadas. Existem pontos de gargalo no processo, onde formam-se filas, por se caracterizarem por processos demorados. As filas ocorreram nos setores de avaliação, processo desengrossadeira, processo de serra fita, processo lixadeira de cinta, lixadeira manual.

Como sugestão, acrescentar mais um funcionário em cada processo "problema" pra desafogar a linha de produção. Sobressaindo que, caso os processos que apresentaram a formação de filas fossem solucionados, a empresa poderia concluir a produção das peças encomendadas em um tempo inferior às 80 horas estipuladas.

5. Considerações finais

De modo geral, o processo de simulação possibilita a modelagem de sistemas reais para realização de testes e análise de diversos fatores, como a identificação de gargalos,

viabilidade de novos projetos, alterações de layout, estruturas organizacionais, aquisição de novos equipamentos, procedimentos operacionais, entre diversos outros, sem a necessidade do contato real com o sistema.

A simulação computacional aliada aos processos industriais torna-se um elemento chave para a otimização da produção e largamente utilizável por oferecer possibilidades de configuração de cenários, possibilitar grande facilidade de uso e interpretação dos resultados, além de disponibilizar um ambiente de trabalho propício para testes com várias ferramentas de análise.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO - ABIMÓVEL.** *Panorama do setor moveleiro no Brasil.* Disponível em: <<http://www.sebraego.com.br>>. Acesso em: agosto de 2012.
- BEN, F.** *Acumulação de Competências Tecnológicas e suas implicações para a performance corporativa: Um estudo comparativo entre duas empresas da indústria moveleira em Bento Gonçalves – RS.* Dissertação de Mestrado. FGV-EBAPE, 2001.
- CAMPANHOLA, C.** *Panorama Setorial. Cadeia Moveleira. Estudo prospectivo setorial- Móveis.* ABDI: Bento Gonçalves, nov. 2008.
- CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso C.** *Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações.* São Paulo: Ed. Dos autores, 2006.
- COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C.** *Estudo da competitividade da indústria brasileira.* 3º ed., São Paulo: Papirus, 1995.
- DAL PIVA, R.** *Processo de fabricação dos móveis sob medida.* Porto Alegre: SENAI/Fiergs, 2007.
- DIAS, E. C.; OPRIME, P. C.; JUGEND, D.** *Análise da inovação e capacitação tecnológica com enfoque no PDP: survey em um cluster industrial de móveis da microrregião de Votuporanga-SP.* 8º Congresso em gestão de desenvolvimento de produto. Porto Alegre, 2011.
- GOLÇALVES, José E. I.** *As empresas são grandes coleções de processos.* RAE - Revista de Administração de Empresas. V. 40, n. 1, p. 6-19, 2000.
- IJMP, EDITORIAL.** *Evolution of project management research as evidenced by papers published in the international journal of project management.* International Journal of Project Management, v.28, p.1-6, 2010.
- KIPPER, Liane Mahlmann; FROZZA, Rejane; MARIANI, Bruna Bueno; MACHADO, Cátia Milena Lopes.** *Revista techno-lógica, Santa Cruz do Sul.* V. 17, n. 1, p. 66-77, Jan./Jun. 2013.
- LEAL, Leonardo Rosas; OLIVEIRA, Mario Jorge Ferreira de.** *Simulação aplicada ao gerenciamento de projetos: uma revisão.* Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.11, n. 2, p. 503-525, Abr./Jun., 2011.
- LORENZINI, G.C. ; LIBÂNIO, C.S ; WOLFF, F. ; AMARAL, F. G.** *Inovação através da gestão de design: estudo de caso em uma empresa moveleira da Serra Gaúcha.* In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 2011, Porto Alegre. Open Innovation e a Gestão de desenvolvimento de produtos: da teoria à prática. Porto Alegre: IGDP, 2011.
- MOTTA, F. G.** *Relatório setorial preliminar.* FINEP, Rio de Janeiro, 2004.
- MOVERGS.** *Setor moveleiro: panorama Brasil e RS.* Disponível em: <http://www.movergs.com.br/arquivos/Apresentacao_site_MOVERGS_Maio_2012.pdf>. Acesso em: junho 2012.
- NEGRINI, F.; WITTMANN, M. L.; BATTISTELLA, L. F.** *Análise da competitividade de uma rede de empresas do setor moveleiro do Estado do Rio Grande Do Sul.* REDES, Santa Cruz do Sul, v. 12, n. 2, p.127-144 mai./ago. 2007.
- PRADO, D. S.** *Usando o Arena em simulação.* Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial. Série Pesquisa Operacional, v. 3. 1999.
- ROSA, S. E. S.; CORREA, A. S.; LEMOS, M. L. F.; BARROSO, D. V.** *O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar.* BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25, 2007.
- SANTOS, A.** *Metodologia científica: a construção do conhecimento.* 3ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

SILVA, L. M. F.; PINTO, M. G; SUBRAMANIAN, A. *Utilizando o software arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção.* In: ENEGEP - XXVII, Foz do Iguaçu PR, outubro de 2007.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: planejamento e métodos.* Tradução de Daniel Grassi. 3a ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.