



APLICAÇÃO DO SOFTWARE ARENA NUMA LINHA DE PRODUÇÃO DE CALÇADO PARA MELHORIA DO TEMPO E PRODUTIVIDADE

JOSE PAULO LUIZ JUNIOR - josepauloluizjr@gmail.com
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FATEC - JAÚ

CÁSSIO WILLIAM ASSIS DOS SANTOS - cassiojau@hotmail.com
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FATEC - JAÚ

EVANDRO ANTONIO BERTOLUCI - evandro.bertoluci@terra.com.br
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE JAHU - FATEC - JAHU

Resumo: ESTE ARTIGO APRESENTA ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA SIMULAÇÃO E VIABILIDADE DE FORMULAÇÃO, PELO SOFTWARE ARENA, DE MODELOS COMPUTACIONAIS QUE APRESENTEM RESULTADOS QUE PERMITAM PLANEJAR SOLUÇÕES PARA REDUZIR O NÚMERO DE GARGALOS NA EMPRESA PARA AUMENTAR A SUA PRODUTIVIDADE. ESTE TRABALHO É DE CARÁTER EXPLORATÓRIO, E A PESQUISA SERÁ DE NATUREZA QUANTITATIVA. O MÉTODO ESCOLHIDO FOI O ESTUDO DE CASO, PORQUE PERMITE A OBSERVAÇÃO REAL DO FENÔMENO QUE SE PRETENDE COMPREENDER. OS DADOS DE TEMPO FORAM CRONOMETRADOS E TRATADOS PELO SOFTWARE ARENA. PARA MELHOR CONCLUSÃO UTILIZAMOS A GESTÃO DE TEMPO, O SOFTWARE ARENA, QUE NOS PERMITIU PLANEJAR AS PROPOSTAS A SEREM APRESENTADAS PARA A EMPRESA ATINGIR UMA MAIOR PRODUTIVIDADE EM UM TEMPO MENOR. DIANTE DA IMPORTÂNCIA DO TEMA, O PRESENTE TRABALHO TEM POR OBJETIVO REALIZAR UMA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL, NO CONTEXTO DE PRODUÇÃO, CORRELACIONANDO TEMPO E QUALIDADE NO INTUITO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS GARGALOS QUE FAZEM COM QUE HAJA GRANDES NÚMEROS DE PERDAS DURANTE A PRODUÇÃO.

Palavras-chaves: SIMULAÇÃO; SOFTWARE ARENA; GESTÃO DE GARGALOS; INDÚSTRIA CALÇADISTA.

Área: 1 - GESTÃO DA PRODUÇÃO
Sub-Área: 1.6 - SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO

THE SOFTWARE ARENA IN SHOE PRODUCTION LINE FOR IMPROVEMENT OF TIME AND PRODUCTIVITY

Abstract: *THIS ARTICLE AIMS AT PRESENTING SOME CHARACTERISTICS OF SIMULATION AND FORMULATION FEASIBILITY BY ARENA SOFTWARE, OF COMPUTER MODELS THAT PRESENT RESULTS WHICH ALLOW PLANNING SOLUTIONS TO REDUCE THE NUMBER OF BOTTLENECKS IN THE COMPANY TO INCREASE ITS PRODUCTIVITY. THIS WORK IS EXPLORATORY, AND THE RESEARCH IS QUANTITATIVE. THE CHOSEN METHOD WAS THE CASE STUDY, CONSIDERING IT ALLOWS THE ACTUAL OBSERVATION OF THE PHENOMENON THAT AIMS TO UNDERSTAND. THE TIME DATA WERE TIMED AND PROCESSED BY ARENA SOFTWARE. IN ORDER TO ACHIEVE A BETTER CONCLUSION TIME MANAGEMENT WAS USED, ARENA SOFTWARE, WHICH ALLOWED US TO PLAN THE PROPOSALS TO BE PRESENTED TO THE COMPANY TO ACHIEVE GREATER PRODUCTIVITY IN A SHORTER TIME. GIVEN THE IMPORTANCE OF THE TOPIC, THIS STUDY AIMS TO CARRY OUT A COMPUTER SIMULATION IN THE CONTEXT OF PRODUCTION, CORRELATING TIME AND QUALITY IN ORDER TO IDENTIFY POTENTIAL BOTTLENECKS WHICH CAUSE A LARGE NUMBER OF LOSSES DURING PRODUCTION.*

Keyword: *SIMULATION; ARENA SOFTWARE; BOTTLENECKS MANAGEMENT; FOOTWEAR INDUSTRY.*

1 Introdução

De acordo com Freitas Filho (2008), a simulação tem sido cada vez mais aceita e empregada, visto que houve aumento significativo no poder de processamento das estações de trabalho aliado à facilidade de uso e à sofisticação dos ambientes de desenvolvimento de modelos computacionais. Ao efetuarmos certos tipos de estudos de planejamento, é comum depararmos com problemas de dimensionamento ou fluxo cuja solução é aparentemente complexa.

A cada dia as empresas são obrigadas a repensar suas operações. A necessidade de adequação a novos procedimentos, novas legislações e novas obrigações faz com que o tempo precise ser calculado e economizado ao máximo.

Nesse momento o tempo tem uma grande relação com a produção, constituindo-se em um dos recursos fundamentais de uma indústria. Assim, verifica-se que sua gestão contribui para a melhoria dos processos de produção, dos desempenhos coletivos e individuais e, consequentemente, da produtividade e também da qualidade do produto.

A simulação deve ser utilizada a favor das empresas, seja para prever gargalos, para simular mudanças, para melhorar a utilização dos funcionários, ou até mesmo para calcular o tempo em que se leva para produzir um produto e tentar diminuir o maior número de tempo ocioso e otimizar e melhorar em qualidade a produção.

2 MÉTODOS DE SIMULAÇÃO

Szymankiewci (1988) conceitua simulação da seguinte maneira: “simulação é uma das mais poderosas técnicas disponíveis para a solução de problemas. Ela consiste na construção de um modelo matemático, correspondente ao sistema real, que pode ser experimentado e avaliado, quando submetido a diversos cenários de ação”

De acordo com Pedgen (1990) apud COSTA (2006) a simulação é um modelo computacional que consegue representar eventos reais, para que sejam estudados, avaliados e entendidos, dando as empresas uma base para implantar novas estratégias que possam melhorar a operação.

No passado, a simulação era utilizada apenas quando todas as técnicas falhassem, pois era considerada uma técnica de último recurso, hoje, é uma das técnicas mais utilizadas em pesquisa operacional (LAW e KELTON, 1991 apud CHWIF e MEDINA, 2006).

A Simulação permite uma análise de um sistema em seu computador em pouco tempo, propiciando diversas visões que facilitam a uma tomada de decisões. (HARREL, 2000 apud MIRANDA, 2010).

Segundo COSTA (2006, p.12) “Em decorrência do aumento da complexidade dos sistemas produtivos a simulação ganha cada vez mais importância frente a mercados cada vez mais exigentes e instáveis”.

2.1 PASSOS NA FORMULAÇÃO DE UM ESTUDO ENVOLVENDO MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Para Freitas Filho (2008), os aspectos mais importantes no processo de análise e simulação podem ser observados na Figura, onde segundo o autor os passos devem ser seguidos para que se tenha um maior controle sobre o sistema a ser simulado e os resultados sejam os mais próximos da realidade:

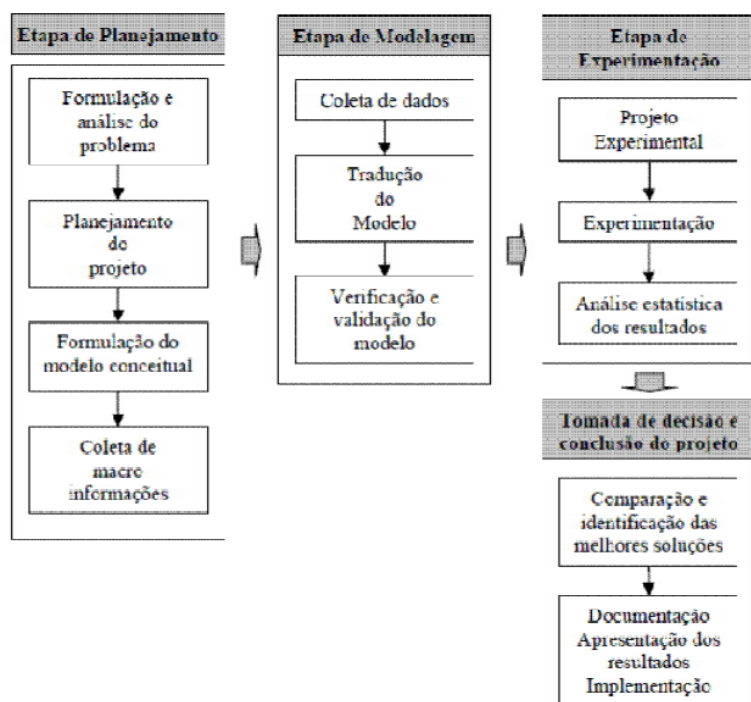


FIGURA 1 – Passos – Modelagem e simulação. Fonte: Freitas Filho (2008).

Na etapa de planejamento, a formulação e análise do problema podem ser descritas como os propósitos e objetivos do estudo devem ser claramente definidos; no planejamento do projeto deve-se ter certeza de que existam recursos suficientes no que diz respeito à pessoal, suporte, gerência, *hardware* e *software*.

Deve incluir também uma descrição dos vários cenários que serão investigados; a formulação do modelo conceitual refere-se a traçar um esboço do sistema de forma gráfica ou algorítmica; por fim a coleta de macro informações são os fatos e informações estatísticas fundamentais, derivadas de observações, experiências pessoais ou de arquivos históricos.

Na etapa seguinte caracterizada como Modelagem, tem-se a coleta dos dados reais que representam o sistema analisado; em seguida é realizada a tradução do modelo onde é codificado o modelo em uma linguagem de simulação apropriada; por fim é realizada a verificação e validação do modelo, nesta parte o modelo é confirmado e opera de acordo com a intenção do analista.

A etapa que segue é denominada como experimentação, onde, de modo geral é projetado um número de experimentos que produza a informação desejada determinando como cada um destes testes devem ser realizados, então são realizados experimentos, ou seja, simulações para a geração dos dados desejados e para a realização das análises de sensibilidade para então interpretar os resultados e realizar a análise estatística dos resultados.

Por fim é realizada a tomada de decisão e conclusão do projeto, onde é executada uma comparação entre os sistemas e identificadas às melhores soluções, ressalta-se que normalmente o objetivo é comparar um sistema existente ou considerado como padrão, com propostas alternativas; então as hipóteses são levantadas, os parâmetros são identificados e os resultados e a implementação são apresentados, sendo que se deve confirmar os objetivos do projeto apresentando os problemas resolvidos e os benefícios alcançados com as soluções propostas.

3 SOFTWARE ARENA

De acordo com PRADO (1999) o ARENA permite visualizar um conjunto de estações de trabalho de prestação de serviços, se movendo através do sistema para descrever uma

atividade real; o sistema analisa os dados de entrada (Input Analyzer) e escolhe a melhor distribuição que se aplica ao modelo, essa distribuição pode, também, ser incorporada diretamente no modelo.

O analisador de resultados (Output Analyzer) possui vários recursos para analisar dados coletados durante a simulação, e pode comparar estatísticas. A taxa de utilização (chamada de “Utilization”) computa os tempos ocupados de cada funcionário e divide este valor pelo tempo real (PRADO, 1999).

Dentre as inúmeras vantagens da simulação, uma delas é a de permitir a tomada de decisão baseada em modelos que representam situações reais de uma empresa. Os dados inseridos e processados pelo software podem ser alterados e os resultados podem compor cenários melhores a serem implementados, sem custos provenientes de alterações reais no sistema.

O Arena é um software simulador, que irá nos auxiliar na tomada de tempo e apresentar dados que farão com que se consiga mensurar o tempo perdido e assim sucessivamente a perda de qualidade de produto.

4 ESTUDO DE CASO

A pesquisa caracterizou-se por um estudo de caso numa empresa de calçados da cidade de Jaú-SP. Para o levantamento de dados foram utilizados os históricos de produção da empresa, onde foram apresentados dados como quantidade de produção, número de funcionários nos setores, tempo em cada setor produtivo e quantidade de produto perdido no final do dia.

Na atual situação da indústria calçadista em Jaú, onde diversas empresas estão sendo fechadas por diversos motivos, e por este motivo, para que não haja desperdício de produto e tempo, será feita uma análise de possíveis gargalos que influenciem na qualidade da produção e consequentemente grandes desperdícios no final de um dia de produção.

Para representar o sistema produtivo da indústria de calçados, construiu-se um fluxograma no software ARENA, que está representado abaixo:

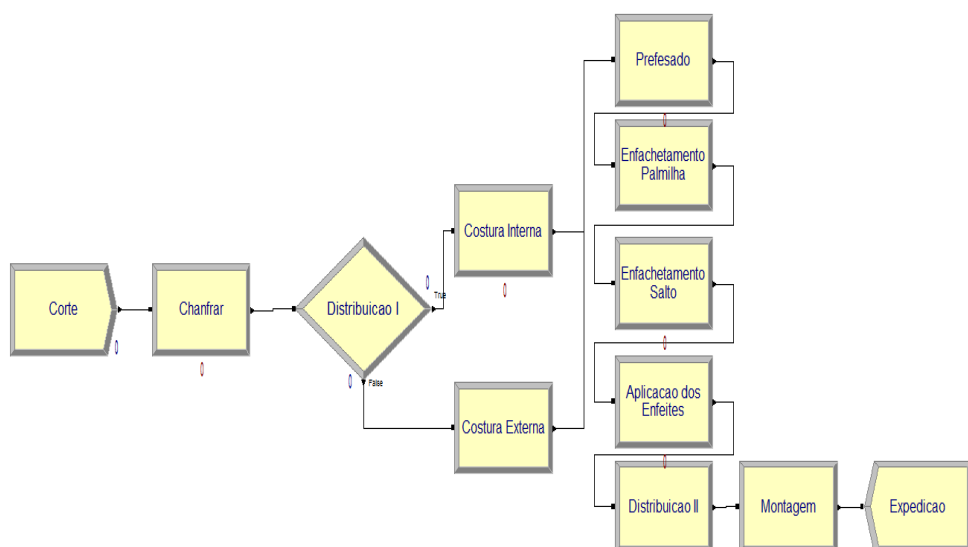


FIGURA 2 - Fonte: Produção do Próprio Autor

5 COLETA DE DADOS

A fabricação de um calçado é dividida em várias etapas, as quais a matéria prima passa por todas elas, até a fabricação completa do calçado e elas devem ser realizadas no menor tempo possível. Com a grande variedade de calçados no mercado, as revendedoras procuram hoje em dia fabricas que consigam entregar em menor tempo o produto e com uma qualidade aceitável para o mercado as quais estão sujeita.

Abaixo, estão representadas as etapas de fabricação do calçado e sua duração, conforme observados, mínima, máxima e modal. Para melhor análise utilizaremos como exemplo a fabricação de uma sapatilha básica.

Para realização da análise os dados foram retirados do sistema utilizados pela empresa referente ao mês de abril de 2015, o qual nos mostrou o tempo que leva em cada processo, a quantidade de funcionário por setor e a quantidade de produtos fabricados, segue abaixo os dados:

TABELA 1 – Quantidade de Funcionários por Processo

Quantidade Funcionários por processo								
Corte	Chanfrar	Costura Int.	Costura Ext.	Prefesado	Enf. Palm.	Distrib 2	Montagem	Expedição
2	1	10	4	10	1	1	8	5

Fonte: Produção do Próprio Autor

TABELA 2 – Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)

Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)									
Lote	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Costura Ext.	Prefesado	Enf. Palm.	Distr. 2	Mont.	Exp.
105	105	80	105	105	105	180	55	105	105

Fonte: Produção do Próprio Autor

Os dados acima são referentes a uma produção de 1 lote de 1500 pares de sapatilhas, que atualmente levam 10 dias para serem fabricados.

6 RESULTADOS

Foram simulados 31680 segundos que equivalem a um dia de produção. No cenário atual saem em média 161 pares de calçados por dia.

Ao final desta seção, serão apresentadas as tabelas que irão resumir os resultados da situação atual e as propostas simuladas no software ARENA.

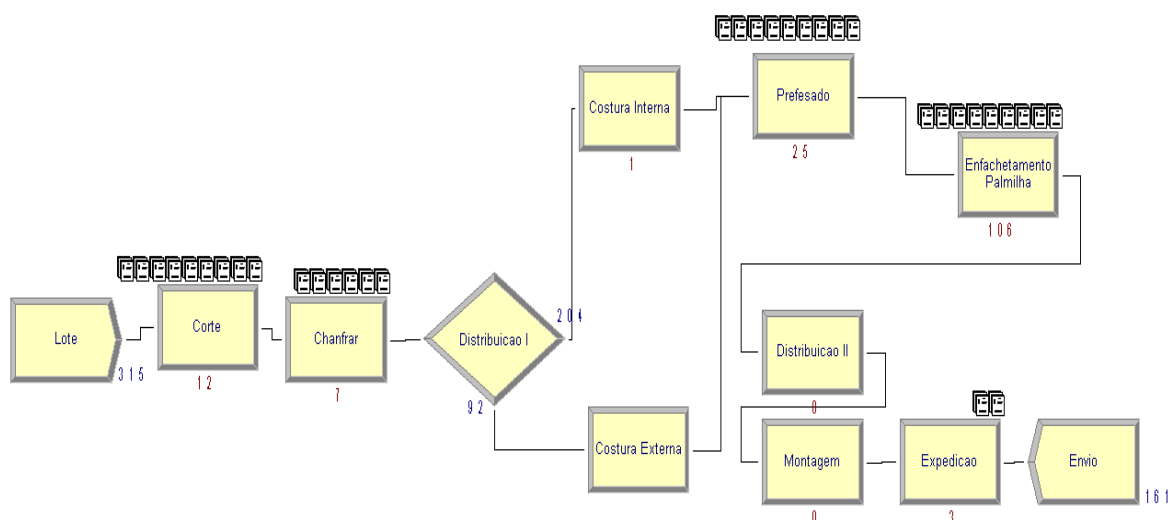


FIGURA 3 - Fonte: Produção do Próprio Autor

System
Number Out
Average
161

FIGURA 4 - Fonte: Produção do Próprio Autor

6.1 PROPOSTA 1

Para melhorar o desempenho da produção, propõem que se terceirize a etapa de enfachetamento de palmilha e a diminuição do tempo de corte para 100 segundos.

TABELA 3 - Quantidade Funcionários por processo

Situações	Quantidade Funcionários por processo							
	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Costura Ext.	Prefesado	Distrib 2.	Montagem	Expedição
Proposta 1	2	1	10	4	10	1	8	5

Fonte: Produção do Próprio Autor

TABELA 4 - Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)

Situações	Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)								
	Lote	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Costura Ext.	Prefesado	Distrib 2.	Montagem	Expedição
Proposta 1	105	100	80	105	105	105	55	105	105

Fonte: Produção do Próprio Autor

Abaixo seguem os resultados:

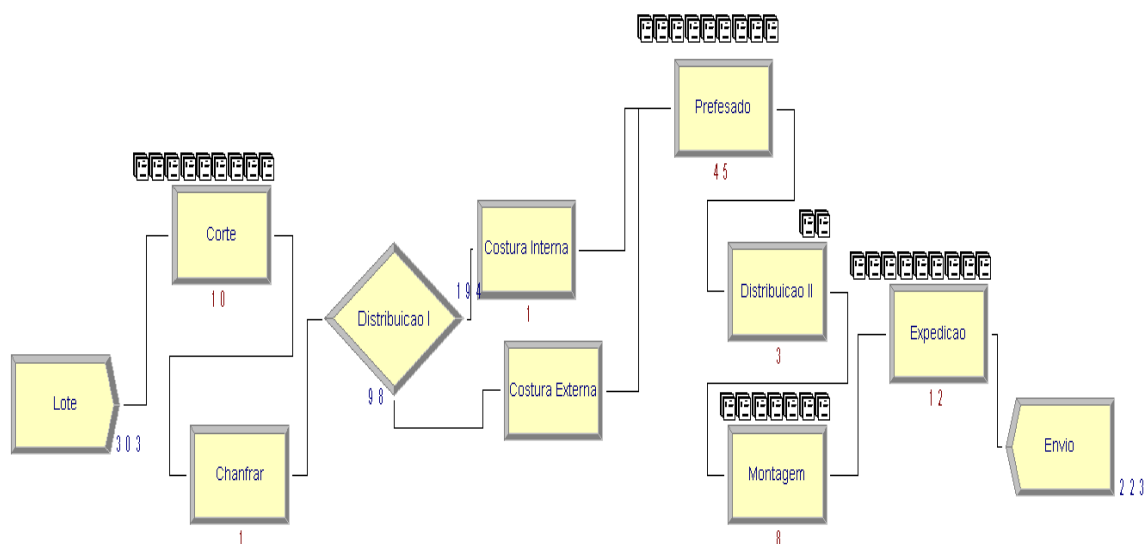


FIGURA 5- Fonte: Produção do Próprio Autor

System
Number Out
Average
223

FIGURA 6 - Fonte: Produção do Próprio Autor

Com essas duas alterações se podem notar algumas melhoras como, o número de saídas de produtos aumentou de 161 pares para 223 pares, porém ainda continua com o gargalo, só que agora, no setor de prefesado de 1079,22 segundos no tempo médio de na espera.

6.2 PROPOSTA 2

Analisando as propostas feitas por vendedores se pode ver que o setor de prefesado não era mais útil para a empresa, pois o que se produzia no setor poderia ser comprado já pronto e por um preço muito mais acessível dinamizando a produção. Em virtude disso, optou-se por reativar o setor de enfachetamento da empresa, pois a terceirização não atendeu os padrões de

qualidade da empresa, porém, só que agora com 2 funcionários e com um tempo de 100 segundos, e manteve-se o tempo de 90 segundos na máquina de corte.

TABELA 5 - Quantidade Funcionários por processo

Situações	Quantidade Funcionários por processo							
	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Costura Ext.	Enf. Palm.	Distrib 2	Montagem	Expedição
Proposta 2	2	1	10	4	2	1	8	5

Fonte: Produção do Próprio Autor

TABELA 6 - Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)

Situações	Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)								
	Lote	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Costura Ext.	Enf. Palm.	Distrib 2	Montagem	Expedição
Proposta 2	105	100	80	105	105	100	55	105	105

Fonte: Produção do Próprio Autor

Abaixo seguem os resultados:

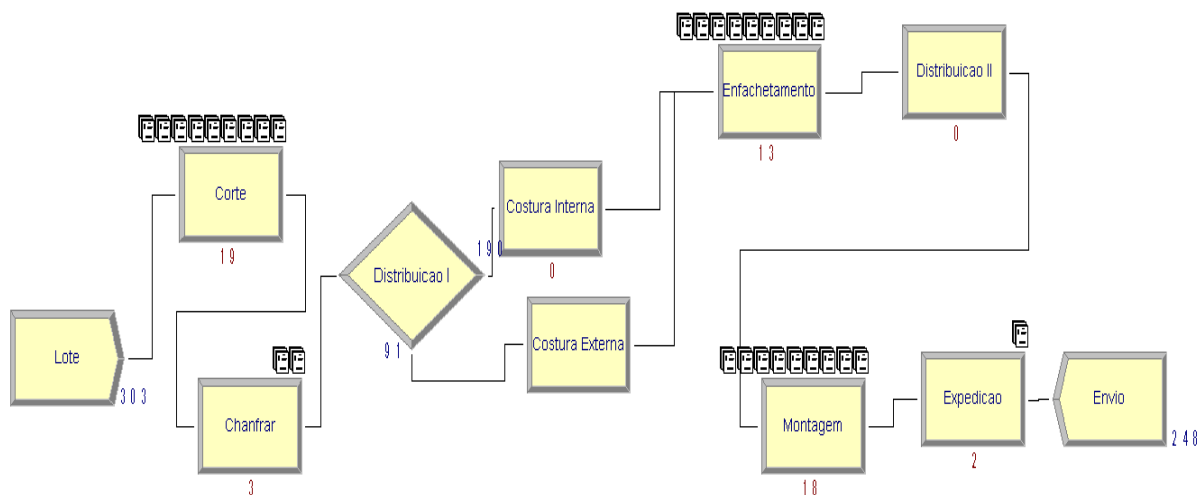


FIGURA 7 - Fonte: Produção do Próprio Autor

System
Number Out
Average
248

FIGURA 8 -Fonte: Produção do Próprio Autor

Com essas alterações se pode notar alguns pequenos avanços tanto no número de saída de pares que aumentou para 248 e também no tempo médio da fila, porém ainda existem alguns gargalos que precisam ser estudados e feitos novas propostas de melhorias.

6.3 PROPOSTA 3

Para esta nova proposta manteve-se o que foi proposto anteriormente, porém com algumas alterações que são:

- Novo layout da produção e disposição de máquinas para acelerar a produção
- Enfachetamento de palmilha com dois funcionários, com o tempo de 90 segundos.
- Diminuição do tempo do corte para 90 segundos
- Encerrar as atividades da costura externa, contratando mais dois funcionários para a costura interna e diminuir o tempo para 90 segundos, com isso não haverá mais distribuição I.
- Contratação de mais um funcionário para a etapa de chanfrar, diminuir tempo para 70 segundos.
- Fim da distribuição II.
- Montagem – contratar mais um funcionário e diminuir tempo para 90 segundos.
- Diminuir tempo da expedição para 90 segundos.

TABELA 7 - Quantidade Funcionários por processo

Situações	Quantidade Funcionários por processo					
	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Enf. Palm.	Montagem	Expedição
Proposta 3	2	2	12	2	9	5

Fonte: Produção do Próprio Autor

TABELA 8 - Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)

Situações	Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)						
	Lote	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Enf. Palm.	Montagem	Expedição
Proposta 3	105	90	70	90	90	90	90

Fonte: Produção do Próprio Autor

Abaixo seguem os resultados:

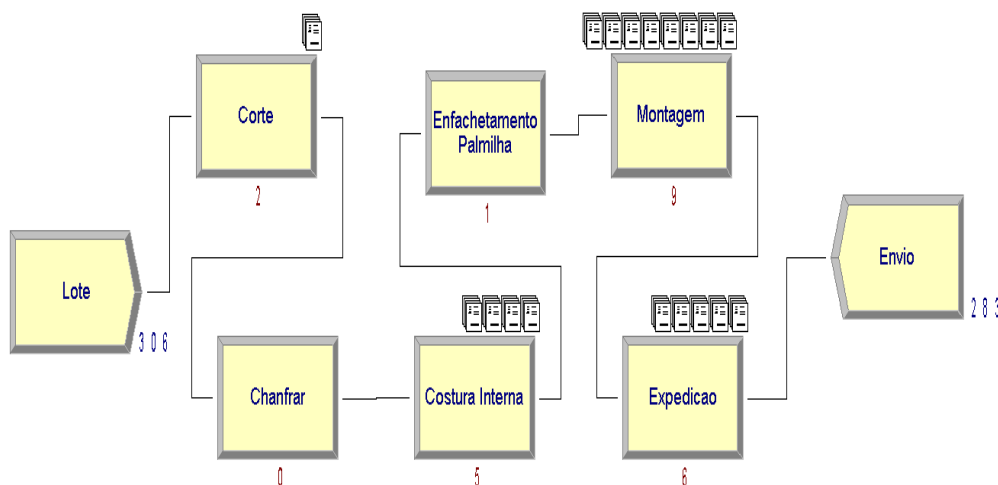


FIGURA 9 - Fonte: Produção do Próprio Autor

System
Number Out

Average
283

FIGURA 10 - Fonte: Produção do Próprio Autor

Com estas alterações pode ver uma evolução muito significativa na produção da empresa, como no número de saída de pares que evoluiu para 283 pares, e nos tempos de espera em cada setor que também baixaram, porém ainda não se conseguiu atingir a produção desejável.

6.4 PROPOSTA 4

Nesta proposta, antes de qualquer alteração de sistema foi dado um treinamento para os funcionários, tornando-os cada vez mais capacitados para desempenhar a função de forma rápida e com a qualidade que o contratante exige, após isso, foram feitas as seguintes propostas, mantendo as alterações da proposta passada com pequenas alterações:

- Enfachetamento de palmilha com dois funcionários, com o tempo de 75 segundos.
- Diminuição do tempo do corte para 85 segundos.
- Costura externa, contratar mais 1 funcionários para a costura interna e diminuir o tempo para 75 segundos.
- Montagem – Diminuir tempo para 75 segundos.
- Diminuir tempo da expedição para 75 segundos, contratar mais 1 funcionário.

TABELA 10 - Quantidade Funcionários por processo

Situações	Quantidade Funcionários por processo					
	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Enf. Palm.	Montagem	Expedição
Proposta4	2	2	12	2	9	6

Fonte: Produção do Próprio Autor

TABELA 11 - Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)

Situações	Processos de Produção Fábrica de Calçado (segundos)						
	Lote	Corte	Chanfrar	Costura Int.	Enf. Palm.	Montagem	Expedição
Proposta 4	105	85	70	75	75	75	75

Fonte: Produção do Próprio Autor

Abaixo seguem os resultados:

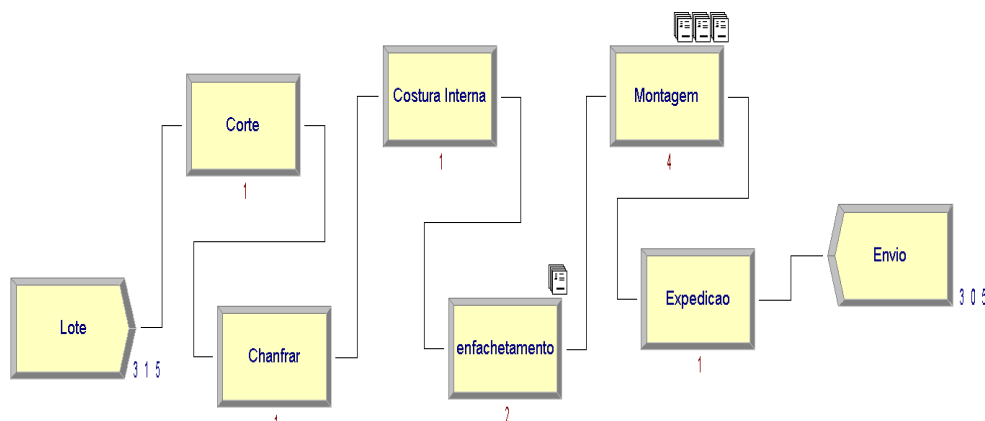


FIGURA 11 - Fonte: Produção do Próprio Autor



FIGURA 12 - Fonte: Produção do Próprio Autor

Com essas novas alterações, conseguimos atingir o resultado desejado, que é uma produção diária de 305 pares, diminuindo os tempos e quantidade média nas filas, gerando assim gargalos sem expressões ou que afetem significativamente no desempenho final.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no ARENA, foi possível simular algumas propostas para aumentar a produtividade diária da empresa de 161 pares para 305 pares, para atingir esse resultado, será necessário reduzir os tempos dos setores da produção aumentando a produtividade individual de cada funcionário, mas sem sobrecarregá-los, como no corte que inicialmente produzia um par a cada 105 segundos será necessário reduzir esse tempo para 85 segundos para atingir uma melhor eficiência no setor. Em alguns setores reduzir os tempos não será suficiente, será preciso contratar mais funcionários, como na Costura Interna que o tempo será reduzido de 105 segundos para 75 segundos e dois funcionários serão contratados para se atingir a produção diária. Também será necessária aplicação de treinamento para os funcionários para que eles possam serem capacitados na sua função. Outro ponto que também foi observado e que foi alterado foi à mudança no layout devido à exclusão de alguns setores, nos dando um maior espaço físico, para que houvesse essa exclusão foi feita uma pesquisa no mercado e os acessórios que eram produzidos na fábrica passaram a ser comprados prontos.

Atualmente 48,89% do lote diário não chega ao final da produção, não sendo enviado para o cliente e atrasando a sua entrega, com as mudanças propostas apenas 3,14% não será produzido, com esse aumento na produtividade os lotes serão entregues com uma melhor eficiência e mais próximos da data correta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA J. Otimizando sistemas, estudo de caso da empresa Biomecânica. (Tese de conclusão de curso de Logística, com ênfase em Transportes)- Faculdade de Tecnologia, Jahu, 2006.
- FREITAS FILHO, P. J. de. Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em arena. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- FREITAS FILHO, P. J. De. Simulação e análise do processo de *picking* no estoque de uma indústria moveleira (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – 2011.
- MIRANDA, Juliano Coelho et al. O Software Arena. Bacharelado em Ciência da computação- Centro Universitário do Sul de Minas–UNIS-MG. Disponível em: <http://www.cienciadacomputacao.unis.edu.br/files/2010/10/013_Arena.pdf> Acesso em 04/05/2015.

PRADO, D. S. Usando o Arena em simulação, Série Pesquisa Operacional. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999. v. 3.

SZYMANKIEWICZ, J., MCDONALD, J. & TURNER, K., Solving business problems by simulation. Grã-Bretanha, McGraw-Hill Book Company, 1988.