



FACULDADE DE PINDAMONHANGABA

**Marcos Aurélio Bernardes
Jonas Francisco de Paula**

**Modelagem e Simulação de uma Linha de Produção de Bancos
Automotivos no Brasil Utilizando *Software Arena***

Pindamonhangaba - SP

2012



MARCOS AURÉLIO BERNARDES

JONAS FRANCISCO DE PAULA

**Modelagem e Simulação de uma Linha de Produção de Bancos
Automotivos no Brasil Utilizando *Software* Arena**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do Diploma de Bacharel pelo Curso de Sistemas de Informação da Faculdade de Pindamonhangaba.

Orientador: Prof. Marco Antonio Vieira Sales, M. Eng.

Pindamonhangaba – SP

2012

Bernardes, Marcos Aurélio; Paula, Jonas Francisco.

Modelagem e Simulação de uma Linha de Produção de Bancos Automotivos no Brasil Utilizando *Software* Arena / Marcos Aurélio Bernardes e Jonas Francisco de Paula – Pindamonhangaba-SP: FAPI - Faculdade de Pindamonhangaba, 2012.

60f. II.

Monografia da Graduação em Sistemas de Informação FAPI-SP.

Orientador: Professor Marco Antonio Vieira Sales, M.Eng.

1 Modelagem. 2 Simulação. 3 Arena. 4 Arena e fábrica de bancos.

I Título



MARCOS AURÉLIO BERNARDES

JONAS FRANCISCO DE PAULA

Modelagem e Simulação de uma Linha de Produção de Bancos Automotivos no Brasil Utilizando *Software* Arena

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Bacharel pelo Curso de Sistemas de Informação da Faculdade de Pindamonhangaba.

Data: 14/12/2012

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Marco Antonio Vieira Sales Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura: _____

Prof. Reuel Adimar Lopes Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura: _____

Prof. Rogério Oliveira de Paula Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Marcos Aurélio Bernardes

Dedico este trabalho aos meus pais, por todos os ensinamentos.

A minha esposa e companheira Lúcia Helena dos Santos Bernardes,
por ser uma pessoa extraordinária em minha vida, que por tantas vezes me ajudou e
incentivou nos momentos difíceis, abrindo em minha vida um horizonte de felicidade.

AGRADECIMENTOS

Marcos Aurélio Bernardes

Primeiramente a Deus, por essa caminhada em minha vida.

À minha família por toda compreensão, incentivo e apoio.

À Faculdade de Pindamonhangaba pela concessão da
bolsa de estudos que permitiu atingir meu objetivo.

Agradecimento especial ao meu orientador Professor Marco Antonio Vieira Sales, M.Eng.

Agradeço também ao Professor Reuel Lopes.

Aos colegas que muitas vezes me ajudaram nas dificuldades.

DEDICATÓRIA

Jonas Francisco de Paula

Dedico esse trabalho aos meus pais e parentes que sempre estão orgulhosos de minha pessoa.

AGRADECIMENTOS

Jonas Francisco de Paula

Agradeço aos meus pais que sempre estiveram do meu lado dando muito apoio, ao Programa da Escola da Família, a Faculdade de Pindamonhangaba e os Professores Reuel Lopes e Marco Sales nosso orientador.

Foi muito grande o esforço para trabalhar todos os finais de semana para pagar a faculdade mas com muita fé em DEUS consegui vencer este obstáculo.

LISTA DE SIGLAS

AVI - Audio Video Interleave

Arquivo com a extensão de vídeo.

ISO 9000 - Organização Internacional de Normalização.

É relacionado às melhores práticas, para a gestão da qualidade nas organizações com a finalidade de atender os requisitos de qualidade dos clientes, os requisitos normativos aplicáveis, procurando aumentar a satisfação de seus clientes e a melhoria contínua de seu desempenho na busca de seus objetivos.

JIT - Just In Time

O sistema *JIT* tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo.

MAC - Medium Access Control

O *Medium Access Control* é um protocolo usado para fornecer a camada de enlace de dados da ethernet lan sistema.

MRP - Material Requirements Planning.

Cálculo das necessidades materiais.

TXT - Extensão de arquivo texto

São arquivos criados no notepad (bloco de notas).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Lógica de controle.....	21
Figura 2 Lógica de controle <i>SCAN</i>	22
Figura 3 Menu <i>File</i>	30
Figura 4 Menu <i>Edit</i>	31
Figura 5 Menu <i>View</i>	32
Figura 6 Menu <i>Tools</i>	33
Figura 7 Menu <i>Arrange</i>	34
Figura 8 Menu <i>Object</i>	35
Figura 9 Menu <i>Run</i>	36
Figura 10 Menu <i>Window</i>	37
Figura 11 Menu <i>Help</i>	38
Figura 12 Entrada de materiais.....	39
Figura 13 Controle de qualidade.....	40
Figura 14 Matéria prima reprovada.....	41
Figura 15 Contenção de matéria prima.....	42
Figura 16 Montagem de produtos.....	43
Figura 17 Soldagem do produto.....	44
Figura 18 Retrabalho de solda.....	45
Figura 19 Inspeção do produto.....	46
Figura 20 Qualidade assegurada.....	47
Figura 21 Material refugado.....	48
Figura 22 Contenção de produto.....	49
Figura 23 Saída de produtos prontos.....	50
Figura 24 Estoque de produtos.....	51
Figura 25 Início do projeto de otimização.....	52
Figura 26 Otimização do processo parte 1.....	53
Figura 27 Otimização do processo parte 2.....	54
Figura 28 Otimização do processo parte 3.....	55

Resumo

Este trabalho tem por objetivo simular com o software Arena a melhoria das condições e eficiência do funcionamento de uma linha de produção de bancos automotivos no Brasil.

Assim de forma que os tópicos a serem abordados como: modelagem e simulação, controle da produção diária e *Just in Time* (JIT), sejam direcionados com foco no cliente final.

Pretende-se através de simulação, com base nos dados da linha de produção em estudo, demonstrar o processo da produção diária da empresa em questão para obter uma melhoria no processo produtivo na qualidade do produto final e satisfação dos clientes interno e externo.

A melhoria é focada na tomada de decisão, na diminuição de tempo de produção, agendamento e correção preventiva de parada de máquinas minimizando consequentemente as quebras e a paralisação do processo produtivo ocasionando menor dispêndio de matéria prima e mão de obra.

Palavras-chave: Modelagem, Simulação, Arena e Fábrica de Bancos.

Abstract

This work aims to simulate the software Arena improve conditions and efficiency of the operation of a production line for automotive banks in Brazil.

Just so that the topics to be addressed such as: modeling and simulation, control daily production and Just in Time (JIT), are directed to focus on the end customer.

It is intended through simulation, using data from the production line under study demonstrate the process of the daily production of the company in question for an improvement in the production process in product quality and customer satisfaction internal and external.

The improvement is focused on decision making, reduction in production time, scheduling preventive arrest and fix machines thus minimizing downtime and breaks production process resulting in lower expenditure of raw materials and labor.

Keywords: Modeling, Simulation, and Factory Banks Arena.

Sumário

1.0 Introdução	15
2.0 Revisões da literatura	16
3.0 Método	17
3.1 Versões do Arena	17
3.2 O <i>Software</i> Arena	18
3.3 Etapas para a modelagem	18
3.4 Aplicações de Simulação	19
3.5 A confiabilidade	19
3.6 Modelagens de filas	20
3.6.1 Notações básicas da teoria de filas	20
3.6.2 Exemplo de filas em uma linha de produção	20
4.0 Programação da simulação	21
4.1 Lógica	21
4.1.1 Controle de atendentes	21
4.1.2 O módulo <i>SCAN</i>	22
4.1.3 <i>Debug</i> na lógica de controle	23
4.1.4 Controle de execução <i>Run Control</i>	23
4.1.5 Controle da entidade – <i>Display</i>	23
4.1.6 Controle de localização <i>Find</i>	23
5.0 Animação	24
6.0 O <i>Just In Time</i>	25
6.1 Objetivo do <i>JIT</i>	25
6.1.2 Conceitos e princípios	25
7.0 Comparação entre o Arena e o <i>ProModel</i>	27
7.1 <i>Software</i> Arena	27
7.1.1 Vantagens do Arena	27
7.1.2 Desvantagens do Arena	28
7.1.3 <i>ProModel</i>	28
7.1.4 Vantagens do <i>Promodel</i>	28
7.1.5 Desvantagens do <i>Promodel</i>	28
7.1.6 Arena e <i>Promodel</i>	29
8.0 Funcionalidades do <i>Software</i> Arena	30
8.1 Menu <i>File</i>	30

8.1.1 Menu <i>Edit</i>	31
8.1.2 Menu <i>View</i>	32
8.1.3 Menu <i>Tools</i>	33
8.1.4 Menu <i>Arrange</i>	34
8.1.5 Menu <i>Object</i>	35
8.1.6 Menu <i>Run</i>	36
8.1.7 Menu <i>Window</i>	37
8.1.8 Menu <i>Help</i>	38
9.0 Módulo <i>Create</i> entrada de materiais	39
9.1 Modulo <i>Decide</i> controle de qualidade.....	40
9.1.1 Módulo <i>Process</i> matéria prima reprovada	41
9.1.2 Módulo <i>Dispose</i> contenção de matéria prima	42
9.1.3 Módulo <i>Process</i> montagem de produto.....	43
9.1.4 Módulo <i>Process</i> soldagem do produto	44
9.1.5 Módulo <i>Process</i> retrabalho de solda	45
9.1.6 Módulo <i>Process</i> inspeção do produto	46
9.1.7 Modulo <i>Decide</i> qualidade assegurada.....	47
9.1.8 Modulo <i>Process</i> contenção de produto refugado	48
9.1.9 Modulo <i>Dispose</i> contenção de produto	49
9.1.10 Módulo <i>Process</i> saída de produtos prontos.....	50
9.1.11 Modulo <i>Dispose</i> estoque de produtos	51
10.0 Otimização capacidade de produção	52
10.1 Agendamento e preventiva de parada de máquinas	56
10.1.1 <i>Layout</i> das máquinas	56
10.1.2 Processo de soldagem robotizada.....	56
10.1.3 Treinamento de pessoal.....	56
10.1.4 A ferramenta utilizada.....	56
11.0 Resultados	57
12.0 Discussão.....	58
13.0 Conclusão.....	59
14.0 Referências bibliográficas	60

1.0 Introdução

Quando nos deparamos com algo que não temos um conhecimento, ou uma definição a respeito de um problema na vida real não podemos colocar muitas vezes em prática a solução e tendemos a desistir ou adiar por não ter como solucionar ou não ter recursos e informações disponíveis.

Com a modelagem e simulação podemos fazer com que muitos desses problemas do dia-dia sejam simulados e aplicados para a melhoria das condições em diversos ambientes e assim temos uma visão completa do todo e colocar muitas idéias em prática sem correr riscos reduzindo custos com solução.

Para a utilização da simulação neste trabalho será usado o *software* Arena. Esta poderosa ferramenta para simulação utilizada em grandes empresas, que tem o objetivo de simular e ao mesmo tempo garantir que esse tipo de aplicação em sua estrutura organizacional terá consequências benéficas para toda organização, sem ter que interromper ou interferir direta ou indireta mente em seu processo produtivo para prever soluções.

A simulação pode ser aplicada em diversos setores e seguimentos industriais para a tomada de decisão. O Arena possui um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém inúmeros recursos para modelagem, animação, análise estatística e resultados.

Este trabalho será elaborado a partir de dados fictícios de uma linha de produção de Bancos Automotivos, com o objetivo de demonstrar simulação como uma ferramenta muito útil.

Todos os passos aqui descritos e formulados serão apresentados desde a montagem do diagrama, a inserção dos dados e o funcionamento da simulação e seus resultados. Apresentando seus relatórios gerados contendo uma análise comparativa entre o sistema atual e a otimização proposta.

2.0 Revisões da literatura

Identificação e análise do gargalo (filas) em uma linha de montagem de componentes automotivos utilizando modelagem e simulação com o *software* Arena. O gerenciamento do recurso restritivo (gargalo) de um sistema produtivo ocupa um papel fundamental no processo de gestão, com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir os custos e atender as necessidades dos consumidores. (HERÁCLITO, Lopes, 2010; CARLOS, Bueno, 2010).

O desenvolvimento de um modelo de simulação com o *software* Arena para o dimensionamento de um sistema integrado pátio-porto aplicando o modelo em uma empresa de minério de ferro. (JUNIOR, Alexandre Font, 2010; BOTTER, Rui Carlos, 2010).

Justifica-se, que a aplicação da simulação como ferramenta de análise de sistemas complexos, em especial sistemas puxados (*Just In Time*) de manufatura, e da otimização com ferramenta de busca para melhores soluções, minimizando a quantidade de *kanbans* ao mesmo tempo em que se reduz o estoque. (TORGA, Bruno Lopes Mendes, 2007).

A modelagem e simulação da camada de acesso ao meio – MAC (*Medium Access Control*) do padrão 802.16 um modelo de simulação com o software Arena, Simulação de Rede Wireless 802.16 estudo do comportamento da MAC.(ISIKAWA, Caio Kiyoshi, 2009; DAVID, Bianchini, 2009).

Cada software de simulação possui uma característica básica que o diferencia dos outros: a “visão do mundo”. Este termo significa a forma com que o software foi concebido, ou com ele vê um sistema a ser simulado. Isto tem como consequência que a maneira como os dados serão fornecidos a cada software é diferente dos outros e os relatórios gerados também têm características peculiares.(PRADO, Darci, 2004, p. 25).

Quando se faz uso de uma ferramenta de avaliação como a modelagem e simulação de sistemas, é importante, para o projeto que todos os membros envolvidos (usuários, analistas, desenvolvedores e a gerência) possuam um conhecimento mínimo da técnica e dos princípios que conduzem à obtenção dos resultados. É possível que decisões errôneas sejam tomadas pelo fato de o decisor não compreender de que maneira os resultados são obtidos. (FILHO, Paulo José de Freitas, 2008, p. 39).

3.0 Método

O *software* Arena foi lançado pela empresa *Systems Modeling* em 1993. É o sucessor dos dois últimos produtos de sucesso desta mesma empresa: o *SIMAN* e *CINEMA* os quais foram desenvolvidos em 1982 e 1984 respectivamente, em 1993 os dois programas foram aperfeiçoados em um único *software*, o Arena.

3.1 Versões do Arena

Na seqüência serão apresentadas as versões do *software* Arena e suas características.

- **Versão básica**

Versão mais simples de todas não contém todas as bibliotecas valor R\$4.990,00;

- **Versão estudante**

Versão gratuita destinada aos estudantes não pode ser usada para fins comerciais e tem limitação no número de entidades;

- **Versão acadêmica**

Versão para uso em universidades (R\$780,00), este valor é cerca de 10% do valor da versão profissional e tem as mesmas limitações e não pode ser usada para fins comerciais;

- **Versão profissional**

Versão para fins comerciais não possui limitação para o número de entidades e o valor é R\$7.800,00.

3.2 O Software Arena

O Arena é composto de uma família de *softwares*, alguns com finalidades genéricas e outros com finalidades específicas:

- *Arena Standard*: Simulador genérico permite ao usuário utilizar inúmeros *templates*, porém sem a possibilidade de criação de *templates* próprios;
- *Arena Professional*: Simulador genérico além dos recursos *Standards*, é possível ao usuário criar objetos e agrupá-los em *templates*, distribuindo-os de maneira livre;
- *Arena Contact Center*: Simulador especial para simulação de centrais de atendimento;
- *Arena Factory Analyzer*: Simulador específico para estudos de manufatura. Segue padrão para projetos na área e possui interligação com ferramentas de MRP e *Scheduling*;
- *Arena Packaging*: Simulador destinado a linhas de alta velocidade e grande quantidade de elementos, como engarrafadoras e empacotadoras;
- *Arena Realtime*: Capacitado a trocar informações em tempo real com sensores e controladores externos, para simular e monitorar o sistema.

3.3 Etapas para a modelagem

A seguir são apresentadas as etapas da modelagem:

- Analisar o problema;
- Escolher o *template*;
- Arrastar os blocos;
- Configurar os blocos;
- Rodar a aplicação;
- Visualizar o relatório.

3.4 Aplicações de Simulação

O *start* de um processo de criação de um modelo de simulação com *software* Arena, não é necessária à criação de uma linha de código, pois é feita de maneira gráfica visual e maneira integrada, com esta ferramenta podemos modelar e simular diversos processos.

- Linhas de produção;
- Logística;
- Transporte ferroviário;
- Transporte marítimo e aéreo;
- Modelo rodoviário;
- Modelo de elevadores;
- Comunicações;
- Bancos, supermercados e escritórios.

3.5 A confiabilidade

A confiabilidade de um sistema complexo frequentemente deve satisfazer rigorosas necessidades. Isto é bastante válido para sistemas militares ou de computadores *on-line*, a simulação é uma excelente ferramenta para se obter uma medição quantitativa de um sistema.

Cada *software* de simulação possui uma característica básica que o diferencia dos demais *softwares*: “Visão do Mundo” este termo significa a forma com que o *software* foi concebido, ou como ele vê um sistema ser simulado.

O *software* Arena é muito utilizado nas empresas que buscam em seu processo produtivo e organizacional a melhoria da qualidade bem como a contenção de desperdício e uma margem maior de seus lucros, buscando superar seus concorrentes em um mundo globalizado onde objetivo é produzir mais pelo menor custo, com maior qualidade e respeito ao meio ambiente.

A modelagem de uma fábrica de Bancos Automotivos será feita para uma linha de produção de bancos para carros, onde é feita a simulação da produção diária da fábrica, a estrutura de metal para bancos e a de montagem do estofamento, encosto de cabeça e finalizando com as capas em um sistema JIT (*Just in Time*).

3.6 Modelagens de filas

A abordagem matemática de filas se iniciou em (1908) em Copenhague na Dinamarca, através de *A. Kendall Erlang*, o inventor da Teoria das Filas, quando trabalhava em uma companhia telefônica estudando os problemas de uma central telefônica.

Foi somente a partir da segunda guerra mundial que a teoria foi aplicada. Mesmo com os enormes progressos alcançados pela teoria, inúmeros problemas não são adequadamente resolvidos por causa de complexidades matemáticas.

3.6.1 Notações básicas da teoria de filas

Os principais componentes de filas são: um ou mais provedores de algum tipo de serviço, os quais serão chamados de “servidores” e uma área de espera para as entidades que estiverem esperando para serem servidas. Entende-se que, quando se usa a palavra “fila”, estamos fazendo referência ao conjunto de clientes que estão esperando pelo serviço, ou seja, área de espera, além daquela que está sendo servida.

Dessa forma, refere-se à soma do número de clientes em serviço, sendo a forma clássica seus elementos e regras, sua operação e o comportamento podem apresentar variações e combinações diferentes, alguns sistemas podem ter mais de um servidor para atender a uma fila, outros podem possuir mais de uma fila em um servidor ou mesmo sistemas de filas com regras de atendimento diferentes, portanto nos leva a crer que “o primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido”.

3.6.2 Exemplo de filas em uma linha de produção

Esta é a área que tem apresentação da maior quantidade de aplicações de modelagem que temos hoje em uma produção.

Todo sistema tem modificações tais como as produzidas pela expansão da atual produção, pela troca de equipamentos, ou pela adição de novos produtos, que vão afetar o atual processo.

Um setor de produção totalmente novo pode ser planejado obtendo o melhor fluxo a modificação apropriada após algumas tentativas pode-se chegar ao melhor modelo e a qualidade pretendida de um processo produtivo.

A melhor política de estoques pode ser obtida por meio de simulação. O modelo deverá incluir as funções “solicitação de material” e “atendimento pelos fornecedores”. Como resultado se obtém o “ponto de pedido” e a “quantidade do pedido”.

4.0 Programação da simulação

Permite acompanhar o comportamento dos ambientes modelados e processos rodando, tendo em vista que não precisa ser colocado em prática na vida real economizando tempo e dinheiro.

4.1 Lógica

É bastante comum a situação de modelagem em que necessitamos testar a validade dos cenários em determinadas situações. Para conseguir isto, necessitamos construir uma programação auxiliar que controla a execução da programação principal do modelo.

4.1.1 Controle de atendentes

Podemos controlar e verificar o fluxo de atendentes segundo a lógica de controle é bastante comum a situação de modelagem em que necessitamos testar a validade dos cenários em determinadas situações.

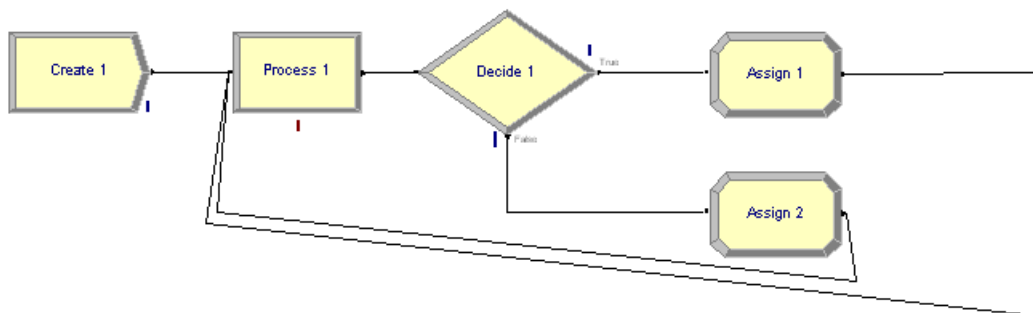


Figura 1 Lógica de controle

No exemplo citado na Figura 1 “lógica de controle” foi montado da seguinte forma:

O módulo *Create* cria uma única entidade no instante zero:

- Logo após o *delay* observamos a contagem do tempo de 1 minuto;
- *Decide* permite a tomada de decisão do processo no sistema, ele inclui opções para tomar decisões com base em uma ou mais condições;
- O módulo *Assign* altera o valor da capacidade do recurso do espaço, temos nesse exemplo o *assign 1* está fazendo interação com o *process* para verificar se os valores estão corretos, o *assign 2* ele faz uma verificação se é falso ou verdadeiro para retornar ou continuar para o *assign 1*.

4.1.2 O módulo SCAN

O módulo *SCAN* funciona da seguinte forma:

- Seguindo ainda o exemplo da Lógica de controle o módulo *Create* cria uma única entidade no instante;
- O Módulo *SCAN* aguarda a ocorrência do evento em que a fila tem um tamanho menor ou igual a um valor determinado;
- Outro módulo *SCAN* aguarda quando a fila tem um tamanho maior ao valor determinado.

Veja na figura 2 “Lógica de controle *SCAN*” como ficaria a simulação vendo com forma na base escrita em cima:

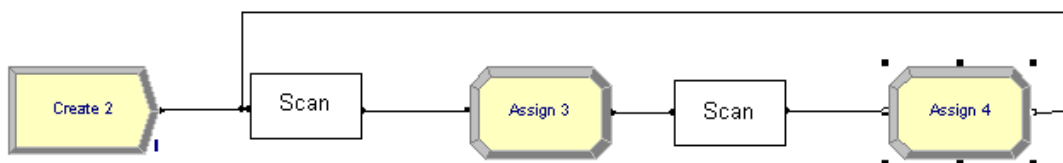


Figura 2 Lógica de controle *SCAN*

4.1.3 *Debug* na lógica de controle

Para executar um *Debug* temos que obedecer sequencia abaixo:

- Utilizar a opção em *Run Control*;
- Efetuar acompanhamento de entidade;
- Localizar objetos e entidades *Find*.

4.1.4 Controle de execução *Run Control*

As opções de *Debug* em *Run control* no Arena são: *Command*, *Break*, *Watch*, *Break on Module* e *Highlight*.

4.1.5 Controle da entidade – *Display*

Durante a execução de um modelo podemos ter necessidade de conhecer os valores dos atributos de certa entidade. Para que isso aconteça interrompa a simulação e de um duplo clique na entidade o *Display Entity Symmary*. Assim veremos os atributos que estivermos usando durante a nossa aplicação.

4.1.6 Controle de localização *Find*

O *Find* é muito conveniente para localizar os blocos que contêm um determinado nome, seja ele o nome de um *label* ou de uma variável de atributo, assim a podemos pesquisar qualquer nome que precisarmos.

5.0 Animação

Nesta parte são colocados desenhos e símbolos para representar as estações de trabalho e os caminhos por onde passam as entidades identificando gargalos e filas.

Podemos inserir na animação imagens de fundo onde temos um modelo de uma agência bancária, exemplo temos caixas de atendimento para clientes especiais, clientes de melhor idade e gestantes. Devemos ressaltar que a animação embora muito interessante como ferramenta do modelo consome tempo para ser construída.

Outro exemplo que podemos fazer de uma animação é o trabalho de uma linha de produção pode-se construir toda a animação das peças de produção, as pessoas fazendo a parte da produção de montagem dos equipamentos, solda, os inspetores, os responsáveis pela qualidade, o estoque materiais sendo guardados, as saídas dos materiais sendo carregados nos caminhões, às máquinas trabalhando em movimento. Assim podemos verificar toda parte estrutural de uma linha de produção, as peças para estoque e fazer as contagens de produtos que foram jogados fora.

6.0 O *Just In Time*

O *Just in Time* de produção surgiu no Japão, na década de 60 na *Toyota Motor Company*, que buscava um modelo de produção simples e eficiente, capaz de aperfeiçoar a utilização dos seus recursos de capital, equipamentos de mão de obra surgindo assim uma alternativa a falta de escala de produção da indústria japonesa para competir com a indústria automobilística americana, que adotava o sistema de produção em massa desde o início de século XX.

6.1 Objetivo do *JIT*

O *Just in Time* objetiva a otimização dos recursos de capital, equipamento e mão de obra assim deixando de lado toda parte que possa elevar o custo indireto, despesas desnecessárias que não acrescentem valor para a empresa. Resultando em um sistema de produção capaz de atender as exigências de qualidade e de entrega dos clientes ao menor custo e com qualidade e que possa satisfazer o cliente.

O *Just in Time* pode ser descrito como uma filosofia de administração que está constantemente dando satisfação a eficiência e integração do sistema de manufatura buscando uma simplificação.

6.1.2 Conceitos e princípios

O *Just In Time* é uma abordagem disciplinada para melhorar a produtividade e a qualidade total.

Cada funcionário ou posto de trabalho é visto como cliente e fornecedor dentro de um sistema puxado (ex: o cliente final puxa 500 bancos dia para montar seus carros) onde trabalha-se em função da quantidade que o cliente final necessita para a sua produção diária.

Clientes e fornecedores são uma extensão do processo de manufatura que continuamente simplifica cada processo é mais importante prevenir problemas do que os resolver, obter ou produzir algo somente quando for necessário (*Just In Time*).

Durante a fabricação ou montagem de um produto, o *Just In Time* proporciona a produção no custo efetivo e a entrega apenas das peças necessárias com qualidade, na quantidade certa, no tempo e nos lugares certos.

Utilização de células de produção: a eliminação dos departamentos e a disposição das máquinas de forma a produzirem determinada peça ou mínimo de produtos.

Relacionamento com fornecedores muitas vezes o cliente final pede para que o seu fornecedor ou parceiro no negócio se instale em sua planta para maior facilidade de entrega e garantia a qualidade do seu produto.

ISO 9000: As empresas que possuem um sistema da qualidade no modelo requerido pela série ISO 9000 possuem uma cultura mais disciplinada para o cumprimento de normas. O cumprimento fiel a certas rotinas é bem mais fácil implantar em uma empresa que seja certificada pela ISO 9000. A certificação ISO 9000 é um dos requisitos para se obter um ambiente de *Just In Time* ou de qualidade total, porém é bom ressaltar que a obtenção do certificado é apenas um dos passos rumo à qualidade total.

7.0 Comparação entre o Arena e o *ProModel*

A simulação é uma ferramenta que tem a vantagem de explorar a questão "O que aconteceria se?" Esta pergunta nos leva a pensar que podemos simular qualquer tipo de situação que envolva muito tempo e dinheiro a longo prazo.

Em uma breve análise será feita um paralelo entre os *softwares*, Arena e *ProModel*, seguindo a mesma linha de modelagem e simulação veremos os pontos básicos que são vantagens e desvantagens.

7.1 *Software* Arena

O *software* arena é um ambiente de simulação e que nele contém recursos de modelagem de processos, desenhos e animação.

7.1.1 Vantagens do Arena

A seguir são apresentadas as vantagens do Arena:

- Na versão Básica e *Student* do *software* Arena não agrega custo algum a aplicação, com interface amigável e a grande facilidade de organização para realizar simulação, podemos compreender e visualizar o desenho em todo o processo idealizado pelos autores deste trabalho, apresentando o que seria uma linha de Produção de Bancos baseado no *software* Arena;
- O *software* apresenta um campo *Help* (Ajuda) que contém tutoriais ensinando como criar uma simulação, explicando passo a passo as configurações necessárias para cada elemento utilizado na simulação como animações e gráficos;
- Todo modelo de simulação pode ser utilizado inúmeras vezes para avaliar projetos criados no ambiente Arena o tempo pode ser controlado, comprimido ou expandido, permitindo reproduzir de maneira lenta ou acelerada;

- Uma vez que o modelo de simulação seja executado serão gerados relatórios com procedimentos, regras de decisão e fluxos de informação entre outros;
- A simulação costuma demonstrar como realmente um sistema pode operar, de forma que a execução do projeto no Arena pode gerar uma gravação da simulação sendo executada, e o autor gerar outras versões de seu projeto com a segurança de saber que é funcional .

7.1.2 Desvantagens do Arena

- A construção de modelos requer treinamento, o aprendizado se dá ao longo do tempo com pesquisas frequentes e exercícios regulares, utilizando de tutoriais e leitura em livros específicos;
- O *software* Arena tem algumas versões que seria de uso Acadêmico e Profissional que geram um custo ao usuário do sistema.

7.1.3 ProModel

O *software* Promodel é usado para avaliação e simulação, planejamento ou concepção, armazenagem, logística e outras situações operacionais e estratégicas.

7.1.4 Vantagens do Promodel

A seguir são apresentadas as vantagens do Promodel:

- Os dois *softwares* possuem as mesmas versões Básica e *Student*;
- Uma boa visualização do desenho após feito.

7.1.5 Desvantagens do Promodel

A seguir são apresentadas as desvantagens do Promodel:

- Podemos dizer que a parte de animação desse *software* tem poucos itens para animação;
- Poucas opções para utilização e configuração dentro dos elementos;
- Não temos tutoriais implantados dentro do *software*.

7.1.6 Arena e Promodel

Os *softwares* de modelagem e simulação Arena e Promodel são ferramentas de auxílio aos profissionais da área melhorando o ambiente empresarial, passando informações que de tal forma desenvolve e estimula ideais para serem aplicadas em um ambiente organizacional.

Podemos afirmar que o Arena em vários requisitos é bem superior, tendo várias vantagens sobre o *software* ProModel.

O *software* Arena foi escolhido por essas vantagens citadas no texto acima, é bem conceituado no mercado com indicações de profissionais da área, as funções usadas e as animações na aplicação, as melhorias e os resultados obtidos sobre a simulação que será apresentado neste trabalho.

8.0 Funcionalidades do *Software* Arena

Neste capítulo vamos apresentar um pouco das configurações do *software* arena versão 13.9 e também referenciando a nossa apresentação do processo atual produtivo da fábrica de bancos.

8.1 Menu *File*

Podemos ver na figura 3 as operações do *File* onde temos as opções de um novo arquivo, abrir um projeto já existente, salvar as configurações e propriedades do sistema entre outros.

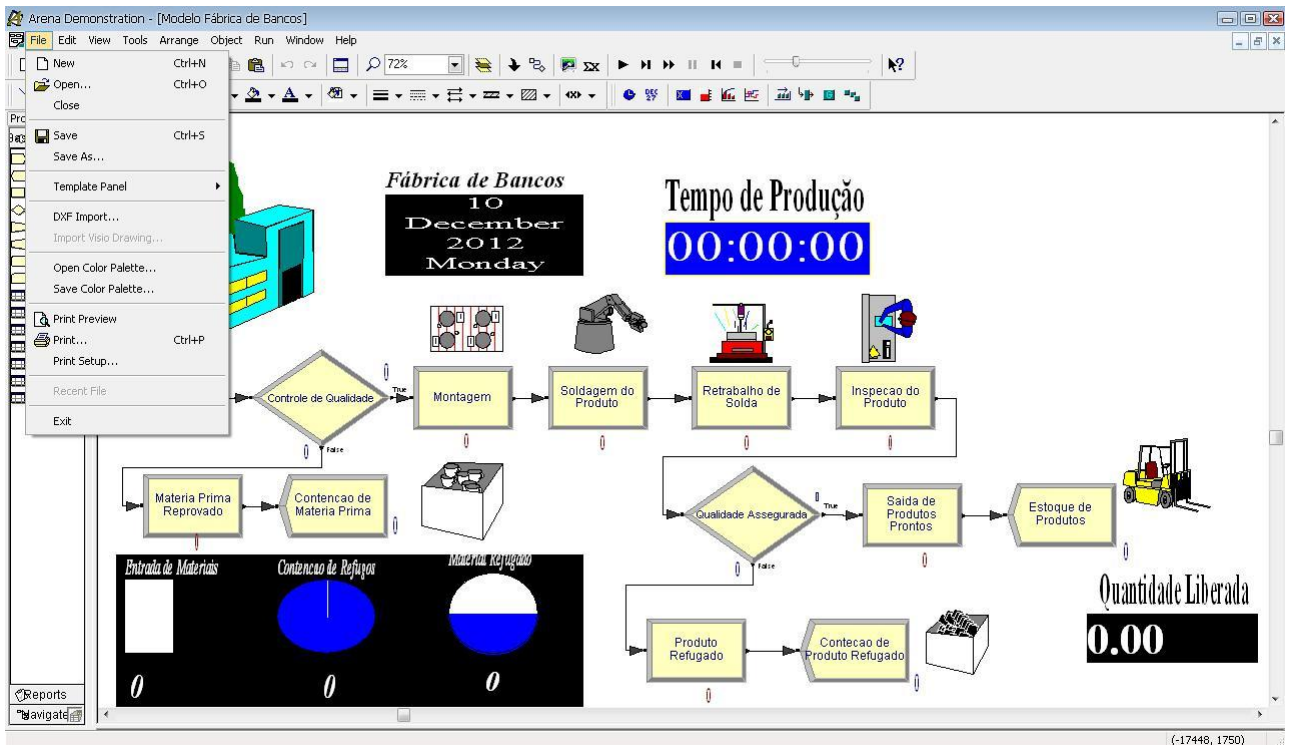


Figura 3 Menu *File*

8.1.1 Menu *Edit*

Podemos ver na figura 4 as opções do menu *Edit* onde temos o privilegio de editar os documentos feitos por todos os usuários do *software*, e também os documentos que estamos trabalhando atualmente.

Pode-se criar, recortar, copiar e colar, ver as propriedades, selecionar todos os elementos, visualizar as figuras do modelo em execução, inserir um novo objeto entre outras opções.

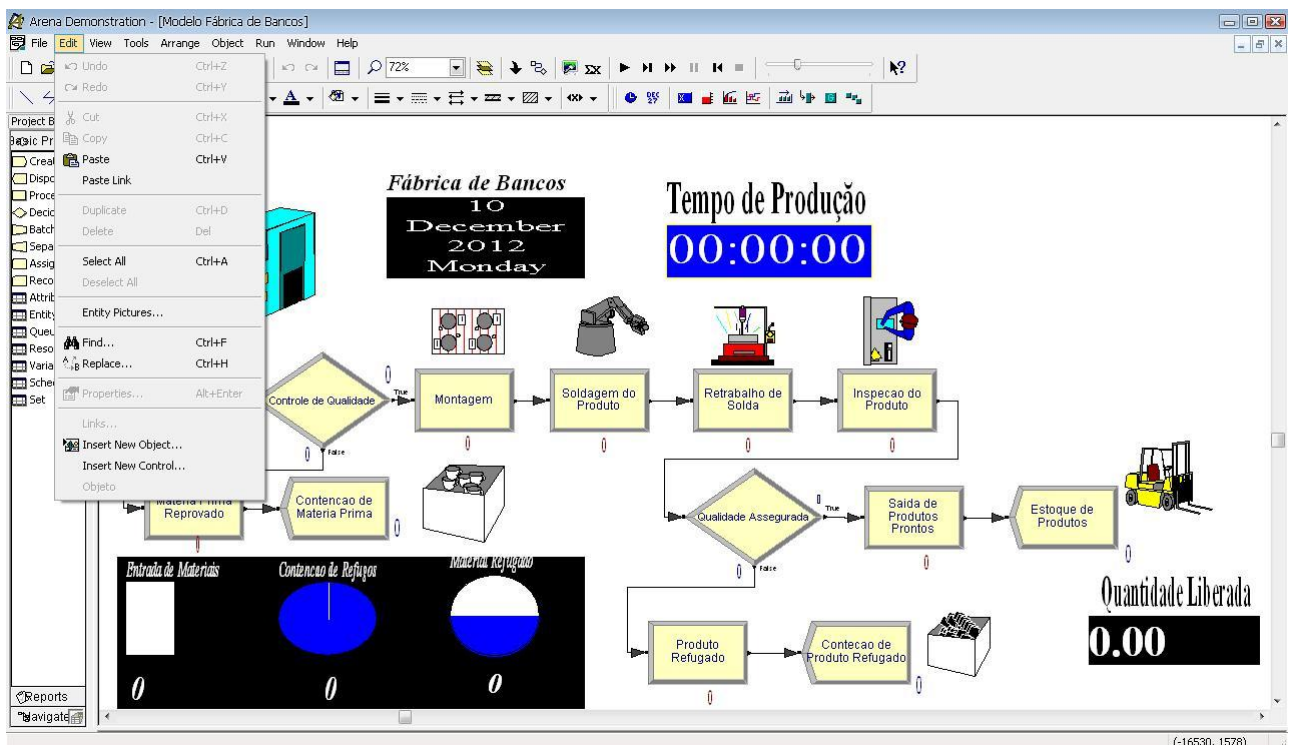


Figura 4 Menu *Edit*

8.1.2 Menu View

Na figura 5 visualizamos as opções do menu *View*:

- *Zoom* que aproxima e distancia da simulação em execução;
- pode-se adicionar na tela quadriculados e adiciona régua de limitação de área;
- *Toolbars* barras de ferramentas permite que se organize os comandos e funções no Arena da maneira que quiser, para que possa encontrar e usá-los rapidamente. Pode-se facilmente personalizar por exemplo, você pode adicionar, mover e remover botões, criar e nomear sua próprio barras de ferramentas personalizadas, ocultar ou exibir e redimensionar.

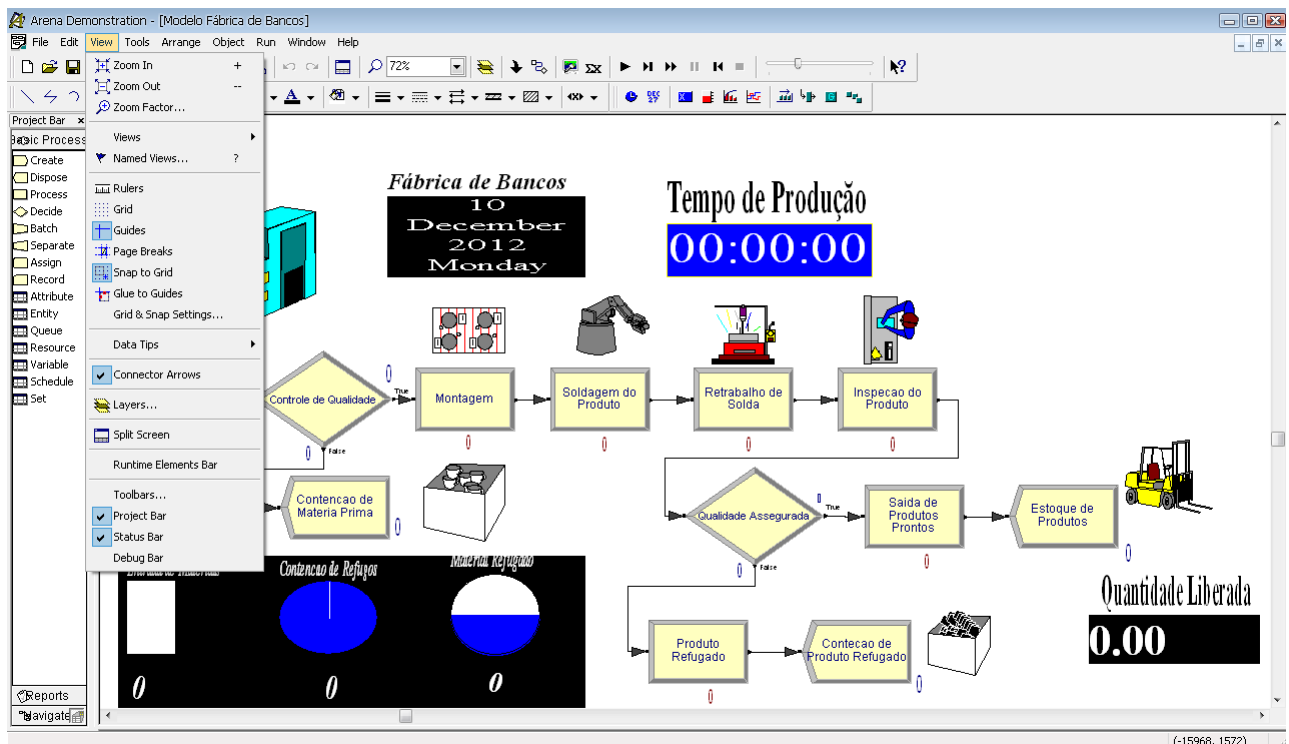


Figura 5 Menu View

8.1.3 Menu Tools

Aqui são descritas as opções do menu Tools.

No menu *TOOLS* a opção *Arena NewsFlash* informa todas as atualizações do *software*, anuncia eventos, ofertas especiais e outras notícias relacionadas ao *Arena*:

- *Arena Symbol Factory* cria imagens e símbolos e também a sua própria biblioteca;
- *Input Analyzer* é um analisador de entrada de dados no processo do *ARENA*, determina a distribuição de probabilidades que melhor representa um conjunto de dados e devem ser listados em um arquivo TXT gerado em *Word*, *Lotus* e *Excel*;
- *Process Analyser*: verifica todo processo e executa na simulação;
- *AVI Capture* grava a simulação sendo executada em tempo real salvando o arquivo na extensão *AVI* de gravação;
- *Option*: Podemos alterar o tempo de execução da simulação, podemos ver os parâmetros do projeto, o projeto em *Debug*.

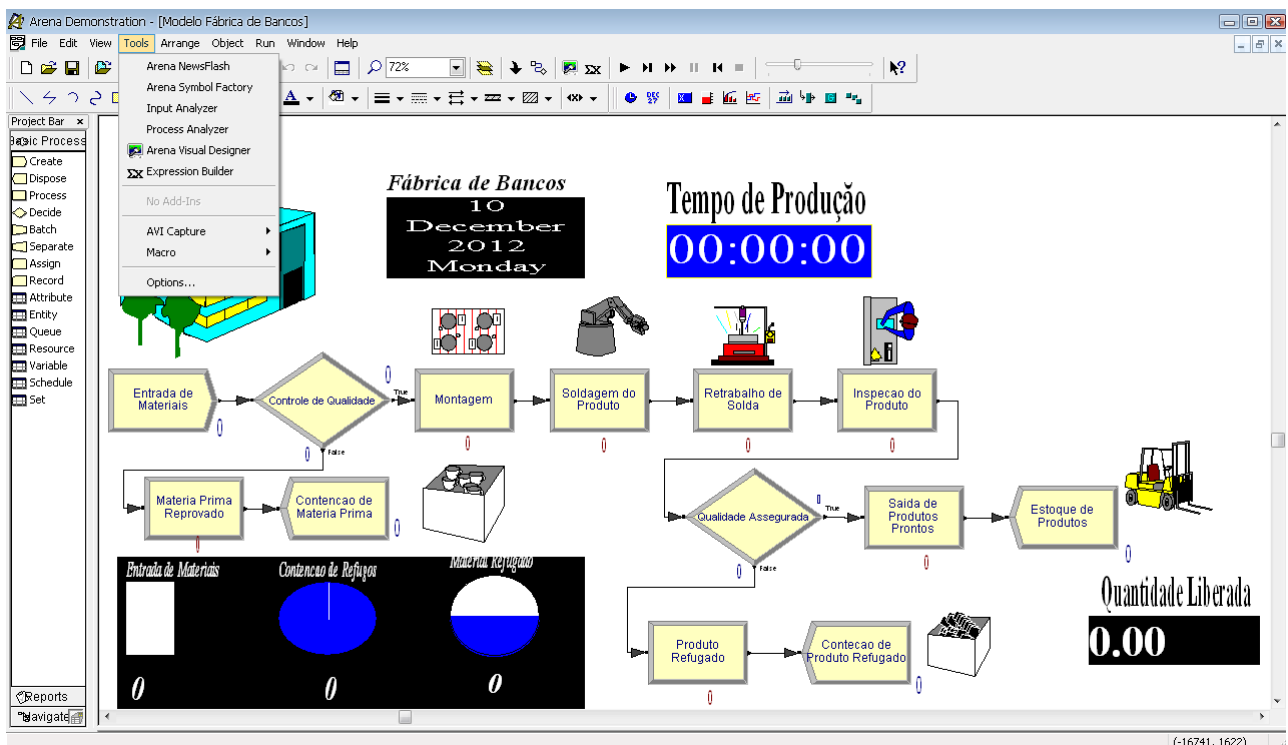


Figura 6 Menu Tools

8.1.4 Menu Arrange

Aqui serão descritas as opções do menu *Arrange*:

- **Bring to Front:** Trás para frente à imagem e esconde o texto para traz;
- **Send to Back:** Envia o texto para frente e para traz;
- **Group:** agrupa todos os objetos ou elementos selecionados;
- **Ungroup:** Desagrupa os objetos ou elementos selecionados;
- **Vertical flip:** deixa todas os elementos selecionados na vertical;
- **Horizontal flip:** deixa todos os elementos na horizontal;
- **Rotate:** Faz o Giro de 360° dos elementos selecionados;
- **Align:** Selecionando os elementos podemos deixar-los centralizados, à esquerda ou à direita;
- **Distribute:** distribui todo projeto na vertical ou na horizontal;
- **Flowchart Alignment:** Organiza o projeto selecionado.

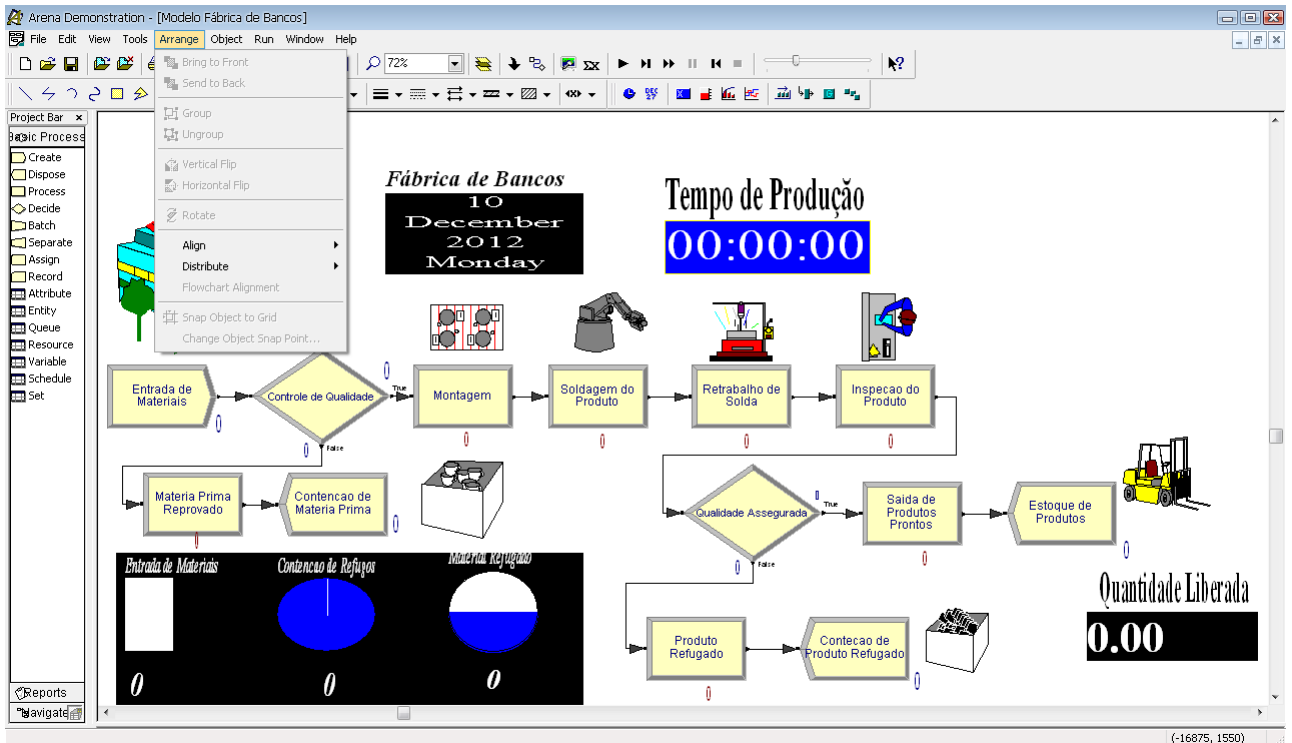


Figura 7 Menu Arrange

8.1.5 Menu *Object*

Logo abaixo iremos ver as opções do menu *object*:

- **Connect:** Faz a conexão de um elemento manualmente;
- **Auto-connect:** os elementos serão conectados automaticamente;
- **Smart-connect:** faz uma conexão inteligente entre os elementos de um para o outro;
- **SubModel:** coloca caixa de diálogo para digitarmos um texto.

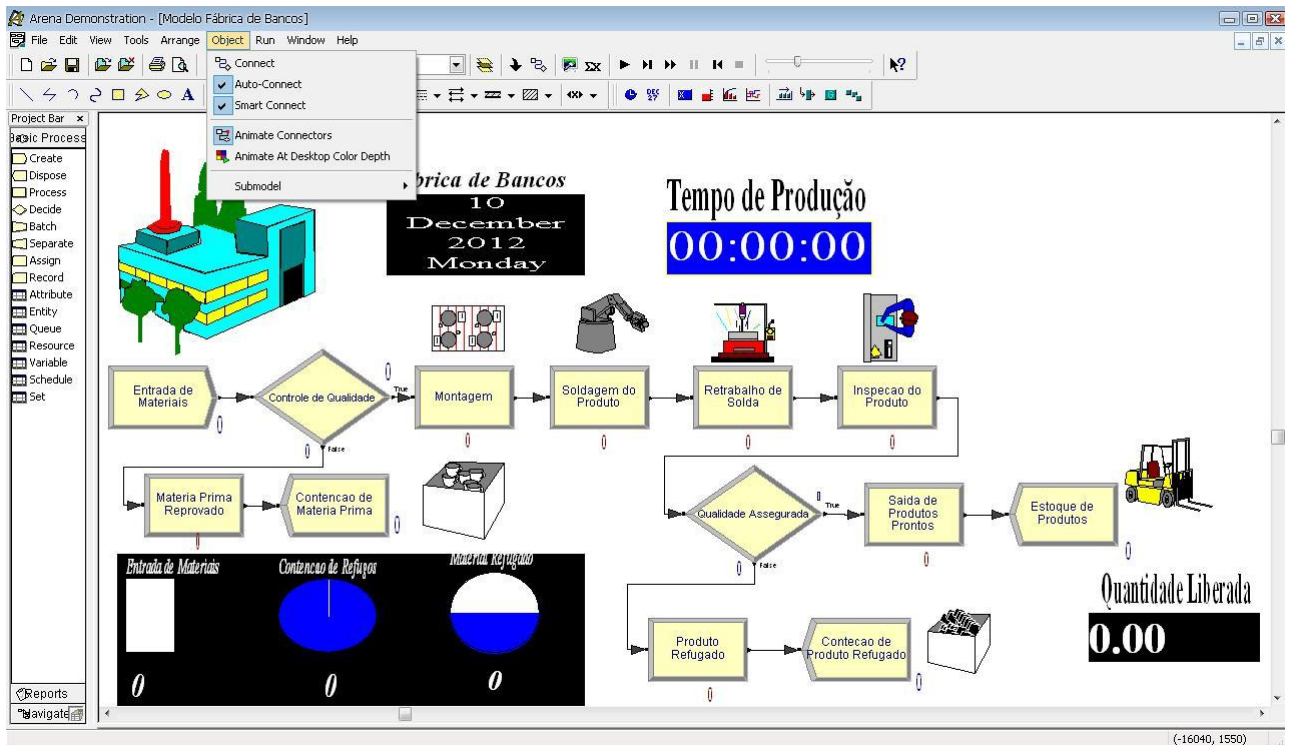


Figura 8 Menu *Object*

8.1.6 Menu Run

Abaixo serão descritas a opções do Menu *Run*:

- **Setup**: habilitar e desabilitar o relatório no final da execução, definir o tamanho de matrizes, replica os parâmetros e entre outros;
- **Go**: inicia a execução;
- **Step**: dar passos pequenos na execução;
- **Fast forward**: avança rapidamente a execução;
- **Star over**: começa a execução novamente;
- **End**: para o processo da execução;
- **Check model**: verifica no projeto se tem algum erro nos elementos e quando detectado mostra uma janela de alterações para correção;
- **Run Control**: mostra o processo das entidades no final da execução os valores de entrada e saída e o tempo da execução;
- **Siman**: selecionando o elemento e habilitando essa opção podemos ver as variáveis à programação criadas pelo *software*.

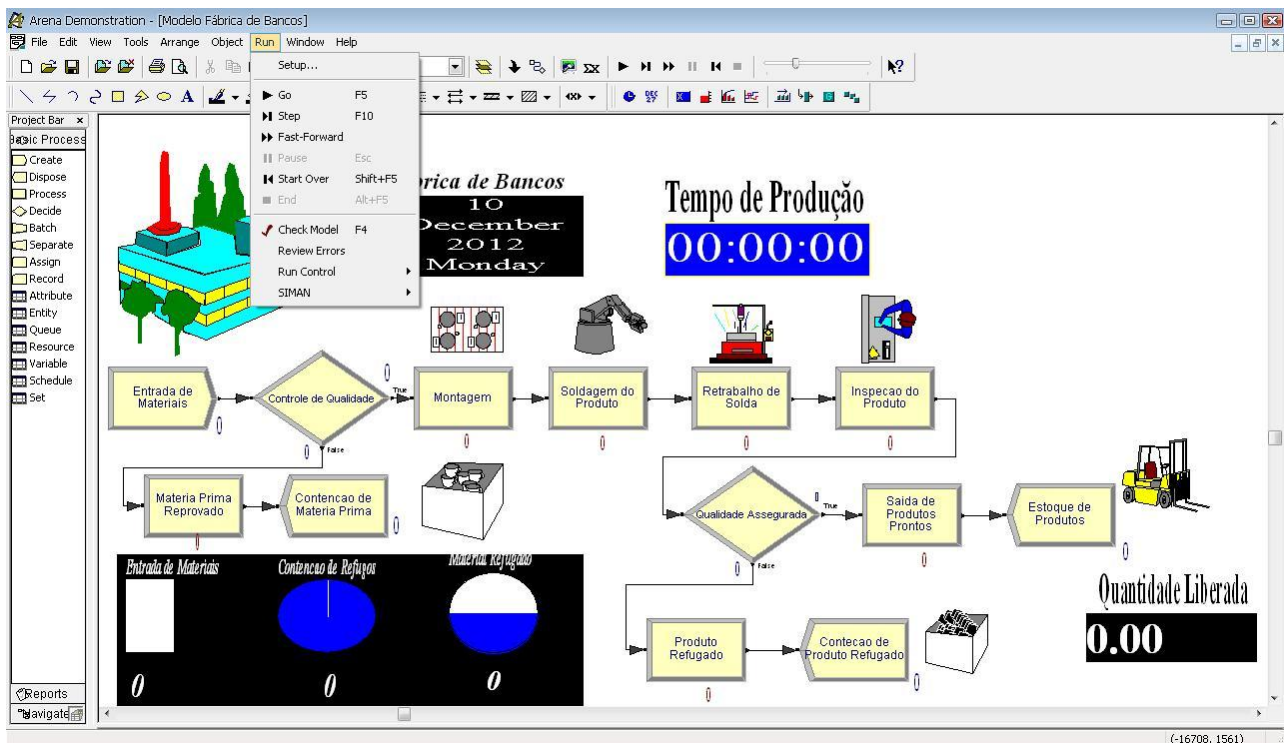


Figura 9 Menu *Run*

8.1.7 Menu Window

Na figura 10 quando o menu *window* estiver aberto visualizaremos as janelas do projeto através das opções de visualização em *Cascade*, *Tile* e *Arrange Icons*.

- **Cascade**: coloca todas as janelas abertas no arena em cascata;
- **Tile**: amplia o projeto no máximo da janela do arena;
- **Use Custom Background Color**: usar a cor de fundo personalizada do arena.

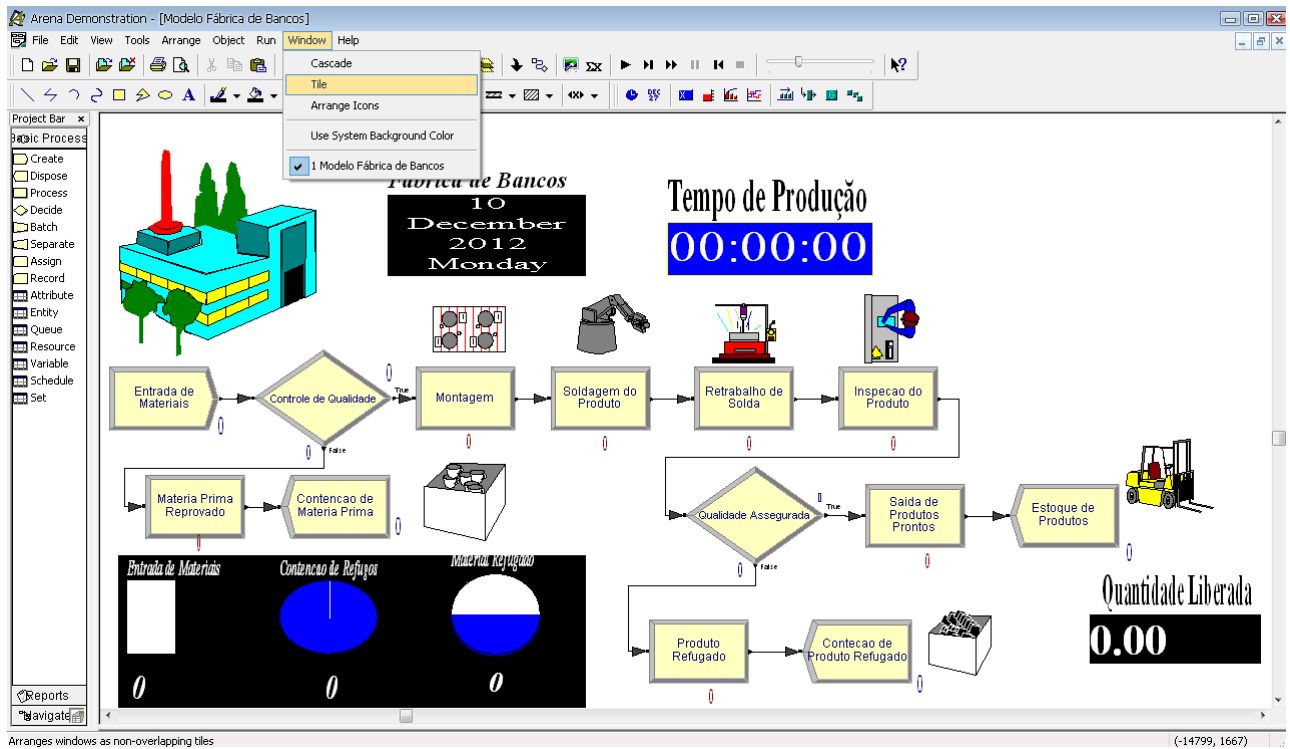


Figura 10 Menu Window

8.1.8 Menu Help

No menu *help* temos as configurações de ajuda e alguns documentação que podem nos ajudar na utilização do *software* como configuração, versão e ativação.

- **Product Manuals:** Manuais para a aprendizagem sobre Arena;
- **Activation:** Ativação do arena;
- **About Arena:** As configurações do Arena, como versão, serial, produto cadastrado e o telefone de suporte.

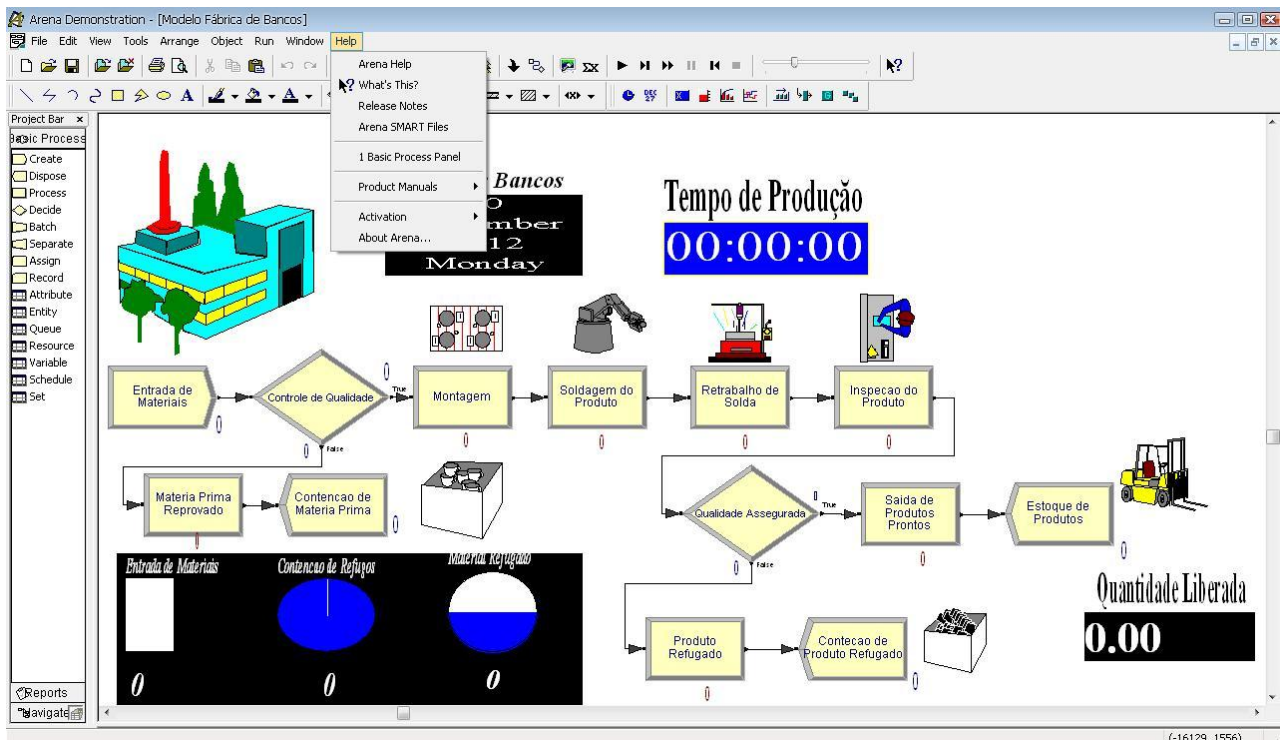


Figura 11 Menu Help

9.0 Módulo *Create* entrada de materiais

Este elemento representa o início de um processo sendo sempre colocado no início do fluxograma. Os dados do módulo *Create* podem ser fornecidos na tela *Create* ou na Área de Planilha.

Entrada de materiais: matéria prima enviada pelo fornecedor externo para a produção de bancos dianteiros e traseiros com o acompanhamento da área de recebimento de materiais da Qualidade Assegurada. Todo o processo envolve uma medição em modelo matemático e acompanhamento em desenha específico com tolerância mínima para mais ou para menos para toda matéria prima recebida.

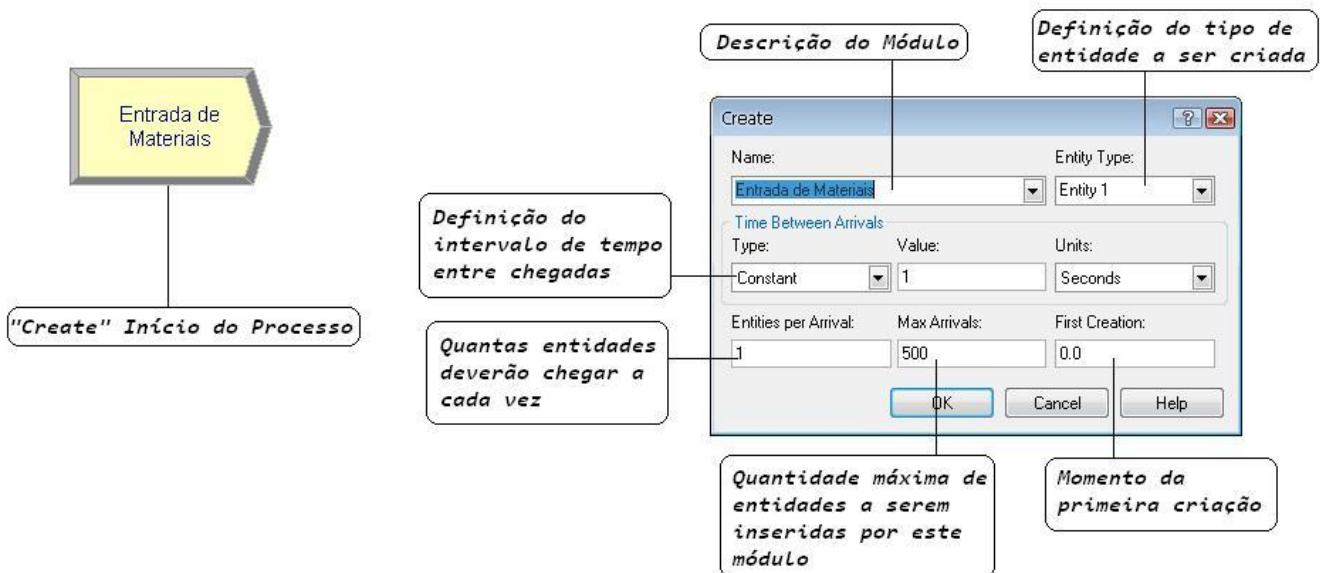


Figura 12 Entrada de materiais

9.1 Modulo *Decide* controle de qualidade

Este elemento introduz um desvio na seqüência do fluxograma caso determinada condição seja feita, o fluxo segue ou desviado para outra parte do processo.

Para acessar a tela *Decide* de um duplo clique no bloco *Decide* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 13.

Controle de Qualidade: este processo é realizado pelo inspetor de recebimento de matérias, todo o processo envolve uma medição em modelo matemático e acompanhamento em desenho específico com tolerância mínima para mais ou para menos. Na figura 13 podemos ver os campos e as descrições para preencher corretamente, não podemos esquecer que esse elemento introduz ou não um desvio na seqüência do fluxograma.

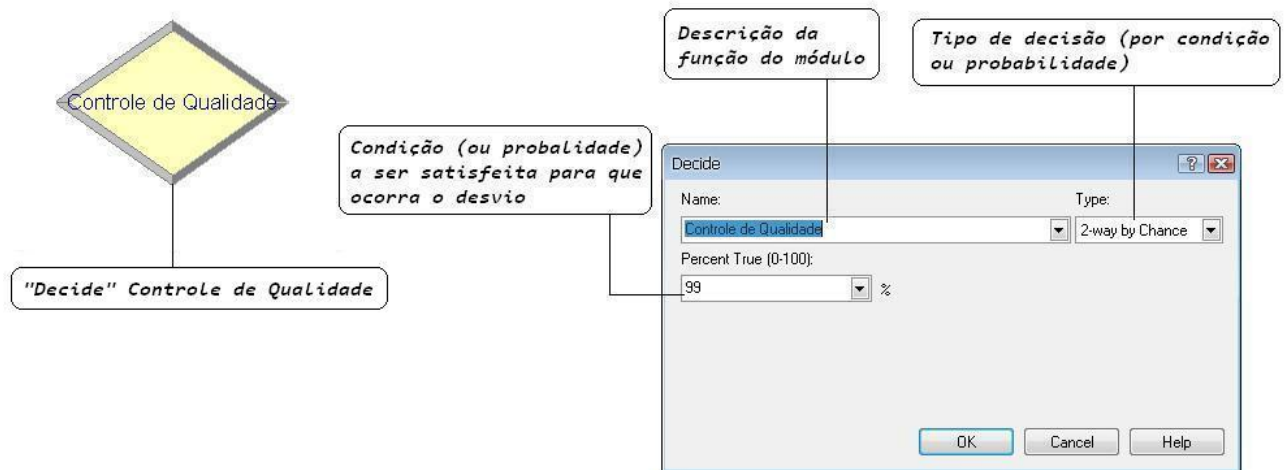


Figura 13 Controle de qualidade

9.1.1 Módulo *Process* matéria prima reprovada

Este elemento representa uma operação ou trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na Área de Planilha.

Para acessar a tela *Process* de um duplo clique no bloco *Process* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 14.

Matéria Prima Reprovada: é a condição do controle de materiais feita pelo inspetor de recebimento que faz a reprova da matéria prima com não conformidade e a direciona para este modulo para a contenção de materiais.

Este elemento pode explicar o que representa uma operação de trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na área das configurações do aplicativo fornecendo os dados necessários.

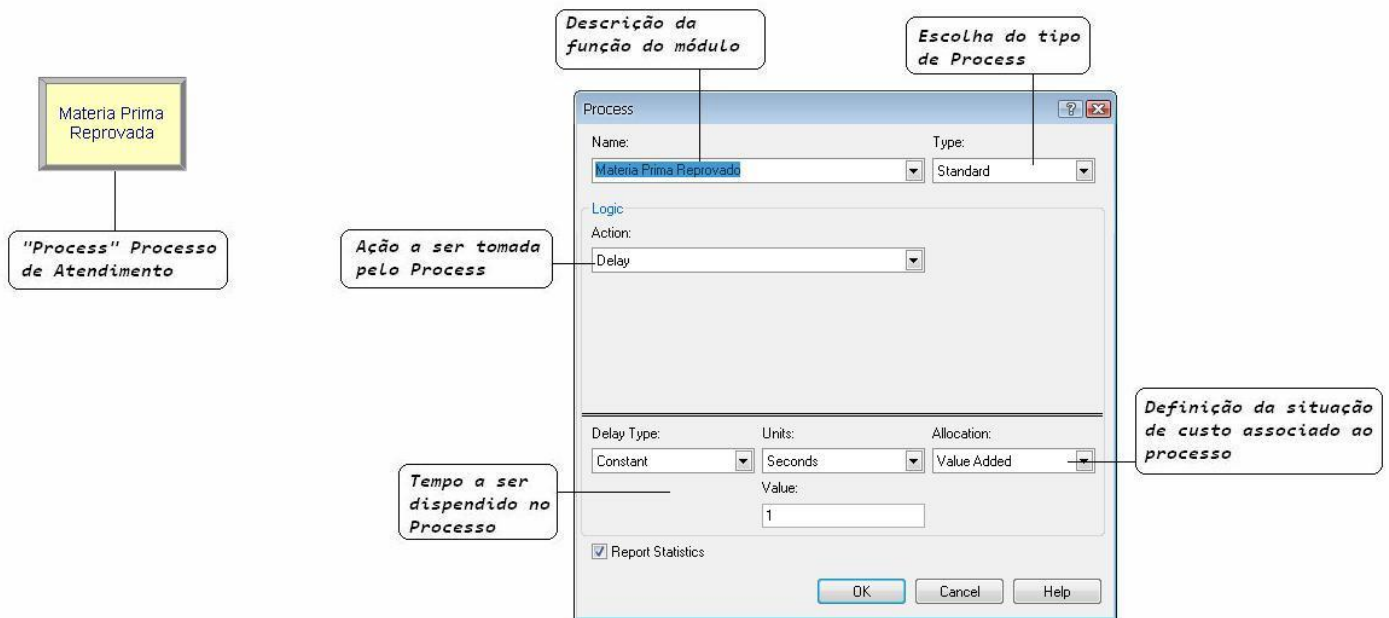


Figura 14 Matéria prima reprovada

9.1.2 Módulo *Dispose* contenção de matéria prima

Este elemento é o inverso do “Início” e representa o término de um processo, sendo sempre colocado no final do fluxograma.

Contenção de Matéria Prima: é a área onde é feita a armazenagem da matéria prima com algum tipo de defeito ou não conformidade observada na inspeção feita pelo inspetor de recebimento de materiais. O material armazenado no local posteriormente será enviado para o fornecedor que substituirá a matéria prima não conforme por outra de qualidade superior. A contenção de matéria prima é sempre colocado no final do fluxograma com o objetivo de não prejudicar a qualidade do produto final.

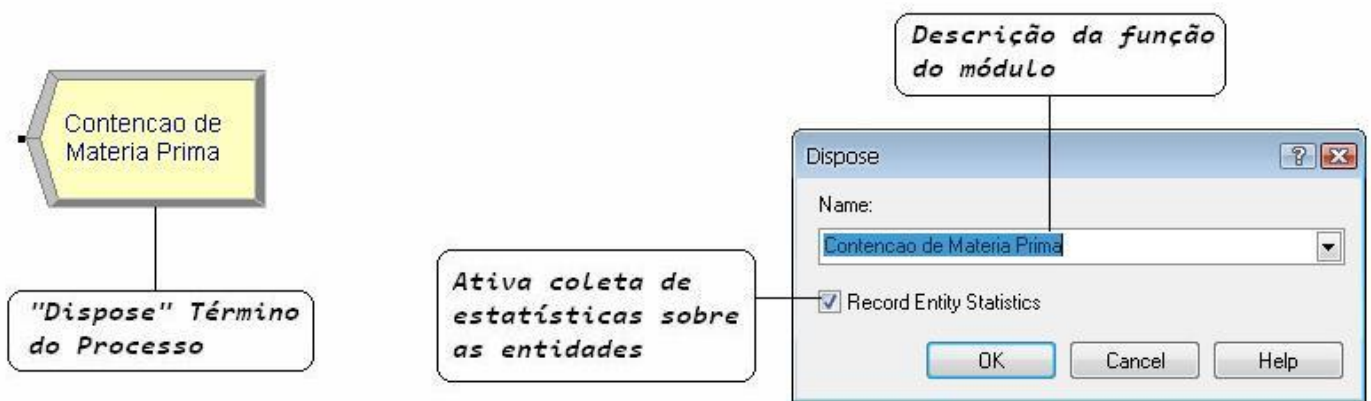


Figura 15 Contenção de matéria prima

9.1.3 Módulo *Process* montagem de produto

Este elemento representa uma operação ou trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na área do planilha.

Para acessar a tela *Process* de um duplo clique no bloco *Process* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 16.

Montagem de Produtos: neste modulo é feita a montagem dos bancos dianteiros e traseiro com soldagem robotizada, na montagem é necessário apenas de um operador por célula que faz somente a montagem de um item do produto. Este Processo é o inicio da montagem do produto que será fornecido ao próximo cliente soldagem de produtos seguindo o fluxo conseqüentemente e a finalização do produto.

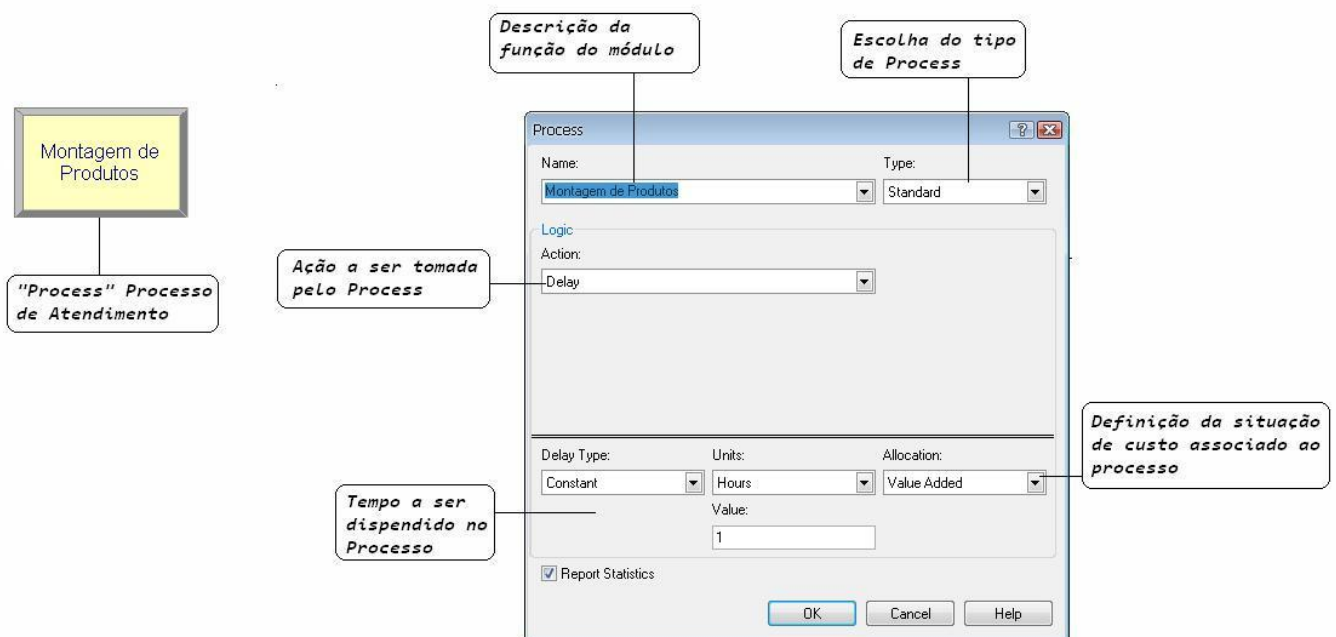


Figura 16 Montagem de produtos

9.1.4 Módulo *Process* soldagem do produto

Este elemento representa uma operação ou trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na área da planilha.

Para acessar a tela *Process* de um duplo clique no bloco *Process* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 17.

Soldagem do produto: soldagem de bancos dianteiros que foram montados na célula robotizada que por sua vez terão que ser acrescentado alguns itens em um processo manual desenvolvido pela engenharia de processos.

Todo o processo é acompanhado por técnicos em processo e engenheiros da qualidade, que auxiliam dando suporte para a produção diminuindo o impacto de falhas no processo.

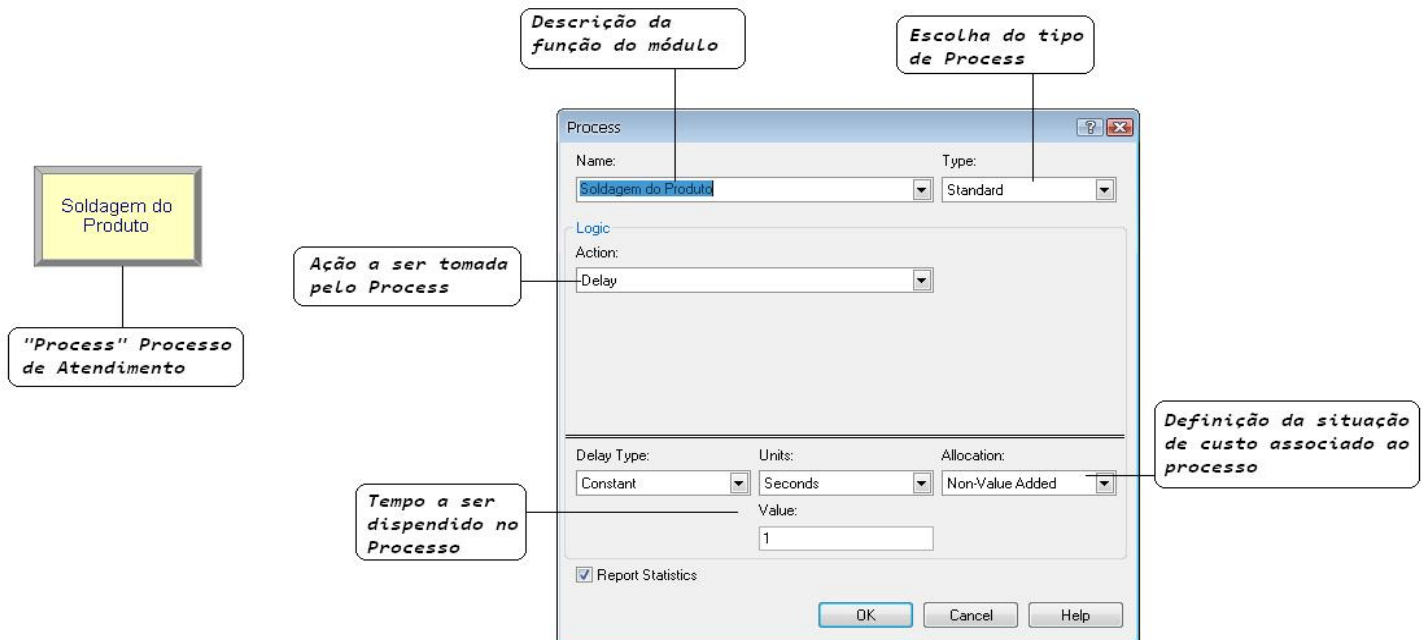


Figura 17 Soldagem do produto

9.1.5 Módulo *Process* retrabalho de solda

Este elemento representa uma operação ou trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na Área de Planilha.

Para acessar a tela *Process* de um duplo clique no bloco *Process* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 18.

Retrabalho de solda: aqui são feitos às correções de solda e não conformidades, sendo submetidas a uma avaliação criteriosa do produto e a confirmação de itens de segurança bem como se todos os itens estão presentes no produto.

Este processo é essencial para a qualidade final do produto, que envolve itens de segurança, que podem salvar uma vida em caso de um acidente.

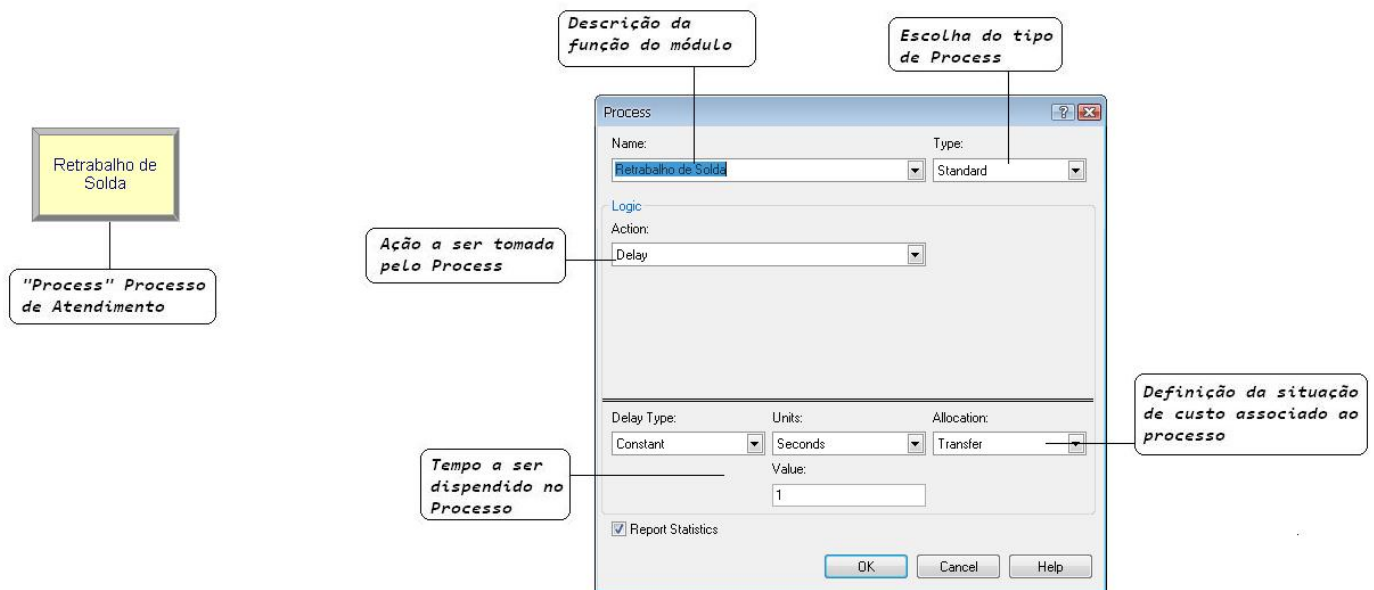


Figura 18 Retrabalho de solda

9.1.6 Módulo *Process* inspeção do produto

Este elemento representa uma operação ou trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na Área de Planilha.

Para acessar a tela *Process* de um duplo clique no bloco *Process* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 19.

Inspeção do produto: todo o produto fabricado deve passar por este posto de trabalho, onde são inspecionados todos os componentes do produto e todo processo de soldagem, esta avaliação é repassada para o soldador retrabalhador que a libera posteriormente garantindo a qualidade e segurança do produto.

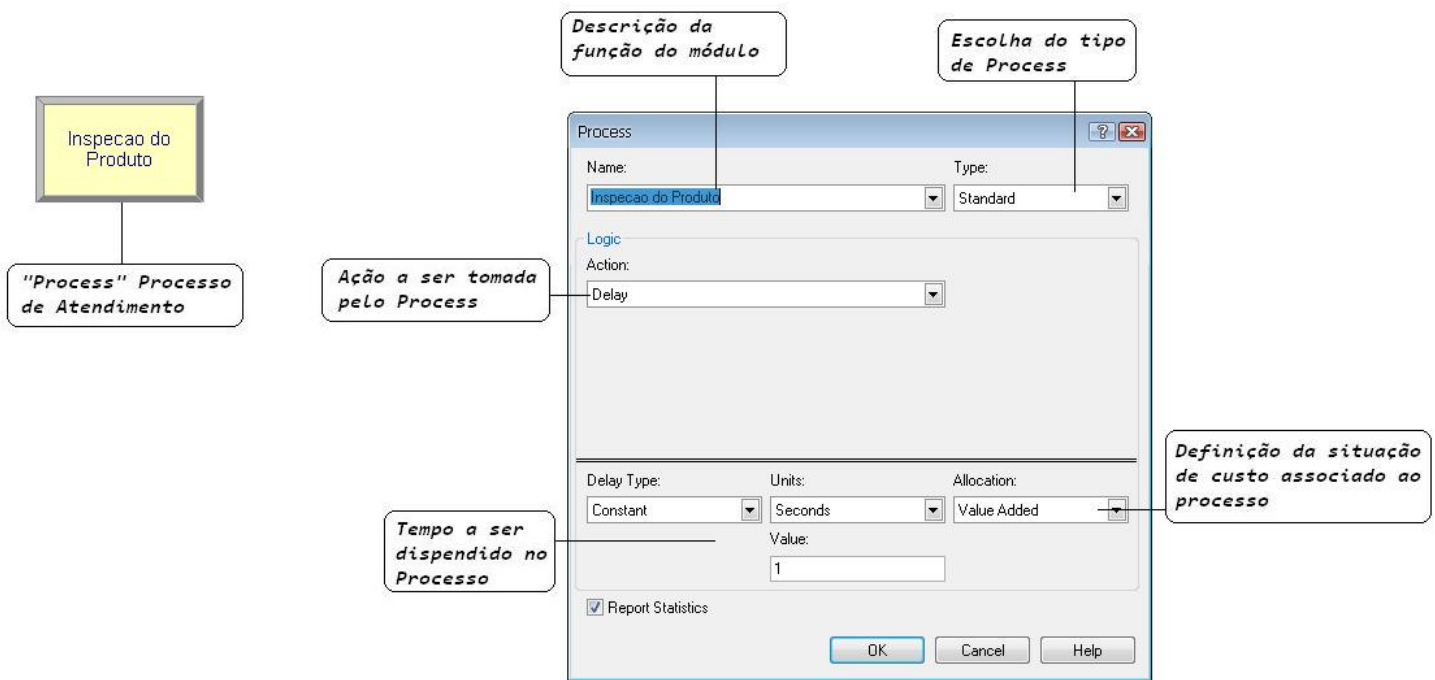


Figura 19 Inspeção do produto

9.1.7 Modulo *Decide* qualidade assegurada

Este elemento introduz ou não um desvio na seqüência do fluxograma. Caso determinada condição seja satisfeita, o fluxo segue ou é desviado para outra parte do processo.

Para acessar a tela *Decide* de um duplo clique no bloco *Decide* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 20.

Qualidade Assegurada: todos os produtos são acompanhados e verificados com auditoria interna no processo produtivo sendo constantemente submetidos a testes de avaliação de resistência e processo de soldagem.

Na figura 20 podemos colocar decisão no processo tanto para o fluxo da produção ou para a contenção de produto acabado não conforme produzido.

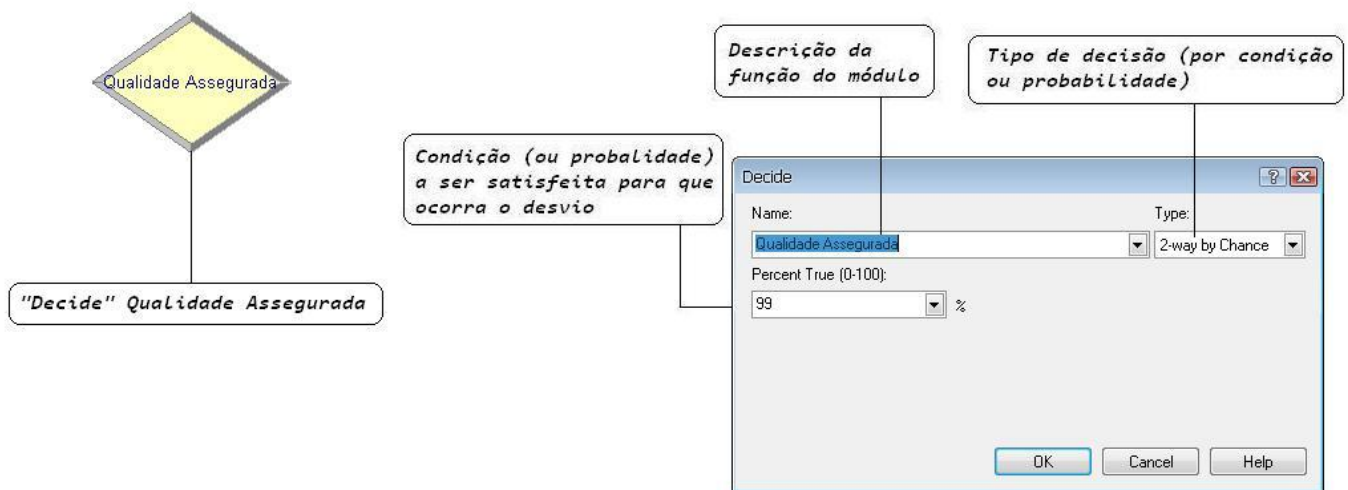


Figura 20 Qualidade assegurada

9.1.8 Módulo *Process* contenção de produto refugado

Este elemento representa uma operação ou trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na Área de Planilha.

Para acessar a tela *Process* de um duplo clique no bloco *Process* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 21.

Produto Refugado: nesse caso o produto refugado com condições inferiores e variações adversas a do projeto e estão em transito na produção quando passam pela inspeção são avaliados e rejeitados para que não afetem a qualidade e tragam riscos ao cliente final posteriormente sendo enviados para a contenção de refugos.

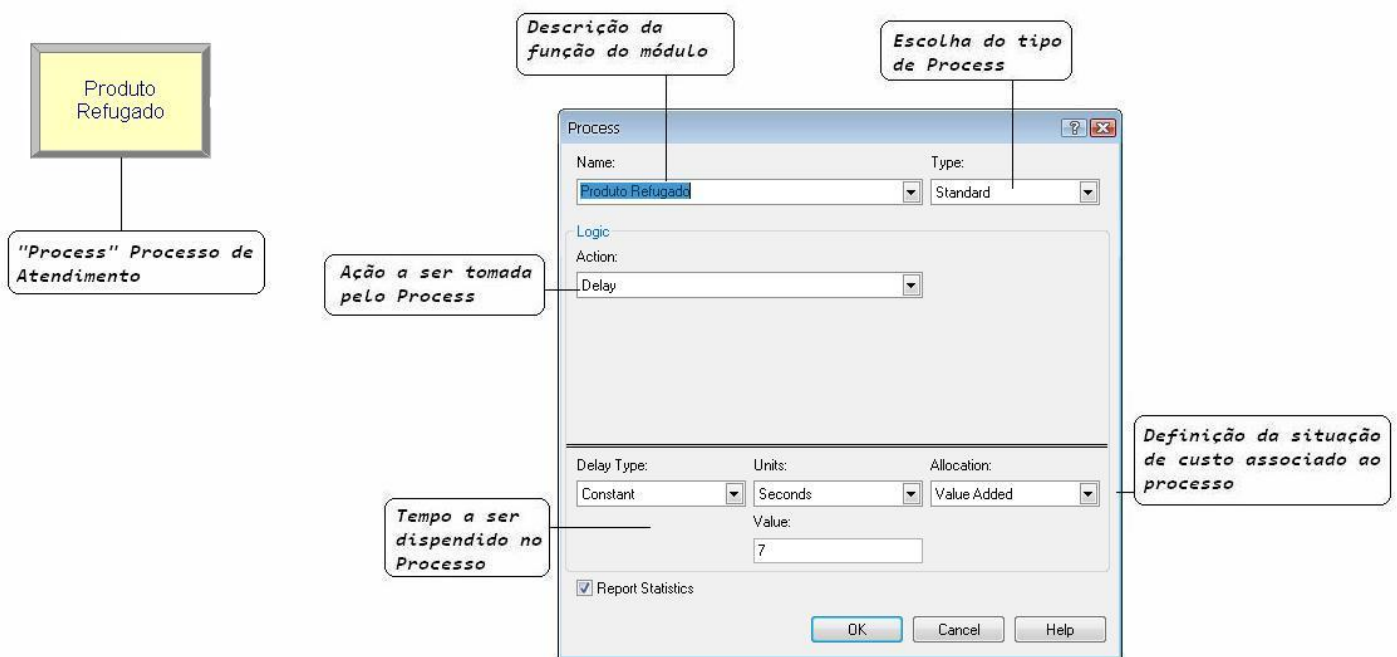


Figura 21 Material refugado

9.1.9 Modulo *Dispose* contenção de produto

Este elemento é a contra parte do “Início” e representa o término de um processo sendo sempre colocado no final do fluxograma.

Contenção de Produto: aqui é feita contenção e a armazenagem de todo produto que não pode ser enviado ao cliente interno e externo. Os produtos aqui refugados terão o destino da sucata sendo posteriormente descartados em um ambiente de reutilização como indústrias siderúrgicas onde serão derretidos e reutilizados em outros processos produtivos.

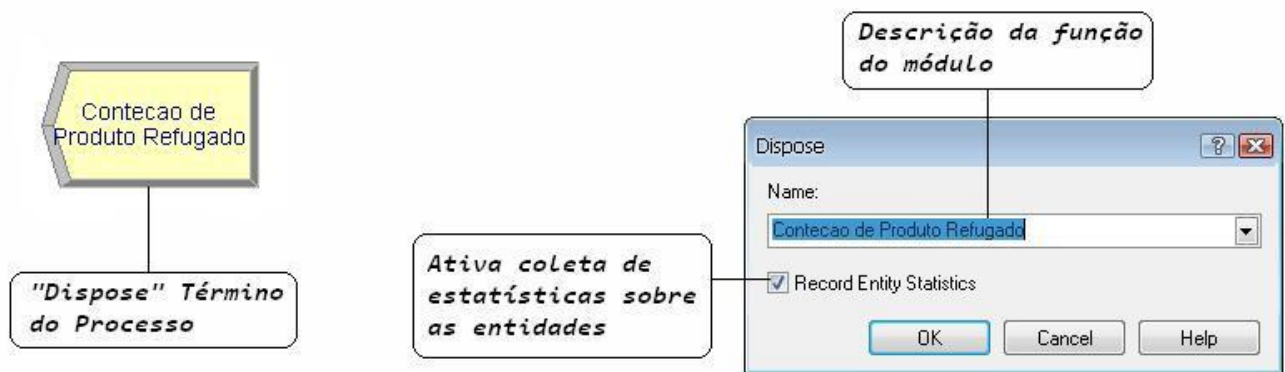


Figura 22 Contenção de produto

9.1.10 Módulo *Process* saída de produtos prontos

Este elemento representa uma operação ou trabalho dentro do processo. Os dados do módulo *Process* podem ser fornecidos na tela *Process* ou na Área de Planilha.

Para acessar a tela *Process* de um duplo clique no bloco *Process* localizado na área do fluxograma preencha os dados desejados conforme figura 23.

Saída de Produtos Prontos: neste processo temos a finalização do processo de produção com a garantia da qualidade dos produtos e serão armazenados no estoque ou serão enviados para o cliente final.

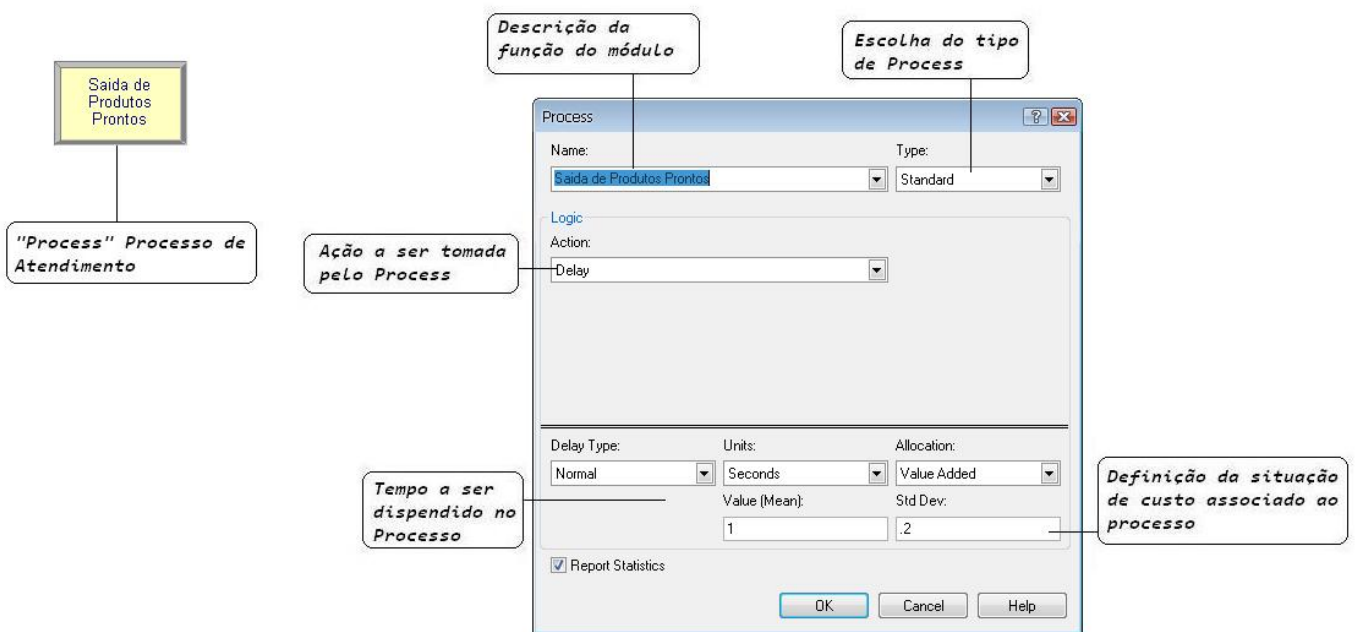


Figura 23 Saída de produtos prontos

9.1.11 Modulo *Dispose* estoque de produtos

Este elemento é a contra parte do “Início” e representa o término de um processo, sendo sempre colocado no final do fluxograma.

Estoque de Produtos: Neste elemento temos produtos em seu processo final que serão armazenados e posteriormente enviados para o cliente interno no próximo processo. Este produto será enviado ao cliente interno para colocação de espuma e capas de acabamento e posteriormente ao cliente externo final.

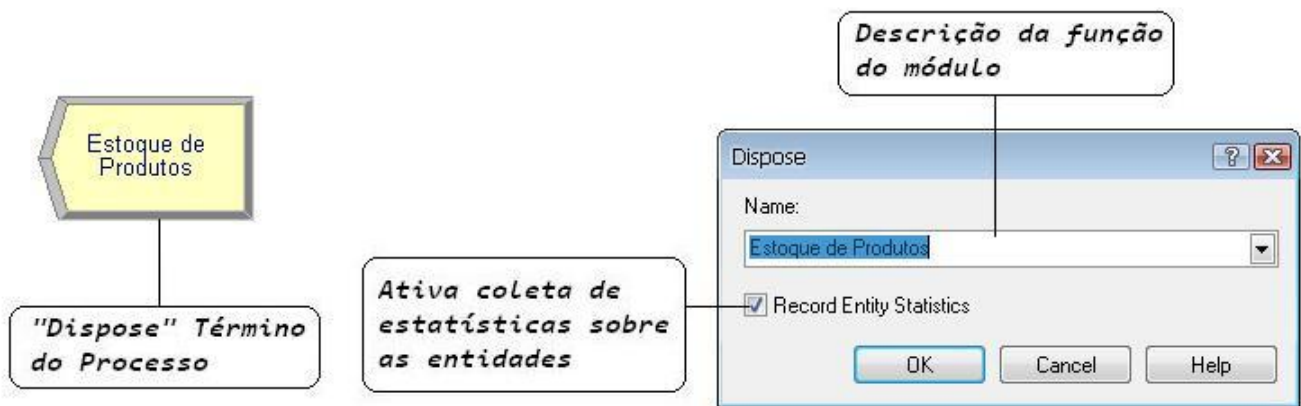


Figura 24 Estoque de produtos

10.0 Otimização capacidade de produção

A otimização do processo produtivo pode elevar significativamente a capacidade de produção diária da fábrica de bancos, tendo em vista que alguns fatores podem influenciar para que isto não aconteça a curto mas sim a longo prazo como a falta de recursos financeiros ou até mesmo a dificuldade de encontrar mão de obra especializada no mercado .

Com a perspectiva da otimização podemos ter um horizonte de ideias com objetivos e metas que podem atingir rapidamente os 1500 bancos diários com funcionamento de três turnos de oito horas e a diminuição de horas extras e a longo prazo reduzindo o custo do produto final.

A otimização do processo fabril envolve uma gama de decisões financeiras, operacionais e funcionais, todos envolvidos procuram interagir com outros departamentos da empresa para dar e conseguir suporte junto à diretoria.

Para a realização deste grandioso processo todos os departamentos estarão envolvidos na busca do objetivo comum para atingir metas estipuladas pela presidência da empresa.

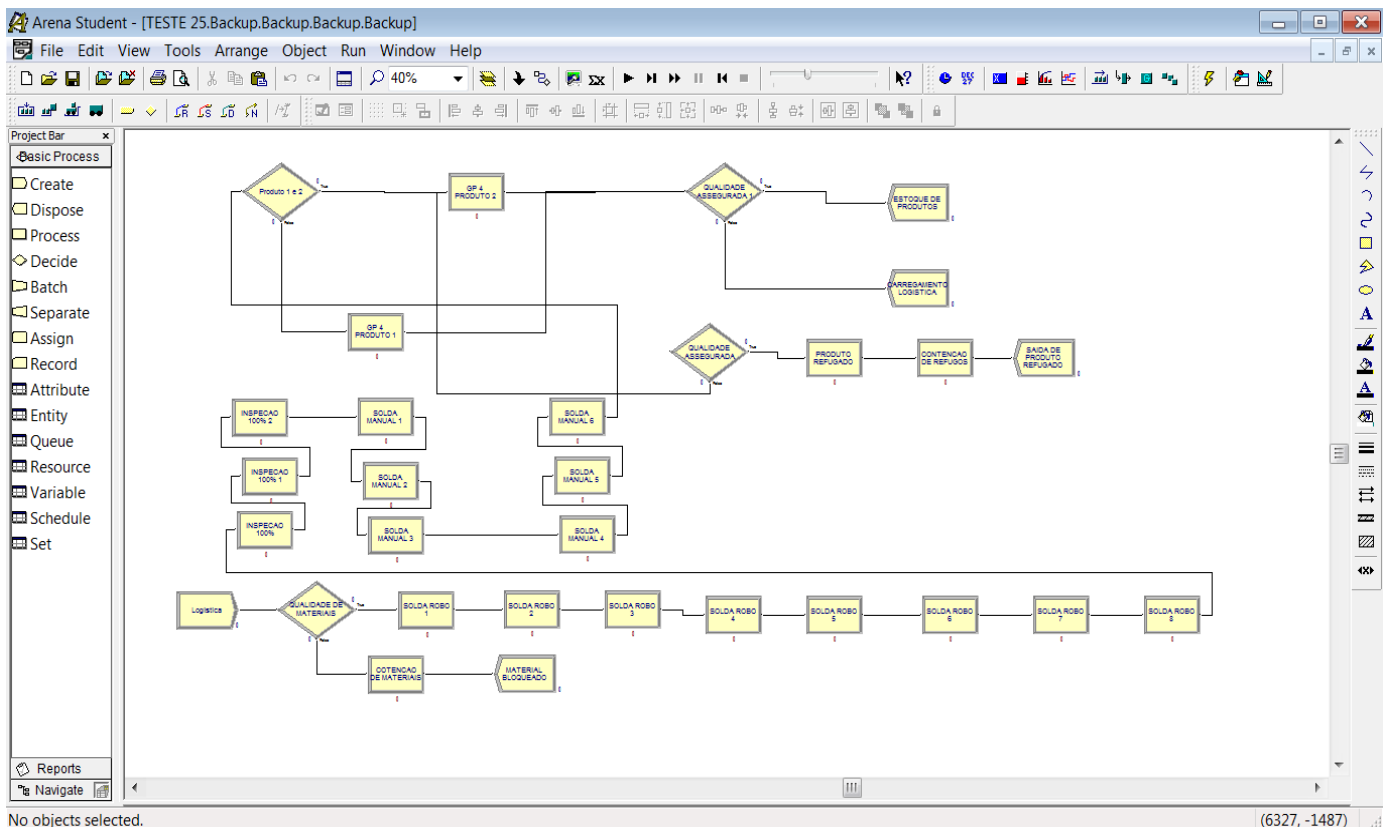


Figura 25 Início do projeto de otimização

Toda particularidade envolvida no processo de otimização tem de fato a ideia de suprir e preencher as lacunas envolvidas no processo da figura 3 “menu *File*”, em contra partida estamos apresentando o que poderia ser feito para a melhoria das condições do processo produtivo.

Os pontos a serem destacados no processo do Fluxograma do Processo Atual são: o aumento significativo do quadro de funcionários, *Layout* da fábrica da figura 26 “Otimização do processo parte 1”, figura 27 “Otimização do processo parte 2” e figura 28 “Otimização do processo parte 3” aquisição de máquinas, ferramentas e o funcionamento diário de 24 horas dia, podendo destacar o treinamento de todos envolvidos no processo. Estes ajustes serão necessários para o aumento real da produção final.

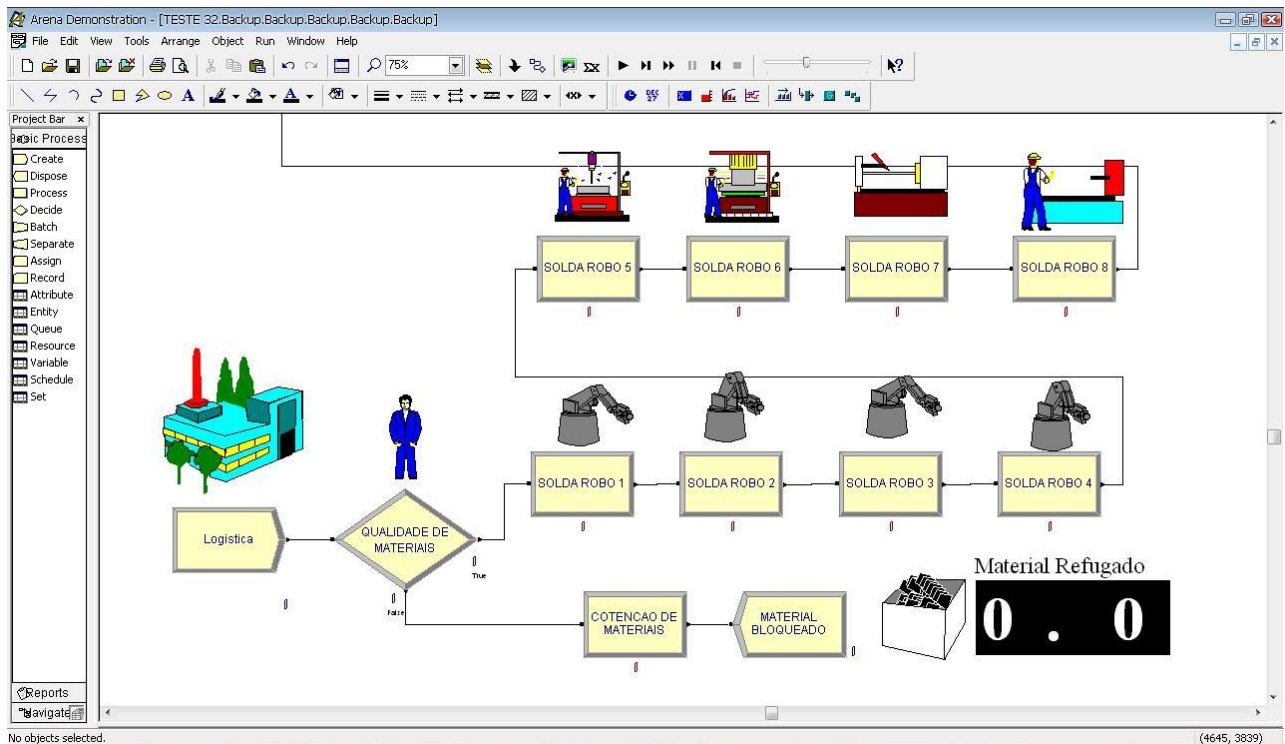


Figura 26 Otimização do processo parte 1

Este processo envolve primordialmente a área administrativa e executiva, que de tal forma temem não atingir todos os objetivos estipulados pela diretoria da empresa tanto administrativa quanto financeira, todos os trabalhos de execução tem extrema urgência para a competitividade da empresa no mercado.

Em um processo atual de competitividade a otimização do processo produtivo de uma empresa seja ela de pequeno, médio ou grande porte ter um objetivo de se manter no mercado onde todas as empresas procuram diminuir seus custos com maior produtividade e excelência em qualidade do seu produto.

Tendo em vista que possam por muitas mudanças estruturais no processo produtivo ou organizacional com uma forte aplicação em tecnologia de produtos e máquinas.

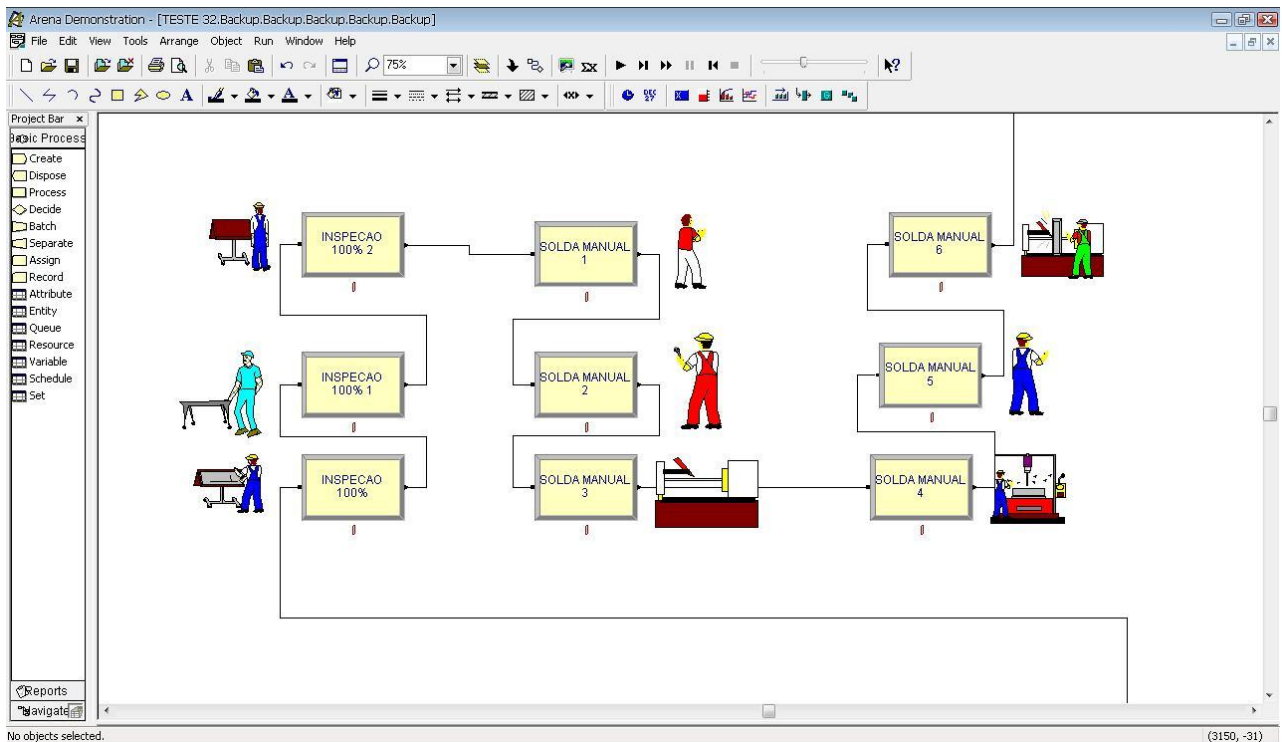


Figura 27 Otimização do processo parte 2

Analizando a figura 3 “menu *File*” em declínio por sua vez passa por grande dificuldade no processo de produtivo, qualidade e quantidade de produto produzido ao final da jornada de trabalho, não atingindo suas metas bem como descartando muitos produtos defeituosos no lixo.

Esta ideia faz um paralelo entre o que pode significar a falência da empresa ou a ascensão no mercado de bens de consumo durável podendo assim equilibrar a competição entre empresas do mesmo seguimento industrial que tenham a mesma visão de mercado mundial e atual.

O modelo otimizado atual pode conseguir um resultado satisfatório tanto de melhoria de metas como no processo diário de produção e a obtenção dos resultados esperados pela diretoria e acionistas.

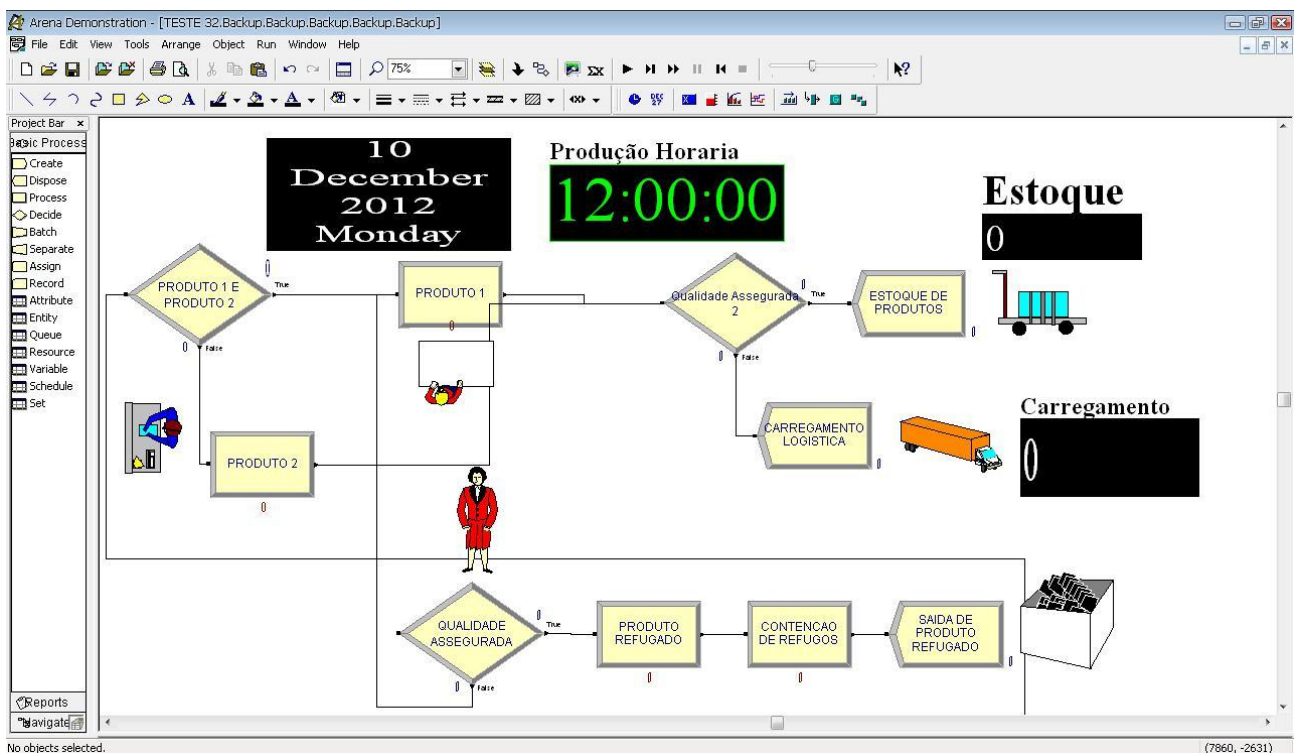


Figura 28 Otimização do processo parte 3

10.1 Agendamento e preventiva de parada de máquinas

Neste processo será feita uma série de melhorias de responsabilidade da área de Manutenção, que seguirá os procedimentos apresentados a seguir.

10.1.1 *Layout* das máquinas

Mudança da disposição ou local a onde se encontra hoje cada máquina e dispositivo em relação à linha de produção, melhorando assim ergonomicamente para os colaboradores e conseqüentemente aumentando a produção diária.

10.1.2 Processo de soldagem robotizada

Adquirindo robôs e atuando no processo com técnicos em programação de automação, bem como diminuição de tempo para produção de cada item a ser feito no processo, assim conseguindo um aumento significativo da quantidade de peças por hora trabalhada, com a qualidade necessária.

10.1.3 Treinamento de pessoal

Cada departamento deverá ter treinamento especial na área em que atua, manutentores, mecânicos, eletricitas, ferramenteiros e operadores de células robotizadas. Assim com o devido treinamento podemos corrigir os problemas que acontecem diariamente, por exemplo: os operados de células robotizadas que diariamente enfrentam vários problemas referentes às paradas de máquinas poderão ter uma maior capacidade de visualizar as soluções para colaborar conseqüentemente com o aumento da produtividade.

10.1.4 A ferramenta utilizada

Será realizado o agendamento por meio de reuniões com a gerencia de produção e diretoria fabril, sendo estas correções preventivas de parada de máquinas evitando conseqüentemente a quebra e a paralisação do processo produtivo por quebra.

11.0 Resultados

Na simulação feita com o *software* Arena, o processo da figura 3 “menu *File*” nos fornece uma visão de que irá sucumbir rapidamente se não forem tomadas providências para a otimização do modelo implantado, na produção identificamos acúmulo de filas e gargalos excessivos na área de solda e liberação de produto final.

Todos os produtos produzidos passam por um controle de qualidade criterioso gerenciado pela qualidade assegurada, mas com alto índice de reprovação.

Um ponto crítico do processo é a reprovação de produtos com diversos problemas, como dimensional fora do especificado, soldas fora de padrão, montagem inadequada, matéria prima com diversos problemas de qualidade inferior a do especificado e a falta de treinamento de pessoal envolvido no processo.

Sendo um fator negativo para a empresa em um modo geral gerando alto índice de produto reprovado sendo que mais ou menos entre 25% a 35% de produtos são jogados fora diariamente pela produção, números aproximadamente de 87 a 122 peças, estes são fatores que levam a empresa a ter um baixo rendimento produtivo e não conseguindo suprir as necessidades do cliente externo gerando multas de quebra de contrato por várias vezes ocasionando o aumento de jornada de trabalho, sobrecarregando os colaboradores e na sequencia o custo elevado do produto de modo geral.

12.0 Discussão

A relação entre a figura 3 “menu *File*” e figura 26 “Otimização do processo parte 1”, figura 27 “Otimização do processo parte 2” e figura 28 “Otimização do processo parte 3” é que todo processo produtivo pode sofrer uma melhoria contínua, seja ele de fabricação ou de prestação de serviços tanto para cliente como para consumidor em um ambiente de trabalho com a colaboração de todos os setores da organização.

A solução encontrada para a otimização do processo produtivo é o aumento significativo do quadro de funcionários sendo uma parte de auxiliares de produção, soldadores, robotistas, técnicos de manutenção, ferramenteiros, eletrônicos, chefia direta sendo líderes, monitores e supervisores de produção e gerência. Conseqüentemente o aumento dos segundo e terceiro turnos de produção, passando de 12 horas para 24 horas dia.

Estes ajustes serão necessários para o aumento real da produção diária passando de 350 bancos para 1500 bancos por dia a longo prazo. Esta condição gera um aumento significativo da folha de pagamento, passando de 250 funcionários para 950 gerando um gasto enorme para a empresa, mas a longo prazo podemos identificar o aumento de mais de 300% na produtividade diária do processo final.

O projeto inicial tem como objetivo diário de produção de 500 bancos para a produção nacional, com a otimização pretende-se suprir a produção de alguns países. Este projeto tem o objetivo futuro de suprir a demanda mundial do projeto automotivo em questão aumentando gradativamente a quantidade produzida de bancos automotivos.

Este processo tem como carro chefe a melhoria contínua da qualidade do produto e do processo evitando o descarte de produtos com grande número de defeitos por turno de trabalho assim aumentando o volume de produção e diminuindo gastos e conseqüentemente a margem de lucro.

13.0 Conclusão

Este trabalho indicou que a modelagem e simulação pode beneficiar muitas empresas no que se refere à economia de tempo e dinheiro para a melhoria dos seus processos produtivos e futuramente melhorias de todo o processo empresarial.

As áreas desde produção, logística, RH, faturamento, financeiro, qualidade, gerencia, altos executivos, diretoria e presidência devem trilhar o caminho da otimização e melhoria continua do processo organizacional. Podendo assim obter o resultado desejado pelos acionistas que investem na organização para mais tarde ter um retorno significativo.

No âmbito da melhoria continua podem ser observadas muitas barreiras a serem transpostas como, por exemplo: investimento pesado na compra de máquinas com tecnologia avançada e maior produtividade, ferramentas de auxílio a produção, melhor desempenho dos manutentores, mão-de-obra especializada com nível técnico ou superior e treinamento de todos envolvidos para maior entendimento do que se fabrica e como fabrica o produto no processo de organização.

Para que se possa implantar é necessário que os altos executivos incentivem e deem suporte a todos para que se possa atingir o objetivo comum melhorando continuamente toda organização.

A visão da diretoria é primordial para o desenvolvimento da organização podendo analisar corrigir e direcionar todos os passos a serem dados pelos colaboradores e tendo uma visão do futuro da organização para os acionistas e investidores.

14.0 Referências bibliográficas

- [1] BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. Saraiva. São Paulo, 2003.
- [2] FIGUEREDO, Gustavo Garcia; COSTA, Miguel Antonio Bueno da. **Manual de VBA Anual de no Arena**.UFSCAR. São Carlos,p.1-54, Março 2009 Grupo SimuCAD – Departamento de Engenharia de Produção. Disponível em: http://www.simucad.dep.ufscar.br/Manual_VBA_ARENA_v2.0.1.pdf> Acesso em: 14 abril. 2012
- [3] FRANCO, Gustavo Nucci; GEORGES, Marcos R.R.; FIORONI, Marcelo M. **Analisando os dados de entrada e saída de um modelo Arena: O Input Analyzer e Output Analyzer**. 2003.
- [4] FILHO, Paulo José de Freitas. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em Arena**. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- [5] HERÁCLITO, Lopes; CARLOS, Mamoru; BARROS, Breno. **Identificação e análise do gargalo em uma linha de montagem de componentes automotivos utilizando simulação**. USP. São Carlos, p. 1-10, Setembro 2008 Disponível em: http://www.aedb.br/seget/artigos07/1278_1278_Artigo_Comp >. Acesso em: 14 abril. 2012
- [6] ISIKAWA, Caio Kiyoshi; BIANCHINI, David. **XIV Encontro de Iniciação Científica**. PUC. Campinas., p. 1-16, fevereiro de 2009. Disponível em: http://www.puc-campinas.edu.br/pesquisa/ic/pic2009/resumos/2009824_124342_207332582_resAAF.pdf>.Acesso em: 14 abril. 2012
- [7] JUNIOR, Alexandre Font; BOTTER, Rui Carlos. **Desenvolvimento de um modelo de simulação para dimensionamento de um sistema integrado pátio-porto na cadeia do minério de ferro**. USP. São Paulo, p. 1-15, Outubro 2010 Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/.../Artigo_Alexandre_Julia.pdf>.Acesso em: 14 abril. 2012.
- [8] MENNER, W. A. **Introduction to modeling and simulation**. Johns Hopkins APL **Technical digest**, v. 16, n. 1, p. 6-17, 2006.
- [9] PRADO, Darci. **Usando o arena em simulação**. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.
- [10] TORGA ,Bruno Lopes Mendes. **Otimização em sistemas puxados em manufatura**. UNIFEI. Itajubá, p. 1-150, Fevereiro 2007. Disponível em: www.iepg.unifei.edu.br/arnaldo/download/dissertacoes/Bruno.pdf>.Acesso em: 14 abril. 2012
- [11] WINSTON, W. L. **Operations research: applications and algorithms**. 3. ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 2004. 1353p