

# **Aplicação de técnicas de organização do trabalho e simulação de processos: um estudo de caso em uma indústria de embutidos**

**Ricardo Ferrari Pacheco (UCG) rpacheco@ucg.br**

**Glauco Telles de Araújo (UCG) glauco@nutroeste.com.br**

## **Resumo**

*Este trabalho analisa o processo produtivo de uma indústria de embutidos de pequeno porte, propondo melhorias em sua organização do trabalho por meio do estudo de métodos, tempos e arranjo físico. São propostas diversas alterações no processo utilizando modelos de simulação como ferramenta de estudo dos impactos das alterações propostas sobre a produtividade da empresa. O trabalho mostra que a aplicação das melhorias propostas pode trazer um significativo aumento de produtividade ao processo, mostrando assim a efetividade da técnica de simulação como ferramenta auxiliar na análise e proposição de mudanças da organização do trabalho.*

Palavras chaves: *simulação; organização do trabalho; embutidos.*

## **1. Introdução**

Com a abertura econômica ocorrida na última década, muitos setores industriais foram fortemente pressionados por novos concorrentes estrangeiros, tornando aspectos como qualidade e produtividade fundamentais para a sobrevivência do empreendimento. Assim como outros setores industriais, o ramo de embutidos no Brasil também teve que se adequar a esta nova realidade. Grandes fabricantes se instalaram no Brasil e impuseram novos padrões de qualidade e produtividade aos fabricantes locais.

Apesar de se tratar de uma atividade antiga, a produção de embutidos é precária em termos de estudos em organização do trabalho. Neste trabalho, foi analisada uma empresa típica do setor. Foram propostas melhorias em termos de organização do trabalho e alterações de *layout*. As alterações propostas foram modeladas por meio de um software de simulação e validadas antes de serem definitivamente implementadas. O trabalho demonstra que existem grandes oportunidades de melhoria nos processos existentes e que a simulação se mostra uma ferramenta bastante útil e acessível ao pequeno empresário para que se possa estimar as melhorias decorrentes das alterações propostas no processo produtivo.

O artigo está dividido em 6 seções. Na seção 2 é feita uma revisão sucinta dos conceitos de organização do trabalho e simulação. Na seção 3, a descrição do processo produtivo em estudo é apresentada. Na seção 4 são descritos a metodologia utilizada, a coleta de dados realizada e os cenários construídos. Na seção 5 é realizada a comparação dos resultados obtidos nos diversos cenários propostos. Finalmente, na seção 6 têm-se as conclusões do estudo.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1 Histórico e desenvolvimento da organização do trabalho**

A organização do trabalho nasceu da problemática humana do pensar e preparar suas atividades no desenvolver de sua subsistência, seja preparando suas ferramentas, seja obtendo seu alimento (FRANÇOIS, 1972). Com o desenvolvimento da humanidade, a organização do trabalho passou a incorporar características relacionadas ao trabalho no ambiente industrial, passando inicialmente por modelos como o taylorismo e fordismo e chegando aos dias atuais com situações de neotaylorismo e modelos com formas mais democráticas, tais como o enriquecimento de cargos e os grupos semi-autônomos (MORE, 1997).

Segundo Faria (1984), a organização é a ciência do rendimento, pois procura dispor os elementos funcionais de tal forma que o conjunto assim engendrado seja capaz de realizar um trabalho eficaz com o mínimo de dispêndio e risco para conseguir, no menor tempo, o objetivo pretendido através da criação da estrutura e dos sistemas necessários. Outras definições podem ser encontradas em Barnes (1977), Rose (1972), Chiavenato (2000), Slack (1996), entre outros.

São objetivos do estudo de tempos e movimentos o aumento da eficiência do trabalho através de eliminação do desperdício de esforço humano; especialização, treinamento e adaptação dos operários às tarefas e determinação de padrões de execução de trabalho.

Dentre os autores que contribuíram com a evolução da organização do trabalho pode-se citar, segundo Benigno (1999): Henry Fayol, Blaise Pascal, Sébastien lê Prestre, Frederick Winslow Taylor, Frank e Lílian Gilbreth, e Ganth e Bedaux.

Dentre os enfoques dados à organização do trabalho pode-se citar o enfoque administrativo, o enfoque social e o enfoque ergonômico (MENANI, 1998), (SARRARCENI, 1999), (FARIA, 1984), (MIRANDA, 1986), (MILLER, 1982), (CURI, 1981). O conceito de produção enxuta tem, por sua vez, alterado o conceito de organização do trabalho nas empresas (WOMACK & JONES, 1996), buscando a redução das sete formas de desperdício (OHNO, 1988).

### **2.2 Simulação computacional**

Com o crescente aumento da competitividade entre os sistemas produtivos, faz-se necessário o estudo de técnicas e teorias que proporcionem aumento de produtividade. No processo de desenvolvimento de novos produtos, equipamentos e sistemas, muitos profissionais deparam-se com a dificuldade de obtenção de informações que possam servi-lhes de embasamento para a tomada de decisão. Colmanetti (2001) cita que a simulação é uma poderosa técnica na solução de problemas relacionados à manufatura e processos. Isto se faz através da construção de um modelo lógico matemático, que represente de forma satisfatória o sistema real.

Segundo Barton (1973), a simulação se resume na execução ou manipulação dinâmica de um modelo de um sistema-objeto com um objetivo qualquer. Segundo Gordon (1978), simulação é uma técnica de resolução de problemas que se dá pela observação do comportamento sobre o tempo, de um modelo dinâmico de um sistema.

Segundo Shannon (1975) a simulação permite que se possa fazer a identificação de problemas, a comparação com o desempenho de outros sistemas, estudos sobre a utilização da capacidade instalada, níveis de inventário, lógica de controle, refinamento de projeto, integração, seqüenciamento, gargalos do sistema, melhor arranjo físico e melhor índice de produtividade dos funcionários, treinamento de operadores, testes de

inicialização de equipamentos, entre outras aplicações. Já segundo Colmanetti (2001) o uso de simulação pode proporcionar uma melhor compreensão do sistema real e poupar tempo no processo de aprendizado. A simulação permite ainda testar hipóteses sem interferir na operação do sistema real. É mais aderente que modelos matemáticos e assim proporciona análises mais realistas que a modelagem matemática.

Dentre as dificuldades da simulação destaca-se o fato de não se ter certeza de solução ótima e a dificuldade de elaboração e validação dos modelos.

Vários autores como Ingels (1985), Pedgen (1990), Scriber (1991), Harrel (1992), Pritsker (1992) e Banks (1996) apud Colmanetti (2001), ilustram a sistematização da simulação como forma de melhoria e otimização para um bom desenvolvimento do processo. Para Porto apud Colmanetti (2001) a aplicação da simulação em vários tipos de sistemas com diferentes tipos de estudos, resulta em variações na maneira de se realizar simulação. Alguns passos básicos são: 1) Identificação do problema; 2) Planejamento do estudo; 3) Formulação do modelo matemático; 4) Construção de um programa de computação para o modelo; 5) Especificação dos valores das variáveis; 6) Corridas de simulação; 7) Avaliação dos resultados; 8) Proposição de novo experimento.

Segundo Saliby (2001), a crescente popularidade de uso da simulação como ferramenta de modelagem e análise de problemas resultou em uma vasta e também crescente disponibilidade de softwares de simulação no mercado. Pode-se dividir em duas grandes categorias os softwares de simulação hoje disponíveis: os de natureza geral (aqui focalizados) e os voltados para aplicações específicas, tais como manufatura, serviços, telecomunicações, reengenharia e outros (PRADO,1999). Dentre os softwares de simulação geral disponíveis pode-se citar o Arena, o Automod, o Extend, o Microsaint, o Promodel, o Simple++, o ModSim e o VisSim, entre outros.

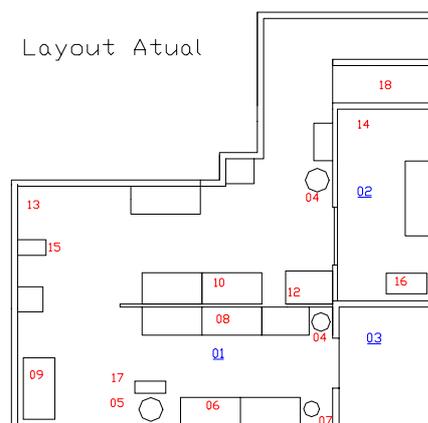
### **3. Apresentação do problema**

#### **3.1 O processo produtivo**

A linha de produção em estudo (figura 1) possui uma área de aproximadamente 120m<sup>2</sup>, com 11 colaboradores no setor de produção e 6 no setor administrativo. A linha possui dois setores distintos: o setor de preparo da massa, que abrange as tarefas de corte da carne, trituração e tempero da massa e o setor de embutimento, que abrange as tarefas de embutimento da massa, amarração, acabamento e ensaque da lingüiça. O estudo tem seu foco voltado para o setor de embutimento, onde ocorrem os maiores problemas. Os equipamentos e materiais de suporte existentes neste setor são: 01 Canhão Pneumático (CP), 02 Canhões Manuais (CM), 01 Amarradeira Pneumática, 01 Emulsificadora de massa, 07 mesas de inox, 01 Seladora de Sacos Pneumática, 01 Seladora Elétrica de Bandejas, além de 02 balanças.

Dos 11 colaboradores, sete são permanentes do setor de embutimento e os quatro restantes iniciam o dia no setor de massa e migram, conforme necessário, de um setor para o outro. A carga horária normal de trabalho costuma ultrapassar às 8 horas diárias, o que se torna o gasto com horas extras um problema para a empresa. O serviço executado pelos colaboradores é bastante braçal, exigindo pouco do intelecto. Há grande rotatividade de funcionários na empresa e a carga de trabalho é bastante desbalanceada entre as funções. Outra característica é a grande interdependência das operações na linha, isto é, quando qualquer uma das operações atrasa por qualquer motivo, toda a linha é paralisada rapidamente.

LEGENDA				
01	02	03	04	05
Setor de Embutimento	Setor de Massa	Câmara Fria	Canhão Manual	Canhão Pneumático
06	07	08	09	10
Mesa de Arraste	Amarrad. Pneumática	Mesa de Acabamento	Selagem	Ensaque
11	12	13	14	15
Baldes	Emulsificadora	Expedição	Matéria-Prima	Balança
16	17	18		
Moedor	Reabastec CP	Almoxarifado		

Figura 1: *Layout Atual*

#### 4. Materiais e métodos

O objetivo do estudo foi o de analisar o processo produtivo atual e propor melhorias baseadas nos conceitos de organização do trabalho a serem inicialmente modeladas no software ARENA® 7.1 antes de serem implementadas. As etapas podem ser assim descritas:

- Realização de coleta de dados sobre a linha produtiva da fábrica. Estes dados compreendem o estudo da capacidade produtiva atual total e de cada equipamento; o estudo dos tempos de cada operação; a elaboração do *layout* atual e do fluxograma de produção atual.
- Identificação e caracterização dos principais problemas existentes no sistema atual.
- Elaboração de alternativas para a solução dos problemas identificados, denominados cenários alternativos.
- Desenvolvimento do modelo do sistema atual, sua experimentação e validação.
- Desenvolvimento de modelos retratando os cenários alternativos propostos e a simulação desses cenários.
- Comparação dos resultados da simulação dos cenários propostos com o cenário atual.

##### 4.1 A coleta de dados

Os dados apresentados na tabela 01 descrevem os tempos médios obtidos das operações. Além dos tempos das operações, foram coletados dados como as dimensões da área produtiva para a confecção do *layout* original mostrado na figura 1. De posse dos dados coletados e ajustados, utilizou-se a ferramenta Input Analyser do ARENA® para a obtenção das distribuições referentes aos tempos das operações atuais.

OPERAÇÃO	TEMPOS MÉDIOS ATUAIS	DISTRIBUIÇÕES INPUT ANALYSER
EMB. CP	2,42	1+LOGN(1.3 , 0.696) (M01)
EMB. CM	8,08	NORM(7.59 , 1.03) (M01)
AMARRAÇÃO	7,22	5+LOGN(2.28 , 1.6) (M01)
ACABAMENTO	4,44	2.53+GAMM(0.375 , 5.15)
EMB. CP - LF	9,28	6.75+1.49*BETA(2.07 , 1.65)

Tabela 1: Tempos das principais operações e distribuições correspondentes

Para a coleta dos dados foi utilizado um cronômetro digital de precisão e para a anotação destes dados, prancheta e tabelas para preenchimento. O método de leitura e o cálculo do número de observações foram baseados na obra de Barnes (1977), que sugere o método de leitura repetitiva com a utilização de cronômetros. Para o cálculo do número de observações o autor sugere a fórmula (1), onde  $N'$  é o número necessário de observações para prever o tempo verdadeiro com erro relativo de  $\pm 5\%$  e  $95\%$  de confiança.

$$N' = \left\{ \frac{40 \sqrt{N \sum X^2 (\sum X)^2}}{\sum X} \right\}^2 \quad (1)$$

#### 4.2 Identificação de problemas

- **Layout** O sistema produtivo atual se caracteriza por um *layout* que dificulta o fluxo de produtos, pessoas e materiais, não se enquadrando em nenhuma das classificações comumente encontradas na literatura.
- **Falta de Procedimentos** o sistema produtivo não possui um estudo a respeito dos procedimentos operacionais adotados e de treinamentos para novos colaboradores. A consequência deste fato é a desorganização das etapas produtivas, sendo que cada colaborador executa sua tarefa sem a utilização de procedimentos padrões, utilizando procedimentos inadequados passados pelos colaboradores com maior tempo de casa.

Devido a estas características, ocorrem nesta linha uma série de problemas relativos à organização do trabalho, que vão desde o desbalanceamento da linha, movimentações desnecessárias, formação de gargalos, procedimentos inadequados e conseqüente desgaste de colaboradores. A elaboração de um modelo de simulação deste cenário visa demonstrar e quantificar estas imperfeições da linha de forma gráfica e numérica com o objetivo de se obter parâmetros para posterior comparação e demonstração de resultados em relação aos modelos propostos.

#### 4.3 A elaboração de propostas de melhorias

Baseado nas deficiências citadas acima, elaborou-se as seguintes propostas de melhorias:

##### □ Implantação de um novo *layout*

A elaboração de um novo *layout* (figura 2) tem o objetivo de reduzir os problemas de movimentações desnecessárias.

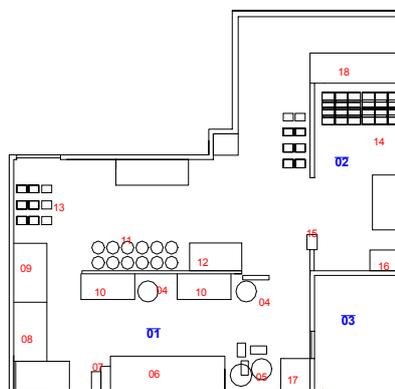


Figura 2: *Layout* Sugerido

O novo *layout* pode ser classificado como departamental misto, visto que é um misto entre *layout* em “L” e *layout* em linha. O *layout* em “U” foi descartado por falta de espaço e características da linha. Isto resulta em um *layout* que atende às exigências de espaço e fluidez da linha. As alterações propostas no *layout* têm como objetivo provocar as seguintes alterações no sistema produtivo:

- **Criação de setores distintos**

Como se pode observar, no *layout* original existem equipamentos idênticos afastados um dos outro que executam as mesmas tarefas, como os dois CM's (04), situados cada qual numa extremidade da fábrica. Isto provoca movimentação desnecessária e dificuldades de expedição de produtos. No novo *layout* todos os equipamentos relacionados ao embutimento e fabricação da lingüiça são colocados num só espaço, caracterizando o Setor de Embutimento. Igual procedimento foi realizado com os equipamentos relacionados à fabricação da massa, caracterizando o Setor de Massa. Logo, o CM situado próximo ao setor de massa foi deslocado para próximo do outro CM existente.

- **Facilitação da pesagem e armazenagem de carnes e massas**

No *layout* atual a balança se localiza na extremidade oposta ao local de corte e emulsificação da massa. Levando-se em conta que toda a carne cortada e toda a massa emulsificada deve ser pesada, percebe-se uma grande movimentação de caixas desnecessariamente. No novo *layout* a balança foi deslocada para o SM e parte da parede que separa os dois setores, próximo à CF removida de modo que a massa pesada possa ser guardada mais facilmente e que as caixas vazias, utilizadas pelo SE, possam ser deslocadas ao local de lavagem mais facilmente.

- **Facilitação do reabastecimento dos canhões**

Com um dos CM's e o CP localizados relativamente distantes da CF, torna-se difícil e tumultuado o reabastecimento, sendo necessário que algum dos colaboradores pare de realizar suas funções para que isto ocorra. Para o CM, existe uma pequena passagem por baixo da mesa pela qual um dos colaboradores empurra as caixas com massa para o outro lado. Para o CP, que necessita de mais caixas de massa para seu reabastecimento (5 caixas), os colaboradores devem parar a cada reabastecimento para buscarem as caixas na CF. Além de demorado, esta operação atrapalha todos aqueles que estão trabalhando nas mesas, já que o corredor é estreito. Sugere-se para este problema o deslocamento do CM e do CP para próximo da CF, deixando para o CP um espaço entre ele a CF para a estocagem de caixas. Com estes equipamentos próximos à CF, o problema do reabastecimento estaria resolvido.

- **Direcionamento da produção para expedição**

Atualmente, com a balança localizada perto da porta de saída e entrada da produção, a expedição das mercadorias é realizada ali mesmo, ou seja, todos os produtos oriundos do SE são armazenados neste local, acarretando em grande acúmulo de caixas e estrangulamento do fluxo de entrada e saída de produtos e pessoas. Além disso, não existe um direcionamento único da produção no sentido da expedição dos produtos. Exemplo disto é a produção de lingüiça grossa no CP, que inicia seu percurso no sentido contrário, dá uma literal volta pela produção e retorna no sentido da expedição. Com a retirada da balança de seu local atual para o SM, como sugerido anteriormente e a operação de expedição passando a ser realizada do lado de fora da produção, boa parte do primeiro problema seria resolvido. O espaço criado com a saída da balança e de uma mesa de mármore existente no local propiciaria maior espaço para a estocagem dos

produtos até sua retirada para expedição, que passaria a ser realizada em área existente do lado de fora da produção, próximo a outra CF existente na fábrica.

Para a questão do direcionamento do fluxo produtivo no sentido da saída da produção, sugere-se a troca de posições da AP com o CP e a colocação dos dois CM's próximos um do outro, todos virados no sentido da saída de forma que o fluxo dos produtos tenha o sentido desejado. Isto propiciaria a facilitação da expedição e a minimização das movimentações, acarretando em menor desgaste dos colaboradores e ordenamento da produção.

- **Criação de locais-padrões de armazenagem e movimentação**

Além da inexistência de procedimentos padrões para a armazenagem e movimentação de caixas e produtos, também não existem locais próprios para estas operações, o que causa tumulto nas movimentações e estrangulamento de fluxo, problemas ainda mais acentuados pela falta de espaço característico da linha de produção da empresa estudada. Com a realização das sugestões citadas e os conseqüentes deslocamentos de equipamentos, surgiriam espaços que passariam a ser demarcados para armazenagens e movimentações específicas. Atualmente a carne cortada é colocada em caixas que por sua vez são armazenadas de forma espalhada, algumas próximas à balança e outras próximas ao tanque. Sugere-se que estas passem a ser armazenadas no local onde hoje se encontra o CM, próximo ao SM. Os produtos acabados deixariam de ser colocados também espalhados próximos à balança e passariam a ser armazenados no espaço deixado pela própria balança e pela mesa de mármore. As caixas para reabastecimento do CP passariam a contar com local próprio, logo atrás do próprio canhão, próximo à CF.

- **Adoção de novas matérias-primas**

A operação de fabricação da LG possui como uma de suas etapas o embutimento propriamente dito e a amarração desta lingüiça na AP, sendo que para o embutimento é necessário que se apanhe uma tripa, que será colocada no funil e enchida com a massa. Quanto mais curta for esta tripa menor será a produtividade, visto que a operação exige habilidade. O mesmo ocorre com a operação de amarração da LG embutida, pois o colaborador responsável por esta operação deve unir as pontas de todos os cordões embutidos de forma que estes se tornem um cordão só. Assim, embora mais caras, existem tripas mais longas, que devem gerar uma produtividade maior. Esta alternativa deve ser analisada por meio do modelo.

- **Inversão da ordem de produção de lingüiças**

Convencionalmente inicia-se o turno da manhã com o CP produzindo LG e, somente no período da tarde ele passa a produzir LF. Considerando-se que a LG exige maior número de operações em sua manufatura e, no horário da manhã, a disponibilidade de mão-de-obra é menor, pois neste período ocorre o carregamento dos caminhões realizado pelos colaboradores da linha, bem como a preparação do tempero e o corte da carne, parece interessante a inversão dessa ordem. O bom-senso sugere que a operação que exige menos mão de obra deva ser realizada no período em que esta disponibilidade for menor, o que deve aumentar a produtividade e reduzir o *wip*. Logo, a produção no CP iniciar-se-ia pela LF na parte da manhã e em seguida a produção de LG.

Baseado nos tempos coletados das operações na parte da tarde, período em que a produtividade é um pouco menor, sabe-se que o canhão pneumático, quando utilizado para LF, pode ser esvaziado em aproximadamente 70 minutos, o que equivale a aproximadamente 180Kg de massa. Logo, das 7 da manhã às 10h e 40min da manhã é

possível uma produção de 540Kg de LF, equivalente a 3 carregamentos do CP. Já nos canhões manuais, neste mesmo período de 3h e 40min é possível efetuar 20 descarregamentos, o que equivale a aproximadamente 640 Kg, também se considerando as paradas para reabastecimento.

Levando-se em conta que a produção se inicia com o embalamento em bandejas e que cada bandeja leva em média 45 segundos para ser feita com os três colaboradores em atividade, nenhum deles ficaria ocioso. Dois ficariam por conta da preparação das bandejas e o outro prepararia o tempero. Às 9:00h ter-se-ia quantidade suficiente de LF para iniciar o embalamento em sacos. Neste momento, o colaborador responsável pelo tempero, já com sua tarefa cumprida, iria para o fechamento das bandejas e os outros dois iniciariam o ensacamento da LF já pronta. Estima-se que estes dois colaboradores terão que ensacar até as 11:00h aproximadamente 1000 Kg de LF. Às 11:00h, terminado o ensaque da lingüiça, o fechamento das bandejas e o preparo do tempero os colaboradores estariam liberados para o almoço. No início do segundo turno do trabalho, 13:00h, iniciar-se-ia a produção de LG no CP. Esta produção contaria neste horário com 8 colaboradores: 2 embutidores, 3 na mesa de acabamento, 1 amarrador e 2 ensacadores, sendo que um dos ensacadores ficaria em rodízio entre a mesa de LG e a mesa de LF. O outro ensacador ficaria em rodízio com a mesa de amarração. O disparo de sua saída para a mesa de amarração se daria de acordo com a quantidade de cordões amarrados sobre a mesa. Assim, das 7:00h às 10h e 40min da manhã é possível uma produção de aproximadamente de 1000Kg de LF. Daí em diante, a produção de LF continuaria prioritariamente nos CM e de LF no CP.

#### 4.4. Desenvolvimento do modelo do sistema atual

O modelo do sistema atual foi denominado modelo 1. Os resultados obtidos nos relatórios deverão representar o volume de produção atual durante o período simulado que será de 8h de produção, o que equivale ao turno normal de uma linha produtiva de embutidos. Já que as características produtivas da linha a caracterizam como sendo uma produção contínua, e o software Arena apenas representa sistemas discretos, os dados coletados foram adaptados. As entidades do sistema correspondem a 20kg de lingüiça, denominadas LF (lingüiça fina) e LG (lingüiça grossa). Os tempos apresentados são referentes aos tempos médios de produção desse volume de produtos. Na tabela 2 são apresentados os novos tempos médios dos equipamentos das operações básicas para a fabricação de embutidos baseados em testes realizados nos setores nas quais as operações foram sugeridas. Os recursos analisados foram os colaboradores encarregados de executarem as tarefas. Para a operação de amarração deu-se o nome de amarrador ao recurso, para a operação de acabamento deu-se o nome de operária e para a operação de ensaque deu-se o nome de ensacador ou ensacadeira.

Os indicadores analisados neste modelo e nos demais foram  $VAMax$  (tempo máximo de em processo),  $WaitMed$  (tempo médio de espera),  $WaitMax$  (tempo máximo de espera),  $NumMed$  (numero médio de entidades na fila),  $\%UtMed$  (porcentagem de utilização média),  $\%OcMed$  (porcentagem de ocupação média),  $QE$  (quantidade embutida) e  $QP$  (quantidade processada).

#### 4.5 Desenvolvimento dos novos modelos

Foram modelados mais dois cenários, denominados modelos 2 e 3, que representam as alterações propostas. Sendo assim, o objetivo da simulação dos novos cenários é comprovar a eficácia do novo *layout* e dos novos procedimentos no que se refere à produtividade da linha. A tabela 3 resume os cenários modelados.

OPERAÇÃO	TEMPOS ESPERADOS MODELOS RESTANTES	DISTRIBUIÇÕES INPUT ANALYSER
EMB. CP	1,82	1.14+1.23*BETA(5.73 , 4.65)
EMB. CM	6,65	NORM(6.65 , 0.65)
AMARRAÇÃO	3,29	2.59+1.41*BETA(1.09 , 1.11)
ACABAMENTO	4,44	2.53+GAMM(0.375 , 5.15)
EMB. CP - LF	8,83	6.75+1.49*BETA(2.07 , 1.65)

Tabela 2: Novos tempos estimados

Cenário	Modificação Avaliada
01	Sistema atual
02	Novo layout e mudança da matéria prima.
03	Cenário 2 mais a inversão da ordem de produção de LG e LF.

Tabela 3: Cenários simulados

## 5. Comparação de resultados

A tabela 4 apresenta os principais resultados obtidos com a execução de cada cenário modelado durante um período de 2 meses. Com base nos resultados apresentados é possível realizar uma análise comparativa dos modelos em questão, de forma a se concluir quais seriam os principais benefícios das modificações sugeridas.

		CENARIOS SIMULADOS											
		CENÁRIO 01				CENÁRIO 02				CENÁRIO 03			
		LF	LG			LF	LG			LF	LG		
		Ensaq.	Amar.	Acab.	Ens.	Ensaq.	Amar.	Acab.	Ens.	Ensaq.	Amar.	Acab.	Ens.
Entity Time	VA Médio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	VA Max.	1,75	16,2			2,58	10,27			2,27	12,73		
	Wait Med	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Wait Max	1,56	302,16			2,53	248,4			2,48	52,59		
Queue	Wait Med	0,159	154,3	0,008	0,159	0,2335	24,4	100,3	0,234	0,386	22,33	3,7	0,386
	Wait Max	1,569	307,9	0,535	1,569	2,532	46,38	202,4	2,532	2,79	46,82	6,8	2,79
	Num Med	0,0472	34,63	0,001	0,047	0,093	5,08	20,88	0,093	0,155	4,65	0,265	0,155
	Num Max	2	59	1	2	2	21	48	2	3	21	1	3
Resource	%Ut. Med	33,29	99,97	61,35	33,29	42,8	47,49	90,06	42,8	46,67	47,64	46,2	46,67
	%Ut. Max	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	%Oc Med	33,29	99,97	61,35	33,29	42,8	47,49	90,06	42,8	46,67	47,64	46,2	46,67
	%Oc Max	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Produtividade	QE	75	89			91	100			94	100		
	QP	75	67			91	100			94	99		

Tabela 4: Resultados comparativos entre os cenários simulados

Com relação ao tempo em processo, o cenário atual o apresenta um tempo máximo de entidades em processo para a LF de 1.75min e para a LG de 16.2min. Já o Modelo 02 apresenta uma diminuição de 36.6% em relação ao tempo de permanência da LG e um aumento de 47.4% em relação a LF. O fato do aumento de tempo em processo para a LF é justificável, visto que com o aumento da capacidade produtiva, principalmente do CP e do CM, outras operações, como o ensaue, que mantiveram sua capacidade, não conseguiram absorver por completo este aumento, porém, não a ponto de formarem filas em seus processos. Já a diminuição do tempo em processo para a LG é explicada pelo aumento conjunto da capacidade de embutimento e amarração. Comparando-se o modelo 3 com o modelo 2, no que se refere à LF, houve uma diminuição de 12% no

tempo de permanência desta entidade no processo. Isto se deve ao fato de que, com a inversão da produção logo que a lingüiça é embutida ela já é processada e expedida, devido a maior disponibilidade de pessoal.

Com relação ao tempo de espera da entidade em processo, para a LF o tempo de espera aumentou em 62% comparando o Modelo 01 com o 02, e para a LG houve uma diminuição de 17,79%. Comparando-se o Modelo 02 com o 03, para a LF houve uma queda de 2% e para a LG uma diminuição ainda maior, de 78,8%. Como comentado anteriormente, o aumento nos tempos da LF é esperado.

Com relação ao tempo da LF, deve-se inicialmente observar que existem no processo de fabricação de lingüiça, além do embutimento, três operações principais que são: a amarração, o acabamento e o ensaque da lingüiça. As operações de amarração e acabamento, ocorrem apenas na fabricação da LG, e demonstram grandes falhas de balanceamento como foi possível se observar no modelo atual simulado (modelo 01), gerando um conseqüente nível de *wip* elevado. Os valores dos tempos de espera em fila revelam o comportamento das alterações propostas. Pode-se notar que para o modelo 01 a operação de amarração apresenta-se como gargalo. No modelo 2, com as alterações realizadas, há uma diminuição, para a operação de amarração, de cerca de 84% nos tempos médio e máximo em fila. Já para a operação de acabamento, a melhoria na operação que a antecede demonstrou o quanto ela é deficiente. Os dados de saída do software demonstraram que haveria um aumento de 1.253.650% e 3.773% nos tempos médio e máximo em fila para esta operação respectivamente. O objetivo da inversão da produção no CP (modelo 3) é justamente balancear a operação de acabamento disponibilizando mais um colaborador para esta função. Os dados de saída demonstram que, em relação à operação de amarração não haveria praticamente alteração nos tempos. Já para a operação de acabamento haveria uma diminuição de cerca 96% nos tempos médio e máximo, demonstrando que há uma grande possibilidade de que o procedimento de inversão traga bons resultados no que se refere à minimização das filas e dos níveis de *wip*.

Com relação ao número de entidades no sistema, a análise também indica que para o cenário atual a operação de amarração é gargalo. O número médio e máximo de entidades na fila nesta operação foi de 34.63 e 59 respectivamente, enquanto na operação de acabamento estas quantidades foram de 0.001 e 1. Os resultados do modelo 2 confirmam a falta de eficiência da operação de acabamento que estava oculta. Houve uma queda de 85.33% e 64.4% no número de entidades média e máxima em fila na operação de amarração e um aumento de 2.087.900% e 4700% no número de entidades em fila médio e máximo respectivamente na operação de acabamento. Os resultados do modelo 3 também confirmam a possibilidade de sucesso da implantação da inversão da produção demonstrando uma queda de aproximadamente 8.4% no número de entidades média em fila para a operação de amarração e uma queda ainda maior de 98.7% para o número médio na operação de acabamento.

Com relação à utilização de recursos, para o cenário 1 a ocupação do recurso amarrador foi de 99.97% do tempo, ou seja, este recurso ficou totalmente ocupado. Já os recursos operária e ensacador obtiveram uma ocupação de 61.35% e 33.29% respectivamente, demonstrando que estes não ficaram com ociosidade significativa. Para o modelo 2 observa-se uma ocupação de 47.49% do tempo de operação para o recurso amarrador, representando uma diminuição de 52.48% em relação ao cenário 1, visto que a capacidade produtiva foi aumentada pelas sugestões adotadas. O recurso “operária” por sua vez teve uma ocupação de 90.06%, um aumento de 28.71% em relação ao primeiro cenário, já que agora o fluxo de produtos oriundos da amarração aumentou. De maneira

lógica o recurso ensacador também obteve um aumento de sua ocupação de 9.51% em relação a cenário 1, devido ao aumento de produtos a serem ensacados e à manutenção de sua capacidade. Para o cenário 3 o que se observa, em relação ao segundo cenário, é a manutenção da porcentagem de ocupação do amarrador em seu horário de trabalho, o que se justifica, pois sua utilização ficou inalterada no que se refere à capacidade. Porém, para o recurso “operária”, houve uma sensível diminuição da porcentagem de ocupação (43.86%), visto que agora, existe disponibilidade de três colaboradores. O recurso ensacador aumentou ligeiramente sua taxa de ocupação em 3.87%, justificada pelo aumento de lingüiças a serem ensacadas.

Os indicadores de produtividade analisam quantas entidades foram processadas. O modelo 01 produziu 142 entidades ou 2.840Kg por dia. Já o modelo 02 produziu 191 entidades ou 3820Kg e o modelo 03 193 entidades ou 3860Kg por dia. Logo, conclui-se pelos modelos analisados que se deve esperar um aumento de até 36% na produtividade de uma pequena linha de produção de embutidos com apenas algumas alterações de procedimento e modificações no *layout* e materiais utilizados.

## 6. Conclusões

A partir dos dados coletados e da comparação dos cenários 1, 2 e 3 no software de simulação ARENA®, conclui-se que as alterações propostas provavelmente propiciarão um aumento de produtividade em torno de 36% e uma sensível diminuição das filas e do *wip*, devido a uma série de fatores:

- Diminuição das movimentações desnecessárias;
- Menor desgaste dos colaboradores;
- Diminuição dos tempos de processamento;
- Adoção de procedimentos adequados para as tarefas;
- Inversão da seqüência de fabricação dos produtos;
- Utilização de matérias-primas que proporcionam maior produtividade.

## Referências

- BARNES, R. M.: Estudo de movimentos e de tempos; São Paulo; ed. Edgard Blucher LTDA; 1977.
- BARTON, R. F.: Manual de simulação e jogo; Petrópolis; ed. Vozes; 1973.
- BENIGNO, C.: Cronologia dos acontecimentos que influenciaram a administração desde o início das organizações até o século XX; disponível em: [www.nead.unama.br/charles/cronologia.htm](http://www.nead.unama.br/charles/cronologia.htm); acessado em 17/11/03; 1999.
- CHIAVENATO, I.: Introdução à teoria geral da administração; Rio de Janeiro; ed. Campus; 2000.
- COLMANETTI, M. S.: Modelagem de sistemas de manufatura orientada pelo custeio das atividades e processos; Dissertação de Mestrado; Escola de Engenharia de São Carlos; 2001.
- CURY, A.: Organização e métodos: uma perspectiva comportamental; São Pulo; ed. Atlas; 1981.
- D'ARAÚJO, A L.: Princípios da organização; ed. Fórum; 1973.
- FARIA, A. N. de.: Organização e métodos; Rio de Janeiro; LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.; 2 ed.; 1984.
- FRANÇOIS, A.R.: Manual de organização; Rio de Janeiro; ed. Livro Técnico; 1972.
- GORDON, G.: System Simulation; ed. Prentice-Hall; 1969.
- MENANI, P. R.: Conceitos básicos e a função da O&M; Disponível em: [www.facol.br/arquivos/administracao](http://www.facol.br/arquivos/administracao); acessado em 18/11/03; 1998.
- MILLER, H.: Organização e métodos; Rio de Janeiro; FGV; 9 edição; 1982.
- MIRANDA, G. I. M. P.S.: Organização e métodos; São Paulo; ed. Atlas; 6 ed.; 1986.

MORE, L. F.: A cipa analisada sob a ótica da ergonomia e da organização do trabalho – proposta de criação da comissão de estudos do trabalho – CET; UFSC; dissertação de mestrado; Florianópolis; 1997.

OHNO, T.: O sistema toyota de produção; ed. Bookman; 1997.

PRADO, D.: Teoria das filas e da simulação - Série pesquisa operacional; vol.2.; Belo Horizonte, ed. DG Desenvolvimento Gerencial; 1999.

ROSE, H.: Metodologia e estratégia da organização; Rio de Janeiro; ed. Livro Técnico S.A; 1972.

SARRACENI, J. M.: Organização e métodos; apostila de aula; disponível em [www.salesianolins.br/apostilas/graduação/jovira](http://www.salesianolins.br/apostilas/graduação/jovira); 1999.

SALIBY, E.: Softwares para simulação; disponível em: [www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fr-softw.htm](http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fr-softw.htm); .acesso em 09/12/03; 2001.

SHANNON, R.E.: Systems simulation: the art and science; Prentice- Hall; 1975.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A; JOHNSTON, R.: Administração da produção; São Paulo, ed. Atlas; . 6a.ed.; 1996.

WOMACK, J. P. & JONES, D. T.: A mentalidade enxuta nas empresas; ed. Campus; 1998.