

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MICHEL AVAN BERNARDI

**SIMULAÇÃO DA DINÂMICA OPERACIONAL DO
PROCESSO DE EMBALAGEM E PALETIZAÇÃO DE
STEAKS EMPANADOS DE FRANGO
Um Estudo de Caso**

Medianeira

2013

MICHEL AVAN BERNARDI

**SIMULAÇÃO DA DINÂMICA OPERACIONAL DO
PROCESSO DE EMBALAGEM E PALETIZAÇÃO DE
STEAKS EMPANADOS DE FRANGO**

Um Estudo de Caso

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. José A. A. dos Santos

Co-Orientador: Prof. Dr. Carla A. P. Schmidt

Medianeira

2013

S121d Bernardi, Michel Avan.
Simulação da dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização de *steaks* empanados de frango: um estudo de caso. / Michel Avan Bernardi. – Medianeira, PR. UTFPR, 2013.
XI, 51f. : il. ; 30 cm
Orientador: Dr. José A. A. dos Santos
Co-Orientador: Dr. Carla A. P. Schmidt
Monografia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Bibliografia: f.

1. Arena®. 2. modelo de simulação. 3. *steaks* de frango. I. Orientador. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CDU 576.72: 578

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

Simulação da dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização de *steaks* empanados de frango: um estudo de caso

Por

MICHEL AVAN BERNARDI

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentada às 17:30 h do dia 04 de Abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Apto.

Prof. Dr. José A. A. dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Orientador)

Prof. Dr. Nadia C. Steinmacher
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr Vania Lionço
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A Deus, aos meus pais e aos meus amigos...
companheiros de todas as horas...

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Orientador, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

Aos profissionais entrevistados, pela concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

"Se existe uma forma
de fazer melhor, descubra-a."

Thomas Edison

BERNARDI, Michel Avan. **Simulação da dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização de *steaks* empanados de frango**: um estudo de caso. 2012. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo implementar um modelo computacional para simular a dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização de *steaks* de frango. O modelo do tipo dinâmico, discreto e estocástico foi implementado no software de simulação Arena®. Como parâmetro de comparação entre os dados obtidos a partir do sistema e gerados pelo modelo foi selecionada a variável NBS (número de caixas de *steaks* produzidas durante um turno de trabalho). Na validação do modelo, por meio de Análise de Variância e do Teste de Tukey, não foram detectadas diferenças estatísticas entre os valores obtidos do sistema real e os gerados pelo modelo. Os resultados de simulação mostraram que podem ser dispensados, sem perda de produção, três funcionários do processo de embalagem e paletização.

Palavras-chave: Arena®; modelo de simulação; *steaks* de frango.

BERNARDI, Michel Avan. **Simulação da dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização de *steaks* empanados de frango**: um estudo de caso. 2012. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ABSTRACT

This work was aimed to implement a computational model for simulating the operational dynamics of the process of packing and palletizing chicken steaks. The model of dynamic type, discrete and stochastic was implemented in the Arena® simulation software. As comparison parameter between the data obtained from the system and generated by model was chosen the NBS variable (Number of Boxes of Steaks produced during a work shift). At model validation, according to Analysis of Variance and of Tukey Test, it was not detected statistical differences between values obtained of the real system and those generated by the model. The simulation results showed that can be dispensed without loss of production, three employees of process of packaging and palletization.

Key-words: Arena®1; simulation model 2; chicken steaks 3.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do processo de obtenção de carne de frango.	22
Figura 2 - Representação esquemático de um modelo de sistema.	33
Figura 3 - Tela inicial do ARENA®.	41
Figura 4 - Módulo do Template Basic Processs.	42
Figura 5 - Fluxograma do sistema.....	45
Figura 6 – Gráfico de dispersão dos tempos de embalagem, em segundos.	50
Figura 7 – Boxplot dos tempos de embalagem.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise exploratória dos dados coletados no frigorífico	49
Tabela 2 - Identificação de outliers	51
Tabela 3 - Distribuição de probabilidade	51
Tabela 4 - Dados do sistema real e do modelo	52
Tabela 5 - Análise de variância	52
Tabela 6 - Resultados de Simulação dos cenários	53
Tabela 7 - Comparativo financeiro entre os cenários 2 e 6	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Informações nutricionais em 100g de frango sem pele.	21
Quadro 2 - Distribuição das aquisições para consumo doméstico segundo a apresentação do produto (inteiro ou cortes).	23
Quadro 3 - Produção mundial de frango (mil toneladas).	27
Quadro 4 - Importação mundial de carne de frango (mil toneladas).	27
Quadro 5 - Exportação mundial de carne de frango (mil toneladas).	28

LISTA DE SIGLAS

ABEF	Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango
PO	Pesquisa Operacional
SINDIAVIPAR	Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná
SOBRAPO	Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional
TE	Tempo de Embalagem
TP	Tempo de Paletização
TS	Tempo de Selagem
mm	Milímetro
m	Metro
m/s	Metro por segundo
NBS	Número de caixas de steaks produzidas em um turno de trabalho
UBABEF	União Brasileira de Avicultura

LISTA DE SÍMBOLOS

n	Número de replicações já realizadas
n*	Número de replicações
h	Semi - intervalo de confiança já obtido
h*	Semi - intervalo de confiança desejado
SE	Erro médio estimado
SR	Valor obtido a partir do sistema real
MD	Média dos valores gerados pelo modelo
GLR	Grau de liberdade considerado o número de replicações do modelo
N _a	Número de indivíduos da amostra
Z _{α/2}	Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado
S	Desvio padrão
E	Erro máximo estimado
A	Amplitude
Q ¹	Primeiro quartil
Q ³	Terceiro quartil
SQ	Soma de quadrados
MQ	Quadrados médios
gl	Grau de liberdade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 HISTÓRIA DA AVICULTURA.....	19
2.2 CARNE DE FRANGO	20
2.2.1 Processo de industrialização.....	21
2.2.2 Cortes de frango	22
2.2.3 Produtos empanados	23
2.2.4 Subprodutos e resíduos de frango	25
2.3 BALANÇO DA AVICULTURA MUNDIAL	26
2.3.1 Avicultura paranaense	28
2.4 GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO	29
2.5 PESQUISA OPERACIONAL.....	30
2.5.1 Modelagem de sistemas	32
2.5.2 Simulação	34
2.4.2.1 Vantagens e desvantagens da simulação	35
2.4.2.2 Terminologia básica.....	36
2.4.2.3 Etapas da simulação.....	37
2.4.2.4 Software ARENA®	40
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.1 NÚMERO DE REPLICAÇÕES.....	45
3.2 VALIDAÇÃO DO MODELO.....	46
3.3 TAMANHO DA AMOSTRA	47
4 RESULTADOS E discussões	49
4.1 TRATAMENTO DE DADOS.....	50
4.2 VALIDAÇÃO DO MODELO IMPLEMENTADO	51
4.3 SIMULAÇÃO.....	52
5 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Devido à eficiência na conquista do mercado exterior, através de estratégias de diferenciação de produtos, o setor agroindustrial avícola brasileiro pode ser considerado como referência de organização no país (TAVARES; RIBEIRO, 2007).

Atualmente, o setor representa um dos principais pesos nas exportações brasileiras e o Brasil é hoje o maior exportador de carne de frango do mundo (EBERT et al., 2009).

As indústrias envolvidas na exportação de frango de corte estão respondendo satisfatoriamente às mudanças nos hábitos alimentares e nas preferências do consumidor. Os cortes especiais, as porções/pedaços de frango ao invés do frango inteiro, com destaque para alguns produtos com alto valor adicionado, produtos com marca, alimentos congelados a base de frango, carnes pré-cozidas, empanados (*steaks* empanados de frango), associados ao baixo custo de produção justificam a posição do Brasil no cenário mundial da exportação de carne de frango (RODRIGO, 2007).

A eficiência de uma indústria, nos dias atuais, é extremamente importante para sua sobrevivência. Assim, é preciso que o processo produtivo seja organizado de modo que as perdas sejam mínimas, tanto de tempo como de produto. Para obter este resultado, diversas técnicas, ferramentas e instrumentos são disponibilizados aos dirigentes desses processos, muitos deles envolvem a tecnologia de gestão da informação. No entanto, qualquer processo de mudança precisa ser precedido de uma avaliação técnica que avalie as vantagens ou problemas que poderão decorrer. Muitas dessas avaliações são realizadas mediante o uso de softwares de simulação (ARENALES, 2007).

Segundo Banks (1998), simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento de um sistema usando um computador digital. A simulação de um modelo permite entender a dinâmica de um sistema assim como analisar e prever o efeito de mudanças que se introduzam no mesmo. É uma representação próxima da realidade, e será tanto mais real quanto mais características significativas do sistema seja capaz de representar. Por outro lado, o modelo deve ser simples, de forma que não se torne demasiado complexo para se construir, mas ao mesmo tempo o modelo deve ser o mais fiel possível ao sistema real (BARBOSA, 2009).

Os frigoríficos, segundo conceitos da área de pesquisa operacional, podem ser visualizados como sistemas em que o conjunto de operações unitárias é realizado segundo uma lógica para obtenção de carne e derivados a partir do abate de animais como: aves, suínos e bovinos (FERNANDES et al., 2006).

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, através de simulação discreta, a dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização de uma linha de produção de *steaks* empanados de frango utilizando como ferramenta de auxílio o software ARENA[®].

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Com o intuito de alcançar o objetivo geral são adotados os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar o fluxo atual do processo da linha de produção;

- b) Elaborar fluxograma identificando cada etapa do processo e quantidade de pessoas envolvidas;
- c) Coletar dados de tempos de processo;
- d) Implementar um modelo computacional da linha de produção no software ARENA®;
- e) Verificar e validar o modelo de simulação;
- f) Propor melhorias, se necessárias, para as etapas da produção em estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA DA AVICULTURA

A avicultura teve origem há pelo menos 8.000 anos no continente asiático, onde populações de algumas regiões da Índia e China iniciaram a domesticação do *GallusGallusDomesticus* (AGRICULTURA E PECUARIA, 2008).

Acredita-se que a avicultura brasileira teve início com Pedro Álvares Cabral, ao trazer os primeiros exemplares das aves de raça pura, onde estas eram criadas soltas (ALBINO et al., 2001).

A atividade comercial começou em Minas Gerais no ano de 1860, quando o estado iniciou o despacho de galináceos e laticínios para outras regiões do país (QUEVEDO, 2003).

O mesmo autor ainda comenta que o processo de modernização e de produção em escala no país começou na década de 30, em razão do aumento da demanda. A partir dos anos 50 a avicultura ganhou força graças aos avanços da medicina veterinária e evolução da tecnologia.

Segundo Lana (2000 apud HEINZEN; PADILHA, 2006) no começo da década de 70, a principal região avícola era a sudeste, onde as empresas eram especializadas apenas na produção de matrizes. Na região sul do Brasil ocorreu uma experiência diferente, na qual empresas de diversos setores decidiram variar as atividades avícolas, e estas implantaram a atividade industrial, que passou a controlar as principais etapas da produção.

Em meados de 1975 o setor começou a desenvolver um vínculo com o

mercado externo, mesmo que em baixo volume, as exportações foram fundamentais para gerar um novo modelo de produção, acarretando em um processo contínuo de reestruturação produtiva, englobando inovações tecnológicas no meio rural e industrial e novas estruturas organizacionais (GARCIA, 2009).

Nos anos 90, principalmente com a estabilização da inflação, a agroindústria passou para a era da competitividade, onde os investimentos em tecnologia, eficiência, redução de custos e táticas administrativas passaram a ser as principais estratégias de sobrevivência empresarial. Assim as indústrias foram em busca de novos mercados, oferecendo produtos de maior valor agregado, como empanados, hambúrguer e outros (JUNIOR, 2010).

O mesmo autor ainda comenta que no início deste século a avicultura vem passando por um notável crescimento, com a conquista do mercado externo veio à comprovação da qualidade de nossa matéria prima e conseqüentemente dos produtos, mostrando que nosso país ficou ileso aos problemas de gripe aviária que afetou a produção no resto do mundo. E também o crescente consumo interno devido à expressiva melhora de renda dos brasileiros.

2.2 CARNE DE FRANGO

A carne de frango é considerada uma das mais saudáveis e nutritivas, isso está associado ao fato de possuir pouca gordura saturada, apontada como a grande responsável por problemas cardíacos, além disso, possui baixas quantidades de gordura entremeada, sendo que a maior parte dela está localizada embaixo da pele (DUARTE; JUNQUEIRA, 2010).

Com rico teor de proteínas de boa qualidade ela é recomendada para todas

as idades, e pode ser consumida por alguém que tenha problemas cardiovasculares, desde que sem pele, por conter baixo teor de colesterol. Ainda é rica em ferro, é considerada importante fonte de vitaminas (VENTURINI et al., 2007).

No quadro 1 são apresentadas as informações nutricionais da carne de frango encontrados em uma porção de 100g.

Nutrientes	Quantidade em 100g
Proteínas	25g
Calorias	129 Kcal
Gordura	3,75g
Gordura Saturada	1,07g
Ferro	1,61g

Quadro 1 - Informações nutricionais em 100g de frango sem pele.
Fonte: Venturini et al.(2007).

2.2.1 Processo de industrialização

Na figura 1 é apresentado o fluxograma do processo de industrialização da carne de frango, onde são esquematizados apenas os processos realizados no abatedouro.

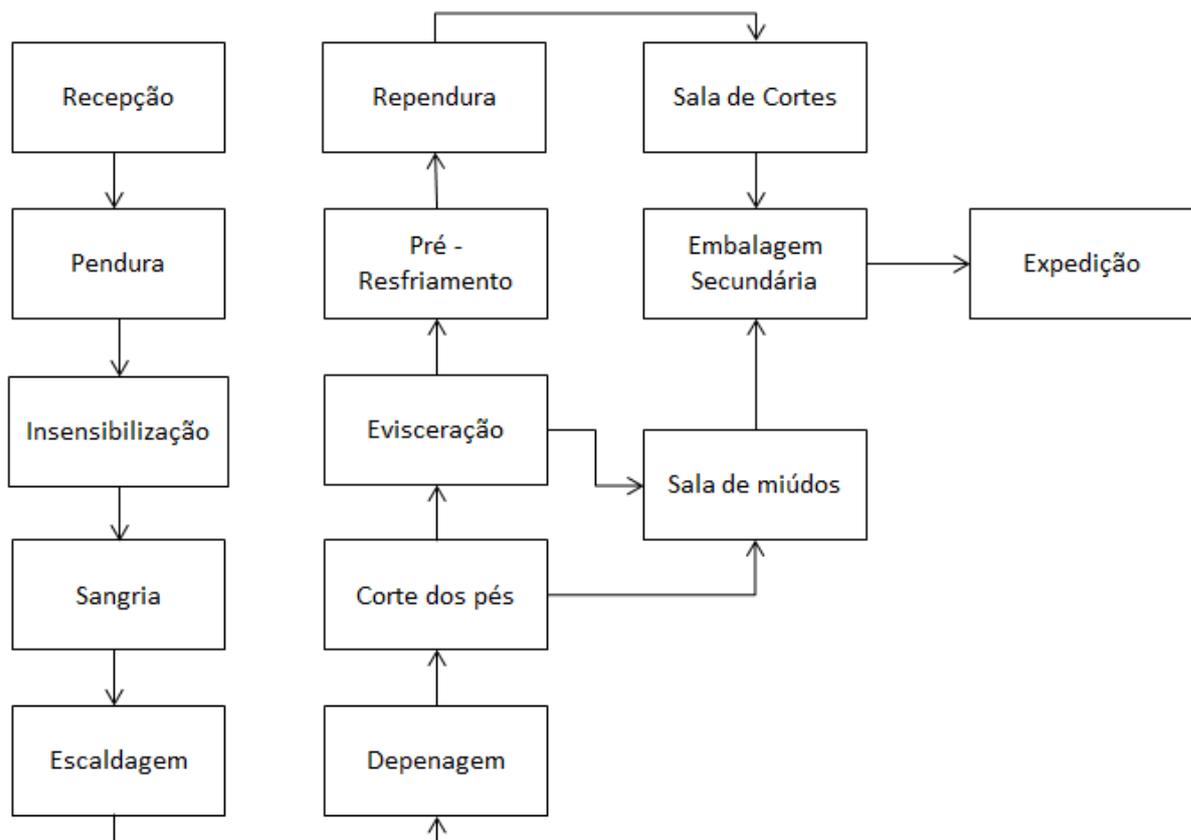


Figura 1 - Fluxograma do processo de obtenção de carne de frango.
Fonte: Adaptado de Scherer Filho (2009).

2.2.2 Cortes de frango

O frango inteiro foi predominante no mercado interno, porém os países importadores queriam apenas determinados pedaços da ave por uma questão cultural, desta forma para atender a nova demanda a indústria teve que se adaptar. Com essa mudança o consumidor passou a ter à disposição coxa, peito, miúdos e outros. Mesmo sendo um pouco mais caro, o consumo de cortes de frango é uma evolução natural, pois esses produtos trazem maior praticidade para o consumidor e esse com maior poder aquisitivo pode pagar. (GIBSON et al., 2011).

Para o diretor de produção da União Brasileira de Avicultura (UBABEF) Ariel Mendes, a tendência do mercado é trabalhar cada vez mais com produtos que

facilitem a vida dos consumidores, tendo em vista que as famílias brasileiras estão ficando menores e existem mais pessoas morando sozinhas (GIBSON et al., 2011).

No quadro 2 são identificados os cortes de frango mais consumidos em cada região do Brasil.

PARTE DO FRANGO	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	CENTRO-OESTE
Inteiro	82,30%	77,90%	45,90%	38,80%	68,90%
Coxa	3,40%	4,70%	15,20%	29,40%	10,10%
Peito	3,70%	5,70%	21,20%	9,80%	9,60%
Não especificada	3,50%	8,90%	6,00%	12,50%	4,20%
Asa	0,80%	0,40%	7,00%	3,90%	4,70%
Outras	0,20%	0,60%	2,30%	1,60%	0,80%
Miúdos	0,40%	0,60%	1,70%	2,20%	0,50%
Dorso	0,50%	1,20%	0,80%	1,80%	1,30%

Quadro 2 - Distribuição das aquisições para consumo doméstico segundo a apresentação do produto (inteiro ou cortes).

Fonte: IBGE [200?] apud Gibson et al. (2011).

Ainda para Gibson et al. (2011) as exportações de cortes de frangos totalizaram 1,18 milhões de toneladas entre janeiro e julho de 2011, em contrapartida os embarques de frango inteiro somaram 846,1 mil toneladas e os “industrializados” registraram 106,5 mil toneladas. Uma das principais estratégias adotadas pelas indústrias paranaenses para forte penetração em todo mundo, é o investimento em cortes específicos, respeitando padrões culturais e religiosos de diferentes países. Outra estratégia das empresas é trabalhar com um mix de produção versátil, desta forma podem vender 100% de frangos inteiros ou em cortes de acordo com o planejamento definido, já que as instalações e equipamentos usados já comportam essa flexibilidade.

2.2.3 Produtos empanados

Com um estilo de vida cada vez mais agitado o consumidor tem dado

preferência a produtos de fácil e rápido preparo. Os empanados tem se destacado nesse mercado, além disso, por apresentar alto nível de valor agregado e elevado rendimento, sua produção vem crescendo entre os processadores de carnes, especialmente aves. Além da praticidade, esse produto se sobrepõe pelo fato de apresentarem características muito semelhantes a porções integras de carne (DILL et al., 2009).

Os produtos empanados começaram a ser produzidos a partir dos anos 80, e eram produzidos a partir de pedaços marinados de peito de frango, desde então obtendo grande sucesso dentre os produtos gerados a partir de carne de frango (BOLZAN, 2010).

Hoje em dia esse tipo produto é obtido a partir da desintegração do músculo por processos mecânicos, seguido pela mistura de outros pedaços de carne como pele, refile de peito e/ou coxa, para então serem formados em porções específicas, resultando em menos perdas durante o cozimento, otimização das porções de carne que seriam subutilizadas, além de trazerem grandes vantagens no que se diz respeito a preparo do produto para consumo, pois estes são empanados e pré-fritos (NUNES et al.,2006).

O mesmo autor ainda comenta que o empanamento prolonga a vida útil dos produtos, pois proporciona o retardamento da oxidação da carne, além de protegê-la da desidratação e possível queima no processo de congelamento.

Com a finalidade de melhorar características sensoriais e de se aproximar de uma porção íntegra de carne, esses produtos recebem ingredientes não cárneos como cloreto de sódio, fosfatos e condimentos (ORDÓÑEZ, 2005).

2.2.4 Subprodutos e resíduos de frango

Segundo Rocca (1993 apud ROQUE; SELL, 2008) o trato inadequado dos resíduos industriais contribui para o agravamento de problemas ambientais, pois estes são lançados em rios, assim sendo é preciso minimizar esta matéria antes de chegar a graxaria. Essa prática de minimização é economicamente vantajosa, pois oferece uma forma de agregar valor aos resíduos.

A gestão dos resíduos é um segmento ainda em expansão no Brasil, o principal objetivo é neutralizar os impactos ambientais gerados pela matéria que retorna ao meio ambiente (ROCHA, 2010).

Nas operações de corte e desossa das aves sobram grandes quantidades de partes menos nobres, como dorso, pescoço, ossos da coxa, caixa torácica e partes lesionadas, cujo valor comercial é menor, estes resíduos são tradicionalmente transformados em farinhas para consumo animal, usados na fabricação de alimentos empanados ou destinados a produção de produtos em molho, pasta e embutidos fermentados (ROQUE; SELL, 2008).

Outros resíduos encontrados em grandes quantidades na industrialização de aves são as penas e o sangue, um exemplo de tratamento destes resíduos e produção de subprodutos a partir desta matéria, ocorre em uma avícola paranaense. O grupo se adaptou tornando-se uma referência mundial, impulsionado pela preocupação ambiental e por exigências do mercado externo (ROCHA, 2010).

O mesmo autor ainda cita que a empresa mencionada investiu em uma nova unidade de processamento que aproveita as penas e o sangue de frango para a produção de ração animal e ossos e vísceras para a fabricação de óleo.

A recuperação e transformação de resíduos em indústrias alimentícias são

de grande importância, uma vez que permitem não só diminuir o custo de insumos, minimizar problemas de poluição e também criar novas fontes de riquezas e oferecer no mercado subprodutos mais variados e de menor preço (ROQUE; SELL, 2010).

2.3 BALANÇO DA AVICULTURA MUNDIAL

De um lado, uma potência que produz quase 17 milhões de toneladas de carne de frango por ano, o Estados Unidos da América, no outro lado do continente, uma grande força mundial que abete 6 bilhões de frangos por ano e ainda é o maior exportador mundial de aves, o Brasil (AVEWORLD, 2009).

A avicultura brasileira é uma atividade técnica e economicamente eficiente, sendo que a viabilidade, conversão alimentar, ganho de peso e outros índices são os mais altos de todos, tendo como resposta os custos mais baixos de produção de frango em todo mundo, fatores como a capacidade de produzir grãos, ambiente favorável, sanidade do rebanho, organização empresarial e mão de obra competente, evidencia ainda mais esta eficiência (SCHORR, 2003).

Na tabela 3 são apresentados os maiores produtores mundiais de frango até o ano de 2005, como citado anteriormente o EUA é o país que mais abate frango no mundo, seguido da China e do Brasil. Em 2005 a produção mundial de frango era superior a 59 milhões de toneladas.

ANO	EUA	CHINA	BRASIL	UE	MUNDO
1999	13.367	8.550	5.526	6.614	47.554
2000	13.703	9.269	5.977	7.606	50.097
2001	14.033	9.278	6.736	7.883	52.303
2002	14.467	9.558	7.517	7.788	54.155
2003	14.696	9.898	7.843	7.512	54.282
2004	15.286	9.998	8.494	7.627	55.952
2005	15.869	10.200	9.200	7.736	59.092

Quadro 3 - Produção mundial de frango (mil toneladas).

Fonte: ABEF, Associação brasileira dos produtores e exportadores de frango (2006a).

Dados atuais mostram que a produção brasileira de frango chegou a 12.230 milhões de toneladas em 2010, o que representa um crescimento de 11,38% em relação a 2009. Com este desempenho o Brasil se aproxima da segunda colocada, a China cuja produção em 2010 passou de 12,5 milhões de toneladas. O EUA ainda lidera com produção de 16.648 milhões de toneladas (ABEF, 2010).

No quadro 4 são apresentados os maiores importadores de carne de frango, até o ano de 2005 a Rússia liderava com 1.225 milhões de toneladas, seguida pelo Japão e União Européia que importavam respectivamente 748 e 522 mil toneladas de aves.

ANO	RÚSSIA	JAPÃO	UNIÃO EUROPEIA	ARÁBIA SAUDITA	MUNDO
2000	943	721	278	348	3.940
2001	1.281	710	202	399	4.149
2002	1.208	744	500	391	4.443
2003	1.081	695	588	452	4.625
2004	1.016	582	466	429	4.384
2005	1.225	748	522	484	5.063

Quadro 4 - Importação mundial de carne de frango (mil toneladas).

Fonte: ABEF, Associação brasileira dos produtores e exportadores de frango (2006b).

Atualmente com a marca de 789 mil toneladas, o Japão lidera entre os países que mais importam carne de frango, em seguida vem a Arábia Saudita com 678 mil toneladas e a antiga líder Rússia, vem na quarta posição com 618 mil toneladas (ABEF, 2010).

No quadro 5 são apresentados os números de exportações mundiais de carne de frango, o Brasil passou a liderar o ranking a partir de 2004 e aumentou a diferença quando exportou 2.846 milhões de toneladas, deixando o EUA na segunda posição com a marca de 2.360 milhões de toneladas.

ANO	BRASIL	EUA	UNIÃO EUROPEIA	CHINA	MUNDO
2000	907	2.231	774	464	4.856
2001	1.265	2.520	726	489	5.527
2002	1.625	2.180	871	438	5.702
2003	1.960	2.232	788	388	6.023
2004	2.470	2.170	813	241	6.055
2005	2.846	2.360	755	331	6.791

Quadro 5 - Exportação mundial de carne de frango (mil toneladas).

Fonte: ABEF, Associação brasileira dos produtores e exportadores de frango (2006c).

Dados atuais mostram que o Brasil ainda é o maior exportador de carne de frango do mundo, quando em 2011 chegou a exportar 3.819 milhões de toneladas, e o EUA segue atrás com 3.072 milhões de toneladas. A única mudança foi que a China antiga quarta colocada perdeu uma posição para a Tailândia que no ano de 2011 exportou 432 mil toneladas (ABEF, 2010).

2.3.1 Avicultura paranaense

O crescimento da produção de carne de frango registrada a partir de 2010 foi impulsionado pelo aumento de 5,1% nas exportações e pela expansão do consumo de carne da ave. Do volume total de frangos produzido pelo país, 69% foi destinado ao consumo interno e 31% para exportações, com isso o consumo de carne de frango foi de 44 quilos por habitante no ano de 2010 (ABEF, 2010).

A avicultura paranaense funciona com o sistema de integração entre produtores e indústria, modelo que estabelece uma relação de negócio entre as duas partes, onde os produtores sedem espaço em suas propriedades e contratam funcionários para a criação das aves, enquanto a indústria realiza investimentos em tecnologia, no cuidado com o manuseio das aves, alimentação e transporte. Essa parceria garante lucro para ambas as partes e possibilidade de expansão da avicultura (ROBASSA et al., 2011).

Segundo Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná (SINDIAVIPAR, 2012) o Paraná possui 32 abatedouros, essas empresas se distribuem em 13 na região noroeste, 10 na região nordeste, a sudoeste possui 5 e a sudeste 4 indústrias.

Dados da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (ABEF, 2010) mostra que o Paraná é o estado que mais abateu frangos no ano de 2010, com 27,77% de todo abate brasileiro. Esse estado ainda aparece como uma potência em exportação brasileira, no mesmo ano exportou 1.000.531 toneladas de carne de frango, ficando por pouco, atrás apenas de Santa Catarina.

Países de todas as regiões do planeta são consumidores da produção de frango do Paraná, na lista de principais destinos estão os países do Oriente Médio como Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Kwait e Egito e outros grandes compradores como Japão, Venezuela, Holanda, África do Sul e Alemanha, que concentram cerca de 65% do volume de exportação paranaense (MARTINELLI; BAHR, 2010).

Segundo Domingos Martins diretor do SINDIAVIPAR destaca a qualidade do frango de corte produzido no Paraná, tendo em vista que o mesmo possui a melhor nota na classificação do Ministério da Agricultura e Abastecimento Nacional de Sanidade Avícola (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2009).

2.4 GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

A administração da produção é a atividade pela qual os recursos são reunidos e transformados de uma forma controlada, a fim de agregar valor de acordo com os objetivos empresariais, suas responsabilidades incluem a reunião de

insumos em um plano de produção, a capacidade e o conhecimento disponível nas instalações de produção (MONKS, 1987).

Segundo (SLACK et al., 2009) o gerenciamento da produção trata como as organizações geram bens e serviços, desta forma, tudo o que você veste, come, senta em cima, lê ou lança na prática de esportes chega até você graças aos gerentes de operações que organizam a produção e tentam fazer com que os bens produzidos percorram o melhor caminho dentro da cadeia produtiva.

Na gestão de processos são controlados e nivelados variáveis como custo, tempo, qualidade e flexibilidade buscando garantir que o produto ou serviço chegue ao consumidor final de forma rápida, barata e que utilize da melhor forma possível os recursos presentes na organização (CORRÊA, 2009).

Teoricamente a administração da produção é a mesma para qualquer tamanho de organização, porem na prática isso não ocorre uma vez que empresas de grande porte podem ter recursos para destinar profissionais para tarefas especializadas, o que normalmente não ocorre com empresas menores, quer dizer que pessoas podem ter que executar diferentes trabalhos, de acordo com a necessidade (SLACK et al., 2009).

Ainda segundo (SLACK et al., 2009), essa estrutura informal permite à empresa reagir mais prontamente conforme surgem os problemas, o processo decisório pode também ficar confuso a medida que as funções se justapõem.

2.5 PESQUISA OPERACIONAL

A Pesquisa Operacional (PO) é uma ciência voltada para a resolução de problemas reais, tendo como foco a tomada de decisões (SOBRAPO, 2010).

A Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO, 2010), ainda cita que a pesquisa operacional surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, diante de problemas logísticos, táticos e de estratégia militar. Para facilitar a resolução destes problemas foram criados grupos de estudiosos, os quais, a partir de métodos científicos, desenvolveram a ideia de criar modelos baseados em dados e fatos, que lhes permitiam identificar as dificuldades em estudo, simular e avaliar resultados hipotéticos de estratégias ou decisões alternativas.

A PO é muito utilizada no campo gerencial, com o objetivo de balancear processos e deixá-los mais eficientes, sendo muito utilizada como ferramenta de auxílio a decisões administrativas (OLIVEIRA, 2009).

Outra importante característica da pesquisa operacional que simplifica o processo de análise de decisão é a utilização de modelos, permitindo a simulação e fazendo com que uma decisão possa ser melhor estudada antes de ser implementada. O uso da PO como ferramenta administrativa pode apresentar uma significativa economia de recursos e a experiência proveniente da experimentação (DIAS, 2009).

De acordo com Arenales et al. (2007), a utilização da pesquisa operacional como recurso na resolução de problemas envolve várias fases, que são: a) Formulação do problema; b) Construção do modelo; c) Obtenção da solução; d) Validação do modelo; e) Implantação da solução.

Assim sendo para o estudo de um problema usando a PO, deve-se definir o escopo, desenvolver um modelo que represente o sistema em estudo, através de métodos matemáticos ou da simulação computacional resolver o modelo anteriormente criado, em seguida analisar se o modelo gerado representa apropriadamente os problemas, e finalmente implantar os resultados obtidos na

resolução.

2.5.1 Modelagem de sistemas

Muitas vezes não é possível agir sobre o sistema real, pois este está em fase de planejamento ou porque é muito complexo, problemático ou ainda envolve elevados custos. Desta forma é mais viável a utilização de um modelo, sendo usado como um experimento, que se for validado, pode ser introduzido no sistema real (PENNA, 2009).

Segundo Prado (2009), existe duas etapas para a realização de um estudo através de simulação de sistemas, a primeira consiste na construção de um modelo do processo, com a finalidade de conhecer o cenário, identificar as necessidades e características dos envolvidos, e a segunda é a alteração do modelo anteriormente criado, para que com base nas análises realizadas, propor o melhor dimensionamento.

Para Andrade (2007), um modelo é a simplificação da realidade, este pode auxiliar na tomada de decisão, pois ajuda na visualização de todo o cenário em estudo, trazendo com sigilo as informações e relações entre os envolvidos, além de ser uma ferramenta capaz de mostrar o impacto de cada mudança.

Consideradas representações matemáticas e/ou lógicas, a modelagem de sistemas aplicados à simulação busca reproduzir a realidade o mais próximo possível, em um espaço de tempo pré-determinado, com objetivo das variáveis representarem as variações e serem manuseadas de forma a fornecer subsídios a simulação de inúmeros cenários, proporcionando uma avaliação dos resultados das mudanças, com custos reduzidos, rapidez e confiabilidade na tomada de decisões

(DIAS,2009).

Dentre as técnicas disponíveis para a modelagem de sistemas temos a Teoria das Filas, que nada mais é do que um método analítico que aborda o assunto através de métodos matemáticos. Existe também a simulação, sendo o método mais utilizado, essa metodologia usa o computador como ferramenta para imitar o funcionamento de um sistema real (PRADO, 2010).

Segundo Freitas Filho (2008), a modelagem de um sistema depende fundamentalmente do propósito e da complexidade do sistema em estudo, sendo variados os tipos de modelos que podem ser empregados, tais como matemáticos, descritivos, estatísticos e ainda do tipo entrada-saída.

A figura 2 apresenta um modelo de sistema, onde é demonstrado que o modelo de simulação é uma representação de parte do sistema real, onde fornecendo os dados de entrada para este modelo, é esperado um comportamento semelhante à realidade, permitindo experimentações e avaliações das respostas geradas (COSTA, 2009).

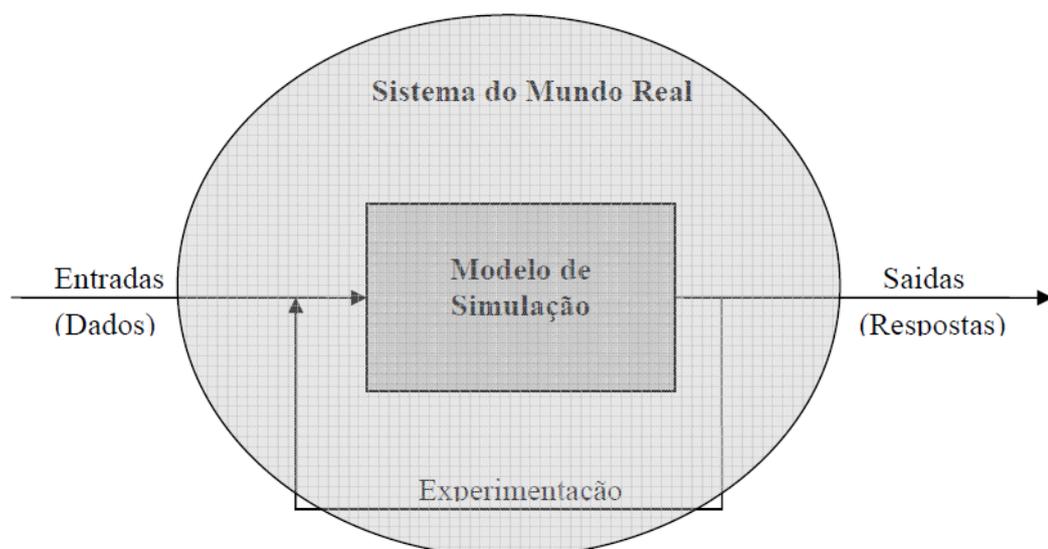


Figura 2 - Representação esquemático de um modelo de sistema.
Fonte: Freitas Filho (2008).

Para Pegden apud (1995 PENNA, 2009) a modelagem de sistemas tem como objetivos: proporcionar entendimento da operação de um sistema, desenvolver políticas operacionais para melhorar o desempenho de um sistema, testar novos conceitos e/ou sistemas antes de sua implementação efetiva e estudar um sistema sem afetar a sua operação atual.

Prado (2010) comenta que estudos de modelagem de sistemas podem envolver modificações de *layout*, ampliação de fábricas, reengenharia, troca de equipamentos, entre outras mudanças. No dimensionamento de um sistema devemos tomar cuidado com as possíveis aparições de “gargalos” no processo, ou seja, formação de filas, fazendo com que toda a produção fique dependente destes processos.

2.5.2 Simulação

Problemas de dimensionamento da quantidade de operadores e equipamentos, fluxo, *layout* e roteiros ótimos, são comuns no planejamento de produção, sendo estes bastante complexos de serem resolvidos (COSTA, 2009).

Para a resolução de problemas como os citados, desenvolveu-se a simulação, que permite ao analista realizar estudos sobre sistemas sem que os mesmos sejam perturbados, uma vez que as análises são realizadas no computador (FREITAS FILHO, 2008).

Considerada instrumento de auxílio na toma de decisões, a simulação permite o desenvolvimento de modelos que representem sistemas reais, assim sendo, a simulação retrata a realidade por intermédio de um modelo que pode ser

criado em um *software* computacional, permitindo que vários experimentos sejam administrados sobre os processos, obtendo resultados das mudanças sem a necessidade de intervenção no sistema real (DIAS, 2009).

Para Prado (2009) simulação é uma técnica de solução de problemas através de análises de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador.

O mesmo autor ainda explica que as principais razões da utilização da simulação no dimensionamento de processos são as incertezas de bons resultados, inviabilidade da interferência com o sistema real e a inexistência do sistema.

Desta forma a simulação tem como objetivo gerar resultados confiáveis para que os administradores tenham a segurança de ensaiar, discutir, antever, analisar e escolher novas metodologias de trabalho, com a segurança de uma gama de informações, que evidenciam soluções e antecipam consequências que as mudanças podem ocasionar (DIAS, 2009).

2.4.2.1 Vantagens e desvantagens da simulação

Mesmo a simulação sendo uma excelente ferramenta de análise, esta pode não ser tão vantajosa em alguns casos, desta forma é importante conhecer as vantagens e desvantagens antes de sua aplicação. A seguir será realizada uma descrição dessas características de acordo com o que comenta Freitas Filho (2008):

Vantagens: Um modelo pode ser utilizado varias vezes para avaliações propostas; a simulação é mais fácil do que métodos analíticos, pois não é necessário simplificações; os modelos de simulação podem ser tão detalhados quanto sistemas reais; é possível a analise de viabilidade de testes de hipóteses; o

analista possui o poder de “controlar” o tempo nas simulações; é possível uma melhor visão da relação entre as variáveis e o sistema; a possibilidade de identificar “gargalos”; mostra a real condição de funcionamento do sistema; novas situações podem ser geradas prevendo futuras mudanças.

Desvantagens: A construção de um modelo requer certo treinamento; os resultados são de difícil interpretação; o desenvolvimento de um modelo demanda recursos, principalmente tempo.

2.4.2.2 Termologia básica

Na modelagem e na simulação de sistemas são empregados diversos termos que se tratam de elementos básicos. Para uma melhor compreensão serão apresentados os principais conceitos, termologias utilizadas e exemplos de acordo com Freitas Filho (2008):

Variáveis de estado: constituem o conjunto de informações necessárias para a compreensão do que está acontecendo no sistema em um determinado momento, com relação aos objetivos de estudo. Exemplo: número de pessoas esperando em uma fila.

Eventos: são acontecimentos, programados ou não, que quando ocorrem provocam alterações de estado em um sistema, assim toda mudança de estado é ocasionada pela ocorrência de um evento. Exemplos: chegada de peças, início de processamento por um caixa ou ainda saída de peças.

Entidades: é o objeto central de uma simulação, que atua em todo sistema, podendo ser dinâmica, ou seja, que se move pelo sistema, exemplo: clientes que chegam e saem de uma fila, ou ainda, podem ser estáticos, objetos que não se

movem pelo sistema, exemplo: uma máquina.

Atributos: são as características das entidades, ou seja, aquilo que as definam totalmente. Os atributos permitem a individualização e caracterização de entidades e também possibilita um estudo distinto entre elas. Exemplo: nome, altura e cor de usuários.

Recursos: considerado uma entidade estática que fornece serviços as entidades dinâmicas, podendo trabalhar com uma ou mais entidades dinâmicas simultaneamente. Exemplo: equipamentos.

Atividades: corresponde a um período de tempo predeterminado, desta forma uma vez iniciada uma simulação o seu fim pode ser programado. A duração de uma atividade não é necessariamente uma constante, ela pode ser representada por uma expressão matemática. Exemplo: o tempo de atendimento de um caixa.

2.4.2.3 Etapas da simulação

Simular demanda mais que simplesmente saber como usar um *software*. A simulação é um projeto e antes de tudo é importante o conhecimento de cada etapa, suas necessidades e planejar tudo o que será abordado. Muitas falhas são ocasionadas pelo fato de se partir diretamente para a modelagem e simulação, sem antes determinar os passos envolvidos e criar um plano de procedimentos (BRIGHENTI, 2006).

A modelagem para a simulação requer habilidades analíticas, organizacionais, de engenharia e comunicação, o analista também deve conhecer todo o sistema que será modelado. É importante que o desenvolvedor possua um conhecimento básico em estatística para corretamente analisar e interpretar os

dados de entrada e saída, e é vital a comunicação com os clientes e demais pessoas envolvidas em todo o processo, tendo a certeza que o projeto seja claro e que atenda todos os objetivos traçados (STEPS..., 2002).

Pidd 1997 (apud BRIGHENTI, 2006) relata que a modelagem computacional é uma tarefa que demanda muito esforço por parte do desenvolvedor e deve ser conduzida de forma cuidadosa e planejada. O autor propõe cinco princípios para a implantação da simulação: a) O modelo deve ser simples mesmo partindo de pensamentos e realidades complexas; b) Começar do simples e acrescentar complexidade apenas quando necessário; c) Evitar grandes modelos pela dificuldade de entendê-los, a regra é dividi-los; d) Os dados a serem coletados devem ser orientados pelo modelo; e) O modelador deve construir um modelo que diminua os problemas, tornando-o um processo ordenado.

Segundo Steps... (2002), os passos a serem seguidos para a obtenção de bons resultados em simulação com o mínimo de desperdício em recursos variam de acordo com o projeto, entretanto o “caminho” básico a ser seguido é dividido em seis:

- a) Planejamento do estudo: consiste em estabelecer objetivos, definir ferramentas, identificar restrições, especificações da simulação (escopo, nível de detalhamento e tipo de experimentação), e criar um cronograma;
- b) Definir o sistema: identificar qual o modelo conceitual que a simulação será baseada. Nessa etapa acontece a coleta de dados, e deve ser realizada uma definição dos dados necessários, fonte dos mesmos, realizar considerações quando preciso, documentar e aprovar os dados;
- c) Desenvolver o modelo: tem como objetivo a construção de uma

representação válida tomando como base o sistema definido. Alguns passos dessa fase é a seleção dos dados, possíveis mudanças, validação e confirmação do modelo;

- d) Realização de experimentos: considerando os resultados da simulação, o *software* confirma ou não validade das hipóteses que foram alimentadas no sistema e então é possível a manipulação das variáveis fornecidas, e conseqüentemente mostrada as conseqüências dessas mudanças;
- e) Análise dos resultados: Essa é a parte mais complexa da simulação onde é necessária extrema cautela para analisar os resultados gerados, o maior benefício da simulação é fornecer idéias de “o que aconteceria se” e partindo disso realizar comparações entre os resultados gerados;
- f) Reportar os resultados: a última etapa é fornecer recomendações e conclusões para o melhoramento do sistema atual levando em conta os resultados obtidos nas simulações, tais resultados devem ser claramente apresentados para facilita a decisão final.

Se na realização da simulação o desenvolvedor seguir os passos descritos, a grandes possibilidades de sucesso. Ainda de acordo com Steps... (2002), os principais motivos para um projeto de simulação falhar são: a) Falha na definição dos objetivos; b) Envolver pessoas afetadas pelo projeto; c) Erro na estimativa de duração do projeto; d) Falha na documentação dos dados de entrada; e) Detalhamento excessivo; f) Inclusão de variáveis inúteis para o sistema; g) Erro na verificação e validação do modelo; h) Tirar conclusões com apenas uma simulação; i) Ser muito detalhista na apresentação dos resultados.

2.4.2.4 Software ARENA®

Cada software de simulação possui uma característica que os diferencia dos outros: a visão do sistema real, isso tem como consequência a maneira como os dados serão analisados e também os relatórios gerados serão diferentes, porém se analisados de forma correta devem trazer respostas semelhantes (PRADO, 2010).

O ARENA® é uma das principais ferramentas sugeridas para facilitar na modelagem e análises de sistemas, pois é um ambiente que engloba lógica e animação com ferramentas de análise estatística (CARNEIRO, 2005).

O programa foi lançado pela empresa americana Systems Modeling no ano de 1993, sendo este o sucessor de dois outros *softwares* de sucesso da mesma empresa: SIMAN e CINEMA. O SIMAN, lançado em 1984, foi durante anos o líder entre os produtos de simulação, em 1984 ele recebeu um complemento o CINEMA que foi o primeiro *software* de animação para computadores. Este conjunto foi cada vez mais sendo melhorado, até que em 1993, os dois programas foram unificados e aperfeiçoados em um único *software*, o ARENA® (PRADO, 2010).

Não é necessário escrever nenhuma linha de código no ARENA®, pois todo processo de criação do modelo é de forma gráfica e visual. A tecnologia do programa é diferenciada, pois possui muitas ferramentas de modelagem, possibilitando ao usuário descrever o comportamento do processo de maneira interativa. O ARENA® pode se transformar em um simulador específico, podendo ser usado em problemas de reengenharia, transporte de gás natural, manufatura, mineração, e muitos outros (PARAGON, 2008).

A figura 3 apresenta a área de trabalho do *software*.

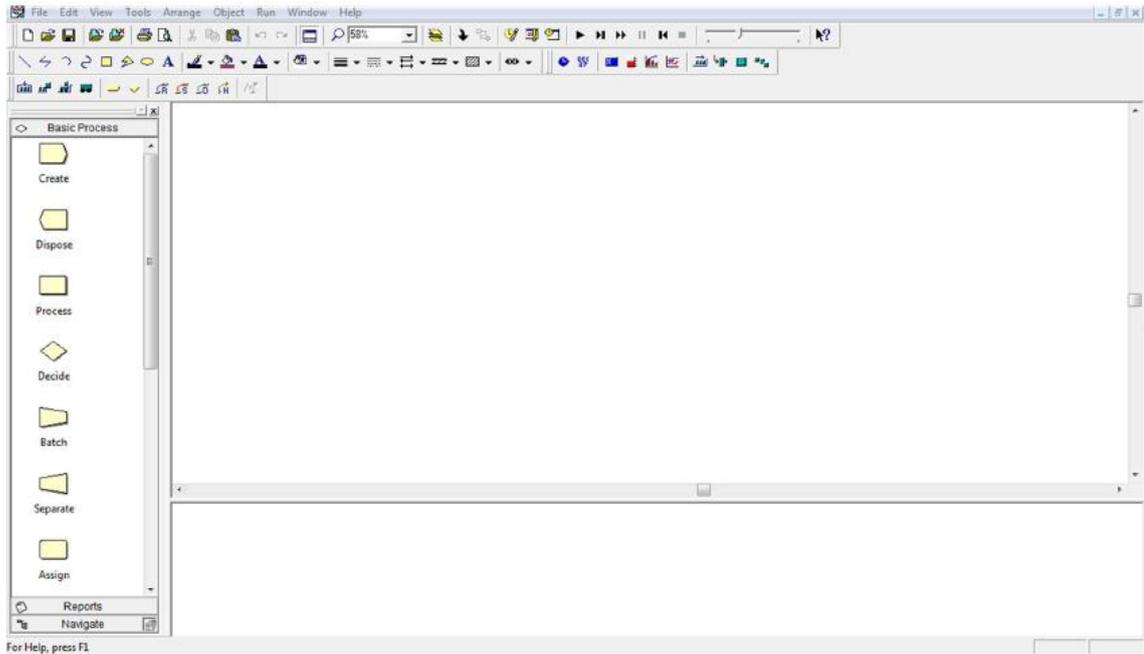


Figura 3 - Tela inicial do ARENA®.
Fonte: Software ARENA®.

O software possui um conjunto de blocos ou módulos que são utilizados para a construção do modelo, facilitando muito essa tarefa. Como a maioria dos programas de simulação o ARENA® visualiza o sistema como um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços as entidades que se movem pelo sistema (COSTA 2009).

Os principais módulos para o desenvolvimento de modelos no ARENA® estão reunidos no *Template Basic Process*, e são descritos segundo PARAGON (2008):

Create: este módulo de fluxograma serve para introduzir as entidades no modelo segundo intervalos de tempo definidos;

Dispose: este módulo de fluxograma tem função inversa à do módulo *create*, ele tem a função de retirar as entidades do sistema;

Process: tem a função de representar qualquer ação dentro do sistema que leve um tempo para ser cumprida. Também é capaz de representar a ocupação de uma máquina ou operador (recurso);

Decide: representa uma ramificação no fluxo do processo. Ele serve para alterar o rumo das entidades baseado em uma condição do sistema ou de um percentual probabilístico;

Entity: reúne as definições e parâmetros referentes a todos os tipos de entidades usados pelo modelo;

Resource: relaciona todos os recursos usados no modelo.

Os módulos dos *templates* se dividem em duas categorias: módulos de fluxograma e módulos de dados.

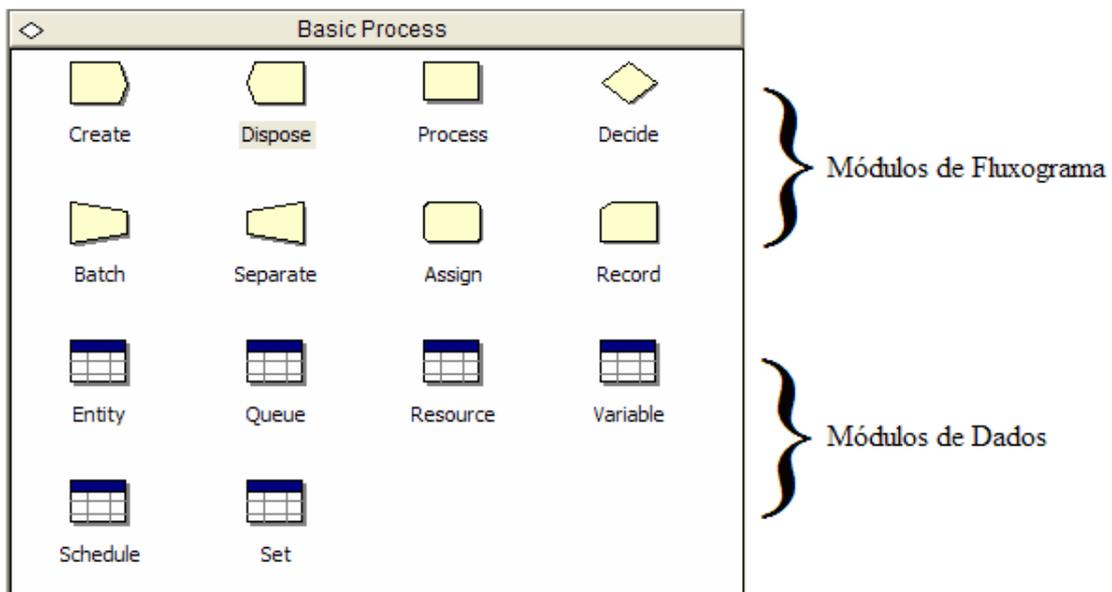


Figura 4 - Módulo do Template Basic Process.

Fonte: Prado (2004) apud Costa, (2009, p.44).

O ARENA[®] dispõe de duas ferramentas muito úteis, o *Input Analyzer* e o *Output Analyzer*. O primeiro é um analisador de dados de entrada, que possibilita a análise de dados reais do funcionamento do processo e identifica a melhor distribuição estatística que se aplica a eles, o segundo é um analisador de dados fornecidos pela simulação, podendo apresentar a análise na forma gráfica e possui recursos para realizar comparações estatísticas (PRADO, 2010).

Um dos recursos mais valiosas do *software* é a animação, com essa ferramenta é possível representar didaticamente o sistema em estudo, analisando o comportamento das variáveis e suas movimentações, a animação também auxilia no entendimento do modelo, mesmo por pessoas leigas em simulação, pois o programa apresenta desenhos e símbolos de fácil entendimento (OLIVEIRA, 2009).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O frigorífico, objeto deste estudo, é altamente mecanizado e possui capacidade de abate de mais de 250 mil aves/dia sendo que os cortes *in natura* destinam-se ao mercado interno e externo. A indústria realiza o processamento de carne de frango, resultando em empanados e cozidos. Os *steaks* empanados de frango são elaborados com carne de frango selecionada que passa por um processo de moagem. São cuidadosamente moldados, suavemente temperados, empanados, pré-fritos, cozidos e congelados.

Os processos de embalagem e paletização, iniciam com a embalagem dos *steaks*, em pacotes plásticos, por duas máquinas embaladoras, com velocidade de 230 pacotes/minuto cada. Em seguida, os pacotes seguem, em uma velocidade de 0,47 m/s, através de uma esteira de 11,5 m até o setor de embalagem secundária. Neste setor, os pacotes são embalados, por funcionários, em caixas de papelão, com dimensões 490 x 258 x 115 mm, de 45 peças. Depois do processo de embalagem, as caixas são enviadas para os processos de selagem e paletização (1 palete – 196 caixas). Finalmente, os paletes são transportados para o setor de estoque. Atualmente, o sistema conta com onze funcionários no processo de embalagem (embaladores) e dois nos processos de selagem e paletização (seladores).

Na Figura 1 apresenta-se o fluxograma do sistema em estudo.

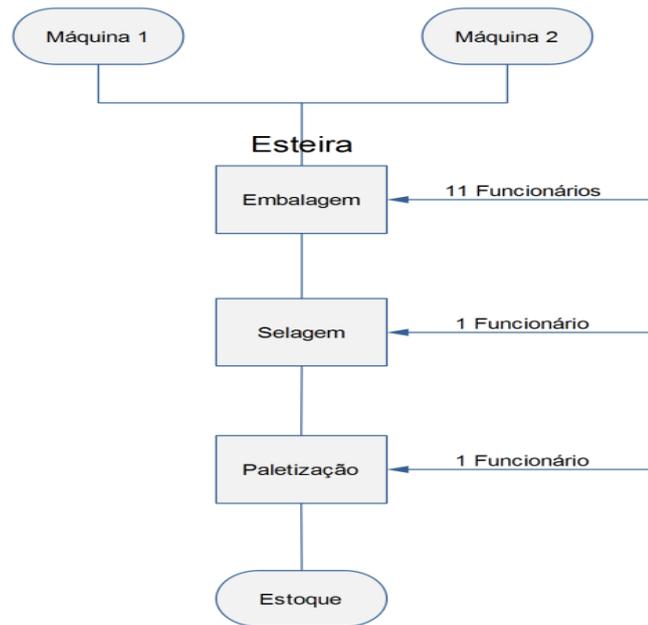


Figura 5 - Fluxograma do sistema.
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Observa-se, também, que o sistema é interrompido dois minutos a cada duas horas para paradas ergonômicas.

No planejamento, da coleta de dados, concluiu-se que seria necessário determinar as seguintes variáveis: Tempos de Embalagem (TE); Tempos de Selagem (TS) e Tempos de Paletização (TP).

Estes dados foram analisados com a ferramenta *Input analyzer* (analisador de dados de entrada) do software Arena®. Segundo Prado (2010) esta ferramenta permite analisar dados reais do funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles.

A simulação da dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização foi realizada com o software Arena®, e os resultados analisados nas ferramentas *Output Analyzer* e *Process Analyzer*.

3.1 NÚMERO DE REPLICAÇÕES

Segundo Freitas Filho (2008), de uma maneira geral, a coleta de dados para a composição de uma amostra a partir da simulação de um modelo pode ser realizada de duas formas:

Fazer uso das observações individuais dentro de cada replicação. Por exemplo, pode-se simular o processo e utilizar o tempo que cada caixa esperou na fila da selagem para realizar uma estimativa do tempo médio de espera na fila. Neste caso, o tamanho da amostra será igual à quantidade de caixas que passaram pela fila ao longo do período simulado.

A segunda maneira de gerar a amostra é realizar n simulações (replicações). Assim, cada replicação gera um elemento para a amostra. Uma vez que estamos lidando com um sistema terminal no qual as condições iniciais e o período de simulação são fixos, a melhor maneira de garantir que os valores da amostra sejam estatisticamente independentes é obtê-los a partir de replicações independentes.

Neste trabalho, o número de replicações (n^*) foi obtido através da seguinte expressão:

$$n^* = n \times \left(\frac{h}{h^*}\right)^2 \quad (1)$$

onde:

n - número de replicações já realizadas;

h - semi-intervalo de confiança já obtido; e

h^* - semi-intervalo de confiança desejado.

3.2 VALIDAÇÃO DO MODELO

A validação tem por objetivo proceder à comparação de valores de variáveis geradas pelo modelo com os obtidos do sistema real (Sargent, 1998). Na execução do procedimento de validação, para o sistema em estudo, foi: (i) realizada uma comparação de médias por meio de análise de variância (ANOVA) e pelo Teste de Tukey; (ii) calculado o erro médio estimado (Menner, 1995):

$$SE = \sqrt{\frac{(SR-MD)^2}{GLR}} \quad (2)$$

onde:

SE – erro médio estimado;

SR – valor obtido a partir do sistema real;

MD – média dos valores gerados pelo modelo; e

GLR – grau de liberdade considerando o número de replicações do modelo.

A análise de variância é um teste estatístico amplamente difundido entre os analistas, e visa fundamentalmente verificar se existe uma diferença significativa entre as médias de dois ou mais grupos (Montgomery, 2005).

3.3 TAMANHO DA AMOSTRA

O tamanho de cada uma das três amostras, cronometradas neste trabalho, foi obtida, para um nível de confiança de 95%, através da seguinte expressão:

$$n_A = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \times S}{E} \right)^2 \quad (3)$$

onde:

n_A - número de indivíduos da amostra;

$Z_{\alpha/2}$ - valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

S - desvio padrão; e

E - erro máximo estimado.

Utilizando a equação descrita calculo a necessidade de realizadas 100 tomadas de tempos para cada amostra.

4 RESULTADOS E DISCUÇÕES

Na Tabela 1 são apresentados os valores, da análise exploratória, dos dados coletados no frigorífico:

Tabela 1 - Análise exploratória dos dados coletados no frigorífico.

Parâmetro analisado	TE	TS	TP
Média	61,81	2,97	3,12
Mediana	61,25	2,9	2,93
1 Quartil (Q ¹)	59,53	2,21	2,31
3 Quartil (Q ³)	64,45	3,42	3,47
Desvio Padrão	4,67	0,97	1,1
Coefficiente de Variação	7,56%	32,61%	35,12%

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Observa-se, através dos dados apresentados na Tabela 1, que a variável TE (Tempos de Embalagem) apresentou a maior mediana e a maior média entre os dados coletados no processo de embalagem e paletização. Já os coeficientes de variação para as três variáveis coletadas foram 7,56%, 32,61% e 35,12%. Segundo Pimentel Gomez (2000), nos experimentos de campo, se o coeficiente de variação for inferior a 10% tem-se um coeficiente de variação baixo, de 10 a 20% médio, de 20 a 30% alto e acima de 30% muito alto.

Após a análise exploratória, realizou-se à análise de correlação entre os dados, ou seja, verificou se há dependência entre os valores das amostras (Marin et al., 2010). Na Figura 6 é apresentado, como exemplo, o gráfico de dispersão dos Tempos de Embalagem (100 amostras) dos produtos na embalagem secundária. Nessa figura pode-se comprovar que não há correlação entre as observações da amostra.

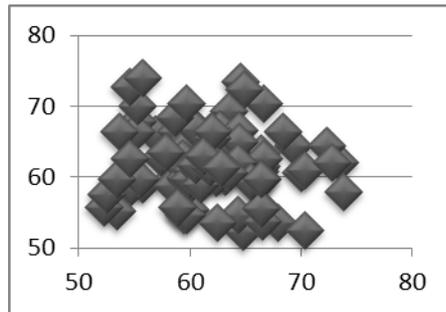


Figura 6 – Gráfico de dispersão dos tempos de embalagem, em segundos.
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.1 TRATAMENTO DE DADOS

Inicialmente, os dados foram plotados em forma de *boxplots* (Figura 3) para uma análise preliminar do comportamento das observações.

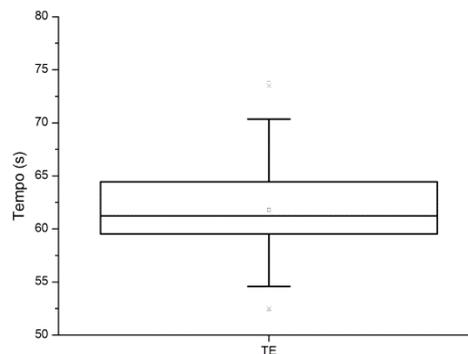


Figura 7 – Boxplot dos tempos de embalagem.
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A seguir, aplicou-se a técnica de identificação de *outliers* (valores fora da normalidade) apresentada na Tabela 2 (Chwif, 2007; Morroco, 2003). As razões mais comuns para o surgimento desses valores são os erros na coleta de dados ou eventos raros e inesperados. Os *outliers* considerados como extremos só foram descartados, das amostras, depois de uma análise criteriosa de suas causas. Os valores julgados como possíveis de ocorrer foram mantidos nas amostras.

Tabela 2 - Identificação de outliers.

Outliers
$A=Q^3-Q^1$
Valor $< Q^1-1,5A$ - <i>Outlier Moderado</i>
Valor $> Q^3+1,5A$ - <i>Outlier Moderado</i>
Valor $< Q^1-3,0A$ - <i>Outlier Extremo</i>
Valor $> Q^3+3,0A$ - <i>Outlier Extremo</i>

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Onde Q^1 e Q^3 são, respectivamente, os valores do primeiro e terceiro quartis, assim a amplitude entre inter-quartil “A” é calculada pela diferença: $A=Q^3-Q^1$.

Após a utilização da técnica de identificação dos *outliers*, o passo seguinte foi determinar as curvas de distribuição teórica de probabilidades que melhor representem o comportamento estocástico do sistema em estudo, através da ferramenta *Input Analyzer do Arena®*. Como os *p-values* dos testes de aderência: teste Chi Square e do teste Kolmogorov-Smirnov são maiores que o nível de significância adotado (0,1), concluiu-se que as distribuições, apresentadas na Tabela 3, são as expressões que melhor se adaptaram aos dados coletados no sistema.

Tabela 3 - Distribuição de probabilidade.

Itens	Distribuição	Chi Square	Kolmogorov-Smirnov
TE	TRIA(52,60.2,74.8)	<i>p-value</i> =0,416	<i>p-value</i> =0,293
TS	1+ERLA(0.494,4)	<i>p-value</i> =0,586	<i>p-value</i> =0,654
TP	LOGN(0.643,0.455)	<i>p-value</i> =0,283	<i>p-value</i> =0,521

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.2 VALIDAÇÃO DO MODELO IMPLEMENTADO

A comparação entre a média obtida do sistema real com a média gerada pelo modelo para a variável NBS (Número de Caixas de *Steaks*) são apresentados na Tabela 4. Nesta tabela apresenta-se, também, o erro médio estimado.

Tabela 4 - Dados do sistema real e do modelo.

Número de Caixas de Steaks - NBS		
Sistema Real	Modelo Computacional	Erro Médio Estimado
3386	3382	0,87

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Ao ser aplicado a análise de variância, através da ferramenta de análise de dados do Microsoft Excel (Tabela 5), a 1% de significância, na comparação das médias obtidas a partir do sistema real e as geradas pelo modelo de simulação, para a variável NBS (Número de Caixas de Steaks produzidas em um turno de trabalho), não foram constatadas diferenças estatísticas. Pode-se observar, através dos dados apresentados na Tabela 5, que F_0 é menor que $F_{\text{crítico}}$ ($F_0=0,008897$ enquanto $F_{\text{crítico}}= 8,095958$).

Tabela 5 - Análise de variância.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F_0	valor-P	$F_{\text{crítico}}$
Linhas	449384,8	20	22469,24	1,014104	0,487663	2,937735
Colunas	197,1378	1	197,1378	0,008897	0,925789	8,095958
Erro	443134,8	20	22156,74			
Total	892716,7	41				

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Aplicou-se, também, o Teste de Tukey através do software ASSISTAT Versão 7.6 (Silva, 2002), a 5% de significância, e não foram constatadas diferenças estatísticas entre as médias.

Considerando as discussões apresentadas, pode-se afirmar que o modelo computacional presta-se para os objetivos propostos neste trabalho.

4.3 SIMULAÇÃO

Para a realização da análise do sistema em estudo, são propostos seis cenários com o objetivo de observar a resposta do sistema a partir de alterações no número de funcionários. Os indicadores de desempenho utilizados para a análise

são: a quantidade de caixas de *steaks* produzidas em um turno de trabalho e a porcentagem de utilização dos funcionários.

Cenário 1 – Sistema constituído por 7 embaladores e 1 selador;

Cenário 2 – Sistema constituído por 9 embaladores e 1 selador;

Cenário 3 – Sistema constituído por 11 embaladores e 1 selador.

Cenário 4 – Sistema constituído por 7 embaladores e 2 seladores;

Cenário 5 – Sistema constituído por 9 embaladores e 2 seladores;

Cenário 6 – Sistema constituído por 11 embaladores e 2 seladores (Cenário atual).

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados obtidos, da simulação do sistema, para os seis cenários. Observa-se que os resultados foram obtidos após 21 replicações. Este número de replicações foi definido, com nível de confiança de 95%, utilizando a ferramenta *Output Analyzer* do *Arena*®.

Tabela 6 - Resultados de Simulação dos cenários.

Cenários	Embaladores	Seladores	Caixas Produzidas	Utilização	
				Embaladores	Seladores
1	7	1	3250	98,30%	39,80%
2	9	1	3378	79,50%	41,30%
3	11	1	3382	65,20%	41,30%
4	7	2	3250	98,30%	19,90%
5	9	2	3378	79,50%	20,70%
6	11	2	3382	65,20%	20,70%

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Através dos resultados obtidos de simulação (Tabela 6) constatou-se que:

- o cenário com 7 embaladores, é impraticável, devido a utilização dos funcionários estar próxima a 100%.

- os funcionários do cenário atual sendo representado pelo cenário 6 (11

embaladores e 2 seladores) estão subutilizados, tendo em vista que os seladores e embaladores apresentam uma utilização respectivamente de 20,70% e 65,20, isso nos mostra que os seladores estão aproximadamente 80% do tempo sem desempenhar nenhuma atividade e os embaladores cerca de 35% do tempo ociosos.

- pode-se diminuir três funcionários (cenário 2): dois funcionários no setor de embalagem e um no setor selagem/paletização, tendo em vista que a utilização dos funcionários passou a ser maior do que a apresentada atualmente sem sobrecarrega-los.

Cada funcionário tem um custo mensal para empresa de R\$ 1.956,32. Assim, a dispensa de três funcionários contabiliza R\$ 5.868,96 por mês. O cenário 6 produz, por turno, 4 caixas a mais que o cenário 2, totalizando um valor mensal de R\$ 1.480,4. Portanto, considerando o cenário 2 (dispensa de três funcionários) e o cenário 6 (cenário atual) obtém-se uma diferença mensal de R\$ 4.388,56 a favor do cenário 2 (Tabela 7).

Tabela 7 - Comparativo financeiro entre os cenários 2 e 6.

Cenários	Itens	Custo Unitário (R\$)	Quantidade	Total Mensal (R\$)
Cenário 2	Funcionários	1.956,32	3	5.868,96
Cenário 6	Caixas de Steaks	18,51	80/mês	1.480,4
Resultado (R\$) =				4.388,56

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Como apresentado nesse capítulo o estudo cumpriu todas as etapas destinadas para um estudo de simulação, abordando as fases de planejamento do sistema que seria abordado, definição do sistema, desenvolvimento do modelo, realização de experimentos, análise dos resultados e reportagem dos resultados.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados das análises procedidas para a validação do modelo computacional, foi possível concluir que o mesmo pode ser aplicado para simular a dinâmica operacional do processo de embalagem e paletização do frigorífico.

Através das análises realizadas nos cenários simulados, pode-se identificar que a estrutura que melhor utiliza os recursos e se mostra mais rentável para a empresa é aquela mostrada pelo cenário 2, onde o mesmo aumenta a utilização (tempo de trabalho) dos funcionários trazendo um redirecionamento de recursos (Mão de obra).

Através do cenário 2 identificou-se que é possível remanejar 3 funcionários, trazendo assim uma redução de R\$ 4.388,56 por turno de trabalho ao processo estudado.

A aplicação da simulação computacional gerou um conhecimento adicional à cerca do processo para todos os envolvidos e possibilitou, também, a identificação de oportunidades de melhorar os processos simulados.

Esse estudo mostra que é importante a análise detalhada de processos que parecem estar bem balanceados ou nivelados, pois através disso é possível identificar fontes de retorno financeiro ou uma melhor utilização de recursos aplicados.

Sugere-se que esse estudo seja realizado em outras partes do processo, pois através de análises em etapas que antecedem os processos abordados nesse trabalho poderemos verificar de que a velocidade da linha esta ajustada e analisar se existem recursos que podem ser melhor aplicados.

REFERÊNCIAS

- ABEF. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango.
Estatísticas: Produção Mundial de Carne de Frango. 2006 a. Disponível em:
 <<http://www.abef.com.br/Estatisticas/MercadoMundial/MercadoMundial.php>>.
 Acesso em: 15 Abr. 2012.
- _____. **Exportação Mundial de Frango. 2006 b.** Disponível em:
 <http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=74>. Acesso
 em: 15 Abr. 2012.
- _____. **Importação Mundial de Frango. 2006 c.** Disponível em:
 <http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=75>. Acesso
 em: 15 Abr. 2012.
- _____. **Relatório Anual. 2010.** Disponível em:
 <http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2264>. Acesso
 em: 15 Abr. 2012.
- AGRICOLA E PECUARIA. **A história da avicultura**, 2008. Disponível em:
 <<http://www.agricolaepecuaria.com.br/2008/08/origem-da-avicultura.html>>. Acesso
 em: 08 abr. 2012.
- ALBINO, L. F. T et.al. **Criação de Frango e Galinha Caipira: Avicultura Alternativa.**
 Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para
 análise de decisões.** 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. xiii, 192 p.
- ARENALES, M. N. et al. **Pesquisa operacional.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. xvii,
 524 p. (Coleção CAMPUS-ABEPRO. Engenharia de produção).
- AVEWORLD. Mercado mundial de frango e ovos. **Aveworld.** São Paulo. v. 7, n. 41,
 ago/set. 2009. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/revistadigital/41/>>.
 Acesso em: 15 Abr. 2012.
- BANKS, J. **Handbook of simulation: principles, methodology, advances,
 applications, and Practice.** New York: John Wiley & Sons, 1998.
- BARBOSA, R. A. **A Modelagem e Análise do Sistema de Filas de Caixas de
 Pagamento em uma Drograria: Uma Aplicação da Teoria das Filas In: ENCONTRO
 NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Salvador. Anais. Salvador:
 ENEGEP, 2009.**
- BRIGHENTI, J. R. N. **Simulação e otimização de uma linha de manufatura em
 fase de projeto.** 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
 Universidade Federal de Engenharia de Itajubá, Itajubá, 2006.

- BOLZAN, T. G. **Estudo para diminuir a deterioração por bolores em empanado de frango com aplicação de ácido sórbico**. 2010. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- CARNEIRO, E. F. **Análise de cenários utilizando simulação computacional com o software Arena: O caso de transporte de materiais acabados da Cia Siderúrgica Belgo Mineira**. 2005. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos, teoria & aplicações**. São Paulo: Brazilian Books, 2007.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. L. **Administração de produção e de operações**. São Paulo: Atlas, 2009.
- COSTA, A. L. B. **Aplicação da simulação computacional no mapeamento do fluxo de operações de uma empresa de manutenção de motores elétricos**. 2009. 107f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.
- DIAS, D. R. **A simulação como ferramenta de auxílio à tomada de decisão e elaboração do plano mestre de produção de uma empresa ótica**. 2009. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.
- DILL, D. D. et.al. **Processamento de empanados: sistemas de cobertura**. 2009. Disponível em: < <http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/104.pdf>>. Acesso em: 23 Abr. 2012.
- DUARTE, K, F; JUNQUEIRA, O, M. **Carne de Frango Saudável e Nutritiva**, 2010. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/industria-carne/artigos/carne-frango-saudavel-nutritiva-t245/471-p0.htm>>. Acesso em: 21 Abr. 2012.
- EBERT, D. C. et al. Simulação da Dinâmica Operacional de um processo industrial de abate de aves. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, V. 26, 305-309, 2009.
- FERNANDES, C. A. et al. Simulação da Dinâmica Operacional de uma Linha Industrial de Abate de Suínos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, V. 26, 166-170, 2006.
- FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008. 372 p.
- GARCIA, E, M. **A Dinâmica Organizacional e Tecnológica da Avicultura de Corte no estado do Paraná**. 2009. 95 f. Dissertação (Especialização em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/21857/Eduardo.pdf;jsessionid=2E2C34311310BBAD08E29A2B5AF1721?sequence=1>>. Acesso: 10 abr. 2012

GIBSON, C. et al. Consumidor mais exigente impulsiona mercado de cortes de frango. **Avicultura do Paraná**. Curitiba, v. 4, n. 24, set/out. 2011. Disponível em: <http://painel.ubis.com.br/clientes/sindiavipar/pdfs/24_edicao.pdf>. Acesso em: 21 Abr. 2012.

HEINZEN, L, F; PADILHA, J, C, F. **A realidade em uma Pequena Empresa da Avicultura Catarinense**, 2006. Disponível em: <<http://www.tcc.cca.ufsc.br/agronomia/RAGR010.pdf>>. Acesso 08 abr. 2012.

JUNIOR, D, D. **A Avicultura no Brasil**, 2010. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=15>. Acesso 11 abr. 2012.

MARIN, T.; TOMI, G. F. C. Modelagem de dados de entrada para simulação estocástica del lavra. **Revista Escola de Minas**. V. 60, 559-562, 2010.

MARTINELLI, L; BAHR, P. Para onde vai o frango do Paraná?. **Avicultura do Paraná**. Curitiba. v. 3, n. 17, jul/ago. 2010. Disponível em: <http://painel.ubis.com.br/clientes/sindiavipar/pdfs/17_edicao.pdf>. Acesso em: 22 Abr. 2012.

MENNER, W. A. **Introduction to modeling and simulation**. New York: JohnsHopkins APL Technical Digest, 1995.

MONKS, J. G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: Wiley, 2005.

MORROCO, J. **Análise estatística de dados – com utilização do SPSS**, Lisboa: Sílabo, 2003.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Avicultura do Paraná Rompe Barreira de 1 Bilhão de Cabeças**. 2009. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/granjeiros/57907-avicultura-do-parana-rompe-barreira-de-1-bilhao-de-cabecas.html>>. Acesso em: 14 Mai. 2012.

NUNES, T. P. **Aceitação sensoriais de reestruturados empanados elaborados com filé de peito de galinhas matrizes de corte e poedeiras comerciais**. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n4/19.pdf>>. Acesso em: 25 de Abr.2012.

OLIVEIRA, T. L. **Simulação Computacional Aplicada ao Tráfego: uma análise do fluxo de veículos na praça Tiradentes em Ouro Preto (MG)**. 2009. 82f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. 1ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2005, 293p.

PARAGON. 2008. Disponível em:

<http://www.paragon.com.br/padrao.aspx?software_de_simulacao_arena_content_ct_1685_2139_.aspx>. Acesso em: 06 Mai. 2012.

PENNA, I. C. **Modelo de simulação para análise da gestão operacional de um estacionamento**. 2009. 113 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477 p.

PRADO, D, S. **Teoria das filas e da simulação**. 4. ed. Nova Lima: INDG-Tecnologia e Serviços, 2009, v.2 127p.

PRADO, D. S. **Usando o arena em simulação**. 4. ed. Nova Lima: INDG-Tecnologia e serviços, 2010. v. 3 307 p.

QUEVEDO, A. **A História da Avicultura Brasileira**, 2003. Disponível em:

<http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticias/a-historia-da-avicultura-brasileira/20030520151203_04539>. Acesso: 10 abr.2012.

ROBASSA, B. et al. Avicultura do Paraná: Grande força do estado. **Avicultura do Paraná**. Curitiba, v. 4, n. 20, jan/fev. 2011. Disponível em:

<http://painel.ubis.com.br/clientes/sindiavipar/pdfs/20_edicao.pdf>. Acesso em: 22 Abr. 2012.

ROCHA, D, C, C. **Avicultura: Gestão de subprodutos do frango neutraliza emissão de resíduos**, 2010. Disponível em:

<<http://www.zootecniabrasil.com.br/sistema/modules/news/article.php?storyid=2719>>. Acesso em: 22 Abr. 2012.

RODRIGO, F. S. **Estratégias de marketing da cadeia agroexportadora brasileira de frango de corte**. Seminário de Administração FEA-USP. 2007. Disponível em:

<http://www.ead.fea.usp.br/semead/10semead/sistema/resultado/an_resumo.asp?cod_trabalho=491>. Acesso em: 18 ago. 2012.

ROQUE, V, F; SELL, I. **Alternativas de Utilização de Resíduos Gerados em Frigoríficos de Aves**, 2008. Disponível em:

<<http://pessoal.utfpr.edu.br/marlenesoares/arquivos/Artigo73.pdf>>. Acesso em 22 Abr. 2012.

SARGENT, R. G. **Verification and validation of simulation models**. WINTER THE SIMULATION CONFERENCE, 1998. WASHINGTON, WSC, 1998.

SCHERER FILHO, M, W. **Análise dos fatores que influenciam na condenação das carcaças inteiras de frango (griller)**. 2009. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25480/000734395.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 Abr. 2012.

SCHORR, H. A força da avicultura brasileira. **Aveworld**. São Paulo. v. 1, n. 1, fev/mar. 2003. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/revistadigital/01/>>. Acesso em: 22 Abr. 2012.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do Programa Computacional ASSITAT para o sistema Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SINDIAVIPAR. Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná. **Estatísticas: Empresas Produtoras**, 2012. Disponível em:<<http://www.sindiavipar.com.br/index.php?modulo=8&acao=detalhe&cod=1009>>. Acesso em: 14 Mai. 2012.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOBRAPO. Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. **Pesquisa Operacional**. 2010. Disponível em: <http://www.sobrapo.org.br/o_que_e_po.php>. Acesso em: 6 Mai. 2012.

STEPS for doing simulation. In: PROMODEL[®] USER'S GUIDE, 2002, BELGE: Engenharia e Sistemas, 2002. p. 29- 60.

TAVARES, L. P.; RIBEIRO, K. C. S. Desenvolvimento da avicultura de corte brasileira e perspectivas frente a influenza aviária. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 9, 79-88, 2007.

VENTURINE, K, S. et.al. **Características da Carne de Frango**. 2007. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf> Acesso em: 21 Abr. 2012.