

## MODELO DE SIMULAÇÃO ARENA APLICADO AO PROCESSO PRODUTIVO NA ÁREA DA DESOSSA DE UM FRIGORIFICO BOVINO DA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO

Priscila Peligrini - priscila\_pelegrini@hotmail.com

Arlete Redivo - arlete@unemat-net.br

Adriana Regina Redivo - redivo82@hotmail.com

Cassio Bratti - cassiobratti@hotmail.com

\* Submissão em: 09/03/2016 | Aceito em: 08/06/2016

### RESUMO

O estudo tem o objetivo de aplicar o modelo de simulação Arena no processo produtivo na área da desossa de um frigorífico bovino localizada no município de Sinop/MT, relatando as atividades relacionadas ao processo produtivo do setor da desossa e simulando o processo produtivo no software Arena testando diferentes cenários, a fim de analisar o resultado da simulação para auxiliar a tomada de decisões no processo produtivo. O desenvolvimento da teoria contribui para descrever conceitos relacionados a tomadas de decisões e como dentre vários modelos a simulação pode ajudar nas escolhas das organizações. Com isso, houve um consenso relacionado a teoria e a prática estipulada na pesquisa. Finalizando como um método quantitativo com fundamentos matemáticos, juntamente com um sistema computacional, pode auxiliar nas escolhas das organizações observando os possíveis resultados que tais decisões podem acarretar para as empresas.

**Palavras-Chave:** Simulação, abatedouro, desossa, software Arena.

### SIMULATION MODEL ARENA APPLIED TO PRODUCTION PROCESS IN THE BONES OF THE AREA OF A REFRIGERATOR CATTLE REGION NORTH OF MATO GROSSO

### ABSTRACT

The study aims to apply the Arena simulation model in the production process in the area of boning of beef refrigerator located in the municipality of Sinop/MT, reporting activities related to the production of boning sector process and simulating the production process the software Arena testing different scenarios in order to analyze the simulation results to assist decision-making in the production process. The development of the theory helps to describe concepts related to decision making and as of several models simulation can help in the choice of organizations. Thus, there was a related consensus theory and practice stipulated in the research. Finalizing a quantitative method with mathematical fundamentals, along with a computer system can assist in the choice of organizations observing the possible outcomes that such decisions may entail for companies.

**Keywords:** Simulation, abattoirs, boning, Arena software.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a atual situação das organizações perante o mercado, onde os clientes estão cada vez mais exigentes, com a tecnologia se atualizando em uma grande velocidade e a competitividade sendo algo global, é necessário que todo o processo se torne algo rápido e preciso. Reduzir custos, melhorar a qualidade, inovar e obter rapidez em decisões são aspectos essenciais para que as empresas se mantenham firmes e ganhem mercado.

Existem várias medidas que as empresas podem tomar para terem resultados competitivos se sobressaindo sobre seus concorrentes e tendo uma obtenção de lucros satisfatórios. A busca por aprimoramento em seus processos é uma delas, contudo para que tais medidas sejam adotadas é preciso ter um conhecimento de como elas irão afetar a empresa e se o investimento não acarretará em um futuro prejuízo.

Decisões que dispõem de riscos para as organizações precisam ser avaliadas minuciosamente, visto isso os gerentes necessitam escolher entre alternativas conflitantes, as melhores opções possíveis. Assim, eles podem optar por duas metodologias para ajudar em suas escolhas, a primeira seria a intuição e a segunda realizar um processo de modelagem das diversas situações e vários cenários possíveis de maneira a estudar o problema profundamente (LACHTERMACHER, 2009). Pensando nisso, as organizações buscam métodos que disponibilizem dados confiáveis para uma tomada de decisão, visto que apenas a experiência mesmo sendo algo essencial, não pode dar informações exatas sobre um projeto.

Investimentos em processos, tecnologias e alterações em produtos acarretam em custos, além de serem arriscados, pois são itens com incertezas. Porém, a utilização de um processo de modelagem pode garantir a eficiência dos investimentos, além de diminuir as dúvidas existentes. Deste modo, tem-se a simulação, definida por Harrel, *et al* (2002, p. 2) como “um processo de experimentação com um modelo de um sistema real para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno”.

Destarte, o estudo tem como objetivo aplicar o modelo de simulação arena no processo produtivo na área da desossa de um frigorífico bovino localizado no município de Sinop/MT, Para atender o objetivo do estudo será necessário descrever quais as atividades relacionadas ao processo produtivo do setor da desossa, desenvolver a simulação das atividades no *software* Arena testando o cenário atual, simulando diferentes cenários, buscando analisar, posteriormente, o resultado da simulação para auxiliar no processo de tomada de decisões sobre o melhoramento no processo produtivo em estudo.

Para atender ao desígnio proposto, o presente estudo está organizado em quatro seções além desta introdução. A seção seguinte será desenvolvida com conceitos de Pesquisa Operacional, Modelagem e Simulação. Em seguida, apresenta-se os procedimentos metodológicos empregados no desenvolvimento da pesquisa, e, na sequência, são apresentados e discutidos os resultados provenientes das observações *in loco* e dos coletados junto aos responsáveis pela produção. Ao final, encontram-se dispostas as considerações finais do estudo e as referências consultadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional é um método científico para tomada de decisões, consistindo de um sistema organizado com a ajuda de um modelo, onde é feita experimentações para se descobrir a melhor maneira de operar o sistema (SILVA, *et al*, 2010). Moreira (2004) refere-se à pesquisa operacional como sendo um campo vasto onde se aborda estudos racionais a processos de tomada de decisão, onde são levados em conta as características analisadas, os objetivos e os recursos disponíveis da organização, a fim de procurar através de modelos matemáticos, tendo o auxílio de computadores, soluções que atendam os interesses das organizações.

Deste modo, a pesquisa operacional é um método matemático que auxilia nas decisões tomadas, levando em consideração os recursos presentes juntamente com as características notadas.

Para se trabalhar utilizando a pesquisa operacional é preciso seguir alguns conceitos, Moreira (2010) mostra que o processo de solução possui algumas etapas, onde elas podem apresentar certo grau de penetração entre as mesmas, contudo podendo ser consideradas separadamente. Silva et al (2010) considera essas as etapas como fases relacionadas ao estudo da Pesquisa Operacional, sendo elas:

- **Formulação do problema:** nesta fase deve-se colocar o problema de maneira clara e coerente, definindo os objetivos a alcançar os caminhos para que isso ocorra, levando em consideração as limitações técnicas do sistema.
- **Construção do modelo do sistema:** os modelos que importam para a pesquisa operacional são os matemáticos, onde os modelos são formados por algumas equações que servem para medir a eficiência do sistema e outras que representam as restrições e limitações do sistema, sendo constituídas as variáveis das equações entre as que podem ser controladas pelo administrador e as que não podem ser controladas pelos mesmos.

- Cálculo da solução através do modelo: o modelo deve levar em disponibilidade uma técnica matemática para cálculo da solução.
- Teste do modelo e da solução: é um teste onde se pode utilizar dados relacionados a um histórico, podendo ser comparados ao desempenho do sistema, ou por dados empíricos, onde serão anotados com o sistema em funcionamento sem interferência. Se o desvio não for aceitável, a reformulação ou o abandono do modelo poderá ocorrer.
- Estabelecimento de controles da solução: são identificados parâmetros fundamentais para a solução do problema através da construção e experimentação do modelo, onde quaisquer mudanças nos parâmetros devem ser controladas, e caso os mesmos sofram um desvio além do permitido, o cálculo de nova solução ou a reformulação do modelo pode ser necessária.
- Implantação e acompanhamento: fase no qual é apresentada para uma possível implantação a solução para o administrador, utilizando-se de linguagem compreensível, sem termos técnicos do modelo, e é necessário o acompanhamento da implantação, com o intuito de se observar o comportamento do sistema, podendo ter alguns ajustes requeridos.

Desta forma, pode-se considerar que para se trabalhar com a pesquisa operacional é preciso à escolha de um modelo a ser seguido, onde por meio deste será elaborado toda uma análise e verificação, a fim de se chegar ao resultado final que é a implantação da solução encontrada.

## 2.2 Modelagem

A modelagem é o modo de resolver problemas que ocorrem no mundo real, (BORSHCHEV; FILIPPOV, 2004). Siebers, *et al.* (2007) relatam que modelagem é uma cópia restringida do verdadeiro mundo, e cada um tem de identificar os componentes mais importantes do sistema para construir modelos eficazes

Modelos são, de uma maneira geral, representações de situações do mundo real, onde geram a aquisição de novos conhecimentos e facilitam o planejamento e previsões de atividades (CAIXETA-FILHO, 2004). Prado (2009) trata o termo “modelo” como a representação de um sistema, onde pode ser de base simbólica, quando tem como significado uma semelhança conceitual com o sistema em estudo, pode ser de base matemática, quando se pode analisar por meio de equações matemáticas, ou diagramática, onde o sistema possui uma representação por diagramas.

Harrel et al (2002, p. 1) afirma que “o modelo põe os componentes do sistema de uma forma tal que, se é capaz de compreender a realidade baseados em fenômenos conhecidos e permite realizar

experimentos que ajudam a prever o comportamento do sistema real”. Desta forma, pode-se interpretar o conceito de modelo como uma forma de entender situações reais através das representações ou experimentos dos mesmos com a finalidade de auxiliar na prevenção dos possíveis fenômenos a serem encontrados no comportamento de um determinado sistema.

Existem diversos modelos que podem ser empregados para se entender um comportamento de um sistema, os principais são (MOREIRA, 2004):

- a) Análise Estatística – úteis na análise de problemas envolvendo riscos e que possuem variáveis sem valor fixo ou determinado.
- b) Programação Linear Simples – é útil na escolha entre alternativas sujeitas à restrição de recursos, assumindo uma relação entre as variáveis de que são lineares.
- c) Programação Linear Inteira – utiliza-se com o mesmo conceito do problema de uma Programação Linear Simples, contudo ao menos uma das variáveis deve assumir valores inteiros.
- d) PERT e CPM – são modelos semelhantes, utilizados na programação e controle de projetos complexos e grandes.
- e) Previsão – são vários modelos que podem ser utilizados para estimativas com base em comportamentos passados.
- f) Teoria da Decisão – são modelos aplicados a problemas de decisão com graus variáveis de estruturação, de acordo com as informações disponíveis para uma tomada de decisão.
- g) Modelos de Rede – consiste no estudo aplicado a sistemas de transporte, havendo o processamento de informações e projetos de pesquisa e desenvolvimento, a fim de maximizar o fluxo de uma rede ou minimizar um caminho entre dois pontos em uma rede.
- h) Modelos de Linhas de Espera – usado para melhorar a eficiência de instalações onde a demanda, a duração do atendimento e o comportamento do consumidor são variáveis de incerteza.
- i) Simulação – um modelo utilizado com o auxílio de computadores que tem como finalidade a construção de um modelo e testar a sua operação e comportamento.
- j) Teoria dos Jogos – Utilizado para desenvolver estratégias em tomada de decisões envolvendo dois ou mais oponentes considerados racionais.
- k) Análise de Regressão – é usado para determinar a relação a um conjunto de variáveis independentes e uma dependente.

De acordo com Prado (2009, p. 16) “o objetivo da modelagem de sistemas é, conhecer o cenário, as características e as necessidades de todos os envolvidos, obter o melhor dimensionamento.” Assim, a escolha do modelo é uma parte importante para se obter a melhor análise da situação em questão. Deste modo este trabalho utiliza-se da técnica de simulação como modelo proposto, pois “simulação é essencialmente uma técnica que envolve a construção de um modelo de uma situação real para sua posterior experimentação” (LOESCH; HEIN, 2009, p. 207).

### 2.3 Simulação

A simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital (PRADO, 2003). Para Correa, Mello e Pereira (2014) o método de simulação consiste em uma forma de alocar tarefas aos operadores, distribuindo as atividades entre trabalhadores que estão sobrecarregados com os mais ociosos, a fim de encontrar um equilíbrio nos tempos das atividades.

A simulação de processos é uma técnica que possibilita a imitação de um sistema real, no momento que se conhece o comportamento do sistema é possível testar estratégias adequadas e aprender como será afetado o sistema de acordo com as alterações provocadas, a fim de evitar o investimento de tempo e recursos em ideias que poderiam sobrecarregar as entidades envolvidas, já que é possível visualizar os acontecimentos caso fosse implantado tais ideias no sistema real (GUIMARAES; PRAZERES, 2014). Desta forma, pode-se definir simulação como uma técnica que por meio de testes, com o auxílio computacional, permite a análise de um sistema real com a finalidade de se verificar o comportamento das operações, a fim de se encontrar a melhor solução para um problema em destaque.

Ao se efetuar certos tipos de estudo de planejamento, alguns problemas relacionados a dimensionamento ou fluxo cujo solução aparentemente é complexa, podem aparecer (PRADO, 2009). Pensando nisso, é necessário efetuar testes para se verificar possíveis problemas em uma mudança no fluxo ou nas dimensões da empresa. Segundo Harrel *et al* (2002, p. 7) “o teste é um pré-requisito natural para uma implementação”.

Assim, o objetivo maior que leva as pessoas a optarem pelo uso da simulação é o fato de que ao se implantar algo novo se gera um custo, e sem um bom planejamento é possível que tal implementação acabe gerando um prejuízo para a organização. Prado (2009, p. 100) destaca que

“situação em que alterar o sistema existente, sem ter uma certeza de que a alteração vai dar certo, pode significar um alto risco de prejuízo”.

Neste contexto, ao se optar pela utilização do modelo de simulação é preciso verificar se este é o melhor método para a solução do problema em questão, visto que de acordo com a situação existem outras formas de resolução do mesmo, a fim de encontrar a melhor solução utilizando a ferramenta mais adequada para o mesmo.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia é um método que compreende, estuda, examina e avalia métodos e técnicas de pesquisa para coletas e processamento de informações com o intuito de resolver um problema investigado (PRODANOV; FREITAS, 2013). Tendo como finalidade uma investigação, este trabalho busca modelar e simular o processo de desossa de um frigorífico bovino localizado no município de Sinop/MT, encontrando cenários que possam auxiliar a tomada de decisão, possuindo como enfoque o método quantitativo, conceituado por Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 30) como “a coleta de dados para testar hipóteses, baseando-se na medição numérica e na análise estatística para estabelecer padrões e comprovar teorias”.

O estudo possui característica de exploração técnica, sistemática e exata, pois utiliza de conhecimentos teóricos já existentes, tendo a formulação do problema e de hipóteses planejados cuidadosamente registrando sistematicamente os dados e os analisa com a maior exatidão possível. Assim, utilizando instrumentos adequados empregando meios mecânicos, a fim de obter melhor exatidão no registro e na comprovação de dados (MARCONI; LAKATOS, 2013).

A empresa escolhida para a realização do estudo de caso foi um frigorífico localizado na região de Sinop/MT, visto que a empresa está em fase de implantação de técnicas de gestão, com o objetivo de melhorar o desempenho da indústria. Desta forma, foi selecionado o setor da desossa para o estudo, já que é um setor de industrialização onde se agrega maior valor ao produto.

Tendo as delimitações referentes à pesquisa, foi necessário à obtenção de uma amostragem, que corresponde a um “subgrupo da população do qual são coletados os dados que deve ser representativo dessa população” (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013, p. 192), esta amostragem foi relacionada aos tempos dos processos envolvidos no setor estudado. Com isso, uma das técnicas possíveis de ser empregada é a cronoanálise, onde Toledo Jr e Kuratomi, (1977), relatam ser um



estudo de tempos e movimentos é a análise dos métodos, tempos, materiais, ferramentas e instalações que deverão ser empregados na execução de uma tarefa.

Para isso, ocorreu uma a coleta de informações relacionadas aos tempos de cada uma das operações referentes ao setor em estudo, onde foi cronometrada cada atividade individualmente, obtendo o tempo, 1 á 1, que cada colaborador levou para efetuar sua função. Após a coleta dos tempos das atividades relacionadas ao setor da desossa, tais informações sofreram uma análise por meio de uma média, sendo inseridas no simulador logo em seguida.

Após a utilização dos dados coletados e inseridos no simulador, o mesmo iniciou suas atividades gerando resultados de acordo com os cenários estipulados, com os resultados obtidos os mesmos foram analisados através de relatórios disponibilizados pelo *software* de pesquisa, quando era necessário era feito mais de uma simulações alterando algumas das variáveis, a fim de se obter o melhor resultado possível otimizando o processo.

O *software* a ser utilizado foi o Arena, um programa computacional de simulação gratuito da empresa *Rockwell Softwares*, onde o mesmo apresenta as funcionalidades necessárias para o decorrer da pesquisa. O Arena foi lançado em 1993 pela empresa *System Modeling*, tendo a empresa *Rockwell Software* se incorporando em 1998 (PRADO, 2003).

Ao se trabalhar com o Arena leva-se em consideração o conceito do que chama-se de “estações de trabalho”, que são os pontos onde o produto ou serviço transita até o término do processo, criando assim, o que se chama de um fluxo, tendo esse conceito é necessário fornecer informações sobre o que acontece em cada estação de trabalho e sobre o deslocamento entre essas estações (PRADO, 2003). Desta maneira, os dados obtidos por meio das cronometragens das atividades foram de suma importância para o simulador, o tempo utilizado para a simulação foi de 8 horas, período de uma jornada de trabalho normal.

O simulador interage junto a uma abordagem onde elementos estáticos formam um ambiente definido com regras e propriedades que se interagem com elementos dinâmicos fluentes dentro do mesmo ambiente (RAMOS NETO; PINTO, 2004).

A análise dos resultados foi feita com base no que é chamado de *Input Analyser* e *Output Analyser*, onde por meio s destes foram feitas as análises perante os dados coletados, já que no processo do *Input* foram analisados dados reais do processo escolhendo a melhor distribuição estatística e no *Output* foi analisado os dados coletados durante a simulação obtendo uma análise gráfica com comparativos estatísticos (PRADO, 2003).



O analista após a análise com base nos dados disponibilizados pelo simulador, pode-se optar por uma reavaliação, alterando alguma variável no sistema, ou o encerramento do processo de simulação, a fim de encontrar a melhor opção para o evento estudado.

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Apresentação da Empresa

O frigorífico bovino em estudo está a vinte e quatro anos (1992 a 2016) no mercado, localizado em Sinop/MT, possui uma filial com revenda de produtos em outro município da região e uma filial na capital do Estado do Mato Grossos, seu principal ramo de atividade é a compra e venda de gado, comércio de carnes, conservas alimentícias e industrialização de carnes.

Possui frota própria para transporte de matéria-prima (animais vivos), quanto para a entrega de produtos já industrializados, contando com um quadro de funcionários de 500 colaboradores. Seu sistema de produção é composto por entradas: matéria-prima, mão de obra e equipamentos; processo: recepção, abate, maturação, beneficiamento, embalagem e estoque final, tanto o produto em estado de congelamento quanto de resfriamento do estoque final e saídas: cortes variados de carnes de primeira e segunda e carnes com osso.

A empresa segue o modelo de produção puxado e empurrado dependendo da demanda, possui um *portfólio* abrangente de produtos o que impacta diretamente no arranjo físico para produção, que se percebe, predominantemente como um sistema de produção baseado em processo, pois a matéria-prima passa por todos os processos transformadores de acordo com o fluxo estabelecido para as operações.

O estudo evidenciou também que não há uma forma sistematizada de plano de produção no longo prazo, e a única programação existente é com base nos pedidos diários e semanais recebidos pelos distribuidores, clientes fixos e consumidores esporádicos.

### 4.2 Desenvolvimento da Pesquisa

Para melhor entendimento, apresentar-se a seguir alguns conceitos relacionados ao processo produtivo de um frigorífico, haja visto que o setor foco deste estudo é o setor da desossa,

responsável pela industrialização da matéria prima em processamento, pois, a etapa da desossa compreende uma das etapas do processo de produção do frigorífico. Assim sendo, foi descrito de forma simplificada como ocorre o processo que transforma o animal bovino de corte no material utilizado no setor estudado.

A matéria-prima a ser industrializada na desossa é o que é chamada de *carcaça*, no qual de acordo com Queiroz (2003) entende-se como o produto obtido do bovino:

- Abatido;
- Sangrado;
- Efolado;
- Eviscerado;
- Desprovido de cabeça, separada do corpo entre o osso occipital e a primeira vértebra cervical;
- Desprovido de patas, as dianteiras seccionadas à altura da articulação carpo-metacarpiana e as traseiras seccionadas à altura da articulação tarso- metacarpiana;
- Desprovido de rabo, glândula mamária na fêmea, verga e testículo nos machos;
- Removidas as gorduras inguinal e perirrenal;
- Removida a “ferida de sangria”;
- Desprovida de medula espinhal;
- Removidos o diafragma e seus pilares.

Para cada animal são produzidas duas carcaças, o que denominar-se-á de banda A e banda B e todo o processo para transformação do animal em carcaça é feito no setor denominado abate. Assim, são obtidas as carcaças, as mesmas ainda, passam por outro processo antes de se tornar a matéria prima utilizada na desossa, tal procedimento é o chamado quarteio. No quarteio a carcaça é dividida em duas partes, o que denomina-se de “quarto dianteiro” e “quarto traseiro”. Sendo que, o quarto dianteiro refere-se a parte frontal do animal, já o quarto traseiro referencia-se a parte traseira do animal.

Destarte ao se dividir a carcaça em dois quartos um outro produto pode ser subtraído do quarto traseiro, produto chamado de “ponta de agulha”, conhecido popularmente como costela e ao retirar a costela da peça quarto traseiro obtém-se o “traseiro serrote”.

A peça traseira serrote foi a matéria prima utilizada para a pesquisa, ou seja, estudou-se o processo de transformação desta matéria prima, visto que é desta etapa que se retira os produtos de carnes de primeira. Já os cortes subjacentes do desdobramento do quarto do dianteiro e a ponta de agulha, são

produtos que podem ser comercializados *in natura* ou serem industrializados no setor da desossa, assim como, o traseiro serrote.

#### 4.2.1 Fluxograma do Processo da Desossa

Após conhecer os produtos que serão industrializados no setor da desossa, é preciso compreender o fluxo que se apresenta no processo de industrialização (Figura 1).

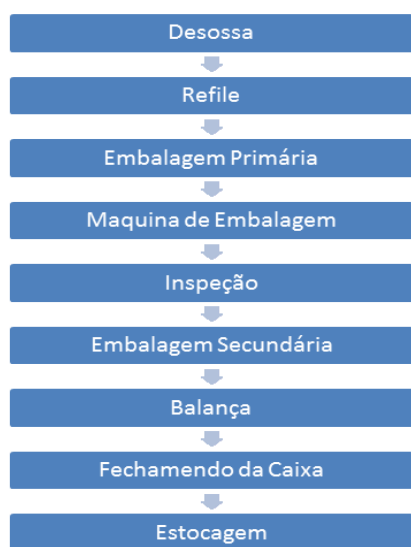


Figura 1 - Fluxograma do Setor da Desossa

A figura 1, demonstra o fluxo do processo no setor da desossa, onde as peças são divididas do traseiro, assim diferenciando cada produto. Nesse processo da divisão das peças, é necessário seguir uma sequência, sendo impossível retirar uma peça sem antes ter retirado outras. A sequência lógica segue: Bife do Vazio, Fraldão, Aranha, Filé Mignon, Contra Filé, Maminha, Picanha, Coxão Mole, Coxão Duro, Lagarto, Coração da Alcatra, Patinho e Músculo. Logo após a subtração, as peças passam pelo refile, ou seja, por uma “limpeza” onde são retirados excessos de gorduras e outras impurezas.

Contudo, de acordo com a necessidade do cliente é possível efetuar um processo de limpeza especial, mais detalhada do que o normal, o qual pode encarecer ainda mais o valor final do produto. Para este estudo, optou-se pelo processo de limpeza denominado como o padrão do

mercado interno, sendo o mais vendido para as empresas, pois não agrega um custo elevado aos produtos finais.

A próxima etapa o produto passa pelo processo de embalagem primária, onde é ensacado e etiquetado para identificação do produto. Após a embalagem as peças passam por uma máquina onde é retirado o ar deixando o produto a vácuo. Sequencialmente, passam pelo setor de qualidade onde são inspecionados para identificar possíveis irregularidades. Na embalagem secundária as peças são colocadas em caixas, seguindo para a balança, onde são pesadas, identificadas com uma etiqueta, passando por um processo de fechamento por um maquinário que lacra, e em seguida, é estocada com temperatura controlada para não perder a qualidade, enquanto aguarda o processo de carregamento para o cliente final.

A seguir apresenta-se os resultados da simulação, que ocorre até a etapa do processo de embalagem a vácuo. Optou-se por até esta etapa, devido a observações *in loco*, bem como, por meio de conversar informais com o responsável pelo setor produtivo, onde chegou-se a evidências que o gargalo do setor pode estar ocorrendo até esta etapa.

#### 4.2.2 Simulação do Processo

Após a compreensão do fluxo do sistema da desossa, foi feita a simulação atual do mesmo, conforme apresenta a Figura 2. Já o segundo modelo representando na Figura 7, traz as alterações nas distribuições das atividades, servindo como sugestão para a melhoria do processo.

Os parâmetros referentes ao tempo total da simulação foram de oito horas de trabalho, cuja as atividades foram cronometradas utilizando-se de uma média de tempo em cada função, os quais foram anexados no Arena e, em seguida, simulados.

##### 4.2.2.1 Modelo Atual

Sabendo o fluxograma do processo do setor da desossa juntamente com os dados coletados referentes aos tempos necessários para a efetuação de cada atividade, foi elaborado no Arena o fluxo do processo atual (Figura 2).

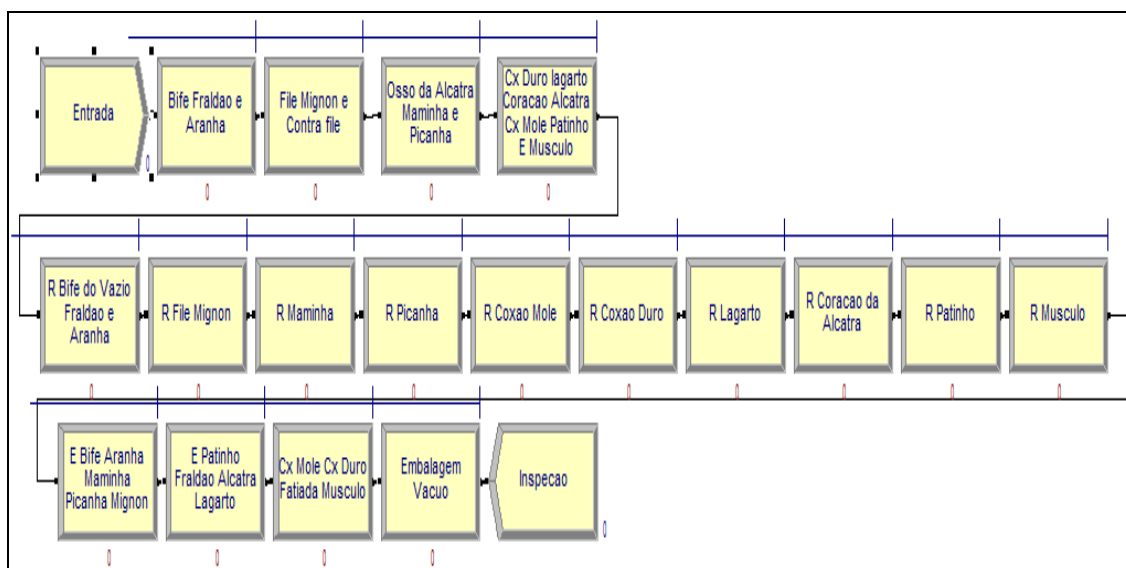


Figura 2 - Processo da Desossa Atual

O fluxo atual utilizado na empresa inicia-se pelo bloco de “entrada”, que neste caso é o traseiro serrote, cujo tempo de chegada de cada um estabelece-se em um minuto, logo em seguida, tem-se o processo da desossa, representada na primeira linha do fluxo, iniciando o processo pelo bloco de nome “bife fraldão e aranha”, cujos produtos são desossados primeiro. Logo após, surge-se o “filé mignon e o contra filé”, que são as peças desossadas em seguida.

O contra filé é retirado e deixado em uma bancada, não fazendo parte do processo de desossa como as demais peças. Contudo, entrará no processo novamente ao término da desossa das demais peças.

A próxima atividade é o bloco denominado “osso da alcatra, maminha e picanha”, apesar de não haver uma destinação de consumo direto para o “osso da alcatra”, é preciso retirá-lo para que ocorra o corte das demais peças.

Finalizando o processo da desossa, o último bloco é representado pelos produtos, “coxão mole, coxão duro, lagarto, coração da alcatra, patinho e músculo”. É preciso enfatizar que no modelo atual os blocos, “bife fraldão e aranha” e “filé mignon e contra filé” são atividades efetuadas por apenas um colaborador em cada bloco. Já o bloco “osso da alcatra, maminha e picanha”, são atividades efetuadas por dois colaboradores, e o bloco “coxão mole, coxão duro, lagarto, coração da alcatra, patinho e músculo” são atividades efetuadas por três colaboradores.

A segunda linha do fluxo é representada pelo processo de refile, onde cada bloco representa as peças que serão refiladas, nele tem-se os blocos: “R bife do vazio, fraldão e aranha”, “R filé

mignon”, “R maminha”, “R picanha”, “R coxão mole”, “R coxão duro”, “R lagarto”, “R coração da alcatra”, “R patinho” e “R musculo”, é importante enfatizar que cada uma dessas atividades é efetuada por um colaborador e apenas o bloco “R picanha” são dois colaboradores que realizam essa atividade.

A terceira linha é representada pelos processos de embalagem primária, máquina de vácuo e inspeção. Cujo processo de embalagem primária está representado pelos blocos: “E bife aranha maminha e filé mignon”, atividade efetuada por três colaboradores; “ E patinho, fraldão, alcatra, lagarto”, atividade efetuada por dois colaboradores e “E coxão mole, coxão duro, fatiada músculo”, atividade realizada por dois colaboradores. O produto denominado “fatiada” é uma peça retirada no processo de refile da picanha, assim ganhando o nome de “picanha fatiada”.

Logo após, todas as peças serão embaladas e levadas até a máquina a vácuo, onde está representada pelo bloco “embalagem vácuo”, atividade no qual três colaboradores realizam. E para finalizar o modelo simulado, o bloco “inspeção” representando a sequência final do fluxo.

#### 4.2.2.1 Resultados da Simulação Modelo Atual

Realizado o fluxo da desossa no Arena juntamente com os tempos de cada atividade, foi iniciada a simulação, com o objetivo de verificar os dados. Assim, obteve-se os seguintes resultados, conforme apresenta a Figura 3:

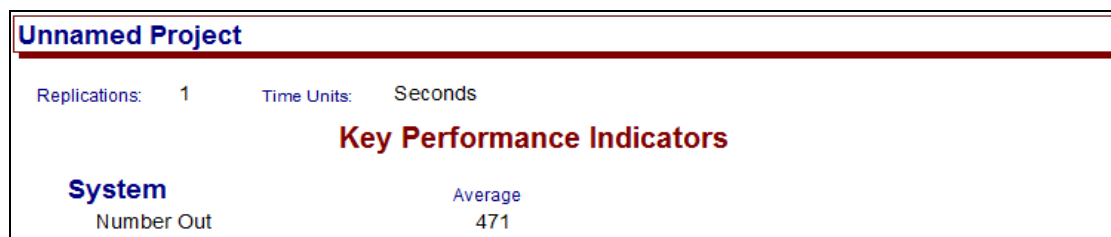


Figura 3 - Peças Processadas

O total de peças (traseiro serrote) que entraram no setor da desossa e sofreram o processo de industrialização representado pelo item “*Number Out*” foram de quatrocentos e setenta e uma peças (Figura 3). Nessa simulação, o contra file não é desossado, portanto dentre as 471, o contra filé não está representado. As figuras a seguir apresentam o tempo de espera em filas e a quantidade de peças em fila.

Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	28.800,00	Time Units:	Seconds
<b>Queue Detail Summary</b>							
<u>Time</u>							
				<u>Waiting Time</u>			
Bife Fraldao e Aranha.Queue				0.00			
Cx Duro Iagarto Coracao Alcatra Cx Mole Patinho E				0.00			
Cx Mole Cx Duro Fatiada Musculo.Queue				0.00			
E Bife Aranha Maminha Picanha Mignon.Queue				0.00			
E Patinho Fraldao Alcatra Lagarto.Queue				0.00			
Embalagem Vacuo.Queue				0.00			
File Mignon e Contra file.Queue				0.00			
Osso da Alcatra Maminha e Picanha.Queue				0.00			
R Bife do Vazio Fraldao e Aranha .Queue				0.00			
R Coracao da Alcatra.Queue				0.00			
R Coxao Duro.Queue				0.00			
R Coxao Mole.Queue				0.00			
R File Mignon.Queue				0.00			
R Lagarto.Queue				0.00			
R Maminha.Queue				0.00			
R Musculo.Queue				0.00			
R Patinho.Queue				0.00			
R Picanha.Queue				0.00			

Figura 4 - Tempo de Espera em Filas

<b>Other</b>	
	<u>Number Waiting</u>
Bife Fraldao e Aranha.Queue	0.00
Cx Duro Iagarto Coracao Alcatra Cx Mole Patinho E	0.00
Cx Mole Cx Duro Fatiada Musculo.Queue	0.00
E Bife Aranha Maminha Picanha Mignon.Queue	0.00
E Patinho Fraldao Alcatra Lagarto.Queue	0.00
Embalagem Vacuo.Queue	0.00
File Mignon e Contra file.Queue	0.00
Osso da Alcatra Maminha e Picanha.Queue	0.00
R Bife do Vazio Fraldao e Aranha .Queue	0.00
R Coracao da Alcatra.Queue	0.00
R Coxao Duro.Queue	0.00
R Coxao Mole.Queue	0.00
R File Mignon.Queue	0.00
R Lagarto.Queue	0.00
R Maminha.Queue	0.00
R Musculo.Queue	0.00
R Patinho.Queue	0.00
R Picanha.Queue	0.00

Figura 5 - Quantidade de Peças em Filas

Como pode-se verificar nas Figuras 4 e 5, nenhuma peça ficou em espera, todas foram desossadas rapidamente. O tempo de espera em filas e quantidade de peças em filas, verifica-se a partir das figuras, cuja a coluna da esquerda são os nomes dos blocos criados, e na direita “*Waiting Time*” o tempo de espera de cada peça em fila, e na Figura 5, tem-se os nomes dos blocos identificados na esquerda e a quantidade de peças em espera na direita “*Number Waiting*”, e em ambas as análises mostra que não houve peças em espera.



Apesar de não existirem peças em espera, conforme apresentado nas Figuras 4 e 5, o tempo de ocupação de cada atividade ficou baixo do esperado, visualiza-se com maior precisão esses dados na Figura 6, cuja a coluna da esquerda representa os blocos criados e a coluna denominada “Inst Útil”, que representa a porcentagem de ocupação da atividade. Assim, verifica-se que no bloco, intitulado “desossa 1” o colaborador ficou 37% de seu tempo desenvolvendo sua atividade, os outros 63%, ficou aguardando sem nenhuma ocupação. Ao analisar a ocupação de todas as atividades, percebe-se que apenas o “refile 1” e o “refile 2” tiveram uma porcentagem de atividade maior que 50%, enquanto os demais ficaram mais tempo ociosos ou seja, esperando do que efetuando sua atividade, permitindo concluir que no modelo atual há um percentual expressivo de funcionários ociosos do que efetuando suas atividades de trabalho.

Unnamed Project						Replications: 1
Replication 1						Time Units: Seconds
Start Time: 0,00						Stop Time: 28.800,00
Resource Detail Summary						
Usage						
	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util	
Desossa 1	0,37	0,37	1,00	481,00	0,37	
Desossa 2	0,37	0,37	1,00	480,00	0,37	
Desossa 3	0,32	0,63	2,00	480,00	0,32	
Desossa 4	0,43	1,30	3,00	479,00	0,43	
Embalagem 1	0,17	0,51	3,00	473,00	0,17	
Embalagem 2	0,20	0,39	2,00	473,00	0,20	
Embalagem 3	0,43	0,85	2,00	473,00	0,43	
Refile 1	0,83	0,83	1,00	478,00	0,83	
Refile 10	0,31	0,31	1,00	474,00	0,31	
Refile 2	0,53	0,53	1,00	477,00	0,53	
Refile 3	0,45	0,45	1,00	476,00	0,45	
Refile 4	0,28	0,56	2,00	476,00	0,28	
Refile 5	0,38	0,38	1,00	475,00	0,38	
Refile 6	0,46	0,46	1,00	475,00	0,46	
Refile 7	0,16	0,16	1,00	475,00	0,16	
Refile 8	0,31	0,31	1,00	474,00	0,31	
Refile 9	0,36	0,36	1,00	474,00	0,36	
Vacuo	0,33	0,98	3,00	472,00	0,33	

Figura 6 - Tempo de Ocupação das Atividades

#### 4.2.3 Proposta de Modelo de Processo Desossa

Após simular o fluxo atual e identificar dados e informações sobre o determinado processo, foi desenvolvida uma proposta de alteração, com base nos dados da simulação do modelo atual,

onde se analisou o tempo de ocupação de cada atividade juntamente com a quantidade de peças produzidas, apresentando-se uma nova distribuição das atividades (Figura 7).

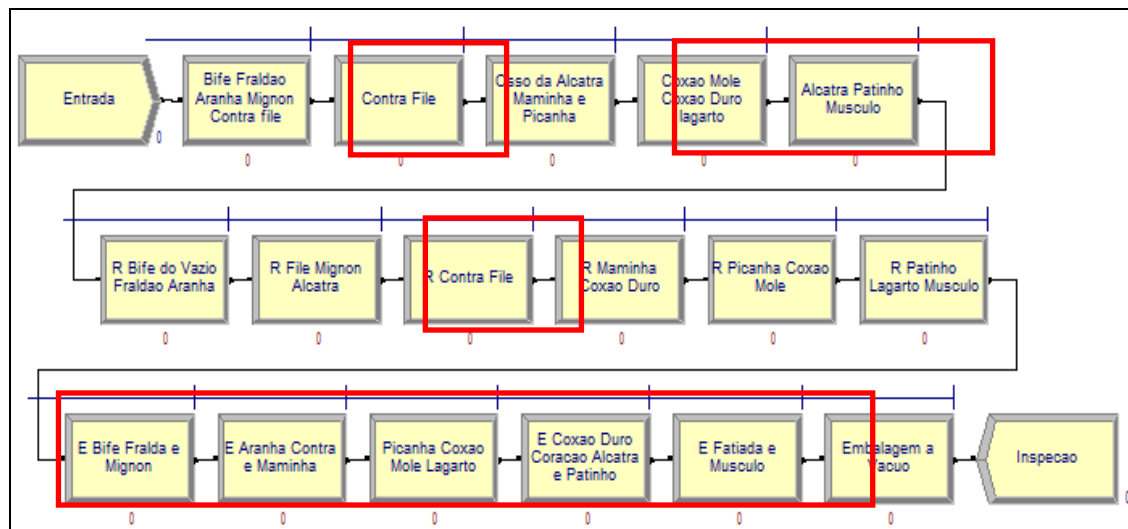


Figura 7 - Proposta de Processo da Desossa

O modelo proposto segue a mesma sequência do modelo atual, cuja na primeira linha fica a parte da desossa, tendo como uma das alterações a inclusão da desossa do contra filé. Já na segunda, linha fica a parte do refile, onde houve uma diminuição do número de colaboradores, distribuindo as atividades para o restante dos colaboradores, e a terceira linha representada pelo processo de embalagem primária, máquina a vácuo e inspeção.

O que se percebe é que apesar de ser inserido uma atividade a mais no processo, diminuiu-se a quantidade de funcionários, pois cada bloco é representado por apenas um colaborador, com exceção dos blocos do contra filé. Assim sendo, tanto o processo referente a desossa quanto o relacionado ao refile, ambos possuíram dois colaboradores efetuando a atividade, e o restante do fluxo é constituído por apenas um funcionário por atividade.

#### 4.2.4 Resultados da Simulação Proposta de Modelo

Tendo feito as alterações no fluxo da desossa, elaborando-se assim, um novo modelo, foi iniciada a simulação, com o objetivo de verificar os dados do modelo proposto, e os resultados encontrados estão expostos na Figura 8.

Unnamed Project	
Replications: 1	Time Units: Seconds
<b>Key Performance Indicators</b>	
<b>System</b>	Average
Number Out	469

Figura 8 - Peças Processadas Proposta de Modelo

No modelo sugerido houve uma diminuição no número de peças para 469, uma diminuição de 2 peças, assim como demonstrado na Figura 8. Na sequência a Figura 9 e 10 demonstram o tempo de espera e a quantidade de peças no novo modelo.

Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	28.800,00	Time Units:	Seconds
<b>Queue Detail Summary</b>							
<b>Time</b>							
	<u>Waiting Time</u>						
Alcatra Patinho Musculo.Queue	0.00						
Bife Fraldao Aranha Mignon Contra file.Queue	0.00						
Contra File.Queue	0.00						
Coxao Mole Coxao Duro Lagarto.Queue	0.00						
E Aranha Contra e Maminha.Queue	0.00						
E Bife Fralda e Mignon.Queue	0.00						
E Coxao Duro Coracao Alcatra e Patinho.Queue	0.00						
E Fatiada e Musculo.Queue	0.00						
Embalagem a Vacuo.Queue	0.00						
Osso da Alcatra Maminha e Picanha.Queue	0.00						
Picanha Coxao Mole Lagarto.Queue	0.00						
R Bife do Vazio Fraldao Aranha .Queue	0.00						
R Contra File.Queue	0.00						
R File Mignon Alcatra.Queue	0.00						
R Maminha Coxao Duro.Queue	0.00						
R Patinho Lagarto Musculo.Queue	0.00						
R Picanha Coxao Mole.Queue	0.00						

Figura 9 - Tempo de Espera em Filas Proposta de Modelo

Other	
	<u>Number Waiting</u>
Alcatra Patinho Musculo.Queue	0.00
Bife Fraldao Aranha Mignon Contra file.Queue	0.00
Contra File.Queue	0.00
Coxao Mole Coxao Duro Iagarto.Queue	0.00
E Aranha Contra e Maminha.Queue	0.00
E Bife Fralda e Mignon.Queue	0.00
E Coxao Duro Coracao Alcatra e Patinho.Queue	0.00
E Fatiada e Musculo.Queue	0.00
Embalagem a Vacuo.Queue	0.00
Osso da Alcatra Maminha e Picanha.Queue	0.00
Picanha Coxao Mole Lagarto.Queue	0.00
R Bife do Vazio Fraldao Aranha .Queue	0.00
R Contra File.Queue	0.00
R File Mignon Alcatra.Queue	0.00
R Maminha Coxao Duro.Queue	0.00
R Patinho Lagarto Musculo.Queue	0.00
R Picanha Coxao Mole.Queue	0.00

Figura 10 - Quantidade de Peças em Fila Modelo Proposto

Assim, como no modelo atual, no modelo proposto não existe peças que ficaram aguardando em fila. Desta forma, todas que chegaram, sofreram seus devidos processos e seguiram o fluxo. Em seguida, na Figura 11, pode-se visualizar o tempo de ocupação das atividades no modelo proposto.

Replication 1					
	Start Time:	0,00	Stop Time:	28.800,00	Time Units: Seconds
Resource Detail Summary					
Usage					
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Desossa 1	0,37	0,37	1,00	481,00	0,37
Desossa 2	0,67	1,35	2,00	480,00	0,67
Desossa 3	0,63	0,63	1,00	479,00	0,63
Desossa 4	0,55	0,55	1,00	478,00	0,55
Desossa 5	0,76	0,76	1,00	478,00	0,76
Embalagem 1	0,31	0,31	1,00	471,00	0,31
Embalagem 2	0,33	0,33	1,00	471,00	0,33
Embalagem 3	0,31	0,31	1,00	471,00	0,31
Embalagem 4	0,33	0,33	1,00	470,00	0,33
Embalagem 5	0,59	0,59	1,00	470,00	0,59
Refile 1	0,83	0,83	1,00	477,00	0,83
Refile 2	0,84	0,84	1,00	476,00	0,84
Refile 3	0,63	1,27	2,00	475,00	0,63
Refile 4	0,90	0,90	1,00	474,00	0,90
Refile 5	0,92	0,92	1,00	473,00	0,92
Refile 7	0,85	0,85	1,00	472,00	0,85
Vacuo	0,33	0,33	1,00	469,00	0,33

Figura 11- Tempo de Ocupação das Atividades Modelo Proposto

Em relação ao tempo de ocupação das atividades, referenciando-se a Figura 11, identifica-se que o tempo de ociosidade dos colaboradores diminuiu, visto que grande parte das atividades estão

com mais de 50% de ocupação. Neste contexto, cada colaborador permanece mais tempo trabalhando do que aguardado para executar suas atividades.

#### 4.2.5 Modelo Atual X Modelo Proposto

Ao se comparar as duas simulações, o modelo atual e o modelo proposto, em relação a quantidade de peças industrializadas, verifica-se que o modelo atual produziu 471 peças, contra 469 do modelo proposto, uma diminuição de 2 peças. Já o tempo e a quantidade de peças em espera de ambos os modelos foram nulos, não existindo peças em espera. Contudo, ao se comparar o tempo de ocupação das atividades, nota-se que no modelo proposto os colaboradores ficaram mais tempo fazendo suas atividades, enquanto que no modelo atual, eles ficaram mais tempo aguardando e menos tempo em suas respectivas atividades.

Outra observação é que no modelo proposto houve uma diminuição no quadro de colaboradores, no modelo atual eram preciso 28 colaboradores para efetuar o processo da entrada até a máquina a vácuo, no modelo proposto foram preciso 21 colaboradores para efetuar esse mesmo processo, se supor que cada colaborador possui um salário de R\$ 1.320,00 com a diminuição de 7 funcionários, a empresa iria obter uma redução da folha de pagamento fora carga tributária no ano em R\$120.120,00. Além do fato, de que houve a inclusão no processo do produto denominado contra filé, produto no qual era desossado separadamente das outras peças e após o término da desossa das mesmas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A perspectiva deste estudo foi abordar a Simulação Computacional Arena para verificar o fluxo de produção atual do setor da desossa de um frigorífico bovino, e elaborar uma proposta de melhoria no mesmo, com o objetivo de tornar mais eficiente a produção encontrando e corrigindo gargalos no setor em estudo.

O modelo de simulação desenvolvido respondeu aos objetivos estabelecidos, gerando resultados para auxiliar possíveis tomadas de decisões sobre o fluxo de produção da desossa do frigorífico analisado. Este modelo também, pode ser utilizado como em outras empresas, tendo

como base o referencial teórico, o estudo abordado sendo que através dos objetivos propostos foi possível elaborar cenários de produção mais confiáveis, testar diversas variáveis aproveitando melhor os recursos e verificar a capacidade de produção do setor.

Obteve-se com a proposta de modelo, resultados para uma possível mudança no fluxo do setor, onde se verificou a possível diminuição do quadro de funcionários, ou a realocação dos mesmos, a capacidade de produção e produtividade do setor e a inserção da desossa do contra filé no processo, algo que não é feito atualmente.

Deste modo, a simulação satisfaz as expectativas, sendo considerada uma boa técnica para tratar de problemas referentes ao fluxo do setor, tendo como vantagem visualizar o comportamento das atividades relacionadas ao setor com um baixo custo envolvido, tudo com base estatísticas, opção no qual o *software* proporciona. Como limitação do estudo coloca-se por ter sido estudado apenas uma etapa do processo, sugere-se para pesquisas futuras aplicação nas demais etapas, a fim de verificar se nas demais etapas também possui ociosidade de colaboradores.

## REFERÊNCIAS

BORSHCHEV, A.; FILIPPOV, A. From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: Reasons, techniques, tools. *In: International Conference Of The System Dynamics Society*. Jul 25-29, Oxford, England: Keble College, 2004.

CAIXETA-FILHO, J. V. *Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CORREA, J. E.; MELLO, C. H.; PEREIRA, T. F. Uso de simulação de eventos discretos para avaliação de uma linha de montagem de uma empresa do ramo automotivo e os impactos do fator humano. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 34, 2014, Curitiba, *Anais...* Curitiba: ENEGEP, 2014.

GUIMARAES, I F.; PRAZERES, I. P. Utilização da simulação computacional como ferramenta para gestão de pronto atendimentos hospitalares. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 34, 2014, Curitiba, *Anais...* Curitiba: ENEGEP, 2014.

HARREL, C. R.; MOTT, J. R. A.; BATEMAN, R. E.; BOWDEN, R. G.; GOGG T. J. *Simulação: otimizando os sistemas*. 2. ed. São Paulo: IMAM, 2002.

LACHTERMACHER, G.. *Pesquisa operacional: na tomada de decisões*. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

LOESCH, C.; HEIN, N. *Pesquisa operacional: fundamentos e modelos*. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa operacional: curso introdutório*. 2. ed. São Paulo: Cengage, 2010.

PRADO, D. S. *Teoria das filas e da simulação*. 4. ed. Belo Horizonte: INDG, 2009.

\_\_\_\_\_. *Usando o Arena em simulação*. 3.ed. Belo Horizonte: INDG, 2003.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

QUEIROZ, E. V. *Catálogo brasileiro de cortes bovinos*. 1. ed. São Paulo: ABIEC, 2003.

RAMOS NETO, A. N.; PINTO, L. R.. Template do programa Arena para simulação das operações de carregamento e transporte em minas a céu aberto. Rem: Rev. Esc. Minas vol.57 no.1 Ouro Preto Jan./Mar. 2004. Disponível [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672004000100012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672004000100012&script=sci_arttext).

SIEBERS, P.; AICKELIN, U; CELIA, H; CLEGG, C.W. Understanding retail productivity by simulating management practices. In: EUROSIM, Slovenia, 2007.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. *Metodologia de pesquisa*. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, E. M.; SILVA, E. M.; VALTER, G.; MUROLO, A. C. *Pesquisa operacional: para os cursos de: economia administração ciências contábeis*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TOLEDO Jr, I. F. B.; KURATOMI, S. *Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos*. 3. ed. São Paulo: Itysho, 1977.