



UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

MESTRADO EM
ENGENHARIA
INDUSTRIAL

SANDRO DA SILVA DÓREA

INVESTIGAÇÃO NAS OPERAÇÕES DE UM
FRIGORÍFICO DE AVES PARA DEFINIÇÃO
DE MIX DE PRODUTO E ENTENDIMENTO
DAS FALHAS SÓCIO-TÉCNICAS



SALVADOR 2017

UFBA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL – PEI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL – PEI
MESTRADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL**

SANDRO DA SILVA DÓREA

**INVESTIGAÇÃO NAS OPERAÇÕES DE UM FRIGORÍFICO DE AVES PARA
DEFINIÇÃO DE MIX DE PRODUTO E ENTENDIMENTO DAS FALHAS
SÓCIO-TÉCNICAS**

SALVADOR

2017

SANDRO DA SILVA DÓREA

**INVESTIGAÇÃO NAS OPERAÇÕES DE UM FRIGORÍFICO DE AVES PARA
DEFINIÇÃO DE MIX DE PRODUTO E ENTENDIMENTO DAS FALHAS
SÓCIO-TÉCNICAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós - graduação em Engenharia Industrial, da Universidade Federal da Bahia, como parte dos requisitos necessários a obtenção do título de Mestre em Engenharia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Salvador Ávila Filho

Salvador
Agosto/2017

Dórea, Sandro da Silva
Investigação nas Operações de uma Frigorífico de Aves para definição de
Mix de Produto e Entendimento da Falhas Sócio -técnicas / Sandro da
Silva Dórea . – Salvador, 2017.
98 f. : II

Orientador: Salvador Ávila Filho.
Dissertação (Mestrado – Engenharia Industrial – PEI) – Universidade
Federal da Bahia, Escola politécnica, 2017.

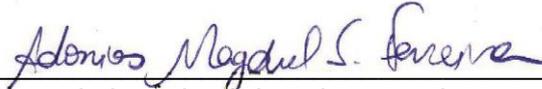
Função Ótima de Produção. 2. Confiabilidade Humana. 3. SPAR – H. 4.
Distribuição de Weibull. Sistema Sócio –Técnico. I. Ávila, Salvador Filho. II
Títulos

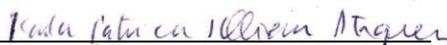
**“INVESTIGAÇÃO NAS OPERAÇÕES DE UM FRIGORÍFICO DE AVES PARA
DEFINIÇÃO DE MIX DE PRODUTO E ENTENDIMENTO DAS FALHAS SOCIO-
TÉCNICAS”.**

SANDRO DA SILVA DÓREA

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Industrial.

Examinada por:

Prof. Dr. Adonias Magdiel Silva Ferreira 
Doutor em Engenharia Industrial Pela Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2015.

Prof^a. Dra. Karla Patrícia Santos Oliveira Rodríguez Esquerre 
Doutora em Engenharia Química, Brasil, pela Universidade Estadual de Capinas, 2003.

Prof^a. Dra. Sheila Rangel 
Doutora em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2004.

Salvador, BA - BRASIL
Abril/2017

Aos meus pais, Francisco e Eliana.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Salvador Ávila Filho pela amizade, pela orientação, pelos ensinamentos, pela realização de um sonho, pela provocação do pode ser melhor e pela contribuição fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

À Faculdade Anísio Teixeira, em especial, ao Diretor Geral Antonio Walter Moraes Lima por incentivar a realização deste sonho e por valorização do funcionário.

Aos Diretores Professor Dr. José Maria Dias, Dra. Ana Rita Sacramento e Dra. Nildecy Miranda Nascimento pelo apoio e incentivo.

Ao Gerente Administrativo Adailton José Jesus da Silva por todo apoio que a mim foi concedido.

Aos colegas professores do colegiado que contribuíram para a realização do trabalho.

Aos colegas de empresa Michel de Jesus, Joelma Machado, Roque Cruz, Davi Dessa que estiveram juntos no campo de trabalho.

UFBA e aos seus professores, pelo conhecimento adquirido.

Aos meus colegas de mestrado, pelo companheirismo e pelo inegável apoio quando necessário.

As minhas filhas Raquel e Sofia e Plácida Emília, minha esposa, que suportarão minha falta quando em aula me ausentei por diversas ocasiões.

Aos Irmãos Fábio pelo apoio nas viagens e Francisco pela acolhida, a tia Vani pela hospedagem.

A todos aqueles, que embora não citados nominalmente, contribuíram direta e indiretamente para a execução deste trabalho.

RESUMO

INVESTIGAÇÃO NAS OPERAÇÕES DE UM FRIGORÍFICO DE AVES PARA DEFINIÇÃO DE MIX DE PRODUTO E ENTENDIMENTO DAS FALHAS SOCIO-TÉCNICAS

Este trabalho pretende determinar uma função de produção capaz de melhorar o resultado operacional da unidade de abate e processamento de aves estudada, localizada no interior da Bahia. Diante do cenário complexo encontrado foram usadas as técnicas de pesquisa operacional e teoria das restrições para definir um novo mix de produção. Para entender as interferências na operação foram utilizadas as técnicas do SPAR – H, ferramenta originalmente aplicada em estudos de confiabilidade em usinas nucleares e que pode ser adaptada para outras indústrias tendo como objetivo detectar a interferência humana, e a distribuição de Weibull, que é utilizada largamente pela engenharia de confiabilidade para determinar a disponibilidade dos equipamentos. A partir do entendimento das relações homem - máquina que foram estabelecidas buscar-se-á propor ações para nortear a busca pela produção com o máximo de confiabilidade para alcançar o regime normal de operações.

Palavras-chave: Função ótima de produção, Confiabilidade Humana; SPAR –H; distribuição Weibull.

ABSTRACT

INVESTIGATION IN THE OPERATIONS OF A POULTRY REFRIGERATOR FOR DEFINITION OF PRODUCT MIX AND UNDERSTANDING OF SOCIO- TECHNICALS FAILURES

This work aims to determine a production function capable of improving the operational result of the studied poultry slaughter and processing unit, located in the countryside of Bahia. Facing the complex scenario, it was used the operational research techniques and the theory of constraints to define a new mix production. In order to understand the interferences in the operation, the techniques of SPAR – H was used, a tool originally applied in reliability studies in nuclear power plants and that can be adapted for other industries with the objective of detecting human interference, and the Weibull distribution that are widely used by reliability engineering to determine the equipment availability. From the understanding of the man - machine relations that have been established it will be sought propose actions to guide the search for production with the maximum reliability to achieve the normal operations regime.

Keywords: Optimum production function, Human Reliability; SPAR -H; Weibull distribution.

LISTA DE FIGURAS E FOTOGRAFIAS

Figura 1 - Representação do fluxo de produção de bandeja.

Figura 2 - Essência do método de custeio UEP.

Figura 3 - Representação dos efeitos dos valores do β

Figura 4 - Efeito do parâmetro β sobre a inclinação com η constante

Figura 5 - Taxa de falha para $0 < \beta < 1$, $\beta = 1$ e $\beta > 1$

Figura 6 - Curva da Banheira

Figura 7 - Função de Probabilidade com valores de η variados

Figura 8 - Influência do econômico e social nas decisões do operador.

Figura 9 - Fatores que interferem na cultura.

Figura 10 - Limites ao crescimento e qualidade do frango de corte.

Figura 11 - Fluxograma do processo

Figura 12 - Fluxograma do processamento de aves.

Figura 13 - Fluxograma da embalagem de frango inteiro.

Figura 14 - Fluxograma sala de cortes.

Figura 15 - Resultados para o Equipamento Embaladora de Bandejas.

Figura 16 - Gráfico de distribuição geral de *Weibull* – embaladora de bandejas.

Figura 17 - Premissa do Método de Custeio por UEP.

Fotografia 1 - Setor de recepção, descarga de caminhão e pendura

Fotografia 2 - Insensibilizador e disco de sangria.

Fotografia 3 - Tanque de sangria e tanque de escalda

Fotografia 4 - Dependeira.

Fotografia 5 - Arrancador de cabeças e transferidor

Fotografia 6 - Foto do conjunto de evisceradora.

Fotografia 7 - Conjunto de *chiller*.

Fotografia 8 - Embaladora de bandejas.

Fotografia 9 - Giro *freezer*

Fotografia 10 - Embaladora Individual.

Fotografia 11 - Interior do Túnel de Congelamento.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação do erro

Quadro 2 - Fatores de Performance Humano

Quadro 3 - Quadro de PSFs.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Terminologia em programação linear.

Tabela 2 - Dados necessários para um modelo de programação linear

Tabela 3 - Resultados da aplicação da distribuição *Weibull* três parâmetros.

LISTA DE SIGLA E ABREVIATURAS

| | |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| UEP | Unidade de Esforço de Produção |
| API | Guia para Gerentes que Trata Análise de Confiabilidade Humana |
| SPAR – H | Método de Análise de Confiabilidade Humana |
| PSF | Fatores de Performance Humana |
| OPT | Software – Optimized Production Technology |
| TOC | Teoria das Restrições |
| MTTF | Tempo Médio de Vida do Equipamento ou Peça |
| MTBT | Tempo Médio entre Falhas |
| HEP | Probabilidade de Erro Humano |
| NHEP | Taxa de Falha |
| NUREG/CR | Nuclear Regulatory Commission |
| BR | Estrada Federal |
| BA | Estrada Estadual |
| HACCP | Hazard Analysis & Critical Control / Análise de Perigos |
| PCC | Ponto Crítico de controle |
| SESMT | Serviço Especializado em Segurança do Trabalho |
| NR (12) | Norma Reguladora |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| SIF | Serviço de Inspeção Federa |

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS | 15 |
| 1.2 OBJETIVOS | 16 |
| 1.2.1 Objetivo Geral | 16 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 16 |
| 1.3 Problema | 16 |
| 1.4 Estrutura da dissertação | 16 |
| 1.5 Metodologia da pesquisa | 17 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 2.1 Pesquisa operacional | 19 |
| 2.1.1 Programação linear | 19 |
| 2.1.2 Modelagem Matemática..... | 20 |
| 2.1.3 Teoria das Restrições..... | 22 |
| 2.2 MÉTODO DE CUSTEIO POR UEP | 24 |
| 2.2.1 Conceito do método de custeio UEP | 25 |
| 2.3 Confiabilidade | 27 |
| 2.3.1 Distribuição Weibull | 28 |
| 2.4 Fatores humanos | 32 |
| 2.4.1 Cultura e Pessoas..... | 35 |
| 2.4.2 Cultura Brasileira | 37 |
| 2.4.3 Erro Humano..... | 38 |
| 2.5 API 770 | 39 |
| 2.6 O Sistema SPAR- H: método de análise de confiabilidade humana | 40 |
| 3 METODOLOGIA: APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PESQUISA OPERACIONAL, SPAR-H E DISTRIBUIÇÃO WEIBULL | 42 |
| 3.1 Histórico da unidade processadora de frangos | 42 |
| 3.2 Processos produtivos | 43 |
| 3.2.1 Recepção e Abate..... | 45 |
| 3.2.2 Procedimento | 49 |
| 3.3 CONDIÇÕES DE TRABALHO | 52 |
| 3.3.1 Equipamentos Críticos..... | 53 |
| 3.4 APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE PESQUISA OPERACIONAL | 58 |
| 3.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DO SPAR - H | 60 |
| 3.5 APLICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE WEIBULL | 62 |
| 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO | 65 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 68 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 71 |
| ANEXO I | 75 |
| ANEXO II | 78 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário de competição global, a concorrência entre as empresas é cada vez mais acirrada, e os consumidores estão preferindo produtos que melhor atendam suas expectativas, traga satisfação, praticidade, e estejam vinculadas as boas práticas de produção, qualidade e segurança. Ao se depararem com esta nova tendência, as empresas têm percebido que para se manterem ativas e rentáveis devem ouvir seus clientes, aperfeiçoarem seus processos e operações, cuidar da segurança de seus funcionários e do ambiente em que estão inseridas.

A busca pela eficiência de processo e a redução contínua de custos, e conseqüentemente, do preço de venda mais competitivo, envolve melhoria de produtividade, produto rentáveis e eficiência. Estes diretamente relacionados com a confiabilidade de processo.

Produzir com qualidade e com os recursos alocados para uma produção ótima¹ transcreve esta idéia de competitividade. Segundo Porter (2005), a vantagem competitiva leva a liderança de mercado e com isso posição lucrativa e sustentável.

Diante destes desafios anteriormente citados uma nova ordem insurgente passa a ser uma variável importante na sobrevivência das empresas. Compreender que o mundo encontra-se cheio de coisas inéditas, novas tecnologias trazendo um volume considerável de informações globais em tempo real, alterando as relações entre as pessoas e as organizações, seja como cliente ou funcionário. Antes o que era estável e assertivo, agora apresenta outra dimensão, velocidade e dinamismo.

As organizações possuíam hierarquias fortes e bem estabelecidas com políticas internas sobrepondo as individualidades. Surge então a complicação dos tempos atuais compostos de sujeitos críticos, clientes e funcionários, conectados através de novas tecnologias e que tomam decisões a cada instante. As empresas antes tranquilas de serem administradas passaram a ter que entender este novo cenário. Segundo Ávila, Figueirôa, *et al.* (2008) transformar competências individuais em produtividade promove vantagens competitivas, tornando o homem e sua rotina pontos fundamentais a serem observados já que existe sua participação nos

¹ Produção ótima – A quantidade e que tipos de produtos um unidade fabril produz com o menor custo, maior produção, melhor qualidade e maior lucro.

sistemas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Gerar uma condição de regime normal de operações na unidade processadora de aves estudada, através de um mix de produção mais rentável e evitar as paradas de produção inesperada.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir melhor mix de produção;
- Mensurar a confiabilidade humana nas atividades de produção;
- Determinar a Confiabilidade dos equipamentos considerados.

1.3 Problema

Diante do cenário em que a unidade de produção encontra-se inserida: deslocada dos centros tradicionais de produção de frango, histórico de prejuízo mensal elevado, paradas constantes de processo, tarifas de água e energia mais caras de toda a companhia, equipamento e mão de obra técnica especializada caros devido a distância, paradas constantes de produção, aumento dos custos e prejuízo na qualidade do produto. Elabora - se a problemática: O problema é: Como pode se reverter à condição em que a unidade se encontra?

1.4 Estrutura da dissertação

Essa dissertação está dividida em seis capítulos. Cada um contendo informações, conceitos e aplicações julgados necessários para a compreensão da presente proposta, em busca do atendimento dos objetivos geral e específicos.

No primeiro capítulo, encontram-se a introdução que traz a contextualização e posicionamento perante a atualidade vivenciada pelas organizações, dificuldades em atender seus clientes, cada vez mais exigentes e busca por eficiência de processo.

Ainda na introdução os objetivos que se espera ser alcançado pelo estudo referido. A metodologia usada na pesquisa também é descrita neste capítulo.

O segundo capítulo faz um levantamento sobre as principais teorias e técnicas aplicadas nos estudos deste trabalho, tais como: pesquisa operacional, programação linear, teoria das restrições, método de custeio por UEP, distribuição *Weibull*, fatores humanos, cultura e pessoas, cultura brasileira, API 770.

O estudo de caso é tratado no terceiro capítulo, onde foi descrito o histórico da unidade, o processo e os equipamentos estudados. No quarto capítulo são apresentados os dados obtidos a partir da aplicação das técnicas usadas no estudo, pesquisa operacional, SPAR-H, Distribuição de *Weibull*.

O quinto capítulo traz a discussão sobre os dados. E por fim o sexto com as conclusões a respeito dos resultados obtidos.

1.5 Metodologia da pesquisa

A partir da classificação segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010), este trabalho apresenta a seguinte classificação: quando a natureza pesquisa aplicada; quanto aos objetivos são exploratória e explicativa; apresenta abordagem quantitativa e qualitativa; o método de observação participante, além da utilização de pesquisas bibliográficas documentais e levantamento.

O estudo foi desenvolvido em um frigorífico, unidade de abate e processamento de frangos, no interior da Bahia com capacidade de abater 140.000 aves por dia em dois turnos de funcionamento com aproximadamente 1.300 funcionários e atua no mercado interno e externo. Nesse trabalho tem como foco os setores de processamento; iniciando pelo setor do resfriamento, sala de cortes e congelamento.

Iniciou-se uma revisão bibliográfica em busca das teorias que norteassem os estudos e trouxessem fundamentos para exploração da problemática proposta. A busca por informações se deu em artigos e teses; além de livros técnicos. Essa revisão proporcionou a construção da função ótima de produção tendo como base os conceitos da metodologia de custeio utilizados na unidade analisada (frigorífico).

Na sequência foram realizadas análises nos relatórios diários (livros de turno), nos quais eram registradas as ocorrências de anomalias de processo. Anomalias estas como: as ocorrências de paradas dos equipamentos, dos principais tempos de

interrupção de produção por falha de equipamento, e os seus motivos. Estas análises serviram de base para a aplicação da distribuição de *Weibull* usada para a medição das falhas dos equipamentos.

Neste estudo também foi dedicado um tempo para a observação dos trabalhos dos operadores, em turnos diferentes (execução das tarefas conforme escritos nos procedimentos operacionais nos quais foram treinados, atitudes que potencializava riscos de falhas).

Outra etapa, bastante interessante, foi a entrevista com os operadores, que junto as informações extraídas dos especialistas e supervisores imediatos, construiu-se a base de informações para a formação dos PSFs (fatores de desempenho humano) para a posterior aplicação do método do SPHAR – H.

Também foi realizado o registro fotográfico, o qual serviu para a melhor descrição dos equipamentos críticos e também do processo. Nessa etapa teve como objetivo a localização e identificação da sequência de processo, ou seja, um mapa descritivo do processo

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pesquisa operacional

A divisão e especialização do trabalho conjuntamente e a segmentação das responsabilidades gerenciais consolidaram o crescimento das organizações a partir da revolução industrial. Este avanço também trouxe problemas, tais como: o aumento da complexidade, isolamento entre plantas produtivas de uma mesma empresa, objetivos e valores próprios. A pesquisa operacional aparece com o intuito de alocar os recursos necessários, definir o que e quem produzir, para que os resultados sejam os melhores.

A origem da pesquisa operacional deu-se a partir das aplicações militares na Segunda Guerra Mundial. Os governos britânicos e norte-americanos convocaram cientistas para que fossem alocados os recursos para o frente de batalha. O sucesso destas ações bélicas projetou a pesquisa operacional no pós-guerra, um dos pontos a ser citado foi a criação do método do simplex por George Dantzig, em 1947. A programação linear, a programação dinâmica e a teoria das filas, datam de 1950 (HILLIER e LIEBERMAN, 2013).

Para Caixeta (2001) a utilização de matemática aplicada permite o uso de simulações, antes que o modelo seja implantado. Isto facilita a tomada de decisão, gera economia e assertividade.

A pesquisa operacional tem ferramentas que possibilitam o trabalho, obedecendo aos critérios científicos, com vários problemas e de diversas áreas. Isto permite que setores diferentes de uma empresa trabalhem de forma coesa e não separadamente prejudicando o todo (OLIVEIRA, 2005).

2.1.1 Programação linear

Ferramenta classificada como uma das mais importantes no século XX, sua natureza, da mais comum, envolve a alocação da melhor forma possível de recursos escassos para atividades que competem entre si. Ela usa modelos matemáticos de funções lineares, e envolve planejamentos de atividades para chegar a resultados ótimos, e que atinja o melhor resultado entre todas as alternativas viáveis (HILLIER e LIEBERMAN, 2013).

Corrar e Theóphilo (2004) fazem menção a Programação Linear como uma excelente ferramenta e que ela possui mecanismos que ajudam resolver problemas que envolvem a escassez de recursos.

Stacanelli, Moura, *et al.* (2015) *apud* Kuhnen (2002) reforça esta idéia quando ele diz que a programação linear busca a distribuição eficiente de recursos limitados para atender a um determinado objetivo, em geral, maximizar lucros ou minimizar custos. Este objetivo é representado através de uma função linear denominada função objetivo.

Um modelo matemático é construído tomando por base os objetivos, transcritos em forma de equações lineares e as restrições, apresentam como uma série de inequações lineares, ou seja, a programação linear é uma forma de obtenção de um modelo matemático.

2.1.2 Modelagem Matemática

Diante de um problema estudado os gestores precisam reformular a situação para que possam fazer a análise de forma clara. Em Pesquisa Operacional o que é de costume é montar um modelo matemático que transcreva o mais próximo possível a realidade, ou seja, a essência do problema (HILLIER e LIEBERMAN, 2013).

Para Wolf, Paradella, *et al.* (2010) os modelos matemáticos são uma tradução simples da realidade, composto de um conjunto de equações e relações. A partir dessa, o modelo usa de símbolos matemáticos para representar as variáveis de decisão do sistema real.

Para que um modelo tenha uma boa robustez, segundo Wolf, Paradella, *et al.* (2010) é necessário seguir algumas etapas: dividir o problema em problemas menores; identificar as variáveis de decisão; identificar possíveis relações entre as variáveis de decisão; identificar o objetivo (maximizar produção, minimizar custo) e construir a função objetivo; identificar os fatores restritivos (disponibilidade de recursos) e construir as restrições do modelo.

Para o entendimento da programação linear algumas terminologias são necessárias: recursos e atividades, os quais m representam os diferentes recursos e n as diferentes atividades. A Tabela 1, de terminologia traz a tradução de exemplos-protótipo em problemas genéricos.

Tabela 1 - Terminologia em programação linear.

| Exemplo – proposto | Problema genérico |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| Capacidade de três plantas Industriais | Recurso m recursos |
| Fabricação de dois produtos | Atividades n atividades |
| Taxa de produção do produto j, x_j | Nível de atividade j, x_j |
| Lucro Z | Medida de desempenho global |

Fonte: Hillier & Lieberman (2013).

Os símbolos usados nas representações dos componentes dos modelos de programação linear são:

Z = valor da medida de desempenho global;

x_j = nível de atividades;

C_j = incremento de Z ;

B_i = quantidade de recursos i que se encontra disponível para alocação em atividades (para $i = 1, 2, \dots, m$)

a_{ij} = quantidade de recursos i consumido por unidade de atividade j

O modelo formula pelo nível de atividade, de modo que x_1, x_2, \dots, x_n são variáveis de decisão e os valores de c_j, b_j , e a_{ij} (para $i = 1, 2, \dots, m$ e $j = 1, 2, \dots, n$) são as constantes de entrada para o modelo; c_j, b_j , e a_{ij} também são chamadas parâmetro do modelo. Abaixo segue a Tabela 2 com o modelo de programação linear.

Tabela 2 - Dados necessários para um modelo de programação linear

| Recurso | Uso de recurso por unidade de atividade | | | | Quantidade de recurso disponível |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|-----|----------|----------------------------------|
| | Atividade | | | | |
| | 1 | 2 | ... | n | |
| 1 | a_{11} | a_{21} | ... | a_{n1} | b_1 |
| 2 | a_{12} | a_{22} | ... | a_{n2} | b_1 |
| . | ... | ... | ... | ... | . |
| . | ... | ... | ... | ... | . |
| . | ... | ... | ... | ... | . |
| m | a_{m1} | a_{m2} | ... | a_{mn} | b_m |
| Contribuição para z por unidade de atividade | c_1 | c_2 | ... | c_n | |

Fonte: Hillier & Lieberman (2013).

Formulando o modelo para o problema genérico de alocação de recursos para atividades. O modelo descrito visa selecionar para x_1, x_2, \dots, x_n , de forma a:

Maximizar

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

Sujeito às restrições

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad (3)$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (4)$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \quad (5)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Forma padrão para resolução de problemas de programação linear.

Outra Formas:

Minimizar

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (6)$$

Desigualdade do tipo maior ou igual

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \geq b_i \quad (7)$$

Para algum valor de i .

Em forma de equações:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n = b_i \quad (8)$$

Para algum valor de i .

Para eliminar alguma variável de decisão, x_i irrestrita em sinal para alguns valores de j .

2.1.3 Teoria das Restrições

Criada por Eliyahu M. Goldratt, físico israelense, a Teoria das Restrições, também conhecida como TOC (*Theory of Constraints*) teve início por volta dos anos 70 e ganhou grande aceitação com o lançamento do livro "A Meta", que foi escrito conjuntamente com Jeff Cox. Este romance traz a história de um gerente de administração de fábrica, e como faz para resolver as restrições encontradas, e reverter o quadro desfavorável (GOLDRATT e COX., 2004).

Criou o métodos de otimização de processos industriais, por meio de um software chamado OPT - *Optimized Production Technology*, tecnologia da produção otimizada. A aplicação deste sofreu interferências adaptativas que deu origem a

constituição do pensamento OPT (OLIVEIRA, 2005).

Algum tipo de restrição traz dificuldades para que as empresas obtenham sua metas, caso contrário teria lucratividade infinita. Elas não podem ser classificadas de boas ou ruins, apenas devem passar por um estudo e serem administradas (GUERREIRO, 1996). A empresa tem o objetivo de obter lucro, então todos os envolvidos precisam entender que o funcionamento deve ser um sistema, em que um depende do outro (CORBETT, 1997).

Goldratt e Cox (2004), fazem uma analogia ao corpo humano, dizendo que os sintomas de uma doença não podem ser tratados, e sim as causas. Assim as restrições de um processo produtivo não devem ser tratadas de formas separadas, e sim como o todo.

Os componentes de uma empresa devem entender as premissas que norteiam a TOC, são elas:

- A meta da empresa é ganhar dinheiro hoje e sempre;
- A empresa opera sempre com algum tipo de restrição;
- A empresa deve ser considerada de forma sistêmica, onde os elementos que a compõem possuem uma relação de interdependência.

Segundo Oliveira (2005), se a meta da empresa é conhecida de forma sistêmica, suas partes deverão trabalhar em conjunto para alcançá-la, sabendo que o foco da TOC é a identificação e reconhecimento da importância das restrições.

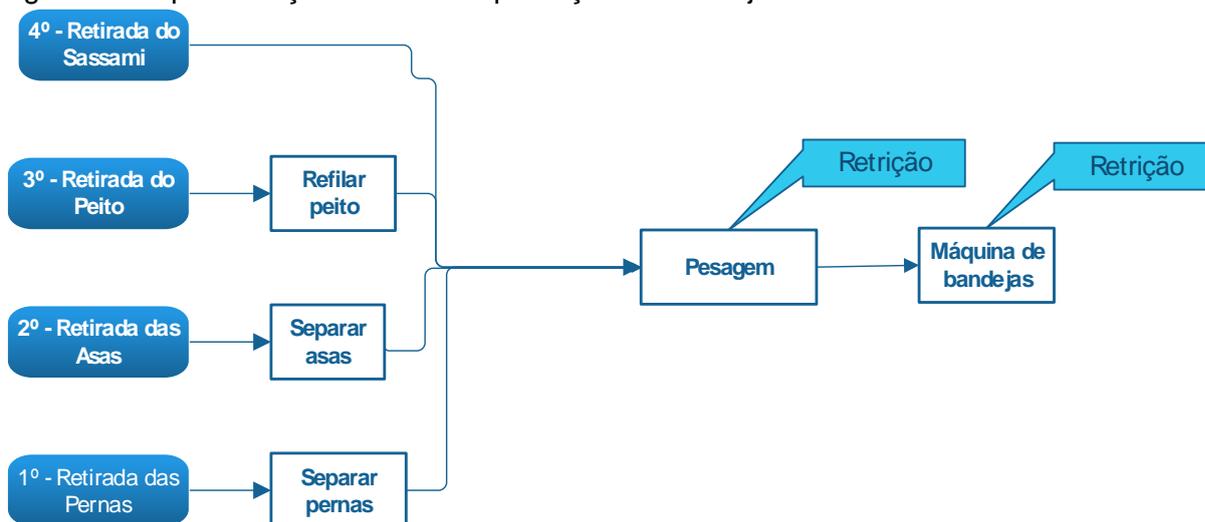
A produção em uma unidade de processo tem que ser medida para que sejam identificadas as capacidades e as restrições. O objetivo desse controle é diminuir os efeitos dos gargalos que impedem a plenitude da meta e o bom funcionamento do sistema.

No processo estudado, por exemplo, as bandejas são feitas na sala de cortes e chama atenção para a tarefa de pesá-las. As partes: pernas, asas, peito e filezinho (*sassami*), são retiradas e sofrem as transformações necessárias para atender os padrões de qualidade, em seguida, são acumulados em caixas plásticas para aguardar a pesagem.

A pesagem é feita por 18 colaboradores, sendo que 2 alimentam a linha com os produtos acumulados e os outros 16 pesam as bandejas com peso padrão de 1kg, tolerância de 10g sempre pra cima. Na sequência as bandejas, já formadas e

contendo o peso previsto são encaminhadas a máquina de envelopar. Esta última etapa apresenta restrição por quantidade de bandejas por minuto e etiquetagem específica por produto. A situação citada no parágrafo anterior pode ser visualizada na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Representação do fluxo de produção de bandeja.



Fonte: entendimento do autor

2.2 MÉTODO DE CUSTEIO POR UEP

Diante de uma concorrência acirrada e global as empresas têm buscado melhorias, com o objetivo de alcançar a excelência em processos produtivos, qualidade e segurança. A busca pela mensuração dos custos, para garantir otimização de seus resultados como parte de estratégias competitivas vem sendo cada vez maior.

Segundo Biasio e Monego (2005) o sistema de custeio por Unidade de Esforço de Produção (UEP) permite a visualização dos gargalos de produção, capacidade ociosa, e a capacidade total de produção instalada na fábrica, identificando também, onde as empresas deverão investir para ter um melhor desempenho dos processos de fabricação.

Uma informação confiável dos custos possibilita maximizar a produção, diminuir preços de venda e melhorar diretamente as atividades internas e externas. O UEP (Unidade de Esforço de Produção) é um método de custeio que mede o quanto cada recurso é usado na transformação de cada produto e é adequado para empresas que tem um mix de produto variado (BIASIO e MONEGO, 2005).

As empresas apostam na qualidade de seus produtos e eficiência no processo produtivo, para competir neste mercado globalizado. E para isso é imprescindível que as empresas controlem seus custos com o maior rigor possível. Entretanto torna-se difícil, pois muitos deles são indiretos e difíceis de serem alocados corretamente aos produtos, complicando o custo de transformação unitário. Informação inadequada sobre custeio relacionada ao processo produtivo poderá induzir gestores a tomarem decisões, nas quais os resultados não serão os desejados (ZONATTO, SOARES, *et al.*, 2010).

Usar um método de custeio que torne mais simples a alocação de custos é muito importante e ajuda a gestão. As pequenas melhoras nos processos, quando analisados em escala, podem trazer economias enormes. A melhoria de processo, a exemplo, da retirada de uma tarefa, pode representar valores significativos em termos monetários e produtividade (OLIVEIRA, ALLORA e SAKAMOTO, 2006).

A competitividade gerada pelo mercado global exige dos gestores informações precisas e rápidas, para que estes possam maximizar seus resultados e garantir a existência de suas empresas (KUNH, FRANCISCO e KOVALESKI, 2011).

Bornia (1995), defende que os custos unitários dos produtos podem ser resumidos em: CUSTOS DAS MATÉRIAS-PRIMAS CONSUMIDAS + CUSTOS DE TRANSFORMAÇÃO.

2.2.1 Conceito do método de custeio UEP

É um método que através do índice (UEPs/kg) permite medir toda e qualquer produção diversificada, expressando o resultado em uma única unidade de medida (UEP), e auxilia a gestão da performance dos recursos de produção (BORNIA, 2010).

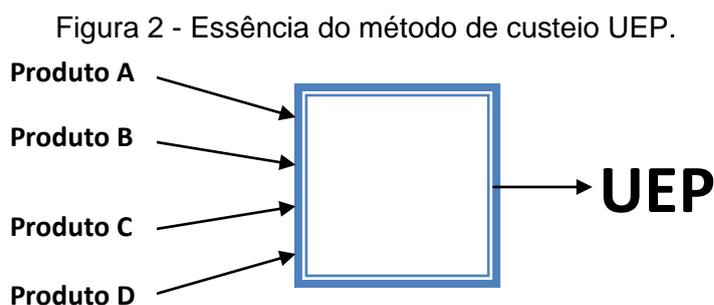
O método ajuda a empresas que produzem vários produtos em uma mesma linha, à com a comparar a produção como se produzissem apenas um único produto (KLIEMANN, 1994).

Segundo Sakamoto, Allora e Olveira (2001) o esforço dos elementos que trabalham para compor um produto é que da base para a concepção do método, exemplo: homens, máquinas, capital, energia, água e outros que fazem parte da transformação do produto.

Wernke (2004), apresenta a concepção do custo unitário como sendo: custos

das Matérias Primas Consumidas + Custos de Transformação (esforços empregados para a produção de um produto).

A Figura 2 transcreve a idéia de unidade de produto provocado pelo índice, é como se a fábrica produzisse apenas um tipo de produto, ou seja, entra diversos produtos e sair UEP.



Fonte: o Autor (2017).

Para aplicar o método de custeio UEP é necessário as seguintes etapas:

1. Divisão da fábrica em postos operativos - conjunto de operações que pode ser um posto de trabalho ou uma máquina;
2. Determinar os índices de custos horários por posto operativo (custo/hora por posto);
 - 2.1. Mão de obra direta (salários, encargos sociais, encargos trabalhistas, benefícios extras);
 - 2.2. Mão de obra Indireta (salários, encargos sociais, encargos trabalhistas, benefícios extras);
 - 2.3. Depreciação – Vida útil dos equipamentos;
 - 2.4. Materiais de Consumo - Insumos consumidos no posto, exceto matéria-prima;
 - 2.5. Energia Elétrica - Consumo KW/hora x \$.
3. Escolha do produto base – usado para amortecer as variações dos potenciais produtivos;
4. Cálculo dos potenciais produtivos (U.E.P./hora) - obtido dividindo os custos/hora dos postos pelo custo do produto-base ou custo-base (U.E.P.);
5. Equivalentes dos produtos em UEP (valor em UEP do produto) - os produtos, ao passarem pelos postos operativos, absorvem os esforços de produção, de acordo com os tempos de passagem;
6. Mensuração da produção total em UEP – quantidade de produto produzido

- vezes o índice de UEP;
7. Cálculo do custo de transformação – dividir o total de gastos pela quantidade de UEP produzida;
 8. Medida de desempenho – três índices para essa finalidade: eficiência, eficácia e produtividade.

2.3 Confiabilidade

A quantidade e a novas formas com que as informações circulam atualmente, tem gerado clientes mais exigente. Os mesmo não admitem produtos ou serviços que atendam as suas necessidades de forma insatisfatória, ou tragam riscos aos funcionários das empresas e ao meio ambiente.

Confiabilidade é a probabilidade de um componente ou sistema desempenhar as funções especificadas, sob condições pré-estabelecidas, durante um período de tempo limitado (LAFRAIA, 2001).

Souza e Lima (2003) afirma que as empresas de vanguarda buscam empregar novas tecnologia em seus processos produtivos e gestão de pessoas, seu maior patrimônio, usando a confiabilidade como função estratégica. A idéia é garantir a eficiência, e com isso ganhos em produtividade, qualidade e redução nos custos de manutenção, para conseguir consequentemente satisfação de seus clientes.

Lafraia (2001) escreve que o papel da engenharia é proporcionar meios para maximizar o bem estar humano, entretanto, existem inúmeras restrições que impedem. O problema é uma situação duvidosa e difícil, e que decisão e a forma para resolvê-lo, sendo assim, a confiabilidade é uma ferramenta para tal. Algumas etapas onde devem ser aplicadas as técnicas de confiabilidade: Projeto, produção e controle.

As falhas inesperadas causam danos econômicos e sociais, e o motivo pelo qual elas acontecem devem ser estudados e compreendidos. Segundo Lafraia (2011), a confiabilidade traz alguns objetivos, descritos abaixo, que são:

- Determinar as relações probabilísticas da ocorrência de falhas nos sistemas importados;
- Criar os métodos capazes de aperfeiçoar os sistemas de forma a permitir novas maneiras de fazer intervenções buscando quantitativos e qualitativos

relativos às falhas.

2.3.1 Distribuição Weibull

Em 1939, o físico sueco Ernest Hjalma Wallodi Weibull apresentou o modelo capaz de possibilitar o planejamento estatístico sobre fadiga de material que recebeu seu nome. Sua utilidade decorre do fato de permitir se representar falhas típicas de partida, falhas aleatórias e falhas devido ao desgaste, obter parâmetros significativos da configuração das falhas e representação gráfica simples .

A distribuição de *Weibull* pode ser escrita na forma de um modelo de riscos proporcionais, um outro fator é que na presença de co-variáveis, tem-se um modelo de riscos proporcionais e de falha acelerada (COX e OAKES, 1984).

Segundo Piazza (2000), situações em que o ambiente extremo causa perturbação em um sistema, distúrbios ocorrem completamente de maneira aleatória e independente, um evento não fornece qualquer informação sobre o outro e a probabilidade de uma ocorrência durante qualquer intervalo de tempo é proporcional ao comprimento do tempo.

A distribuição de *Weibull* usada em estudos relacionados a falhas em equipamentos tais como: fadiga de metais, tempo de vida, taxa de falha. Sua função densidade de probabilidade é dada por:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (8)$$

Onde:

$$f(t) \geq 0, t \geq 0 \text{ ou } \gamma, \beta > 0, \eta > 0, -\infty < 0 < \infty$$

e:

- β é o parâmetro de forma, conhecido também como inclinação da distribuição *Weibull*;
- η é o parâmetro de escala;
- γ é o parâmetro de posição.

Muito comum γ , o parâmetro de posição, ter seu valor considerado zero, reduzindo função de probabilidade para dois parâmetros. Pode ser que se tenha o caso de apenas um parâmetro, neste caso o β precisa ser estimado.

2.3.1.1 Parâmetro η forma β

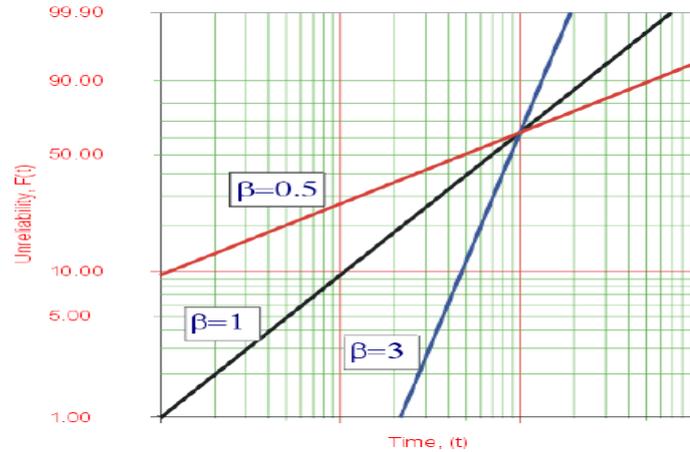
O parâmetro β , conhecido como inclinação da distribuição Weibull, é igual a inclinação da linha de um gráfico de probabilidade, sendo assim indica o comportamento da distribuição, se for $\beta = 1$ a função representada terá a forma da distribuição exponencial. O β é um número adimensional.

A Figura 3 mostra as diferentes formas que a função de probabilidade pode assumir a partir dos valores dos β , isso demonstra o efeito da variação dos valores do parâmetro sobre esta. Para $0 < \beta < 1$, $\beta = 1$ e $\beta > 1$.



Sendo o parâmetro de forma γ da distribuição Weibull conhecido como a inclinação, a Figura 4, abaixo, mostra o efeito do β sobre a inclinação com η constante.

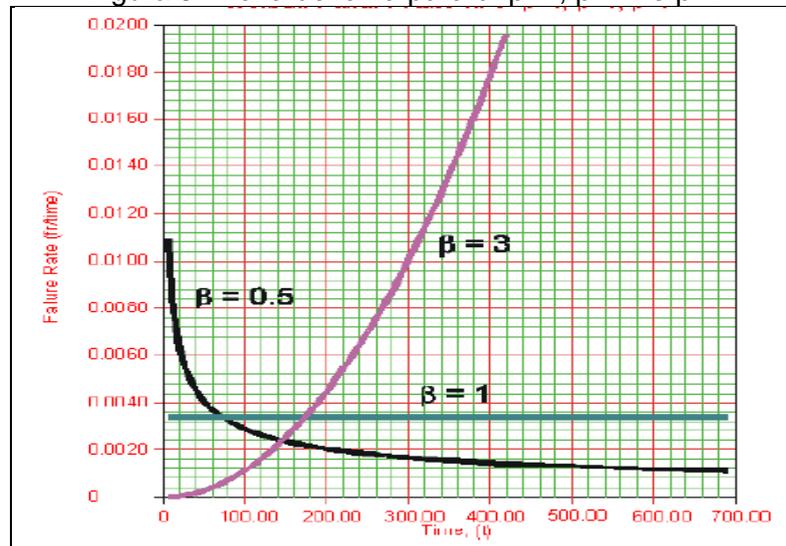
Figura 4 - Efeito do parâmetro β sobre a inclinação com η constante



Fonte: Tavares (2005)

A Figura 5 mostra a influência do β sobre a taxa de falha da distribuição Weibull. Para $\beta < 1$ têm uma taxa de falha que diminui ao longo do tempo, chamada de falha infantil ou prematura, já para o β próximo de ou igual a 1 apresenta-se como constante, indicando a vida útil ou de falhas aleatórias, e para $\beta > 1$ a taxa de falhas cresce ao passar do tempo, conhecido como falhas de desgaste.

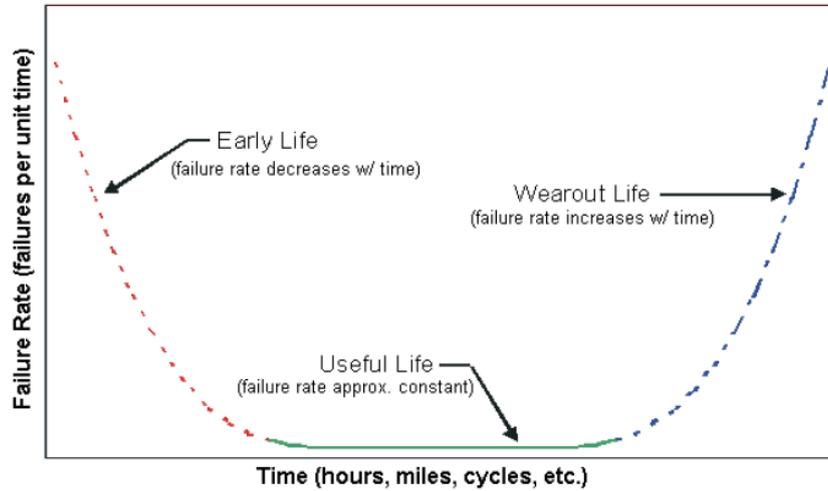
Figura 5 - Taxa de falha para $0 < \beta < 1$, $\beta = 1$ e $\beta > 1$



Fonte: Tavares (2005)

Para a distribuição Weibull com sub populações com $\beta < 1$, $\beta = 1$ e $\beta > 1$ são representados pela clássica curva da banheira, veja a Figura 6 a seguir:

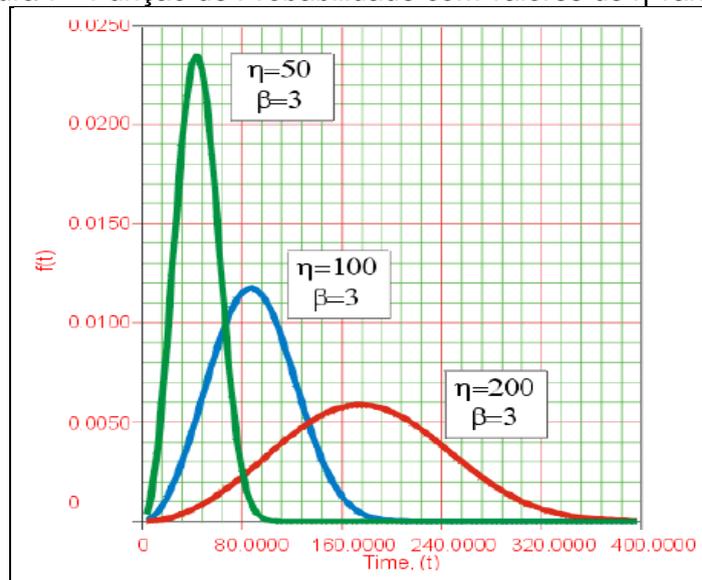
Figura 6 - Curva da Banheira



Fonte: Tavares (2005)

2.3.1.2 Parâmetro de escala, η

O Parâmetro de escala η , sendo variado, imprime o mesmo efeito da distribuição que se alterar a escala das abscissas, ou seja, alterar os valores escala η , mantendo constante o parâmetro β , movimenta para fora da função de probabilidade. Caso η aumentar e β e γ permanecerem constantes, a curva diminuirá sua altura e tenderá para a direita, já para η diminuir e β e γ continuarem constantes a curva fecha e sua altura aumenta. Lembrando que η tem a mesma unidade do t . Veja na Figura 7 abaixo.

Figura 7 - Função de Probabilidade com valores de η variados

Fonte: Tavares (2005)

A função de Confiabilidade da Distribuição Weibull é dada por:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (10)$$

A função da Taxa de Falha por:

$$\gamma(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (11)$$

O MTTF tempo médio de vida:

$$\bar{T} = \gamma + \eta \cdot \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \quad (12)$$

Sendo Γ a função Gama definida por:

$$\Gamma(\eta) = \int_0^{\infty} e^{-x} x^{\eta-1} dx \quad (13)$$

A equação para vida media da distribuição weibull é dada por:

$$\check{T} = \gamma + \eta (\ln 2)^{\frac{1}{\beta}} \quad (14)$$

2.4 Fatores humanos

A conjuntura atual é produzir com eficiência, qualidade e segurança. Para isso as organizações vêm investindo em equipamentos, programas de qualidade e infra-estruturas com a perspectiva de obter produtos que supere as expectativas de seus clientes. Uma variável importante, o erro humano, aparece inclusa neste cenário e que deve ser considerada.

Essa nova ordem mundial transforma ambiente e os tornam complexo, com alterações de valores e conceitos, quebra paradigmas, modifica a sociedade (PIRES e MACÊDO, 2006).

Para Ávila (2013) existe a necessidade de diminuir erros humanos na execução da tarefa na indústria, isto traria redução nas perdas de tempo, materiais, qualidade do produto, patrimônio, faturamento e funcionários com afastamento, além de problemas de cumprimento no prazo e imagem da empresa.

Perrow (1993) em sua abordagem apresenta a distinção entre os objetivos oficiais e os operacionais, ou seja, o que se publica e o que realmente acontece dentro das organizações, levando em consideração que se assumem riscos na busca do resultado em curto prazo.

Muitas metodologias já aplicadas na indústria são relacionadas à análise de tarefas. Cada uma delas focada em atingir áreas e processos específicos através de

modelo cognitivo, embora os autores destas metodologias se posicionem como solução aplicável à totalidade das situações existentes.

Este foco leva os especialistas a optarem por um ou outro método, em função da aplicação, da sua experiência ou das informações e recursos disponíveis. Os diversos formatos existentes destas metodologias levam a discussões sobre os modelos que utilizam como referência para o sistema humano, ou a combinação sistema humano/ sistema técnico/ organizacional.

Segundo Abreu e Ávila (2015) a análise de riscos dos processos deve incluir fatores humanos em todo o ciclo de vida da indústria. A estimativa de investimento na busca das soluções para evitar paradas, está amarrada ao nível de priorização, é classificado através da análise quantitativa de risco e da análise de confiabilidade dos sistemas.

French, Pollard, *et al* (2011) afirma que o comportamento humano aparece em evidência em muitas causas de falhas nos sistemas, e o inclui como parte importante nas avaliações de riscos das operações das fábricas.

A Análise de Tarefas, definida por Kirwan (1992), é ponto de partida para desenvolver as atividades de cada função, dos sistemas técnicos, estabelecer análises quanto as cargas e performances para as funções, definir perfis profissionais e para as análises de riscos.

A realidade da tarefa passa a tomar diversos caminhos quando executada por diversas pessoas, ao longo de um período, em um sistema organizacional feito por homens, inserido em uma cultura local e sob uma determinada conjuntura sócio-econômica.

Rasmussem (1997) chama atenção para os modelos atuais de análise de risco, perante a uma sociedade dinâmica onde os sistemas sócio-técnicos estão estressados por um ritmo acelerado devido às mudanças tecnológicas, um ambiente cada vez mais agressivo e competição acirrada. O risco tem que ser estudado de forma interdisciplinar criando estruturas de controle e ser observada em vários níveis fundamentados em modelos baseados em comportamento humano.

A tarefa é o momento em que se encontram os Sistemas Técnicos com o Humano e a Organização, e os três. A associação destes é dinâmica, pois cada um influencia e é influenciado pelo outro, e são influenciados pela cultura, sistema sócio - econômico em que se insere pelas suas histórias.

O fator humano tem papel fundamental na garantia da operação e no restabelecimento da normalidade dos sistemas. Isto devido às características inerentes a condição humana: bom senso, antecipação, percepção (BORGES e MENEGON, 2009).

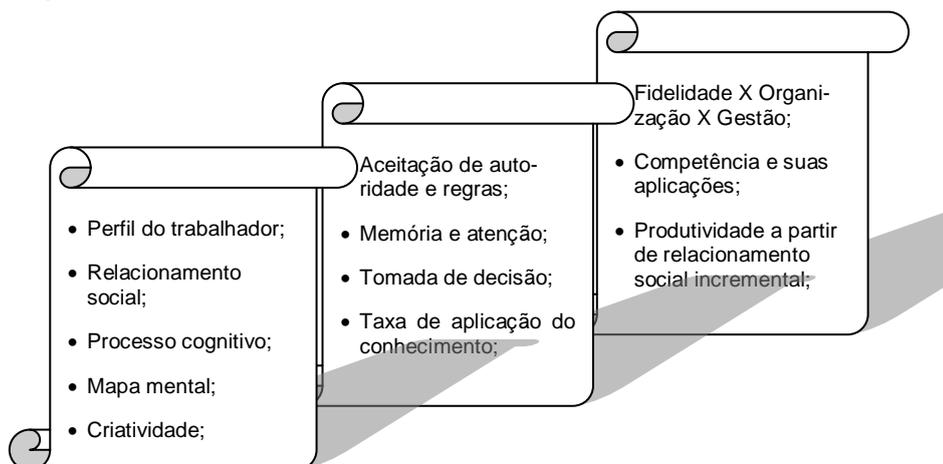
Ávila (2016.) trata gestão de risco baseado em confiabilidade humana, e o fator humano como responsável por muitas das falhas, que provoca parada de sistemas produtivos em todas as atividades industriais, influenciando na produtividade e definindo a competitividade frente à concorrência.

Para uma dada empresa, um mesmo grupo de equipamentos e uma mesma pessoa, ou um mesmo grupo de pessoas, cada tarefa trará uma interação dinâmica diferente e que pode variar ao longo do tempo. Cada tarefa criará as características destas relações, então em cada uma deve-se ponderar a combinação destes fatores, um modelo dinâmico para a Análise de Tarefas, já que esta é a realidade em que ocorre.

O operador tem papel ativo tanto no trabalho de realização da falha quanto na busca para evitar perdas de processo. Isto depende do nível de compromisso e do entendimento quanto ao estado ideal a ser alcançado após a realização de tarefas na produção. Este comportamento é influenciado pelo meio econômico e social que interfere na tomada de decisão. Na Figura 8, Ávila (2016.), apresenta as etapas que devem ser analisadas para o entendimento do fenômeno.

O emprego é a identidade dos dias atuais. No passado as pessoas eram conhecidas pelo nome da família, o nascimento dizia quem o indivíduo era, hoje quando as pessoas se conhecem perguntam: o que você faz? Onde trabalha? Qual sua função? E em sua maioria o emprego é a rede central de relações e indica o posicionamento de importância nos grupos. Quando se fica desempregado as coisas ficam sem sentido e o seu senso de utilidade confuso, evidenciando o desejo de se manter empregado (JOB, 2003).

Figura 8 - Influência do econômico e social nas decisões do operador.



Fonte: Ávila (2016.) notas de aula.

2.4.1 Cultura e Pessoas

A busca pela produtividade e posicionamento de mercado em um mundo de concorrência forte requer gerenciamento eficiente dos recursos, isto remete a técnicas de processo e gestão de pessoas. A cultura aparece como elemento de estudo para que seja compreendida e usada como diferencial competitivo.

Segundo Correia, Dandaro e Moraes (2013) cultura é um conjunto de conhecimentos, crenças, ritos que atravessa gerações e agrega alguma coisa nova para a sociedade atual. Schein (2004) conceitua como sendo um fenômeno dinâmico que circunda o ser humano, que se renova a partir do contato com outros indivíduos e é moldado por suas lideranças. Já Ávila (2016.) corrobora com a definição de ser um sistema social (grupo) de valores e normas compartilhadas e aprendidas.

As relações organizacionais estão sofrendo mudanças, conforme as necessidades que surgem na tentativa de adaptar-se. Logo que os cenários de concorrência são estabelecidos, novos desafios aparecem. Isso vem afetando o comportamento dos indivíduos (PIRES e MACÊDO, 2006).

As mudanças tecnológicas, econômicas e sociais vêm apresentando-se numa velocidade extraordinária e promovendo alterações importantes no tecido social. Exemplo a ser citado é a família, representante da célula formadora da sociedade, que vem sofrendo de maneira forte (JOB, 2003).

A estabilidade de um grupo está diretamente ligada à cultura e tem haver com padronização e a integração entre os rituais, clima, valores, e comportamentos

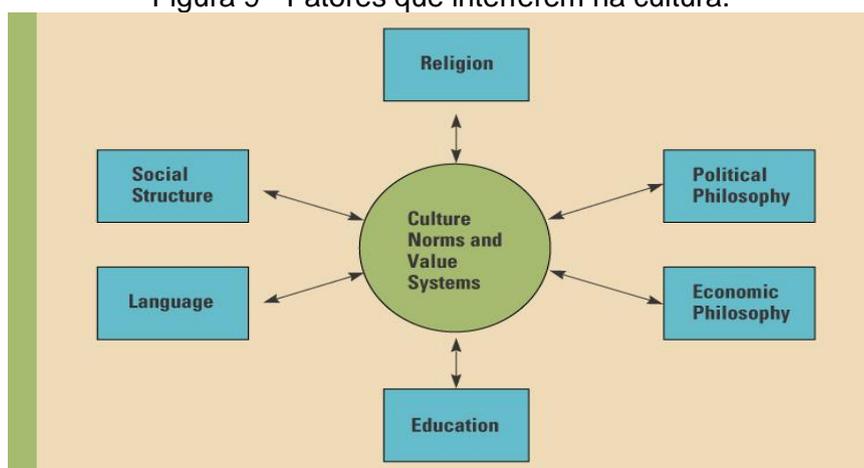
agrupados como se fosse uma coisa só (GOMES, 2011)

Os aspectos culturais têm significância para a gestão do comportamento organizacional, e para o desenvolvimento da região, em que as unidades produtivas estão inseridas (CORRÊA, DANDARO e MORAES, 2013).

A transmissão do conhecimento vem sendo passado de geração em geração, desde que o homem passou a viver em sociedade. Isto foi promovido de acordo com as civilizações existentes, construindo ao longo do tempo identidades culturais diferentes, pois o homem é um derivado da sociedade em que vive (CORRÊA, DANDARO e MORAES, 2013).

A condição citada acima mostra que a cultura recebe influência e é influenciada por diversos fatores, Ávila (2016.), apresenta uma Figura 9, alguns destes aspectos.

Figura 9 - Fatores que interferem na cultura.



Fonte: Ávila (2016) Notas de aula.

As ações humanas podem ser entendidas a partir da cultura, já que esta determina o entendimento de um grupo, ou as características deste, como: percepção, pensamento, sentimentos e ação. Pires confirma em seu artigo, que

“A cultura é um dos pontos-chave na compreensão das ações humanas, funcionando como um padrão coletivo que identifica os grupos, suas maneiras de perceber, pensar, sentir e agir. Assim, mais do que um conjunto de regras, de hábitos e de artefatos, cultura significa construção de significados partilhados pelo conjunto de pessoas pertencentes a um mesmo grupo social”. (PIRES e MACÊDO, 2006, p. 3).

Sendo cultura variável imprescindível para o entendimento do comportamento humano, é necessário o entendimento das culturas onde estão inseridas as

organizações, para cada país existe uma cultura diferente e em destaque podemos citar a brasileira, que cultura é algo diferenciado e ainda apresentam regionalidades pela dimensão continental do país. (HOLANDA, 1995).

2.4.2 Cultura Brasileira

A cultura brasileira, o que afirmar? Formada pela influencia de índios, negros e portugueses. Este último traz traços marcantes da herança dos povos Ibéricos como: significado do valor da pessoa humana e autonomia individual, pouca importância para os privilégios hierárquicos e elementos anárquicos presente (HOLANDA, 1995). Além de apresentar com menos intensidade influencias européias e asiáticas por migração.

Holanda (1995) discorre sobre dois tipos de indivíduos um aventureiro e o outro o trabalhador, o primeiro traz a obstinação pelo resultado final não se importando com o caminho, não conhece limites, idéia de grandiosidade, ambicioso, colher o fruto sem plantar. O outro por sua vez é o contrário, pensa nas dificuldades, avalia as possibilidades, paciente, campo de visão restrito. Os colonizadores, aqui no Brasil, tinham como dominante as características dos aventureiros.

A compreensão da influência da cultura brasileira sobre a gestão das empresas, aparece como sendo uma variável inserida nos processos produtivos. E precisam ser entendidas, pois, a ingerência é inerente da relação de autodefesa, por parte dos funcionários, devido a não identificação de elementos culturais conhecidos, frente à necessidade deste nivelamento.

A cultura organizacional no Brasil é analisada e adotada sobre o prisma de conceitos e ideais importados da escola americana. Isto traz a não identificação dos elementos da cultura brasileira, constituindo uma barreira. Ávila e Kalid, *et al.* (2015) *apud* Prates & Barros, apontam como sendo alguns destes pontos: o privilégio das relações entre amigos; jeitinho brasileiro, culto ao pouco esforço, flexibilidade, criatividade, autoritarismo direcionado, paternalismo, exocentrismo, entusiasmo e autoconfiança.

Ávila (2015) entende que o baixo nível escolar, encontrado nas fábricas nacionais aparece como limitador do entendimento dos procedimentos de realização das tarefas, e conseqüentemente, das falhas e perda de eficiência e produtividade.

Um povo com heranças culturais provindas de sua formação inédita consolida

uma cultura rica e capaz de identificar um elemento pertencente a ela. Traz ainda as regionalidades, devido à extensão territorial do Brasil, como sendo um elemento complicador para organizações de nível nacional, que, por sua vez, precisam entender tudo isso para adotar políticas eficazes para evitar o erro humano.

2.4.3 Erro Humano

As organizações têm trabalhado com um foco em reduzir perdas, garantir a qualidade de seus produtos, segurança de seus funcionários, satisfazer as expectativas de seus clientes e visibilidade de suas marcas e imagem. E para isso, fazem planejamentos, criam procedimentos estabelecem metas. Segundo Reason (1990) o erro humano aparece quanto as ações planejadas não ocorrem e que os objetivos pré-estabelecidos não são alcançados.

Fernandes, Tourinho, *et al.* (2014) apud REASON (1990) os erros humanos podem ocorrer em duas perspectivas diferentes: falha na execução e falha na intenção. A primeira traz um planejamento adequado, entretanto não se consolida como o esperado devido a não execução das tarefas conforme planejado. A segunda é o planejamento que não estar de acordo com o objetivo a ser alcançado. E podem ser classificados como sendo: lapsos, deslizes, enganos e violações. E ainda como sendo falhas latentes ou ativas.

A idéia do Quadro 1 é sintetizar os conceitos e classificação dos erros, apontada por diversos autores apresentado por Amparo (2014) de modo a compreender qual falha, que tipo de erro, sua descrição, se a falha é visível ou escondida e a gravidade com a ocorrência do evento.

Quadro 1 - Classificação do erro

| Tipo de falha | Erro | Descrição | Situação | Grau | Gravidade |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|------------------------------|
| Falha na execução | Deslizes | Acontece na realização da tarefa por interferências tais como: esquecimento, pular etapa da tarefa, desatenção e conhecimento incompleto. | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Omissão | | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Influência externa | | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Lapso | | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| Falha na intenção | Engano | Tem sua ocorrência vinculada a processos mentais: escolha de regras inadequadas, planejamento errado, estima baixa, supervisão despreparada, pressão, pouco compromisso, vontade de causar dano, erros de diagnóstico e na tomada de decisão. | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Violação | | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Ação | | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Sequencial | | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Cognitivo | | Falha ativa | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |
| | Estratégico | Decisões tomadas no alto escalão das organizações. | Falha Latente | 1 2 | Recuperável Irrecuperável |

Fonte: Adaptado de Amaro (2014).

Amaro (2014) aponta os elementos que induz o acontecimento de erros: procedimentos para execução da tarefa mal elaborada, equipamento de trabalho errado, falta de conhecimento por parte dos operadores, conflito de prioridades, falta de sinalização, má gestão de ativos, disponibilidade de recurso, problema de comunicação, baixa tecnologia, comportamento operacional, cognição, manutenção sem planejamento.

Pensando em produtividade, segurança, qualidade, compreender melhor e gerenciar as falhas, estas causadoras de perdas, Lorenzo (2001) lança um guia, API 770 com o objetivo de trazer aconselhamento a gestores no sentido do desenvolvimento humano para evitar falhas.

2.5 API 770

As instituições pioneiras que buscaram direcionar as ações com foco em confiabilidade humana foram a Indústria de Energia Nuclear e a *Federal Aviation Administration*. Especificamente na indústria de petróleo, o *American Petroleum Institute*, por meio da norma API 770, aplica ações para a redução de erros humanos (LORENZO, 2001). A API 770 é um guia que descreve como incorporar a análise da confiabilidade humana em atividades de gerenciamento de segurança. A norma

apresenta técnicas que permitem identificar e eliminar erros humanos, o que, conseqüentemente, resulta em melhoria do desempenho humano. A norma API 770 identifica 64 fatores de desempenho humano, e traz duas linhas de suporte, com a finalidade de gerar um levantamento da situação, quanto às facilidades e apoio à melhoria do desempenho humano. A primeira é uma lista de situações propensas a erro, e a segunda, é um conjunto de questionários para avaliar a percepção do executante e a dos líderes quanto ao assunto.

2.6 O Sistema SPAR- H: método de análise de confiabilidade humana

Desenvolvido pela Comissão do Programa de Regulamentação Nuclear dos Estados Unidos da América, em conjunto com *Idaho National Laboratory* em 1994 e atualizado em 1999, o SPAR- H foi concebido através de experiências de campo e usado como Método de Análise de confiabilidade Humana. Em 2003, foi novamente atualizado e passou a incorporar a análise da probabilidade de erro humano – HEP (GERTMAN, BLACKMAN, *et al.*, 2005)

O Método é aplicado para analisar tarefas, que considera o desempenho humano e as falhas e execução. Segundo Calixto, Faerte, *et al* (2011), a chance de uma pessoa realizar uma atividade de forma correta chama-se confiabilidade humana, e em sua avaliação usa as seguintes questões: O que pode dar errado e quais as conseqüências? Qual a chance de dar errado? Quais os fatores que influenciam no erro?

A probabilidade de falha humana para diagnóstico ou ação pode ser calculada através da equação 15.

$$HEP = \frac{NHEP \cdot PSF_{composto}}{NHEP \cdot (PSF_{composto} - 1) + 1} \quad (15)$$

Sendo,

HEP – Probabilidade de falha humana;

NHEP – Taxa de falha adotada para tarefa que admitem necessidade de habilidades cognitivas.

PSF_{composto} – Fatores de modelagem de desempenho

Os fatores são identificados em oito níveis obedecendo os procedimentos do NUREG/CR (*Nuclear Regulatory Commision*) 6883 conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Fatores de Performance Humano

| PSFs | PSF Nível | Multiplicador por ação |
|---------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Disponibilidade de tempo | Tempo inadequado | P(f)=1 |
| | Tempo disponível ≈ Tempo requerido | 10 |
| | Tempo disponível ≥ 5 X o Tempo disponível | 1 |
| | Tempo disponível ≥ 50 X o Tempo disponível | 0.1 |
| | Informação insuficiente. | 0.01 |
| Stress | Estremo | 5 |
| | Alto | 2 |
| | Normal | 1 |
| | Informação Insuficiente | 2 |
| Complexidade | Altamente complexo | 5 |
| | Moderadamente complexo | 2 |
| | Adequada | 1 |
| | Informação Insuficiente | 2 |
| Experiência/Treinamento | Baixo | 3 |
| | Adequado | 1 |
| | Alto | 0.5 |
| | Informação insuficiente | 1 |
| Procedimentos | Não disponível | 50 |
| | Incompleto | 20 |
| | Disponível mas de baixa qualidade | 5 |
| | Adequado | 1 |
| | Informações insuficientes | 1 |
| Ergonomia | Muito ruim | 50 |
| | Ruim | 10 |
| | Adequada | 1 |
| | Bom | 0.5 |
| | Informações insuficiente | 1 |
| Preparo físico para a atividade | Totalmente despreparado | P(f) =1 |
| | Pouco preparado | 5 |
| | Adequado | 1 |
| | Informações insuficientes | 1 |
| Processo de Trabalho | Ruim | 5 |
| | Adequado | 1 |
| | Bom | 0.5 |
| | Informação insuficiente | 1 |

Fonte: Calixto, Faerte, et al. (2011)

3 METODOLOGIA: APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PESQUISA OPERACIONAL, SPAR-H E DISTRIBUIÇÃO WEIBULL

3.1 Histórico da unidade processadora de frangos

A unidade de abate e processamento de frango está inserida no interior da Bahia, em uma região propícia à distribuição de sua produção, pois se encontra próximo a BRs e BAs, e aos portos da Capital Baiana. Configurando uma vantagem para o escoamento, mercados externos a outras regiões do país, por transporte rodoviário ou via cabotagem.

Caracterizada por fazer mix de produção baseado em frango inteiro e corte, de valor pouco agregado, além de produtos embutidos. Seu afastamento dos centros tradicionais de produção de aves, Sul e Sudeste, atrapalha quando se trata de fornecedores corporativos, que encarecem seus produtos devido ao frete. Também fica clara a dificuldade em assistência técnica, entrega de peças e equipamentos.

A produção de frangos tem como principal matéria prima a produção de ração, esta, composta por grãos, em principal, o milho e a soja, o primeiro cerca de 70% da composição, e o segundo, aproximadamente 20%, o restante outros grãos e componentes. O estado da Bahia apresenta pólos importantes na produção, mas ainda é necessário vir matéria prima de outros estados, como: Mato Grosso e Goiás. Outros pontos identificados são os valores das tarifas de água e energia, que são as mais altas, comparando com as outras unidades produtoras do grupo.

A quantidade de mão de obra disponível, homens e mulheres, na região atende a necessidade, vantagem não encontrada em outra filial da organização, existe casos de se buscar funcionários a 200 km da unidade produtora. Um destaque importante é a baixa rotatividade de funcionários e poucas faltas.

Sendo construída em uma propriedade rural, com boa extensão, a possibilidade de ampliação tanto na planta de abate como de industrializados é uma condição diferenciada e que chama a atenção.

O mix de produto trabalhados na unidade apresenta características particulares tais como: sua maior produção de frango inteiro e cortes com pouco valor agregado, ambos congelados. Isto produziu estoques altos e pouca flexibilidade perante as variações de mercado, situação agravada pela sazonalidade influenciada pela data tradicional da Semana Santa, que provoca queda no consumo

de carnes, efeito sentido até meado do ano.

Desde sua inauguração, a unidade passou por mudanças na sua gestão, totalizando cinco alterações de controladores, em quinze anos de existência. Isto veio contribuir na formação de um clima de incerteza e tensão, devido a alterações de processo e trocas de comando, além de demissões, e outras coisas próprias de processo de mudança de controlador.

Regionalismo forte, traço marcante encontrado, a empresa da preferência para contratar seus funcionários o mais próximo possível, para reduzir custos com transporte. Apesar de inserida em uma região metropolitana, a unidade fica situada nos arredores de uma cidade pequena, onde, em sua maioria, são originados seus colaboradores. Com o grau de parentesco acentuado, situação esta, que pode ser muito bem direcionado ou ter um efeito negativo.

A ocorrência de diversas paradas por quebra de equipamento são observadas, e indicadas como sendo um dos pontos fracos da unidade, pois, apresenta valores altos de prejuízo mensais.

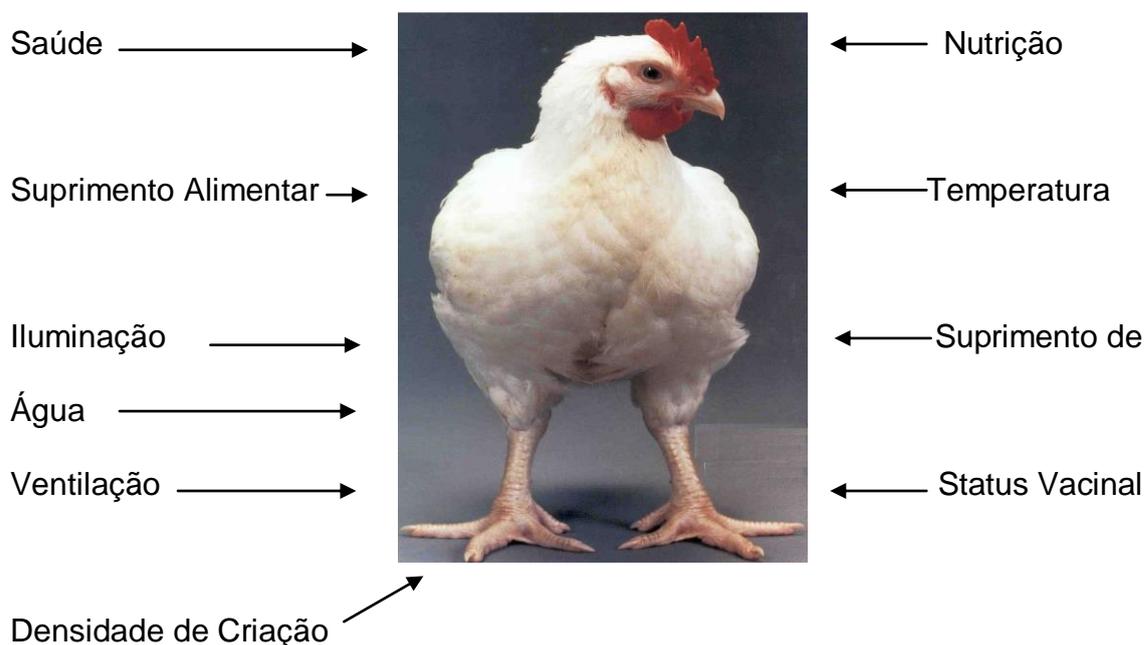
3.2 Processos produtivos

Uma boa produção começa a partir de sua matéria prima, em um frigorífico não é diferente. Antes da fábrica, existe o processo de criação dos frangos, que obedece as boas práticas de produção e de bem estar animal. A unidade estudada trabalha em regime de integração avícola. Este será descrito sucintamente com o objetivo de definir os padrões da matéria prima que chega ao abatedouro.

A empresa possui uma granja de matriz, onde são produzidos os ovos férteis, estes são levados para incubação e chocados, em seguida enviados aos produtores. Por sua vez, arregimentados por contrato, recebe os pintos com um dia de nascido, e passam a criá-los. Contam ainda com, ração, medicamentos e a assistência técnica especializada, fornecida pela empresa e gerenciada pelo setor agropecuário.

Após o término do período de crescimento e engorda, a integradora é responsável pelo carregamento e transporte das aves ao abatedouro. Alguns pontos são exigidos dos produtores, com o objetivo de garantir a qualidade da matéria prima que chega ao frigorífico, pois quanto melhor o frango, melhor a qualidade e o rendimento no processo. Segue abaixo a Figura 10, com os principais itens para uma boa criação.

Figura 10 - Limites ao crescimento e qualidade do frango de corte.



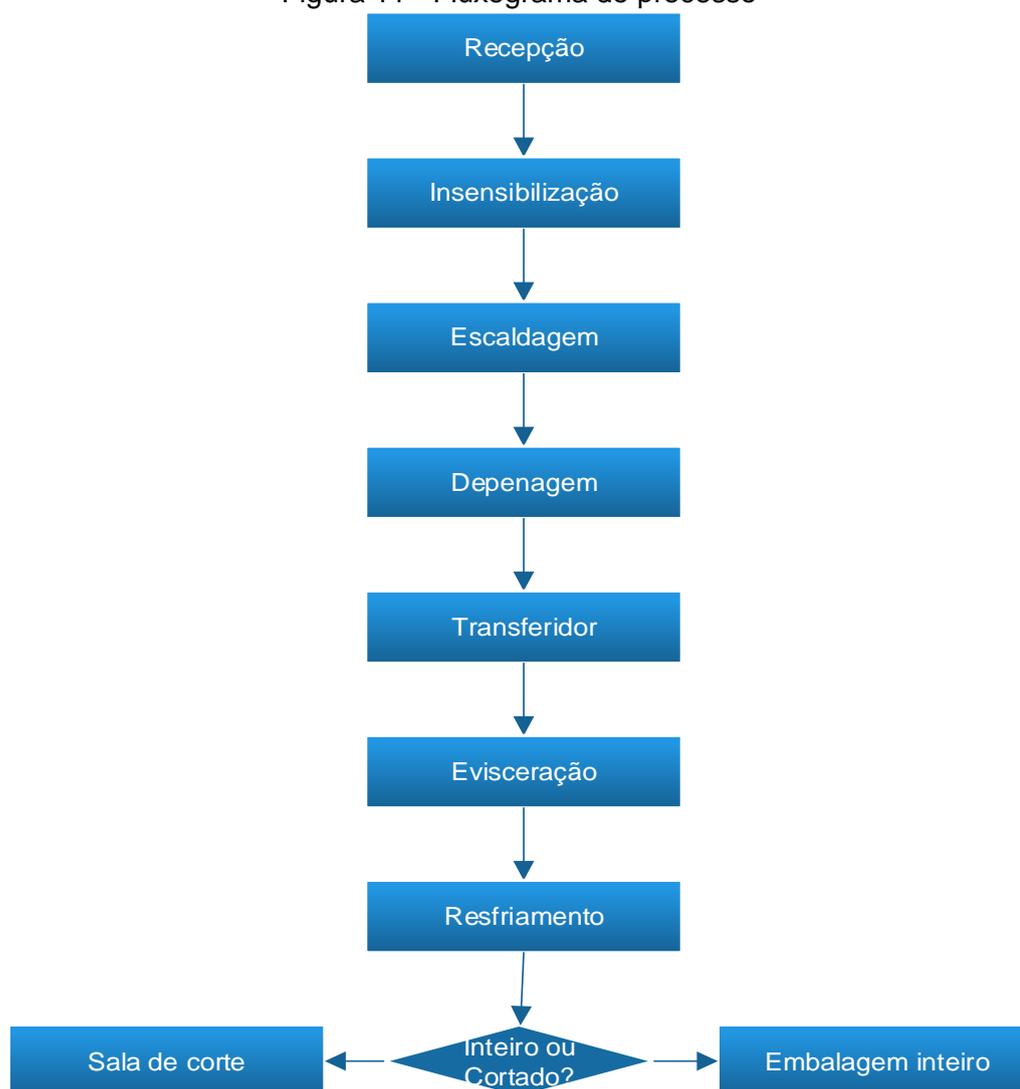
Fonte: o Autor (2017).

Cumprindo com o acordado e exposto acima, o produtor entregará uma matéria prima com qualidade satisfatória ao frigorífico. Após entrega inicia-se o processo no frigorífico.

A capacidade máxima de abate é 9.700 aves por hora, e por exigência do Serviço de Inspeção Federal (SIF), o abate dos frangos de um produtor só pode iniciar após o termino do outro. As restrições, citadas acima, são levadas em consideração para a elaboração da programação de carregamento nas granjas. Outros fatores observados são: a distância das granjas para o abatedouro, o tempo de carregamento objetivando o tempo mínimo de espera no frigorífico por obediência das boas práticas (HACCP) e garantia do bem estar animal. Algum grau de espera acontece, e para que as aves não sintam desconfortos, existe um galpão de espera climatizado com ventiladores e nebulizadores.

O processo se dará em dois estágios: abate e processamento. O primeiro inicia após a chegada dos caminhões com as aves ao frigorífico, e obedece ao seguinte fluxo, Figura 11:

Figura 11 - Fluxograma do processo



Fonte: o Autor (2017)

3.2.1 Recepção e Abate

Os caminhões são estacionados na plataforma de descarga e as caixas com os frangos são descarregadas, estas seguem por uma esteira até a pendura, setor onde os frangos são retirados das caixas e pendurados na nória, equipamento de transporte de frango aéreo usado para levar os frangos de um setor para outro. A Fotografia 1 mostra o momento em que as aves são desembarcadas e a pendura.

Fotografia 1 - Setor de recepção, descarga de caminhão e pendura



Fonte: o Autor.

Ao deixar o setor da recepção, os frangos vão para o insensibilizador, transportados pela nória. Neste setor eles recebem um choque, exigência do SIF para deixar as aves desacordadas, para que não sofram estresse no momento da degola e não venha a ficar se batendo. Este procedimento evita hematomas nas asas e perda por problema de qualidade, melhorando o rendimento da carcaça. Segue Fotografia 2, que mostra os dois equipamentos.

Fotografia 2 - Insensibilizador e disco de sangria.



Fonte: o Autor (2017).

Seguindo o fluxo a nória leva as aves para o tanque de sangria, local apropriado para recolhimento do sangue. O tempo de sangria é cerca de 3 minutos em média, com 80% de perda de sangue, ao ultrapassar este período a depenagem fica prejudicada devido ao *rigor mortis*. O tanque de escalda é a próxima etapa, dentro deste, o frango é mergulhado em água aquecida a uma temperatura suficiente para que as penas amoleçam, e possam ser retiradas pelas depenadeiras,

no máximo a 60°C a depender da quantidade de aves, por minuto, passando dentro do tanque. Um cuidado especial para que todo o tanque tenha temperatura controlada, para não ocorrer queimaduras nas aves, pois serão descartadas todas as partes dos frangos que apresentarem queimaduras, e a depender da parte, ao passar pela depenadeira estas serão estragadas. A Fotografia 3 apresenta esses dois equipamentos.

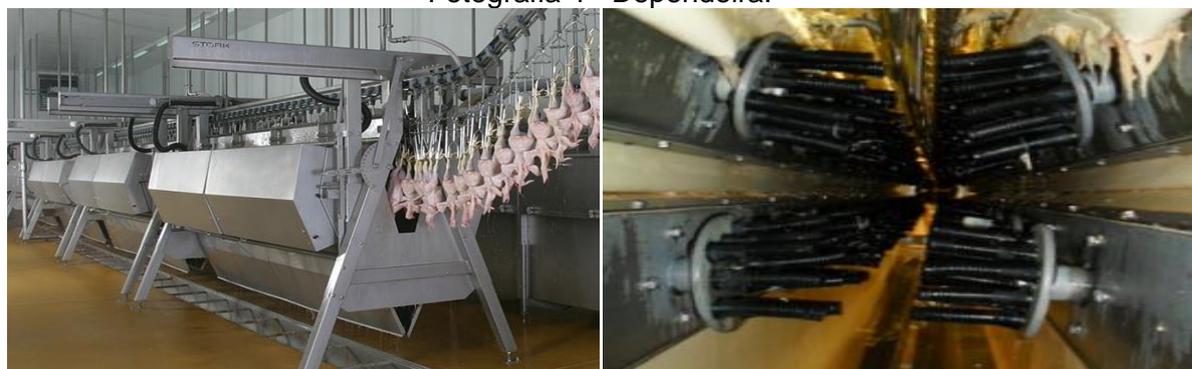
Fotografia 3 - Tanque de sangria e tanque de escalda



Fonte: o Autor (2017)

Ao sair do tanque de escalda os frangos passam nas depenadeiras. Na unidade estudada são três, e cada uma segue a regulagem de equipamento e classificação de dedos pela necessidade da tarefa a ser realizada. Exemplo: dedos moles, médios ou duros; regulagem baixa, media altura ou alta. Na Fotografia 4, há fotos da depenadeira para ilustrar.

Fotografia 4 - Depenadeira.



Fonte: o Autor (2017).

Após a depenagem, os frangos vão para a área da evisceração, antes passam pelo arrancador de cabeças, cortas patas e transferidor. As cabeças são retiradas enviadas para a sala de miúdos, local onde são processadas as vísceras comestíveis, e vão compor o pacote de miúdos que fazem parte da embalagem do

frango inteiro. Os pés seguem a mesma lógica e seu excesso é embalado para o mercado externo. No transferidor os frangos são trocados de nória e segue para a evisceração, Fotografia 5.

Fotografia 5 - Arrancador de cabeças e transferidor

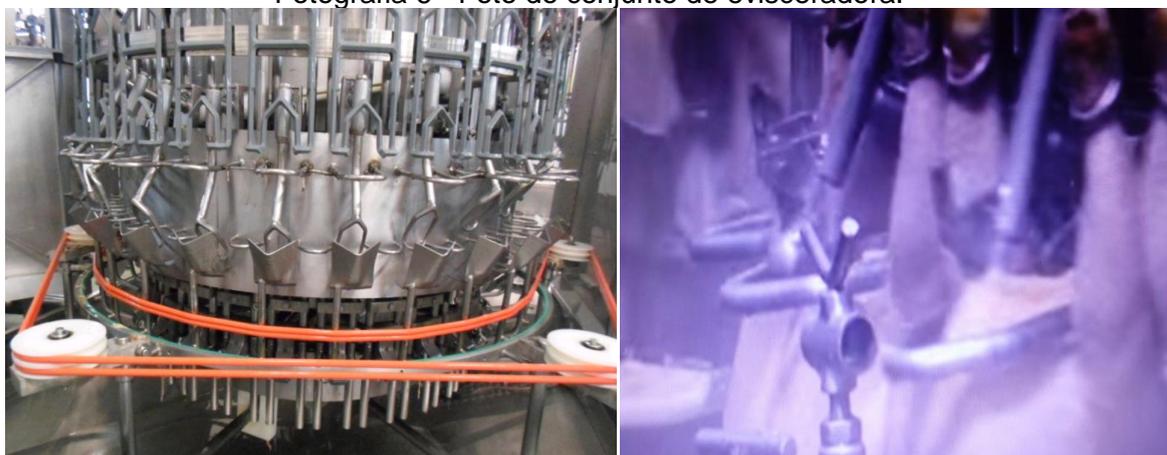


Fonte: o Autor (2017).

Na evisceração os frangos passam por um conjunto de máquinas denominado de evisceradoras automáticas, formado por uma extratora de cloaca, uma abridora de abdome, a evisceradora, extratora de papo e traquéia e a extratora de pulmões.

A extratora de cloaca tem como objetivo extrair a cloaca do franco sem romper as vísceras para evitar contaminação. A abridora de abdome faz um corte transversal abrindo o acesso para que a evisceradora penetre na cavidade abdominal da ave e exponha todas as vísceras sem danificar as partes próximas e as próprias vísceras. A fotografia 6 mostra o conjunto de maquinas.

Fotografia 6 - Foto do conjunto de evisceradora.



Fonte: o Autor, (2017).

O fluxo após o conjunto de evisceração os frangos passam pelo SIF, onde

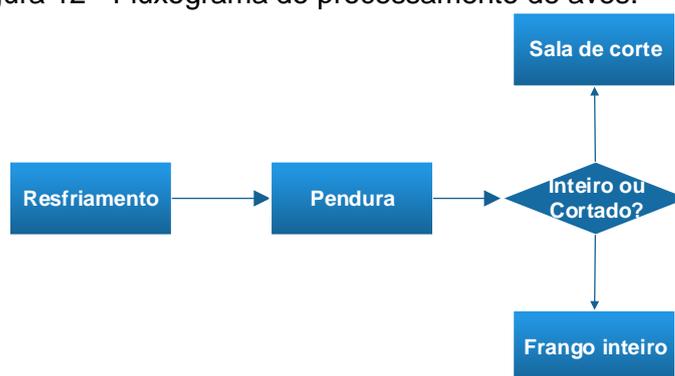
são inspecionadas, as aves que apresentarem anomalias são condenadas parcial ou total, descartado. As anomalias tais como: hematomas, doenças respiratórias, alguma enfermidade intestinal, caquético, doenças do aparelho locomotor, entre outras anomalias. Logo em seguida, passa pela extratora de papo e traquéia e pulmoneira. O próximo ponto é o ponto crítico de controle (PCC), local que faz a inspeção de contaminações. O lavador de carcaça é a próxima máquina, e segue para a área limpa para ser resfriado.

3.2.2 Procedimento

Após a evisceração os frangos são resfriados, o equipamento que faz esse trabalho chama-se *chiller*, neste as aves permanece cerca de 1 hora, tempo dividido entre *pré-chiller* e *chiller*. O princípio de funcionamento é troca de calor. Os frangos entram ainda quentes devido ao processo de escalda e devem sair a uma temperatura entre 0° e 4°C. Para realizar essa troca de calor, os frangos são transportados por uma rosca de transporte, em contra fluxo em água a 0°C, a uma vazão suficiente para cobrir a norma descrita no procedimento de controle das boas práticas de produção.

Seguindo o fluxo, o processamento de aves se dará em duas etapas: a embalagem de frango inteiro e sala de cortes, a seguir, Figura 12:

Figura 12 - Fluxograma do processamento de aves.

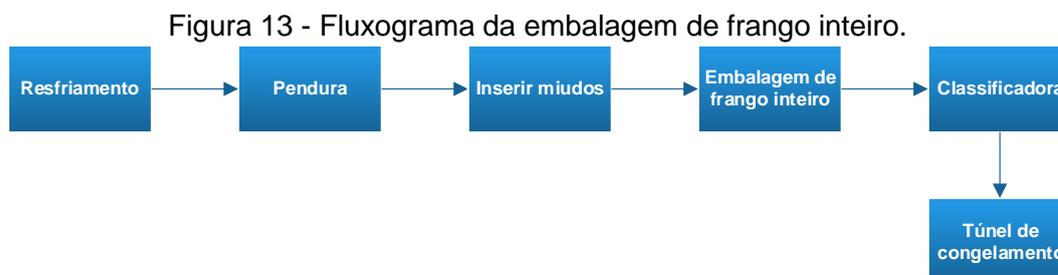


Fonte: o Autor, (2017).

3.2.2.1 Embalagem de frango inteiro

Ao sair do *Chiller* os frangos são pendurados na nória da embalagem de frango inteiro, recebem um pacote de miúdos, originados da sala de miúdos, e seguem para a embalagem. Estes são colocados dentro do saco lacrados, e

transportados por esteira até a classificadora, que por sua vez classifica de acordo com o peso de cada ave, de modo a ter 18 kg por caixas e encaminha também via esteiras para o túnel de congelamento. Abaixo, a Figura 13, mostra o fluxograma desta atividade.



Fonte: o Autor, (2017).

3.2.2.2 Processo de Cortes

Para os corte, os frangos também são pendurados na saída do *chiller*, e seguem pela nóira até a sala de cortes. O primeiro procedimento é o pré corte, corte entre as pernas, e dois outros cortes nas costas do frango: um vertical do pescoço até a sambiquira, e o outro o horizontal, de um lado para o outro. Esse serve para separar as pernas, e possibilitar uma melhor retirada delas. Em seguida elas são retiradas, e uma parte delas é seccionada, e destinada para a linha de pesagem de bandejas, pacote e para o giro freezer. A porção que ficou inteira, vai para a máquina de embalagem de individual.

A retirada das asas acontece da seguinte maneira: de acordo com a programação de peito com osso, retiram-se apenas as asas de uma quantidade dos frangos, e a outra, tarefa é deslocar o peito da carcaça² após a retirada das asas. Elas têm uma parte seccionada, e encaminhada para a linha de bandejas, pacotes e giro freezer. As inteiras são destinadas a linha de bandejas.

Segue o fluxo do processo com carcaças sem asa, e outras, com peitos baixados e os filés (*sassami*) presos na carcaça. Então, os peitos inteiros são cortados com facão, e direcionados, via esteira para a máquina de embalagem individual. Os outros são puxados, e transportados por esteiras para o refile. São refileados e segue para as linhas de pesagem de bandejas, pacotes e giro freezer.

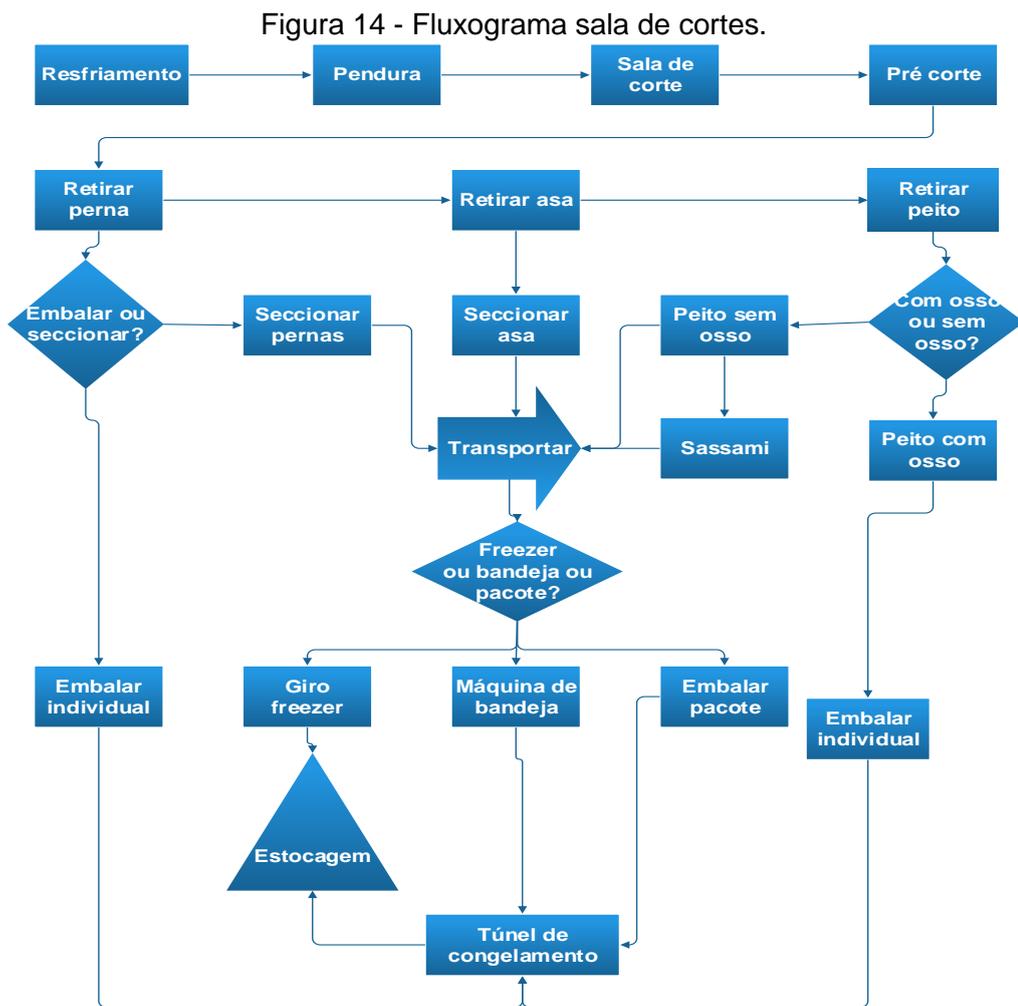
A última parte é a retirada do filé, onde são feitos dois cortes para soltar o produto da carcaça, em seguida, retirados, e encaminhados para as linhas de

² Carcaça – Nome dado ao frango durante o processo de retirada das partes, asa, peito e pernas.

pacote, bandejas e giro freezer.

As carcaças são encaminhadas para a máquina de separação mecânica, para fazer um produto chamado CMS, carne mecanicamente separada, que será usado na produção de industrializado. Os produtos originados a partir das linhas de bandejas, pacotes e individuais, são encaixados e encaminhados ao túnel de congelamento, e após isso, a estocagem. Os do giro freezer já são congelados individualmente, e segue direto para câmara de estocagem.

Cada etapa do processo na sala de cortes precisa ser feitos com o máximo de atenção, para que não se tenha perdas e não fuja aos padrões de qualidade. Exemplos: refilar do peito, para executar essa tarefa o funcionário é treinado e observado, até ter toda a técnica para não refilar em excesso e com isso deformar a peça, impactando em dois índices medidos; o rendimento e a qualidade do produto. O fluxo da sala de cortes é representado pela Figura 14 abaixo .



Fonte: o Autor.

3.3 CONDIÇÕES DE TRABALHO

A unidade faz parte de uma organização maior, como descrito anteriormente, e, em linhas gerais, tem um padrão a ser seguido. Este oferece boas condições de trabalho em se tratando de obrigações trabalhistas, tais como: jornada de trabalho dentro do previstos pela convenção trabalhista, com pagamentos de horas extra e direitos garantidos.

Possui um SESMT e as políticas de prevenção de acidentes, conforme os padrões da empresa. Além de várias ações a nível local para garantir a segurança dos seus colaboradores. Oferece também, uniformes e equipamentos de segurança apropriados, pois se trata de um frigorífico com áreas frias e quentes.

Ergonomicamente seus equipamentos obedecem as NRs (12), anexo I, que regulamentam a construção destes, para evitar que lesões ocorram por uma questão estrutural. As pausas de trabalho e rodízio de função, previstas pela NR (12), são atendidas rigorosamente.

O que chama a atenção é a existência de muito retrabalho, e tarefas de transporte. Exemplificado em situações que: As pernas são seccionadas em uma esteira e são levadas para linha de bandejas e giro freezer para serem pesadas e embaladas. As asas são embaladas nos pacotes, são uma pequena porção, e o restante faz seguir para as linhas citadas, o mesmo acontece com o peito. Este transporte é feito em carrinhos, feitos na própria fábrica.

O setor de Planejamento e Controle da Produção local recebe as necessidades de produção do setor cooperativo, e monta o plano de produção. Por sua vez, o setor de vendas coloca no mercado esta oferta mensal, gerando a obrigatoriedade de entrega. Devido as paradas de produção constantes e o compromisso com os clientes, observa-se a necessidade constante de horas extra e pressão na execução das tarefas.

A gestão do processo é feita através de um sistema de gestão que abrange a execução da tarefa, tratamento de anomalias e o controle de qualidade. Entretanto, como dito anteriormente, a unidade passou por alterações de controladores por mais de três vezes, e cada controlador tinha seus modo de fazer. Desta forma foram desenvolvidas verdades próprias, que se confronta com o atual método de sistema de gestão.

A supervisão local enfrenta com muita dificuldade o novo modelo implantado, pois, a velocidade e a maneira como foi feito, não trouxe uma aceitação por parte dos funcionários. Apesar de ser uma unidade que passou por muitas mudanças, e observa-se um alto grau de adaptabilidade.

3.3.1 Equipamentos Críticos

A partir da formulação do novo *mix* de produtos elaborado usando as ferramentas de pesquisa operacional, e como base: nos índices de UEP e nas restrições do processo (TOC), surgiram as dificuldades, para cumprir a produção, e nas observações feitas a área limpa, configurou-se como sendo o principal ponto de dificuldades. E seus equipamentos considerados como sendo críticos, são eles: *Chiller*, Embaladora de bandejas, Giro *Freezer*, Embaladora Individual, Túnel de congelamento e Seladora de Caixas.

O *Chiller* é onde o processo de resfriamento dos frangos acontece. Ele é um tanque cilíndrico, com a parte superior aberta. E é composto por uma rosca transportadora helicóide, presa por um eixo trator, que serve para transportar os frangos de uma extremidade a outra. O resfriamento se dá com a passagem de água em contra fluxo. São três, e classificados como: pré, intermediário e final, a permanência dos frangos dentro do equipamento é de aproximadamente uma hora. A Fotografia 7 mostra o equipamento.

Fotografia 7 - Conjunto de *chiller*.



Fonte: o Autor.

Neste equipamento iniciam-se as atividades da área limpa, onde acontece o processamento após o abate e evisceração. O objetivo é garantir as carcaças saiam

com temperatura entre 0° e 4° C, e com o máximo de absorção de água em 8%, que é o permitido pela legislação em vigor. As tarefas a serem realizadas são:

- Ajustar as vazões de água dos pré *chiller* e *chiller* conforme velocidade de abate, os limites são 1,4 a 1,6 litros por ave;
- Checar as temperaturas das águas do equipamento no pré *chiller* 12°C e *chiller* 0°C;
- Ligar o borbulho para provocar turbulência dentro do equipamento, facilitando a troca de calor;
- Verificar as velocidades das roscas transportadoras para garantir o tempo de permanência dentro do equipamento, que é de no máximo uma hora.

Para esta atividade é necessários o uso de EPI's, tais como: protetor auricular, tipo concha e ou capacete com protetor, touca, luvas de algodão e plástica, camisa de manga comprida e calças térmicas e botas. Este equipamento possui as travas de segurança exigida pela legislação.

A embaladora de bandejas é uma máquina composta por uma filmadora e um túnel térmico, para encolhimento do filme, equipamento com um nível médio de automação e complexidade. A parte responsável por colocar o filme, é composta por uma parte eletrônica e outra mecânica, está ultima possui elevadores, ventosas e engrenagens. A outra parte tem painel de controle, sensores e comandos elétricos. A Fotografia 8 mostra a embaladora de bandeja.

Fotografia 8 - Embaladora de bandejas.



Fonte: o Autor, (2017).

Para seu bom funcionamento o operador precisa cumprir algumas tarefas críticas, tais como:

- Ligar o equipamento quinze minutos antes do início do processo na sala de cortes;
- Checar o funcionamento dos elevadores e a temperatura no túnel de aquecimento;
- Ajustar o posicionamento do filme;
- Testar o processo em uma bandeja modelo.

Os EPI's exigidos para trabalhar com esse equipamento são: calça, camisa de manga comprida, touca, bota, luvas de algodão e plástica e protetor auricular. Os funcionários recebem treinamento de segurança, e obedecem as pausas térmicas.

O giro *freezer* é um equipamento que funciona a partir do abastecimento de sua esteira, o sistema de refrigeração por amônia é capaz de congelar os produtos num período de uma hora a uma temperatura inferior a -12 C° . Têm um painel de controle com automação de baixa complexidade. O produto originado desse congelamento é um pacote de um ou três quilos que podem ser consumidos individualmente devido a forma como foram congelados. A Fotografia 9 mostra um giro *freezer*.

Fotografia 9 - Giro *freezer*



Fonte: o Autor, (2017).

Este equipamento fica enclausurado por isopainel para que sua temperatura não se dissipe e não prejudique os funcionários. Para seu bom funcionamento o

operador deve checar algumas tarefas, são elas:

- Checar a higienização do equipamento;
- Verificar se as correntes tratoras estão posicionadas corretamente;
- Checar a esteira para certificar que estar no trilho corretamente;
- Ligar o equipamento quinze minutos antes das atividades da sala de corte;
- Iniciar o processo em uma velocidade menor.

Para trabalhar neste equipamento o funcionário deve usar os EPI's exigidos e são: calça, camisa de manga comprida, touca, bota, luvas de algodão e plástica e protetor auricular. Os funcionários recebem treinamento de segurança, previsto para este equipamento. E obedecem as pausas térmicas.

Embaladora Individual, equipamento composto por esteira de copos para transporte, funil, suporte para filmes, específicos e uma embaladora termoplástica. Este equipamento tem um nível baixo de automação. A esteira é abastecida e leva os produtos para o funil, onde os produtos caem no filme, o produto puxa o filme para a mordança, para serem selados. O Produto originado são pacotes individuais, e embalados em caixas de dezoito quilos. Este é um produto com pouca manipulação, entretanto, de baixo valor agregado. A exibição desse produto nos supermercado é considerada crítica, por se tratar de produto popular, isto traz uma preocupação com a selagem das embalagens. A Fotografia 10 mostra a embaladora individual.

Fotografia 10 - Embaladora Individual.



Fonte: o Autor

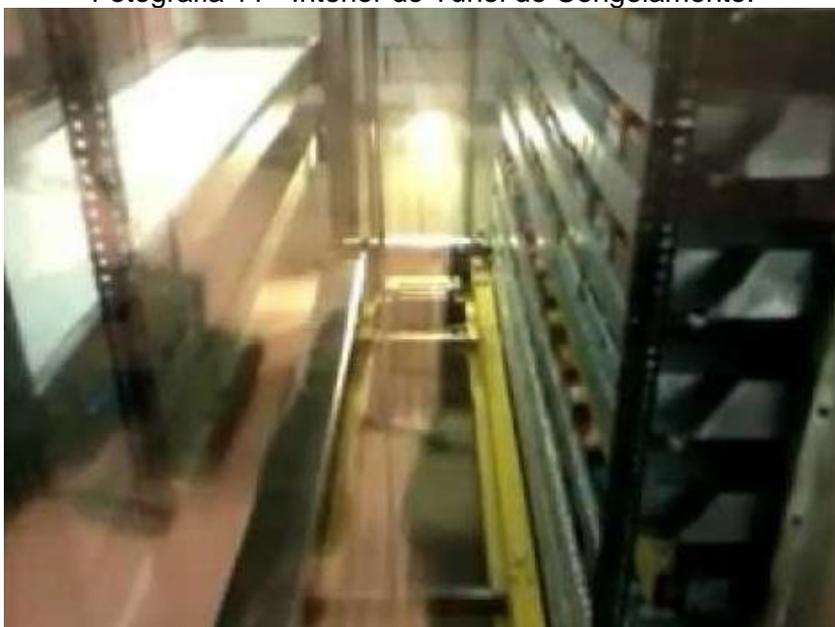
A Embaladora individual é um equipamento simples e para seu bom funcionamento o operador precisa realizar as seguintes tarefas:

- Alterar a data, e checar as mordanças;
- Verificar as resistências;
- Ajustar o tempo da máquina;
- Ajustar o filme.

Os EPIs usados pelo operador são: calça, camisa de manga comprida, touca, bota, luvas de algodão e protetor auricular. Os funcionários recebem treinamento de segurança previsto para este equipamento. E obedecem as pausas térmicas.

Todos os produtos são encaminhados para o Túnel de congelamento, figura 25, com exceção dos produtos originados do giro freezer. Seu funcionamento é contínuo e realiza congelamento a -32°C . Possui um elevador que faz a movimentação das gavetas em níveis. As caixas de produtos entram no túnel através do empurrador, ao encher uma gaveta o operador destina para o nível em que a retenção foi suficiente para congelar o produto.

Fotografia 11 - Interior do Túnel de Congelamento.



Fonte: o Autor, (2017).

Esse equipamento tem uma grande complexidade e automação mais elaborada. Seu operador tem como tarefa:

- Verificar as portas do túnel, fechada ou não;
- Checar as temperaturas do túnel;
- Ajustar os sensores;
- Checar as temperaturas dos produtos;
- Colocar o túnel para funcionar.

Este equipamento tem um risco alto, e o treinamento para o operador é revisado a cada dois meses, os EPIs são: bota, camisa, calças, toucas, luvas térmicas, blusões e capacete.

É importante falar que a entrada no túnel de congelamento não é permitida. E quando acontece uma necessidade e não pode ser evitado, a presença da supervisão é obrigatória.

A Seladora de caixas, o último equipamento a ser utilizado antes dos produtos já encaixotados seguem para a câmara de estocagem. É composto, por uma esteira, dois suportes para filme (um em cima e outro embaixo) e um túnel térmico que serve para encolher o filme. As caixas passam pelos filmes que as envolvem e depois são cortados e selados. Depois aquecidos para ajusta-se as caixas.

As tarefas realizadas por seu operador são:

- Colocar os filmes e checar suas dimensões;
- Checar o funcionamento das esteiras;
- Verificar as resistências do túnel de encolhimento;

Equipamento simples com baixo nível de automação, os EPIs usados pelo seu operador são: calça, bota, camisa, blusões, toucas e luvas térmicas.

3.4 APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE PESQUISA OPERACIONAL.

Para a dissertação em análise o modelo de programação linear é representado por uma função de produção em que seu objetivo é maximizar UEP (índice gerado pelo método de custeio por esforço de produção). Como a fábrica apresenta limitações, restrições técnicas, foi considerado dois tipos restrições uma relacionada à matéria prima, e a segunda à capacidade das linhas de produção (bandeja, iqf, pacote, individual). Além disso, deve-se considerar a restrição de não negatividade.

Função objetivo:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } Z = & 9,74X_1 + 8,11X_2 + 8,29X_3 + 8,29X_4 + 8,78X_5 + 8,6X_6 + 7,24X_7 \\
 & + 3,2X_8 + 6,1X_9 + 5,71X_{10} + 10,04X_{11} + 7,7X_{12} + 9,27X_{13} \\
 & + 8,48X_{14} + 7,96X_{15} + 6,76X_{16} + 10,47X_{17} + 6,6X_{18} + 7,4X_{19} \\
 & + 6,44X_{20} + 3,17X_{21} + 5,72X_{22} + 5,97X_{23} + 5,72X_{24} + 7,1X_{25}
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

Sendo:

X_1 = peito bandeja

X_2 = sassami bandeja

X_3 = sobrecoxa bandeja

X_4 = coxa bandeja

X_5 = asa inteira bandeja

X_6 = coxinha da asa bandeja

X_7 = meio da asa bandeja

X_8 = fígado bandeja

X_9 = moela bandeja

X_{10} = coração bandeja

X_{11} = peito iqf

X_{12} = sassamiiqf

X_{13} = sobrecoxa iqf

X_{14} = coxaiqf

X_{15} = coxinha da asa iqf

X_{16} = meio da asa iqf

X_{17} = peito pacote

X_{18} = sassami pacote

X_{19} = coxinha da asa pacote

X_{20} = meio da asa pacote

X_{21} = fígado pacote

X_{22} = moela pacote

X_{23} = coração pacote

X_{24} = peito com osso

X_{25} = perna com osso

Sujeito às restrições de:

Matéria-prima:

$$X_1 + X_{11} + X_{17} \leq 1540 \quad (17)$$

$$X_2 + X_{12} + X_{18} \leq 340 \quad (18)$$

$$X_{25} \leq 1115 \quad (19)$$

$$X_4 + X_{14} \leq 468 \quad (20)$$

$$X_3 + X_{13} \leq 648 \quad (21)$$

$$X_5 \leq 67 \quad (22)$$

$$X_6 + X_{15} + X_{19} \leq 361 \quad (23)$$

$$X_7 + X_{16} + X_{20} \leq 222 \quad (24)$$

$$X_8 + X_{21} \leq 171 \quad (25)$$

$$X_9 + X_{22} \leq 88 \quad (26)$$

$$X_{10} + X_{23} \leq 107 \quad (27)$$

A capacidade da linha de produção:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \leq 3000 \quad (28)$$

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} \leq 700 \quad (29)$$

$$X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} \leq 700 \quad (30)$$

$$X_{24} + X_{25} \leq 3000 \quad (31)$$

Não negatividade:

$$X_i \geq 0, \text{ para qualquer valor de } i.$$

A partir da determinação da função que objetiva a melhoria da produtividade passou-se a estudar as interferências que provocam paradas de produção. Os pontos considerados foram os equipamentos da área limpa descrito anteriormente, pois passou a serem considerados gargalos de produção. Os resultados do estudo usando as técnicas do SPAR-H, para a operação, e a estatística distribuição *Weibull*, para as paradas de equipamento por quebra ou falha.

3.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DO SPAR - H

A partir da análise dos postos de trabalho e por opiniões dos especialistas, obtiveram-se os PSF's descritos no quadro 03, para as tarefas de iniciar a operação dos equipamentos (*Chiller*, Embaladora de bandejas, Giro *freezer*, Embaladora Individual, Túnel de congelamento e Seladora de Caixas).

Quadro 3 - Quadro de PSFs.

| Quadro PSF para HEP 1 | | Quadro PSF para HEP 2 | |
|---------------------------|-----|---------------------------|-----|
| Tempo disponível | 1 | Tempo disponível | 1 |
| Estresse | 2 | Estresse | 2 |
| Complexidade da tarefa | 1 | Complexidade da tarefa | 1 |
| Treinamento / Experiência | 1 | Treinamento / Experiência | 3 |
| Procedimentos | 1 | Procedimentos | 0,5 |
| Ergonomia | 1 | Ergonomia | 1 |
| Aptidão ao trabalho | 1 | Aptidão ao trabalho | 1 |
| Relações de trabalho | 0,5 | Relações de trabalho | 5 |
| Quadro PSF para HEP 3 | | Quadro PSF para HEP 4 | |
| Tempo disponível | 1 | Tempo disponível | 10 |
| Estresse | 2 | Estresse | 2 |
| Complexidade da tarefa | 1 | Complexidade da tarefa | 1 |
| Treinamento / Experiência | 3 | Treinamento / Experiência | 1 |
| Procedimentos | 1 | Procedimentos | 1 |
| Ergonomia | 1 | Ergonomia | 50 |
| Aptidão ao trabalho | 1 | Aptidão ao trabalho | 1 |
| Relações de trabalho | 5 | Relações de trabalho | 5 |
| Quadro PSF para HEP 5 | | Quadro PSF para HEP 6 | |
| Tempo disponível | 0,1 | Tempo disponível | 1 |
| Estresse | 2 | Estresse | 1 |
| Complexidade da tarefa | 2 | Complexidade da tarefa | 1 |
| Treinamento / Experiência | 1 | Treinamento / Experiência | 1 |
| Procedimentos | 1 | Procedimentos | 5 |
| Ergonomia | 1 | Ergonomia | 1 |
| Aptidão ao trabalho | 1 | Aptidão ao trabalho | 1 |
| Relações de trabalho | 1 | Relações de trabalho | 1 |

Fonte: Elaboração própria adaptado de Calixto et al. (2011).

Critério adotado: para tarefas que sejam necessárias habilidades cognitivas as taxas de falhas adotadas foram: 0,01 para diagnóstico e 0,001 para ação e os valores dos PSFs da Tabela 1. A confiabilidade humana obtida usando o método do SPAR – H, para as atividades de acionar os equipamentos foram:

PSF 1 – Acionar o Chiller

$$HEP_{\text{Diag}} = \frac{0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,5)}{((0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,5)) - 1) + 1} = 0,01 \quad (32)$$

$$HEP_{\text{Ação}} = \frac{0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,5)}{((0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,5)) - 1) + 1} = 0,001 \quad (33)$$

$$HEP = HEP_{\text{Diag}} + HEP_{\text{DiAção}} = 0,011 \quad (34)$$

PSF 2 – Acionar Embaladora de Bandejas

$$HEP_{\text{Diag}} = \frac{0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,132379 \quad (35)$$

$$HEP_{\text{Ação}} = \frac{0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,013158 \quad (36)$$

$$HEP = HEP_{Diag} + HEP_{DiAção} = 0,144737 \quad (37)$$

Acionar o Giro freezer:

$$HEP_{Diag} = \frac{0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,232558 \quad (38)$$

$$HEP_{Ação} = \frac{0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,029155 \quad (39)$$

$$HEP = HEP_{Diag} + HEP_{DiAção} = 0,26173 \quad (40)$$

Acionar a Embaladora Individual:

$$HEP_{Diag} = \frac{0,01 \times (10 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 50 \times 1 \times 5)}{((0,01 \times (10 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 50 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,980584 \quad (41)$$

$$HEP_{Ação} = \frac{0,001 \times (10 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 50 \times 1 \times 5)}{((0,001 \times (10 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 50 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,833472 \quad (42)$$

$$HEP = HEP_{Diag} + HEP_{DiAção} = 181,4056 \quad (43)$$

Acionar o Túnel de congelamento:

$$HEP_{Diag} = \frac{0,01 \times (0,1 \times 2 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1)}{((0,01 \times (0,1 \times 2 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1)) - 1) + 1} = 0,00424 \quad (44)$$

$$HEP_{Ação} = \frac{0,001 \times (0,1 \times 2 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1)}{((0,001 \times (0,1 \times 2 \times 2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1)) - 1) + 1} = 0,0004 \quad (45)$$

$$HEP = HEP_{Diag} + HEP_{DiAção} = 0,00424 \quad (46)$$

Acionar a Seladora de Caixas:

$$HEP_{Diag} = \frac{0,01 \times (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5 \times 1 \times 1 \times 1)}{((0,01 \times (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5 \times 1 \times 1 \times 1)) - 1) + 1} = 0,048077 \quad (47)$$

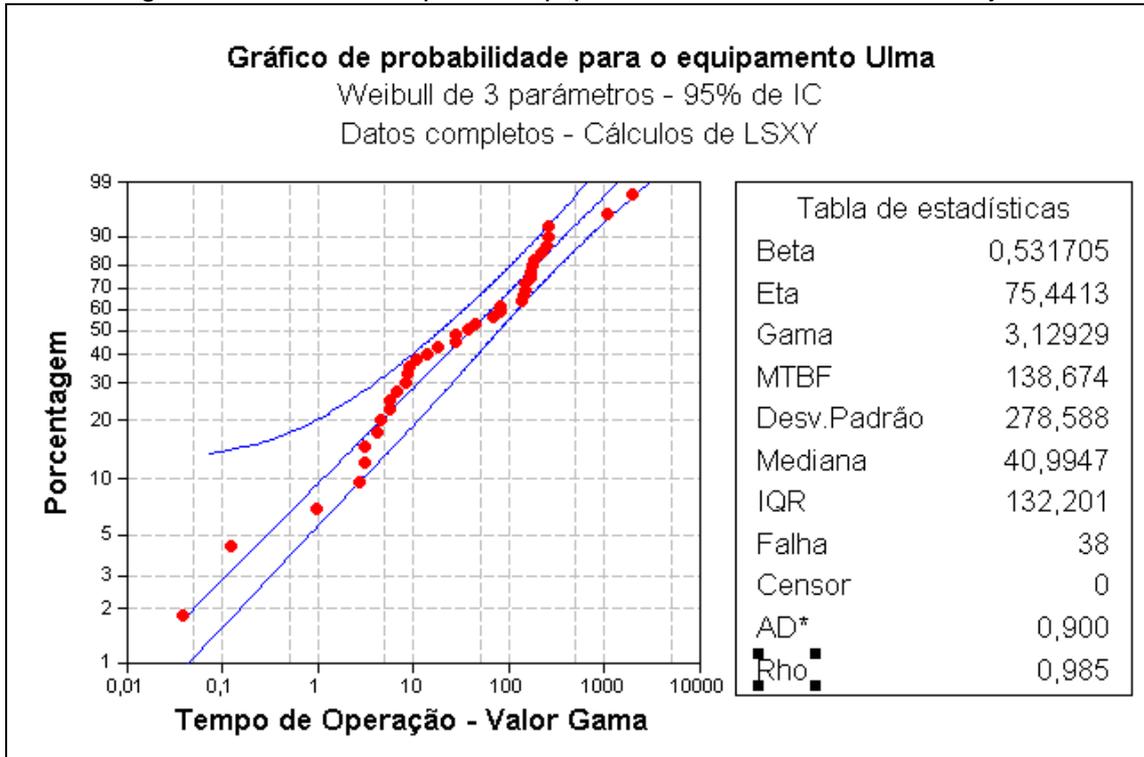
$$HEP_{Ação} = \frac{0,001 \times (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5 \times 1 \times 1 \times 1)}{((0,001 \times (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5 \times 1 \times 1 \times 1)) - 1) + 1} = 0,004808 \quad (48)$$

$$HEP = HEP_{Diag} + HEP_{DiAção} = 0,052885 \quad (49)$$

3.5 APLICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE WEIBULL

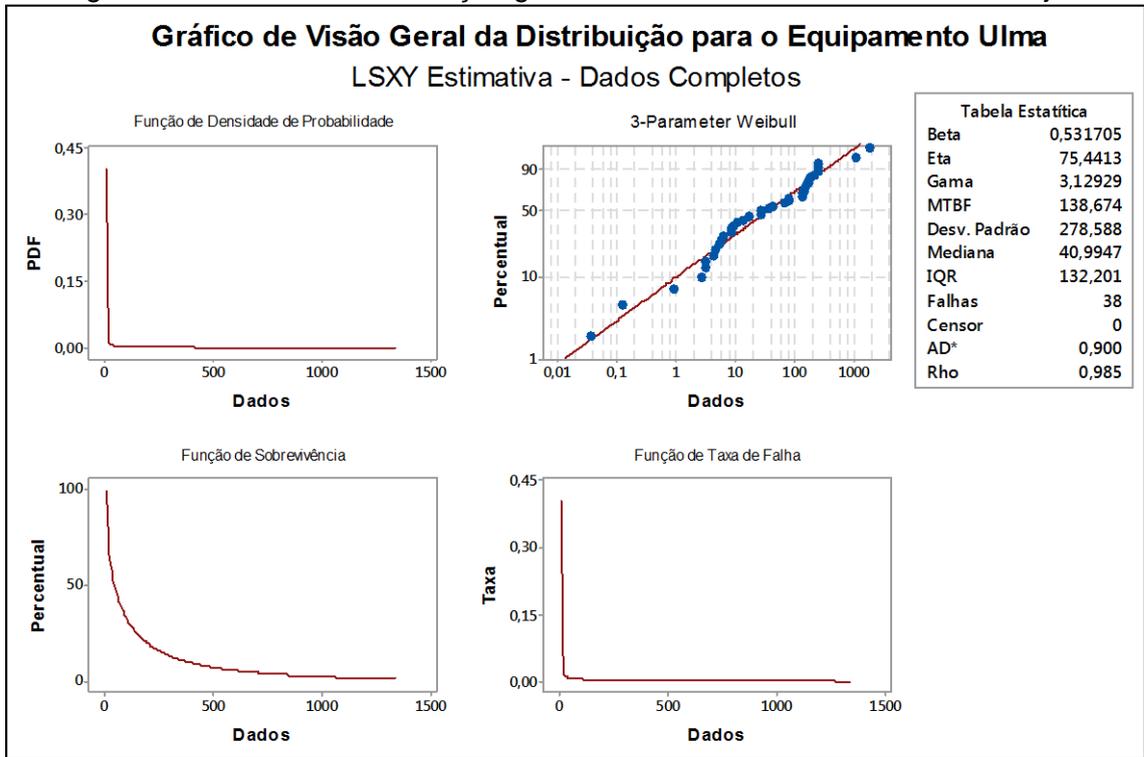
Usada largamente para analisar dados de campo ou ensaio, segundo Lafraia (2001) a análise de *Weibull* é um método que possibilita estudos das falhas dos componentes e ou equipamentos. Além de permitir representar falhas típicas de partida, falhas aleatórias e falhas devido ao desgaste, obter parâmetros significativos da configuração das falhas com poucas observações. Através de um Software Estatístico (Figura 15 e Figura 16), os dados de paradas de equipamentos foram tratados.

Figura 15 - Resultados para o Equipamento Embaladora de Bandejas.



Fonte: Software Estatístico, o Autor (2017).

Figura 16 - Gráfico de distribuição geral de *Weibull* – embaladora de bandejas.



Fonte: Software Estatístico, o Autor (2017).

Os resultados encontrados com a utilização do Software Estatístico e aplicando a distribuição *Weibull* três parâmetros estão descritos na Tabela 3e no

anexo I estão as estimativas dos equipamentos.

Tabela 3 - Resultados da aplicação da distribuição *Weibull* três parâmetros.

| | Embaladora | | Giro frizeer | Ebaladora | | Seladora |
|---------------------|-------------|-------------|--------------|------------|-----------------------|----------|
| | Pré-chiller | de Bandejas | | Individual | Túnel de Congelamento | |
| β | 0,42 | 0,53 | 0,98 | 0,56 | 0,54 | 4,36 |
| η | 345,44 | 75,44 | 2.099,03 | 230,05 | 190,15 | 1.011,12 |
| MTBF | 1.731,65 | 138,67 | 2.370,32 | 380,80 | 340,43 | 343,03 |
| Gama | 743,43 | 3,13 | 251,15 | 2,51 | 11,03 | -578,00 |
| Rho | 0,99 | 0,99 | 0,97 | 0,99 | 0,98 | 0,96 |
| Desvio Padrão | 2.829,19 | 278,59 | 2.166,39 | 721,37 | 656,88 | 238,99 |
| Log-verossimilhança | -69,10 | -208,39 | -257,71 | -118,07 | -120,66 | -109,74 |
| Lim Inferior | 761,66 | 10,37 | 838,53 | 27,65 | 30,28 | 181,80 |
| Lim Superior | 1.490,44 | 142,57 | 3.182,21 | 413,55 | 357,69 | 511,78 |
| Mediana | 888,82 | 40,99 | 1.694,29 | 122,46 | 107,96 | 351,60 |
| N | 10,00 | 38,00 | 30,00 | 18,00 | 19,00 | 16,00 |
| IQR | 728,78 | 132,20 | 2.343,69 | 385,89 | 327,42 | 329,98 |

Fonte: o Autor, (2017).

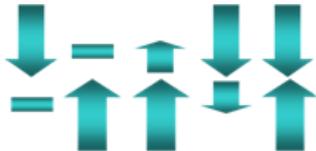
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo teve início pela necessidade de reversão da situação de prejuízo em que a unidade processadora de frangos registra como histórico. A obtenção da função de produção foi o ponto de partida.

Com a definição do mix de produtos com valor agregado maior, produtos com média de preço de R\$ 2,70 para aproximadamente R\$ 5,00, cerca de 46% a mais. A unidade apresenta uma melhor condição de sustentabilidade.

O conceito da metodologia de custeio por UEP, sintetizado na Figura 17, diz que quando se produz mais UEPs e diminui o Custo de Transformação com a mesma proporção tem-se o melhor resultado. A função de produção obtida trouxe, como resultado, um aumento de 7% na produção acumula do índice de UEP. Isto significa melhoria de processo e conseqüentemente redução na tarifa de UEP.

Figura 17 - Premissa do Método de Custeio por UEP

$$\text{Valor da UEP} = \frac{\text{Custo de Transformação}}{\text{UEPs Produzidas}}$$


Fonte: Adaptado de Fernandes e Allora (2009)

A alteração fez surgir novos gargalos de processo na área limpa e uma intensificação nas paradas de produção. A aplicação do método do SPAR-H identificou a probabilidade de erro humano na atividade de acionar os equipamentos críticos.

Os equipamentos que apresentaram as maiores probabilidade de erro humano foram: embaladora de bandejas com 14,47%, giro freezer com 26,17% e embaladora individual com 181%. Isto demonstra a falta de qualificação dos operadores e o não cumprimento dos procedimentos de operação destes. Os dois primeiros têm suas produções voltadas para os itens de maior valor agregado e, portanto a importância das falhas se eleva. O terceiro teve uma probabilidade erro humano muito alto, como a quantidade de produtos que passam por esse equipamento é muito grande, isto traz um estado de alerta constante.

O pré *chiller*, o túnel de congelamento e a seladora apresentaram probabilidades de falha humana em 1,1%, 0,42% e 5,28% respectivamente. Estes equipamentos possuem uma característica comum, ou seja, estão em linha contínua

e suas paradas levam a altas perdas e pode se observar a probabilidade da seladora merece destaque.

A função de taxa de falha demonstra a probabilidade de ocorrer um problema ao longo do tempo, quando ocorre sua diminuição indica que as ocorrências são no início, ou seja, falhas pré-maturas na Figura 16 é observada que a embaladora de bandejas apresenta sua taxa decrescente confirmada pelo seu $\beta < 1$.

A função de sobrevivência mostra a probabilidade de um item sobreviver até um determinado momento. Portanto, o gráfico de sobrevivência mostra a confiabilidade do produto ao longo do tempo. A embaladora de bandejas teve sua confiabilidade estimada em três horas.

A função de densidade informa a probabilidade relativa na qual o produto falhará no intervalo de tempo. Sendo η o período em que 63% das falhas ocorreram, a estimativa para a embaladora de bandejas foi: a maioria de suas falhas ocorreram em 75 h, a confiabilidade estimada de 3 h. e a disponibilidade do equipamento é de 138 h. Os gráficos dos outro equipamento podem ser observados no Anexo II.

O giro freezer com seu β muito próximo de um apresentando falhas constantes e como possível causa inesperada por uso inadequado de material em sua manutenção. Com um η de 2099 h e uma disponibilidade de 2.370 sua confiabilidade é de 251 h.

Já a embaladora individual teve o $\beta < 1$ indicando que possui falha prematura, o η é de 230 h e disponibilidade de 380 h. A confiabilidade deste equipamento encontrada é de 2 h mostrando no seu conjunto, o sucateamento do equipamento.

O pré chiller apresentou o $\beta < 1$ que indica falha prematura, ausência de manutenção preventiva, o η indicando que 63,3% das falhas ocorrem até 345 h e tem uma confiabilidade de 743 h. A disponibilidade do equipamento é de 1731 h.

O túnel de congelamento com o $\beta < 1$ indicando falha prematura, o η encontrado foi de 190 h a disponibilidade 340 h e uma confiabilidade de 11 h. Os dados mostram falta de mão de obra especializada para o equipamento na manutenção, ausência de preventiva e uso de material não adequado.

A seladora mostra um $\beta > 1$ mostrando uma falha por desgaste, deterioração mecânica e elétrica, equipamento exposto a umidade e ao frio, manutenção preventiva ausente é outro fator. O η de 1011 h e disponibilidade de 343 junto a uma confiabilidade ausente, mostra que o equipamento pode falhar a qualquer momento.

O Rho, coeficiente de correlação mede o quanto uma variável muda com a variação da outra e quanto mais próximo a um melhor, os resultados obtidos apresentam um ótimo ajuste. Os valores dos testes log-verossimilhança tem valores que indicam um bom ajuste para a distribuição usada.

Os limites inferiores, o primeiro quartil, onde 25% das amostras têm valores menores ou iguais ao valor indicado, ou seja, vinte e cinco por cento das falhas estarão dentro deste intervalo de tempo. Já os limites superiores, terceiro quartil estão os 75% amostras iguais ou inferiores, e a amplitude interquartílica ultrapassa 50% dos valores. Estes apresentam uma diferença muito grande entre os limites indicando a necessidade de estudo entre os extremos e determinar uma melhor política de manutenção.

Os resultados acima citados mostram que as principais falhas ocorrem nos equipamentos: embaladora de bandeja, giro *freezer* e embaladora de individual. Estes são os mais exigidos durante o processo, pois todo o processamento de produtos passa por eles. A cada parada os produtos são desviados para outra linha distanciando do cumprimento do plano de produção gerado pela função objetivo.

O túnel de congelamento e a seladora são equipamentos que suas falhas causam um impacto muito grande, pois o processo de abate pode ser interrompido caso não seja resolvido a tempo de não infringir as regras do HACCP.

O pré *chiller* é o mais crítico de todos, sua parada implica em parada imediata do abate e todo o produto dentro dele será submetido a avaliação do SIF. E os que ficaram pendurados na evisceração serão encaminhados a fábrica de farinha.

É importante insistir na realização do plano gerado pela função objetivo, entendendo com isso, ajustar os procedimentos, treinar o pessoal, alterar as máquinas para garantir a produção. A produção diária é aproximadamente 205 tons de produto acabado, comparando com o valor médio anterior e considerando produção vendida, estima-se cerca de R\$ 470.000,00 a mais no faturamento diário.

Além do não cumprimento do planejado existe perdas de rendimento e produtos que sofrem agressão por ficar parado. Outro fator a ser observado é a necessidade da realização de horas extras semanais, em torno de R\$12.000,00 para o processo e R\$ 6.000,00 de manutenção. Ocorre também o aumento no consumo de água e energia. Além dos sábados com horas extras 100% do valor da hora do dia normal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atender as expectativas dos clientes, cuidar da segurança dos funcionários e do meio ambiente são condições para que os produtos de uma empresa sejam aceitos. A competição global entre as organizações leva a busca incessante pela eficiência. As inovações tecnológicas têm mudado as relações de trabalho que antes eram instáveis assumem uma condição dinâmica e desafiadora.

A unidade de abate e processamento de frango está inserida no interior da Bahia, distante dos centros tradicionais de produção de frango do país. Detentora de um histórico de prejuízo mensal elevado. Seus custos de matéria prima e insumos são elevados. Seu mix de produção baseado em frango inteiro e cortes, de valor pouco agregado, isto, produziu estoques altos e pouca flexibilidade perante as variações de mercado.

A quantidade de mão de obra disponível, homens e mulheres, na região atende a necessidade. Entretanto, vale ressaltar, em sua maioria originária da região em torno do frigorífico, com alto grau de parentesco. As constantes mudanças na sua gestão, totalizando cinco alterações de controladores, em quinze anos de existência, contribuíram na formação de um clima de incerteza e tensão.

Os objetivos gerais e específicos deste trabalho foram respectivamente: Gerar uma condição de regime normal de operação na unidade processadora de aves estudada, através um mix de produção mais rentável e evitado as paradas de produção inesperadas. E, definir melhor mix de produção, mensurar quanto os fatores humanos interfere na produção, determinar a confiabilidade dos equipamentos considerados críticos.

A Pesquisa Operacional foi usada para gerar uma função que otimiza - se o processo usado como restrições as capacidades de produção de cada equipamento, matéria prima disponível e o índice UEP de cada produto. Equação 16 na página 59.

A função encontrada otimizou em 7% a quantidade de UEP produzida. Com a alteração do mix de produção, passou - se a fazer produtos com valor agregado melhor, cerca de 46% a mais, podendo gerar um aumento de faturamento diário em R\$ 400.000,00.

A conjuntura atual é produzir com eficiência, qualidade e segurança. Uma variável importante, o erro humano, aparece inclusa neste cenário e que deve ser

considerada. E faz parte do objetivo deste trabalho identificar a probabilidade de interferência humana. Os valores encontrados foram: pré – chiller 1,1%, embaladora de Bandeja 14,47%, giro *frezeer* 26,17%, embaladora individual 181%, túnel de congelamento 0,42% e seladora de caixas 5,28%.

Os resultados acima mostram diferentes probabilidades de erro humano. Isto aponta para o entendimento dos postos de trabalho e procedimentos de execução das tarefas. Alguns aspectos devem ser levados em considerações, a exemplo de: Complexidade da tarefa e níveis de treinamento.

As confiabilidades dos equipamentos foram definidas conforme os resultados apontados após a aplicação da distribuição Weibull e indicaram a ausência de uma política de manutenção preventiva.

Os equipamentos mais exigidos no processo a embaladora de bandeja, o giro *frezeer* e a embaladora individual tiveram suas confiabilidades baixas. Outro aspecto a serem citados é o tempo de disponibilidade dos equipamentos, o MTBF, que ao confrontar com os valores do η e os limites superiores e inferiores percebe-se que a probabilidade de parada é alta.

Os equipamentos citados acima são usados nas tarefas de finalização do produto na sala de corte. Com a parada destes, existe o aumento de produtos inacabados e perdas de processo.

Os valores dos β s demonstram em sua maioria que ocorrem paradas por falhas prematuras. As possíveis causas: conserto feito com baixa qualidade com material não especificado, equipe de manutenção desqualificada e desmotivada. Apenas um equipamento por desgaste que foi a seladora que juntamente com o pré – chiller e o túnel de congelamento tem impacto graves e geram parada de abate.

Identificado os fatores que interfere no processo, ações poderão ser tomadas para que a otimização seja alcançada trazendo uma melhoria no regime normal de operações da unidade, ou seja, diante do cenário exposto acima: para reverter a condição de prejuízo mensal elevado, paradas constantes de processo deve – se tomar como base os valores das interferências humanas e dos equipamentos, traçar ações planos de treinamentos que seja entendidos e aceitos pelos operadores. Buscar uma política de manutenção que possa oferecer uma maior disponibilidade dos equipamentos. Isto dará condições para que o plano de produção gerado a partir da função otimizada seja cumprido e gerar um melhor resultado financeiro.

A realização deste trabalho foi bastante significativa, pois apresentaram dados que esclareceram algumas situações e revelaram outras, quebrando paradigmas estabelecidos diante da conjuntura estudada.

A partir do estudo das confiabilidades dos equipamentos surgiram situações que poderiam ser exploradas, a exemplo a aplicação do SPAR-H para a equipe de manutenção e estudar as probabilidades de erro humano.

Um estudo envolvendo uma análise dos limites superiores e inferiores para construir estratégias de manutenção de modo que venham a reduzir os extremos das probabilidades de parada e permitam melhor confiança. Fazer um trabalho de cruzamento de taxas de falhas e reparo para identificar os erros de equipe de manutenção.

Trabalhar os custos de manutenção a partir dos dados de probabilidade de falha gerando um planejamento de recursos (orçamento) mais adequado a realidade da unidade estudada. E também saber o quanto se pode ganhar com a melhoria da disponibilidade de equipamento.

Acreditando que as idéias podem ajudar a um entendimento melhor dos fenômenos que aumentam a probabilidade de falha, fica a oportunidade de estudo apontada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. N. G. D.; ÁVILA, S. F. Assessment of Reliability and Risk at Dynamic Systems: A. **11th Global Congress on Process Safety**, Hilton, 26 a 29 Abril 2015. Disponível em: <<https://www.aiche.org/ccps/conferences/global-congress-on-process-safety/2015>>. Acesso em: 21 janeiro 2017.

AMARO, R. **A influencia dos fatores humanos na utilização dos procedimento operacionais em uma empresa petroquímica**. Salvador: PEI - Programa de Pós Graduação em ENgenharia Industrial de Universidade federal da Bahia, 2014.

ÁVILA, S. et al. Análise de Falha na Tarefa, fases de identificação, execução e análise. **XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Química e IV Congresso de Termodinâmica Aplicada**, Recife, Setembro 2008.

ÁVILA, S. F. Risco na Plataforma: Diretrizes sócio-humanas evitando acidentes e alterações na produção de petróleo. **Revista Proteção**, São paulo, p. 70 a 79, Agosto 2013. Disponível em: <<http://www.protecao.com.br/edicoes/8/2013/AAyJ>>. Acesso em: 15 Janeiro 2017.

_____, S. F. **Gestão de Risco e Prevenção de Perdas e Processo: aolicação prática e medição**. UFBA. Salvador, p. 8. Nota de aula. 2016.

_____, S. F. et al. Influência da Cultura Brasileira no Comportamento do Trabalhador e na Disciplina Operacional. **Congresso Internacional PSAM Topical Meething/ABRISCO 2015**, Rio de Janeiro, Novembro 2015.

BIASIO, R.; MONEGO, G. C. Método de Custeio por Uniddade de Esforço de produção - UEP - um excelente sistema para gerenciamento da produção. **IX Congresso Internacional de Custos**, Florianópolis, 28 a 30 Novembro 2005.

BORGES, F. M.; MENEGON, N. L. Fator humano: confiabilidade às instabilidades do sistema de produção. **Revista Gepros - Gestão da Produção, Operações de Sistemas**, Bauru, p. 37 a 48, 5 Outubro 2009. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/848/279>>. Acesso em: 2 Fevereiro 2017.

BORNIA, A. C. A utilização do método da unidade de esforço de produção na quantificação das perdas internas da empresa. **IV Congresso Internacional de Custos, UNICAMP.**, 16 a 20 Outubro 1995. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=43&opt=1&lg=pt_BR>. Acesso em: 20 novembro 2016.

_____, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. Porto Alegre: Atlas, 2010.

CAIXETA, J. **Pesquisa Operacional**. 2º. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CALIXTO, E. et al. Comparação entre diferentes métodos de análise de confiabilidade humana: Estudo de casa da análise de confiabilidade humana da partida do turbogerador. **VII Congresso Nacional de excelência em gestão**, Rio de Janeiro, 12 e 13 agosto 2011.

CORBETT, T. N. **Contabilidade de Ganho: a nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das restrições**. 1º. ed. São paulo: Nobel, 1997.

CORRAR, L. J.; THEÓFILO, C. R. **PESQUISA OPERACIONAL para Decisão em Contabilidade e Administração**. 2º. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRÊA, M. L.; DANDARO, F.; MORAES, F. F. Gestão da cultura do comportamento organizacional para o desenvolvimento regional. **Revista Eletrônica "Diagnóstico Acadêmico"**, julho a dezembro 2013. Disponível em: <http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170627111730.pdf>. Acesso em: 17 abril 2017.

COX, D. R.; OAKES, D. **Analysis of Survival Data**. London: CHAPMAN & HALL/CRC, 1984.

FERNANDES, L. G. G. et al. CONTRIBUIÇÃO DE JAMES REASON PARA A SEGURANÇA DO PACIENTE: REFLEXÃO PARA A PRÁTICA DE ENFERMAGEM. **Rev enferm UFPE on line**, Recife, Julho 2014. Disponível em: <<file:///C:/Users/Itautec/Downloads/6217-59836-1-PB.pdf>>. Acesso em: 12 Abril 2016.

FERNANDES, L.; ALLORA, V. Método unidade de esforço da prestação de serviços (UEPS): uma estimativa de custos para o transporte escolar rural. **XVI Congresso Brasileiro de Custos – Fortaleza - Ceará, Brasil, 03 a 05 de novembro de 2009**, 03 a 05 novembro 2009. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/397226_2a201628d3a74ac39dca809b041562ec.pdf>. Acesso em: 18 Abril 2016.

FRENCH, S. et al. Human Reliability Analysis. **Safety Science**, 6 Julho 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/251614900_Human_reliability_analysis_A_critique_and_review_for_managers>. Acesso em: 22 janeiro 2017.

GERTMAN, D. et al. The SPAR-H Human Reliability Analysis Method - NUREG/CR-6883. **U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Regulatory Research**, aGOSTO 2005. Disponível em: <<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr6883/cr6883.pdf>>. Acesso em: 12 ABRIL 2016.

GOLDRATT, E. M.; COX., J. **A Meta**. 2º. ed. São Paulo: Nobel, 2004.

GOMES, E. B. P. CULTURA ORGANIZACIONA. **Cultura Org**, 7 junho 2011. Disponível em: <<http://culturaorgadm.blogspot.com.br/2011/06/estudo-de-caso-eduardo-braz-pereira.html>>. Acesso em: 12 abril 2016.

GUERREIRO, R. Os Princípios da Teoria das Restrições Sob a ótica da Mensuração Econômica. **scientific Electronic Library Online**, Janeiro 1996. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/cest/n13/n13a03>. Acesso em: 4 Novembro 2016.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Tradução de AMGH Editora Ltda. Porto Alegre: McGraw-Hill, v. 9, 2013.

HOLANDA, S. B. D. **RAIZES DO BRASIL**. 26º. ed. São paulo: Companhia das Letras, 1995.

JOB, F. P. P. Os Sentidos do trabalho e a importância da resiliência nas organizações. **Biblioteca Digital FGV**, 2003. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2535/71441.PDF?sequence>>. Acesso em: 16 fevereiro 2016.

KAUARK, F. D. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da Pesquisa**. 1. ed. Itabuna: Via Literarum, v. 1, 2010.

KIRWAM, B.; AINSWORT, L. K. **A guide to Task analusis**. London: Taylor & Francis, 1992.

KLIEMANN, F. J. N. Gerenciamento e Controle da Produção Pelo Método de Esforço de Produção. **I Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos**, São Leopoldo, 20 a 23 Novembro 1994.

KUNH, P. D.; FRANCISCO, A. C. D.; KOVALESKI, J. L. Aplicação e Utilização do Método de Custeio UEP para Análise e como Ferramenta para o Aumento da competitividade. **Revista Produção On Line**, Jul/Set 2011. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/664/817>>. Acesso em: 20 Novembro 2016.

LAFFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. 4^o Reimpressão. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2001.

_____, J. R. B. Noções sobre Confiabilidade. **Departamento de Engenharia Elétrica UFRN DEE**, 2011. Disponível em: <<http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/13%20-%20Cap%EDtulo%2011>>. Acesso em: 3 Dezembro 2016.

LORENZO, D. K. A Manager's Guide to Reducing Human Errors: Improving Human Performance, FEVEREIRO 2001. Disponível em: <https://ilxcloud.s3.amazonaws.com/peer_resources/API%20PUBL%20770%20Reducing%20Human%20Errors%20%281%29.pdf>. Acesso em: 12 ABRI 2016.

OLIVEIRA, R. J. D. Teoria das Restrições – Novos conceitos ou nova roupagem de antigos? **IX Congresso Internacional de Custos**, Florianópolis, 28 a 30 Novembro 2005.

OLIVEIRA, S. E. D.; ALLORA, V.; SAKAMOTO, F. T. C. Utilização do Conjunta Do Método UP' (Unidade de Produção - UEP) Com o Dagrama de Pareto para identificar as Oportunidade de Melhoria dos Processos de Fabricação: um estudo na agroindustria de abate de frango. **Custos e Agronegócios on line**, julho a Dezembro 2006. Disponível em: <www.custoseagronegocioonline.com.br>. Acesso em: 10 Novembro 2016.

PERROW, C. **Complex organizations: a critical essay**. 3rd ed. ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

PIAZZA, G. **Introdução a engenharia de Confiabilidade**. Caxia do Sul: EDUCS - EDITORA DA UNIVERSIDAD, 2000.

PIRES, J. C. D. S.; MACÊDO, K. B. Cultura organizacional em organizações públicas no. **RAP**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 81 a 105, Janeiro 2006.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnica para análise de indústria e da concorrência**. Tradução de Maria de Pinto Braga. 1^o. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, v. 7^o, 2005.

RASMUSSEM, J. Risk management in a dynamic society: a modelling problem. **Safety Science**, Grã-Bretanha, v. 27, p. 183 a 213, 1997.

REASON, J. **Human Error**. 1^o. ed. New York: Copyrighted Material, 1990.

SAKAMOTO, F. T. C.; ALLORA, V.; OLIVEIRA, S. E. D. Melhoria Nas Ferramentas de Gestão: a Implantação daUP' - Unidade de Produção - Na Seara Alimentos S/A. **ENEGEP2001_TR110_0136.pdf**, Salvador, 17 a 19 outubro 2001.

SCHEIN, E. H. **Organizational Culture and Leadership**. 3^o. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2004. Disponível em: <<http://www.untag->

smd.ac.id/files/Perpustakaan_Digital_2/ORGANIZATIONAL%20CULTURE%20Organization%20Culture%20and%20Leadership,%203rd%20Edition.pdf>. Acesso em: 16 fevereiro 2016.

SOUZA, S. S. D.; LIMA, C. R. C. Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica. **ENEGEP 2003 - XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção**, Ouro Preto, 21 a 24 Outubro 2003.

STACANELLI, T. M. et al. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Aplicação da Programação Linear para Otimização da Produção em um Laticínio Localizado na Região de Minas Gerais**, 13 a 16 outubro 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_211_253_26834.pdf>. Acesso em: 4 novembro 2016.

TAVARES, L. A. Conceitos de Confiabilidade. **The e Magazine for the Reability Professional**, 21 out. 2005. Disponível em: <<http://www.san.uri.br/~ober/arquivos/disciplinas/tolerancia/apoio/weibull.pdf>>. Acesso em: 21 Dezembro 2016.

WERNKE, R. **Gestão de Custos - Uma Abordagem Prática**. 2º. ed. São Paulo: [s.n.], 2004. 33 p.

WOLF, R. et al. Utilização da programação linear associada à teoria das restrições na tomada de decisão na produção de uma indústria de fertilizantes. **Congresso Internacional de Administração: Gestão estratégica: inovação, tecnologia & sustentabilidade**, Ponta Grossa, set. 2010.

ZONATTO, V. C. D. S. et al. Aplicaçã do Método UEP (Unidade de Esforço de produção) na Determinação dos Custos de Reciclagem de Embalagens Plásticas. **Revista INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção**, Novembro 2010. Disponível em: <www.ingepro.com.br/publ_2010/Nov/316-920-1PB.pdf>. Acesso em: 6 Novembro 2016.

ANEXO I

Aspectos ergonômicos NR 12

12.94. As máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e mantidos com observância aos seguintes aspectos:

- a) atendimento da variabilidade das características antropométricas dos operadores;
- b) respeito às exigências posturais, cognitivas, movimentos esforços físicos demandados pelos operadores;
- c) os componentes como monitores de vídeo, sinais e comandos, devem possibilitar a interação clara e precisa com o operador de forma a reduzir possibilidades de erros de interpretação ou retorno de informação;
- d) os comandos e indicadores devem representar, sempre que possível, a direção do movimento e demais efeitos correspondentes;
- e) os sistemas interativos, como ícones, símbolos e instruções devem ser coerentes em sua aparência e função;
- f) favorecimento do desempenho e a confiabilidade das operações, com redução da probabilidade de falhas na operação;
- g) redução da exigência de força, pressão, prensão, flexão, extensão ou torção dos segmentos corporais;
- h) a iluminação deve ser adequada e ficar disponível em situações de emergência, quando exigido o ingresso em seu interior.

12.95. Os comandos das máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e mantidos com observância aos seguintes aspectos:

- a) localização e distância de forma a permitir manejo fácil e seguro;
- b) instalação dos comandos mais utilizados em posições mais acessíveis ao operador;
- c) visibilidade, identificação e sinalização que permita serem distinguíveis entre si;
- d) instalação dos elementos de acionamento manual ou a pedal de forma a facilitar a execução da manobra levando em consideração as características biomecânicas antropométricas dos operadores; e
- e) garantia de manobras seguras e rápidas e proteção de forma a evitar movimentos involuntários.

12.96. As Máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e operados levando em consideração a necessidade de adaptação das condições de trabalho

às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza dos trabalhos a executar, oferecendo condições de conforto e segurança no trabalho, observado o disposto na NR 17.

12.97. Os assentos utilizados na operação de máquinas devem possuir estofamento e ser ajustáveis à natureza do trabalho executado, além do previsto no subitem 17.3.3 da NR 17.

12.98. Os postos de trabalho devem ser projetados para permitir a alternância de postura e a movimentação adequada dos segmentos corporais, garantindo espaço suficiente para operação dos controles nele instalados.

12.99. As superfícies dos postos de trabalho não devem possuir cantos vivos, superfícies ásperas, cortantes e quinas em ângulos agudos ou rebarbas nos pontos de contato com segmentos do corpo do operador, e os elementos de fixação, como pregos, rebites e parafusos, devem ser mantidos de forma a não acrescentar riscos à operação.

12.100. Os postos de trabalho das máquinas e equipamentos devem permitir o apoio integral das plantas dos pés no piso.

12.100.1. Deve ser fornecido apoio para os pés quando os pés do operador não alcançarem o piso, mesmo após a regulagem do assento.

12.101. As dimensões dos postos de trabalho das máquinas e equipamentos devem:

a) atender às características antropométricas e biomecânicas do operador, com respeito aos alcances dos segmentos corporais e da visão;

b) assegurar a postura adequada, de forma a garantir posições confortáveis dos segmentos corporais na posição de trabalho; e

c) evitar a flexão e a torção do tronco de forma a respeitar os ângulos e trajetórias naturais dos movimentos corpóreos, durante a execução das tarefas.

12.102. Os locais destinados ao manuseio de materiais em processos nas máquinas e equipamentos devem ter altura e ser posicionados de forma a garantir boas condições de postura, visualização, movimentação e operação.

12.103. Os locais de trabalho das máquinas e equipamentos devem possuir sistema de iluminação permanente que possibilite boa visibilidade dos detalhes do trabalho, para evitar zonas de sombra ou de penumbra e efeito estroboscópico.

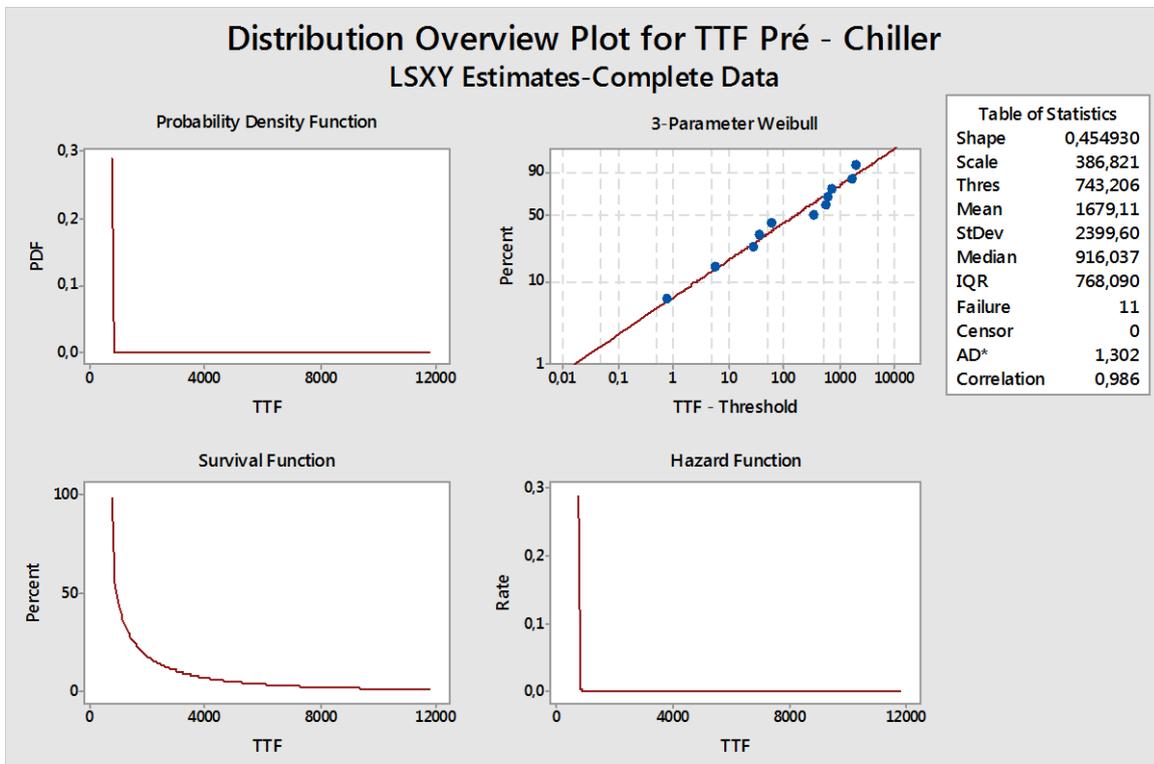
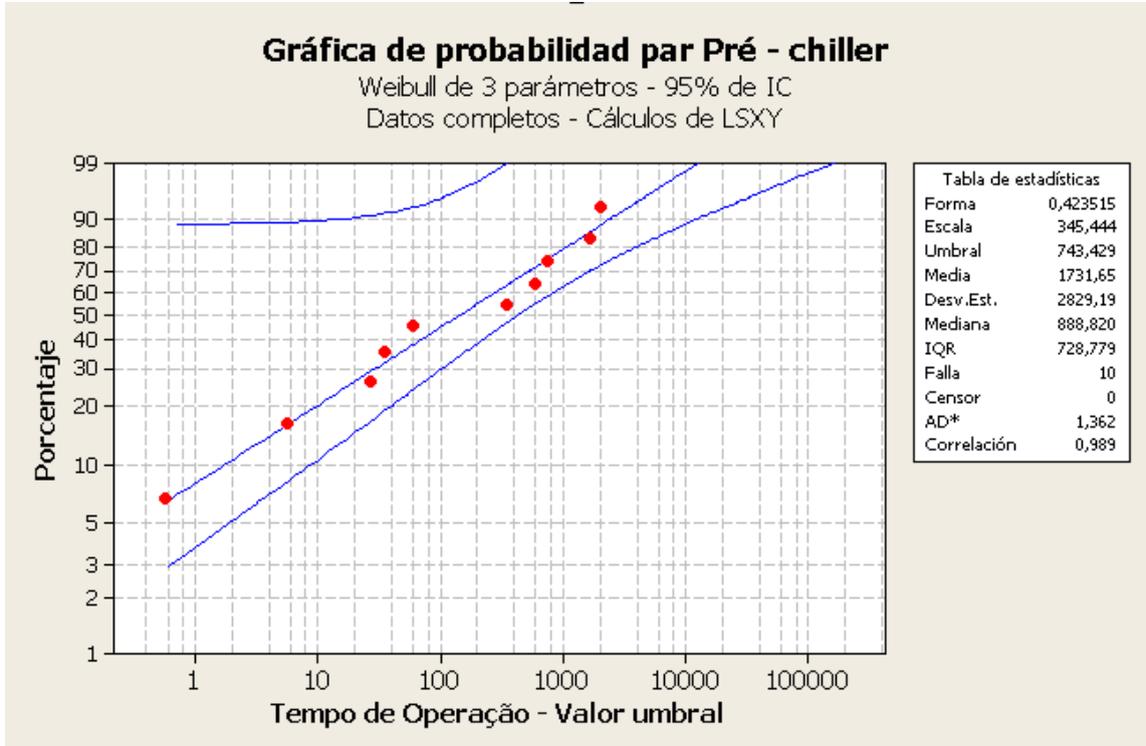
12.103.1. A iluminação das partes internas das máquinas e equipamentos que requeiram operações de ajustes, inspeção, manutenção ou outras intervenções periódicas deve ser adequada e estar disponível em situações de emergência, quando for exigido o ingresso de pessoas, com observância, ainda das exigências específicas para áreas classificadas.

12.104. O ritmo de trabalho e a velocidade das máquinas e equipamentos devem ser compatíveis com a capacidade física dos operadores, de modo a evitar agravos à saúde.

12.105. O bocal de abastecimento do tanque de combustível e de outros materiais deve ser localizado, no máximo, a 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros) acima do piso ou de uma plataforma de apoio para execução da tarefa.

ANEXO II

Resultados da Aplicação da Weibull no Software de Estatística



15/04/2017 18:40:06

Bienvenido a Software Estadístico, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de distribución: Tempo de Operação

* ADVERTENCIA * La matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros estimados no existe. Se supone que el parámetro de valor umbral es fijo cuando se calculan intervalos de confianza.

Variable: Tempo de Operação

Información de censura Conteo
Valor no censurado 10

Método de cálculo: Cuadrados mínimos (tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Weibull de 3 parámetros

Cálculos del parámetro

| Parámetro | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Forma | 0,423515 | 0,142909 | 0,218596 | 0,820531 |
| Escala | 345,444 | 271,882 | 73,8648 | 1615,54 |
| Valor umbral | 743,429 | 0 | 743,429 | 743,429 |

Log-verosimilitud = -69,100

Bondad de ajuste
Anderson-Darling (ajustado) = 1,362
Coeficiente de correlación = 0,989

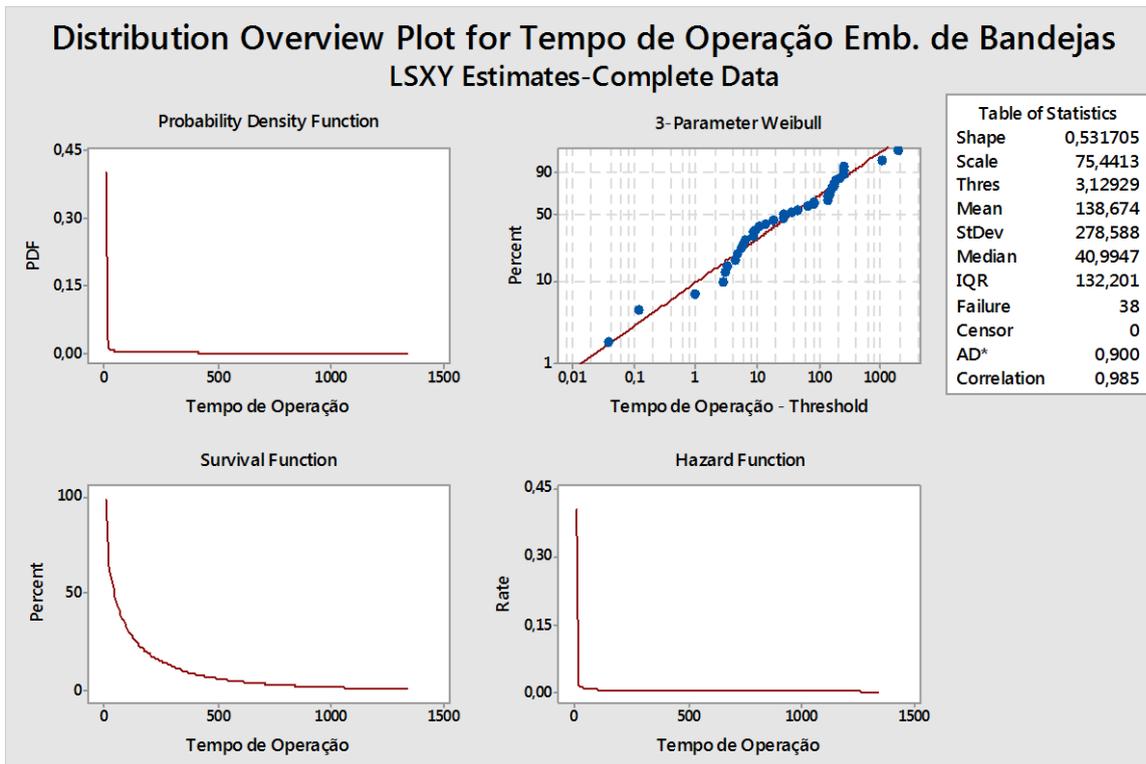
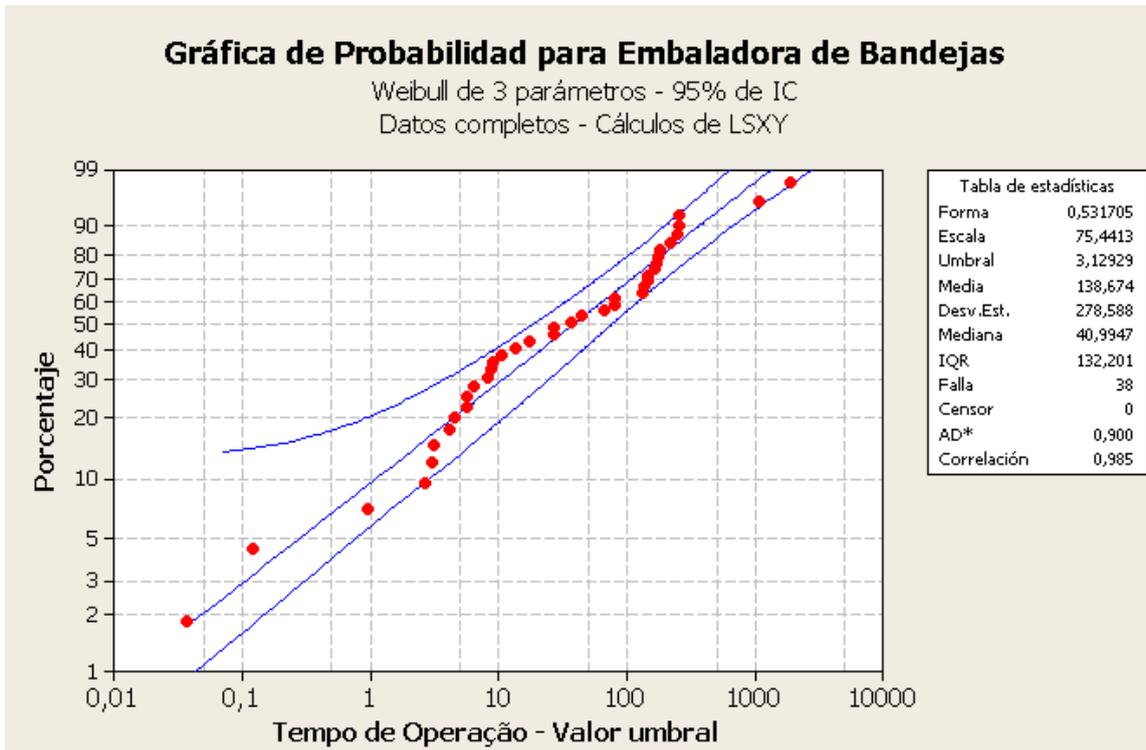
Características de distribución

| | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Media (MTTF) | 1731,65 | 1056,11 | 743,429 | 5722,62 |
| Desviación estándar | 2829,19 | 4206,22 | 153,518 | 52139,0 |
| Mediana | 888,820 | 127,506 | 743,429 | 1177,40 |
| Primer cuartil (Q1) | 761,658 | 24,6176 | 743,429 | 811,469 |
| Tercer cuartil (Q3) | 1490,44 | 592,825 | 743,429 | 3249,98 |
| Rango intercuartil (IQR) | 728,779 | | | |
| | 583,107 | 151,893 | 3496,67 | |

Tabla de percentiles

| Porcentaje | Percentil | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|------------|-----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| 1 | 743,436 | 0,0255370 | 743,429 | 743,486 |
| 2 | 743,464 | 0,114085 | 743,429 | 743,687 |
| 3 | 743,520 | 0,271999 | 743,429 | 744,053 |
| 4 | 743,611 | 0,502340 | 743,429 | 744,596 |
| 5 | 743,740 | 0,807171 | 743,429 | 745,324 |
| 6 | 743,913 | 1,18810 | 743,429 | 746,246 |
| 7 | 744,135 | 1,64648 | 743,429 | 747,369 |
| 8 | 744,408 | 2,18356 | 743,429 | 748,700 |
| 9 | 744,739 | 2,80052 | 743,429 | 750,248 |
| 10 | 745,130 | 3,49850 | 743,429 | 752,019 |
| 20 | 753,435 | 15,2116 | 743,429 | 783,847 |
| 30 | 773,713 | 36,7824 | 743,429 | 849,270 |

| | | | | |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 40 | 814,151 | 71,5617 | 743,429 | 967,216 |
| 50 | 888,820 | 127,506 | 743,429 | 1177,40 |
| 60 | 1024,45 | 224,753 | 743,429 | 1574,83 |
| 70 | 1278,89 | 417,769 | 743,429 | 2426,00 |
| 80 | 1806,04 | 876,005 | 743,429 | 4673,00 |
| 90 | 3218,78 | 2367,19 | 761,539 | 13604,8 |
| 91 | 3494,60 | 2688,99 | 773,435 | 15789,6 |
| 92 | 3822,99 | 3082,10 | 787,344 | 18562,8 |
| 93 | 4221,34 | 3572,08 | 803,836 | 22168,3 |
| 94 | 4716,28 | 4198,79 | 823,751 | 27002,5 |
| 95 | 5351,21 | 5028,42 | 848,391 | 33752,6 |
| 96 | 6203,07 | 6180,84 | 879,943 | 43727,9 |
| 97 | 7426,03 | 7902,19 | 922,518 | 59777,5 |
| 98 | 9396,09 | 10810,6 | 985,382 | 89596,3 |
| 99 | 13461,7 | 17213,0 | 1098,23 | 165008 |



15/04/2017 17:58:15

Bienvenido a Software Estadístico, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de distribución: Tempo de Operação Para o equipamento Ulma

* ADVERTENCIA * La matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros estimados no existe. Se supone que el parámetro de valor umbral es fijo cuando se calculan intervalos de confianza.

Variable: Tempo de Operação

Información de censura Conteo
Valor no censurado 38

Método de cálculo: Cuadrados mínimos (tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Weibull de 3 parámetros

Cálculos del parámetro

| Parámetro | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Forma | 0,531705 | 0,0637567 | 0,420343 | 0,672571 |
| Escala | 75,4413 | 24,3177 | 40,1082 | 141,901 |
| Valor umbral | 3,12929 | 0 | 3,12929 | 3,12929 |

Log-verosimilitud = -208,392

Bondad de ajuste
Anderson-Darling (ajustado) = 0,900
Coeficiente de correlación = 0,985

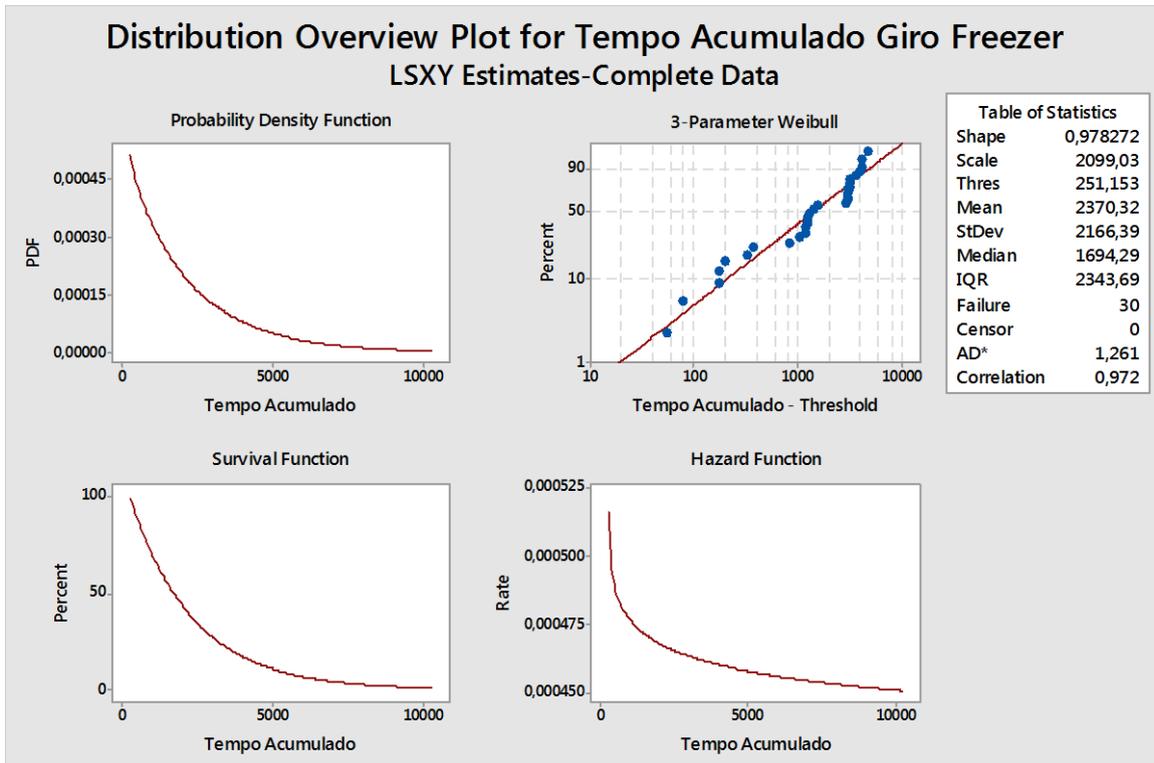
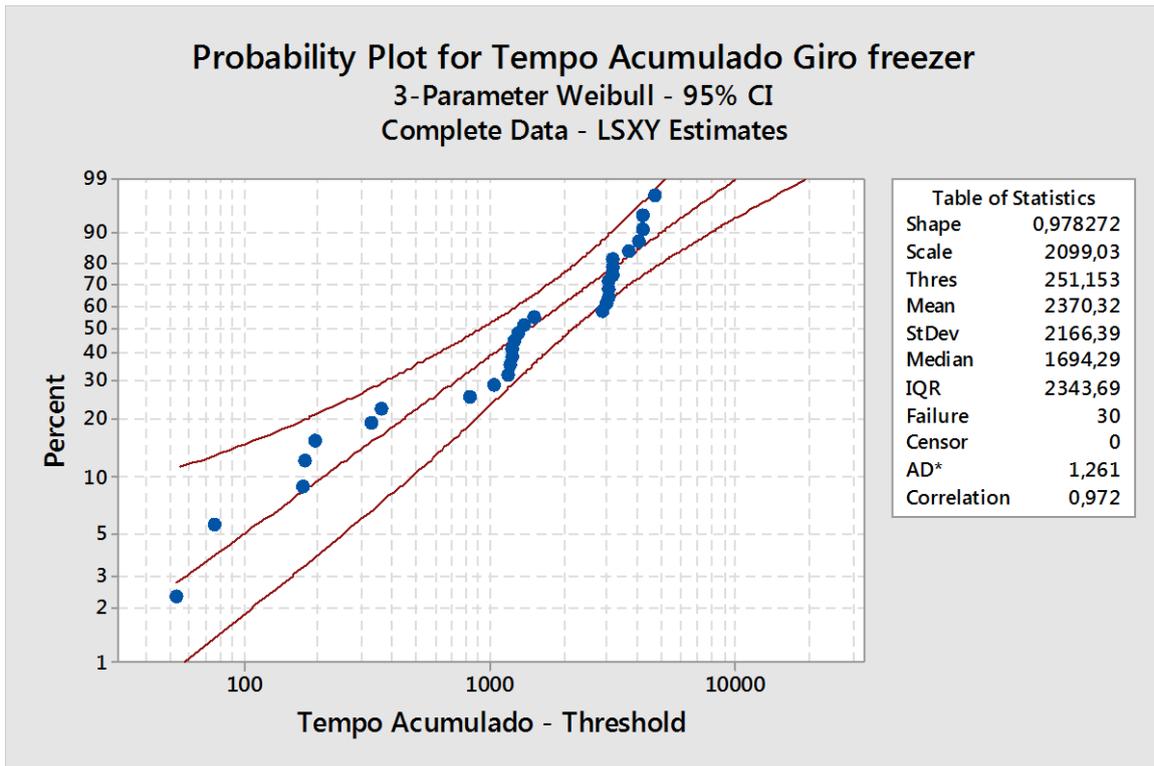
Características de distribución

| | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Media (MTTF) | 138,674 | 42,5412 | 76,0104 | 253,000 |
| Desviación estándar | 278,588 | 108,536 | 129,820 | 597,838 |
| Mediana | 40,9947 | 13,6158 | 21,3803 | 78,6034 |
| Primer cuartil (Q1) | 10,3731 | 3,59248 | 5,26152 | 20,4504 |
| Tercer cuartil (Q3) | 142,574 | 42,4756 | 79,5155 | 255,641 |
| Rango intercuartil (IQR) | 132,201 | 40,0244 | 73,0349 | 239,298 |

Tabla de percentiles

| Porcentaje | Percentil | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|------------|-----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| 1 | 3,14248 | 0,0156792 | 3,12929 | 3,17336 |
| 2 | 3,17833 | 0,0508634 | 3,12929 | 3,27960 |
| 3 | 3,23543 | 0,100732 | 3,12929 | 3,43901 |
| 4 | 3,31339 | 0,163244 | 3,12929 | 3,64930 |
| 5 | 3,41215 | 0,237167 | 3,12929 | 3,91014 |
| 6 | 3,53179 | 0,321663 | 3,12929 | 4,22201 |
| 7 | 3,67253 | 0,416122 | 3,12929 | 4,58577 |
| 8 | 3,83467 | 0,520087 | 3,12929 | 5,00235 |
| 9 | 4,01854 | 0,633209 | 3,12929 | 5,47260 |
| 10 | 4,22455 | 0,755216 | 3,12929 | 5,99720 |
| 20 | 7,62155 | 2,43704 | 4,07255 | 14,2633 |
| 30 | 13,9823 | 4,97556 | 6,96114 | 28,0851 |
| 40 | 24,4571 | 8,55444 | 12,3219 | 48,5436 |
| 50 | 40,9947 | 13,6158 | 21,3803 | 78,6034 |
| 60 | 67,1328 | 21,1037 | 36,2538 | 124,313 |

| | | | | |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 70 | 110,091 | 33,1845 | 60,9784 | 198,759 |
| 80 | 187,763 | 55,7934 | 104,876 | 336,157 |
| 90 | 365,241 | 112,799 | 199,388 | 669,054 |
| 91 | 397,031 | 123,729 | 215,556 | 731,289 |
| 92 | 434,047 | 136,698 | 234,132 | 804,660 |
| 93 | 477,889 | 152,377 | 255,811 | 892,763 |
| 94 | 530,967 | 171,791 | 281,622 | 1001,08 |
| 95 | 597,131 | 196,607 | 313,191 | 1138,49 |
| 96 | 683,067 | 229,768 | 353,296 | 1320,65 |
| 97 | 801,840 | 277,153 | 407,261 | 1578,71 |
| 98 | 984,341 | 353,018 | 487,389 | 1988,00 |
| 99 | 1336,66 | 508,080 | 634,554 | 2815,61 |



15/04/2017 18:15:29

Bienvenido a Software Estadístico, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de distribución: Tempo Acumulado

* ADVERTENCIA * La matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros estimados no existe. Se supone que el parámetro de valor umbral es fijo cuando se calculan intervalos de confianza.

Variable: Tempo Acumulado

Información de censura Conteo
Valor no censurado 30

Método de cálculo: Cuadrados mínimos (tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Weibull de 3 parámetros

Cálculos del parámetro

| Parámetro | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Forma | 0,978272 | 0,190558 | 0,667812 | 1,43306 |
| Escala | 2099,03 | 410,897 | 1430,18 | 3080,68 |
| Valor umbral | 251,153 | 0 | 251,153 | 251,153 |

Log-verosimilitud = -257,708

Bondad de ajuste
Anderson-Darling (ajustado) = 1,261
Coeficiente de correlación = 0,972

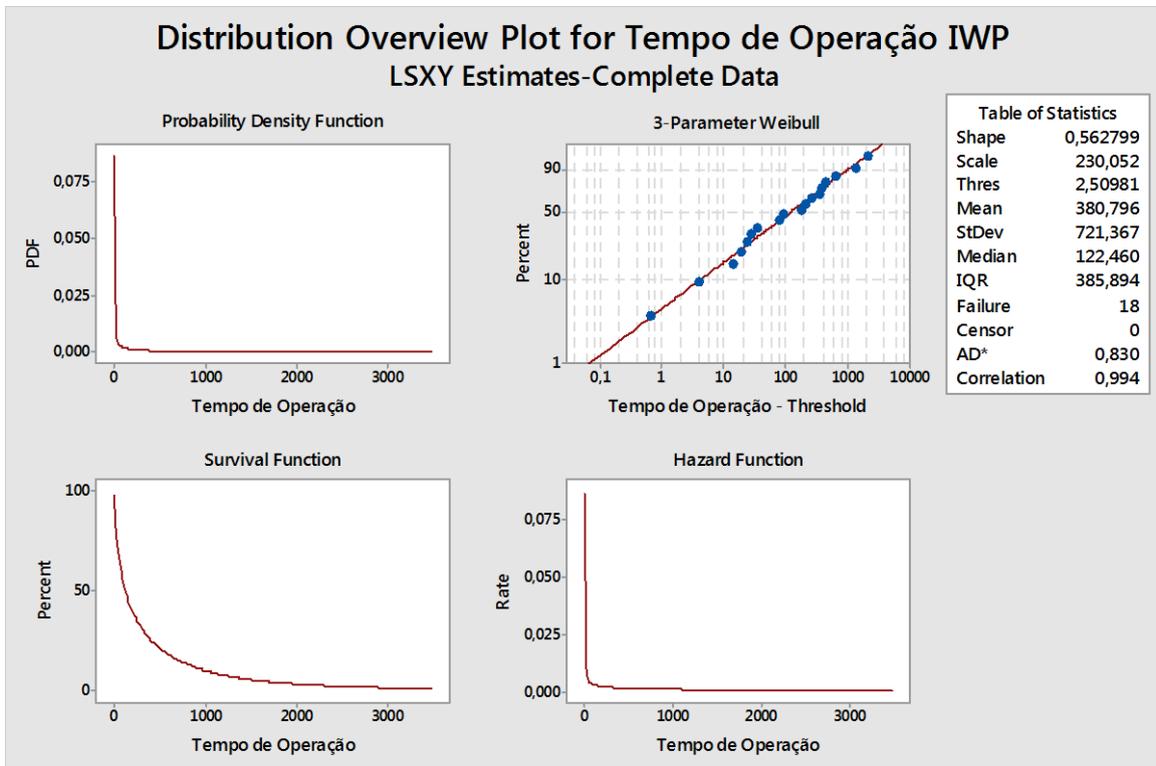
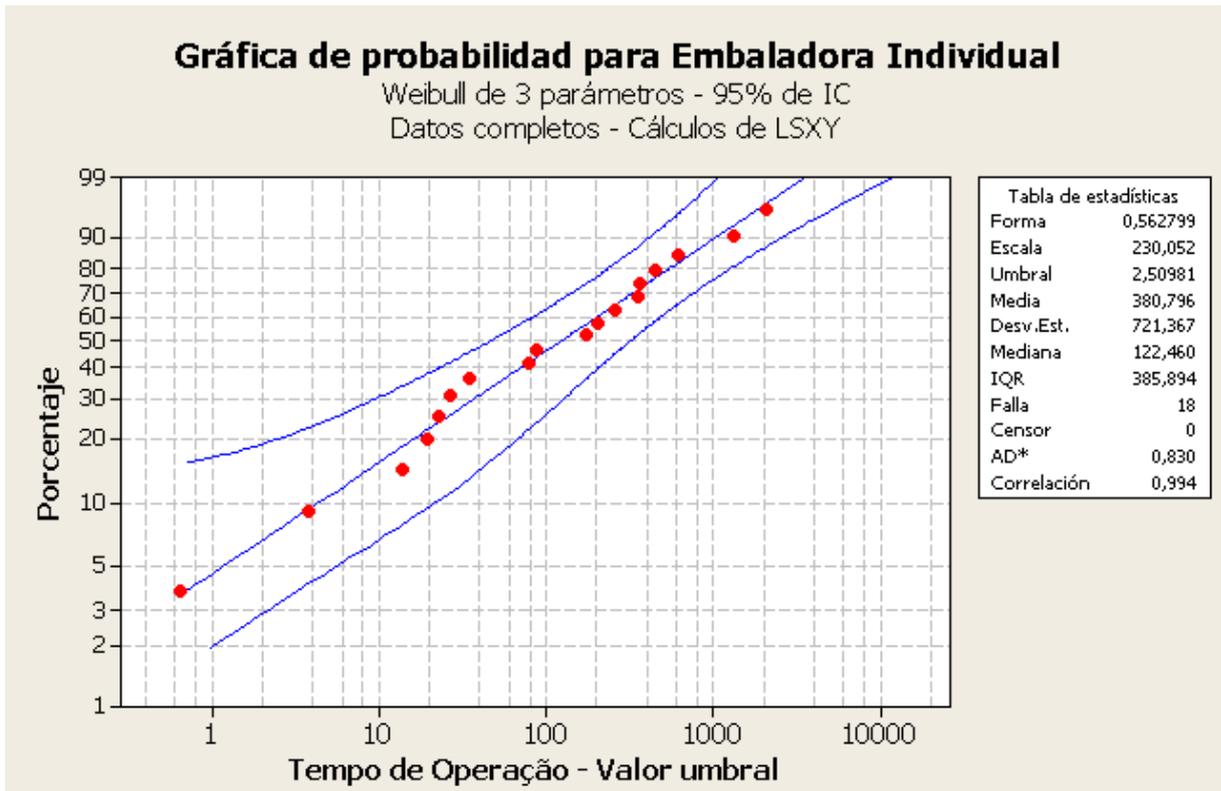
Características de distribución

| | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Media (MTTF) | 2370,32 | 427,031 | 1665,16 | 3374,09 |
| Desviación estándar | 2166,39 | 689,354 | 1161,13 | 4041,96 |
| Mediana | 1694,29 | 316,439 | 1174,93 | 2443,24 |
| Primer cuartil (Q1) | 838,525 | 199,131 | 526,471 | 1335,54 |
| Tercer cuartil (Q3) | 3182,21 | 575,855 | 2232,00 | 4536,94 |
| Rango intercuartil (IQR) | 2343,69 | | | |
| | 525,097 | 1510,74 | 3635,88 | |

Tabla de percentiles

| Porcentaje | Percentil | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|------------|-----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| 1 | 270,200 | 18,3974 | 251,153 | 308,775 |
| 2 | 290,039 | 32,2811 | 251,153 | 360,740 |
| 3 | 310,317 | 44,4260 | 251,153 | 410,834 |
| 4 | 330,963 | 55,4455 | 251,153 | 459,600 |
| 5 | 351,946 | 65,6330 | 251,153 | 507,239 |
| 6 | 373,247 | 75,1621 | 251,528 | 553,868 |
| 7 | 394,859 | 84,1476 | 260,043 | 599,570 |
| 8 | 416,778 | 92,6715 | 269,549 | 644,423 |
| 9 | 439,000 | 100,795 | 279,915 | 688,496 |
| 10 | 461,526 | 108,566 | 291,049 | 731,857 |
| 20 | 704,191 | 172,906 | 435,198 | 1139,44 |
| 30 | 982,876 | 223,060 | 629,972 | 1533,47 |
| 40 | 1307,51 | 267,940 | 875,013 | 1953,78 |
| 50 | 1694,29 | 316,439 | 1174,93 | 2443,24 |

| | | | | |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 60 | 2170,74 | 382,383 | 1536,97 | 3065,84 |
| 70 | 2788,77 | 491,020 | 1974,88 | 3938,07 |
| 80 | 3665,31 | 695,872 | 2526,42 | 5317,58 |
| 90 | 5174,71 | 1163,15 | 3330,86 | 8039,26 |
| 91 | 5405,12 | 1244,53 | 3442,05 | 8487,78 |
| 92 | 5662,96 | 1338,24 | 3563,63 | 8999,01 |
| 93 | 5955,60 | 1447,79 | 3698,28 | 9590,71 |
| 94 | 6293,83 | 1578,39 | 3849,88 | 10289,2 |
| 95 | 6694,40 | 1738,20 | 4024,36 | 11135,9 |
| 96 | 7185,40 | 1941,12 | 4231,55 | 12201,2 |
| 97 | 7819,51 | 2213,70 | 4489,57 | 13619,3 |
| 98 | 8715,19 | 2616,87 | 4838,27 | 15698,7 |
| 99 | 10251,0 | 3351,31 | 5401,20 | 19455,7 |



15/04/2017 18:28:08

Bienvenido a Software Estadístico, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de distribución: Tempo de Operação

* ADVERTENCIA * La matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros estimados no existe. Se supone que el parámetro de valor umbral es fijo cuando se calculan intervalos de confianza.

Variable: Tempo de Operação

Información de censura Conteo
Valor no censurado 18

Método de cálculo: Cuadrados mínimos(tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Weibull de 3 parámetros

Cálculos del parámetro

| Parámetro | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Forma | 0,562799 | 0,113840 | 0,378596 | 0,836624 |
| Escala | 230,052 | 101,511 | 96,8794 | 546,288 |
| Valor umbral | 2,50981 | 0 | 2,50981 | 2,50981 |

Log-verosimilitud = -118,073

Bondad de ajuste
Anderson-Darling (ajustado) = 0,830
Coeficiente de correlación = 0,994

Características de distribución

| | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Media (MTTF) | 380,796 | 175,301 | 154,468 | 938,744 |
| Desviación estándar | 721,367 | 444,165 | 215,799 | 2411,37 |
| Mediana | 122,460 | 59,0727 | 47,5759 | 315,210 |
| Primer cuartil (Q1) | 27,6521 | 17,7574 | 7,85438 | 97,3519 |
| Tercer cuartil (Q3) | 413,546 | 175,028 | 180,411 | 947,946 |
| Rango intercuartil (IQR) | 385,894 | | | |
| | 164,992 | 166,928 | 892,084 | |

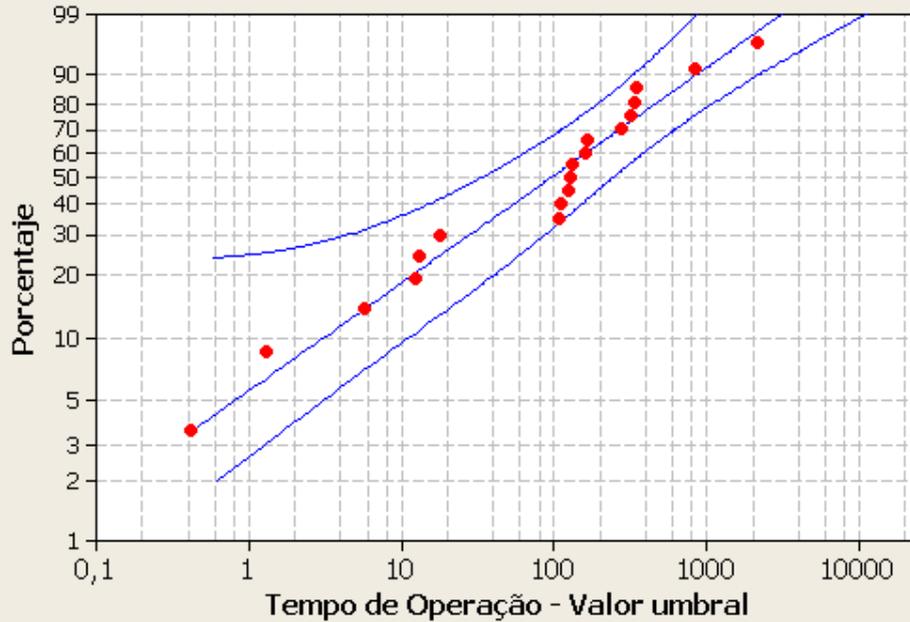
Tabla de percentiles

| Porcentaje | Percentil | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|------------|-----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| 1 | 2,57468 | 0,118032 | 2,50981 | 2,81672 |
| 2 | 2,73410 | 0,353641 | 2,50981 | 3,52300 |
| 3 | 2,97502 | 0,667641 | 2,50981 | 4,61862 |
| 4 | 3,29255 | 1,04496 | 2,50981 | 6,13308 |
| 5 | 3,68422 | 1,47681 | 2,50981 | 8,08254 |
| 6 | 4,14872 | 1,95732 | 2,50981 | 10,4593 |
| 7 | 4,68546 | 2,48226 | 2,50981 | 13,2343 |
| 8 | 5,29431 | 3,04843 | 2,50981 | 16,3654 |
| 9 | 5,97552 | 3,65335 | 2,50981 | 19,8056 |
| 10 | 6,72957 | 4,29505 | 2,50981 | 23,5101 |
| 20 | 18,5190 | 12,5042 | 4,93038 | 69,5592 |
| 30 | 39,3473 | 23,8086 | 12,0188 | 128,815 |
| 40 | 72,2488 | 38,7569 | 25,2473 | 206,750 |
| 50 | 122,460 | 59,0727 | 47,5759 | 315,210 |

| | | | | |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 60 | 199,464 | 88,7303 | 83,4092 | 476,998 |
| 70 | 322,450 | 137,134 | 140,106 | 742,110 |
| 80 | 538,371 | 230,099 | 232,959 | 1244,18 |
| 90 | 1015,08 | 469,730 | 409,828 | 2514,17 |
| 91 | 1098,86 | 515,846 | 437,880 | 2757,58 |
| 92 | 1195,95 | 570,544 | 469,500 | 3046,42 |
| 93 | 1310,35 | 636,610 | 505,648 | 3395,69 |
| 94 | 1448,08 | 718,291 | 547,735 | 3828,37 |
| 95 | 1618,70 | 822,464 | 597,957 | 4381,91 |
| 96 | 1838,76 | 961,232 | 660,010 | 5122,71 |
| 97 | 2140,42 | 1158,64 | 740,853 | 6183,94 |
| 98 | 2599,23 | 1472,64 | 856,208 | 7890,59 |
| 99 | 3472,30 | 2107,68 | 1056,67 | 11410,3 |

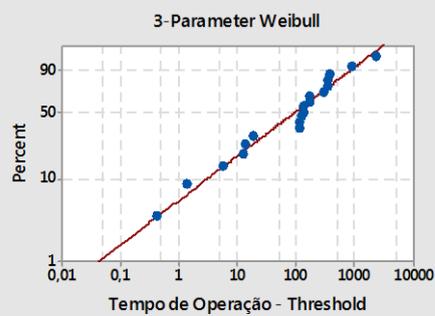
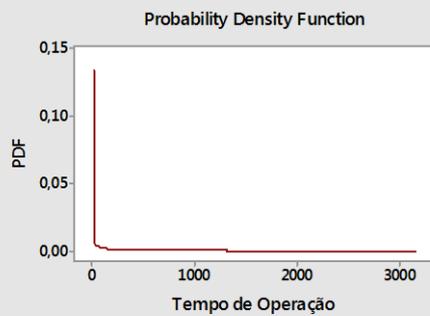
Gráfica de probabilidad para Túnel de Congelamento

Weibull de 3 parámetros - 95% de IC
 Datos completos - Cálculos de LSXY

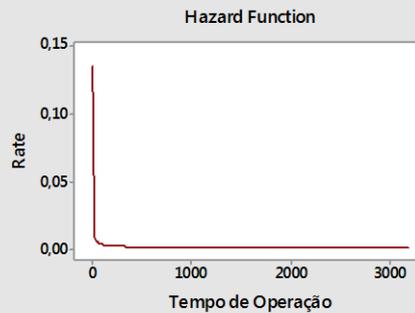
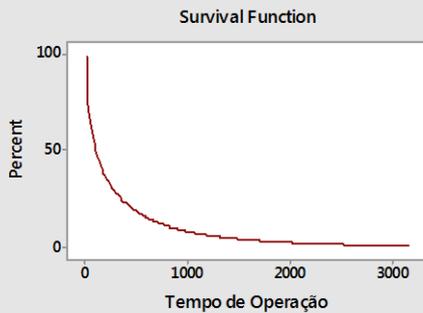


| Tabla de estadísticas | |
|-----------------------|----------|
| Forma | 0,543889 |
| Escala | 190,145 |
| Umbral | 11,0339 |
| Media | 340,431 |
| Desv.Est. | 656,876 |
| Mediana | 107,957 |
| IQR | 327,418 |
| Falla | 19 |
| Censor | 0 |
| AD* | 1,067 |
| Correlación | 0,981 |

Distribution Overview Plot for Tempo de Operação T de Congelamento LSXY Estimates-Complete Data



| Table of Statistics | |
|---------------------|----------|
| Shape | 0,543889 |
| Scale | 190,145 |
| Thres | 11,0339 |
| Mean | 340,431 |
| StDev | 656,876 |
| Median | 107,957 |
| IQR | 327,418 |
| Failure | 19 |
| Censor | 0 |
| AD* | 1,067 |
| Correlation | 0,981 |



15/04/2017 18:57:18

Bienvenido a Software Estadístico, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de distribución: Tempo de Operação

* ADVERTENCIA * La matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros estimados no existe. Se supone que el parámetro de valor umbral es fijo cuando se calculan intervalos de confianza.

Variable: Tempo de Operação

Información de censura Conteo
Valor no censurado 19

Método de cálculo: Cuadrados mínimos(tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Weibull de 3 parámetros

Cálculos del parámetro

| Parámetro | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Forma | 0,543889 | 0,113061 | 0,361882 | 0,817436 |
| Escala | 190,145 | 84,3637 | 79,6939 | 453,677 |
| Valor umbral | 11,0339 | 0 | 11,0339 | 11,0339 |

Log-verosimilitud = -120,662

Bondad de ajuste
Anderson-Darling (ajustado) = 1,067
Coeficiente de correlación = 0,981

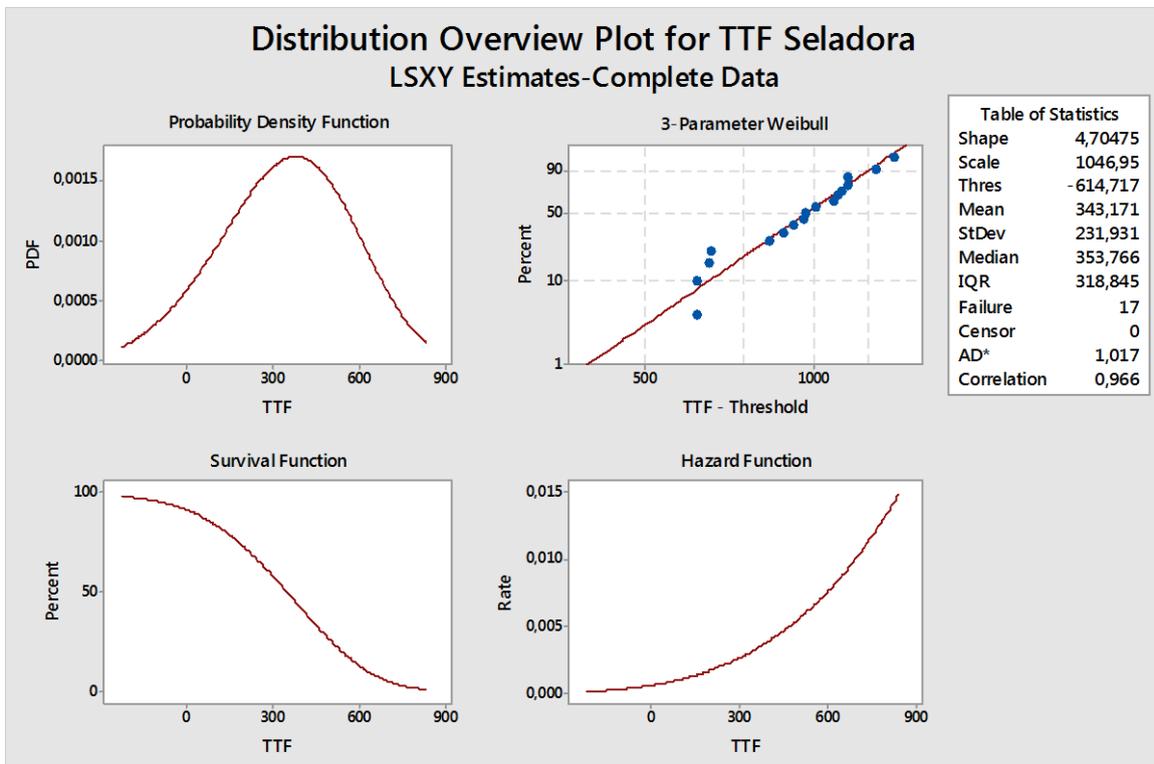
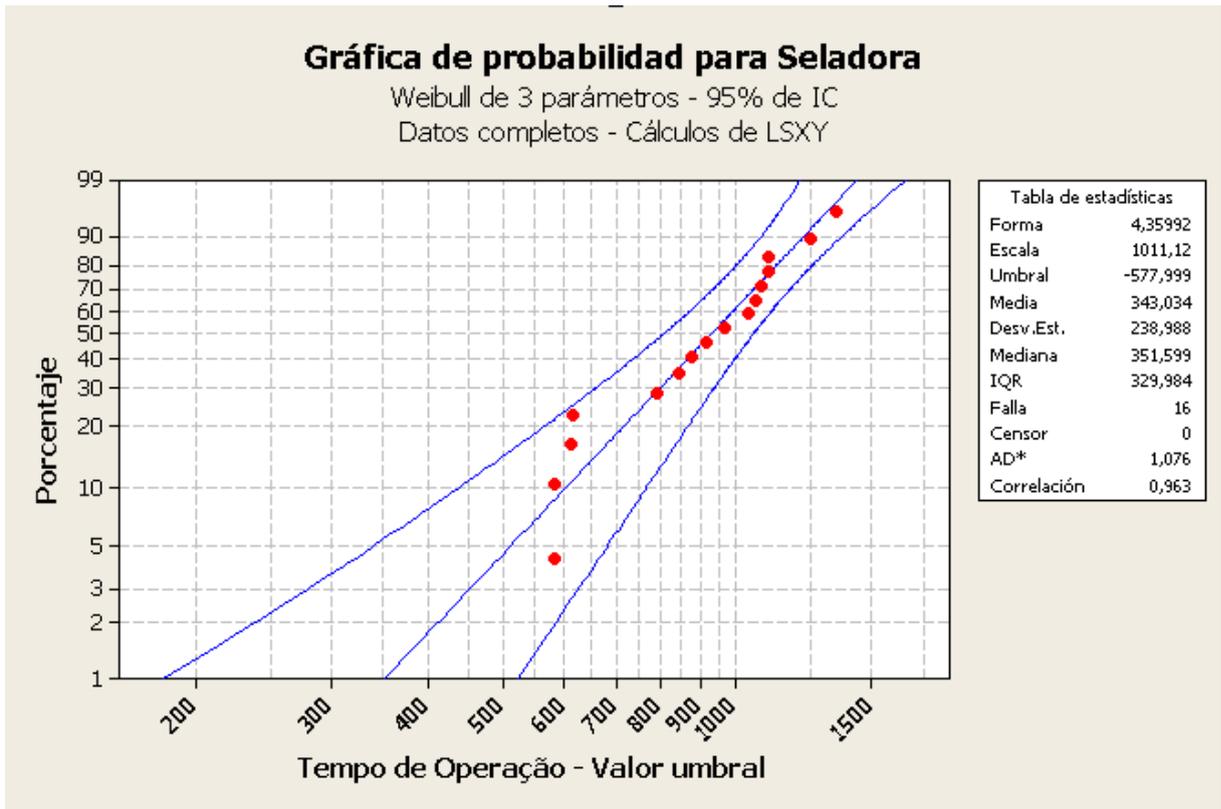
Características de distribución

| | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Media (MTTF) | 340,431 | 161,530 | 134,321 | 862,808 |
| Desviación estándar | 656,876 | 437,133 | 178,251 | 2420,67 |
| Mediana | 107,957 | 47,8467 | 45,2892 | 257,338 |
| Primer cuartil (Q1) | 30,2754 | 13,8236 | 12,3718 | 74,0876 |
| Tercer cuartil (Q3) | 357,693 | 150,378 | 156,912 | 815,389 |
| Rango intercuartil (IQR) | 327,418 | | | |
| | 143,235 | 138,909 | 771,748 | |

Tabla de percentiles

| Porcentaje | Percentil | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|------------|-----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| 1 | 11,0743 | 0,0768796 | 11,0339 | 11,2260 |
| 2 | 11,1796 | 0,239848 | 11,0339 | 11,6597 |
| 3 | 11,3438 | 0,463499 | 11,0339 | 12,2897 |
| 4 | 11,5649 | 0,737420 | 11,0339 | 13,1044 |
| 5 | 11,8419 | 1,05536 | 11,0339 | 14,1020 |
| 6 | 12,1746 | 1,41305 | 11,0339 | 15,2845 |
| 7 | 12,5632 | 1,80737 | 11,0339 | 16,6554 |
| 8 | 13,0080 | 2,23594 | 11,0339 | 18,2189 |
| 9 | 13,5097 | 2,69686 | 11,0339 | 19,9786 |
| 10 | 14,0690 | 3,18866 | 11,0339 | 21,9373 |
| 20 | 23,0950 | 9,62554 | 11,0339 | 52,2736 |
| 30 | 39,6026 | 18,7049 | 15,6923 | 99,9446 |
| 40 | 66,3324 | 30,9206 | 26,6036 | 165,390 |
| 50 | 107,957 | 47,8467 | 45,2892 | 257,338 |

| | | | | |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 60 | 172,946 | 73,2126 | 75,4355 | 396,503 |
| 70 | 278,525 | 116,011 | 123,118 | 630,096 |
| 80 | 467,154 | 201,204 | 200,839 | 1086,61 |
| 90 | 892,204 | 428,538 | 348,032 | 2287,22 |
| 91 | 967,756 | 472,960 | 371,337 | 2522,11 |
| 92 | 1055,56 | 525,836 | 397,601 | 2802,31 |
| 93 | 1159,33 | 589,941 | 427,627 | 3143,06 |
| 94 | 1284,69 | 669,510 | 462,590 | 3567,78 |
| 95 | 1440,55 | 771,420 | 504,321 | 4114,81 |
| 96 | 1642,42 | 907,811 | 555,905 | 4852,52 |
| 97 | 1920,49 | 1102,87 | 623,155 | 5918,73 |
| 98 | 2346,01 | 1415,18 | 719,216 | 7652,42 |
| 99 | 3162,67 | 2052,47 | 886,448 | 11283,8 |



15/04/2017 18:47:24

Bienvenido a Software Estadístico, presione F1 para obtener ayuda.

Análisis de distribución: Tempo de Operação

* ADVERTENCIA * La matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros estimados no existe. Se supone que el parámetro de valor umbral es fijo cuando se calculan intervalos de confianza.

Variable: Tempo de Operação

Información de censura Conteo
Valor no censurado 16

Método de cálculo: Cuadrados mínimos(tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Weibull de 3 parámetros

Cálculos del parámetro

| Parámetro | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Forma | 4,35992 | 0,912151 | 2,89332 | 6,56993 |
| Escala | 1011,12 | 61,0919 | 898,203 | 1138,24 |
| Valor umbral | -577,999 | 0 | -577,999 | -577,999 |

Log-verosimilitud = -109,738

Bondad de ajuste
Anderson-Darling (ajustado) = 1,076
Coeficiente de correlación = 0,963

Características de distribución

| | Estimado | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|--------------------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Media (MTTF) | 343,034 | 60,0640 | 225,310 | 460,757 |
| Desviación estándar | 238,988 | 40,3959 | 171,593 | 332,854 |
| Mediana | 351,599 | 63,1936 | 227,742 | 475,456 |
| Primer cuartil (Q1) | 181,800 | 73,9505 | 36,8597 | 326,740 |
| Tercer cuartil (Q3) | 511,784 | 62,6682 | 388,956 | 634,611 |
| Rango intercuartil (IQR) | 329,984 | | | |
| | 59,4042 | 231,877 | 469,599 | |

Tabla de percentiles

| Porcentaje | Percentil | Error estándar | IC normal de 95,0% | |
|------------|-----------|----------------|--------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| 1 | -225,969 | 86,7148 | -395,927 | -56,0113 |
| 2 | -164,829 | 88,3728 | -338,037 | 8,37839 |
| 3 | -124,030 | 88,5163 | -297,519 | 49,4585 |
| 4 | -92,4922 | 88,1689 | -265,300 | 80,3156 |
| 5 | -66,3875 | 87,6093 | -238,099 | 105,324 |
| 6 | -43,8977 | 86,9467 | -214,310 | 126,515 |
| 7 | -24,0046 | 86,2320 | -193,016 | 145,007 |
| 8 | -6,07544 | 85,4921 | -173,637 | 161,486 |
| 9 | 10,3117 | 84,7419 | -155,779 | 176,403 |
| 10 | 25,4533 | 83,9903 | -139,165 | 190,071 |
| 20 | 138,794 | 76,9928 | -12,1094 | 289,697 |
| 30 | 220,201 | 71,2058 | 80,6407 | 359,762 |
| 40 | 288,748 | 66,5852 | 158,244 | 419,253 |
| 50 | 351,599 | 63,1936 | 227,742 | 475,456 |

| | | | | |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 60 | 413,051 | 61,3003 | 292,905 | 533,197 |
| 70 | 477,102 | 61,4768 | 356,610 | 597,594 |
| 80 | 549,736 | 64,9142 | 422,506 | 676,965 |
| 90 | 646,285 | 74,9452 | 499,395 | 793,175 |
| 91 | 658,914 | 76,6793 | 508,625 | 809,202 |
| 92 | 672,536 | 78,6488 | 518,388 | 826,685 |
| 93 | 687,401 | 80,9103 | 528,820 | 845,982 |
| 94 | 703,861 | 83,5457 | 540,115 | 867,608 |
| 95 | 722,456 | 86,6802 | 552,566 | 892,346 |
| 96 | 744,063 | 90,5200 | 566,647 | 921,479 |
| 97 | 770,277 | 95,4446 | 583,209 | 957,345 |
| 98 | 804,542 | 102,285 | 604,067 | 1005,02 |
| 99 | 857,250 | 113,604 | 634,589 | 1079,91 |



UFBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
INDUSTRIAL - PEI

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA
CEP: 40.210-630

Telefone: (71) 3283-9800 E-mail: pei@ufba.br
Home page: <http://www.pei.ufba.br>