

Investigação da Falha nas Operações de Indústria de Frango com Base em Fatores Humanos e Técnicos

Sandro S. D., Salvador A. F.
Universidade Federal da Bahia, Brasil

1. INTRODUÇÃO

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 consequentemente, um preço de venda mais competitivo, envolve melhoria de produtividade, mix de produto e eficiência. Estes diretamente relacionados com a confiabilidade de processo, que, por sua vez, envolve pessoas, qualidade e segurança.

Os novos recursos tecnológicos mudaram a relação de tempo e ação, tornando o posto de trabalho dinâmico e ávido de significado. O processo cognitivo no planejamento e execução da tarefa aparece como uma variável inserida na geração de falhas, o entendimento da tarefa perpassa pelo indivíduo que interpreta a atividade crítica, de acordo com suas concepções de grupo e ou ambiente em que está inserido. Distorcendo a execução da tarefa que interfere diretamente na eficiência produtiva e consequentemente nos resultados da organização.

A busca pela obtenção de condições de competitividade leva as organizações a entender a análise da tarefa como uma ferramenta eficaz na construção de procedimentos capaz de minimizar os riscos de falha. Segundo Ávila et al. [1] 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 sistemas.

Outro ponto a ser observado é o entendimento do papel da manutenção como função estratégica, que agrega valor aos produtos tem sido cada vez mais buscado pelas organizações. A metodologia RCM (Reliability Centered Maintenance) - Manutenção Centrada em Confiabilidade é usada para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional [2].

Entretanto, a quantidade de coisas que precisam ser observadas, e funcionarem bem para que máquinas e robôs venham a garantir a confiabilidade é muito grande, tornando fundamental o entendimento do fator humano como agente de recuperação das condições normais de produção e trazer estabilidade ao processo de produção [3].

Ao longo do trabalho será aplicada a técnica do SPAR-H com o objetivo de entender a interferência da equipe de produção na confiabilidade da produção das linhas de Bandejas e de congelamento individual (IQF – Individual Quick Freezing) e o Software Weibull++ para o entendimento da confiabilidade da manutenção Noé equipamento Giro Freezer e Máquina de Envelopar Bandejas (Ulma).

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho pretende identificar as principais falhas na operação da unidade, localizada no interior da Bahia, entende-las para minimizar seus efeitos para obter uma maior eficiência de processo e a redução contínua de custos e consequentemente preços de venda mais competitivos, pois com a alteração do mix de produto os equipamentos, Giro Freezer e Ulma, passaram a ter um importância relevante no processo.

2.2 Objetivo Específico

- Entender a interferência do fator humano;
- Estudar as falhas dos equipamentos Giro Freezer e ULMA;
- Propor ações que possam minimizar os efeitos dos itens anteriores.

3. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO

3.1 Localização e identificação do problema

A unidade de abate e processamento de frango está inserida na Região Metropolitana de Feira de Santana, localizada no entroncamento rodoviário mais importante do Nordeste que são: BR's 324, 101 e 116, e a nível estadual, as BA's 503, 502, 501.

A unidade era caracterizada por fazer frango inteiro e corte de valor pouco agregado, além de produtos embutidos. Detentora de prejuízo mensal de 2 milhões, em média. Ao contrário da vantagem comercial, por estar em um entroncamento rodoviário, sua localização no interior da Bahia afastada dos centros tradicionais de criação de aves, Sul e Sudeste, atrapalha quando se trata de fornecedores corporativos que encarecem seus produtos devido ao frete. Também fica claro a dificuldade em assistência técnica e entrega de peças e equipamentos.

A produção de grãos no estado da Bahia apresenta polos importantes, mas ainda é necessário vir matéria prima de outros estados. Destaque para o preço da tarifa de água e energia que são as mais altas em toda campanha. Uma vantagem que a unidade tem é a disponibilidade de mão de obra em quantidade razoável que atende sua necessidade. Baixa rotatividade de funcionários e faltas num nível ótimo. Outra vantagem é o espaço físico da construção predial que permite ampliação da produção e até novas fábricas de produtos industrializados.

Seu mix de produção gerava estoques altos devido a baixas vendas, situação essa que agravava com a sazonalidade influenciada pela data tradicional da Semana Santa, que provoca queda no consumo de carnes. Esse efeito era sentido do mês de fevereiro até meados de maio. Também identificado a ausência de um sistema de gestão que integrasse produção e setor da qualidade.

Um fator identificado que tem uma relevância importante foi o regionalismo acentuado e proveniente da cultura onde a unidade está inserida, também o grau de parentesco e ou aproximação entre os funcionários de base. Isso pode ser muito bem direcionado ou ter um efeito negativo. Os índices de falhas ou acidentes encontrados na unidade revelam ocorrências graves com baixas frequências.

A confiabilidade de processo passa por uma disponibilidade de equipamento que atenda a necessidade de produção. A ocorrência de diversas paradas por quebra de equipamento é observada e indicada como sendo um dos pontos fracos da unidade.

3.2 Definição do mix ótimo de produção

Com um mix de produção baseado na embalagem de 80% de frango inteiro de 20% de cortes, peito e pernas com osso, a unidade apresenta excelentes índices de rendimento e aproveitamento, entretanto é uma condição desfavorável de rentabilidade devido aos produtos serem considerados commodity.

Através da programação linear e usando os dados de custo, margem de contribuição dos produtos, foi definido o mix de produção com frango inteiro em 50% e 50% de cortes e os cortes usando a capacidade máxima das linhas, produção de bandejas e produção do giro freezer, peito 100% desossado e

pernas e asa seccionadas admitindo um pouco de perna inteira, pois é a condição para atender toda a produção de peito desossado os detalhes de como foi feito o estudo que determinou o mix não será tratado neste trabalho.

3.3 Distribuição Weibull

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

$$f(t) = \frac{\delta}{\alpha^\delta} t^{\delta-1} \exp \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\delta \right] \quad t > 0, \quad (1)$$

Sendo $\delta > 0$ e $\alpha > 0$ os parâmetros de forma escala.

Sendo a função de probabilidade Weibull dada por:

$$h(t) = \frac{t}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\delta-1}, \quad t > 0 \quad (2)$$

$\delta > 1$ estritamente crescente;

$\delta < 1$ estritamente exponencial – weibull;

$\delta = 1$ taxa de falha fica constante.

O tempo médio de vida (MTTF) é a variância da distribuição de Weibull e é dado por:

$$MTTF = \alpha \rho \left[1 + \frac{1}{\delta} \right] \quad (3)$$

$$\text{Var}(t) = \alpha^2 \left\{ \delta \left[1 + \frac{1}{\delta} \right] - \delta^2 \left[1 + \frac{1}{\delta} \right] \right\} \quad (4)$$

Com δ denominado função gama, então:

$$\delta = \int_0^\infty u^{x-1} e^{-u} du, \quad x \geq 0 \quad (5)$$

3.4 METODO SPAR - H

Segundo Calixto [4] 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 consequências? Qual a chance de dar errado? Quais os fatores que influenciam no erro?

Como reduzir a chance de errar? Para Ávila et al. [1] a tarefa promove a reunião entre o homem e os sistema, sócio-técnicos, e as organizações e cada tarefa terá uma característica e é influenciada por essa relação.

Diante da condição em que a unidade de abate e processamento de aves se encontra, o erro na tarefa precisa ser gerenciado para que venha atenuar os efeitos de paradas e consequentemente melhorar a condição de operação. Para isso avaliar-se-á as atividades de início de operação do giro freezer e das máquinas de envelopar bandejas buscando a interferência do homem. A técnica SPAR – H é aplicado para identificar a interferência humana nas atividades, a Figura 1 de fatores de desempenho humano de acordo com o procedimento de NUREG/CR 6883.

PSFs	PSF Nível	Multiplicador por Ação
Disponibilidade de tempo	Tempo Inadequado	P(f)=1
	Tempo disponível = Tempo requerido	10
	Tempo Nominal	1
	Tempo disponível ≥ 5x o tempo requerido	0.1
	Tempo disponível ≥ 50x o tempo requerido	0.01
Stress	Informação insuficiente	1
	Estremo	5
	Alto	2
	Nominal	1
Complexidade	Informação Insuficiente	1
	Altamente Complexo	5
	Moderadamente Complexo	2
	Adequada	1
Experiência/ Treinamento	Informação Insuficiente	1
	Baixo	3
	Adequada	1
	Alto	0.5
Procedimentos	Informação insuficiente	1
	Não disponível	50
	Incompleto	20
	Disponível mas de baixa qualidade	5
Ergonomia	Adequado	1
	Informação insuficiente	1
	Muito ruim	50
	Ruim	10
Preparo físico para a atividade	Adequada	1
	Bom	0.5
	Informação insuficiente	1
	Totalmente despreparado	P(f)=1
Processo de Trabalho	Pouco preparo	5
	Adequado	1
	Informação insuficiente	1
	Ruim	5
	Adequado	1
	Bom	0.5
	Informação insuficiente	1

Figura 1 - Fatores de desempenho humano.
Fonte: Calixto [4]

Para as tarefas de acionar o giro freezer e as máquinas de envelopar bandeja tem-se o seguinte PSFs na Quadro 1:

Tabela PSF para HEP 1		PSF para HEP 2	
Tempo disponível	1	Tempo disponível	1
Estresse	2	Estresse	2
Complexidade da tarefa	1	Complexidade da tarefa	1
Treinamento / Experiência	3	Treinamento / Experiência	3
Procedimentos	1	Procedimentos	1
Ergonomia	1	Ergonomia	1
Aptidão ao trabalho	1	Aptidão ao trabalho	1
Relações de trabalho	5	Relações de trabalho	5

Quadro 1 – Quadro dos PSFs óbitos para as tarefas relacionadas.

Fonte: Elaboração do autor.

A probabilidade de falha humana para diagnóstico ou ação pode ser calculada através da equação 6, onde o índice i é referente aos oito PSF utilizados pelo SPAR-H.

$$HEP = \frac{NHEP.PSF_{composto}}{NHEP.(PSF_{composto}-1)+1} \quad (6)$$

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Dados de manutenção usando Software Weibull ++

Através da aplicação no Software Weibull ++ o resultado da confiabilidade técnica dos equipamentos Giro Freezer e as máquinas de Envelopar de Bandejas (Ulma) apresentam-se no quadro 2, 3, 4 e 5 da seguinte forma:

Parada de equipamento - GIROFREEZER					
Data	Equipamento	Tempo de parada(h)	Tempo de Operação (h)	Tempos Acumulados	Motivo
01/01/15					
02/02/15	Girofreezer	2,25	768	768	Problema de temperatura (problema no compressor na sala de máquina)
03/02/15	Girofreezer	0,42	24	792	Problema de temperatura (problema no compressor na sala de máquina)
23/02/15	Girofreezer	1,25	480	1272	Vazamento de amônia
11/03/15	Girofreezer	9,00	384	1656	Quebra da corrente
12/03/15	Girofreezer	1,75	24	1680	Quebra da corrente
13/03/15	Girofreezer	8,17	24	1704	Esteira quebrada
16/03/15	Girofreezer	1,92	72	1776	Temperatura fora do padrão (pouca amonia no sistema)
19/03/15	Girofreezer	3,00	72	1848	Quebra da corrente
25/03/15	Girofreezer	4,50	144	1992	Quebra da corrente
21/05/15	Girofreezer	2,27	1368	3360	Quebra da corrente
26/05/15	Girofreezer	1,00	120	3480	Problema de temperatura
27/05/15	Girofreezer	4,00	24	3504	Esteira travada
28/05/15	Girofreezer	1,00	24	3528	Problema elétrico (painel de controle queimado)
29/05/15	Girofreezer	2,60	24	3552	Quebra da corrente
02/06/15	Girofreezer	4,05	96	3648	Quebra da corrente
08/07/15	Girofreezer	0,50	864	4512	Temperatura fora do padrão (pouca amonia no sistema)

Quadro 2 – Dados de parada para o Giro freezer

Fonte: Relatório dos internos da empresa.

Relatório de Resultado Simplificado		
Tipo de Relatório	Resultados Weibull++	
	Informações de Usuário	
Usuário	X	
Empresa	X	
Data	25/09/2015	
	Parâmetros	
Distribuição:	Weibull-2P	
Análise:	RRX	
Método do IC:	MF	
Ranqueando	MED	
Beta	2,837735	
Eta(h)	0,282666	
Valor da LK	-31,896476	
Rho	0,981285	
F \ S	16 \ 0	
	LOCAL VAR / COV MATRIX	
	Var-Beta=0,50326	
	[Nota: Teta = (1 / Lambda)]	
Fim do relatório de Resultados Simplificado		

Quadro 3 – Resultado do cálculo de confiabilidade para o Giro freezer

Fonte: Relatório dos internos da empresa.

Parada de equipamento - ULMA					
Data	Equipamento	Tempo de parada(h)	Tempo de Operação (h)	Tempos Acumulados	Motivo
01/01/15					
03/02/15	Ulma	1,00	792	792	Problema mecânico/elétrico
05/02/15	Ulma	2,17	48	840	Problema elétrico
09/02/15	Ulma	2,00	96	936	Problema mecânico
10/02/15	Ulma	2,73	24	960	Problema mecânico
11/02/15	Ulma	1,00	24	984	Fora do tempo
12/02/15	Ulma	5	24	1008	Problema mecânico
23/02/15	Ulma	2,00	264	1272	Rolamento da esteira quebrado
09/03/15	Ulma	3,25	336	1608	Quebra da engrenagem
10/03/15	Ulma	6,92	24	1632	Fora do tempo
16/03/15	Ulma	3,50	144	1776	Problema na datadora
19/03/15	Ulma	3,38	72	1848	Problema mecânico
23/03/15	Ulma	5,83	96	1944	Esteira do túnel de encolhimento quebrada
24/03/15	Ulma	3,83	24	1968	Esteira do túnel de encolhimento quebrada
05/07/15	Ulma	2,00	2472	4440	Problema mecânico
15/07/15	Ulma	1,58	240	4680	Problema elétrico
16/07/15	Ulma	2,25	24	4704	Problema mecânico

Quadro 4 – Dados de parada para a Ulma

Fonte: Relatório dos internos da empresa.

Relatório de Resultado Simplificado		
Tipo de Relatório	Resultados Weibull++	
	Informações de Usuário	
Usuário	X	
Empresa	X	
Data	25/09/2015	
	Parâmetros	
Distribuição:	Weibull-2P	
Análise:	RRX	
Método do IC:	MF	
Ranqueando	MED	
Beta	2,126233	
Eta(h)	3,338016	
Valor da LK	-29,142391	
Rho	0,971001	
F \ S	16 \ 0	
	LOCAL VAR / COV MATRIX	
	Var-Beta=0,155960	CV Ets Beta=0,074283
	CV Ets Beta=0,074283	Var-Eta = 0,17819
Fim do relatório de Resultados Simplificado		

Quadro 5 – Resultado do cálculo de confiabilidade para Ulma

Fonte: Relatório dos internos da empresa.

Os equipamentos mencionados possuem características de falhas prematuras ($\beta < 1$), como são equipamentos antigos, descarta-se a possibilidade de problema no projeto. Fator de restauração foi

próximo a uma unidade que indica reparos de baixa complexidade. Isto direciona o entendimento que ocorre oportunidade na tarefa de manutenção.

O cálculo da confiabilidade foi realizado com base em probabilidade de 24 horas, ou seja, em 24 horas já há uma probabilidade do equipamento falhar. Pela análise da mão de obra, observa-se que a equipe tem experiência maior nos reparos do Giro Freezer do que na Máquina de Envelopar Bandejas (Ulma). Um fato a ser mencionado é que como somente ocorre manutenção corretiva nos equipamentos foi percebido desmotivação da equipe levando a não sanar algum modo de falha dos equipamentos.

4.2 Dados da equipe de produção usando o Método SPAR-H

A confiabilidade humana obtida usando o método do SPAR –H para as atividades de acionar os equipamentos foram:

Adotando que para tarefas que seja necessárias habilidades cognitivas as taxas de falhas adotadas serão: 0,01 para diagnóstico e 0,001 para ação e os valores dos PSFs da Tabela 1, tem-se:

PSF 1 – Acionar Giro freezer

$$HEP_{\text{Diag}} = \frac{0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,232558 \quad (7)$$

$$HEP_{\text{Ação}} = \frac{0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,029155 \quad (8)$$

$$HEP = HEP_{\text{Diag}} + HEP_{\text{DiAção}} = 0,26173 \quad (9)$$

PSF 2 – Acionar máquina de envelopar Bandeijas

$$HEP_{\text{Diag}} = \frac{0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,01 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,132379 \quad (10)$$

$$HEP_{\text{Ação}} = \frac{0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)}{((0,001 \times (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 5)) - 1) + 1} = 0,013158 \quad (11)$$

$$HEP = HEP_{\text{Diag}} + HEP_{\text{DiAção}} = 0,144737 \quad (12)$$

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A unidade de abate e processamento de aves no interior da Bahia apresenta um cenário desfavorável à sustentabilidade com um prejuízo acentuado e precisa manter a estratégia de cortar 50% do frango e destinar os cortes para produtos de valor agregado melhor.

Com a alteração do mix de produção foi observado que o planejado não estava sendo entregue e os estudos identificaram interferências em duas frentes, fatores humanos e na manutenção dos

equipamentos Giro freezer e Ulma. Para o primeiro foi usado no estudo o método do SPAR-H e no segundo usado a Curva de Weibull através do Software Weibull ++.

Os resultados de para a tarefa de acionar o Giro Freezer teve a probabilidade de erro humano (HEP) igual a 0,26173, ou seja, que 26,17% de probabilidade de falha humana. Já para o acionamento da máquina Ulma a HEP encontrada foi de 14,47%.

Os resultados da Weibull indicam falha prematura ($\beta < 1$), descartando erro de projeto devido a idade dos equipamentos. Seguindo os resultados, tem-se fator de restauração próximo de uma unidade indicando reparo de baixa complexidade e com uma melhor especialização nas interferências no Giro freezer do que na Ulma, ausência de manutenção preventiva, apenas corretiva e que provavelmente alguns módulos de falhas não são sanados, podendo gerar desmotivação na equipe de manutenção.

A unidade possui um sistema de excelência para gestão dos processos, entretanto a implantação e do mesmo ocorreu a pouco tempo trazendo conflito ao pessoal de produção e também de manutenção. A observação do processo indica que existe certa resistência em adotar as ferramentas que o sistema traz, levando a crença que pode ter sido implantado de forma equivocada e por pessoas que não foram aceitas pelo pessoal de base e manutenção.

Em consonância com o exposto acima, ações de ajuste tais como: verificar e alterar a maneira de conduzir a gestão do Sistema de Excelência, voltando o foco para o entendimento dos Fatores Humanos envolvidos no processo e implantar a política de Manutenção Voltada para a Confiabilidade. Os resultados trará uma condição melhor de confiabilidade.

REFERÊNCIAS

- [1] ÁVILA, S. F., FIGUERÔA, C. L. S., PESSOA, L. F. P., ANDRADE, J. C., “Análise de Falha na Tarefa, fases de identificação, execução e análise”. *Engenharia Química Energia e Novos Desafios*, Setembro de (2008).
- [2] DE SOUZA, S. S., & LIMA, C. R. C., “Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica”. *XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Outubro de (2003).
- [3] BORGES, M. F., & MENEGON, N. L., “Fator Humano: confiabilidade às Instabilidade do sistema de Produção”. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas – GEPROS*, Dezembro (2009).
- [4] CALIXTO, E., PAULO, D., FAERTE, D., JUNIOR, W., “Comparação Entre Diferentes Métodos de Análise de Confiabilidade Humana: estudo de caso da análise de confiabilidade humana da partida do turbogerador”. *VII Congresso de Excelência em Gestão*, Agosto de (2011).