

# QUANTIFICAÇÃO DE OPERADORES COMO FATOR DECISIVO NA GESTÃO DO PROCESSAMENTO DE MILHO

*Luam Gabriel Oliveira Maia<sup>1</sup>*

*MSc. Darlan Marques da Silva<sup>2</sup>*

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar a possibilidade de redução de operadores em uma linha de produção. Uma vez que, provado a viabilidade de redução no quadro de funcionários, conseqüentemente a empresa reduzirá seus custos unitários, ocasionando assim uma melhor eficiência produtiva. Para o desenvolvimento do estudo foi analisado o setor de empacotamento de farinha de milho, onde foi aplicado um método de distribuição de probabilidades e utilizou como parâmetros a relação entre paradas indesejadas, efeitos e variações no custo unitário de produção. O levantamento dos dados ocorreu durante o período de trinta dias, onde foram coletados indicadores de custos unitários de produção, quantidade de operários, quantidade de máquinas, horas disponíveis para operação e total de horas paradas por máquina. Ao implantar o método de distribuição por probabilidades foram obtidos resultados favoráveis para uma redução de operadores, visto que, atuando com nove operadores o custo unitário de pacotes produzidos foi de aproximadamente 0,21 centavos. Haja vista que com cinco operadores o valor foi de aproximadamente 0,17 centavos. Em virtude do que foi mencionado, conclui-se a viabilidade da redução de nove para cinco operadores. A empresa ganhará com a redução de funcionários, uma vez que os ganhos priorizam as perdas devido à redução nas taxas de produção.

Palavras-chave: Redução de custo. Máquina. Indústria. Processo.

---

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de graduação em Engenharia de Produção.

<sup>2</sup>Professor da Universidade de Rio Verde – Orientador.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o milho é cultivado em larga escala em vários países por ser um cereal com enorme potencial nutritivo e ter uma ótima resposta ao ser processado. Ele é amplamente produzido e consumido tanto de forma direta na alimentação humana, como também de forma indireta, utilizado em ração animal e na produção de biocombustíveis, sendo que o uso deste cereal para tal produção tem causado efeito no preço do mesmo, impactando assim no direcionamento do grão para o consumo humano. O fator determinante do cultivo do milho estar presente em muitos países é a sua facilidade de se adaptar em diferentes condições climáticas e regiões (SÁ *et al.*, 2013).

Os maiores produtores deste grão na atualidade são os Estados Unidos com uma produção de 353,7 milhões de toneladas durante o período de 2013/2014, representando (35,78%), seguido da China com 218,49 milhões de toneladas (22,1%), o Brasil aparece na terceira colocação, produzindo pouco mais de 8% dos 988,56 milhões de toneladas totais (USDA, 2014). Entretanto, devido ao enorme contingente populacional chinês, grande parte da sua produção é consumida no mercado interno. Sendo assim, os fatores logísticos dos Estados Unidos, Brasil e Argentina, combinados com as suas produções, os tornam principais exportadores deste cereal.

No Brasil o milho é plantado principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste, cultivando em diferentes formas de manejo, podendo ser mecanizada ou manual. A sua forma de produção pode variar de pequenas propriedades com baixo poder aquisitivo e tampouco investimento em tecnologias, até as lavouras que utilizam as mais altas técnicas obtendo produtividade semelhante aos dos países de agricultura mais avançada, como os Estados Unidos (SILVA *et al.*, 2015).

No estado de Goiás, localizado na região do Centro-Oeste brasileiro, o milho encontra-se em grande escala no sudoeste do estado, sendo uma região que possui características favoráveis para a cultura do grão. Deve-se ressaltar que há alguns anos a área total de plantio não sofreu tanta expansão, porém os resultados de produção aumentaram bastante, fato esse causado pelas melhorias em tecnologias, segundo a ABRAMILHO - Associação Brasileira dos Produtores de Milho (ABRAMILHO, 2015).

Destaca-se tamanha importância deste cereal por ser beneficiado por indústrias para se obter derivados e a sua comercialização. Existem dois tipos de processos de moagem, sendo a

moagem a seco que carece de poucos maquinários, implementando-se em indústrias de pequeno porte e a moagem a úmido, que é utilizada em empresas de grande porte, necessitando-se de uma maior tecnologia empregada e obtém assim maior produtividade (NUSSIO *et al.*, 2003).

Em uma indústria localizada no sudoeste goiano que emprega a moagem a seco em seu processo produtivo para produzir alimentos derivados do milho, surgiu a necessidade de realizar uma investigação com objetivo de obter uma análise das paradas não programadas deste processo. Podendo assim verificar uma possível redução de operadores (mantenedores), visto que, os custos unitários de produção poderão ser reduzidos, garantindo maior eficiência para o processo que possivelmente levará a empresa a obter vantagens competitivas frente aos seus concorrentes.

## **2. GESTÃO DE PROCESSOS**

Basicamente a gestão do processo se resume na interação do conjunto de atividades e setores e que tem como objetivo obter melhoria da qualidade dos produtos, e/ou serviços oferecidos por uma empresa, diferentemente do método gerencial por setores mais comuns nas empresas. Devido a essa divergência entre os dois métodos têm surgido muitas dúvidas entre a compreensão e o uso da definição de abordagem por processos. Afinal, percebe-se que as tarefas designadas na maioria das vezes são realizadas por grupos de pessoas de vários setores (PRADELLA, 2013).

A metodologia de gestão de processos tem como objetivo tornar eficiente toda a cadeia produtiva de uma organização por meio de uma visão panorâmica da estrutura corporativa, onde as diferentes áreas da empresa atuam de forma integrada, visando melhorar o desempenho da empresa como um todo. O modelo de gestão de processos permite que a mesma tenha uma visão mais completa dos principais processos da organização, pois eles contribuem para o desempenho do negócio e permite o aperfeiçoamento dos mesmos garantindo produtos e serviços de qualidade para seus clientes. É importante ressaltar que uma boa implantação do modelo de gestão favorecerá a redução de custos, uma vez que facilitará a identificação de problemas ao longo das etapas do processo permitindo assim uma correção imediata (KIPPER *et al.*, 2013).

É imprescindível a utilização de um método de gestão de processo em uma empresa independentemente de seu porte ou segmento de atuação, pois é com a utilização do mesmo que a organização terá real conhecimento de tudo que se é produzido e o método com que se produz. Sendo assim, facilitará a organização obter melhores desempenhos de forma a garantir bons resultados (IRITANI *et al.*, 2015).

## 2.1 METODOLOGIAS DE GESTÃO DE PROCESSOS

A definição de um modelo de metodologia mais adequado ao perfil da empresa interfere significativamente sobre o desempenho das pessoas, ou seja, os funcionários, que são os principais envolvidos de forma prática dentro da organização. Conclui-se que para se adquirir vantagens competitivas é fundamental que o modelo de metodologia assegure dois requisitos, sendo eles: que seja aplicada e seguida por todos, e que possa ser acessível a todos (BAÊTA; MARTINS; BAÊTA, 2002).

Um fator primordial para se chegar ao sucesso na implantação da gestão de processos é o conceito definitivo de uma metodologia a ser utilizada como modelo, sempre buscando um protótipo metodológico que se encaixe melhor aos critérios e requisitos da companhia. Outro fator importante é o levantamento dos principais processos, pois essa identificação influenciará diretamente nos resultados de implantação da gestão de processos em uma empresa (KIPPER *et al.*, 2011).

## 2.2 FATORES CRÍTICOS DE PROCESSOS

Inicialmente cabe expor que fatores críticos de processos são aqueles que podem afetar diretamente, alterando os resultados almejados em um determinado processo. Ou seja, são obstáculos ou dinamizadores que afetam de forma positiva ou negativa para tal atividade. Entretanto essa definição vai depender da forma com que a empresa entende e trabalha sobre tais fatores, sendo assim, podem ou não ocasionar empecilhos relacionados a esses. É importante ressaltar que esses fatores podem variar de acordo com as organizações, seus segmentos, e níveis de cargos dentro de uma mesma empresa (ROCHA; SILVEIRA, 2015).

Alguns fatores críticos para se obter êxito em um sistema de gestão de processo podem ser: o mapeamento do processo de forma geral; levantamento dos indicadores de desempenho dos processos de forma individual; utilização dos indicadores para controlar o desempenho dos processos; tomada de decisão para implantação de ações que possam corrigir e prevenir; definir metas para os indicadores de desempenho; deixar claro a importância da gestão de processos para pessoas e setores envolvidos; o reconhecimento da obtenção dos resultados almejados (COUTO; MARASH, 2005).

A Gestão de Processo, como pode ser visto, é um fator chave dentro da estratégia organizacional, envolve uma complexidade de elementos ao qual devem ser sanados ou minimizados, estando circunscritos na caminhada ao sucesso da empresa para ter uma maior produtividade e flexibilidade em suas linhas de produção. Dentre estes elementos, pode-se destacar o aparecimento de falhas em seus processos fabris, como poderá ser visto no próximo tópico.

### 2.3. FALHAS EM PROCESSOS PRODUTIVOS

Pode-se definir falha como sendo um acontecimento indesejado e causador de problemas de forma a impedir o correto desempenho do processo, sendo assim, empresas buscam soluções eficazes e imediatas para garantir a integridade de seus produtos e serviços. Devido uma busca constante pelo aperfeiçoamento, alavancou o surgimento de formas e o desenvolvimento de conhecimentos específicos para que as organizações mantenham controlados seus processos e evitem possíveis falhas. São métodos desenvolvidos para garantir a qualidade e credibilidade dos itens produzidos sem que os mesmos venham ocorrer falhas (OLIVEIRA; PAIVA; ALMEIDA, 2010).

Em um processo produtivo, falhas podem ocorrer por diferentes motivos, e em diferentes proporções, como uma falha de má execução de projeto do processo, desgaste de um equipamento, ou até mesmo uma falha humana. O fato de ter o conhecimento que as mesmas surgirão não quer dizer que esteja desprezando-as, ou seja, é primordial que as empresas busquem reduzi-las e classificá-las, pois nem todas as falhas tem o mesmo impacto diante do processo e algumas podem até mesmo não serem notadas. Dessa forma é imprescindível que as organizações saibam classificar os tipos de falhas e se atentar àquelas que são graves, ou seja, que podem afetar diretamente todo o processo (OLIVEIRA; PAIVA; ALMEIDA, 2010).

As falhas decorrentes em um processo produtivo podem ser classificadas conforme Oliveira, Paiva e Almeida (2010) nos seguintes aspectos:

- Falhas Precoces ou iniciais: são falhas originadas no início da cadeia produtiva, tendo relação direta com a preparação e capacitação de operadores, adaptação diante especificações de equipamentos, falta de experiência na gestão do processo. Nesta etapa, a taxa de falhas deve ser decadente;

- Falhas Eventuais ou problemáticas: são falhas que ocorrem em meio à operação do processo podendo ser decorrentes de vários fatores como falha técnica, falha operacional e falha humana. Já nesta etapa a taxa de falhas deve ser baixa, porém constante;

- Falhas por deterioração ou desgaste: são falhas que surgem no processo de acordo com seu tempo de uso. Os desgastes podem ser acelerados de acordo com uma manutenção não adequada ou até mesmo pela não ocorrência da mesma, causando assim fadiga, ou deterioração das máquinas. É primordial que a gestão tenha conhecimento da importância da não ocorrência de falhas por desgaste em seus processos.

### **3. O PROCESSO NA EMPRESA EM ESTUDO**

Visto a necessidade de se conhecer o processo industrial dentro da empresa, nesta seção será descrito como o mesmo funciona para facilitar a compreensão de alguns fatores cruciais que foram levados em consideração nas análises realizadas.

#### **3.1. O PROCESSO**

O processamento de milho para a obtenção de derivados alimentícios se inicia desde o momento em que se recebe a matéria-prima, que pode ser originária de armazéns ou diretamente do campo. É importante que o grão passe por análises para garantir padrões e que não possua indícios que poderão afetar a saúde dos consumidores.

Após o milho ser recebido, o mesmo será descarregado em um sistema de moegas onde será transportado por mecanismos como *redlers*<sup>3</sup>, elevadores e esteiras para a etapa de pré-limpeza e secagem, caso o grão possua umidade fora dos parâmetros de recebimento, em

---

<sup>3</sup> Redler: Equipamento utilizado para transportar produtos granulados em posição horizontal e inclinada.

sequência seguirá para área de armazenamento. Geralmente utiliza-se um sistema de armazém para estocar o grão, e este armazém abastece silos que são responsáveis por alimentar a indústria.

São utilizados sistemas de *redlers* e elevadores verticais que atuam no transporte do grão até uma balança de fluxo contínuo que será responsável por garantir a pesagem e os registros da quantidade de matéria-prima destinada ao processo. Seguindo pelas etapas, essa matéria-prima chegará até um sistema de silo pulmão<sup>4</sup> que tem como finalidade garantir uma margem de estoque para o processo de forma imediata, em seguida o milho deve adquirir maciez, ou seja, o grão passará por uma rosca molhadora, onde o mesmo entrará em contato com a água, pois é importante ele macerar, assim facilitará a separação do gérmen<sup>5</sup>.

Na etapa seguinte, chamada de degerminação, o milho já amolecido passará por equipamentos chamados degerminadoras que tem como finalidade separar o endosperma e o gérmen do grão, pois o gérmen equivale a 30% do cereal, sendo a parte do milho onde se concentra a maior quantidade de óleo, já o endosperma mais conhecido como canjica é equivalente a 70% do grão. Nesta etapa de degerminação, o milho passará por equipamentos chamados degerminadoras, tais equipamentos atuam da seguinte forma: o grão será pressionado pelo rolo cilíndrico do equipamento contra uma tela metálica, desta forma o endosperma passará pela tela e o gérmen será separado por um sistema de exaustão, separando assim, canjica para uma linha do processo e o gérmen para outra. É importante ressaltar que o operador tenha conhecimento para manter este equipamento regulado de forma correta garantindo uma boa eficiência produtiva, afinal quanto maior for a taxa de gérmen retido, menor será a de canjica para a produção de derivados.

Após ocorrer a degerminação, obtêm-se várias granulometrias e conseqüentemente, canjicas em diferentes tamanhos seguem para uma etapa de classificação, onde passará por equipamentos classificadores de grãos, que são chamados *plansifters*<sup>6</sup>, que tem como formato uma caixa e possuem um sistema de gavetas com várias telas de granulometrias diferentes, como este equipamento possui um eixo excêntrico, o mesmo executa movimentos de forma a uma circunferência, facilitando assim que o produto ao cair dentro do mesmo se distribua pelas gavetas ali presentes tendo como objetivo classificar os produtos por diferentes granulometrias.

---

<sup>4</sup> Sistema de Silo Pulmão: Mecanismo utilizado em processos com objetivo de conservar e manter grãos aerados.

<sup>5</sup> Gérmen: Parte do grão de milho destinada para extração de óleo e fabricação de ração animal.

<sup>6</sup> Plansifters: Equipamentos utilizados para classificar grãos em diferentes tamanhos.

Neste momento a matéria prima já foi separada em vários tamanhos, a canjica seguirá para a moagem onde passarão por moinhos cilíndricos ou martelos, os mesmos atuam de forma semelhante, porém cilíndricos como o próprio nome já dizem possuem rolos cilíndricos com estrias que trituram a canjica entre si em alta rotação. Os moinhos martelos possuem chapas de ferro e através de atrito pressionam a canjica contra uma tela metálica. Independente de qual sistema de moagem for utilizar, estes equipamentos são regulados para que se obtenham produtos moídos de diferentes tamanhos, ou seja, maiores e menores. Após essa etapa, segue para uma nova classificação novamente em *plansifters*<sup>6</sup>, porém agora com os produtos moídos.

Após todo esse processo muitos produtos já estão prontos, como por exemplo, o fubá, o creme de milho, *grits*<sup>7</sup> para cervejarias, entre outros. Deve-se ressaltar que mesmo estando finalizados tais produtos ainda passarão por PCC (Ponto Crítico de Controle), que são dispositivos de segurança como peneiras, imãs, detectores de metais, entre outros. Garantindo assim a qualidade dos produtos. Para a produção de farinha flocada e flocos de milho destinados a cereais matinais, a canjica necessita ser laminada para ganhar forma de flocos, os equipamentos responsáveis por essa etapa do processo são laminadores que atuam em altas rotações pressionando a canjica entre um rolo e outro. É imprescindível que esses produtos também passem por PCC's a fim de garantir a integridade dos mesmos. Após cumprir todas essas etapas os produtos seguirão para as áreas de envase onde serão comercializados em sacarias e empacotados.

### 3.1.1. EMPACOTAMENTO DE FARINHA FLOCADA

No empacotamento de farinha flocada geralmente se utiliza máquinas semiautomatizadas, onde as mesmas necessitam de reposição de insumos como, embalagens e cola. A máquina empacotadeira possui um silo pulmão onde recebe a farinha flocada. Após ocorrer o abastecimento, os comandos da máquina têm como objetivo pegar embalagem vazia, encher com produto, pesar os pacotes e por fim, lacrar a embalagem utilizando cola adequada para processos alimentícios. Para funcionamento a máquina necessita de energia elétrica e ar comprimido, uma vez que todos seus comandos automatizados são acionados pela presença de ar, fazendo com que válvulas, pistões, entre outras peças sejam acionadas.

---

<sup>7</sup> Grits: Farinha de milho obtida a partir da moagem do endosperma do grão. Geralmente destinada para indústrias cervejeiras.



Considerando que para a produção de empacotados cada máquina necessita de um operador para repor seus insumos, e com a presença de alguns fatores críticos que implicam e influenciam nas paradas destes equipamentos, como por exemplo, problemas operacionais, manutenção mecânica e elétrica. Algumas empresas buscam solucionar problemas que ocasionam as paradas indesejáveis destes equipamentos e conseqüentemente uma baixa eficiência de produção. É importante ressaltar que a redução das horas paradas destes equipamentos resultará em uma boa produtividade e uma redução de custos.

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

Na elaboração de uma pesquisa para o desenvolvimento de um trabalho científico, independentemente de sua ênfase, é importante que se adote uma metodologia para a construção da mesma, pois um planejamento bem utilizado irá fornecer subsídios ao autor para que o mesmo saiba impor os conhecimentos e práticas adquiridas ao longo do desenvolvimento do trabalho. Metodologia científica é o estudo dos métodos ou dos instrumentos utilizados na elaboração de um trabalho científico como o conjunto de técnicas e etapas empregadas para o desenvolvimento e formulação de um trabalho (ABRAMCZUK *et al.*, 2012).

Para o desenvolvimento desse trabalho científico foram utilizadas como ferramentas em sua elaboração pesquisas bibliográficas, com o objetivo de embasar as afirmações acima em fontes que possuam credibilidade e conteúdos recentes tendo espaço em revistas e jornais científicos com foco em agricultura, tecnologia, processos industriais, gestão de processos e suas metodologias.

O setor escolhido pela empresa na redução de custos foi o de empacotamento de farinha flocada. O levantamento dos dados ocorreu no período de 01 a 30 de novembro de 2016, através de uma coleta *in loco* na empresa em estudo. O sistema atua em dois turnos de 8 horas cada, totalizando 16 horas diárias, seis dias por semana. Com 9 máquinas e 9 funcionários, a empresa almeja a redução de quatro trabalhadores, de forma a não impactar o processo do setor, levando em consideração os custos unitários da produção para cada pacote produzido. Sabe-se que cada pacote contém 500 gramas.

## 5. LEVANTAMENTO DOS DADOS E ANÁLISES

Nesta seção serão delineados os artifícios para obter os parâmetros necessários e atingir o objetivo da empresa, bem como os cálculos para auxiliar na tomada de decisão, que é chegar ao custo mínimo de produção por unidade de pacote.

A primeira iniciativa foi achar uma distribuição de probabilidade que se enquadrasse bem a situação do estado das máquinas. E segundo Montgomery e Ruger (2009), quando um experimento aleatório (as falhas nas máquinas) apresenta  $n$  tentativas de Bernoulli, atendendo as seguintes premissas: (I) as tentativas são independentes; (II) cada tentativa levará a apenas dois resultados possíveis, ‘falha’ e ‘sucesso’; (III) as probabilidades permanecem constantes, com uma delas  $p$  e a outra  $(1 - p)$ , com  $0 < p < 1$ , é uma característica da Distribuição Binomial.

Logo, tal distribuição se enquadrou perfeitamente, visto que: em (I) uma máquina não impacta na outra máquina, são independentes; (II) cada máquina apresentará um estado ‘não operante’ ou ‘operante’; e (III) as probabilidades foram baseadas em valores médios, permanecendo constantes. A função de distribuição de probabilidade está expressa pela Equação (1) (MONTGOMERY; RUGER, 2009):

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x}, x = 0, 1, \dots, n. \quad (1)$$

Onde,  $n$  será a quantidade total de máquinas e  $x$  a quantidade total de máquinas falhas. Então, a busca se deu pelo parâmetro  $p$ , sendo necessário achar a disponibilidade total mensal e a quantidade de horas paradas, salienta-se que está sendo trabalhado com um valor médio de todas as máquinas, devido à quantidade de horas paradas poderem variar mês a mês, conforme o processo.

A Tabela (1) apresenta a quantidade de horas paradas por máquinas no processo e a disponibilidade de tempo para operação.

**TABELA 1** - Disponibilidade e horas paradas por cada máquina em estudo

<b>Quantidade de Máquinas</b>	<b>Disponibilidade Mensal (Horas)</b>	<b>Horas Paradas</b>
Máquina 01	416	90.50
Máquina 02	416	121.36
Máquina 03	416	120.15
Máquina 04	416	85.99
Máquina 05	416	111.61
Máquina 06	416	97.79
Máquina 07	416	129.59
Máquina 08	416	83.92
Máquina 09	416	106.20
<b>TOTAL</b>	<b>3744</b>	<b>947.11</b>

Fonte: Levantamento de dados na própria empresa

Com base nos dados apresentados, conclui-se que o processo em que está ocorrendo o estudo possui uma probabilidade inoperante de aproximadamente 0.25, ( $947.11/3744 = 0.252$ ) e consequentemente em operação de 0.75 ( $1 - p$ ).

O que permitiu o cálculo do total de horas perdidas para cada situação. Exemplificando como se chegou às horas perdidas para os cenários com 9, 8, 7, 6 e 5 operadores, tem-se na tabela 2 o exemplo piloto para as horas perdidas com 5 operadores, com os demais cenários (9, 8, 7 e 6), utilizou-se a mesma lógica (ver na Tabela 2).

- A primeira coluna trata de cada uma das possibilidades em que as máquinas poderiam estar paradas. Como se tem 9 máquinas, poderá ir de 0 (nenhuma máquina parada) a 9, situação em que todas as máquinas estariam paradas ao mesmo tempo.

- Na segunda coluna, realizou-se o cálculo da probabilidade de cada um dos eventos acontecerem para as máquinas estudadas. O cálculo como já justificado, foi através da Equação (1).

**TABELA 2** - Cálculo das horas perdidas para 5 funcionários

<i>Máquinas paradas m</i>	<i>Probabilidade (m de n)</i>	<i>Máquinas sem atendimento</i>	<i>Horas máquinas perdidas por dia, em 2 turnos de 8 horas cada</i>
0	$\binom{9}{0} (0,25)^0 (0,75)^9 = 0,07508469$	0	0
1	$\binom{9}{1} (0,25)^1 (0,75)^8 = 0,22525406$	0	0
2	$\binom{9}{2} (0,25)^2 (0,75)^7 = 0,300338745$	0	0
3	$\binom{9}{3} (0,25)^3 (0,75)^6 = 0,2335968$	0	0
4	$\binom{9}{4} (0,25)^4 (0,75)^5 = 0,1167984$	0	0
5	$\binom{9}{5} (0,25)^5 (0,75)^4 = 0,038932800$	0	0
6	$\binom{9}{6} (0,25)^6 (0,75)^3 = 0,00865173$	1	$0,008651733 \times 1 \times 16 = 0,138427728$
7	$\binom{9}{7} (0,25)^7 (0,75)^2 = 0,00123596$	2	$0,001235962 \times 2 \times 16 = 0,039550784$
8	$\binom{9}{8} (0,25)^8 (0,75)^1 = 0,000102997$	3	$0,000102997 \times 3 \times 16 = 0,004943856$
9	$\binom{9}{9} (0,25)^9 (0,75)^0 = 0,000003815$	4	$0,000003815 \times 4 \times 16 = 0,000244160$
	= 1,000		0,183166528 horas

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2017)

- A terceira coluna, revela quantas máquinas estão sem atendimento para a situação em que se tem uma determinada quantidade de operários. Observa-se que, até em cinco máquinas paradas tem-se zero máquinas sem atendimento, pois no mínimo cada um dos operadores poderia estar atuando em cada uma das máquinas, mesmo elas estando paradas, por exemplo: realizando um abastecimento de pacotes vazios, uma manutenção preventiva, dentre outros, considerando que as máquinas não estariam ociosas. Já com 6 máquinas paradas, como tem apenas 5 operadores, uma máquina estaria ociosa.

- E por fim, na última coluna apresenta o total de horas perdidas, levando em consideração as máquinas sem atendimento, multiplicado pela probabilidade do evento acontecer, vezes a quantidade de horas trabalhadas em um dia (dois turnos de 8 horas = 16 horas).

De acordo com o método apresentado anteriormente na tabela (2), o mesmo foi submetido para todos os cenários possíveis. Na sequência a tabela (3) mostra a quantidade de tempo perdido em cada situação.

**TABELA 3** – Quantidade de horas perdidas por cenário.

<i>Cenários</i>	<i>Quantidade de horas perdidas</i>
9 operadores	0
8 operadores	0,000061035
7 operadores	0,001770032
6 operadores	0,023254416
5 operadores	0,183166528

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2017).

Segundo a empresa, quando operam, cada máquina tem capacidade de produção de 75 unidades/hora. O custo por operário é R\$ 7,15/hora, já incluindo custos previdenciários e de benefícios sociais.

Foi necessário calcular o custo da máquina para a empresa por hora, pois os mesmos não existiam, então houve a necessidade de se fazer um levantamento, obtendo um valor de R\$ 9,24/hora (2,41 reais + 6,83 reais a hora, valores das últimas colunas nas Tabelas 4 e 5), incluindo os custos da energia elétrica e do ar comprimido. Há que se ressaltar que não está sendo considerado o preço de aquisição de cada máquina, o custo por deterioração das mesmas com o decorrer do tempo e o custo de matéria-prima.

Na Tabela (4), obteve-se o custo total da energia elétrica a partir da quantidade de cavalos a vapor que constituía o conjunto de todos os motores da máquina (segundo o manual da mesma), convertendo para Watts e dividindo para obter os quilowatts, multiplicou-se o total de (kW) pelo valor cobrado pela concessionária de energia elétrica local, assim foi possível obter o custo final.

Na Tabela (5), utilizando um compressor modelo (SRP 4100) que atua com um consumo de 75 kW/hora e que alimenta as nove máquinas, necessita-se obter o custo gerado

pelo consumo de ar comprimido nas máquinas individualmente. Desta forma, foi multiplicado pelo valor cobrado pela concessionária de energia e dividido pelas nove máquinas. Obtendo então o custo final de ar comprimido por máquina. Vale destacar que a perda de eficiência na linha de ar comprimido não foi considerada neste trabalho.

**TABELA 4 -** Custo da energia elétrica por máquina/hora

<b>MÁQUINA EMPACOTADEIRA</b>					
<i>Quantidade de C.V. nos motores</i>	<i>1 C.V. equivale</i>	<i>Total de (W)</i>	<i>W/1000</i>	<i>Custo do kW/h cobrado pela Celg (R\$)</i>	<i>Custo final de cada máquina por hora (R\$)</i>
4	735,498 Watts (W)	2941,992 W	2,941992 kW	0,82	2,41

Fonte: CELG (2016), adaptado pelos autores.

**TABELA 5 -** Custo do ar comprimido por máquina/hora

<b>COMPRESSOR (SRP-4100)</b>			
<i>Capacidade de trabalho de (kW/hora)</i>	<i>Custo do kW/h cobrado pela Celg (R\$)</i>	<i>Custo total do ar comprimido por hora para as 9 máquinas (R\$)</i>	<i>Custo final do ar comprimido por hora por máquina (R\$)</i>
75 kW/h	0,82 R\$	61,50 R\$	6,83 R\$

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores (2017)

O cálculo para se chegar aos custos totais unitários de produção em cada um dos cenários (9 máquinas funcionando para 9 funcionários, 8 funcionários, 7 funcionários, 6 funcionários e 5 funcionários) encontram-se no Quadro 1. Salientando que foram apresentados da seguinte forma:

- Total de horas disponíveis: de acordo o total de horas que as máquinas deveriam estar trabalhando diariamente;

- Disponibilidade de tempo real: O total de horas disponíveis/dias retirando o tempo que elas estão paradas sem receber qualquer atendimento (máquina ociosa);

- Proporção de tempo perdido por máquina, para a disposição: a porcentagem de tempo ao dia que as máquinas se encontram inoperante;

- Taxa produção real nas nove máquinas por dia: é a quantidade de produção por horas (valor fixo de 75 unidades, conforme já mencionado, divulgado pela empresa) multiplicadas pela disponibilidade de tempo real.

- Taxa de produção real nas nove máquinas por hora ( $R$ ): será a taxa de produção real ao dia nas nove máquinas dividido pela quantidade horas trabalhadas em cada dia. Destaca-se este valor, devido o mesmo ser crucial para o cálculo unitário de pacotes por hora de cada um dos cenários;

- Taxa de produção real por hora em cada máquina: basta dividir  $R$  pela quantidade de máquinas;

- Custo: é o custo total em reais por unidade produzida de pacotes. Basta fazer o somatório dos custos em cada cenário (quantidade de operário multiplicado pelo custo com cada um dos colaboradores, somando com a quantidade de máquinas vezes o custo por hora que se tem em cada uma das máquinas), dividindo-o pelo  $R$ .

**QUADRO 1 - Cálculos dos custos unitários para cada cenário**

<b>09 Operadores para 09 Máquinas</b>	
Total de horas disponíveis	$(9 \times 16) = 144$ horas
Disponibilidade de tempo real	$(144 \text{ h} - 0) = 144$
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disposição	$(0/144) = 0$
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	$(144 \text{ h} \times 75 \text{ u/h}) = 10800 \text{ u}$
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	$(10800 \text{ u}) / 16 = 675 \text{ u/h}$
Taxa de produção real por máquinas por hora	$(675 \text{ u}) / 9 = 75 \text{ u/h}$
Custo	$[(9 \times 7,15 + 9 \times 9,24) \text{ reais/h}] / 675 \text{ u/h} = \mathbf{0,218533333 \text{ reais/u}}$
<b>08 Operadores para 09 Máquinas</b>	
Total de horas disponíveis	$(9 \times 16) = 144$ horas
Disponibilidade de tempo real	$(144 \text{ h} - 0,000061035) = 143,999939$
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disposição	$(0,000061035/144) = 0,00000423$
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	$(143,999939 \text{ h} \times 75 \text{ u/h}) = 10799,99543 \text{ u}$
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	$(10799,99543 \text{ u}) / 16 = 674,9997141 \text{ u/h}$
Taxa de produção real por máquinas por hora	$(674,9997141 \text{ u}) / 9 = 74,99996823 \text{ u/h}$
Custo	$[(8 \times 7,15 + 9 \times 9,24) \text{ reais/h}] / 674,9997141 \text{ u/h} = \mathbf{0,207940829 \text{ reais/u}}$
<b>07 Operadores para 09 Máquinas</b>	
Total de horas disponíveis	$(9 \times 16) = 144$ horas
Disponibilidade de tempo real	$(144 \text{ h} - 0,001770032) = 143,99823$
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disposição	$(0,001770032/144) = 0,000012291$
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	$(143,99823 \text{ h} \times 75 \text{ u/h}) = 10799,86725 \text{ u}$
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	$(10799,86725 \text{ u}) / 16 = 674,991703 \text{ u/h}$
Taxa de produção real por máquinas por hora	$(674,991703 \text{ u}) / 9 = 74,99907813 \text{ u/h}$
Custo	$[(7 \times 7,15 + 9 \times 9,24) \text{ reais/h}] / 674,991703 \text{ u/h} = \mathbf{0,197350574 \text{ reais/u}}$
<b>06 Operadores para 09 Máquinas</b>	
Total de horas disponíveis	$(9 \times 16) = 144$ horas
Disponibilidade de tempo real	$(144 \text{ h} - 0,023254416) = 143,9767456$
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disposição	$(0,023254416/144) = 0,000161489$
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	$(143,9767456 \text{ h} \times 75 \text{ u/h}) = 10798,25592 \text{ u}$
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	$(10798,25592 \text{ u}) / 16 = 674,890995 \text{ u/h}$
Taxa de produção real por máquinas por hora	$(674,890995 \text{ u}) / 9 = 74,98788833 \text{ u/h}$
Custo	$[(6 \times 7,15 + 9 \times 9,24) \text{ reais/h}] / 674,890995 \text{ u/h} = \mathbf{0,186785719 \text{ reais/u}}$
<b>05 Operadores para 09 Máquinas</b>	
Total de horas disponíveis	$(9 \times 16) = 144$ horas
Disponibilidade de tempo real	$(144 \text{ h} - 0,183166528) = 143,8168335$
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disposição	$(0,183166528/144) = 0,00127199$
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	$(143,8168335 \text{ h} \times 75 \text{ u/h}) = 10786,26251 \text{ u}$
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	$(10786,26251 \text{ u}) / 16 = 674,141407 \text{ u/h}$
Taxa de produção real por máquinas por hora	$(674,141407 \text{ u}) / 9 = 74,90460078 \text{ u/h}$
Custo	$[(5 \times 7,15 + 9 \times 9,24) \text{ reais/h}] / 674,141407 \text{ u/h} = \mathbf{0,176387326 \text{ reais/u}}$

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2017)

De acordo com o Quadro (1) obtido e os resultados nele descritos, conclui-se que é viável reduzir o quadro de funcionários para cinco trabalhadores. Chegando a uma redução



nos custos unitários por hora, saindo de 0,218533333 reais/u de pacote para 0,176387326 reais/u de pacotes.

É notável analisar como os valores reduzem em proporção (ver quadro 2). E percebe-se que o maior ganho é quando se reduz de 6 para 5 funcionários (5,57%).

**QUADRO 2** - Proporção de ganhos reais na redução de funcionários em relação aos custos

<i>Redução de funcionários</i>	<i>Proporção</i>
9 para 8 funcionários	0,0485
8 para 7 funcionários	0,0509
7 para 6 funcionários	0,0535
6 para 5 funcionários	0,0557

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2017)

## 6. CONCLUSÕES

A empresa conseguirá reduzir os custos unitários de forma significativa sem impactar consideravelmente na produção, melhorando os ganhos reais, reduzindo de nove (0,218533333 reais/u de pacote) para cinco funcionários (0,176387326 reais/u de pacotes). A redução de custo mais significativa foi quando passou de 6 para 5 operários (5,57%).

O ganho que a empresa tem em reduzir os trabalhadores se sobrepõe às perdas que ela tem em relação à redução na taxa de produção real nas nove máquinas devido as suas paradas, pois se sabe que se  $R$  diminuir, os custos tendem a aumentar já que são inversamente proporcionais. Tal fato se consolidou devido o tempo das paradas serem relativamente pequenos, não impactando de forma significativa na produção total de pacotes.

Para pesquisas futuras, cabe à empresa verificar se é viável a redução de mais empregados, sem impactar na produção diária e conseguir melhorar o quadro dos mesmos com uma quantidade razoável, reduzindo seus custos e obtendo vantagens no mercado atuante. Além de poder realizar uma análise de sensibilidade do processo, pois custos com funcionários e maquinários são variáveis com o decorrer do tempo.

## REFERÊNCIAS

ABRAMCZUK, C.; DILLY, M.; ENGELBERT, R.; GRAEML, A. R. Metodologia científica: Análise e Reflexão sobre a eficácia dos resumos de artigos acadêmicos. *Revista Perspectivas em Gestão e Conhecimento*, João Pessoa, v. 2, n. 1, p. 170-181, jan./jun. 2012.

ABRAMILHO. Associação Brasileira dos Produtores de Milho. *Milho*. 2015. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2016.

BAÊTA, A. M. C.; MARTINS, A. M. R.; BAÊTA, F. M. C. A gestão do conhecimento e vantagens competitivas: análise de metodologias de implantação. *Revista Gestão e Tecnologia*, Pedro Leopoldo, v. 1, n. 1, p. 41-50, jan./jul. 2002.

CELG. Companhia Energética de Goiás. *Custo da energia elétrica por máquina/hora*. 2016. Disponível em: <<https://www.celg.com.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

COUTO, B. A.; MARASH, R. *Gestão da qualidade – Foco no futuro – Fatores críticos de sucesso*. 2005. Disponível em: <[www.banasqualidade.com.br/](http://www.banasqualidade.com.br/)>. Acesso em: 27 abr. 2017.

IRITANI, D. R.; MORIOKA, S. N.; CARVALHO, M. M. D; OMETTO, A. R. Análise sobre os conceitos e práticas de Gestão por Processos: revisão sistemática e bibliometria. *Revista Gestão e Produção*, São Carlos, v.22, n. 1, p. 164-180, 2015.

KIPPER, L. M.; ELLWANGER, M. C.; JACOBS, G.; NARA, E. O. B.; FROZZA, R. Gestão por processos: comparação e análise entre metodologias para implantação da gestão orientada a processos e seus principais conceitos. *Revista Tecno-Lógica*, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 2, p. 89-99, jul./dez. 2011.

KIPPER, L. M.; FROZZA, R.; MARIANI, B. B.; MACHADO, C. M. L. O uso do conhecimento como técnica evolutiva voltada à melhoria dos processos e de tomada de decisão. *Revista Tecno-Lógica*, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 1, p. 66-77, jan./jun. 2013.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*. 4.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A. V.; MORAIS, J. B. Processamento de milho (Floculado vs. Laminado a Vapor) e adição de Monesina para bezerras leiteiras, pré e pós-desmama precoce. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 229-239, 2003.

OLIVEIRA, U. R. D.; PAIVA, E. J. D.; ALMEIDA, D. A. D. Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas. *Revista Produção*, Guaratinguetá, v. 20, n. 1, p. 77-91, jan./mar. 2010.

PRADELLA, S. Gestão de processos: uma metodologia redesenhada para a busca de maior eficiência e eficácia organizacional. *Revista Gestão e Tecnologia*, Pedro Leopoldo, v. 13, n. 2, p. 94-121, maio/ago. 2013.

ROCHA, G. C. V.; SILVEIRA, M. C. *Fatores críticos de sucesso na gestão dos processos estratégicos do governo de Minas Gerais*. In: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, 2015. Disponível em: <[www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2016-04/073.pdf](http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2016-04/073.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2017.

SÁ, J. M.; URQUIAGA, S.; JANTALAIÁ, C. P.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; MARCHÃO, R. L.; LILELA, L. Balanço energético da produção de grãos, carne e biocombustíveis em sistemas especializados e mistos. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1323-1331, out. 2013.

SILVA, P. R.A.; CORREIA, T. P. S.; SOUSA, S.F.G.; MILLANI, T. M. Análise econômica de milho convencional e transgênico em dois sistemas de preparos de solo. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 35, n. 6, p. 1032-1041, nov./dez. 2015.

USDA. United States Department of Agriculture. *Commodities and Production*, 2014.