

Quantificação de operadores como fator decisivo na gestão do processamento de milho

RESUMO

Darlan Marques da Silva

darlan@univ.edu.br

Universidade Federal de Pernambuco
(UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

Luam Gabriel Oliveira Maia

luammaia.engprod@gmail.com

Universidade Federal de Pernambuco
(UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

A agroindústria apresenta uma significativa participação no setor industrial brasileiro. As decisões estratégicas nas corporações fabris, impactam na eficiência de indicadores da gestão da manutenção, e ainda, tem a quantificação de operadores como fator chave, devido aos custos onerados pelos mesmos. As modificações em processos produtivos são vitais para as organizações obterem vantagens frente aos seus concorrentes e reduzir custos, sem a perda da qualidade de seus produtos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo identificar a possibilidade de redução de operadores na linha de produção de empacotamento da farinha flocada à base de milho, empresa localizada no centro-oeste goiano. Para o desenvolvimento do estudo, foi utilizado o setor de empacotamento de farinha de milho, onde foi aplicado um método de distribuição de probabilidades que usou como parâmetros a relação entre paradas indesejadas, seus efeitos e a variação no custo unitário de produção. O levantamento dos dados ocorreu durante o período de um mês, onde foram coletados indicadores de custos unitários de produção, quantidade de operários, quantidade de máquinas, total de hora disponível para operar e total de hora parada 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 aproximadamente 0,21 reais, enquanto que com cinco operadores o valor foi aproximadamente 0,17 reais por unidade de pacote produzido, sem alterar a quantidade de produtos. Em virtude do que foi mencionado, conclui-se a viabilidade de redução de nove operadores para cinco. 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: Eficiência agroindústria. Redução de custos. Quantificação de operadores. Gestão de processos.

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 (VOS; SWANENBURG, 2018). 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 mundiais deste grão, são: os Estados Unidos, seguido por China e Brasil (USDA, 2017; OLIVEIRA et al., 2018). Entretanto, devido ao enorme contingente populacional chinês, grande parte da sua produção é consumida no mercado interno (VOS; SWANENBURG, 2018). Sendo assim, os fatores logísticos dos Estados Unidos, Brasil e Argentina, combinados com as suas produções, os tornam principais exportadores deste cereal (USDA, 2017).

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 (OLIVEIRA et al., 2018). 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 (LOURENZANI, et al. 2016). 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 em 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).

Segundo Lopez-Martinez e Garcia (2015), o processamento, armazenamento e os cuidados daqueles inputs envolvidos no beneficiamento do grão, podem afetar os teores de carotenóides e fenólicos, que são considerados substâncias importantes para este grão. Ekpa et al. (2018) relatam que um dos fatores que contribuem para o progresso da segurança alimentar e nutricional do cereal, é melhorar as características que aumentam a eficiência no processamento do mesmo.

Para que as empresas consigam produzir de forma que atenda as perspectivas dos clientes, devem ter um monitoramento constante do processo, identificando os fatores que são cruciais para obter um produto robusto, além das características físico-químicas do que é fabricado. Dentre estes fatores, de acordo com

Chakrabarty et al. (2016), para que não ocorram paradas inesperadas de linhas de produtivas, é importante uma avaliação quantitativa para estimar as probabilidades de segurança, assim, conseguir avaliar os riscos de um determinado cenário e pode ter como aliado a taxa de falha dos equipamentos como um indicador. Chiao (2019) destaca outro fator relevante quando se estuda processos industriais, sendo os operadores, devido ao seu comportamento afetar diretamente a variabilidade industrial e quanto mais colaboradores, mais difícil é controlá-los de maneira que todos atendem as expectativas das suas respectivas atividades. Entretanto, estudos que interligam falhas em equipamentos, atrelados a mensuração de operadores, não é algo comum de se encontrar.

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 o objetivo de obter uma análise das paradas não programadas deste processo, referente a sua linha de empacotamento de farinha flocado. Podendo assim verificar uma possível redução de operadores (mantenedores), visto que, os custos unitários de produção desta linha de empacotamento poderão ser reduzidos, garantindo maior eficiência para o processo que possivelmente levará a empresa a obter vantagens competitivas frente aos seus concorrentes.

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.

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 idênticas 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. Ainda é levado em consideração as probabilidades das máquinas estarem operando neste processo.

Para o levantamento dos dados foi necessário estimar as disponibilidades de cada máquina da linha em estudo e mensurar as quantidades de horas paradas das mesmas, através da ficha dos históricos de equipamentos e observações no próprio local para determinar as reais probabilidades das máquinas encontrarem-se operantes ou não. Além de um minucioso levantamento do manual do maquinário, com a finalidade de obter informações da potência destes, definindo o consumo de energia e auxiliando a mensuração de custos associados. Consulta

aos valores dos custos quilowatt/hora, foi dado através de pesquisas eletrônicas no próprio site da companhia energética local (CELG, atual ENEL).

A agroindústria ainda forneceu valores de gastos com os seus respectivos operadores. Assim, utilizando de ferramentas estatísticas e cálculos de custos, foi possível chegar aos resultados da pesquisa. Para tal é importante conhecer sobre a gestão de processos e seus desdobramentos.

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 (PRADELLA, 2013). Devido a essa divergência entre os 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 (LOPEZ-MARTINEZ; GARCIA, 2015).

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 (KIPPER et al., 2013). 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 (MENDLING et al., 2017). 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; PRADELLA, 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 deste 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).

METODOLOGIAS DA 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 (PRAJOGO et al., 2018). 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 et al., 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 (MENDLING et al., 2017; PRAJOGO et al., 2018). 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).

FATORES CRÍTICOS DO PROCESSO

Inicialmente cabe expor que fatores críticos de processos são aqueles que podem afetar diretamente, alterando os resultados almejados em um determinado processo (PRADELLA, 2013). Ou seja, são obstáculos ou dinamizadores que afetam de forma positiva ou negativa para tal atividade (ROCHA; SILVEIRA, 2015). 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 (PRAJOGO et al., 2018). 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; e 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.

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 (SWANDSON; COLLINS, 2018). 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 eles venham ocorrer falhas (OLIVEIRA et al., 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 (GÁRRIZ; DOMINGO, 2017). 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 (SWANDSON; COLLINS, 2018). 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.

As falhas decorrentes em um processo produtivo podem ser classificadas conforme Oliveira et al. (2010) nos seguintes aspectos:

- a) 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;
- b) 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;
- c) 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. Sendo assim, todas as vezes que estuda as falhas em uma determinada organização, é essencial que conheça o processo em estudo, pois é deste que se origina as falhas.

O PROCESSO NA EMPRESA EM ESTUDO

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

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, este grão será descarregado em um sistema de moegas onde será transportado por mecanismos como redlers (equipamento utilizado para transportar produtos granulados em posição horizontal e inclinada), elevadores e esteiras para a etapa de pré-limpeza e secagem. Caso o grão possua

umidade fora dos parâmetros de recebimento, em 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 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 (parte do grão de milho destinada para extração de óleo e fabricação de ração animal).

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 (equipamentos utilizados para classificar grãos em diferentes tamanhos), 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.

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 diz, 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, 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 (farinha de milho obtida a partir da moagem do endosperma do grão) 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.

O Empacotamento de Farinha Flocada

No empacotamento de farinha flocada geralmente se utiliza máquinas semi-automatizadas, 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.

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.

LEVANTAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE

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. Nesta tabela, tem na primeira coluna as máquinas que foram enumeradas de 1 a 9, cada, na segunda coluna as respectivas disponibilidades mensais de cada máquina, que é de 416 horas e na terceira e última coluna a quantidade de horas que cada uma delas ficaram paradas durante o mês em estudo. Logo, foi possível obter a quantidade de horas totais disponível e a quantidade total de horas, na última linha tabela, totalizando 3744 horas e 947,11 horas, respectivamente.

Com base nos dados apresentados, conclui-se que o processo em que está ocorrendo o estudo, possui uma probabilidade inoperante de aproximadamente 0,25 (p) e conseqüentemente em operação de 0,75 (1 – p).

Tabela 1 – Disponibilidade e horas paradas por cada máquina em estudo

Máquina	Disponibilidade mensal (horas)	Paradas (horas)
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
Total (horas)	3744	947,11

Fonte: Levantamento de dados na própria empresa (2018)

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, onde:

Tabela 2 – Cálculo das horas perdidas para 5 funcionários

Máquina parada m	Probabilidade de m máquinas paradas de n	Máquinas sem atendimento	Horas máquinas perdidas por dia
0	$\binom{9}{0} 0,25^0 0,75^9 = 0,075084686$	0	0
1	$\binom{9}{1} 0,25^1 0,75^8 = 0,225254059$	0	0
2	$\binom{9}{2} 0,25^2 0,75^7 = 0,300338745$	0	0
3	$\binom{9}{3} 0,25^3 0,75^6 = 0,233596802$	0	0
4	$\binom{9}{4} 0,25^4 0,75^5 = 0,116798401$	0	0
5	$\binom{9}{5} 0,25^5 0,75^4 = 0,038932800$	0	0
6	$\binom{9}{6} 0,25^6 0,75^3 = 0,008651733$	1	$0,008651733 \times 1 \times 16 = 0,138427728$
7	$\binom{9}{7} 0,25^7 0,75^2 = 0,001235962$	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	$0,000003815 \times 4 \times 16 = 0,000244160$
Total	1	-	0,183166528

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2018)

- a) 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;
- b) 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);
- c) 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;
- d) 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

Cenários	Quantidade de horas perdidas (horas)
9 operadores	0
8 operadores	0,000061035
7 operadores	0,001770032
6 operadores	0,023254416
5 operadores	0,183166528

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2018)

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.

Tabela 4 – Custo da energia elétrica por máquina/hora

Máquina Empacotadeira	
Quantidade de C.V. nos motores (u)	4
1 C.V. Equivalente (Watts - W)	735,498
Total de (W)	2941,992
W/1000 (kW)	2,941992
Custo do kW/h cobrado pela Celg (R\$)	0,82
Custo final de cada máquina por hora (R\$)	2,41

Fonte: Adaptado CELG (2016)

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 5 – Custo da energia elétrica por máquina/hora

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

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2018)

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:

- a) total de horas disponíveis: de acordo o total de horas que as máquinas deveriam estar trabalhando diariamente;
- b) disponibilidade de tempo real: O total de horas disponíveis/dias retirando o tempo que elas estão paradas sem receber qualquer atendimento (máquina ociosa);
- c) proporção de tempo perdido por máquina, para a disposição: a porcentagem de tempo ao dia que as máquinas se encontram inoperante;
- d) 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.
- e) 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;
- f) taxa de produção real por hora em cada máquina: basta dividir R pela quantidade de máquinas;
- g) 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.

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 Tabela 6). E percebe-se que o maior ganho é quando se reduz de 6 para 5 funcionários (5,57%).

Quadro 1 – Cálculos dos custos unitários para cada cenário

9 Operadores para 9 Máquinas	
Total de horas disponíveis	$(9 \times 16) = 144$ horas
Disponibilidade de tempo real	$(144 \text{ h} - 0) = 144$ h
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disp.	$0/144 = 0$
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	$(144 \text{ h} \times 75 \text{ u/h}) = 10800$ u
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	$(10800 \text{ u}) / 16 = 675$ u/h
Taxa de produção real por máquinas por hora	$(675 \text{ u}) / 9 = 75$ u/h
Custo	$[(9 \times 7,15 + 9 \times 9,24) \text{ R\$/h}] / 675$ u/h = 0,218533333 R\$/u
8 Operadores para 9 Máquinas	
Total de horas disponíveis	144 horas
Disponibilidade de tempo real	143,999939 h
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disp.	0,000000423
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	10799,99543 u
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	674,9997141u/h
Taxa de produção real por máquinas por hora	74,99996823 u/h
Custo	0,207940829 R\$/u
7 Operadores para 9 Máquinas	
Total de horas disponíveis	144 horas
Disponibilidade de tempo real	143,99823 h
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disp.	0,000012291
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	10799,86725 u
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	674,991703 u/h
Taxa de produção real por máquinas por hora	74,99907813 u/h
Custo	0,197350574 R\$/u
6 Operadores para 9 Máquinas	
Total de horas disponíveis	144 horas
Disponibilidade de tempo real	143,9767456 h
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disp.	0,000161489
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	10798,25592 u
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	674,890995 u/h
Taxa de produção real por máquinas por hora	74,98788833 u/h
Custo	0,186785719 R\$/u
5 Operadores para 9 Máquinas	
Total de horas disponíveis	144 horas
Disponibilidade de tempo real	143,8168335 h
Proporção de tempo de máquina perdido, para a disp.	0,00127199
Taxa de produção real nas nove máquinas por dia	10786,26251 u
Taxa de produção real nas nove máquinas por hora	674,141407 u/h
Taxa de produção real por máquinas por hora	74,90460078 u/h
Custo	0,176387326 R\$/u

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2018)

Tabela 6 – Proporção de ganhos reais na redução de funcionários em relação aos custos

Redução de funcionários	Proporção
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 (2018)

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.

Ademais, a empresa ao tomar a decisão em melhorar o seu custo unitário em retirar estes funcionários deste setor, poderia verificar a possibilidade em realocá-los para setores que podem apresentar deficit de pessoas dentro da empresa, vendo se os mesmos apresentam competência para realizar estas atividades.

Em relação as limitações do estudo, concentraram-se em que os colaboradores durante as observações, poderiam não estar trabalhando de acordo a sua casualidade. Alguns dados são preenchidos pelos próprios operadores em relação as informações sobre os equipamentos, podendo ser preenchidos de formas omissas e errôneas.

O último contato dos autores com a equipe de gestão da empresa, foi que os operadores foram remanejados para uma outra unidade da corporação na mesma cidade, onde já tinham a necessidade de contratação de pessoas, para a execução de atividades no seu armazém. Em relação ao processo, mesmo com a redução de pessoal do setor, não houve variações aparentes, carecendo de uma investigação mais afincado.

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.

Quantification of operators as a decisive factor in the management of corn processing

ABSTRACT

Agribusiness has a significant participation in the Brazilian industrial sector. Strategic decisions in manufacturing corporations have an impact on the efficiency of maintenance management indicators, and it has the quantification of operators as a key factor, due to the costs charged by them. Modifications to production processes are vital for organizations to take advantage of their competitors and reduce costs without losing the quality of their products. Thus, this paper's goal is to identify the possibility of reducing operators in the packing production line of corn flour, company located in the center-west of Goiás. For the development of the study the maize flour-packing sector was used, where a method of probability distribution was used that used as parameters the relationship between unwanted stops, their effects and the variation in the unit cost of production. The data were collected during a one-month period, where indicators of unit production costs, number of workers, number of machines, total time available to operate and total stop time per machine were collected. When implementing the probability distribution method, favorable results were obtained for a reduction of operators, since with nine operators the unit cost of packages produced was approximately R\$ 0,21, while with five operators the value was approximately R\$ 0,17 per unit of package produced, without changing the quantity of products. In view of the above, it is concluded that nine operators could be reduced to five. The company will gain from the reduction of employees, since gains prioritize losses due to reduced production rates.

KEYWORDS: Agroindustry efficiency. Reduced costs. Quantification of operators. Processes management.

REFERÊNCIAS

ABRAMILHO. Associação Brasileira dos Produtores de Milho. **Milho**. 2015. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

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. 2018.

CHAKRABARTY, A.; MANNAN, S.; CAGIN, T. Chapter 7: Equipment Failure. **Multiscale Modeling for Process Safety Applications**, p. 309-338, 2016. **crossref**

CHIAO, K. P. Multiple criteria decision making for linguistic judgments with importance quantifier guided ordered weighted averaging operator. **Information Sciences**, V. 474, p. 48-74, 2019. **crossref**

COUTO, B. A.; MARASH, R. Gestão da qualidade – Foco no futuro – **Fatores críticos de sucesso**. 2005. Disponível em: <www.banasqualidade.com.br/>. Acesso em: 27 mar. 2018.

EKPA, O.; ROJAS, N. P.; KRUSEMAN, G.; FOGLIANO, V.; LINNEMANN, A. R. Sub-Saharan African maize-based foods: Technological perspectives to increase the food and nutrition security impacts of maize breeding programmes. **Global Food Security**, v. 17, p. 48-56, 2018. **crossref**

GÁRRIZ, C.; DOMINGO, R. Simulation, through discrete events, of industrial processes in productive environments. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1074-1081, 2017. **crossref**

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. **crossref**

LOPEZ-MARTINEZ, L. X.; GARCIA, H. S. Chapter 39 - Processing of Corn (Maize) and Compositional Features. **Processing and Impact on Active Components in Food**, p. 329-336, 2015. **crossref**

LOURENZANI, W. L.; BERNARDO, R.; CALDAS, M. M. Produção de biocombustível e alteração da composição agropecuária no Centro-Oeste do Brasil. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, MS, v. 17, n. 4, p. 561-575, out./dez. 2016. [crossref](#)

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.

MENDLING, J.; BAESENS, B.; BERNSTEIN, A.; FELLMANN, M. Challenges of smart business process management: An introduction to the special issue. **Decision Support Systems**, v. 100, p. 1-5, 2017. [crossref](#)

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. [crossref](#)

OLIVEIRA, L. M.; MIRANDA, J. H.; COOKE, R. A. C. Water management for sugarcane and corn under future climate scenarios in Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 31, p. 199-206, 2018. [crossref](#)

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. [crossref](#)

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.

PRAJOGO, G.; TOY, J.; BHATTACHARYA, A.; OKE, A.; CHENG, T. C. E. The relationships between information management, process management and

operational performance: Internal and external contexts. **International Journal of Production Economics**, v. 199, p. 95-103, 2018. [crossref](#)

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>. Acesso em: 27 abr. 2018.

SÁ, J. M.; URQUIAGA, S.; JANTALAI, 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. [crossref](#)

SWANSON, H.; COLLINS, A. How failure is productive in the creative process: Refining student explanations through theory-building discussion. **Thinking Skills and Creativity**, Available online 15, 2018. [crossref](#)

VOS, C. J.; SWANENBURG, M. Health effects of feeding genetically modified (GM) crops to livestock animals: A review. **Food and Chemical Toxicology**, vol. 117, p. 3-12, 2018. [crossref](#)

USDA. United States Department of Agriculture. **Commodities and Production**, 2017.

Recebido: 16 Jul. 2018

Aprovado: 04 Jun. 2019

DOI: 10.3895/gi.v15n2.8570

Como citar:

SILVA, D. M.; MAIA, L. G. O. Quantificação de operadores como fator decisivo na gestão do processamento de milho. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 15, n. 2, p. 173-190, abr./jun. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Darlan Marques da Silva

Fazenda Fontes do Saber CP, 104 Cep: 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

