

ANÁLISE DO PROCESSO DE TRABALHO E SIMULAÇÃO EM UMA EMPRESA DE LATICÍNIOS NA MESORREGIÃO DO ALTO PARANAÍBA

ANALYSIS OF THE WORK PROCESS AND SIMULATION IN A DAIRY COMPANY IN THE ALTO PARANAÍBA MESOREGION

Samuel Borges Barbosa* E-mail: osamuelbarbosa@gmail.com

Denis Ramos de Oliveira* E-mail: dennis.rdo@gmail.com

Álif Rafael Fernandes Reis* E-mail: alif.reis@ufv.br

Daniel Silas dos Santos* E-mail: dsantos148@gmail.com

João Pedro Fonseca de Barcelos* E-mail: jpfbarcelos@gmail.com

Maria Gabriela Mendonça Peixoto* E-mail: gabriela.peixoto@ufv.br

*Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, MG

Resumo: Todas as atividades que ocorrem nas organizações podem ser consideradas como uma forma de transformação. Essas transformações, em geral, buscam uma agregação de valor. Um processo produtivo é a sequência de atividades que, executadas sempre da mesma forma e na mesma ordem, resulta no produto ou serviço pretendido. Nesse contexto, a Análise de Métodos ou Processos de Trabalho aborda técnicas que submetem a um detalhado estudo cada operação de uma dada tarefa, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e também determinar o melhor e mais eficiente método para executar cada operação da tarefa. Já a Simulação é uma técnica eficiente para analisar o desempenho de um sistema e propor melhorias em variáveis de interesse. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma Análise do Processo de Trabalho, juntamente com a Simulação, em uma empresa de laticínios na mesorregião do Alto Paranaíba, com o intuito de selecionar um processo problemático e propor soluções eficazes. Logo, através dessa metodologia, foi identificada como etapa mais problemática do processo produtivo macro da empresa e que gerava maior quantidade de movimentos desnecessários, tempos e filas, o processo de embalagem da muçarela. Dentro desse processo, foi sugerida a automatização da atividade de selagem/vedação do conjunto embalagem/muçarela. Foi demonstrada a viabilidade desse investimento, através de indicadores econômicos como o VAUE e o Payback, bem como a maior produtividade. Essa metodologia se mostra eficaz em empresas que desejam analisar seus processos com o intuito de identificar problemas e elaborar soluções eficazes.

Palavras-Chave: Processo produtivo. Estudo do Processo de Trabalho. Automatização. Simulação.

Abstract: All activities that occur in organizations can be considered as a form of transformation. These transformations, in general, aim to achieve value aggregation. A productive process is the sequence of activities that, always executed in the same way and in the same order, results in the intended product or service. The analysis of methods or work processes approaches techniques that submit to a detailed study each operation of a given task, with the objective of eliminating any element unnecessary to the operation and also to be able to determine the best and most efficient method to execute each operation of the task. Thus, the objective of this paper was to develop an analysis of the work process in a dairy company in the Alto Paranaíba mesoregion, in order to select a problematic process and propose

effective solutions. Therefore, through this methodology and also using the simulation, it was identified as the most problematic stage of the macro productive process of the company and that generated a greater amount of unnecessary movements, times and queues, the process of packaging the mozzarella. Within this process, it was suggested to automate the sealing activity of the packaging / mozzarella assembly. The feasibility of this investment has been demonstrated through economic indicators such as EUAV and Payback, as well as higher productivity through simulation. This methodology is effective for a company that wants to analyze its processes in order to identify problems and develop effective solutions.

Keywords: Productive process. Study of the Work Process. Automation. Simulation.

1 INTRODUÇÃO

As atividades desenvolvidas em uma organização ocorrem como consequência de uma sucessão de eventos, podendo ser motivadas por exigências ambientais da empresa ou ações subjetivas dos membros da própria organização. Cada um destes eventos pode ser visto como uma transformação. Logo, é relevante citar que todas as atividades que ocorrem nas organizações podem ser consideradas como uma forma de transformação. Essas transformações buscam uma agregação de valor ao produto (FLEURY; VARGAS, 1983; HELOANI, 1996).

Nesse contexto, pode-se definir como processo produtivo, a sequência de atividades que, executadas perpetuamente da mesma forma e na mesma ordem, resulta no produto ou serviço pretendido. Ademais, a norma ISO 9000:2000 define processo como um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transforma insumos (entradas) em produtos (saídas) (FLEURY; VARGAS, 1983; HELOANI, 1996).

Já a Análise de Métodos ou Processos de Trabalho aborda técnicas que submetem a um detalhado estudo cada operação de uma dada tarefa dentro de um processo, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e também conseguir determinar o melhor e mais eficiente método para executar cada operação da tarefa. Os processos podem variar bastante entre si (manufatura, setor de serviços etc.) em que alguns são extremamente elementares, ao passo que outros podem ser extremamente complexos. Um processo também pode ser dividido, ou

desconjuntado, em outros processos menores que podem ser considerados subprocessos (FLEURY; VARGAS, 1983; HELOANI, 1996).

Pode-se enunciar, assim, que a totalidade das atividades que se sucedem em uma organização se dá por meio de processos. Um processo organizacional genérico ocorre por meio da entrada de recursos para transformação, que são os insumos, e dos recursos transformadores, que são a mão-de-obra e a tecnologia necessária. Em seguida, há o processo de transformação, onde há agregação de valor para com os recursos para transformação, e por fim, há a saída dos produtos e/ou serviços (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009)

Ademais, a Análise de Métodos ou Processo de um trabalho pode ser feita para uma operação já existente ou para uma operação a ser implantada. Cabe ressaltar-se que qualquer processo apresenta oportunidades de ser melhorado. É possível encontrar registros de empresas que obtiveram reduções de custo de até 30%, apenas por meio da revisão de seus processos produtivos (FLEURY; VARGAS, 1983; HELOANI, 1996).

Um dos setores econômicos mais tradicionais, que é de suma importância para a economia brasileira e que envolve uma multiplicidade de processos, habitualmente complexos, é o de laticínios. O setor alimentício, em geral, vem representando mais de 10% do PIB brasileiro a partir de 2009. E dentro desse, o setor de laticínios, destaca-se entre os quatro principais, ficando atrás apenas do setor de derivados de carne, café e açúcares. Após a desregulamentação desse setor, que ocorrera em meados da década de 90, as empresas vêm sofrendo amplas transformações, e entender os seus processos, nesse contexto, torna-se um diferencial competitivo (CARVALHO, 2010).

A Simulação, que é entendida como uma técnica, muitas vezes computacional, capaz de “imitar”, ou simular a realidade, pode auxiliar na análise de desempenho de um sistema e conseqüentemente no entendimento e melhoria dos processos de uma organização. A partir da criação de um modelo computacional baseado em um sistema real, é possível descrever as entidades envolvidas e entender o

comportamento das variáveis de interesse, propondo melhorias eficazes na empresa que utiliza dessa técnica (LAW; KELTON; KELTON, 1991).

Tendo em vista essa conjuntura e o caráter complementar dessas duas técnicas – a Análise de Métodos ou Processo, e a Simulação - o objetivo deste trabalho consiste em desenvolver, em uma microempresa do ramo de laticínios na mesorregião do Alto Paranaíba, Minas Gerais, um estudo do Processo de Trabalho através dos seis passos que caracterizam essa metodologia: 1. Selecionar o processo; 2. Registrar como é feito; 3. Criticar o processo atual; 4. Registrar como deve ser feito; 5. Implementar o novo processo; 6. Controlar o novo processo.

Como técnica complementar, também será desenvolvida uma simulação dos processos dentro dessa organização, a fim de entender o comportamento das variáveis de interesse e auxiliar na tomada das decisões para a melhoria dos seus processos. Os objetivos, assim, dizem respeito a selecionar nessa organização analisada, processos de trabalho que necessitem de melhorias e propô-las, com base nessa metodologia sugerida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 o setor de laticínios no Brasil

Os laticínios ou também conhecidos como produtos lácteos, incluem o leite e os seus derivados processados, que são geralmente aqueles fermentados. Assim, o manejo das indústrias de laticínios deve ser bem planejado, pois envolve o manejo de um produto de alta perecibilidade. O leite precisa estar sob vigilância e analisado corretamente durante as diversas etapas do seu processamento, desde o supply chain até o consumidor final. O leite e os seus derivados se tornaram o alimento mais consumido globalmente (MILLER *et al.*, 2000).

O setor de laticínios no Brasil é um dos mais representativos. Esse, através da promoção do suprimento de produtos com alto valor nutricional, é um dos maiores geradores de renda e emprego, tanto no meio rural quanto urbano. Figura entre os

quatro mais importantes setores dentro do ramo alimentício, que contribui para mais de 10% para o PIB brasileiro, ficando atrás apenas do relacionado à carne, café e açúcares. O país, a partir de 2013, se consolidou como o quarto maior produtor de leite em natura do mundo, com uma produção de aproximadamente 34,3 milhões de toneladas de leite in natura (FAO, 2016; CARVALHO, 2010).

Segundo dados fornecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego em 2015, as mais de 6 mil empresas existentes do ramo de laticínios no Brasil geram mais de 100 mil empregos, além do que o faturamento desse setor é de mais de 55 bilhões de reais. Há uma concentração de um relevante número de micro e pequenas empresas, que pelo caráter, muitas vezes tradicional e familiar, não possuem uma sistematização dos seus processos (MTE, 2015; Ferreira *et al.*, 2008; BRUNOZI JÚNIOR *et al.*, 2012).

Após o processo de desregulamentação ocorrido em 1991, onde houve a eliminação no tabelamento dos preços, o setor de laticínios tem sido responsável pela maior parte das mudanças dentro do ramo alimentício, se tornando um dos elos mais dinâmicos e importantes dentro da economia brasileira. Naquela década, através de medidas econômicas que impulsionaram a economia, ocorreu um representativo aumento no consumo dos laticínios. Assim, foram aumentados os investimentos, o que trouxe melhorias nos processos. A produção mundial de leite, que na primeira década de 2000 tinha uma média de crescimento global de cerca de 2,1% ao ano, no Brasil apresentou uma taxa de 4,0% ao ano (FAOSTAT, 2010; CARVALHO, 2010).

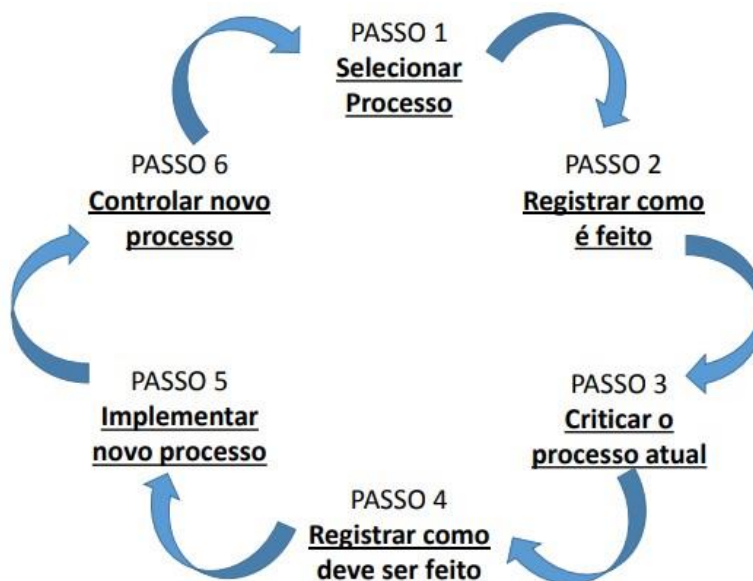
Paralelamente ao aumento da importância do setor de laticínios dentro da economia brasileira, cresceu também a sua complexidade. O produtor, agora, precisa adquirir, na maioria das vezes, os insumos oriundos de uma multiplicidade de fornecedores. O processo de produção exige conhecimento em diversas áreas, e ainda há o processo de modernização e mecanização dos processos. Há diversos agentes para aquisição da matéria-prima, a fabricação de múltiplos produtos, e vários canais de distribuição. A concorrência tem se ampliado e as necessidades dos clientes são maiores. Logo, entender os seus processos é de vital importância para atender os clientes (CARVALHO, 2010).

2.2 A análise de processos de trabalho e a simulação como técnicas de melhoria nas organizações

A Análise de Processos em uma organização é caracterizada como a busca por um entendimento sobre os seus processos, envolvendo a revisão de todos, ou pelo menos os mais importantes, componentes. Assim, inclui a revisão sobre as entradas, saídas, procedimentos, controles, agentes, tecnologias, aplicações, etc, bem como de suas interações. Essa análise, que busca o melhoramento dos múltiplos processos na organização, pode abranger uma avaliação de tempo, custo, qualidade de processos, capacidade, desempenho, podendo utilizar diversas técnicas, como modelos dinâmicos ou estáticos do processo, modelagem, análise de tempos e movimentos, etc. (CBOK, 2009).

Para mais, uma das técnicas para se desenvolver uma Análise de Processos, são os Seis Passos, citados por Fleury, Vargas (1983) e Heloani (1996). Um diagrama que demonstra tal metodologia pode ser visualizado por meio da figura 1, a seguir:

Figura 1 - Seis Passos para a análise de um processo de trabalho



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Esse diagrama, representado acima por meio da figura 1, ao fim do passo 6, pode ser trabalhado de forma cíclica. Assim, um processo de trabalho, ao terminar o passo 6, pode retomar o passo 1 e fazer novamente todos os outros passos, objetivando-se a melhoria contínua do processo, o que conseqüentemente trará maiores benefícios à organização que dessa ferramenta lançar mão (FLEURY; VARGAS, 1983; HELOANI, 1996).

Para uma melhor aplicação dessa metodologia, sugere-se para o passo 1, selecionar o processo mais fácil e de maior retorno, para servir como motivação e aprendizado para novos processos. O registro, de acordo com o passo 2, é usualmente feito através de fluxogramas. O passo 3 é o estágio mais importante, onde podem ser utilizados o brainstorming, formulários e kaizen. O passo 4 garante a comparação entre os cenários passado e atual, com o fim de mostrar a viabilidade das sugestões. Já o passo 5 depende da necessidade de investimentos e da viabilidade, o que pode ser demonstrada a partir de indicadores como o Payback, além de depender da resistência dos envolvidos à mudança. Por fim, o passo 6 está relacionado a verificação do processo de análise e aprimoramento do processo, que devem ser contínuos, a fim de verificar se ele atendeu às expectativas (FLEURY; VARGAS, 1983; HELOANI, 1996).

Ademais, a Simulação é descrita como uma técnica computacional que avalia um modelo matematicamente, considerando as entidades do sistema, as atividades desenvolvidas, os recursos, e os tempos de operação, de fila, de preparação, etc. Diferentemente de técnicas analíticas, como a Pesquisa Operacional, a Simulação não retorna um valor ótimo como solução de problemas complexos, mas é capaz de simular cenários a fim de entender o comportamento dos sistemas produtivos, e assim facilitar a identificação das variáveis de interesse que precisam ser melhoradas em um processo (BANKS, 1998; CONCANNON *et al.*, 2007; O'KANE *et al.*, 2000).

Dentro da Simulação, vários softwares podem ser utilizados. Um desses, que é amplamente aplicado em importantes empresas, como *Mc Donald's*, *HP* e *Ford*, é o Simul8. Ele simula eventos discretos, ou seja, aqueles que ocorrem em determinado instante e alteram o caráter das variáveis. Permite a criação de um modelo visual de

fácil entendimento do sistema através da sua representação através de filas, entidades, atividades, recursos, e pontos de entrada e saída. Utiliza números aleatórios gerados pelo mesmo com base nas distribuições probabilísticas de tempo do modelo criado (SHALLIKER; RICKETTS, 2002).

Considerando-se essas exposições, nota-se que a Simulação pode funcionar como uma ferramenta complementar à Análise de Processos a fim de promover um maior entendimento das operações e processos dentro de uma organização, uma vez que a primeira colabora no processo de entendimento sobre o desempenho do sistema e das variáveis de interesse. Assim como a Análise de Processos, a Simulação também promove uma facilitação na identificação dos problemas e a sugestão de melhorias, de forma sistemática.

3 METODOLOGIA

O conceito relacionado à metodologia consiste na descrição dos métodos da pesquisa, ou seja, como os dados serão coletados, sistematizados e analisados. Assim, deve-se explicar o tipo de pesquisa e as formas de coletas de dados a serem utilizadas (GRAY, 2012; MAGALHÃES, 2007). Nesse contexto, este trabalho foi conduzido por meio de um estudo de caso, que de acordo com proposições de Brasileiro (2013) é a análise de um caso específico, com o intuito de alcançar uma compreensão de modo profundo e detalhado de determinada situação.

O estudo deste trabalho foi realizado em uma organização do ramo de laticínios, criada em 2007, em um município localizado na mesorregião do Alto Paranaíba. Surgira dos esforços de seus três primeiros sócios. No início do seu desenvolvimento, sua taxa de operação era 1875 L de Leite/h e o único produto fabricado era o queijo muçarela. Atualmente a empresa opera com uma taxa de processamento limitada a aproximadamente 6250 L de Leite/h, conta com um total de 40 funcionários e um mix de 11 produtos, como ricota, queijo minas, queijo frescal, muçarela, queijo padrão, etc.

O Mercado da empresa é caracterizado como negócio *B2B*, também conhecido como empresa para empresa, onde os seus produtos são vendidos para centros de atacado na região Sudeste do Brasil, mais especificamente no Estado de Minas Gerais, em Belo Horizonte e no Estado de São Paulo, em Ribeirão Preto.

A análise feita foi tanto qualitativa, quanto quantitativa, buscando uma abordagem holística e harmoniosa. A análise qualitativa é caracterizada por interpretar, subjetivamente, dados verbais e/ou visuais, coletados por meio de observações e discussões (ALMEIDA, 2014). Foi feita na empresa no sentido de captar os significados expostos pelos funcionários e a realidade.

Já a análise quantitativa, que teve maior enfoque nesse trabalho, é descrita como a análise de informações numéricas e mensuráveis, como estatísticas, desvios, tempos, etc. Foi aplicada na interpretação dos dados numéricos coletados e na análise das simulações (BRASILEIRO 2013; FRASER; GODIN, 2004; DUBOIS; ARAÚJO, 2007).

Nesse contexto, o primeiro passo, após a escolha da organização objeto de estudo, foi a escolha do processo macro. Por meio de discussões com a corpo executivo da organização, decidiu-se por analisar o processo de produção da muçarela, tendo em vista que era o que gerava maior quantidade de problemas e o que envolve maior complexidade. Foi realizada a técnica do mapeamento de processos, a fim de sistematizar os processos e identificar as operações problemáticas. Em seguida, os Seis Passos para Análise do Processo de Trabalho, bem como a Simulação, por meio do software Simul8, foram realizados com o intuito de analisar o desempenho das variáveis de interesse e fornecer dados para melhoria do processo.

4 RESULTADOS

4.1. Processo de trabalho macro

Para levantar os problemas dentro da produção de muçarela foi usada a técnica de mapeamento de processo para compreender o fluxo do processamento do leite até chegar ao produto final (muçarela). Através do levantamento de dados para o mapeamento de processos é possível encontrar problemas e suas características que influenciam na qualidade do queijo. De maneira simplificada é apresentado, meio da figura 2 a seguir, o fluxograma do processamento na produção do queijo dentro do laticínio estudado:

Figura 2 - Mapeamento do processo de produção de muçarela



Fonte: elaborado pelos próprios autores.

É possível notar que o processo é iniciado com a chegada dos caminhões transportadores equipados com tanques isotérmicos para garantir que não haja alteração nas características da matéria prima e facilitar o transporte. O descarregamento é realizado de forma automatizada por bombas que alimentam os tanques de espera para a pasteurização. Há a necessidade de um funcionário para conectar mangueira ao tanque do caminhão e acompanhar a atividade.

Na etapa de pasteurização, o leite é elevado à temperatura de 65°C para garantir a descontaminação por microrganismos que podem estar presentes no leite.

Após a pasteurização é realizada o preparo para a coagulação, o resfriamento do leite e a adição dos coagulantes. O leite fica em repouso durante a fase de coagulação da caseína até atingir o ponto de corte, aproximadamente 45 minutos. É realizado o corte da massa e a agitação para liberar o soro removido na etapa seguinte. A massa desce para o fundo do tanque e então é cortada e levada para as prateleiras para ficar em repouso escorrendo o soro.

Na etapa de filagem a massa é aquecida e sovada para que ganhe a textura elástica. Na enformagem a massa é colocada em uma fôrma e ganha seu formato característica de prisma retangular e em seguida é resfriado. Na salmoura é realizada a salga do queijo, o sal dá as características de sabor e conservação para o queijo. Por fim, é realizado a embalagem a vácuo do produto e o armazenamento em um ambiente refrigerado até a expedição para o cliente final.

4.2 Processo de trabalho específico

4.2.1 Seleção do Processo

Através de observações diretas no setor de produção da empresa, conversas com os gestores e funcionários, e da técnica conhecida como *brainstorming*, foi constatado que o subprocesso de empacotamento de muçarela apresentava o maior número de problemas e mais características a serem melhoradas.

Foi levantado, por meio de *brainstorming* e análises do grupo, que este processo apresenta alta magnitude de esforços desnecessários por parte dos trabalhadores. Por meio do desenvolvimento da metodologia analisada, considerou-se que há condições de melhorias que podem proporcionar um aumento da qualidade dos produtos, bem como melhores condições de trabalho e, além disso, é um processo muito simples de ser implementado, considerando a estrutura atual. O processo pode ser melhorado através da reformulação e mecanização das atividades que o compõe.

4.2.2 Identificação das Fases e Etapas do Processo

O processo analisado em busca de melhorias foi o de embalagem da muçarela. O mapeamento do processo pode ser visualizado por meio figura 3, a seguir:

Figura 3 - Processo de embalagem da muçarela



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2017).

Nota-se que o processo de embalagem segue os seguintes passos: as peças de queijo saem da salmoura e são transportados para a área de embalagem, e essa movimentação inicia o processo estudado; as peças de queijo são acomodadas sobre uma mesa inox de pouco mais de um metro de altura, nesta mesa dois funcionários são responsáveis por colocar os queijos em embalagens unitárias.

Em seguida outro funcionário é responsável por mergulhar o queijo, dentro da embalagem, em um recipiente com água onde a embalagem deve aderir ao queijo e em sequência é grampeada a embalagem proporcionando a vedação do produto; logo após é repassado para outro funcionário que coloca os queijos em caixas.

4.2.3 Análise do Processo de Trabalho Atual

Para ser possível analisar e avaliar o processo de embalagem da muçarela e conseqüentemente promover melhorias após a implantação das mudanças sugeridas, foi desenvolvido um estudo dos tempos necessários para a realização de cada uma das seguintes etapas para embalagem do produto: empacotamento, selagem e armazenamento em caixas. Os dados coletados são apresentados na

tabela 1. Foram coletados um total de 30 amostras para representar o tempo das atividades.

Tabela 1- Tempos coletados para a realização das atividades de embalagem

Repetição	Tempo para colocar embalagem (segundos)	Tempo de Selagem (segundos)	Armazenamento em caixas (segundos)	Repetição	Tempo para colocar embalagem (segundos)	Tempo de Selagem (segundos)	Armazenamento em caixas (segundos)
1	19,2	7,13	1,32	18	7,16	6,13	20,77
2	6,35	5,89	1,36	19	7,74	9,2	1,24
3	7,23	10,54	1,39	20	12,18	6,68	1,22
4	8,94	4,32	1,89	21	28,57	5,94	1,51
5	8,53	5,23	1,2	22	9,36	6,75	1,03
6	4,88	5,86	33,58	23	9,99	7,1	1,39
7	15,89	4,59	2,47	24	9,51	1,05	27,91
8	13,87	6,4	0,79	25	5,49	8,69	1,92
9	7,95	6,35	1,47	26	8,56	10,57	0,97
10	7,19	4,96	1,35	27	9,43	5,14	1,26
11	5,48	4,38	1,4	28	6,8	8,66	0,54
12	5,41	5,61	19,34	29	8,31	11,39	1,12
13	5,42	4,6	1,86	30	9,14	2,31	2,54
14	10,73	6,5	0,99				
15	9,01	6,1	3,26				
16	5,97	8,66	2,45		9,405	6,828	5,455
17	7,87	8,77	1,26				
						Médias	

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

A partir desses dados coletados para cada uma das atividades necessárias para o processo de embalagem da muçarela, foi possível determinar uma distribuição estatística para cada uma dessas atividades, a fim de analisar o seu comportamento. Para tal, foi utilizado o software *Stat::Fit*. Para o empacotamento do bloco em embalagens específicas, foram obtidos os seguintes dados, que podem ser vistos por meio das tabelas 2 e 3 e do gráfico 1:

Tabela 2 - Análise de dados do Empacotamento do bloco em embalagens específicas

descriptive statistics	
data points	30
minimum	4.88
maximum	28.57
mean	9.40533
median	8.42
mode	9,02
standard deviation	4.81038
variance	23.1398
coeficiente of variation	51.1453
skewness	2.61898
kurtosis	7.41604

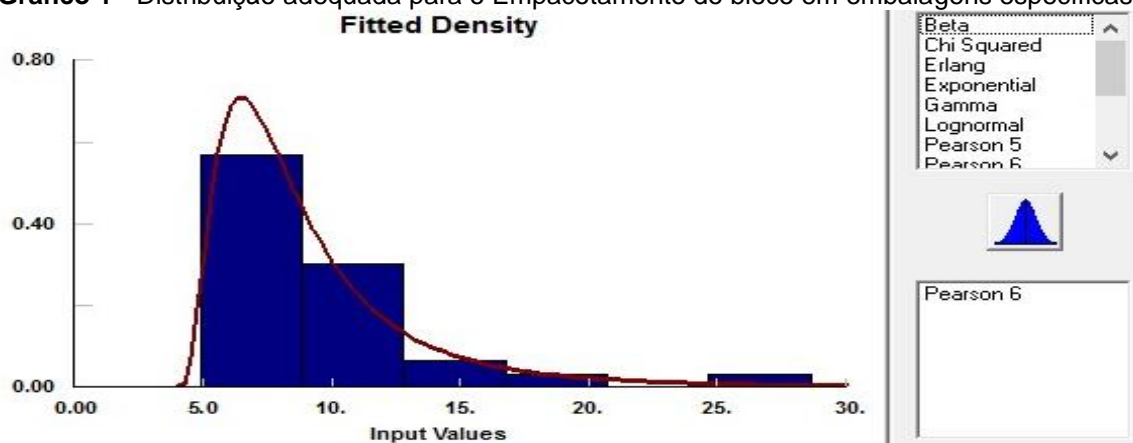
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Tabela 3 - Distribuições adequadas para o Empacotamento do bloco em embalagens específicas

Auto:: Fit of Distributions	
distribution	rank
Pearson 6 (4., 3., 4.91, 3.72)	100
Lognormal (4., 1.41, 0.73)	91.5
Chi Squared (4., 5.06)	50.6
Pearson 5 (4., 2.1, 6.65)	44.9
Gamma (4., 1.96, 2.75)	29.4
Beta (4., 4.33e+004, 1.95, 1.56e+004)	29.2
Erlang (4., 2., 2.7)	28.8
Weibull (4., 1.33, 5.94)	17.2

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Gráfico 1 - Distribuição adequada para o Empacotamento do bloco em embalagens específicas



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Nota-se que a melhor distribuição para os valores obtidos na coleta de dados para o empacotamento da muçarela foi a Pearson 6, com valores de 4,3; 4,91 e 3,72. Esses valores serão úteis para se analisar o processo atual.

Já para o processo de selagem/vedação do conjunto, os dados obtidos podem ser visualizados por meio das tabelas 4 e 5 e do gráfico 2:

Tabela 4 - Análise de dados do processo de selagem/vedação do conjunto

descriptive statistics	
data points	30
minimum	2.31
maximum	11.39
mean	6.82833
median	6.375
mode	6.18
standard deviation	2.18375
variance	4.76877
coeficiente of variation	31.9807
skewness	0.417589
kurtosis	-0.454522

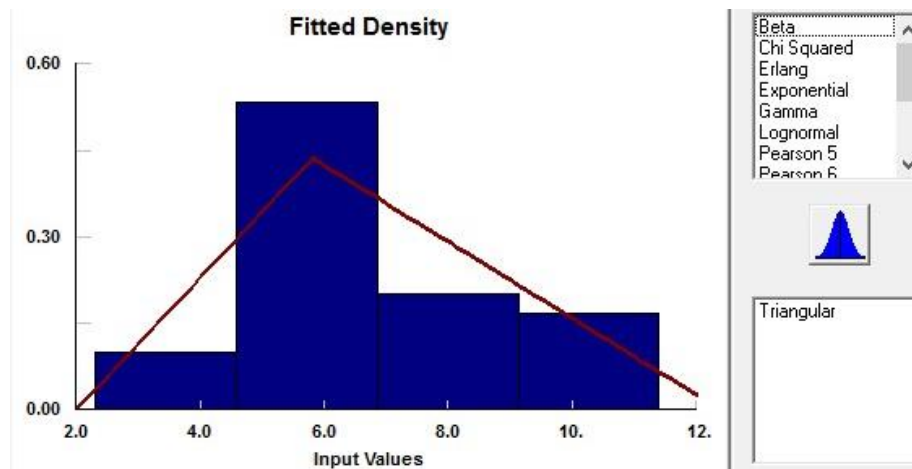
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Tabela 5 - Distribuições adequadas para o processo de selagem/vedação do conjunto

distribution	rank
Triangular(2., 12.4, 5.81)	96.3
Erlang(2., 4., 1.21)	91.8
Pearson 6(2., 7.11e+004, 3.84, 5.65e+004)	86.7
Gamma(2., 3.79, 1.27)	83.9
Weibull(2., 2.34, 5.42)	82.8
Beta(2., 11.4, 2.03, 2.03)	48.2
Rayleight(2., 3.74)	41.9
Chi Squared(2., 5.17)	24.1

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Gráfico 2 - Distribuição adequada para a selagem/vedação do conjunto



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2017).

Para o processo de selagem/vedação da muçarela, a melhor distribuição para os valores obtidos na coleta de dados foi a Triangular, com valores de 2; 12,4 e 5,81. Esses valores serão úteis para se analisar o processo atual.

Por fim, para o processo de selagem/vedação do conjunto, os dados obtidos podem ser visualizados por meio das tabelas 6 e 7 e do gráfico 3:

Tabela 6 - Análise de dados do processo de armazenamento em caixas

descriptive statistics	
data points	30
minimum	0.54
maximum	33.58
mean	5.45533
median	1.39
mode	1.33
standard deviation	9.33343
variance	87.1129
coeficiente of variation	171.088
skewness	2.09447
kurtosis	2.54412

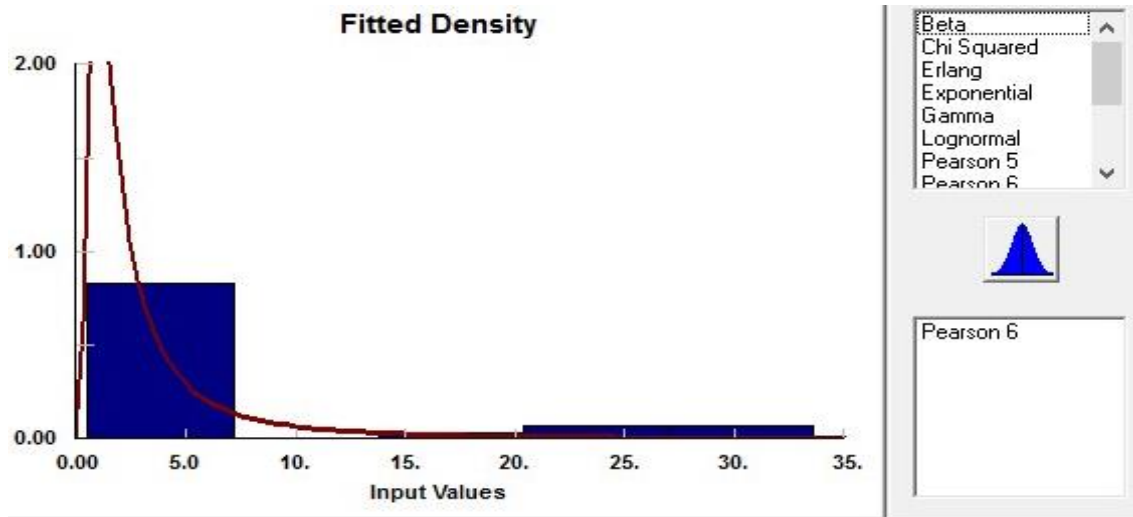
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Tabela 7 - Distribuições adequadas para o processo de armazenamento em caixas

Auto:: Fit of Distributions	
distribution	rank
Pearson 5(0., 1.47, 2.23)	100
Pearson 6(0., 3.66e-002, 62.3, 1.48)	91.7
Lognormal(0., 0.798, 1.13)	7.62
Weibull(0., 0.731, 4.2)	1.6
Gamma(0., 0.676, 8.07)	6.76e-002
Beta(0., 33.6, 0.542, 2.77)	2.48e-002
Power Function(0., 35.1, 0.362)	1.42e-003
Exponential(0., 5.46)	0.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Gráfico 3 - Distribuição adequada para o armazenamento em caixas



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

É possível observar que a melhor distribuição para os valores obtidos na coleta de dados para o armazenamento em caixas foi a Pearson 5, com valores de 0; 1,47 e 2,23.

Com base nesses valores obtidos para os três processos (empacotamento, selagem e armazenamento), foi desenvolvida uma simulação para a análise do processo atual de embalagem da muçarela, utilizando-se o software Simul8, com o intuito de descrever o seu funcionamento e estudar o processo. Essa simulação pode ser visualizada por meio da figura 4 a seguir:

Figura 4 - Análise do Processo Atual da Muçarela



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2017).

Foram considerados como dados de entrada da simulação o tempo de execução desses processos, sendo realizados cinco vezes por semana, por um período que se inicia às 7h e se estende até às 8h, bem como o número de funcionários envolvidos no processo de embalagem da muçarela, que atualmente são 5. O modelo foi analisado considerando-se um horizonte de tempo de 1 mês para a sua execução. Dos 5 funcionários disponíveis, 5 podem fazer a atividade de empacotamento, mas apenas 1 pode fazer a atividade de selagem e de armazenamento em caixas. Assim, no período de um mês, segundo o modelo elaborado, serão embaladas 10.299 peças de muçarela, sob as circunstâncias atuais.

Ademais, temos os seguintes dados:

Takt Time = Tempo Disponível / Demanda

Takt Time da Empresa = $(8 * 3600)\text{seg} / (50000 * 0,1 \text{ kg/l}) = 5,76 \text{ segundos} / \text{kg de queijo}$

Takt Time do Processo = $(2 * 3600)\text{seg} / (2500\text{kg} * 1\text{peça} / 3\text{kg})$ Takt Time do Processo = 8,64 segundos / peça de muçarela

Tempo de Ciclo = Somatório de todos tempos

Tempo de Ciclo do Processo = (Tempo de chegada de muçarela + Tempo de empacotamento + Tempo de selagem + Tempo de armazenamento).

Tempo de Ciclo do Processo = 23,60 segundos.

Tempo de Ciclo com a nova Máquina = 17,30 segundos. Melhoria de 6,3 segundos, redução de 27%.

Taxa de produção atual = 8.8 pacotes / minuto.

O produto embalado apenas no grampo permite uma vida útil menor para o produto quando comparado com a embalagem a vácuo pois grampo não permite uma vedação tão boa quanto o vácuo.

4.2.4 Proposta do Novo Processo de Trabalho

Através da análise e crítica do processo atual de embalagem da muçarela, nota-se um grande desperdício de tempos nas suas atividades, principalmente no processo de vedação/selagem da embalagem, que dispõe de apenas um funcionário para todo o processo. Nota-se que este processo é o gargalo, pois é ele quem está gerando as filas, conforme foi evidenciado através da simulação no software Simul8.

Com base nessa problemática, foi sugerida para a empresa objeto de estudo a aquisição de uma máquina para automatizar esse processo de selagem. Essa máquina tem a capacidade de processar até 6 peças de muçarela ao mesmo tempo, ou seja, além de diminuir o tempo de execução desse processo de selagem, que é feito por apenas um trabalhador nas circunstâncias atuais, não o expõe a condições degradantes, como o vapor de alta temperatura e nem condições posturais impróprias. A máquina possui as características que podem ser visualizadas por meio da tabela 8 a seguir:

Tabela 8 - Características da máquina a ser adquirida para o novo processo de embalagem
(continua)

Detalhes Técnicos	
MODELO	STERAVAC 750
Duração do Ciclo (s)	10 - 35
Quantidade de barras de solda	2
Comprimento das barras de solda (mm)	900
Distância entre as barras de selagem (mm)	750
Sistema de Solda Bi-Ativa (opcional)	Sim
Dimensões do Equipamento C x L x A (mm)	2900 x 1280 x1400
Dimensões internas da câmara C x L x A (mm)	900 x 750 x 210
Dimensões área útil C x L x A (mm)	750 x 900 x 210
Peso Aproximado (kg)	900

Tabela 8 - Características da máquina a ser adquirida para o novo processo de embalagem (conclusão)

Detalhes Técnicos	
Tensão (V)	220 / 380 / 480
Potência (kw)	20,0
Cap. Da bomba Busch de vácuo (m3/h)	2 x 300
Roots (m3/h)	1000
Vácuo final (%)	99
Injeção de gás (opcional)	Não
Material	Aço Inox AISI 304

Fonte: SELOVAC (2017).

Nesse contexto, foi realizado o processo de simulação para o novo processo de embalagem, considerando-se a aquisição da máquina. O novo processo de embalagem será composto pela atividade de empacotamento do bloco, com os mesmos tempos descritos na situação atual; pela atividade de operação da máquina, que foi estimado, a partir de análises sistemáticas dos tempos de funcionamento da mesma, como 20 segundos para 6 peças; e armazenamento em caixas, que tem os mesmos tempos descritos anteriormente para a situação atual. Assim, a simulação obtida, que pode ser visualizada por meio da figura 5, é a seguinte:

Figura 5 - Simulação do novo processo de embalagem, com a compra de uma máquina



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

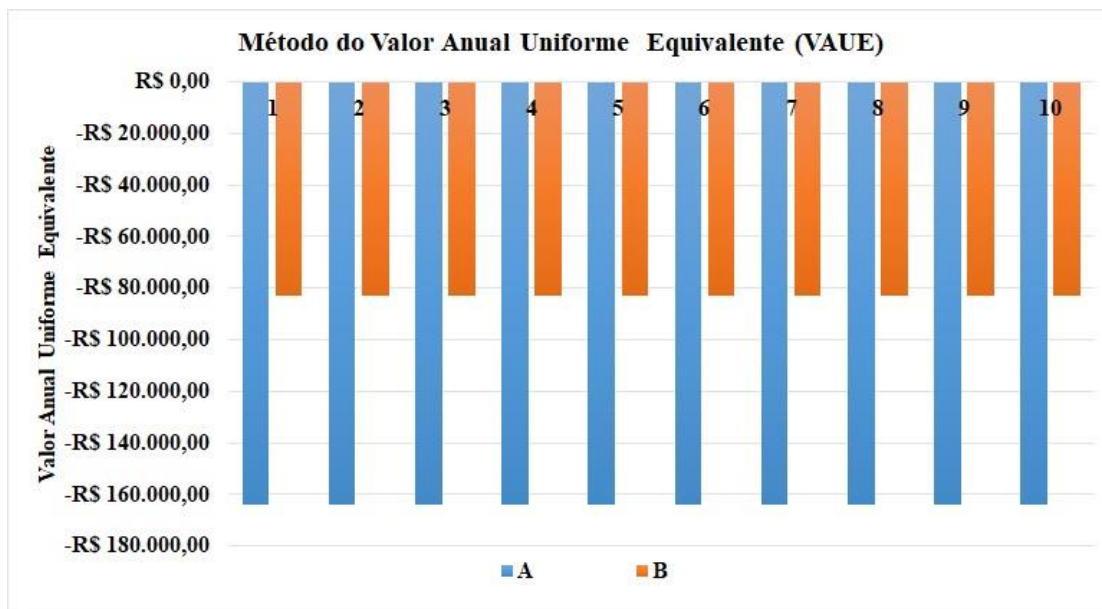
Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 21, n. 4, p. 1000-1027, 2021

É possível notar, a partir da simulação do novo processo, com automatização do processo de selagem/vedação, que o número de muçarela produzidas aumenta em quase 50%, considerando-se 5 funcionários, pois o processo que era o gargalo, o de vedação/selagem do conjunto, pelo fato de ter apenas um funcionário, teve suas filas diminuídas, já que a máquina consegue processar até 6 peças ao mesmo tempo, o que acabou por gerar mais produtos para a empresa.

Ademais, os seguintes indicadores foram obtidos para se demonstrar a viabilidade do investimento:

A. Primeiramente foi calculado o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) através das projeções de custos e investimentos durante um horizonte de tempo de 10 anos.

Figura 6 - VAUE



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2017).

A Figura 6 representa o Valor Anual Uniforme Equivalente para os cenários atual do processo de trabalho (A) e o cenário depois da automatização do microprocesso escolhido (B).

B. Cálculo do Payback, cujo objetivo é estimar qual o tempo necessário para garantir um retorno sobre o investimento inicial aplicado.

$$\text{PayBack} = (\text{Investimento Inicial} / \text{Ganho no Período})$$

$$\text{PayBack} = (\text{Manutenção Preventiva} + \text{Depreciação} + \text{Energia Elétrica} + \text{Parcelas Anuais da Máquina} + \text{Salários a pagar}) / (\text{Receita Líquida} + \text{Valor Residual})$$

= 6 dias.

4.2.5 Implementação do Novo Processo de Trabalho

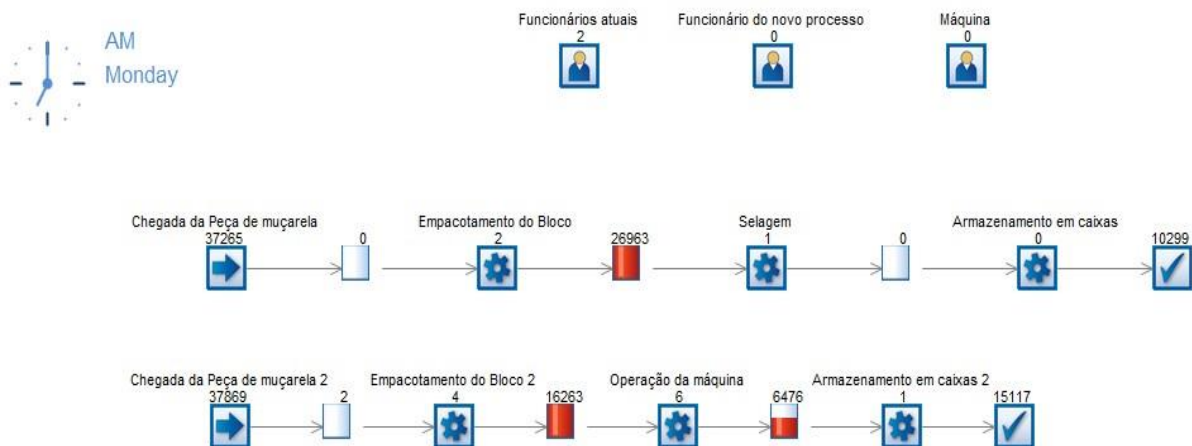
O novo processo, ou seja, a automatização do empacotamento da muçarela, mais especificamente do processo de vedação/selagem do conjunto embalagem/produto, deverá ser implantado primeiramente através do convencimento dos funcionários acerca dos benefícios promovidos por esse processo de automatização, a fim de criar um ambiente de sinergia organizacional, fazendo com que os funcionários se sintam parte fundamental do processo produtivo e valorizados como tal e tenham menor resistência à mudança.

Após o convencimento dos funcionários a respeito dos benefícios do novo processo, sugere-se o seu treinamento para adequação ao novo processo, que deve ser explicado minuciosamente a todos os funcionários para que não haja dúvidas quanto à operação da máquina. Algum funcionário da empresa fornecedora pode fazer esse treinamento.

Em seguida, sugere-se o investimento financeiro na aquisição da máquina. O valor é de cerca de R\$20.000,00. Os indicadores financeiros considerando esse investimento foram calculados em: VAUE e Payback. Esses indicadores obtidos serão utilizados para mostrar a viabilidade do investimento e assim convencer os stakeholders acerca da automatização do processo. Caso não tenha capital de giro para se fazer esse investimento, sugere-se ao gerente um financiamento, tendo em vista as menores taxas de juros aplicadas. Um financiamento viável seria o BNDES Automático, que cobre até 80% do valor do bem a ser adquirido e tem taxas de juros mais baixas, com um período de 3 meses de carência.

Sugere-se a manutenção de 5 funcionários para o processo de empacotamento da muçarela. Assim, serão produzidas cerca de 46,78% a mais de unidades, em decorrência do fato que os 5 funcionários podem trabalhar nos outros dois processos, além de que a máquina consegue selar/vedar até 6 embalagens simultaneamente. Uma comparação entre os dois cenários pode ser visualizada por meio da figura 7 a seguir, onde nota-se os benefícios da automatização com relação ao número de unidades produzidas:

Figura 7 - Comparação entre o cenário atual e o cenário com automatização



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2017).

4.2.6 Controle do Novo Processo de Trabalho

Os indicadores propostos para se controlar o novo processo serão aqueles indicadores financeiros desenvolvidos: Payback e VAUE. Assim, será possível para os gerentes controlar o processo e determinar a sua rentabilidade de acordo com o valor encontrado através dos mesmos. Caso o valor encontrado seja positivo, demonstra-se a viabilidade econômica do processo, e caso não, mudanças devem ser feitas. Planilhas com esses indicadores serão fornecidas aos gerentes para facilitar o controle. Além dos indicadores financeiros, outra medida de controle importante é a

aplicação da manutenção preventiva total (MPT) objetivando um controle efetivo do processo ao longo das operações.

Outra sugestão será a aplicação da simulação através do software Simul8. Será fornecido o modelo para o gerente, caso ele queira simular o processo considerando-se alterações de cenários, como a variação no número de funcionários, bem como a compra de outra máquina e o seu funcionamento em tempos maiores.

Assim, a análise de cenários torna-se uma ferramenta eficaz para o controle e melhoria contínua nesse processo, pois ao se alterar as variáveis, como o número de funcionários da operação, o tempo de execução dos processos, o número de máquinas, encontram-se diversos valores para os indicadores financeiros e altera-se o número de unidades produtivas. Ao fornecer esses modelos para a organização, ela pode escolher aquele que mais se adequa às suas necessidades e usá-los para controlar os seus processos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a problemática atual do processo de embalagem da muçarela, caracterizada por um alto tempo de execução, bem como de esforços e de exposição à condições degradantes, foi sugerida a automatização do processo de vedação/selagem do conjunto embalagem/muçarela. Essa seria através da compra de uma máquina no valor de R\$ 20.000 e capaz de processar até 6 embalagens simultaneamente, ao passo que, sob as condições atuais, o processo é feito por apenas um funcionário, que além de sobrecarregado, está sujeito a um vapor sob alta temperatura, excesso de movimentos e esforços.

Através da técnica da simulação, por meio do software, foi demonstrado que através da automatização, a produção aumentará em cerca de 46,78%, já que a máquina diminui o estoque entre as operações de empacotamento e selagem, pois tem a capacidade de processar mais produtos ao mesmo tempo.

Ademais, foi demonstrado que esse investimento é viável, pois nota-se que o indicador econômico do VAUE do microprocesso automatizado é menor que o VAUE do microprocesso atual, além de um baixo payback.

Logo, foi possível verificar, através da metodologia baseada em 6 passos para um Estudo do Processo de Trabalho, bem como a simulação por meio do software Simul8, problemas envolvidos nas atividades de um processo (embalagem da muçarela), e foi possível também propor uma solução que se mostrou eficaz e viável para a empresa. Espera-se que essa metodologia possa ser utilizada por organizações que almejam analisar seus processos, a fim de identificar problemas e buscar melhorias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mário. **Elaboração de projeto, TCC, dissertação e tese**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BANKS, J., 1998. **Handbook of Simulation**. USA, John Willey & Sons.
<https://doi.org/10.1002/9780470172445>

BRASILEIRO, Magaly M. **Manual de produção de textos acadêmicos e científicos**. São Paulo: Atlas, 2013.

BRUNOZI JÚNIOR, A.C.; ABRANTES, L.A.; FERREIRA, M.A.M.; GOMES, A.P. Mercado e Tributação: Uma Abordagem Teórica sob a Perspectiva de Estruturas de Mercado na Cadeia Agroindustrial do Leite. **Revista Econômica do Nordeste**, v.43, n.1, p.93-108, 2012.

CARVALHO, G. R. **A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro**. Embrapa Gado de Leite-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2010.

CONCANNON, K. *et al.* **Simulation Modeling with SIMUL8**. Visual Thinking International, Canada, 2007.

CBOK, B. **Guide to the business process management common body of knowledge**. Versão 2.0. 2009. Disponível em: www.abmp.org. Acesso em: Ago. 2018.

DUBOIS, A.; ARAUJO, L. Case research in purchasing and supply management: opportunities and challenges. **Journal of Purchasing & Supply Management**, v.13, n.3, p.170-181, 2007.
<https://doi.org/10.1016/j.pursup.2007.09.002>

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Produção da Agropecuária**. Disponível em: www.fao.org/brasil/pt/. Acesso em: set. 2018.

FERREIRA, M. A. M.; ABRANTES, L.A.; PEREZ, R. Investigação de grupos estratégicos na indústria de laticínios por meio da abordagem multivariada. **Revista de Administração Mackenzie**, v.9, n.2, p.152-172, 2008.

FLEURY, A. C. C.; VARGAS, N. **Organização do trabalho uma abordagem interdisciplinar: sete estudos sobre a realidade brasileira**. Ed. Atlas, 1983.

FRASER, M.T.D.; GONDIM, S.M.G. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. **Paidéia**, v.14, n.28, p.139-152. 2004.
<https://doi.org/10.1590/S0103-863X2004000200004>

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. Trad. Roberto Cataldo Costa. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

HELOANI, J. R. **Organização do trabalho e administração: uma visão multidisciplinar**. Cortez, 1996.

LAW, A. M.; KELTON, W. D.; KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis** (Vol. 2). New York: McGraw-Hill, 1991.

MAGALHÃES, L. E. R. **O trabalho científico: da pesquisa à monografia**. Curitiba: Fesp, 2007.

SELOVAC. **Site da empresa Selovac**. Disponível em: <http://www.selovac.com.br/produtos/camaras-duplas-esteiras/steravac-750>. Acesso em: 6 dez. 2018.

MILLER G. D.; JARVIS J. K.; MCBEAN L. D. **Handbook of Dairy Foods and Nutrition**, second edition, Boca Raton, London, New York, Washington DC: CRC Press, 2000.
<https://doi.org/10.1590/S0103-863X2004000200004>

MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. **Relação Anual de Informações Sociais – RAIS**. Brasília: RAIS. Disponível em: www.rais.gov.br/. Acesso em: 6 ago. 2018.

O'KANE, J.F. *et al.* Simulation as an essential tool for advanced manufacturing technology problems. **Journal of Materials Processing Technology**, 2000, p. 412-424.
[https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(00\)00689-0](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(00)00689-0)

SHALLIKER, J.; Ricketts, C. **An Introduction to SIMUL8**, Release nine. School of Mathematics and Statistics, University of Plymouth. 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. v. 747. São Paulo: Atlas, 2009.



Artigo recebido em: 15/01/2019 e aceito para publicação em: 06/12/2021

DOI: <http://doi.org/10.14488/1676-1901.v21i4.3545>