



OTIMIZAÇÃO DA QUALIDADE E SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS: UM ESTUDO DE CASO NA PRODUÇÃO DE PÃO DE QUEIJO

Igor André Silva de Oliveira (Centro Universitário de Belo Horizonte)
igor-andre21@hotmail.com

Jennifer Snyder Silva Cardoso (Centro Universitário de Belo Horizonte)
jennifersnyder0811@yahoo.com.br

Luiz Henrique do Carmo Amaral (Centro Universitário de Belo Horizonte)
luizhenriquecarmaral@gmail.com

Flávio Henrique Batista de Souza (Centro Universitário de Belo Horizonte)
flabasouza@yahoo.com.br

Vladimir Alexei Rodrigues Rocha (Universidade Federal de Minas Gerais)
vla.alexei@gmail.com

Este artigo demonstra um processo de otimização em um dos produtos mais reconhecidos e premiados da cultura do Estado de Minas Gerais, o Pão de Queijo. Mesmo sendo um produto de exportação, foi possível notar a demanda de fabricantes por padronização e otimização de processos e do produto final. Neste trabalho, foi feito um procedimento de avaliação e padronização do processo produtivo: a otimização de uma das receitas, com a utilização de Goma Xantana, que aumentou em 11% a durabilidade do produto congelado e, através da modelagem e simulação via redes de Petri, foi possível avaliar otimizações do processo produtivo que podem chegar a 31,27% de aumento de eficiência.

Palavras-chave: Otimização de Produtos, Pão De Queijo, Redes de Petri, Simulação.

1. Introdução

Análise e padronização de registros de processos de produção viabiliza tanto o domínio, quanto a otimização de processos. Para processos voltados para a fabricação de alimentos, o alinhamento de atividades e informações pode viabilizar eficácia do emprego da engenharia de alimentos, que visa desenvolver projetos e processos produtivos, a partir das características de qualidade dos produtos, mantendo o controle saudável dos alimentos (DIÓRIO et. Al. 2018).

A melhoria da produtividade alimentícia, também pode ser obtida por meio da utilização de modelagem e simulação de processos (REIS et al, 2018). Para auxiliar na resolução de problemas de produtividade, é usual a utilização das redes de Petri como ferramenta para modelar e simular cenários que auxiliem o gestor na tomada de decisão, capacitando-o a: avaliar as atividades exercidas, medir os tempos, fazer o processo de simulação e a analisar possíveis riscos (LISBOA *et al.*, 2019; BATISTA *et al.*, 2020).

Com base nessas premissas, é viável aplicar no processo de fabricação de pão de queijo artesanal, métodos e ferramentas para modelagem e simulação, numa empresa de médio porte localizada na região metropolitana de Belo Horizonte.

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção esclarece que a otimização de um processo produtivo, a partir de conhecimentos tecnológicos (em suas variadas vertentes) possibilita, além do aumento na produtividade, a redução nos custos e melhoria na qualidade do produto oferecido ao cliente (PIETRO, 2002).

Um processo produtivo inteligente exige alternativas potenciais de ação que satisfaçam os objetivos da empresa (SEBRAE, 2019). Assim, a gestão da produção interfere diretamente em tentar diminuir ao máximo possível o percentual de falhas.

O objetivo geral deste artigo é analisar o processo de fabricação do pão de queijo da empresa foco, para aumentar a qualidade do produto final e gerar uma ferramenta, baseada em redes de Petri, para gestão da produtividade. Para tanto, constitui-se como objetivos específicos: analisar o processo produtivo, contabilizando seus custos e recursos; avaliar possíveis melhorias na composição e fabricação do produto final através da engenharia de alimentos e, por fim, modelar e simular tal processo via redes de Petri para controle produtivo.

Esta pesquisa se justifica pela alta demanda de produtos com grande qualidade para importação e exportação, com uma gestão inteligente.

2. Fundamentos Teóricos

2.1. Pão de Queijo

O pão de queijo é um produto tradicional da culinária mineira, que tem crescido no comércio alimentício devido a sua facilidade de fabricação, congelamento, inovações tecnológicas em processos de produção e a alta procura. Ele pode ser encontrado em diversos estabelecimentos tanto congelado, quanto para ser consumido no local (DIÓRIO *et al.* 2018).

O pão de queijo apresenta vantagens de incluir ingredientes de fácil aquisição em sua formulação e sua massa poder ser congelada. Com a possibilidade de congelamento da massa e a grande comercialização das misturas prontas, o pão de queijo é um dos produtos nacionais mais requisitados pelos brasileiros que vivem no exterior (PEREIRA *et al.*, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Pão de Queijo (ABPQ), entre empresas legalmente registradas e fabricantes informais, a estimativa de produção média é de seis mil toneladas mensais (TOMICCH *et al.*, 2005; INMETRO, 2008).

2.2. Engenharia De Alimentos

Por definição a engenharia de alimentos estuda a composição e estrutura dos alimentos, suas propriedades químicas, sensoriais e nutricionais, bem como a microbiota presente (FELLOWS, 2018).

Nesta ciência se trabalha as características físicas, químicas e biológicas dos alimentos. Inclui também a sequência de operações desde a seleção da matéria prima até o processamento, preservação e distribuição (CECCHI, 2003).

2.3. Gestão da Produção

A gestão da produção envolve tomada de decisões, apresentando um conjunto de ferramentas com o objetivo em melhorar a competitividade das empresas, trazendo melhorias na qualidade, produtividade, redução de custo e aumentando ganhos sem desperdícios (CAUCHICK *et al.* 2018).

O planejamento da gestão da produção exige alternativas potenciais de ação que satisfaçam os objetivos da empresa (SEBRAE, 2019).

2.4. Modelagem e Simulação via Redes de Petri

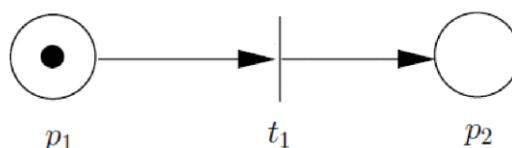
Um modelo é a representação de um sistema real, sob um determinado conjunto de condições operacionais e hipóteses simplificadoras, que retratam a estrutura e o comportamento do

sistema correspondente. Várias ferramentas e técnicas possibilitam a simulação desses modelos, dentre elas, as redes de Petri (LISBOA et al, 2019).

As redes de Petri permitem a representação matemática, análise dos modelos e fornece informações úteis sobre a estrutura e o comportamento dinâmico dos sistemas modelados (CASSANDRAS; LAFORTUNE, 2009).

Como mostra a Figura 1, elas são formadas por transições (componente ativo correspondente a alguma ação realizada dentro do sistema – barra t_1), e o lugar (passivo e relacionado a alguma variável de estado do sistema – círculos brancos p_1 e p_2) (MURATA, 1989).

Figura 1 – Exemplo de rede de Petri



Fonte: Lisboa et. Al (2019)

A simulação de eventos envolve o disparo de uma transição, onde é consumida uma ficha (*token* – círculo preto) em p_1 e associada uma ficha em p_2 . Um vetor de marcação x representa o número de fichas do sistema (no caso da figura 1, $x = [1 \ 0]$).

Tais redes podem assimilar questões de tempo para disparos, onde t_1 pode aguardar um tempo (determinístico ou estocástico) para disparar.

A utilização de técnicas de modelagem e simulação, com redes de Petri, tem sido amplamente utilizado na indústria e retratado pela literatura, inclusive no ramo alimentício. Por exemplo, tem-se em Reis et al (2018), que realizaram um processo de modelagem e simulação no processo de fabricação de requeijão, que contribuiu com o aumento em mais de 60% na produtividade da empresa.

3. Metodologia

O estudo de caso foi realizado em um fabricante em operação, e as visitas técnicas aconteceram entre 15 de agosto de 2019 e 15 de outubro de 2019. Além da avaliação e otimização do processo de fabricação de pão de queijo, foi modelada e simulada uma estrutura para avaliação de cenários baseada em rede de Petri.

A primeira etapa consistiu no diagnóstico do ambiente onde foram levantados, através de uma análise do fluxo de fabricação: a sequência das atividades, os recursos e o tempo gasto durante todo o processo. A segunda, consistiu no processo de análise e otimização da estrutura do pão de queijo, a fim de aumentar a sua resistência ao processo de descongelamento.

Por fim, na terceira etapa, foi feito o processo de modelagem e simulação para previsão de cenários de estoque e produção.

4. Resultados

4.1. Diagnóstico do Processo de Fabricação

O processo de fabricação é ordenado de acordo com o fluxo demonstrado na Figura 2. A Pré-pesagem é realizada no local apropriado e separado para a pesagem de toda a matéria prima seca (polvilho doce, amido modificado pré gelatinizado, leite em pó, sal e a margarina). Esse conjunto de itens é chamado de Mix. Nesta área destina-se um colaborador, com uniforme padrão (Calça, Blusa, Touca Ninja e Descartável, Bota de PVC) e seus respectivos Equipamentos de Proteção Individual - EPI - (Máscara, Luvas, Avental de PVC e Abafador). Os equipamentos utilizados para esta área são: balança com capacidade para 20kg, baldes plásticos com capacidade de 15 Kg e um carrinho plataforma para movimentação de cargas com capacidade de 300Kg.

O tempo gasto em média para cada balde de Mix é de 03:58 minutos, com um gasto de R\$23,69 em polvilho doce, R\$36,05 em polvilho azedo, R\$5,74 em leite em pó, R\$0,57 em sal, R\$7,21 em margarina e R\$0,63 referente ao custo da mão de obra, tendo como base o valor de R\$9,40 a hora, já com os encargos.

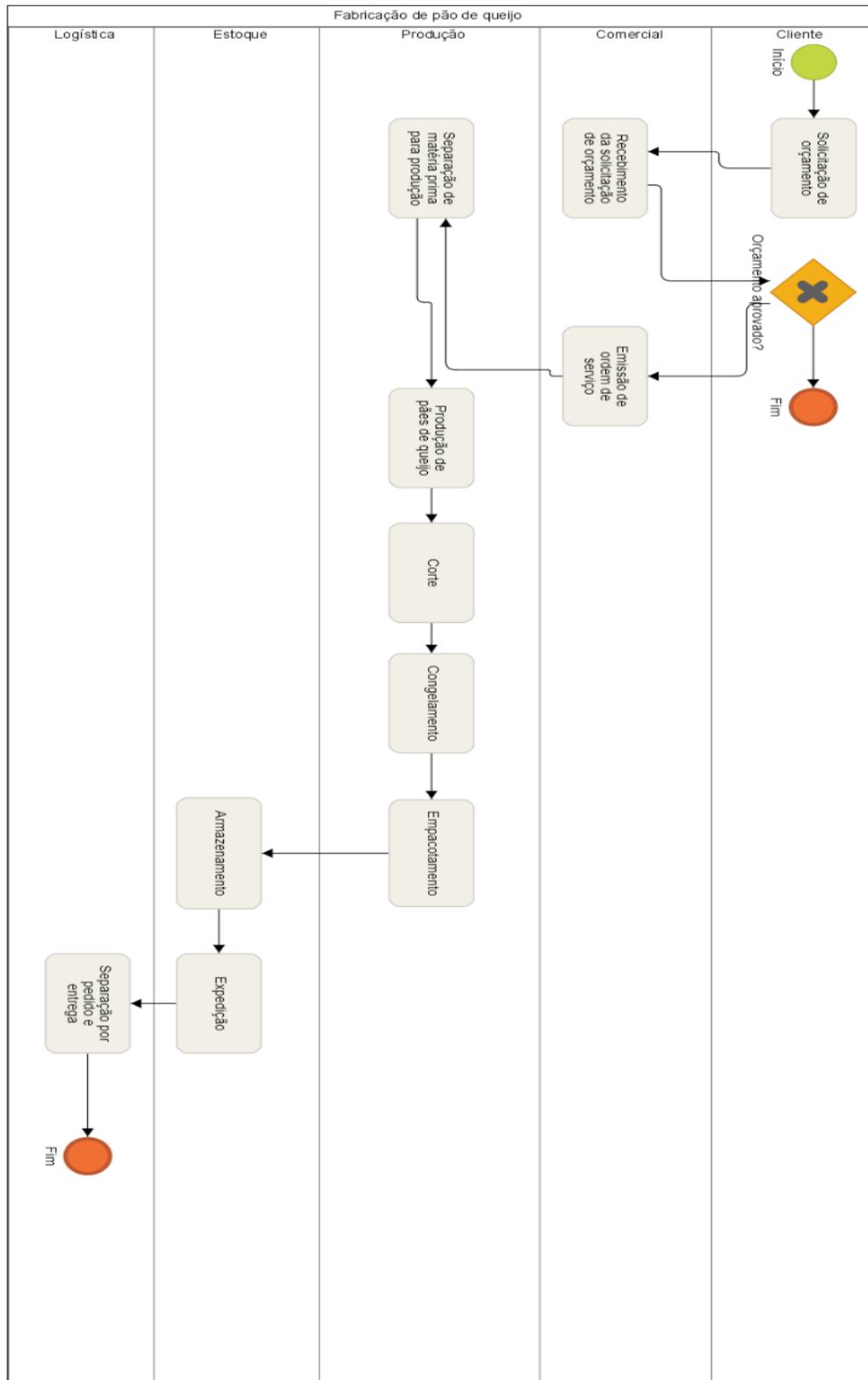
Após a pesagem do Mix, inicia-se a pesagem da matéria prima líquida (água, óleo, ovos e queijo), sendo queijo e ovo de forma manual e a água e óleo de forma automatizada. São acondicionados diretamente para as masseiras, sendo, para tal processo, necessário apenas a programação do colaborador responsável. Nesta etapa o mesmo colaborador que realiza o batimento da massa, procede com a pesagem do queijo e a programação para água e óleo, contando também com um segundo colaborador que faz a pesagem dos ovos nesta etapa, ambos com uniforme padrão e seus respectivos EPI's. Utiliza-se para esta fase uma balança, uma bacia, um medidor e um balde (para cada masseira).

O tempo gasto, em média, para cada balde de queijo é (em minutos) 05:42 e cada balde de ovos 03:10, com um gasto de R\$41,60 em ovos, R\$50,99 em queijo, R\$30,60 de óleo e R\$1,41 referente ao custo da mão de obra dos dois colaboradores, tendo como base o valor de R\$9,40 a hora, já com os encargos.

Os baldes de mix pesados, na primeira etapa do processo, são transportados pelo carrinho plataforma até a área de produção, onde o colaborador despeja-os nas quatro masseiras. Logo

em seguida é adicionado os baldes de queijo e ovo e a programação do lançamento da água e do óleo e dar início ao batimento da massa.

Figura 2 – Fluxo do Processo de Fabricação



Fonte: Autores (2019)

Depois desse batimento quatro outros colaboradores retiram a massa das masseiras e colocam em baldes em outro carrinho plataforma.

O tempo gasto em média para a massa pronta é de 31:55 e a média para a retirada da massa é de 5:32 Minutos, com um custo de R\$8,41 referente à mão de obra total utilizada nesse processo dos cinco colaboradores.

A massa, já nos baldes, é transportada no carrinho plataforma até a dosadora, onde um colaborador vira os mesmos no bojo da máquina, que, por gravidade, desce e é cortada no formato do produto selecionado pela matriz desejada.

Este mesmo colaborador fica responsável por alimentar a máquina com os baldes de massa e com as placas de polietileno, que será onde o produto ficará para ser congelado, enquanto outro colaborador tem a função de colher as placas de polietileno, conferir as gramaturas com o uso de uma balança e após conferido a gramatura, depositar no armário esquelético para ser acondicionado ao túnel de congelamento.

O tempo médio gasto para cada conteúdo de uma masseira nesse processo é de 3:55 minutos, com um custo de R\$1,26 referente a mão de obra utilizada dos dois colaboradores.

Após todo o preenchimento do armário esquelético, o mesmo é levado por um colaborador até os tuneis de congelamento, onde os produtos são submetidos a temperaturas de até -40°C. Esse colaborador precisa estar usando EPI's adequados (jaqueta e calça frigoríficas, luvas térmicas para baixas temperaturas e botas frigoríficas), além do uniforme padrão.

O tempo médio gasto nesse processo até o congelamento completo do produto é de 57:24 minutos com um custo de R\$8,62 referente a mão de obra utilizada.

Após o congelamento completo do produto, o mesmo funcionário que colocou o armário esquelético no túnel, retira-o e leva-o para a empacotadora. Nessa máquina são necessárias quatro pessoas. A primeira retira as placas com o produto do armário e despeja o produto no bojo da máquina. Do bojo, o produto é despejado em uma esteira rolante que transporta até um segundo bojo, neste segundo bojo o produto é pesado automaticamente e despejado direto na embalagem, onde um segundo colaborador confere se as pesagens estão adequadas (com auxílio de uma balança) e passa ao terceiro que deposita esse pacote em uma esteira rolante onde o pacote é selado e datado (de forma automática). Depois de selado e datado, um quarto funcionário recolhe esse pacote e armazena em caixas contentoras plásticas e as empilha em um carrinho “tartaruga”.

O tempo médio gasto nesse processo é 46:15 minutos, com um custo de R\$27,76, referente a mão de obra utilizada dos quatro colaboradores.

Após empilhadas no carrinho tartaruga, o estoquista transporta o produto até o local indicado por placas descritivas e o acondiciona dentro da câmara de produtos prontos, com temperaturas superiores a -18°C , onde o produto permanece até ser expedido para o cliente.

O tempo médio gasto nesse processo é de 17:38 minutos com um custo de R\$2,74 referente a mão de obra utilizada.

4.2. Otimização da Qualidade do Produto

A empresa em estudo fornece produtos aos seus clientes, que em sua maioria, ficarão estocados em freezers com temperaturas aproximadas de -18°C . Existem outros nichos de clientes que armazenam estes produtos em ilhas que possuem temperaturas irregulares, variando de -12°C a -5°C , ocasionando o descongelamento parcial de alguns produtos. Observando as propriedades do pão de queijo e comparando com seus principais concorrentes notou-se uma pequena defasagem quanto ao tempo de duração do produto congelado em ilhas de refrigeração. A partir desta informação, tornou-se tema de melhoria deste trabalho, o tempo médio de descongelamento do produto.

A produção do pão de queijo é feita no processo “a frio”, processo este que, faz o uso de matéria prima modificada, para que não necessite o uso de calor na gelatinização do amido. Na forma tradicional de produção de pão de queijo, é feito o escaldo do polvilho, dentre outras características este tipo de processo garante um maior tempo de conservação do produto congelado. Uma vez que a empresa já possui fluxo produtivo em larga escala, exclui-se a possibilidade da modificação da forma de produção.

Não havendo possibilidade de modificação imediata no processo produtivo, focou-se na análise dos tipos de matéria prima utilizados, mediante a esta informação sugere-se a substituição de parte do óleo de soja utilizado por um agente espessante, que são componentes hidrossolúveis e hidrofílicos que conferem uma maior viscosidade e/ou consistência aos alimentos sem modificar significativamente suas propriedades.

Após um breve levantamento determinou-se que o espessante mais indicado para este tipo de processo seria a goma xantana, por sua maior disponibilidade no mercado, seu custo inferior em relação às demais opções e por sua eficácia, pois se usa muito pouco do produto para atingir o resultado esperado.

Goma xantana é um polissacarídeo, de origem microbiana, produzido através de fermentação anaeróbica, comumente utilizada na indústria alimentícia por ser capaz de manter uma larga faixa de temperatura, pH, força iônica e características sensoriais durante o tempo de estoque. Esta goma possui as seguintes propriedades: solúvel em água fria, alta viscosidade, resistente de 0 a - 100°C, aplicação rápida após a pré mistura, estável ao congelamento/descongelamento e controla a sinérese – aumento de associações moleculares.

Foram realizadas três formulações, com diferentes concentrações de Goma Xantana, onde reduziu-se 30% da quantidade de óleo de soja da receita original em todos os testes. As proporções da goma estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Quantidades de Goma Xantana em cada teste

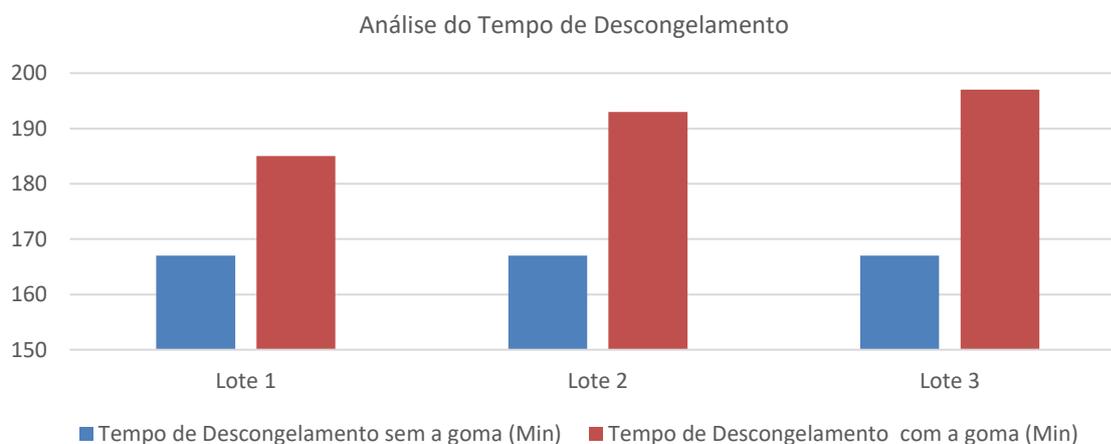
Lote	% Goma Xantana	Dosagem Goma Xantana (Kg)
Lote 1	0.002	0.12
Lote 2	0.0025	0.15
Lote 3	0.003	0.18

Fonte: Autores (2019)

Evidencia-se, através dos testes realizados e comprovado conforme gráficos das figuras 3 e 4, que o uso da Goma Xantana potencializa o tempo de conservação do produto congelado em até 30 minutos a mais em relação ao produto original.

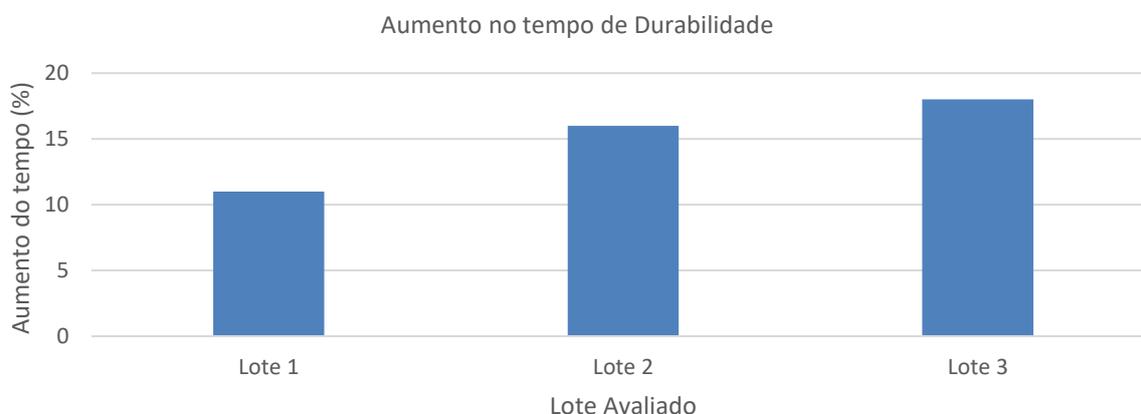
Foi de importância fundamental a preocupação com a dosagem deste novo composto na formulação da receita, visto não prejudicar as características sensoriais do produto original.

Figura 3 – Análise do Tempo de Descongelamento



Fonte: Autores (2019)

Figura 4 – Aumento no Tempo de Durabilidade



Fonte: Autores (2019)

Com a dosagem máxima de 0,003% de utilização da Goma Xantana atingiu-se uma durabilidade de 18%, ou seja, 11 minutos a mais para cada hora do produto armazenado congelado.

Considerando a redução de 30% de óleo de soja da receita original e o acréscimo da Goma Xantana, tem-se uma economia de R\$6,10 por receita, comprovando que além da melhoria na qualidade há uma redução no custo final da receita.

4.3. Modelagem Via Redes De Petri

4.3.1. Modelagem e Simulação do Processo Produtivo

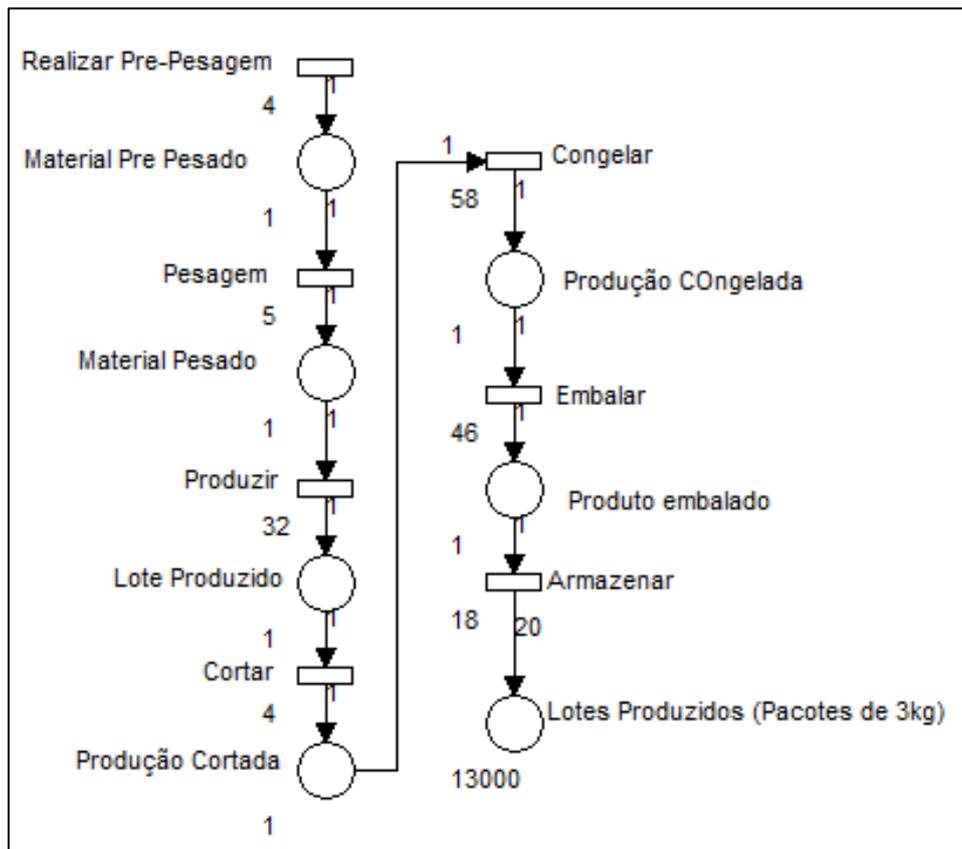
Primeiramente, foi desenvolvido um processo de modelagem e simulação de um processo produtivo, com base nos dados coletados e apresentados no fluxograma, para verificar, via redes de Petri, se seria possível a identificação dos principais gargalos na produção.

Foi tomado por padrão, lotes de pacotes produzidos de 3 Kg, e um montante produtivo de 13 mil pacotes com essa pesagem. Durante o processo só há uma ficha, onde a sua presença mostra em qual etapa está o processo, como mostra a Figura 5.

As transições obedeceram a um tempo de disparo conforme uma função específica, onde foi analisada a média para sua simulação, como mostra a Tabela 2.

Como resultado da simulação, notou-se que foi possível ver um alto grau de veracidade com relação ao que acontece no fato real como mostra o gráfico da Figura 6, que tem a modelagem do processo.

Figura 5 –Modelagem do Processo Produtivo



Fonte: Autores (2019)

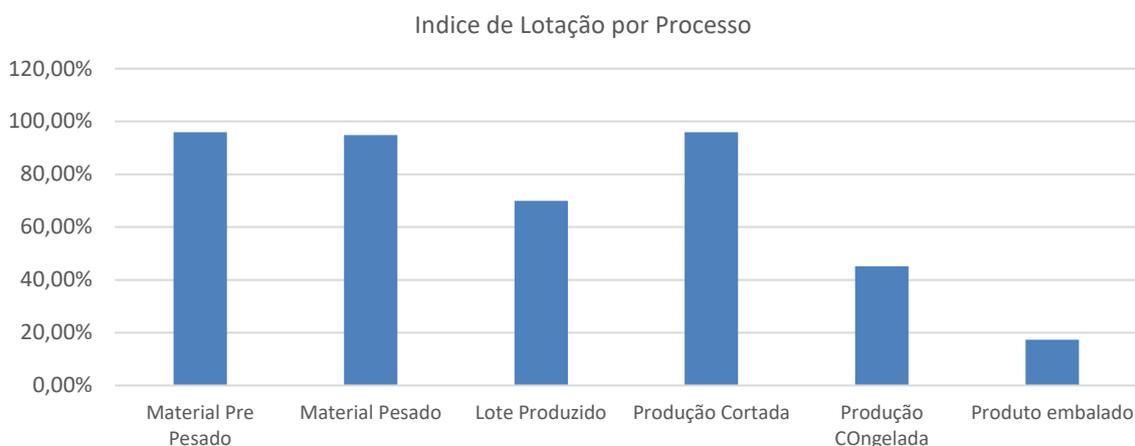
Tabela 2 – Tempos e Funções de Distribuição das Transições

Nome	Função	μ (min)
Pré-Pesagem	Exponencial	4
Pesagem	Exponencial	5
Produzir	Exponencial	32
Cortar	Exponencial	4
Congelar	Exponencial	58
Embalar	Exponencial	46
Armazenar	Exponencial	18

Fonte: Autores (2019)

O processo de material pré pesado e material pesado consumiu uma ocupação de aproximadamente 100% do processo, constituindo assim um dos gargalos juntamente com o processo de produção cortada. Notou-se que o produto embalado, produção congelada e lote produzido tiveram a menor concentração de atividade durante o processo simulado.

Figura 6 – Taxa de Ocupação por Processo – Modelagem do Processo Real Original



Fonte: Autores (2019)

4.3.2. Análise Processual Por Tempos De Funcionários

Em continuidade, foi simulada a hipótese de avaliar o tempo de produtividade e ocupação por funcionário. Uma vez que é um processo complexo, não se tem como definir uma razão única para o atraso do processo produtivo, porém é possível analisar minuciosamente cada atividade dos funcionários.

No caso, na etapa de material pré pesado, foi feita uma avaliação por funcionário, com a alteração na modelagem, como mostra a Figura 7, onde foi realizado uma divisão onde cada funcionário se comporta com um servidor de serviço.

Quando chega o material pré pesado, o funcionário 1 estaria ocupado na atividade de análise de material pré pesado e assim também é feito com o funcionário 2. No caso, foi atribuído o tempo de pesagem para o funcionário 1 e funcionário 2, sendo que a pesagem total (parte que o funcionário 1 produziu somada à parte do funcionário 2), vai demonstrar quando os dois vão encontrar suas partes de produção. A tabela 3 demonstra as funções e médias de tempos de disparo das respectivas transições.

Assim, mediante análise da produção real, foi visto o tempo de ocupação tanto no funcionário 1 quanto no funcionário 2.

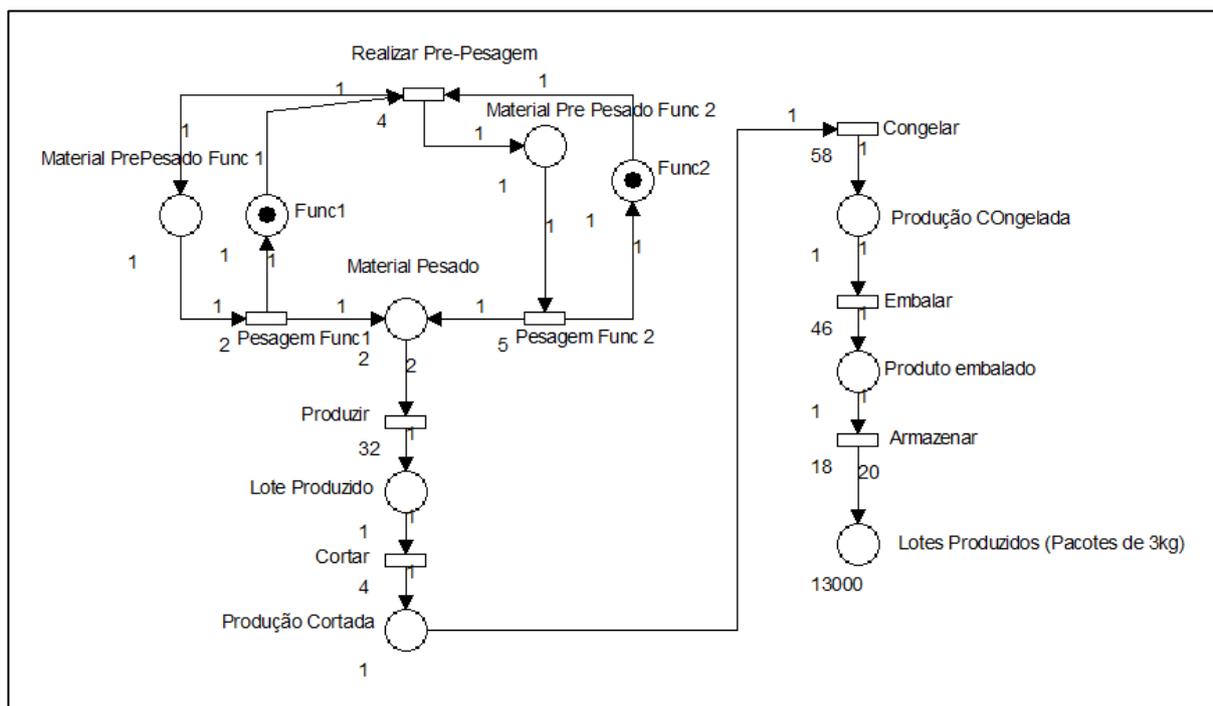
Percebeu-se que o funcionário 1, possui tempo médio de produtividade em função exponencial de aproximadamente 2 min/lote, e do funcionário 2 tem tempo médio de produtividade em função exponencial de aproximadamente 5 min/lote, sendo que o tempo de produtividade final é ponderado pelo tempo de produtividade máxima e é considerado o maior tempo.

Tabela 3 – Tempos e Funções de Distribuição das Transições para Análise por Funcionário

Nome	Função	μ (min)
Pré-Pesagem	Exponencial	4
Pesagem Func1	Exponencial	2
Pesagem Func2	Exponencial	5
Produzir	Exponencial	32
Cortar	Exponencial	4
Congelar	Exponencial	58
Embalar	Exponencial	46
Armazenar	Exponencial	18

Fonte: Autores (2019)

Figura 7 – Modelagem do Processo Produtivo para Análise por Funcionário



Fonte: Autores (2019)

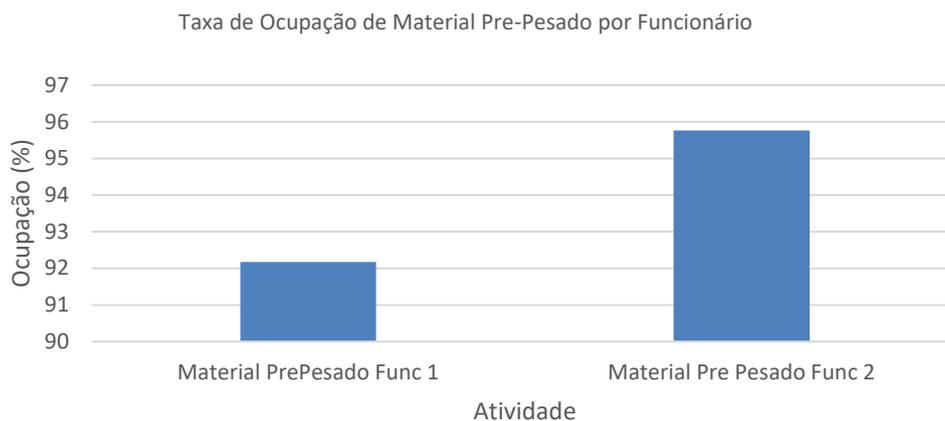
Assim, após a simulação, conforme gráfico da figura 8, mediu-se os tempos e a ocupação do funcionário 1 e 2 (em termos percentuais, tomando por referência o processo completo de produção).

Neste caso, como o funcionário 1 é mais rápido, notou-se que ele tem uma taxa de ocupação durante o processo produtivo de aproximadamente 92% do tempo durante a fabricação dos 13

mil pacotes, porém do funcionário 2, a ocupação da atividade deste funcionário ficou em aproximadamente 96% do tempo.

Conclui-se então que o funcionário 2 é aproximadamente 4,5% mais lento que o funcionário 1 e, portanto, cabe a empresa medidas para readequação do funcionário oferecendo treinamento para a atividade.

Figura 8 – Taxa de Ocupação do Processo – Modelagem por Funcionário



Fonte: Autores (2019)

Portanto foi realizado matematicamente a modelagem de uma situação demonstrando que pode ser feita uma avaliação de produtividade por funcionário mediante as medidas.

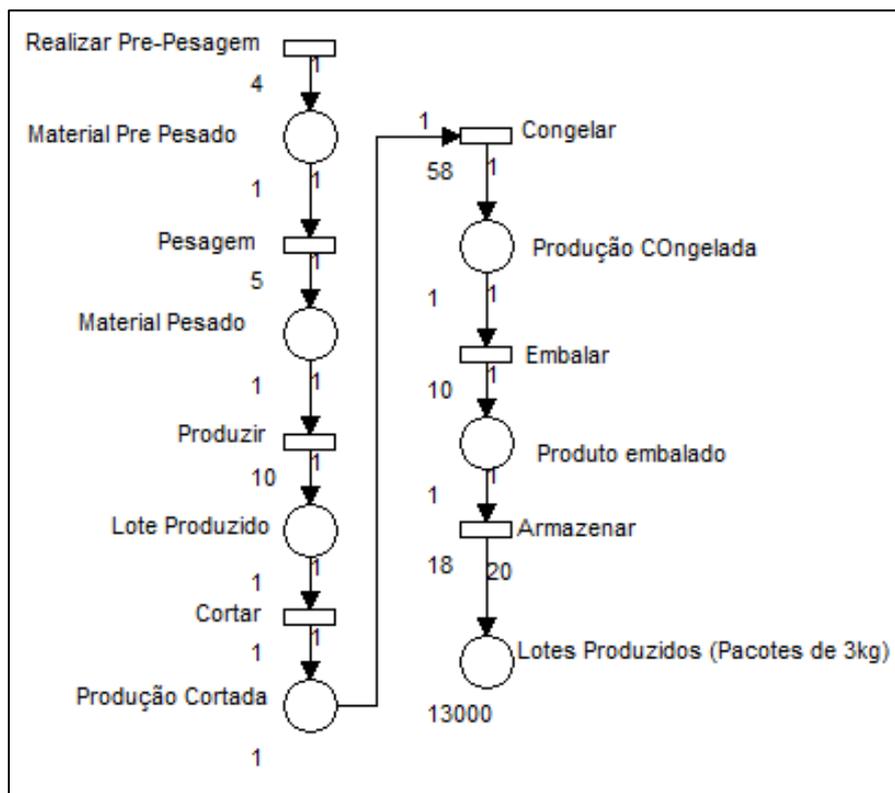
4.3.3. Análise de Proposta de Otimização por Maquinário

Foi sugerido a compra de uma máquina que possui masseira basculante, com elevador e dosadora integrada, que realiza todo o processo produtivo do funcionário 1 e do funcionário 2 substituindo então suas atividades. O modelo a ser simulado ficou como o descrito na Figura 9. De acordo com o manual técnico da máquina, foram recalculados os tempos na simulação de produzir, cortar e embalagem, como mostra a Tabela 4.

O tempo de congelar não foi alterado, pois trata-se de rigor de receita (tempo aproximado exponencial de 58 min/lote). O tempo para produzir, que tinha tempo exponencial aproximadamente de 32 min, passou para o tempo uniforme, com médias de tempos que variam de 10 a 15 min.

O corte, que tinha tempo exponencial com média de 4 min, caiu para aproximadamente 1 min. A ação de embalar teve o tempo alterado para 10 a 15 min, numa distribuição uniforme. A ocupação por atividade é vista no gráfico da Figura 10.

Figura 9 – Modelagem do Processo Produtivo



Fonte: Autores (2019)

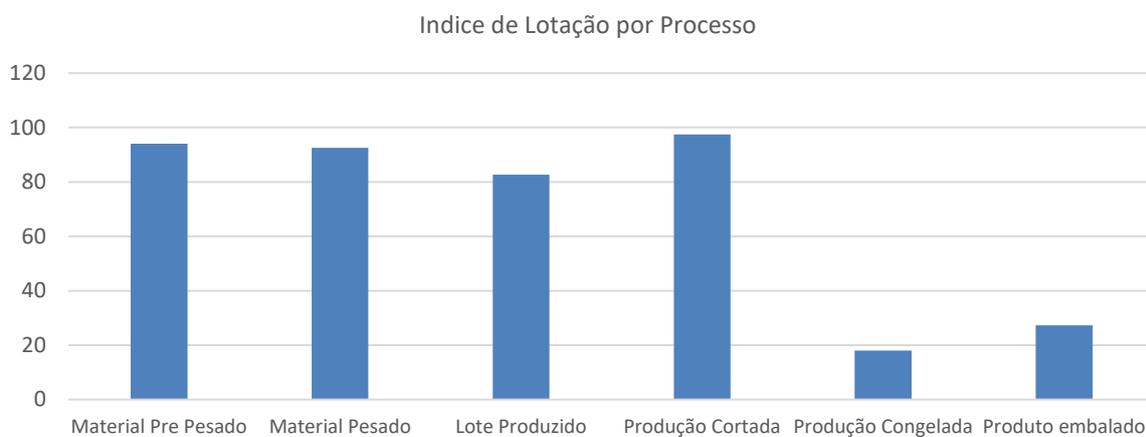
Tabela 4 – Tempos e Funções de Distribuição das Transições para Análise por Funcionário

Nome	Função	μ (min)
Pré-Pesagem	Exponencial	4
Pesagem	Exponencial	5
Produzir	Uniforme	10 – 15
Cortar	Exponencial	1
Congelar	Exponencial	58
Embalar	Uniforme	10 – 15
Armazenar	Exponencial	18

Fonte: Autores (2019)

Com a máquina, houve uma otimização de tempo produtivo de 31,27%, comprovando a viabilidade produtiva deste equipamento, com base em simulação realizada e comparando com a situação real do processo.

Figura 10 – Taxa de Ocupação por Processo Otimizado



Fonte: Autores (2019)

5. Conclusão

Durante a pesquisa, não somente foi possível avaliar e padronizar o processo produtivo, como também houve a capacidade de otimizar o produto em si e sua produção. Com a adição do composto recomendado, a durabilidade do produto final aumentou em 11%.

Também, foram modeladas e simuladas três situações. No primeiro momento simulou-se o cenário atual da empresa, depois foi testada uma mudança na distribuição de colaboradores e, por fim, a automatização do processo. Foram encontrados os relevantes 31,27% de aumento de eficiência produtiva através da técnica proposta.

Mediante a estas informações, foi possível concluir que a rede de Petri se mostrou uma ferramenta de gestão extremamente eficaz, onde foi possível identificar os gargalos da produção e como melhorar este aspecto.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Daniela Trindade, FERREIRA, Thiago Augusto Santos, MELLIM, Renata Duarte, DE CARVALHO, Luiz Melk, DE SOUZA, Flávio Henrique Batista, ROCHA, Vladimir Alexei Rodrigues. Mobile Applications and Discrete Event Systems: Low Cost Technology to Assist Stock Management in an Orthopaedic Clinic. **Proceedings of The 10th International Conference On Research In Engineering, Science And Technology**. Roma. 2020.

CECCHI, Heloisa Másci. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Editora da UNICAMP, 2003.

CASSANDRAS, Christos G.; LAFORTUNE, Stephane. **Introduction to discrete event systems**. Springer Science & Business Media, 2009.

CAUCHICK, Paulo; MORABITO, Reinaldo; PUREZA, Vi.. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Elsevier Brasil, 2018.

DIÓRIO, Michelle de Sá; SILVA, José Gomes; TEIXEIRA, Natália de Carvalho. Pão de queijo saudável: tradição e saúde caminhando juntos. **Revista Pensar Gastronomia**, v. 4, n. 1, 2018.

FELLOWS, Peter J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. Artmed Editora, 2018.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portal do consumidor. 2008.

JUNQUEIRA, Roberto Gonçalves; PEREIRA, Accácia Júlia Guimarães. Metodologia para avaliação das boas práticas de fabricação em indústrias de pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, 2005.

LISBOA, Adriano Chaves DE SOUZA, Flávio Henrique Batista, RIBEIRO, César Monteiro, MAIA, Carlos Andrey, SALDANHA, Rodney Resende, CASTRO, Felipe L. B., VIEIRA, Douglas Alexandre Gomes. On Modelling and Simulating Open Pit Mine Through Stochastic Timed Petri Nets. **IEEE Access**, v. 7, p. 112821-112835, 2019.

MURATA, T. Petri nets: Properties, analysis and applications. **Proceedings of the IEEE**, v. 77, n. 4, p. 541-580, 1989.

PEREIRA, Patrícia Aparecida Pimenta; RAMOS, Thaís de Melo; GAJO, Adriano Alvarenga Gajo; GOMES, Ulisses Júnior. Viabilidade da utilização de queijo tipo ricota na elaboração de pão de queijo. **Revista Cienc. Rural**, vol.40, n.11, 2010.

PIETRO, João Eduardo di. Critérios para Otimização Da Produção e Controle de Qualidade para Elementos Pré-Fabricados Em Concreto. **XXII encontro nacional de engenharia de produção**, Curitiba., 2002.

REIS, Thamara; DARYANE, Jéssica; SOUZA, Flávio Henrique Batista de. Discrete Events Systems For Controlling The Production Process in a Dairy Industry. **XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Maceió, 2018.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Gestão de produção: essencial para o crescimento do seu negócio**. 2019. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>. Acessado em 20 de Nov. 2019.



XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
“Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis”
Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 20 a 23 de outubro de 2020.

TOMICH, Renata Graça Pinto; TOMICH, Thierry Ribeiro; AMARAL, Cláudia Antônia Alcântara,