



SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS E FERRAMENTAS DE QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO DO RAMO ALIMENTÍCIO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

**Gustavo Henrique Coutinho Chaves Venâncio (Centro Universitário de
Belo Horizonte)**

gustavo.henrique.95@outlook.com

Matheus Carvalho Guimarães (Centro Universitário de Belo Horizonte)

guimaraesbh@gmail.com

Thais Santos Soares (Centro Universitário de Belo Horizonte)

titassoares.ts@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

Esta pesquisa visa corroborar no controle de processos produtivos de pequenas e médias empresas que atuam no segmento alimentício, utilizando ferramentas da qualidade e gestão integradas com as redes de Petri, que possibilitam a modelagem e simulação de processos produtivos, tornando viável a orientação do gestor na tomada de decisões. O trabalho foi desenvolvido em uma empresa do setor de carnes, considerando uma manufatura de 16 toneladas de matéria prima. Por meio da proposta demonstrada, foi possível uma otimização de seus processos que resultou em ganhos como: mapeamento de processos e análises de problemas vigentes; uma ferramenta de modelagem e simulação, que pode orientar o gestor em processos de mudanças; o direcionamento de uma alteração de forma produtiva que pode proteger o funcionário de problemas de saúde (por motivos ergonômicos) e, por fim, um aumento de 16,8% de eficiência produtiva.

Palavras-chave: Setor de Carnes e Derivados, Ergonomia, Modelagem e Simulação de Processos, Redes de Petri.

1. Introdução

O conhecimento sobre o segmento em que se está inserido é fundamental para que o empreendedor consiga manter sua empresa saudável e com longa perspectiva de vida. Porém, o uso do empirismo, em um mercado cada vez mais competitivo, não deve ser tomada como referência. A redução de custos e a manutenção da qualidade se tornou uma premissa, com intuito de atender as necessidades dos clientes, ofertando produtos e serviços com preços diferenciados, e o uso da tecnologia nos negócios contribui para que tal objetivo seja alcançado. Segundo Aguiar (2012, p. 13) “*a sobrevivência das empresas depende da sua capacidade de atender às necessidades dos clientes. Para isso, elas devem ser capazes de promover mudanças rápidas, pois essas também ocorrem no mundo globalizado*”.

Para Kagermann *et al.* (2013) e Lobo (2019), por meio da utilização de ferramentas da qualidade é possível criar, analisar e padronizar processos que se fazem necessários para produção de produtos e serviços. Ao realizar tal procedimento, a utilização de recursos tecnológicos pode trazer um suporte diferenciado.

A tecnologia nos negócios é a essência da indústria 4.0, que auxilia o empreendedor de uma maneira mais assertiva, coletando e evidenciando dados com maior confiabilidade e em tempo real. Atualmente, isso se torna um diferencial competitivo devido ao mercado concorrido e sucinto a mudanças.

Uma das técnicas que assistem ao gestor é a modelagem e simulação de processos, utilizando técnicas de Sistemas a Eventos Discretos (SEDs). Conforme Lisboa *et al.* (2019), dentre as ferramentas de SEDs, tem-se as redes de Petri, que possibilitam a modelagem e simulação de processos produtivos, tornando viável a orientação do gestor na tomada de decisões. Nos últimos anos, as redes de Petri permearam diversos setores da indústria, como mineração e logística, além do próprio setor alimentício (LISBOA *et al.*, 2019; COELHO *et al.*, 2020; REIS *et al.*, 2018)

Assim, o objetivo geral dessa pesquisa é a otimização na linha de produção de uma empresa do ramo alimentício, mais especificamente o setor de carnes, buscando a padronização da produção e redução de custos. Foram propostas ações na organização, para aumentar o desempenho de

seus processos, identificando oportunidades de melhorias na entrega do produto final, durante o processamento de 16 toneladas de matéria prima.

Para isso, foi essencial: avaliar o procedimento de inserção das ferramentas da qualidade e gestão nos processos; elaborar um processo de modelagem e simulação a eventos discretos, baseado em redes de Petri para identificação, monitoramento e mitigação de gargalos produtivos; e, por fim, propor um novo procedimento produtivo mais ergonômico e eficiente. Este trabalho se justifica pela alta demanda de otimização dos processos e aprimoramento na gestão em pequenas e médias empresas, além de uma contribuição científica sobre otimização de processo produtivo para o ramo alimentício de carnes. Segundo ABIA - Associação Brasileira da Indústria de Alimentos - a indústria brasileira de alimentos trabalha com a perspectiva de aumento de 2,5% a 3% no volume anualmente, 3% a 4% das vendas reais no mercado interno e geração de 2% e 3% de empregos em uma expectativa positiva (ABIA, 2019).

2. Fundamentos Teóricos

2.1. Mercado alimentício brasileiro

O setor alimentício brasileiro registrou um crescimento de 2,08% em faturamento no ano de 2018, contando o mercado interno e externo, onde esse crescimento é responsável por 9,6% do PIB. Mais especificamente, o ramo de carnes possui grande destaque produtivo no cenário brasileiro, como mostra a Tabela 1 (ABIA, 2019).

Tabela 1 - Porcentagem de matérias primas na indústria de alimentação brasileira.

Produção da Agropecuária	Participação % das Aquisições de Matérias Primas pela Indústria da Alimentação
Proteínas Animais (bovinos, suínos, aves e leite)	99%
Cadeia do Trigo	95%
Cadeia do Arroz	95%
Cadeia do Milho	67%
Cadeia da Soja	41%
Total da Produção Agropecuária	58%

Fonte: ABIA (2019)

O setor de carnes sempre teve destaque na produção brasileira, o que justifica não somente investimentos financeiros, mas científicos para condução de seu crescimento.

2.2. Ferramentas organizacionais

Segundo Maximiano (2006), ferramentas da qualidade são técnicas que colaboram na otimização da gestão, através da coleta de dados dos processos. Através de suas análises, é possível mensurar gargalos e apontar suas causas, e assim elaborar planos de ação eficazes e cada vez mais eficientes, reduzindo custos e agregando valor ao processo.

Existem várias ferramentas da qualidade, contudo é necessário avaliar o perfil do problema e da organização, para que seja utilizada a ferramenta que melhor solucionará a demanda. Nesta pesquisa foram considerados (JOHANN, 2017):

- **Organograma:** uma ferramenta clássica que representa por meio de gráficos os cargos que cada colaborador está inserido em uma determinada empresa, o mapa visual estratifica toda hierarquia da organização.
- **Fluxograma:** representa por meio de símbolos e gráficos, a sequência e interação das atividades na realização de um determinado processo.
- **5W2H:** pode ser resumido como um *checklist* de tarefas, que possibilita ao gestor acompanhar as atividades dos funcionários, deixando claro o real motivo de um determinado projeto e o seu conjunto de ações em cada etapa.

Tais ferramentas foram utilizadas para padronizar os processos avaliados.

2.3. PDCA

Conforme Silva e Loos (2019), a metodologia PDCA visa auxiliar na execução de atividades que foram planejadas com o propósito de mitigar algum problema, suas quatro etapas são:

- P= *Plan* "Planejar": objetivo e método estão enquadrados dentro dessa etapa;
- D= *Do* "Fazer": etapa de treinamento e execução,
- C= *Check* "Verificar": etapa de conferência dos dados gerados pela execução da atividade proposta,

- $A = \text{Action}$ "Consolidar": fase onde documentamos todos os acontecimentos das atividades, tratando das falhas em busca da eficiência.

Tal ferramenta é tratada como um ciclo constante.

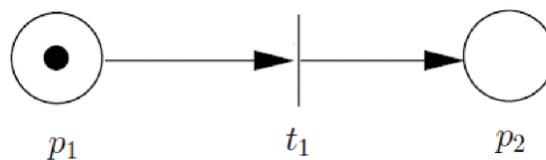
2.4. Rede de Petri

Conforme Murata (1989) e Cassandras e Lafortune (2009), uma rede de Petri pode ser interpretada como um grafo direcionado bipartido, com um ou mais elementos iniciais, usadas para a modelagem e controle dos sistemas de produção.

Ela consiste em uma modelagem matemática que permite modelar os sistemas dinâmicos e eventos discretos, além de ser uma ferramenta gráfica, permitindo visualizar a sincronização e compartilhamento de recursos.

A figura 1 apresenta uma rede de Petri com dois lugares, onde $P = \{p_1, p_2\}$, uma transição $T = \{t_1\}$, dois arcos de conexão $A = \{p_1 t_1, t_1 p_2\}$, com uma marcação $x = [1 \ 0]$ demonstrando o número de fichas alocadas a cada lugar P no momento da análise.

Figura 1 – Exemplo de rede de Petri



Fonte: Lisboa *et al.* (2019)

A aplicação de redes de Petri tem sido apresentada em diversos cenários produtivos nos últimos anos. Como exemplos da literatura nos últimos dois anos: Reis *et al.* (2018) otimizou um processo fabril de requeijões, aumentando sua eficiência em mais de 61%; Lisboa *et al.* (2019) e Coelho *et al.* (2020) otimizaram, respectivamente, os processos de despachos de caminhões em uma mineradora e de cargas perecíveis em um operador logístico; e Batista *et al.* (2020), utilizaram a ferramenta para simulação de cenários de estoque de insumos em uma clínica de pequeno porte.

3. Metodologia

Para a realização desse trabalho, foi apresentado um estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício na região metropolitana de Belo Horizonte, mais precisamente no setor de carnes suínas, a fim de conhecer todo o processo na linha de produção da empresa.

A pesquisa seguiu com as seguintes etapas:

- coletas de dados, durante sete visitas técnicas, realizadas entre os dias 02 de setembro e 11 de outubro de 2019, e entrevistas com colaboradores e gestores;
- avaliação do processo produtivo na linha de industrializados;
- pontuação, dentro da linha de produção, dos fatores que poderiam ser otimizados para uma melhor produtividade;
- modelagem e simulação de processos, para fundamentar as melhorias propostas;
- apresentação, via ferramentas da qualidade, dos passos e alterações a serem realizadas.

Com essas premissas, o primeiro resultado buscado foi um diagnóstico do ambiente analisado. De posse das informações do ambiente, seria possível analisar e providenciar melhorias processuais. Assim, um processo de modelagem e simulação para validação de cenários e mudanças é apresentado.

Por fim, foi feita a aplicação de ferramentas de qualidade e gestão com a finalidade de estabelecer uma melhoria contínua, a fim de diminuir falhas, custos e ganhar em estética do produto, além da produtividade e melhoria da atuação da empresa no mercado.

4. Resultados

4.1. Diagnóstico de ambiente

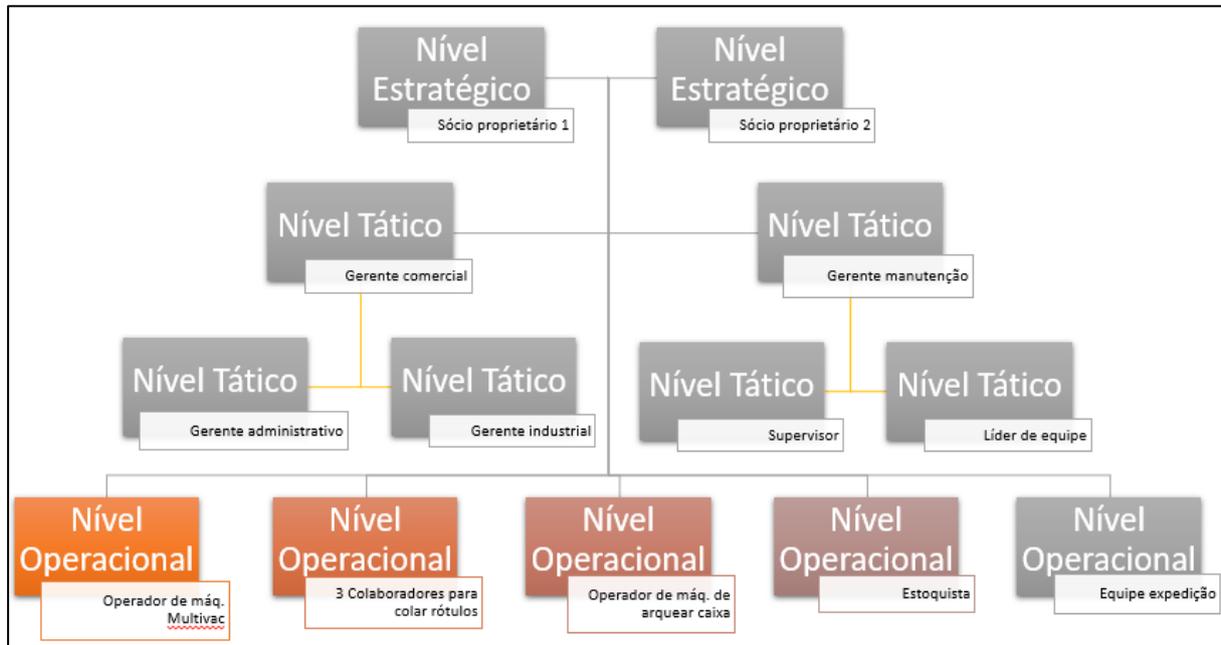
O diagnóstico inicial feito na linha de produção, teve como prioridade a identificação de gargalos e como poderiam ser diminuídos nessa linha.

4.1.1. Organização da empresa

O gerenciamento da empresa é separado por níveis, denominados como estratégico, tático e operacional.

O organograma descrito na Figura 2 ilustra como é feita esta divisão.

Figura 2 - Organograma atual da empresa



Fonte: Autores (2020)

- **Sócios proprietários:** função em nível estratégico, direcionando os investimentos da empresa, seja industrial ou a um mercado almejado, expandindo o campo de ação da empresa.
- **Gerentes comercial e industrial:** funções em nível tático. Buscam da melhor maneira atender o mercado já definido pelos sócios. O planejamento feito em conjunto, busca alinhar como a indústria irá se portar para atender as demandas do mercado e quais ações serão tomadas.
- **Gerente de manutenção:** função em nível tático, onde busca planejar e orientar as manutenções preventivas, corretivas, preditivas, de todos os equipamentos da empresa, além de supervisionar os demais colaboradores que fazem parte da equipe de manutenção.
- **Gerente administrativo:** função que busca alinhar as demais atividades de escritório como recursos humanos, financeiro e gestão de pessoas, e faz esse gerenciamento

juntamente com os demais gerentes, passando orientações a todos os envolvidos do nível tático.

- **Supervisor:** O supervisor tem papel de alinhar as orientações e Ordem de Serviços (OS), feitas pelos seus gerentes aos seus líderes de equipes e demais colaboradores, papel importante dentro da indústria.
- **Operador de máquina:** função em nível operacional, onde o mesmo é responsável por executar a OS passada ao setor, preparando os produtos a serem embalados e preparar o equipamento para cada demanda.
- **Colaborador para colagem de rótulos:** trabalham em função do operador de máquina de embalar. Sua atividade, em níveis operacionais, preparam os produtos já embalados, colando rótulos com todas as informações necessárias para a comercialização.
- **Operador de máquina de arquear:** Este colaborador encaixa todos os produtos que já estão em ponto de comercialização e os encaminham para os estoques de produtos acabados.
- **Estoquista:** Responsável por organizar todos os produtos já acabados dentro de seus estoques, alinhando datas de fabricação e validade.
- **Equipe de expedição:** Equipe de expedição tem como função expedir e organizar todos os produtos que serão entregues aos clientes, produtos que são passados pela equipe comercial, alocando os produtos dentro dos caminhões de entrega.

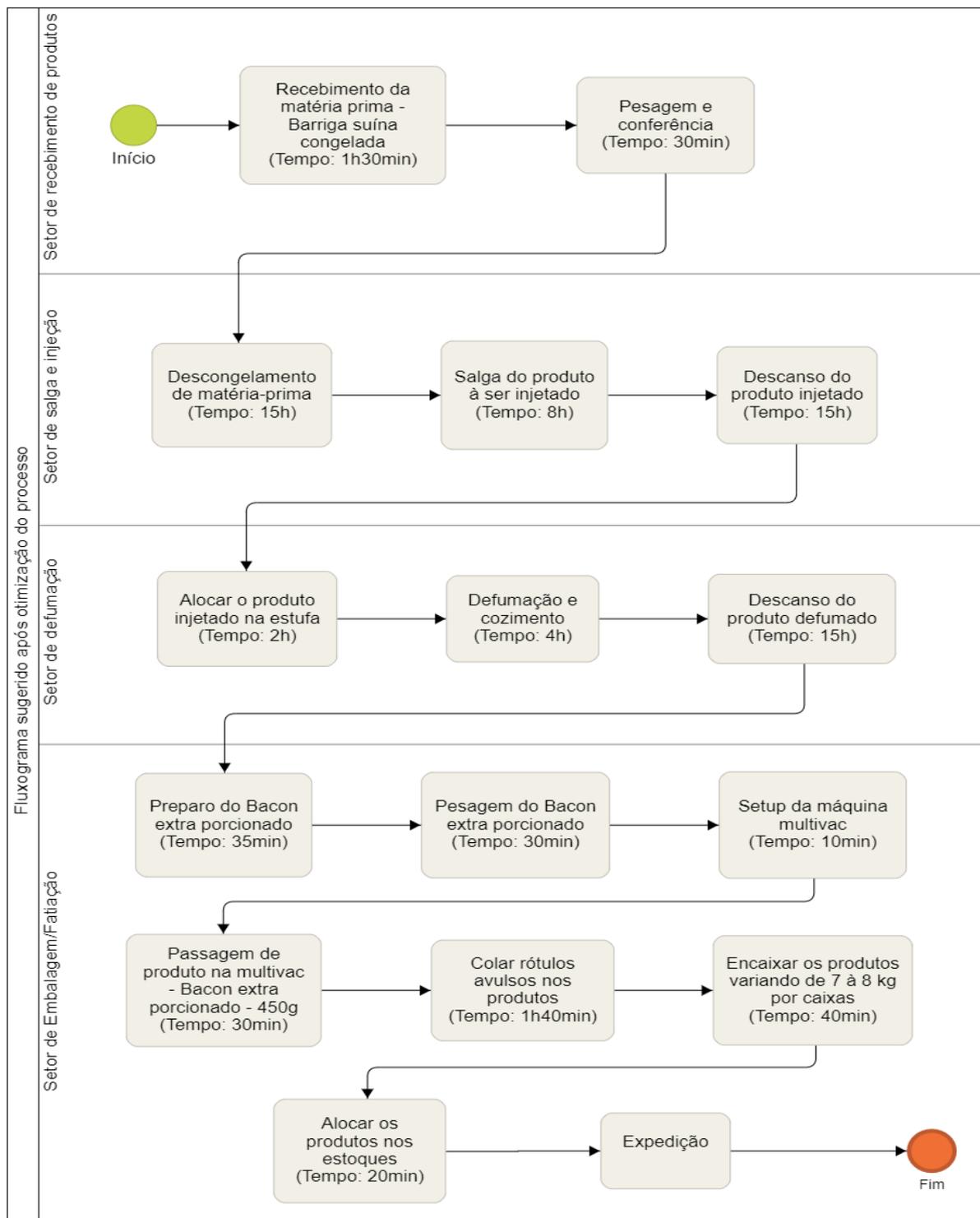
Tais cargos foram usados de referência para análises e melhorias processuais.

4.1.2 Fluxo do processo produtivo

O fluxograma descrito na Figura 3, apresenta o atual processo produtivo do “bacon extra porcionado”, onde o mesmo está dividido em 3 setores, sendo eles salga, defumação e embalagem.

O setor de salga trabalha juntamente com o setor de recebimento de matéria prima, onde alinham pesos e qualidade da matéria recebida.

Figura 3 - Fluxograma do processo atual



Fonte: Autores (2020)

Neste setor, os produtos que são recebidos passam por um processo de descongelamento, procedimento importante para que a salga desses produtos seja eficiente quando for preparado com a injeção de temperos, especiarias e condimentos.

Logo após essa injeção de temperos, a barriga suína é alocada em tanques de aço inox para descanso de um dia para o outro.

O setor de defumação é responsável por alocar os produtos que foram injetados e estão “descansando” (expressão usada pelos trabalhadores da indústria), de um dia para o outro nos carrinhos de defumação.

As barrigas suínas são penduradas individualmente, para que fiquem condicionadas de forma adequada para o processo de defumação e cozimento, fazendo assim um produto dentro das características necessárias.

O setor de embalagem é responsável por preparar as barrigas suínas já defumadas, pesando e dividindo todo o lote defumado em porções de 450 gramas, em média, quantidade estabelecida na OS preparadora pelo gerente industrial e equipe de PCP.

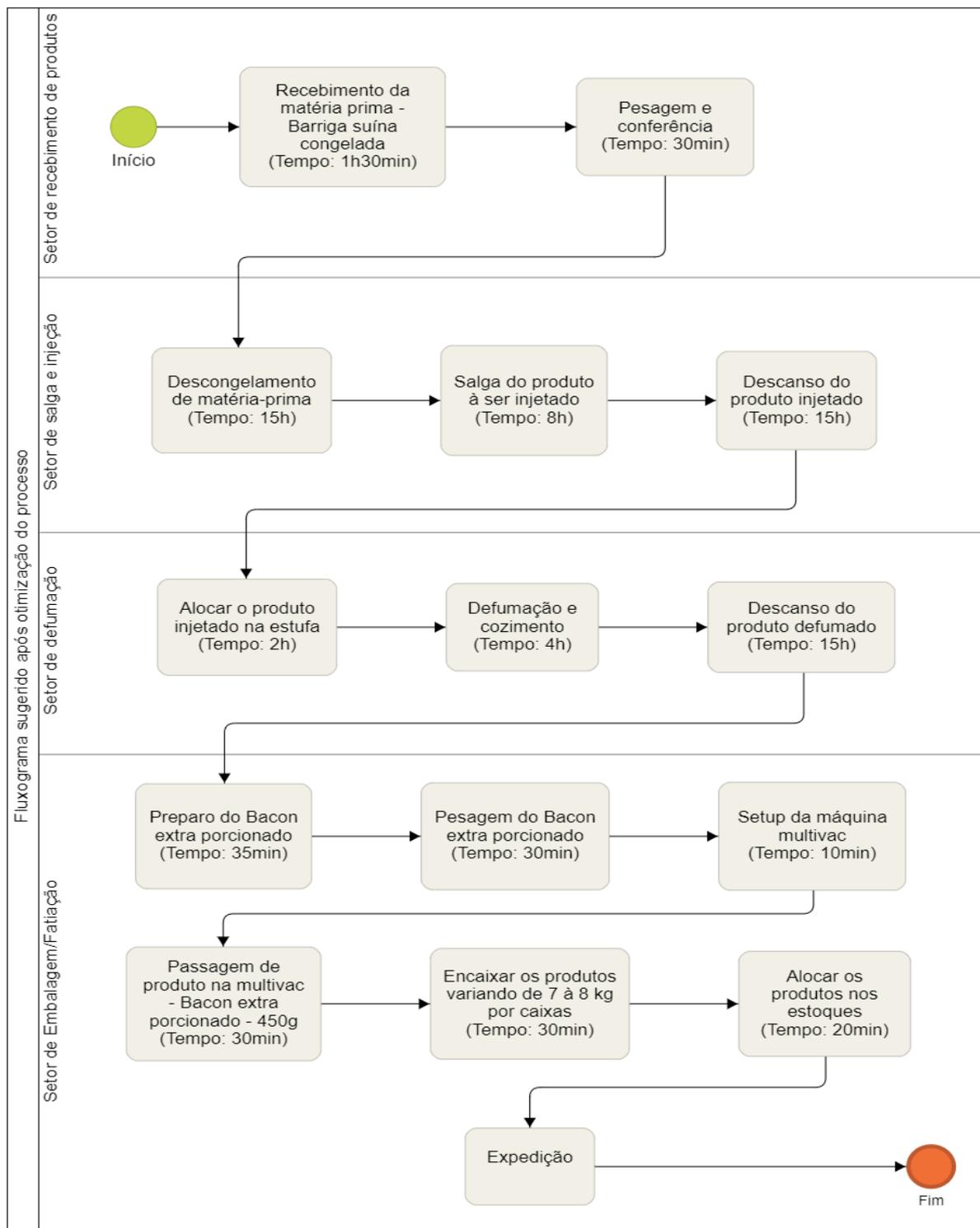
Neste mesmo setor os produtos são embalados no equipamento “Multivac”. Os produtos embalados são encaminhados para o setor de embalagens secundárias, onde são colados os rótulos manualmente pelos colaboradores e preparados para a expedição, encaixando e alocando nos estoques.

4.1.3 Otimização do fluxo produtivo

Foi realizado, também, um novo fluxograma para apresentar o processo após as melhorias aplicadas, conforme Figura 4.

Neste fluxograma o processo de colagem de rótulos foi removido, e otimizado com bobina, a tampa da embalagem tem todas as informações necessárias para o produto final, desta forma, a colagem de rótulos seria retirada eliminando o gargalo identificado na linha de produção.

Figura 4: Fluxograma do processo após melhorias



Fonte: Autores (2020)

4.1.4. Identificação de inconformidades

Após análise geral do processo produtivo da empresa, foi diagnosticado que existem pontos que podem ser otimizados, insumos que podem ser melhor trabalhados, layout da linha de produção que existe falhas visando a ergonomia dos funcionários, entre outros pontos.

Após essa primeira análise, identificou-se que a maior dificuldade dentro do processo produtivo foi a colagem de rótulos no final linha, que é feita manualmente por 3 colaboradores.

Com a mudança de rótulos para bobinas padronizadas, a empresa ganharia, principalmente, em qualidade da embalagem e produtividade na sua linha de rotulagem, pois dessa forma, após a devida embalagem dos produtos o passo seguinte seria somente a expedição no final da linha da produção, levando em conta que o produto já chegaria a ponto de apenas ser encaixado e armazenado.

Outro ponto analisado seria o ganho na imagem do produto, pois no processo atual os mesmos podem sair do padrão, por serem colados manualmente.

Hoje o equipamento utiliza duas bobinas, uma de fundo e outra de tampa.

Os produtos que passam e são identificados com validade, fabricação e lote no final da linha, chegam a uma equipe de três colaboradores que fazem todo o trabalho de colagem de rótulos com a descrição do produto e alocação nas caixas, e em seguida vão para o estoque de produtos acabados.

O processo de produção e gargalos podem ser descritos da seguinte forma: o gargalo identificado na linha de produção acontece pelo fato de que todos os produtos embalados na máquina “Multivac” precisam ser colados rótulos ao final do processo, gerando uma perda enorme de produtividade e qualidade do produto final, pois os rótulos colados na parte superior do produto podem ficar tortos, por serem colados manualmente.

No processo são embalados, em média, cerca de 400 kg de “bacon extra porcionado” por dia em um prazo médio de 01h40min, tempo que pode ser elevado quando é necessário parar o equipamento de embalar em alguns momentos pelo acúmulo de produtos já embalados no tanque de espera.

Nesse processo de colagem também foi identificado que a ergonomia dos funcionários tem uma deficiência no que é exigido.

Os colaboradores se curvam muito para pegar os produtos no tanque de armazenamento, além de retirar os adesivos com as mãos para colar com movimentos repetitivos que, em um longo espaço de tempo, podem gerar problemas físicos temporários e permanentes.

Estes problemas além de afetar o colaborador, afetam diretamente a empresa em gastos com afastamento de funcionários e tratamentos médicos, além de prováveis problemas judiciais futuros.

De posse dessas informações, foi feita um processo de modelagem e simulação via redes de Petri para uma análise, assistida por uma ferramenta matematicamente fundamentada, para avaliação dos gargalos e possibilitar uma estratégia de atuação.

4.2. Modelagem em rede Petri

4.2.1. Modelagem em rede de Petri - cenário 1

Através da modelagem do fluxo produtivo atual da empresa em rede de Petri, representada na Figura 5, foi possível analisar os gargalos que nela se encontram, para pontuá-los como prioridades no processo de otimização.

O primeiro cenário proposto é a modelagem e simulação do processo atual, de forma que a rede de Petri fosse avaliada na sua capacidade de abstrair a realidade da empresa, em termos de coerências numéricas.

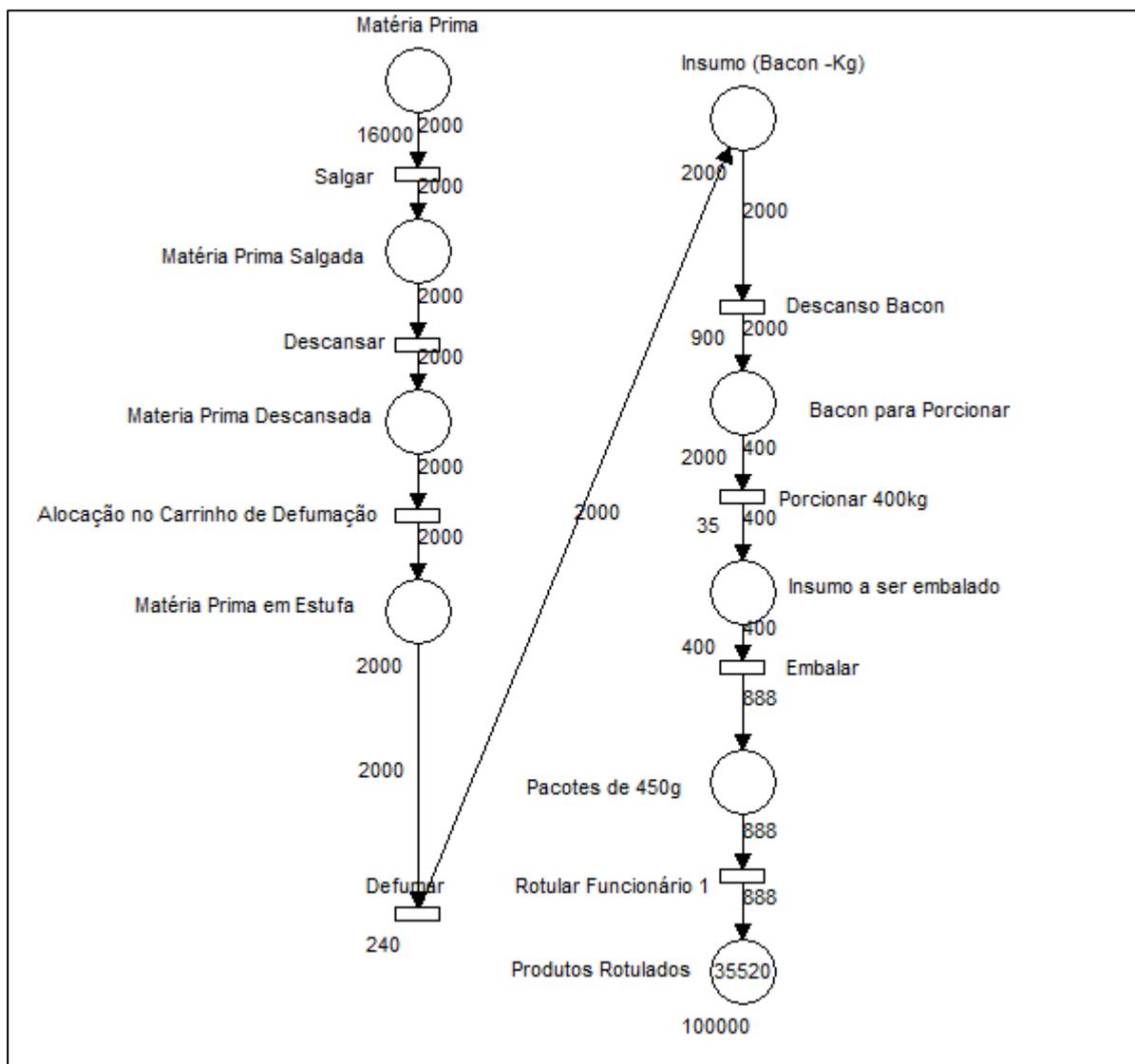
Durante a modelagem, foram convertidos os tempos das atividades em minutos. Esses tempos foram utilizados como referências dos tempos de disparos das transições utilizadas. Todos os tempos de disparos das transições foram considerados determinísticos, salvo a transição $T = \{Rotular\ Funcionario\ 1\}$, pois ela tem uma média de tempo exponencial.

Os lugares do modelo apresentado, possuem as capacidades que são representadas no mundo real, para maior exatidão da simulação.

O modelo proposto acompanha cada carregamento, de 16 toneladas (16.000 kg), até sua distribuição em porções de 450 gramas.

Neste o primeiro cenário, constatou-se que o setor de salga e embalagens de produtos são os que mais geram gargalos dentro da linha produtiva.

Figura 5 – Modelagem via rede de Petri do fluxo produtivo atual.

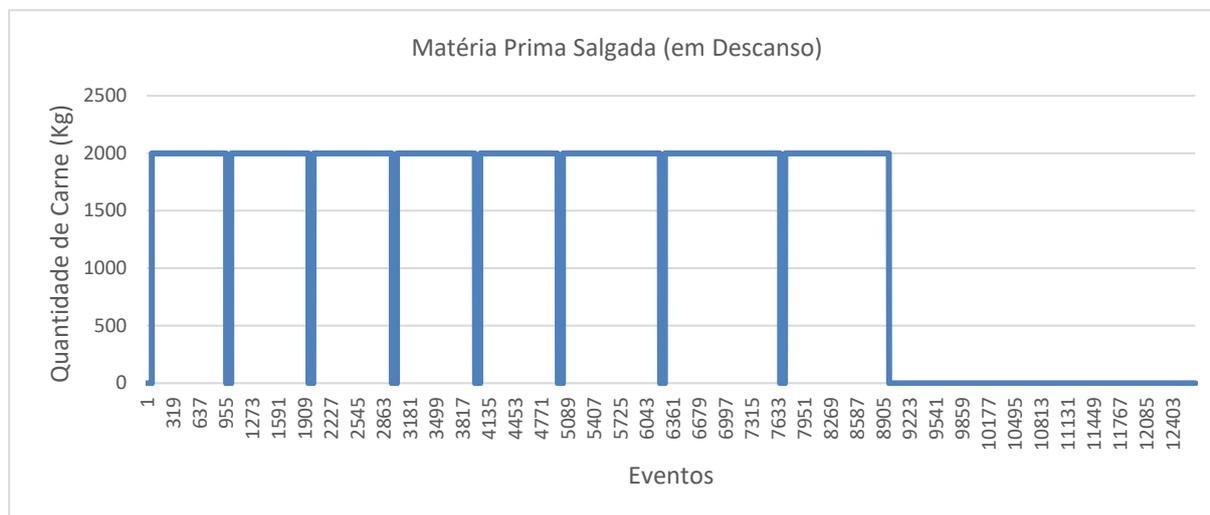


Fonte: Autores (2020)

O setor de salga de produtos, irá gerar um pouco mais de tempo para concluir todo seu processo, porque o produto injetado precisa de uma maturação e descanso com os condimentos e temperos injetados, como mostra a Figura 6.

A Figura 6, representa o processo de descanso dos produtos, quantidade em kg por passos realizados dentro do processo produtivo.

Figura 6 – Matéria-prima Salgada e em descanso



Fonte: Autores (2020)

Também foi identificado que o setor de embalagem desenvolve alguns gargalos, principalmente no processo de colagem de rótulos nos produtos já “porcionados” e embalados.

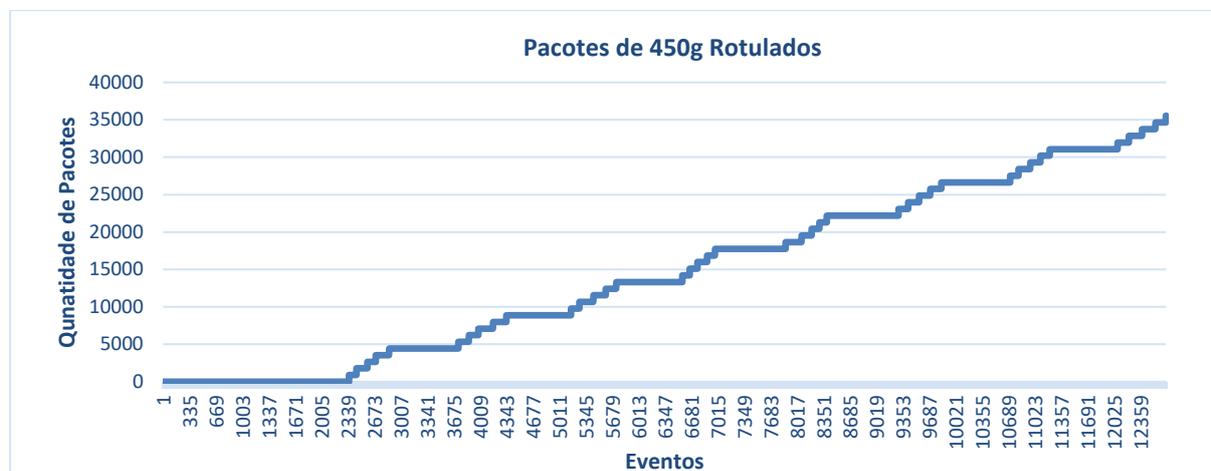
Nesse momento do processo, todos os colaboradores voltados para a função de colar as identificações nos produtos ficam expostos a um exercício repetitivo de longa duração, gerando um risco ergonômico alto, aproximadamente uma hora e quarenta minutos diariamente e 18.000 pacotes rotulados mensalmente.

Por serem frações em quantidades elevadas e esse processo ser manual, os rótulos podem ficar colados de forma errônea, cobrindo informações como: lote, validade e fabricação; gerando problemas futuros para empresa.

A eficiência desse processo manual também foi levada em consideração, onde identificou-se que no decorrer da atividade os colaboradores perdem eficiência por já estarem cansados de fazer movimentos repetitivos. A consequência são rótulos mal colados e expedidos fora do seu padrão e gargalo gerado por parar o maquinário para escoar os produtos já embalados.

Esse processo foi representado na Figura 7, mostrando um carregamento de 16.000Kg transformados em frações de produtos porcionados. No processo produtivo atual essa manipulação gera entorno de 12681 passos para produzir 35500 pacotes de frações de 450 g aproximadamente.

Figura 7 – Quantidade de Rotulações durante o processo de Produção



Fonte: Autores (2020)

4.2.2. Modelagem em rede Petri - cenário 2

Neste cenário, foram mantidas as estratégias de modelagem do cenário 1, porém focou-se em otimizar o processo de embalagem do produto “bacon extra porcionado”. Com isso foi realizada a modelagem em rede de Petri com a proposta de troca da rotulagem manual, para embalagem com bobinas tampa. Com as informações necessárias já estampadas, a figura 8 representa o fluxo proposto em rede de Petri.

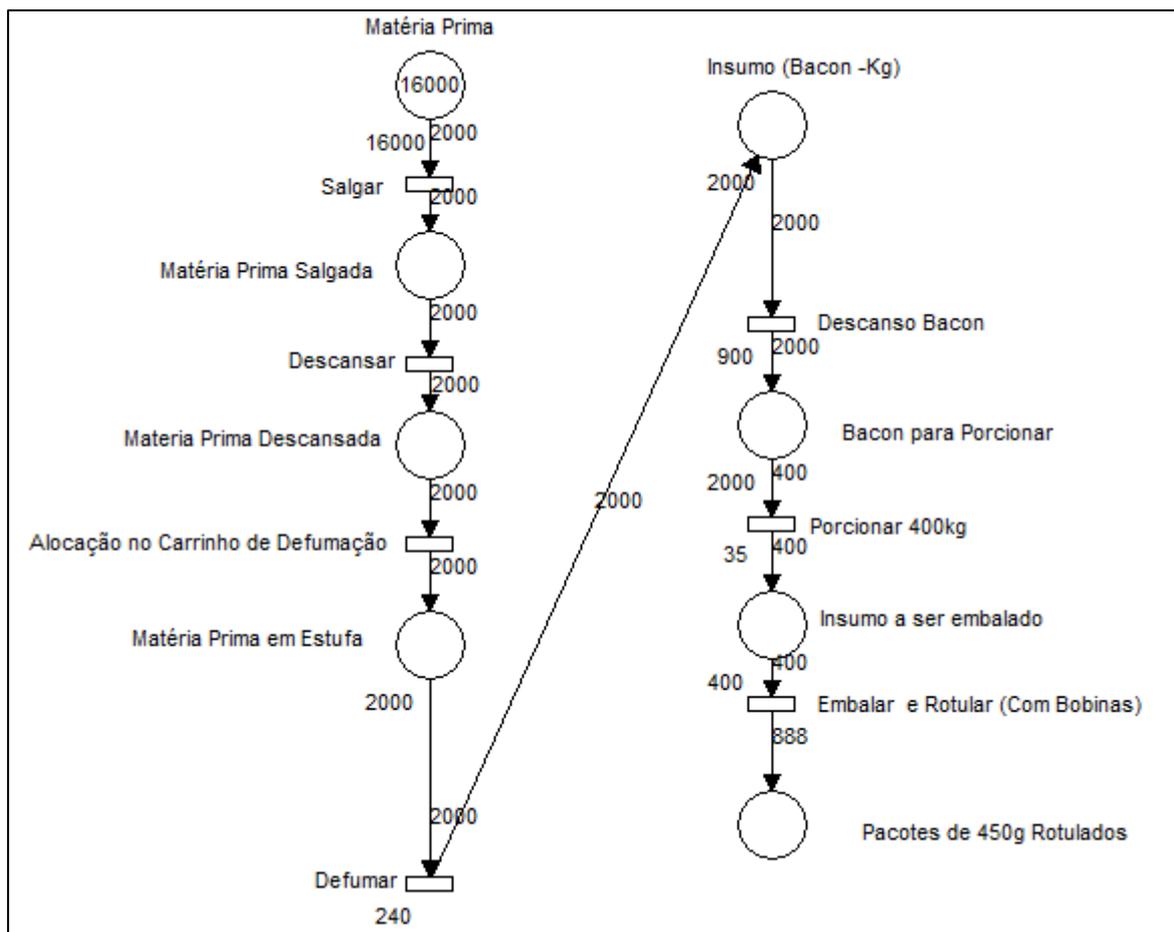
Esse fluxo proposto tem ganhos significativos na linha de produção, entre eles o ganho estético do produto, onde sua embalagem não irá variar, antes esse fato vinha acontecendo na rotulagem manual, todos os produtos serão expedidos com suas embalagens padronizadas, alterando só a validade e lote do produto conforme data de fabricação.

A ergonomia dos funcionários, outro ponto que era falho no fluxo anterior, também foi corrigido da melhor maneira. Os colaboradores serão responsáveis por colocar os produtos nas caixas e estoca-los, eliminando o processo de colagem de rótulos, facilitando assim os escoamentos dos produtos acabados e reduzindo o gargalo gerado nessa etapa do processo.

Houve um ganho de produtividade, com o fluxo proposto, com a redução de eventos em relação ao cenário 1, onde precisava de aproximadamente 12681 eventos para embalar cerca de 35520 porções de “bacon extra” de 450g. Já no cenário 2, são necessários 10998 eventos para embalar

a mesma quantidade de porções de ”bacon extra”, gerando um ganho de 16,8% de produtividade em um carregamento de 16 toneladas. Na figura 9 está representada graficamente esse ganho de produto e redução de eventos.

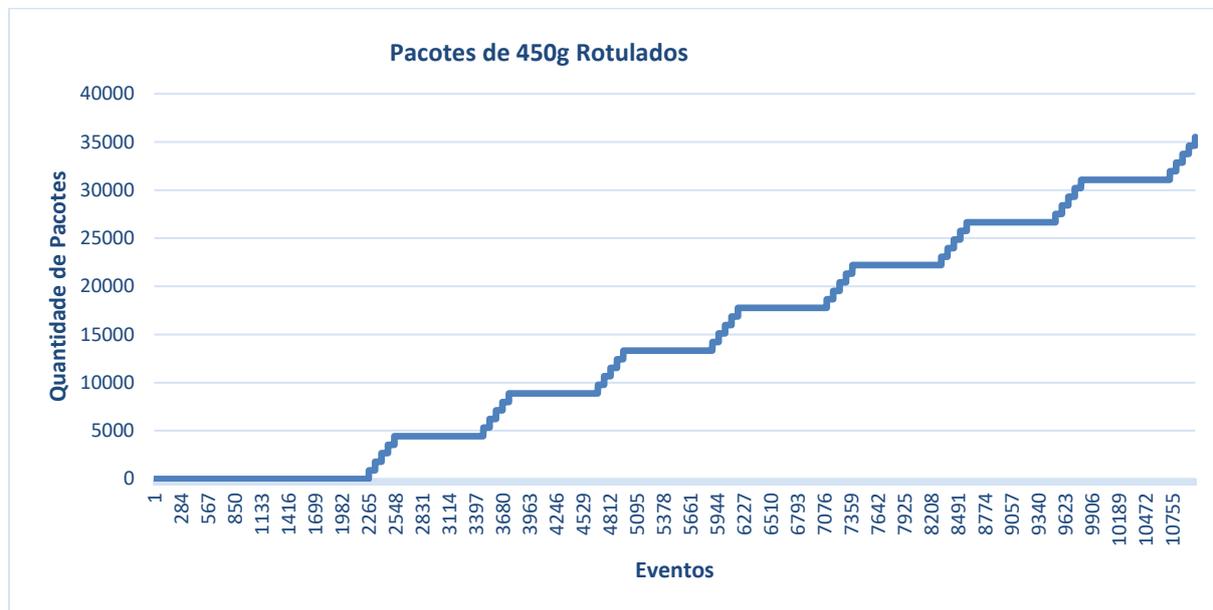
Figura 8 - Rede de Petri para o fluxo produtivo proposto.



Fonte: Autores (2020)

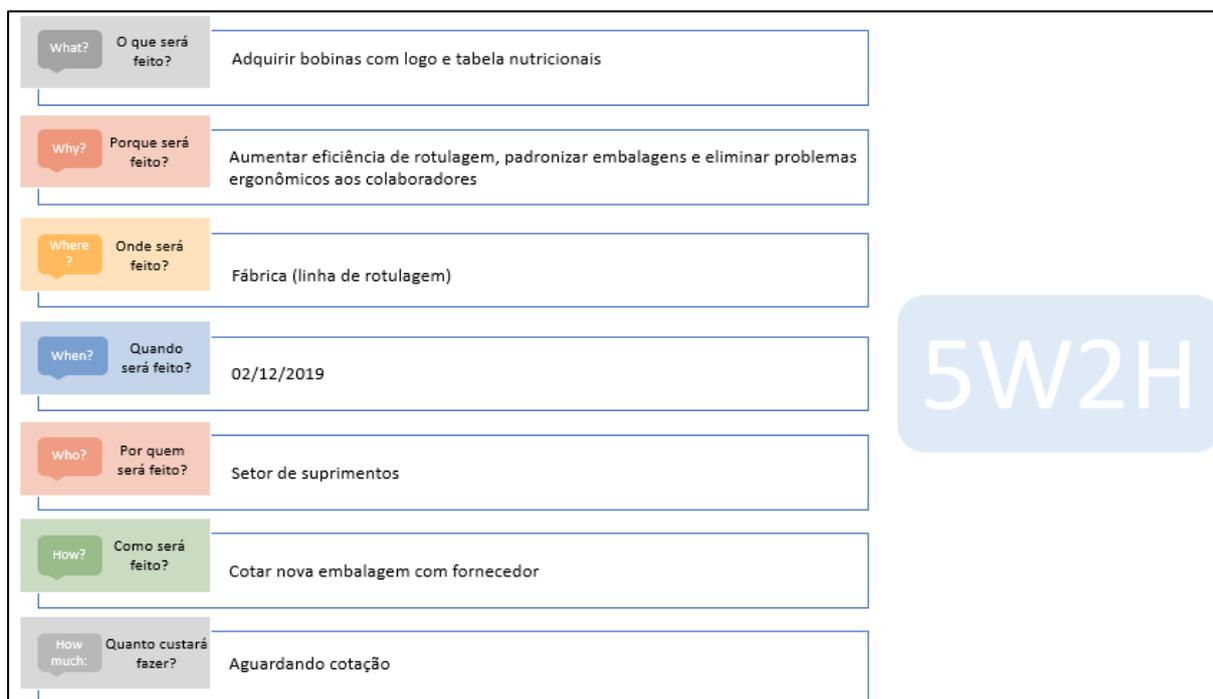
Um ganho de 16,8% pode representar milhares de reais em retorno produtivo para a empresa em estudo. Assim, para a atuação sobre as mudanças foram utilizadas as ferramentas 5W2H e PDCA. A ferramenta 5W2H para exemplificar, organizar e criar um mapa visual de cada etapa necessária para a implementação da nova embalagem, como visto na Figura 10 e o ciclo PDCA para o acompanhamento de cada etapa e sua efetividade dentro do processo produtivo, como visto na Figura 11.

Figura 9 - Identificação de eventos no processo.



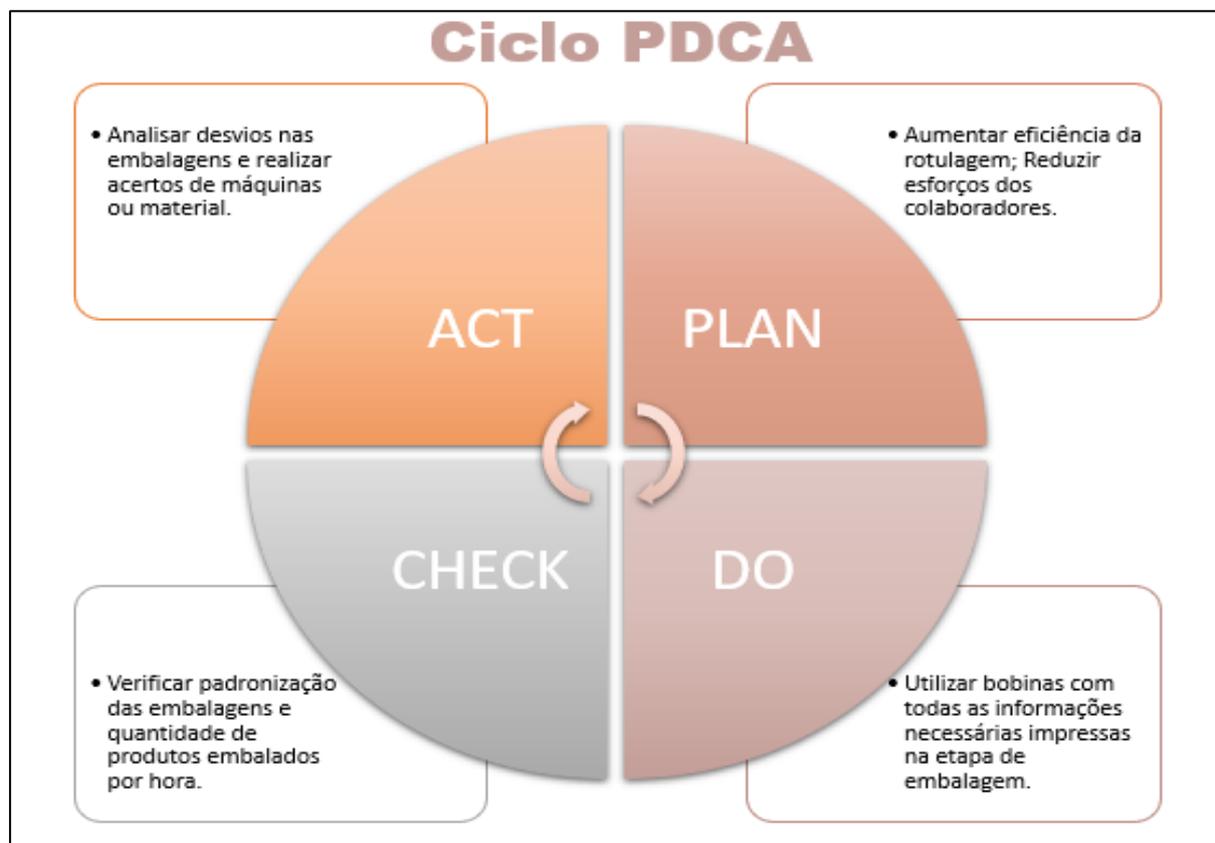
Fonte: Autores (2020)

Figura 10 - 5W2H para o processo de Otimização



Fonte: Autores (2020)

Figura 11 - Ciclo PDCA



Fonte: Autores (2020)

5. Considerações finais

A partir das análises executadas neste estudo, foi possível ver que os procedimentos padronizados podem trazer benefícios na empresa em questão.

Durante o estudo foram elaborados um organograma e um fluxograma do processo atual e outro de como será a partir das simulações via rede de Petri, estabelecendo mudanças e benefícios significativos, eliminando gargalos e mão de obra mal aproveitada.

O potencial de melhora na linha de produção da empresa é alto (aproximadamente 16,8% de otimização da eficiência produtiva em 16 toneladas de carne), aumentando assim sua qualidade e eficiência, além de agregar valor visual no produto final, via padronização do seu processo, além de ganhar no ponto ergonômico ao colaborador, antes identificado como falho e com risco a sua saúde.

Por fim, a perspectiva de trabalhos futuros via rede de Petri, que possuem a capacidade de otimizar o processo produtivo nos demais setores e eliminar gargalos dentro da empresa, tornou-se eficaz, conforme demonstrado ao longo do estudo, permitindo que tal ferramenta seja aplicada para outros produtos na empresa.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA). Página institucional. 2019. Disponível em: <https://abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=394>, Acesso em: 19 out. 2019.

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.

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

COELHO, Lucas Magno Resende, BARBOSA, Reubert Fernandes Rodrigues, SILVA, Ramon Cleiton Teodoro, CARVALHO, Luiz Melk de, SOUZA, Flávio Henrique Batista de. Air Modal Perishable Cargo Dispatch: Case Study of a Sustainable Proposal Assisted by Process Modelling and Simulation. **Proceedings of The 10th International Conference On Research In Engineering, Science And Technology**. Roma. 2020.

JOHANN, Silvio Luiz. Comportamento organizacional. Editora Saraiva, 2017.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Acatech. 2013.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Vozes, 2016.

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.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da qualidade**. Saraiva Educação SA. 2019.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à Administração**. 6^a ed. São Paulo: Atlas, 2006

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

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.

SILVA, Leilaine Chagas de Araujo Santos; LOOS, Mauricio Johnny. Proposal for the implementation of semiautomatic cells in the metalurgical industry by means of the PDCA methodology/Proposta de implementacao de celulas semiautonomas na industria metalurgica por meio da metodologia PDCA. **Revista Exacta**, v. 17, n. 4, p. 299-314, 2019.