



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC**  
**CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LUCAS ASFORA SILVA RAPHAEL**  
**NATÁLIA FIGUEIREDO ANDRADE PRAZERES**  
**NICOLLE SANTOS MOREIRA**  
**YAN OLIVEIRA DA SILVA**

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DO FLUXO DE VALOR NA LINHA DE  
ENVASE DE ÁGUA EM GARRAFAS DESCARTÁVEIS DE 500ML**

LUCAS ASFORA SILVA RAPHAEL  
NATÁLIA FIGUEIREDO ANDRADE PRAZERES  
NICOLLE SANTOS MOREIRA  
YAN OLIVEIRA DA SILVA

## **MAPEAMENTO E ANÁLISE DO FLUXO DE VALOR NA LINHA DE ENVASE DE ÁGUA EM GARRAFAS DESCARTÁVEIS DE 500ML**

Relatório final, apresentado ao Centro Universitário SENAI Cimatec, como parte das exigências para a obtenção da aprovação do Projeto Theoprax.

Salvador, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Msc. Rodolfo Bello Exler  
Orientador Theoprax

---

Msc. Vivian Manuela Conceição  
Coordenadora do curso de Engenharia de Produção

---

Prof. João Lucas da Hora de Jesus  
Docente / Gestor Theoprax

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos inicialmente a Deus, que foi nossa maior força nos momentos de angústia e desespero. Sem Ele, nada disso seria possível. Obrigado Senhor, por nos manter firmes para vivenciar esta etapa de nossas vidas e nos dar sabedoria para enfrentar as dificuldades.

Aos nossos pais, principais responsáveis pela realização deste sonho, agradecemos por toda a dedicação, apoio e por acreditarem em nosso potencial, nos dando a oportunidade de trilharmos esse caminho. Sem o seu amor e apoio nada disso seria possível!

Agradecemos aos familiares e amigos, por todo o apoio e incentivo durante esta caminhada.

Ao nosso Orientador de projeto, Rodolfo Bello Exler, por toda a paciência, dedicação e empenho para nos guiar durante a realização deste trabalho. Seu apoio foi fundamental para o desenvolvimento e o sucesso do projeto.

A nossa Coordenadora de curso, Vivian Manuela Conceição, por todo o apoio, esforço e dedicação prestados durante a nossa graduação, buscando sempre nos atender da melhor forma.

Ao nosso Docente Theoprax e Gestor Theoprax, João Lucas da Hora de Jesus que, com toda dedicação, nos conduziu durante o nosso período de desenvolvimento deste projeto no Centro Universitário Senai Cimatec.

A empresa e sua Gerente de Produção Laís Veloso da Cruz Pereira, por ter nos proporcionado uma experiência que contribuiu para expansão do nosso crescimento técnico, profissional e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante a vida acadêmica.

Aos nossos mestres por toda a dedicação e empenho em passar os seus conhecimentos, não apenas técnicos, mas a manifestação do caráter no processo de formação profissional. Garantimos que vocês fizeram um trabalho de excelência.

Aos colegas de curso pela convivência e pelo auxílio nos estudos. Somos gratos pelos laços de amizade construídos. Desejamos a vocês um caminho de muito sucesso, sabemos que serão excelentes profissionais.

## RESUMO

O mercado de água mineral no Brasil é bastante promissor devido ao seu grande potencial hídrico. Apesar de existirem métodos de filtração de água tratada, a sociedade ainda tem preferência à água mineral por não confiar na procedência da água que chegam em suas torneiras e filtros caseiros, uma vez que a estrutura de fornecimento dessa água é precária. Nesse sentido, tomou-se como objeto de estudo uma fábrica de envase de água mineral, onde foi mapeado o fluxo de valor atual da fábrica, possibilitando enxergar as oportunidades do processo. Feito o mapeamento, foi proposto um mapa de fluxo de valor do estado futuro, pontuando oportunidades de melhoria, principalmente no quesito *Setup* da máquina enchedora, e entregue um Procedimento Operacional Padrão para standardizar o processo de troca de acessórios do gargalo do *Setup*.

**Palavras Chave:** Procedimento Operacional Padrão; Água Mineral; Envase; Fluxo de Valor; *Setup*.

## ABSTRACT

The mineral water market in Brazil is very promising due to its great water potential. Although there are methods of filtration of treated water, society still prefers mineral water because it does not trust the source of the water that comes from its taps and home filters, since the water supply structure is precarious. In this sense, it was taken as a study object a bottling plant of mineral water, where the current value flow of the factory was mapped, allowing to see the opportunities of the process. After mapping, a future state value flow map was proposed, highlighting opportunities for improvement, especially in the Filling Machine Setup, and delivered a Standard Operating Procedure to standardize the Setup bottleneck replacement process.

**Keywords:** Standard Operating Procedure; Mineral Water; Filling; Value Stream; Setup.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Ícones Utilizados no VSM .....	14
<b>Figura 2</b> - Diagrama de Ishikawa.....	19
<b>Figura 3</b> - Gráfico de capacidade nominal dos equipamentos.....	22
<b>Figura 4</b> - Gráfico de produção real dos equipamentos.....	24
<b>Figura 5</b> - Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual .....	25
<b>Figura 6</b> - Páginas 1 e 2 do Procedimento Operacional Padrão.....	32
<b>Figura 7</b> - Página 3 e 4 do Procedimento Operacional Padrão .....	33
<b>Figura 8</b> - Gráfico de produção futura dos equipamentos .....	34
<b>Figura 9</b> - Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro .....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Categorias de Desperdícios.....	11
<b>Tabela 2</b> - Ferramentas <i>Lean</i> .....	12
<b>Tabela 3</b> - Levantamento de causas para o Diagrama de Ishikawa .....	18
<b>Tabela 4</b> - Matriz produto X processo .....	21
<b>Tabela 5</b> - Dados dos Equipamentos.....	22
<b>Tabela 6</b> - Dados das Esteiras (Transportadores) .....	23
<b>Tabela 7</b> - Tempo de <i>setup</i> e disponibilidade média das máquinas atual.....	23
<b>Tabela 8</b> - Produção atual de envase em um turno de trabalho .....	24
<b>Tabela 9</b> - Análise de perdas e proposições de melhoria .....	30
<b>Tabela 10</b> - Tempo de <i>setup</i> e disponibilidade média das máquinas futuro .....	33
<b>Tabela 11</b> - Produção futura de envase em um turno de trabalho .....	34

## LISTA DE APÊNDICES

<b>APÊNDICE 1</b> - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA LINHA DE ENVASE DE ÁGUA MINERAL EM GARRAFAS DESCARTÁVEIS DE 500ML .....	40
<b>APÊNDICE 2</b> - PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) PARA SETUP DA MÁQUINA ENCHEDORA .....	41
<b>APÊNDICE 3</b> - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO DA LINHA DE ENVASE DE ÁGUA MINERAL EM GARRAFAS DESCARTÁVEIS DE 500ML .....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1 LEAN MANUFACTURING .....	10
2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR .....	13
2.3 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO .....	14
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>17</b>
4.1 A EMPRESA E SUAS DEMANDAS MENSAS .....	17
4.2 PROBLEMÁTICA DA EMPRESA.....	18
<b>4.2.1 Análise da problemática com o Diagrama de Ishikawa.....</b>	<b>18</b>
4.3 SELEÇÃO DE UMA FAMÍLIA DE PRODUTOS PARA REALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL.....	20
4.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA LINHA DE ENVASE DE ÁGUA MINERAL SEM GÁS 500ML .....	21
4.5 ANÁLISE PARA DESENVOLVIMENTO DO MAPA DO ESTADO FUTURO	28
4.6 DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) PARA O SETUP DA MÁQUINA ENCHEDORA .....	31
4.7 DESENVOLVIMENTO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO .....	33
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A história da água engarrafada começou numa cidade chamada Evian na França, quando uma empresa decidiu tornar a água mineral um bem privado e engarrafá-la com o objetivo de comercialização. Afirmavam que a água mineral engarrafada possuía maior pureza, e possuía melhor desempenho para a saúde, argumentos que agregaram valor ao produto. Em números, o mercado global contabilizou no período de um ano US\$ 83 bilhões. As embalagens de até 2 litros representaram 45% do total envasado e 59% do faturamento total, ICBWA (2013).

Segundo informações da Associação Internacional de Águas Engarrafadas (2009), o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de produtores, movimentando cerca de R\$ 10 bilhões ao ano e com empresas de pequeno e médio porte atuando no país. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas - ABIR (2019), o mercado brasileiro de água mineral natural cresceu 61% de 2010 a 2018.

Diante do cenário exposto, o acesso ao fluxo de informações de forma eficiente e eficaz torna-se recurso indispensável para alcance dos objetivos organizacionais. Na otimização dessa tarefa, ferramentas de engenharia são propostas para estruturar informações, sendo o mapa de fluxo de valor uma relevante possibilidade.

O mapa de fluxo de valor tem como objetivos identificar quais etapas do processo agregam valor ao produto final, detectar oportunidades de melhorias e criar maior vantagem competitiva na empresa. A utilização dessa ferramenta facilita a identificação dos processos-chave da empresa - aqueles podem impactar no produto final e, conseqüentemente, demandam por maior atenção -, e auxilia na redução dos desperdícios encontrados no processo. Auxilia ainda na estruturação de um sistema de indicadores de desempenho para que a empresa acompanhe os resultados de cada processo do produto. (PETENATE 2017)

Outro fator que influencia diretamente na produtividade da empresa é o tempo de setup, período necessário para troca de produto na linha e que deve ser cautelosamente avaliado e mantido nas organizações. Comumente, para garantir o atendimento aos parâmetros dessa tarefa é proposto o Procedimento Operacional Padrão (POP), que consiste em uma descrição quanto a forma como a tarefa precisa ser realizada para evitar desperdícios de produtividade. O POP precisa ter uma linguagem clara e objetiva para facilitar o entendimento dos operadores no momento

de realização do setup, conter instruções dos fluxos das operações e sua continuidade de execução, sinalizar o responsável pela atividade, apresentar uma listagem de peças e materiais utilizados na realização da tarefa e a descrição dos procedimentos das atividades críticas. Torna-se, portanto, um instrumento de padronização fundamental para as organizações. (MIGUEL, 2012).

Frente ao contexto apresentado, apresenta-se a empresa de envase de água mineral, organização que vivencia um processo de reestruturação dos seus fluxos após a compra de maquinários e a chegada da nova gestora para o planejamento, programação e controle da produção. Diante da indicação da gestão, a organização demanda pela identificação de oportunidades de melhorias nos processos da linha de envase de água em garrafas descartáveis de 500ml para aumentar a sua produtividade. Nesse sentido, a elaboração do mapa de fluxo de valor para compreender as particularidades do processo, definição do tempo de setup, padronização de fluxos através de um POP e projeção de mapa futuro são fundamentais para o ganho de produtividade da empresa.

Assim, o presente estudo apresentou como objetivo realizar o mapa de fluxo de valor da linha de descartáveis de 500ml em estado atual para elaboração de proposta de melhorias para um estado futuro. Aliado a isso, também contempla a realização de um procedimento operacional padrão para a máquina enchedora, a qual é o gargalo do processo produtivo e do setup, a fim de auxiliar a empresa a alcançar uma eficiência ideal para suprir a sua demanda atual.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 LEAN MANUFACTURING**

A expressão "*Lean Manufacturing*", traduzida no português como Manufatura Enxuta ou como Produção Enxuta, é um método revolucionário oriental, possui em seu escopo uma dimensão fundamental: requer menos recursos, maximizando produtividade e a eficiência e, maximiza também a flexibilidade, sendo inovadora, ágil e capaz de enfrentar melhor as mudanças conjunturais e de mercado. Em quase todos os aspectos, contrapõe-se aos outros métodos de produção: a Produção Artesanal e a Produção em Massa (WOMACK et alli, 1992).

O conceito de *Lean Manufacturing* tem como marco o Sistema Toyota de Produção, criados pelos engenheiros japoneses Taiichi Ohno e Shingeo Shingo. O Sistema Toyota foi desenvolvido pela Toyota Motor Corporation e aplicado em muitas empresas japonesas que, em virtude da crise do petróleo de 1973, passaram a adotar esta filosofia (BHAMU; SANGWAN, 2014; MONDEN, 2015).

A produção enxuta consiste em um método racional de fabricação de produtos em que é proposta a eliminação de elementos desnecessários, com o propósito de reduzir custos. Trata-se de um modelo que busca produzir o que é necessário, no tempo necessário e apenas na quantidade necessária.” (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012).

No contexto de minimização dos custos, a etapa inicial do processo aponta para a imperativa necessidade de redução/eliminação dos desperdícios. Nesse sentido, com o objetivo de facilitar a identificação dos desperdícios em processo produtivo, sete categorias orientadores podem ser destacadas:

Tabela 1 - Categorias de Desperdícios

<b>Desperdício</b>	<b>Conceito</b>
Superprodução	Produzir mais do que cliente necessita no momento.
Espera	Tempo ocioso pelo fato de materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estarem prontos.
Transporte	Movimento do produto que não agrega valor.
Estoque	Mais materiais, peças ou produtos disponíveis do que o cliente necessita no momento.
Movimentação	Movimento de pessoas que não agregam valor.
Produtos Defeituosos	Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de algum insumo necessário.
Processo	Esforço que não agrega valor do ponto de vista do cliente.

Fonte: Adaptado de Shingo (1996)

Nesse cenário, o método *Lean Manufacturing* demanda pela utilização de ferramentas, técnicas e métodos que, de forma assertiva, tornam viável o atendimento à filosofia. Essas ferramentas ampliam a motivação e a produtividade do trabalhador, sendo as mesmas apresentadas no quadro a seguir (OGAYAR & GALANTE, 2013; MODEM,2015).

Tabela 2 - Ferramentas *Lean*

Just-in-time (JIT)	Tem o objetivo de fornecer itens necessários, na medida necessária, no local e momento, a fim de eliminar os estoques desnecessários.
Kaizen	Realizar mudanças de forma rotineira e incremental buscando a melhoria contínua.
Poka-yoke	É um dispositivo posto no equipamento ou na linha produtiva prevenindo produtos defeituosos, agindo como um dispositivo à prova de erros.
Layout celular	É o agrupamento de uma família de peças em um fluxo linear, usualmente em forma de U.
Sistema kanban	O kanban é uma forma para se atingir o just in time por meio de cartões com informações de coleta, transferência e de produção que são enviados de um processo para outro.
Fluxo contínuo/unitário	Consiste da introdução de cada unidade à linha, equilibrada pela finalização de outra unidade de produto acabado, de acordo com o encomendado pelas operações dentro de um takt time.

Fonte: Adaptado de xxxxx

Considerando que uma organização deseja implementar o *Lean Manufacturing*, a primeira etapa do processo consiste em entender e mapear todo o fluxo fabril, buscando identificar gargalos e valorizar etapa de maior valor, diagnosticando o estado atual e projetando o futuro.

## 2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Com a necessidade progressiva de evoluir e ampliar processos organizacionais, diversas técnicas foram desenvolvidas para otimizar a gestão. Nesse sentido, entre as ferramentas existentes, o Mapeamento do Fluxo de Valor, ou VSM (*Value Stream Mapping*), destaca-se pelo seu impacto nas organizações. A mesma busca visualizar de maneira macro os processos da empresa, sendo vital considerar que:

O mapeamento do fluxo de valor tem, inicialmente, a função de identificar o tempo de processo em cada célula produtiva, o espaço percorrido, as dificuldades de fabricação e os desperdícios de tempo e material. Cabe observar que a análise destes aspectos deve ser feita da forma mais fiel possível com a realidade, para que seja apresentada a verdadeira situação (ROTHER E SHOOK, 2003. p 23)

O VSM tem foco na padronização e otimização dos processos dentro do sistema de produção e direciona sua análise para o dimensionamento de tempos. Trata-se de uma técnica que identifica todas as atividades agregadoras de valor, bem como as não agregadoras, desde a chegada da matéria-prima até a transformação em produto acabado para entrega ao cliente (JASTI E SHARMA, 2014; PIRES, 2008).

O mapeamento do fluxo de valor tem como objetivo ratificar, apontar, e dimensionar nos processos de uma empresa quais são as ações que geram mais custos, e quais as que geram menos custos fazendo então o levantamento dos desperdícios e contribuindo para a melhoria da mesma. Corroborando com o tema:

Mapas de fluxo de valor estendido podem ser desenhados para os produtos correntes ou para os produtos futuros que estejam sendo planejados. A única diferença é que o mapa do “estado atual” para um item em produção mostra as condições como elas existem no presente, enquanto que o mapa do “estado atual” para um produto novo adota a abordagem “negócios como de costume”, para fazer o produto comparado aos de “estado futuro” e de “estado ideal” alternativos, com menos desperdícios e menor tempo de resposta. (JONES E WOMACK, 2004, p. 01)

A realização do mapeamento permite identificar oportunidades de melhoria para o processo através de três importantes perspectivas: mapeamento atual, mapeamento futuro e mapeamento ideal. Em todos os casos os mapeamentos precisam considerar informações originadas pela coleta de dados quanto ao tempo

do ciclo, tempo de troca, disponibilidade do equipamento, índice de rejeição, número de funcionários necessários para a operação de cada processo e estoque em processos (PIRES, 2008).

Para mapear os fluxos utilizam-se ícones e símbolos padronizados para mapear os estados, atual e futuro conforme Figura 1:

Figura 1 - Ícones Utilizados no VSM



Fonte: Adaptado de Rother & Shook (2003)

A forma ideal de se estruturar um mapeamento é seguir determinado componente ou conjunto, família de peças, desde a entrada da matéria-prima na fábrica até sua saída, na expedição. A análise deverá ser imparcial, buscando identificar de forma categórica todas as variáveis que poderão estar incrementando custo ao produto (OLIVEIRA, 2005).

## 2.3 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

É através da padronização dos processos que é possível obter com garantia a manutenção da qualidade e o processo de melhoria contínua, para Campos (2014) o uso da padronização produz melhorias em vários aspectos como custo, segurança, prazos, processos, qualidade, além do domínio do processo. Juran (1997) sinaliza que é indispensável a padronização para melhoria de processos e garantia do controle eficaz destes. As organizações precisam compreender que a padronização é proposta para complementá-la, trazer melhorias no que tange à qualidade, aos custos, ao cumprimento de cronogramas, à segurança, à saúde e aos recursos humanos.

Procedimento operacional padrão, também chamado de Procedimento Padrão de Operação consiste, segundo Colenghi (1997), em descrever de forma detalhada todas as etapas que são necessárias para realizar uma determinada atividade, ou seja, um roteiro padronizado para realizar uma determinada atividade.

O Procedimento Operacional Padrão é o documento que planeja o trabalho com a sequência das atividades descritas de forma detalhada e exemplificada, que devem ser executadas com o objetivo de atingir a meta padrão sendo que este deve conter: listagem dos equipamentos; peças e materiais utilizados na tarefa, os instrumentos de medição; padrões da qualidade; descrição dos procedimentos da tarefa por atividades críticas; condições de fabricação, de operação e pontos proibidos de cada tarefa, entre outros (LIMA, 2005).

### **3. METODOLOGIA**

Para realização desse estudo, adotou-se como referência para a análise e coleta de dados a proposta metodológica apresentada por Rother e Shook (2003) no manual "Aprendendo a Enxergar". Trata-se de uma publicação desenvolvida com a finalidade de orientar o mapeamento do fluxo de valor, através de uma sequência lógica de etapas. Assim, quatro fases foram consideradas:

1. Seleção de uma família de produtos: Para cumprimento desta etapa foram selecionadas as duas principais famílias de produtos da empresa, Descartáveis e Retornáveis;
2. Mapeamento do estado atual: Após a seleção da família de descartáveis, dando prioridade a linha de garrafas descartáveis de 500ml, conforme solicitado pelo cliente, durante 4 meses foram coletados dados para a compreensão e análise do processo atual e elaboração do mapa de valor do estado atual. Nessa etapa, foram realizadas entrevistas com os colaboradores que estão diretamente envolvidas no processo de fabricação e com os responsáveis pelo processo global, fluxo de informações e etapas necessárias para o *Setup*. Em paralelo, foram realizadas análises nos dados de produção e demanda através dos relatórios gerenciais e

entrevistas com os responsáveis de cada área envolvida, além da análise do layout da planta. Todo o processo produtivo foi acompanhado pela equipe in loco, onde possibilitou a realização de entrevistas com a operação afim de identificar possibilidades de melhorias, materiais utilizados, distância entre as guias das esteiras, disponibilidade da equipe de manutenção para auxiliar o *Setup* e capacidade da operação em seguir procedimentos;

3. Mapeamento do estado futuro: Para o estado futuro foram consideradas como premissas as oito dimensões descritas por Rother e Shook (2003) e que contemplam definições quanto: “Qual é o takt time?”; “O produto será fabricado para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição?”; “Onde se pode usar fluxo contínuo?”; “Onde será necessário usar o sistema puxado com supermercado?”; “Em qual ponto da cadeia a produção deve ser programada?”; “Como nivelar o mix de produção no processo puxador?”; “Qual incremento uniforme de trabalho será liberado para o processo puxador?”; “Quais melhorias de processo serão necessárias para atingir o estado futuro?”. Além disso, foram analisadas as 7 perdas do *Lean Manufacturing* a fim de elucidar quais ações deveriam ser tomadas posteriormente.
4. Plano de trabalho e implementação: Após o desenvolvimento do mapa do estado futuro, um plano de ação e implementação foi criado para que o objetivo seja atingido. A ação proposta foi o desenvolvimento de um Procedimento Operacional Padrão (POP), que é uma metodologia que tem como objetivo descrever detalhadamente as etapas dos procedimentos necessários para a execução de determinada tarefa. A padronização das atividades garante o alcance dos mesmos resultados, mantém a qualidade, facilita o treinamento, reduz custos e reduz os acidentes de trabalho.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1 A EMPRESA E SUAS DEMANDAS MENSAIS

A empresa analisada possui uma planta industrial atuando desde 1957 em envase de água mineral localizada em Dias D'Ávila (BA), fazendo parte de um grupo que atua em mais 4 frentes de produtos. Na região de Dias D'Ávila existem 3 fontes de água usadas pela empresa, nas quais a água já é bombeada mineral dos lençóis sem introduzir aditivos e a pressão da bomba utilizada assegura que esta água não contenha qualquer tipo de detritos e dejetos. Para garantir esse processo, a qualidade retira 3 amostras da água do tanque para análise microbiológica. Essa unidade fabril possui duas famílias de produtos: os retornáveis e os descartáveis.

O processo produtivo objeto de estudo deste artigo pertence ao Departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP), responsável pelo processo de envase de água mineral. Devido a um acordo de sigilo entre as partes, o nome da empresa não será divulgado neste artigo e quaisquer dados que possam vir a identificar a organização serão omitidos.

Atualmente, a empresa possui uma demanda mensal média de:

- Água Mineral sem Gás Copo 200ml: 720.000 unidades
- Água Mineral sem Gás Copo 300ml: 192.000 unidades
- Água Mineral sem Gás 330ml: 12.000 unidades
- Água Mineral com Gás 330ml: 30.000 unidades
- Água Mineral sem Gás 500ml: 6.000.000 unidades
- Água Mineral com Gás 500ml: 540.000 unidades
- Água Mineral sem Gás Sport 500ml: 8.400 unidades
- Água Mineral sem Gás 1,5L: 1.500.000 unidades
- Água Mineral sem Gás 5L: 9.000 unidades
- Água Mineral sem Gás 20L: 550.000 garrações

## 4.2 PROBLEMÁTICA DA EMPRESA

Devido à alta demanda de produtos dos clientes finais e aos pedidos que chegam diariamente à empresa, atualmente quase não é possível fazer estoque, impossibilitando também, um planejamento de produção robusto. A gerência da organização identificou também que a empresa não possui um mapeamento do fluxo de valor das linhas de envase de água mineral, além de não ter procedimentos operacionais robustos, potencializando a dificuldade de planejamento de produção, além de perdas desnecessárias no processo de *setup* (por não haver uma padronização, cada operador realiza conforme a sua experiência) além de outros problemas que serão descritos na seção 4.4 deste estudo, afetando a disponibilidade e a capacidade produtiva da linha em um turno de trabalho, ocasionando baixa eficiência.

O objeto de análise para este artigo durante o período de fevereiro de 2019 a agosto de 2019 foi o processo de envase de água mineral em garrafas descartáveis de 500ml, devido à solicitação da gerência da organização por ser a linha de produção que tem a maior demanda da empresa. Sendo assim, o processo foi mapeado desde os fornecedores até o cliente final, incluindo no mapeamento os fluxos de materiais e informações. O fluxo de valor desenvolvido neste estudo adota o nível de mapeamento de planta única (“porta-a-porta”), segundo a definição de Rother e Shook (2003).

### 4.2.1 Análise da problemática com o Diagrama de Ishikawa

De acordo com a problemática trazida pela empresa cliente, foi realizado um Brainstorm e uma análise com o Diagrama de Ishikawa para identificação de possíveis causas para a baixa eficiência das linhas de envase:

Tabela 3 - Levantamento de causas para o Diagrama de Ishikawa

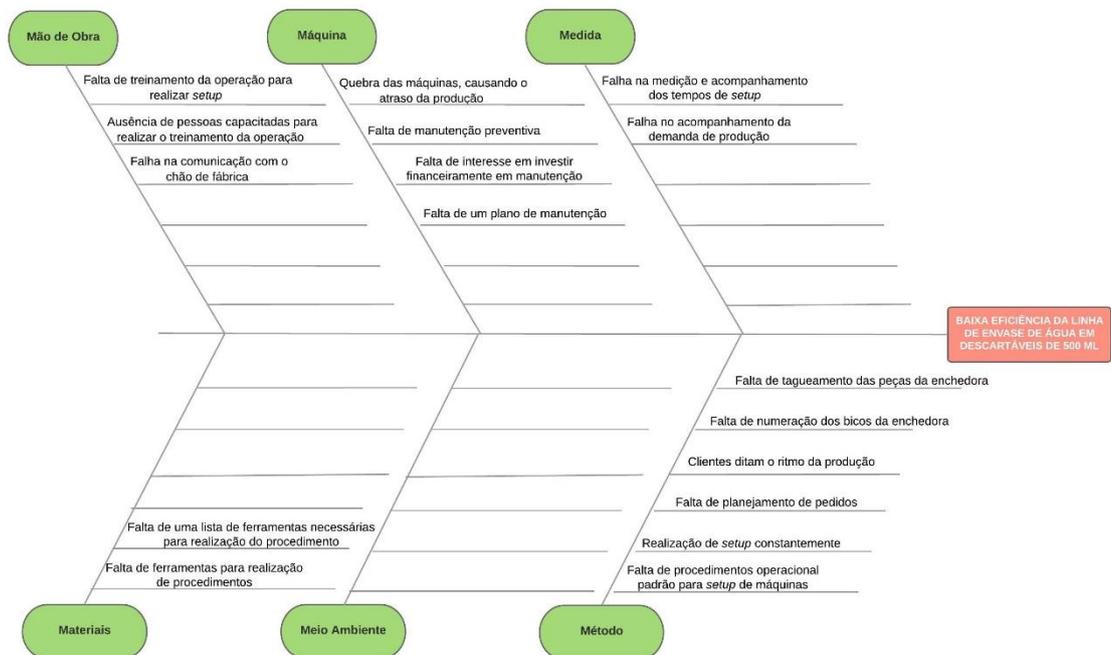
<b>Categoria</b>	<b>Possível causa</b>
Ambiente	✓ Não foram identificadas causas relacionadas com este item.
Máquina	✓ Quebra das máquinas, causando o atraso da produção;
	✓ Falta de manutenção preventiva;
	✓ Falta de interesse em investir financeiramente em manutenção;
	✓ Falta de um plano de manutenção.

Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de ferramentas para realização de procedimentos;</li> <li>✓ Falta de uma lista de ferramentas necessárias para realização do procedimento.</li> </ul>
Medida	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falha na medição e acompanhamento dos tempos de <i>setup</i>;</li> <li>✓ Falha no acompanhamento da demanda de produção.</li> </ul>
Método	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de procedimentos operacional padrão para <i>setup</i> de máquinas;</li> <li>✓ Realização de <i>setup</i> constantemente;</li> <li>✓ Falta de planejamento de pedidos;</li> <li>✓ Clientes ditam o ritmo da produção;</li> <li>✓ Falta de numeração dos bicos da enchedora;</li> <li>✓ Falta de tagueamento das peças da enchedora.</li> </ul>
Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de treinamento da operação para realizar <i>setup</i>;</li> <li>✓ Ausência de pessoas capacitadas para realizar o treinamento da operação;</li> <li>✓ Falha na comunicação com o chão de fábrica.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores

As possíveis causas levantadas na tabela 1 embasaram o desenho do Diagrama de Ishikawa para análise da equipe do projeto.

Figura 2 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelos autores

Após análise do diagrama e depoimentos dados pelos funcionários da empresa, constatou-se que a maior causa da baixa eficiência é a falta de padronização no *setup* das máquinas, além da falta de estudos sobre o fluxo de valor das linhas de envase. Portanto, o objeto de estudo será a realização de um mapeamento do fluxo de valor do estado atual e futuro da linha de envase, além do desenvolvimento de um procedimento operacional padrão para o *setup* de máquinas.

#### 4.3 SELEÇÃO DE UMA FAMÍLIA DE PRODUTOS PARA REALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL

Em função das dimensões da seção transversal das garrafas e dos processos de envase aplicados, as garrafas de água mineral produzidas pela empresa possuem uma ampla variedade de modelos, que atinge o total de 10 itens. Dentre esses itens estão: Água Mineral sem Gás Copo 200ml, Água Mineral sem Gás Copo 300ml, Água Mineral sem Gás 330ml, Água Mineral com Gás 330ml, Água Mineral sem Gás 500ml, Água Mineral com Gás 500ml, Água Mineral sem Gás Sport 500ml (modelo squeeze, com tampa diferenciada), Água Mineral sem Gás 1,5L, Água Mineral sem Gás 5L, e Água Mineral sem Gás 20L (garrafões retornáveis, que passam por processos de lavagem e inspeção antes de serem reutilizados na linha de produção).

No entanto, ao analisar a distribuição total dos itens, pode-se concluir que existem 2 famílias, descartáveis e retornáveis. A família de descartáveis contempla produtos que contém a embalagem não-retornável, como copos (200ml e 300ml) e garrafas pet (330ml, 500ml, 1,5L, 5L).

Tabela 4 - Matriz produto X processo

		PRODUTOS	
		Família 1 = Descartáveis (garrafas pet e copos)	Família 2 = Modelagem Retornável (garrafão 20L)
ETAPAS DE PRODUÇÃO	Descarregamento		X
	Inspeção visual e olfativa		X
	Lavagem		X
	Sopro	X	
	Carbonatação*	<i>*apenas descartáveis com gás</i>	
	Enchimento	X	X
	Rotulagem	X	X
	Datamento	X	X
	Empacotamento	X	
	Paletização	X	
	Carregamento/Expedição	X	X

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao realizar uma análise da importância das famílias do ponto de vista do faturamento, do volume e da variedade de itens produzidos, observa-se que a família 1 representa a maior parte do volume e faturamento da empresa. Dentro desta família de produtos, destaca-se o produto contido na família de descartáveis, a Água Mineral sem Gás 500ml que representa a maior parcela de saída (aproximadamente 62,75% da demanda mensal total da empresa), justificando assim, a escolha deste produto para ser objeto deste estudo.

#### 4.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA LINHA DE ENVASE DE ÁGUA MINERAL SEM GÁS 500ML

Com base no descrito no item 4, primeiramente foram coletados os dados referentes aos equipamentos da linha de envase de água mineral de 500ml, para o lote padrão de produção composto por 1 (um) pallet com 2.100 garrafas, conforme Tabela 5.

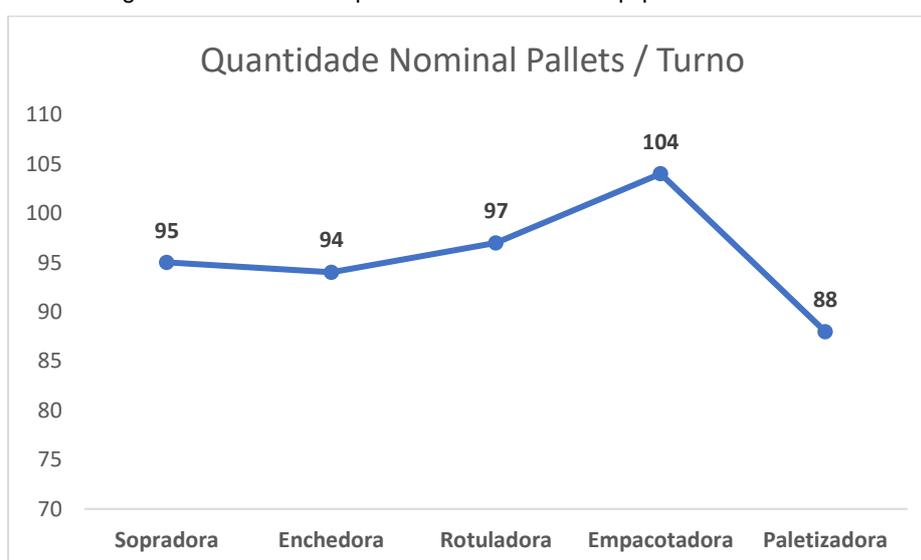
Tabela 5 - Dados dos Equipamentos

#	Equipamento	Tempo de Ciclo / Pallet (min)	Capacidade / Turno (Pallets)
1	Sopradora	4min e 37s	95
2	Enchedora	4min e 40s	94
3	Rotuladora	4min e 30s	97
4	Empacotadora	4min e 12s	104
5	Paletizadora	5min	88

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que a paletizadora apresenta a menor capacidade produtiva por hora. A empresa não a considera gargalo por serem 2 equipamentos distintos em uma única célula (paletizadora e filmadora), justificando o tamanho do *buffer* entre esta e a operação anterior (dimensão do *buffer* na Tabela 6), possibilitando que a linha possa rodar com uma velocidade maior, sendo limitada assim apenas pela máquina enchedora. Portanto, o gargalo oficial da linha de envase de 500ml é a enchedora, com capacidade de produção nominal por turno de 94 pallets, aproximadamente 197.400 garrafas, sendo assim a máquina com a menor capacidade produtiva da linha, ditando o ritmo da produção total.

Figura 3 - Gráfico de capacidade nominal dos equipamentos



Fonte: Elaborado pelos autores

A tabela 6 mostra os dados acerca das esteiras entre os equipamentos:

Tabela 6 - Dados das Esteiras (Transportadores)

#	Esteiras (Ref.Tabela 5)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)
1.1	1 – 2	1	58
2.1	2 – 3	0,4783	45
3.1	3 – 4	0,2	25
4.1	4 – 5	0,36	30

Fonte: Elaborado pelos autores

As esteiras possibilitam o acúmulo de garrafas entre os equipamentos, permitindo manter estoques em processo (WIP), que dão possibilidade à linha continuar sua produção por certo tempo na eventual ocorrência de alguma parada inesperada em algum equipamento, sempre priorizando as paradas da enchedora (equipamento 2), por se tratar de um gargalo de processo e a paletizadora como mencionado anteriormente.

A Tabela 7 mostra os dados dos tempos de *setup* de cada equipamento e disponibilidade destes direcionada apenas para tempo disponível para produção x tempo de *setup*, de acordo com o histórico da empresa:

Tabela 7 - Tempo de *setup* e disponibilidade média das máquinas atual

#	Equipamento	Tempo de Setup (min)	Tempo de espera (min)	Disp. Média
1	Sopradora	45	30	89,77%
2	Enchedora	75 (1h15min)	0	82,95%
3	Rotuladora	25	50	94,32%
4	Empacotadora	35	40	92,05%
5	Paletizadora	6	1h09min	98,64%

Fonte: Elaborado pelos autores

Considerando que o *setup* é feito simultaneamente, observa-se que todas as máquinas esperam a enchedora para voltar a produzir, portanto a disponibilidade real das máquinas devido ao tempo total de *setup* (1h15min) é de 82,95%, trazendo uma produção real mostrada na Tabela 8:

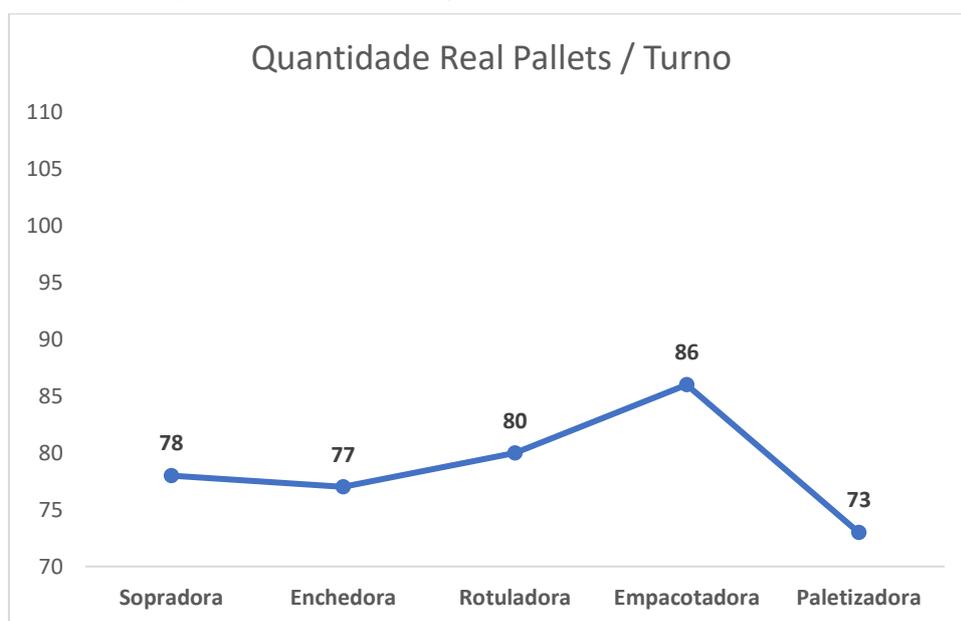
Tabela 8 - Produção atual de envase em um turno de trabalho

#	Equipamento	Capacidade Nominal	Disp. Média	Produção Real (pallets)
1	Sopradora	95	82,95%	78
2	Enchedora	94	82,95%	77
3	Rotuladora	97	82,95%	80
4	Empacotadora	104	82,95%	86
5	Paletizadora	88	82,95%	73

Fonte: Elaborado pelos autores

Como dito anteriormente no estudo, devido ao tamanho do buffer que precede a paletizadora, esta roda em uma velocidade suficiente para não parar a linha de produção, sendo limitada apenas pela enchedora. Portanto, a produção real da linha de envase de 500ml é de 77 pallets, aproximadamente 161.700 garrafas.

Figura 4 - Gráfico de produção real dos equipamentos



Fonte: Elaborado pelos autores

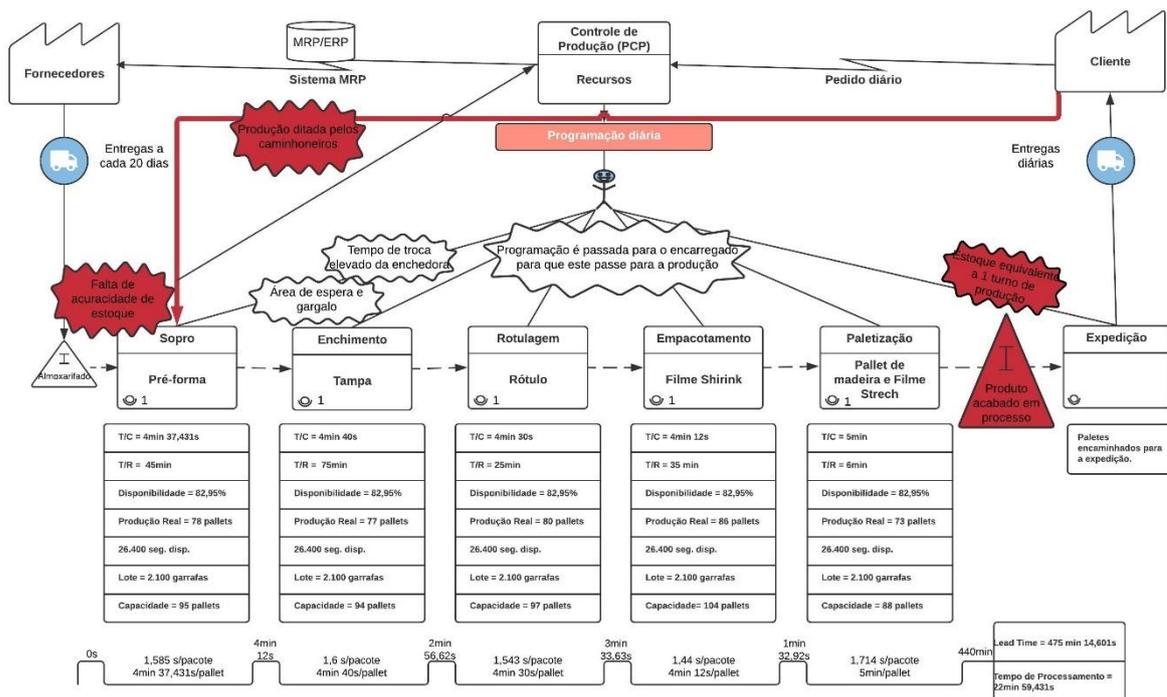
Consolidando as informações anteriores e ao desenvolver o mapa do estado atual (Figura 5), nota-se que o processo se inicia com a demanda do cliente final que é enviada diariamente para o Departamento de PCP (Planejamento e Controle da Produção) e, sempre que necessário, passam por atualizações diárias. De acordo com relatos da gerência, existem casos em que o Cliente dita a produção imediatamente para o setor produtivo, impossibilitando uma programação adequada.

Após o departamento de PCP liberar as ordens de produção, o encarregado repassa as mesmas para o chão de fábrica e acompanha a produção para que cada etapa do processo consiga atender à programação designada.

Figura 5 - Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual

MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ATUAL DA LINHA DE ENVASE DE 500ML SEM GÁS

2019 |



Fonte: Elaborado pelos autores

O fluxo de materiais começa no estoque de matéria-prima, que é composto por pré-formas, tampas, rótulos, filme Shirink, filme Stretch e cola. Cada matéria-prima é entregue por um fornecedor distinto, totalizando 6 diferentes fornecedores que fazem entregas em média a cada 20 dias, podendo variar de acordo com a demanda. Há casos em que falta acuracidade no estoque, ocasionando uma demora para encontrar as matérias primas necessárias para a produção.

O primeiro processo de produção é o sopros, que consiste em dar a forma final para as pré-formas através de uma máquina denominada como sopradora, que é composta por 20 bicos. Após passar por esse processo, as garrafas seguem por transporte aéreo até chegar ao processo seguinte.

O segundo processo é o enchimento, que é o gargalo oficial da linha de envase. Esta é uma operação de introdução de água proveniente da captação e/ou dos reservatórios nas embalagens que vieram da operação anterior, até o seu fechamento. Essa etapa de produção é realizada através de uma máquina denominada enchedora. O envasamento e o fechamento das embalagens devem ser efetuados por máquinas automáticas, que devem estar dispostas de modo que haja um processamento contínuo, sendo proibido o processo manual. Além disso, a sala de enchimento deve ser mantida em perfeitas condições de limpeza e higiene, não sendo permitido usá-la como depósito de materiais, tomando todos os cuidados devem ser tomados para que a água mineral não seja contaminada.

O terceiro processo é a rotulagem, que identifica cada embalagem com um rótulo que traz os seguintes elementos de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais (ABINAM), a Portaria nº 470/99 – DNPM regulamenta e institui as características básicas dos rótulos das embalagens de águas minerais e potáveis de mesa, especificando que estes devem conter: o nome da empresa; nome da fonte; local da fonte, Município e Estado; classificação da água; composição química, expressa em miligramas por litro, contendo, no mínimo, os oito elementos predominantes, sob a forma iônica; características físico-químicas na surgência; nome do laboratório, número e data da análise da água; volume expresso em litros ou mililitros; número e data da concessão de lavra, e número do processo seguido do nome "DNPM"; nome da empresa concessionária e/ou arrendatária, se for o caso, com o número de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, do Ministério da Fazenda; duração, em meses, do produto, destacando-se a data de envasamento por meio de impressão indelével na embalagem, no rótulo, ou na tampa; se à água for adicionado gás carbônico, as expressões "gaseificada artificialmente"; as expressões "Indústria Brasileira"; e código de barras, permitindo a rastreabilidade do produto da fábrica até o consumidor. Esse processo é realizado através de uma máquina denominada rotuladora. Logo em seguida é realizada a impressão da data de validade e lote do produto através da máquina datadora que é acionada por um sensor quando a garrafa passa por ela.

O quarto processo é o empacotamento, que consiste em formar os pacotes de cada produto. No caso da água mineral sem gás 500ml, o pacote é formado por 12

garrafas, que são organizadas e empacotadas através da máquina denominada como empacotadora, utilizando o filme Shirink.

O quinto processo é a paletização, composta por uma célula em que existem 2 robôs. Na primeira etapa, o robô aloca os pacotes em um pallet que comporta 175 pacotes (2.100 garrafas). Este processo é realizado com o auxílio da máquina Paletizadora. Logo após, o segundo robô realiza a aplicação do filme Stretch, que consiste em envolver todo o pallet com 9 camadas de papel filme. Esta segunda etapa da célula somente é realizada para demandas onde a carga sai paletizada para o cliente final. Caso a demanda seja de carga batida, esta etapa pode ser omitida.

Depois dos processos descritos anteriormente, o produto (pallets com 2100 garrafas/175 pacotes) é retirado com o auxílio da empilhadeira e encaminhado para o Drive-in ou colocado em plataformas para embarque. Por fim, o produto é enviado da expedição para o cliente final em entregas diárias. Existem casos em que o produto é acondicionado ao lado da linha de produção, sem ser levado para a última etapa de expedição, gerando um estoque em processo de aproximadamente 1 (um) dia inteiro de produção. Estes casos ocorrem quando

No ambiente da fábrica também há o estoque de matéria-prima em processo, que fica disposto próximo a linha de envase de 500ml. Os itens dispostos são referentes a 1 (um) dia inteiro de produção, sendo eles: Tinta para a datadora, Cola Henkel Technomelt E, Filme Stretch, Filme Shirink, Pré-forma 13,7g Short, Rotulo 500 ML Sem Gás, Tampa Com Rosca, Chapatex - Folha Separada E Código De Barra - 500ML.

Devido às seis etapas acima descritas serem processos de produção contínua, fez-se necessário determinar uma unidade padrão para o mapa de fluxo de valor. A unidade padrão de produção utilizada foi 1 (um) pallet que é composto por 175 pacotes (2.100 garrafas).

Através da análise desenvolvida neste estudo, verificou-se que a linha de envase de água mineral sem gás de 500ml tem a capacidade nominal de produzir 94 pallets por turno. De acordo com a disponibilidade das máquinas, atualmente a linha possui capacidade de produzir em média 77 pallets por turno.

No ambiente de produção existem 4 linhas de produção. A primeira linha produz apenas a família 1 de produtos, que se trata do garrafão retornável de 20L, já a segunda linha de produção produz copo de água mineral sem gás de 200ml e copo

de água mineral sem gás 300ml. A terceira linha produz apenas garrações de água mineral sem gás 5L e a quarta e última linha de produção é responsável pelos produtos: água mineral 500ml com gás, água mineral 500ml sem gás, água mineral sem gás 1,5L, água mineral sem gás 2L, água mineral sem gás 330ml e água mineral com gás 330 ml.

O sistema de produção atual é caracterizado por produzir de forma empurrada e sob encomenda, ou seja, o departamento de PCP envia as ordens de produção para os postos de trabalho que produzem e “empurram” a produção para os processos seguintes, visando obedecer às datas programadas.

Durante a realização do estudo, foi identificada uma série de problemas neste processo de fabricação, tendo destaque para a dificuldade de preparação da máquina enchedora. O *setup* de troca da linha de produção é feito de forma simultânea, onde cada operador realiza a preparação da máquina pela qual é responsável e entre todas as máquinas o *setup* mais longo é o da enchedora, fazendo com que todas as outras máquinas esperem por muito tempo a finalização deste *setup*, ocasionando uma perda de disponibilidade. Este problema alerta para uma necessidade de construção de um mapeamento do estado futuro para melhorar o fluxo de valor e minimizar as perdas no processo.

#### 4.5 ANÁLISE PARA DESENVOLVIMENTO DO MAPA DO ESTADO FUTURO

Para o desenvolvimento do mapa do estado futuro, foram analisadas as oito etapas propostas por Rother e Shook (2003) e previstas na metodologia traçada para esse estudo. Assim, as análises realizadas indicaram que:

**1. Takt time:** O takt time foi calculado tomando como base a demanda projetada de 71 pallets/turno. Considerando o tempo disponível e a demanda por turno, obteve-se o takt time de 6 minutos e 11,83 segundos / pallet. Observa-se que há uma diferença significativa entre o tempo de ciclo mais alto da linha para o tempo takt, indicando a existência de problemas de produção que causam paradas não planejadas. Porém, com melhorias simples nos métodos de preparação de máquina, o tempo de *setup* (TR) pode ser reduzido, melhorando a disponibilidade da máquina e aumentando o

tempo disponível para a produção, possibilitando produzir mais em apenas 1 turno de trabalho.

**2. Definição quanto a fabricação do produto para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição:** Atualmente, a empresa não trabalha com supermercado de produtos acabados devido a alta demanda de produtos variados. No estado atual, a empresa trabalha com estoque médio de segurança de 16.000 pacotes com 12 garrafas, aproximadamente 91 pallets. Há um projeto futuro para ampliação da linha de envase de descartáveis, possibilitando a produção para supermercado de produtos acabados.

**3. Identificação da possibilidade de usar o fluxo contínuo:** Analisando o mapa de fluxo de valor atual, verifica-se que a produção é contínua, logo o fluxo será mantido desta forma.

**4. Verificação da necessidade de usar o sistema puxado com supermercado:** Na linha de produção atual, não será necessário usar o sistema puxado com supermercado pois a linha de envase é contínua, onde o produto movimenta-se através de um transportador.

**5. Identificação do ponto da cadeia onde a produção deve ser programada:** A produção continuará obedecendo as datas previstas de entrega de pallets com 175 pacotes. A enchedora será o processo puxador (por ser o processo de maior tempo de ciclo) e ditará o ritmo da sopradora, que é o processo precedente.

**6. Avaliação das possibilidades de nivelamento do mix de produção no processo puxador:** Como se trata de um processo contínuo, a questão do nivelamento de mix foi tratada de um modo diferente. De acordo com dados da empresa, uma linha de envase apenas produz 1 (um) tipo de produto por vez. Sendo assim, o presente estudo é voltado apenas para a produção da Água Mineral Sem Gás 500ml, não havendo mix de produção durante a produção.

**7. Identificação do incremento uniforme de trabalho que será liberado para o processo puxador:** Como no final deste processo contínuo a unidade uniforme é o

pallet padronizado com 175 pacotes (2.100 garrafas), a unidade padrão a ser utilizada no processo puxador é 1 (um) pallet, que corresponde a 2.100 garrafas.

**8. Análise de quais melhorias de processo serão necessárias para atingir o estado futuro:** Para atingir o estado futuro, foi feito um estudo para a redução das sete perdas dos processos produtivos, classificadas por Ohno (1997) e Shingo (1996). A Tabela 9 apresenta as sugestões de melhoria para as perdas identificadas.

Tabela 9 - Análise de perdas e proposições de melhoria

<b>7 perdas do <i>Lean Manufacturing</i></b>	<b>Melhorias identificadas</b>
Perda por superprodução	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definição de um fluxograma para realização de pedidos;</li> <li>✓ Planejamento robusto de produção.</li> </ul>
Perda por tempo de espera	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Padronizar o <i>setup</i> da máquina enchedora, para reduzir o tempo de espera das outras máquinas.</li> </ul>
Perda por transporte	Não ocorre
Perda por excesso de processamento	Não ocorre
Perda por inventário	Não ocorre
Perda por movimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Padronizar o <i>setup</i> de máquinas, com um roteiro bem definido em um procedimento.</li> </ul>
Perda por defeitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Padronização nos <i>setups</i> para evitar falhas nas máquinas;</li> <li>✓ Realização das manutenções preventivas.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com a análise das questões acima, com a problemática e prioridade do cliente citadas anteriormente nesse estudo, retifica-se a necessidade do desenvolvimento de um procedimento operacional padrão para a realização dos *setups* na máquina gargalo, a enchedora.

#### 4.6 DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) PARA O SETUP DA MÁQUINA ENCHEDORA

Após a realização e análise do mapa de fluxo de valor atual na linha de envase de garrafas de 500ml, indicou-se a necessidade de estabelecer a padronização das atividades para a realização do *Setup* da máquina Enchedora, uma vez que ela é o gargalo na realização do *setup*. Com essa padronização, haverá uma minimização frente à desvios na execução das atividades, bem como a garantia que todo o processo de *Setup* da máquina seja seguido conforme o procedimento indica. Aliado a padronização do *Setup*, apontou-se a necessidade da participação da equipe de manutenção de forma a dar suporte a operação na realização da troca de acessórios, a fim de ser mais efetivo e reduzir o tempo de *Setup*, tornando a linha mais produtiva, e, por consequência, aumentando o OEE%.

O procedimento operacional (POP) da enchedora visa padronizar e organizar os materiais e passos para a realização do *setup*, bem como o tempo em que se deve ocorrer e os resultados esperados com a padronização.

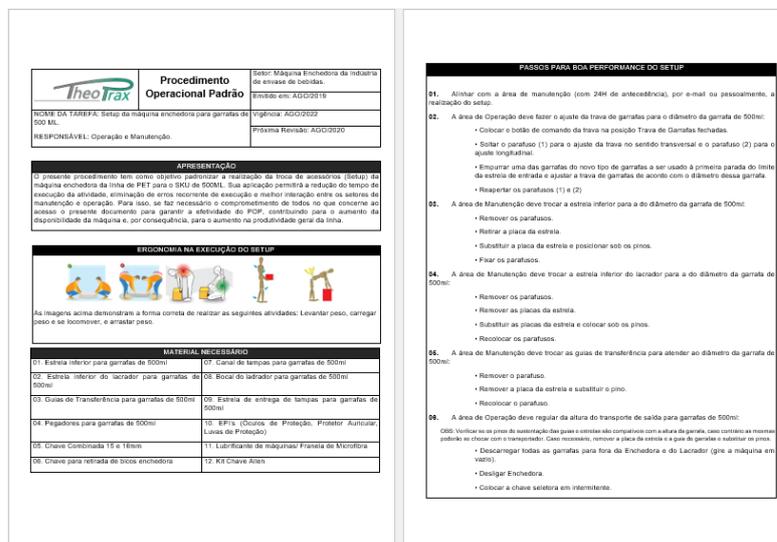
Duarte (2005) descreve as principais informações que devem ser contempladas para elaboração do POP, que são o título, objetivo, documentos de referência, local de aplicação, responsabilidades, termos e definições, descrição das tarefas, periodicidade das revisões e forma de arquivamento. Dessa forma, os itens contemplados no procedimento elaborado são:

1. Objetivo do Procedimento;
2. Aplicação;
3. Material Necessário;
4. Responsabilidades de atividade;
5. Descrição de atividades;
6. Formas de manuseio do material;
7. Resultados Esperados;
8. Data para Revisão;
9. Responsáveis;

Para realização do POP, foi necessário acompanhar as atividades dos colaboradores na realização do *Setup* da enchedora, com o intuito de realizar a coleta de dados e possibilitar o contato com a operação para que os colaboradores pudessem descrever como são executadas as suas atividades. Após a coleta de dados entrevista com os colaboradores e realização do VSM da linha no estado atual, foram identificadas algumas oportunidades de melhorias na realização do *Setup*, para assim, reduzir o tempo de troca de acessórios da enchedora, que é o gargalo do *Setup*.

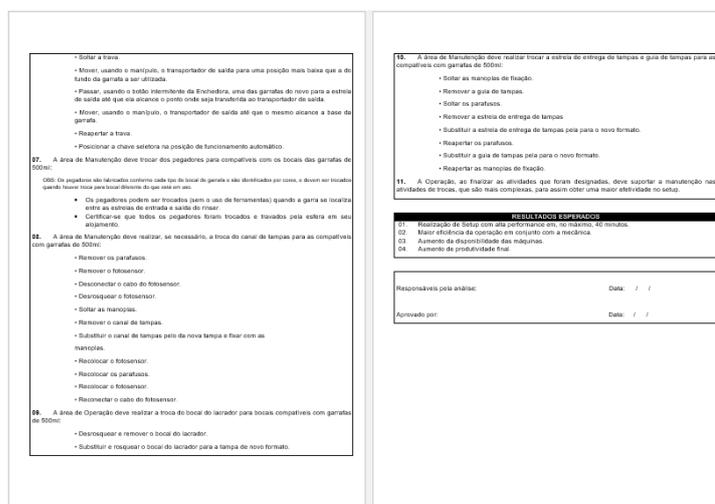
Para isso, foi produzido um procedimento operacional padrão (POP) onde ficou definido a necessidade do apoio da manutenção na realização do *Setup* da enchedora, para assim contribuir com a redução do tempo e a efetividade do processo. No POP foi indicado, também, os materiais necessários para a realização da atividade, assim como os passos que devem ser seguidos e por quem devem ser seguidos, a operação ou a manutenção. Com essa delegação de atividades, garantimos que cada um saberá o que fazer e onde fazer, reduzindo a possibilidade de dúvidas e aumentando a efetividade. Apontou-se também a necessidade de limpeza e organização de todos os acessórios de *Setup*, bem como o local onde se é alocado, pois assim não se perderá tempo procurando onde os acessórios estão. Por fim, foi indicado os resultados esperados com a aplicação do POP, pois assim a equipe irá entender e se preocupar com o tempo de realização da atividade, além de ter conhecimento da importância da atividade que ele ali desenvolve.

Figura 6 - Páginas 1 e 2 do Procedimento Operacional Padrão



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7 - Página 3 e 4 do Procedimento Operacional Padrão



Fonte: Elaborado pelos autores

## 4.7 DESENVOLVIMENTO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO

Ao desenvolver o Procedimento Operacional Padrão (POP) e estipular um tempo máximo para *setup* da máquina enchedora, o tempo de troca deste equipamento será reduzido para no máximo 40 minutos.

Tabela 10 - Tempo de *setup* e disponibilidade média das máquinas futuro

#	Equipamento	Tempo de Setup (min)	Tempo de espera (min)	Disp. Média
1	Sopradora	45	0	89,77%
2	Enchedora	40	5	90,91%
3	Rotuladora	25	20	94,32%
4	Empacotadora	35	10	92,05%
5	Paletizadora	6	39	98,64%

Fonte: Elaborado pelos autores

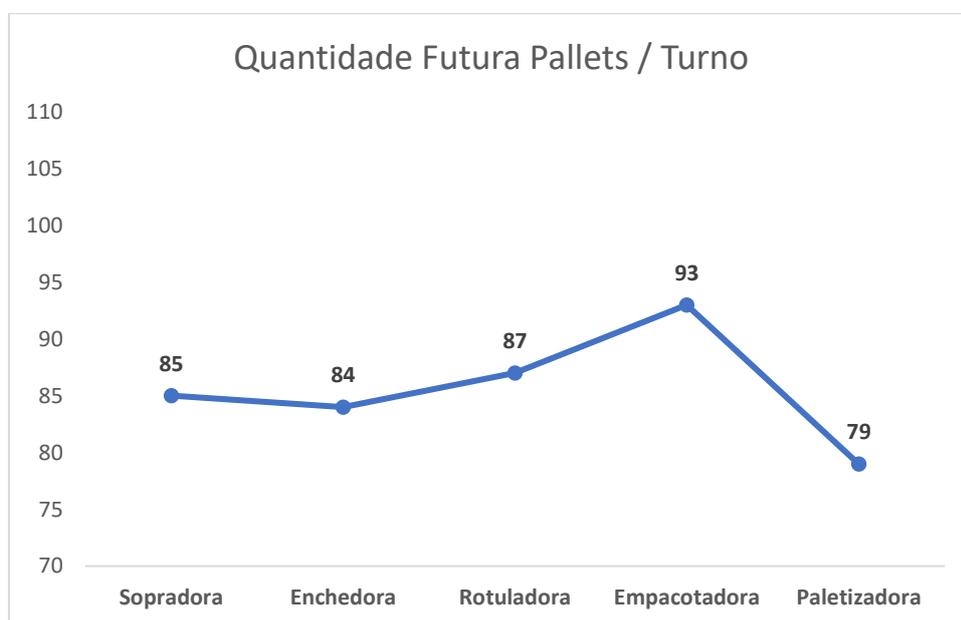
Com esta mudança, o tempo total de *setup* será 45min, devido ao tempo total da sopradora, que se tornará o *setup* mais lento da linha de envase. Portanto a disponibilidade real das máquinas devido ao novo tempo total de *setup* será 89,77%, trazendo uma produção real mostrada na Tabela 11:

Tabela 11 - Produção futura de envase em um turno de trabalho

#	Equipamento	Capacidade Nominal	Disp. Média	Produção Real (pallets)
1	Sopradora	95	89,77%	85
2	Enchedora	94	89,77%	84
3	Rotuladora	97	89,77%	87
4	Empacotadora	104	89,77%	93
5	Paletizadora	88	89,77%	79

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 8 - Gráfico de produção futura dos equipamentos



Fonte: Elaborado pelos autores

Além da otimização do tempo total de *setup* da linha de envase, foram encontradas outras oportunidades de melhoria com base no mapa de estado atual. Com relação ao fluxo de informações, o cliente não poderá mais ditar a produção de forma imediata, este deverá passar a demanda para o PCP, que irá programar a produção. Além disso, o departamento de PCP deverá repassar as ordens de produção diretamente para os postos de trabalho, sem depender de um encarregado para realizar esta tarefa.

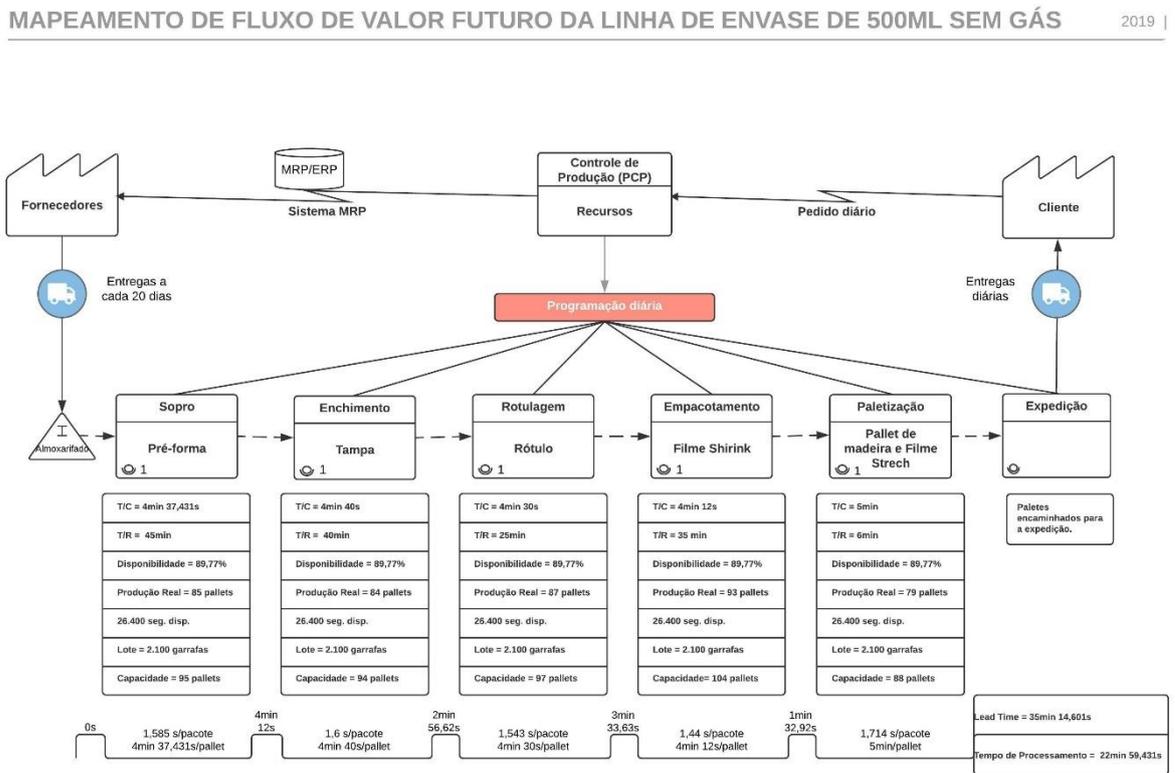
O departamento de almoxarifado deverá remanejar o estoque de forma a atender a programação fornecida pelo departamento de PCP, organizando o estoque de forma que toda a matéria prima necessária para a próxima ordem de produção

esteja de fácil e rápido acesso, reduzindo ao máximo o tempo de espera por matéria prima.

Outro ponto de melhoria observado é eliminar o estoque de produtos acabados em processo. Para isso, deverá ter um operador de empilhadeira sempre disponível para retirar o pallet da filmadora e encaminhar para o Drive-in ou para a expedição.

Com estas mudanças, a capacidade produtiva da linha de envase de água mineral sem gás de 500ml será otimizada, passando a produzir 84 pallets/turno, refletindo em um novo mapa de fluxo de valor do estado futuro com uma proposta que segue a metodologia *Lean*, como mostra a Figura 9:

Figura 9 - Mapa do Fluxo de Valor do Estado Futuro



Fonte: Elaborado pelos autores

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a importância da linha de envase de água mineral sem gás de 500ml para a empresa cliente – é o produto com a maior demanda atualmente – notou-se a necessidade de padronizar e propor melhorias para a otimização dos processos

e capacidade produtiva, a fim de proporcionar métricas para o planejamento assertivo de demandas de produção.

O mapeamento do fluxo de valor do estado atual, as entrevistas realizadas com a gerência e colaboradores da empresa e a análise do Diagrama de Ishikawa possibilitaram a identificação de oportunidades de melhoria existentes no processo, além da oficialização do estudo da capacidade produtiva da linha de envase de água mineral sem gás 500ml.

A utilização do procedimento operacional padrão (POP) para a realização do *setup* da máquina enchedora possibilitará a redução de 40% no tempo de *setup* total da linha, melhorando a disponibilidade das máquinas e conseqüentemente, a capacidade produtiva da máquina enchedora (que atualmente é considerada gargalo de processo), que passará a ser de 84 pallets/turno. Além disso, o procedimento garantirá que as etapas estejam disponíveis de forma acessível, padronizada, objetiva e de fácil compreensão para os operadores realizarem a troca no *setup*, permitindo também a disseminação do conhecimento sobre a atividade de forma ágil para novos colaboradores que venham a exercer esta função.

Diante das soluções apresentadas neste artigo, espera-se que através da aplicação destas, a empresa cliente obtenha resultados satisfatórios em sua produção diária, vindo a produzir mais itens diante de uma minimização de perdas em seu tempo de *setup* e redução do lead time do processo.

Propõe-se também que, quando possível, a empresa desenvolva uma padronização do *setup* de todas as suas máquinas envolvidas no processo, para que a atividade possa ser otimizada ao máximo, tornando-se um processo que segue a metodologia *Lean*, possibilitando a realização de treinamentos, padronização e disseminação de conhecimento na empresa. Além disso, sugere-se que sejam produzidas etiquetas ou *tags* para identificar e numerar os bicos e peças removíveis da enchedora, que hoje encontram-se sem identificação alguma ocasionando uma perda de tempo no *setup* ao tentar identificar qual é a peça que deve ser utilizada.

Outra sugestão para a empresa é a implementação do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), para que a fábrica comece a realizar manutenções preventivas e preditivas, otimizando o tempo perdido com falhas provenientes da falta de manutenção nos equipamentos.

## REFERÊNCIAS

ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J. **Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study.** International Journal of Production Economics, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007.

BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. **Gestão de qualidade, produção e operações.** 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. **Lean manufacturing: literature review and research issues.** International Journal of Operations & Production Management, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.

BRASIL. Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais. Portaria nº 470, de 24 de novembro de 1999. Regulamenta e institui as características básicas dos rótulos das embalagens de águas minerais e potáveis de mesa. Disponível em: <[http://www.abinam.com.br/lermais\\_materias.php?cd\\_materias=40](http://www.abinam.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=40)>. Acesso em: 7 ago. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Gabinete do Ministro. Portaria nº 470, de 24 de novembro de 1999. Regulamenta e institui as características básicas dos rótulos das embalagens de águas minerais e potáveis de mesa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 nov. 1999.

CAMPOS, V. F. **Qualidade total: padronização de empresas.** 2ª edição. Nova Lima: FALCONI Editora, 2014.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert e AQUILANO, Nicholas J. **Administração da Produção para a vantagem competitiva.** 10. Ed. Porto Alegre, Bookman, 2006.

COLENGHI, V. M. O&M e **Qualidade Total: uma integração perfeita.** Rio de Janeiro: Qualitymark. 1997.

FRASÃO, L. **O mercado de 7 bi de litros**. O Estadão de São Paulo. 21 mar. 2009. Disponível em: <<https://emails.estadao.com.br/noticias/geral,o-mercado-de-7-bi-de-litros,342751>>. Acesso em: 15. Ago 2019

ICBWA - International Council of Bottled Water Associations: Global Bottled Water Statistics, with reference to Zenith International and Beverage Marketing Corporation. Disponível em: <<http://www.icbwa.org/>>. Acesso em 16 ago. 2019

JASTI, N. K. V.; SHARMA, A. **Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool: a case study from auto components industry**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 5, n. 1, p. 89-116, 2014.

JONES, D.; WORMACK, J. **Enxergando o todo mapeamento e fluxo de valor estendido**. 1ª Edição. São Paulo, 2004.

JURAN, J.M. - **A Qualidade desde o Projeto**, São Paulo. Ed. Pioneira. 3 Edição. 1997. p 228.

LIMA, R. **“Procedimento Operacional Padrão”** - A Importância de se padronizar tarefas nas BPLC. Curso de BPLC – Belém, 2005.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Marcos Antônio de. **Documentação para sistemas de gestão**. Qualitymark, 1ª Edição – Rio de Janeiro, 2005.

PETENATE, M. Mapeamento do fluxo de valor: tire aqui todas as suas dúvidas. Escola EDTI. 12 set. 2017. Disponível em: <<https://www.escolaedti.com.br/mapeamento-do-fluxo-de-valor-tire-aqui-todas-as-suas-duvidas>>. Acesso em: 15. Ago. 2019.

PIRES, R. T. **Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor em uma empresa do ramo metalúrgico**. Trabalho de diplomação de Engenharia de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre, 2008.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

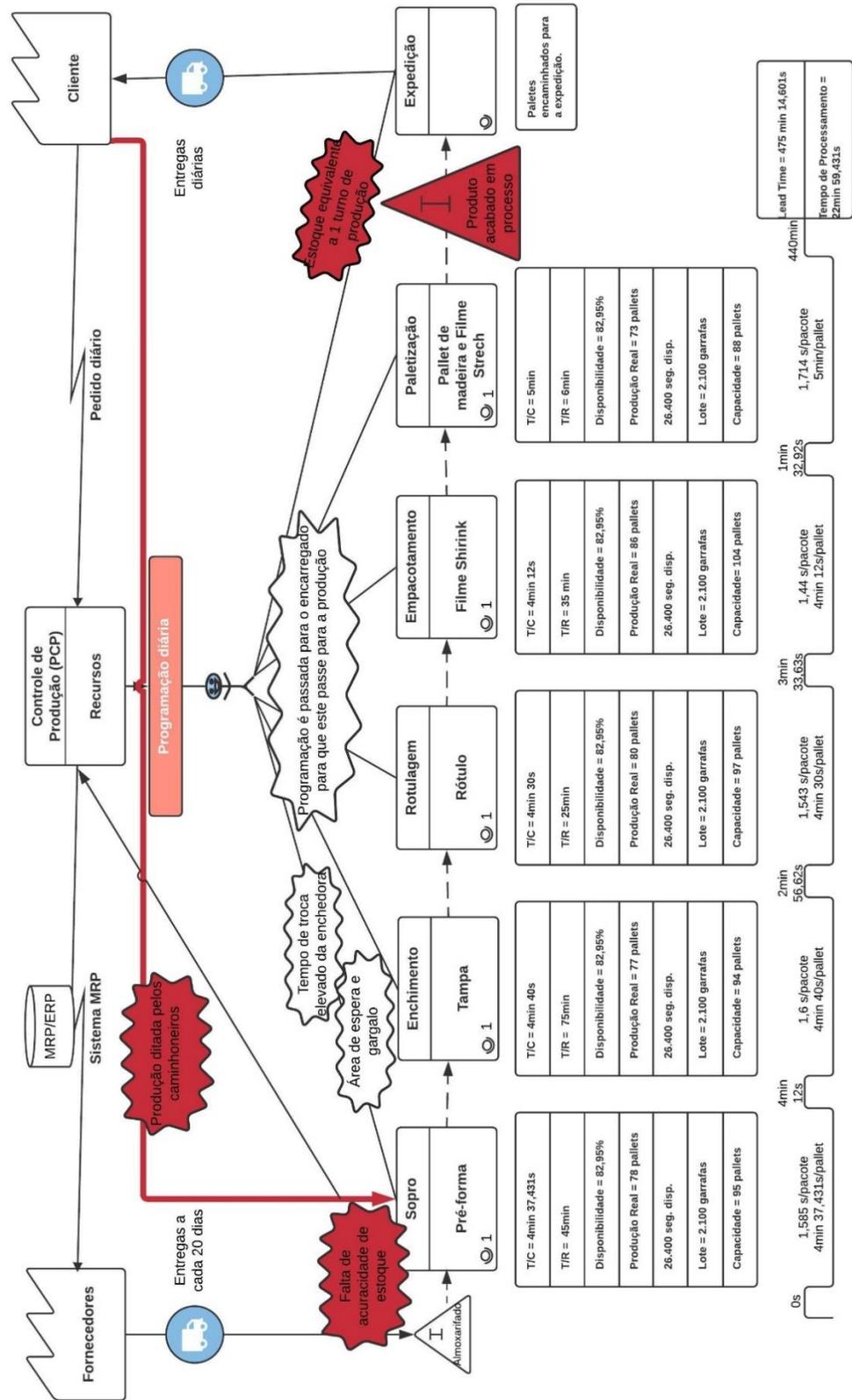
SHINGO, S. **Sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

# APÊNDICE 1 - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA LINHA DE ENVASE DE ÁGUA MINERAL EM GARRAFAS DESCARTÁVEIS DE 500ML

## MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ATUAL DA LINHA DE ENVASE DE 500ML SEM GÁS

2019 |



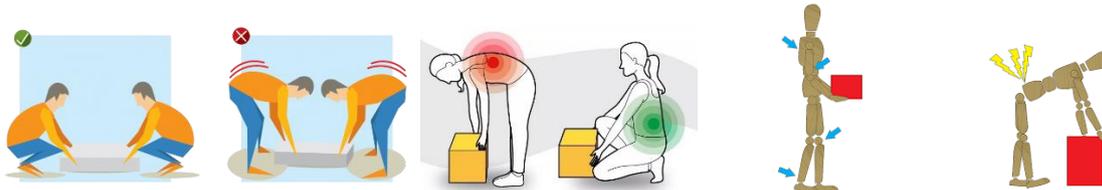
## APÊNDICE 2 - PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) PARA SETUP DA MÁQUINA ENCHEDORA

	<b>Procedimento Operacional Padrão</b>	Setor: Máquina Enchedora da Indústria de envase de bebidas.
		Emitido em: AGO/2019
NOME DA TAREFA: Setup da máquina enchedora para garrafas de 500 ML.		Vigência: AGO/2022
RESPONSÁVEL: Operação e Manutenção.		Próxima Revisão: AGO/2020

### APRESENTAÇÃO

O presente procedimento tem como objetivo padronizar a realização da troca de acessórios (Setup) da máquina enchedora da linha de PET para o SKU de 500ML. Sua aplicação permitirá a redução do tempo de execução da atividade, eliminação de erros recorrente de execução e melhor interação entre os setores de manutenção e operação. Para isso, se faz necessário o comprometimento de todos no que concerne ao acesso o presente documento para garantir a efetividade do POP, contribuindo para o aumento da disponibilidade da máquina e, por consequência, para o aumento na produtividade geral da linha.

### ERGONOMIA NA EXECUÇÃO DO SETUP



As imagens acima demonstram a forma correta de realizar as seguintes atividades: Levantar peso, carregar peso e se locomover, e arrastar peso.

### MATERIAL NECESSÁRIO

01. Estrela inferior para garrafas de 500ml	07. Canal de tampas para garrafas de 500ml
02. Estrela inferior do lacrador para garrafas de 500ml	08. Bocal do lacrador para garrafas de 500ml
03. Guias de Transferência para garrafas de 500ml	09. Estrela de entrega de tampas para garrafas de 500ml
04. Pegadores para garrafas de 500ml	10. EPI's (Óculos de Proteção, Protetor Auricular, Luvas de Proteção)
05. Chave Combinada 15 e 16mm	11. Lubrificante de máquinas / Flanela de Microfibra
06. Chave para retirada de bicos enchedora	12. Kit Chave Allen

## PASSOS PARA BOA PERFORMANCE DO SETUP

- 01.** Alinhar com a área de manutenção (com 24H de antecedência), por e-mail ou pessoalmente, a realização do setup.
- 02.** A área de Operação deve fazer o ajuste da trava de garrafas para o diâmetro da garrafa de 500ml:
  - Colocar o botão de comando da trava na posição Trava de Garrafas fechadas.
  - Soltar o parafuso (1) para o ajuste da trava no sentido transversal e o parafuso (2) para o ajuste longitudinal.
  - Empurrar uma das garrafas do novo tipo de garrafas a ser usado à primeira parada do limite da estrela de entrada e ajustar a trava de garrafas de acordo com o diâmetro dessa garrafa.
  - Reapertar os parafusos (1) e (2)
- 03.** A área de Manutenção deve trocar a estrela inferior para a do diâmetro da garrafa de 500ml:
  - Remover os parafusos.
  - Retirar a placa da estrela.
  - Substituir a placa da estrela e posicionar sob os pinos.
  - Fixar os parafusos.
- 04.** A área de Manutenção deve trocar a estrela inferior do lacrador para a do diâmetro da garrafa de 500ml:
  - Remover os parafusos.
  - Remover as placas da estrela.
  - Substituir as placas da estrela e colocar sob os pinos.
  - Recolocar os parafusos.
- 05.** A área de Manutenção deve trocar as guias de transferência para atender ao diâmetro da garrafa de 500ml:
  - Remover o parafuso.
  - Remover a placa da estrela e substituir o pino.
  - Recolocar o parafuso.
- 06.** A área de Operação deve regular da altura do transporte de saída para garrafas de 500ml:

OBS: Verificar se os pinos de sustentação das guias e estrelas são compatíveis com a altura da garrafa, caso contrário as mesmas poderão se chocar com o transportador. Caso necessário, remover a placa da estrela e a guia de garrafas e substituir os pinos.

  - Descarregar todas as garrafas para fora da Enchedora e do Lacrador (gire a máquina em vazio).
  - Desligar Enchedora.
  - Colocar a chave seletora em intermitente.

- Soltar a trava.
- Mover, usando o manípulo, o transportador de saída para uma posição mais baixa que a do fundo da garrafa a ser utilizada.
- Passar, usando o botão intermitente da Enchedora, uma das garrafas do novo para a estrela de saída até que ela alcance o ponto onde seja transferida ao transportador de saída.
- Mover, usando o manípulo, o transportador de saída até que o mesmo alcance a base da garrafa.
- Reapertar a trava.
- Posicionar a chave seletora na posição de funcionamento automático.

**07.** A área de Manutenção deve trocar dos pegadores para compatíveis com os bocais das garrafas de 500ml:

OBS: Os pegadores são fabricados conforme cada tipo de bocal de garrafa e são identificados por cores, e devem ser trocados quando houver troca para bocal diferente do que está em uso.

- Os pegadores podem ser trocados (sem o uso de ferramentas) quando a garrafa se localiza entre as estrelas de entrada e saída do rinser.
- Certificar-se que todos os pegadores foram trocados e travados pela esfera em seu alojamento.

**08.** A área de Manutenção deve realizar, se necessário, a troca do canal de tampas para as compatíveis com garrafas de 500ml:

- Remover os parafusos.
- Remover o fotosensor.
- Desconectar o cabo do fotosensor.
- Desrosquear o fotosensor.
- Soltar as manoplas.
- Remover o canal de tampas.
- Substituir o canal de tampas pelo da nova tampa e fixar com as manoplas.
- Recolocar o fotosensor.
- Recolocar os parafusos.
- Recolocar o fotosensor.
- Reconectar o cabo do fotosensor.

**09.** A área de Operação deve realizar a troca do bocal do lacrador para bocais compatíveis com garrafas de 500ml:

- Desrosquear e remover o bocal do lacrador.
- Substituir e rosquear o bocal do lacrador para a tampa de novo formato.

**10.** A área de Manutenção deve realizar trocar a estrela de entrega de tampas e guia de tampas para as compatíveis com garrafas de 500ml:

- Soltar as manoplas de fixação.
- Remover a guia de tampas.
- Soltar os parafusos.
- Remover a estrela de entrega de tampas
- Substituir a estrela de entrega de tampas pela para o novo formato.
- Reapertar os parafusos.
- Substituir a guia de tampas pela para o novo formato.
- Reapertar as manoplas de fixação.

**11.** A Operação, ao finalizar as atividades que foram designadas, deve suportar a manutenção nas atividades de trocas, que são mais complexas, para assim obter uma maior efetividade no setup.

#### RESULTADOS ESPERADOS

01. Realização de Setup com alta performance em, no máximo, 40 minutos.
02. Maior eficiência da operação em conjunto com a mecânica.
03. Aumento da disponibilidade das máquinas.
04. Aumento de produtividade final.

Responsáveis pela análise:

Data: / /

Aprovado por:

Data: / /

# APÊNDICE 3 - MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO DA LINHA DE ENVASE DE 500ML SEM GÁS

