



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

JOÃO PEDRO ANDRADE CINTRA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA
DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM LINHA DE ENVASE**

FORTALEZA

2023

JOÃO PEDRO ANDRADE CINTRA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE
MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM LINHA DE ENVASE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C519a Cintra, João Pedro Andrade.
Aplicação da metodologia pdca para implementação de sistema de manutenção autônoma em linha de envase / João Pedro Andrade Cintra. – 2023.
69 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Mecânica, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima.
1. Manutenção. 2. Tecnologia. 3. Refrigerante. 4. Linha de produção. 5. Metodologia. I. Título.
CDD 620.1
-

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE
MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM LINHA DE ENVASE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Ison Silva Junior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Roberto de Araújo Bezerra
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minhas mães.

Aos meus pais.

Aos meus amigos, aos meus colegas e aos
meus professores.

AGRADECIMENTOS

“Ninguém começa na linha de chegada”

(Provérbio inglês)

RESUMO

O refrigerante tem sua origem no século 17 como um intuito de ajudar na digestão após refeições e percorreu diversas alterações em seu preparo até se tornar a bebida como conhecemos atualmente. De origem natural para o produto que temos hoje em dia, o refrigerante sofreu diversas modernizações, sendo a principal delas a transformação em uma bebida gaseificada, característica essa dada como fundamental nos dias de hoje. Assim como muitas outras indústrias de alimentos e bebidas, a indústria do refrigerante se modernizou e com a busca por melhores resultados de produção vieram novas tecnologias e novas técnicas para garantir o melhor uso dos ativos desta indústria, sendo a principal delas a manutenção. A linha de produção é o principal setor da indústria de refrigerantes, é para o seu funcionamento que todos os outros setores de uma fábrica funcionam: com o objetivo de garantir a melhor produtividade da mesma e, sendo assim, a confiabilidade da própria linha de produção é fundamental para garantir o crescimento de negócios saudáveis nos dias de hoje. O uso de diferentes técnicas de manutenção é realizado com este fim e a partir da aplicação e do desenvolvimento destas técnicas de manutenção, foram desenvolvidas novas práticas e conceitos a serem aplicados na empresa em questão. Atrrelado à aplicação da manutenção temos também o uso de diferentes vertentes de tecnologia, com foco na eficiência de processos, desburocratização e agilidade para execução das rotinas de produção. Diante disso o trabalho disposto visa propor uma metodologia para implementação de uma ferramenta que tem como principal objetivo modernizar um sistema antigo de aplicação de manutenção preventiva em uma linha de produção de refrigerantes. Para isto serão utilizadas ferramentas para tomadas de decisão de maneira lógica e que guiem o projeto de forma clara para o atingimento do seu principal objetivo final, que é o aumento da produtividade da linha de produção de patamares abaixo de 50% para acima de 60%.

Palavras-chave: Manutenção. Tecnologia. Refrigerante. Linha de produção. Metodologia. PDCA.

ABSTRACT

The soda has its origin in the 17th century as an aid to digestion after meals and has undergone several changes in its preparation until it became the drink we know today. From its natural origin to the product we have today, the soft drink has undergone several modernizations, the main one being the transformation into a carbonated beverage, a characteristic considered essential nowadays. Like many other food and beverage industries, the soft drink industry has modernized and with the search for better production results came new technologies and techniques to ensure the best use of assets in this industry, the main one being maintenance. The production line is the main sector of the soft drink industry, it is for its operation that all the other sectors of a factory function: with the aim of ensuring the best productivity of the production line, and so the reliability of the production line itself is fundamental to ensure the growth of healthy business today. The use of different maintenance techniques is carried out for this purpose and from the application and development of these maintenance techniques, new practices and concepts were developed to be applied in the company in question. Linked to the application of maintenance we also have the use of different aspects of technology, focusing on the efficiency of processes, debureaucratization and agility to execute the production routines. Therefore, this work aims to propose a methodology to implement a tool that has as its main objective to modernize an old system of preventive maintenance application in a soft drink production line. For this, tools will be used for logical decision making that guide the project in a clear way to achieve its main final objective, which is the increase of the production line productivity from levels below 50% to above 60%.

Keywords: Maintenance. Technology. Soda. Production line. Methodology. PDCA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do processo de produção de refrigerante.....	15
Figura 2 – Fluxograma da linha de produção de refrigerante.....	18
Figura 3 – Pré-forma garrafa PET.....	19
Figura 4 – Ciclo PDCA	26
Figura 5 – PDCA para manutenção e para melhoria.....	27
Figura 6 – Ciclo PDCA para melhorias.....	27
Figura 7 – Ciclo PDCA para manutenção.....	28
Figura 8 – Ferramentas por etapas do PDCA.....	29
Figura 9 – Diagrama de causa e efeito	30
Figura 10 – Tela de atividade Smart Check	35
Figura 11 – Indicadores de aderência no mês de Outubro.....	36
Figura 12 – Indicadores de aderência no mês de Novembro.....	36
Figura 13 – Indicadores de aderência no mês de Dezembro.....	37
Figura 14 – Formulário Smart Check.....	39
Figura 15 – Modelo utilizado nas reuniões com operação.	45
Figura 16 – Atalhos para consulta dos arquivos Smart Check.....	48
Figura 17 – Planilha de gerenciamento de aderência ao sistema – Q1/2022.....	49
Figura 18 – Rotina de aplicação dos DTO's de execução – Ciclo 2.....	51
Figura 19 – Rotina de elaboração dos procedimentos pendentes – Ciclo 2.....	52
Figura 20 – Atividades múltiplas a serem compactadas.....	53
Figura 21 – Descrição da atividade compactada no Smart Check.....	53
Figura 22 – Atividades diárias exemplo empacotadora.....	54
Figura 23 – Exemplo de procedimento elaborado	55
Figura 24 – Planilha de gerenciamento de aderência ao sistema – Q2/2022.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados do formulário.....	40
Gráfico 2 – Diagrama de causa e efeito para baixa aderência no sistema.....	41
Gráfico 3 – Evolução da aderência nas quinzenas – Q1.....	46
Gráfico 4 – Evolução da aderência nas quinzenas – Ciclo 2	57
Gráfico 5 – Evolução do tempo médio entre falhas (MTBF) durante o projeto.....	61
Gráfico 6 – Evolução do tempo médio de reparo (MTTR) durante o projeto.....	62
Gráfico 7 – Evolução da performance da linha (OAE) durante o projeto	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios de avaliação de priorização.....	42
Quadro 2 – Matriz de priorização dos problemas – Ciclo 1.....	42
Quadro 3 – Ações do ciclo 1 aplicadas no 5W2H	43
Quadro 4 – Matriz de priorização dos problemas – Ciclo 2.....	50
Quadro 5 – Ações do ciclo 2 aplicadas no 5W2H.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIL	Lubrificação, Limpeza e Inspeção
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
p.	Página
Q1	Primeira quinzena do mês
Q2	Segunda quinzena do mês
PL	Produção Líquida diária
PIB	Produto Interno Bruto
D-1	Dia anterior
OAE	<i>Overall Asset Efficiency</i> – Eficiência geral dos ativos
MTBF	<i>Medium Time Between Failures</i> – Tempo médio entre falhas
MMTR	<i>Medium Time To Repair</i> – Tempo médio de reparo
DTO	Diagnóstico técnico operacional

LISTA DE SÍMBOLOS

CO ₂	Gás carbônico
%	Percentual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Indústria refrigeranteira	14
1.1.1	<i>História da produção de refrigerante</i>	14
1.1.2	<i>Processos de fabricação de refrigerante</i>	14
1.1.2.1	<i>Preparo do xarope simples</i>	15
1.1.2.2	<i>Preparo do xarope composto</i>	16
1.1.2.3	<i>Produção do refrigerante</i>	16
1.2	Linha de Envase	17
1.2.1	<i>Processo de sopragem da garrafa PET</i>	18
1.2.2	<i>Processo de rotulagem da garrafa</i>	20
1.2.3	<i>Processo de enchimento da garrafa</i>	21
1.2.4	<i>Processo de lacração</i>	21
1.2.5	<i>Processo de inspeção e codificação da garrafa</i>	22
1.2.6	<i>Empacotamento</i>	22
1.2.7	<i>Paletização</i>	23
1.2.8	<i>Quadro de lotação de pessoal da linha (QLP)</i>	24
1.2.9	<i>Rotina da operação da linha</i>	24
1.2.10	<i>Indicadores de performance e manutenção</i>	24
1.3	Metodologia PDCA	25
1.3.1	<i>Ferramentas de cada etapa</i>	28
1.4	Manutenção	31
1.4.1	<i>Manutenção Preventiva</i>	31
1.4.2	<i>Manutenção Autônoma</i>	32
2	JUSTIFICATIVA E OBJETIVO	32
2.1	Justificativa	32
2.2	Objetivo	33
3	METODOLOGIA	33
3.1	Planejamento – Ciclo 1	33
3.1.1	<i>Identificação do problema – Ciclo 1</i>	34
3.1.2	<i>Observação do problema – Ciclo 1</i>	37
3.1.3	<i>Análise do problema – Ciclo 1</i>	41

3.1.4	<i>Plano de ação – Ciclo 1</i>	43
3.2	Ações – Ciclo 1	43
3.3	Verificação – Ciclo 1	46
3.4	Padronização – Ciclo 1	48
3.5	Conclusão – Ciclo 1	49
3.6	Planejamento – Ciclo 2	50
3.7	Ações – Ciclo 2	51
3.8	Verificação – Ciclo 2	56
3.9	Padronização – Ciclo 2	59
3.10	Conclusão – Ciclo 2	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1	Ações do projeto	60
4.2	Padronização	60
4.3	Resultados	61
5	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXO A – RESPOSTAS DO FORMULÁRIO SMART CHECK	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 Indústria Refrigeranteira

Para introduzirmos o cenário em que iremos habitar neste trabalho, vamos abordar alguns dos principais processos da indústria de bebidas, em particular de refrigerantes, tendo início na importância dessas bebidas no dia a dia dos seus consumidores até o seu processo de fabricação e envase.

1.1.1 História da produção do refrigerante

O refrigerante foi originalmente criado com o intuito de ser uma bebida para auxiliar na digestão ainda durante o século 17 numa mistura de água, açúcar e suco de limão. Já na segunda metade do século 18 foram iniciados testes com água carbonatada e apenas no início do século 19 temos os primeiros registros da comercialização do refrigerante como bebida gaseificada. Desde esta época o refrigerante passou por diversas variações em seus componentes, mas sempre mantendo a característica de bebida gaseificada tipicamente com açúcar e somente no final do século 20 temos os primeiros registros de refrigerantes sem açúcar em sua composição.

1.1.2 Processos de fabricação do refrigerante

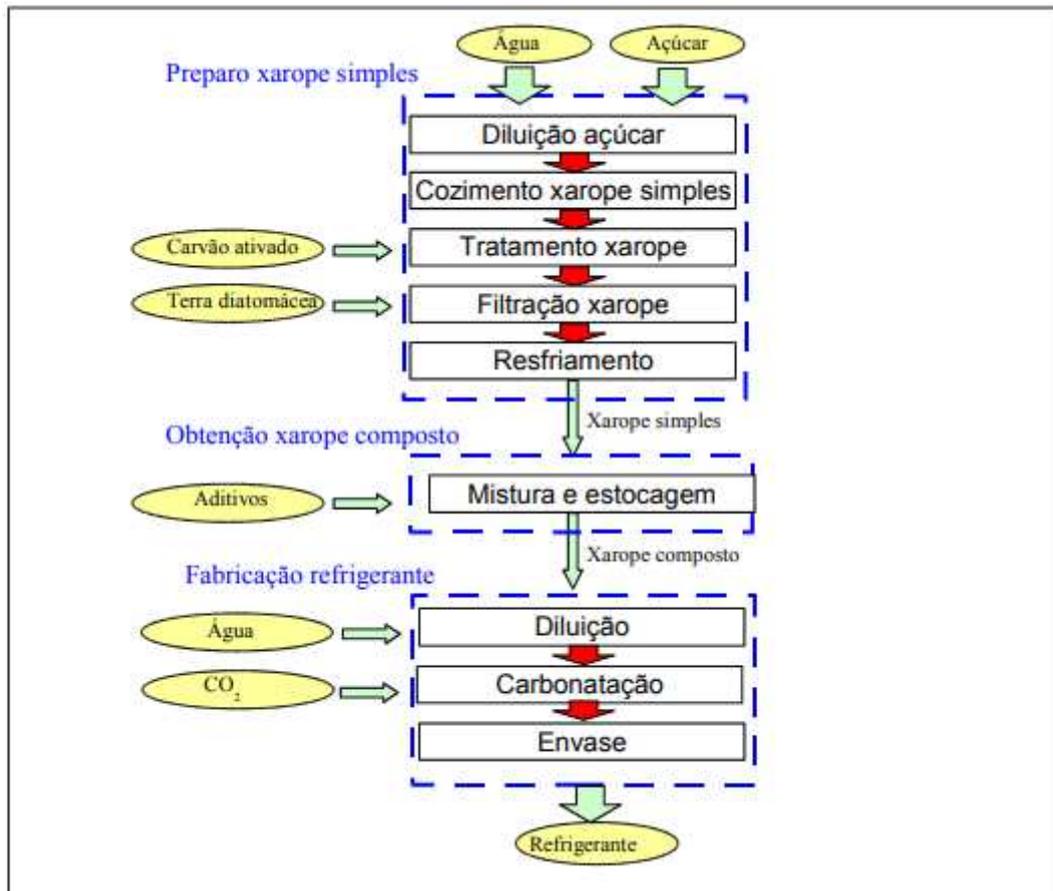
A produção do refrigerante é composta de diversas etapas e se caracteriza muito mais por um processo estável e alinhado à uma mistura da quantidade correta de ingredientes do que a fabricação de outros tipos de bebida como vinho e cervejas que passam por processos mais complexos de fermentação e maturação. De maneira resumida é possível resumir a fabricação do refrigerante conforme:

O processo de produção de cerveja completo, envolve várias etapas, cada uma delas com suas complexidades específicas. De forma ampla, é possível definir o objetivo final conforme:

A produção de refrigerantes emprega quantidades significativas de água, açúcar cristal, CO₂ para carbonatação, além de diversos aditivos como conservantes (p.e., sorbato de potássio e benzoato de sódio), estabilizantes, acidulantes, corantes, essências (guaraná, cola, limão, laranja, tutti-frutti), entre outros. (SANTOS E RIBEIRO, 2005, p. 27)

Sendo assim, o processo de fabricação do refrigerante pode ser exemplificado pelo fluxograma completo, na Figura 1, onde podemos observar as principais entradas e saídas de cada uma das etapas.

Figura 1 – Fluxograma do processo de produção de refrigerante



Fonte: Cervejas e Refrigerantes (Santos e Ribeiro, 2005)

Considerando que o presente trabalho aborda o cenário de uma fábrica de refrigerantes, em que os insumos para fabricação do refrigerante são recebidos de setores externos, iremos abordar apenas o processo de fabricação do líquido refrigerante.

1.1.2.1 Preparo do xarope simples

O processo de fabricação do xarope simples é objetivamente a obtenção da base para o refrigerante e de acordo com Santos e Ribeiro (2005): “Sua obtenção se dá pela diluição do açúcar em água quente, seguido de cozimento à temperatura de 85-100 °C, de modo a retirar impurezas que possam gerar problemas de odor e sabor no produto final.”.

Para a obtenção do xarope simples para fabricação do refrigerante, segundo Santos e Ribeiro (2005) relatam, a água e o açúcar passam pelas seguintes etapas:

- Diluição do açúcar: é feita a dosagem de açúcar e água em proporções determinadas pela unidade;
- Cozimento do xarope simples: a mistura de água e açúcar então é cozida até que sejam atingidas determinadas propriedades, na unidade em questão são utilizadas o teor de açúcar e a temperatura como fator determinante para finalização da etapa de cozimento;
- Tratamento do xarope: com o intuito de remover impurezas e contaminantes prejudiciais à saúde, é utilizado carvão ativado para promover uma dissociação dessa matéria do xarope e aglutiná-las em partículas maiores ao redor do carvão ativado;
- Filtração do xarope: o xarope simples então passa por duas etapas diferentes de filtração utilizando filtros tipo peneiras e terra infusória, com o intuito de remover as partículas formadas pelo carvão e as impurezas aglutinadas;
- Resfriamento: com o auxílio de um trocador de calor que utiliza etanol para resfriamento, o xarope simples é resfriado.

1.1.2.2 Preparo do xarope composto

Ainda seguindo o fluxograma proposto por Santos e Ribeiro temos a etapa de mistura e estocagem onde é feito a adição dos componentes que irão caracterizar o perfil do refrigerante, desde cor ao sabor.

Nesta etapa são adicionados diversos componentes diferentes desde acidulantes, estabilizantes, corantes até sucos e aromatizantes. Esta mistura de ingredientes é realizada dentro de um tanque e agitada e acontece de maneira gradual. A partir daí são feitas análises de qualidade do xarope composto e caso aprovadas o mesmo segue para estocagem em tanques onde irá aguardar a programação de uso para envio para a linha de refrigerantes.

1.1.2.3 Fabricação do refrigerante

A fabricação do refrigerante na unidade em questão já acontece na linha de produção, onde temos um tanque de água, que recebeu tratamento específico para o uso em refrigerantes, um tanque de mistura, um carbonatador e um tanque de refrigerante

Assim, o xarope composto e a água são misturados em uma proporção específica para atingir os parâmetros de qualidade estabelecidos no tanque de mistura, de onde são enviados para o carbonatador, onde recebe a adição de CO₂ e em seguida para o tanque de refrigerante, onde o produto está finalizado e pronto para ser envasado.

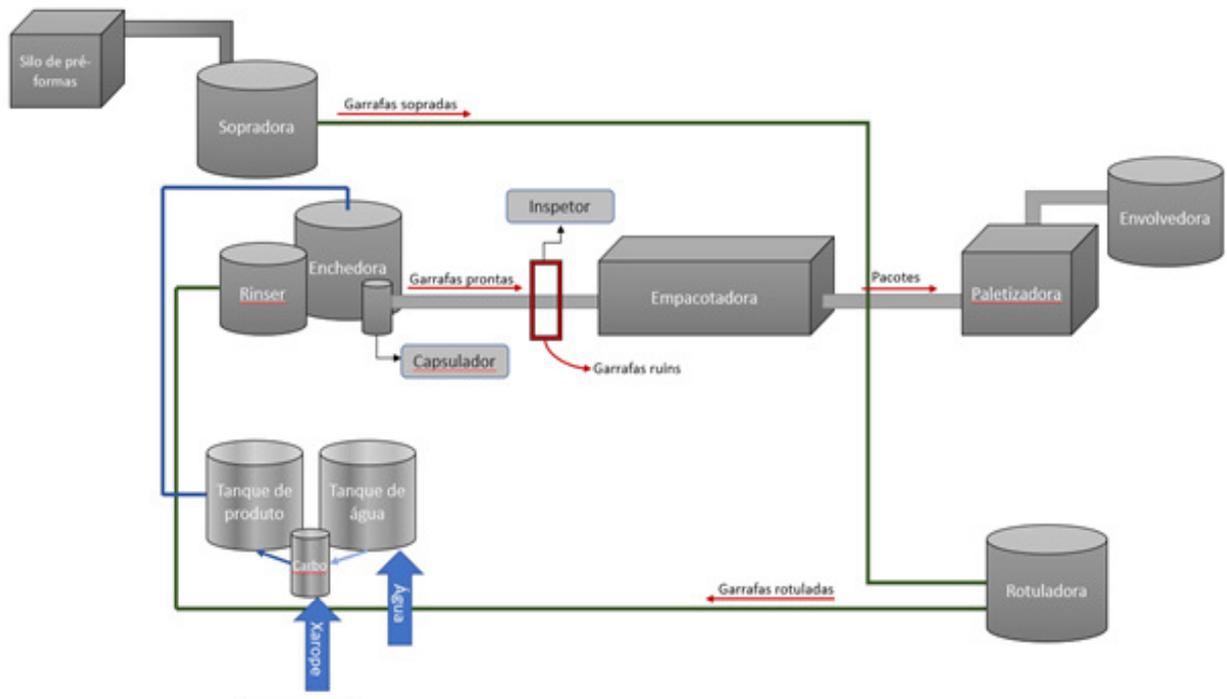
1.2 Linha de Envase

A depender do tipo de embalagem a ser utilizada, existem diferentes configurações de linhas de envase de refrigerante, sendo as mais comuns, as embalagens One-Way (PET e Latas) e as retornáveis (Vidro):

- Linhas PET: os recipientes do produto são garrafas constituídas do material PET (Polietileno Tereftalato), um polímero termoplástico desenvolvido na década de 1940 na Inglaterra, porém só veio a ser utilizado na constituição de garrafas na década de 70.
- Linhas de latas: onde as embalagens utilizadas são latas de alumínio, utilizadas pela primeira vez para envase de bebidas foi na cerveja *Coors* no fim da década de 50 e pela primeira vez para envase de refrigerante já no início da década de 1960 pela Reynolds Metals Company da Nova Zelândia.
- Linhas de garrafas de vidro: retornáveis ou não, as garrafas de vidro podem também ser utilizadas tanto nas cervejas quanto nos refrigerantes e seu processo de envase é similar em diversos aspectos.

Conforme citado, o cenário do trabalho é uma linha de refrigerantes de garrafas PET de 200 mL e 500 mL, com processo de sopro e rotulagem de garrafa vazia e seu fluxograma de máquinas está descrito na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma da linha de produção de refrigerante



Fonte: Próprio Autor

1.2.1 Processo de sopragem da garrafa PET

Nas linhas de refrigerante PET faz-se necessário um processo de obtenção de embalagens, seja ele através da aquisição de garrafas prontas ou do processo de sopragem de garrafas. Quando não há aquisição de garrafas prontas previamente, faz-se necessário o processo de sopragem de garrafas. O insumo utilizado para este processo são pré-formas PET, conforme a Figura 3, adquiridas de um fornecedor com características físicas como tamanho, gramatura, cor e até mesmo material (reciclado ou novo), definidas em projeto.

Figura 3 – Pré-forma garrafa PET



Fonte: Próprio Autor

Na fábrica em que o projeto foi trabalhado, o processo de sopragem de garrafas era constituído pelas seguintes etapas:

- Abastecimento: uma caixa contendo as pré-formas é posicionada num tombador para que sejam tombadas no silo, de lá são guiadas através de esteiras e rolos orientadores para entrada da máquina sopradora, onde o processo de sopragem será realizado.
- Aquecimento: para realização do processo de sopragem, faz-se necessário o aquecimento do material PET até uma determinada temperatura, que irá permitir a deformação e a distribuição correta do material ao longo da garrafa. O processo de aquecimento é realizado utilizando um sistema de transporte das pré-formas passando por dentro do forno, que é aquecido utilizando lâmpadas específicas para o processo. Quando as pré-formas estão abaixo ou acima da temperatura determinada pela receita, as mesmas são expulsas e descartadas, podendo ser recicladas ou não.
- Pré-Sopro: após o aquecimento as pré-formas são transferidas através de braços para os moldes, onde, após o fechamento, sofrem inicialmente a carga de pré-sopro, um jato de ar comprimido de alta pressão (25-30 bar) para quebrar a estrutura inicial da pré-forma.
- Sopro e estiragem: uma haste de metal é introduzida pela boca da garrafa ao mesmo tempo que ela recebe uma nova carga de ar comprimido, numa pressão mais baixa (15-20 bar). Estes dois mecanismos são responsáveis por expandir a garrafa até o contato com as paredes e fundo do molde.

- Resfriamento: as paredes e fundo dos moldes são refrigeradas com água gelada (2 °C a 8 °C) e ao fazerem contato com o material quente da garrafa em expansão fazem a solidificação do plástico, além de garantir o alinhamento das camadas moleculares do material PET, o que garante as propriedades de resistência e rigidez da garrafa.
- Saída: a garrafa formada é então entregue ao transporte de saída da máquina, para onde ela será levada através de um sistema de transporte aéreo para a entrada da rotuladora, próxima etapa do processo de envase.

1.2.2 Processo de rotulagem da garrafa

Para realizar a rotulagem da garrafa, é utilizado uma máquina rotuladora, responsável por cortar, aplicar a cola e rotular a garrafa. A máquina precisa ser abastecida com a bobina de rótulos e tabletes de cola específicos para o processo. O processo realizado pela máquina acontece seguindo as etapas:

- Cortagem dos rótulos: os rótulos saem da bobina que abastece a máquina por um sistema de cilindros e são cortados no cilindro de facas no comprimento definido previamente nos parâmetros da máquina.
- Aplicação de cola: após serem cortados os rótulos são transferidos para o cilindro de vácuo, que é responsável por segurar os rótulos cortados e realizar o contato dos mesmos com o cilindro de cola, onde a cola, previamente derretida, é aplicada.
- Rotulagem: os rótulos entram em contato com as garrafas, que foram recebidas pelo transporte aéreo de entrada da rotuladora e transferidas com o auxílio de estrelas e pinças de transferência para os suportes de envolvimento. Os suportes são constituídos pelas bases e bocais, que alinham as garrafas em pé e realizam movimento giratório, garantindo a qualidade da rotulagem da garrafa, em quesitos de alinhamento e sobreposição do rótulo.
- Saída: com o uso de pinças e braços de transferência, as garrafas rotuladas são direcionadas para o transporte aéreo de saída da máquina, onde irão em seguida para a enchedora, próxima etapa do processo de envase.

1.2.3 Processo de enchimento da garrafa

O processo de enchimento das garrafas é feito utilizando uma enchedora barométrica. Na enchedora, as garrafas entram vazias e saem cheias e lacradas, prontas para serem inspecionadas e seguirem o processo de envase. Para a realização do processo, a garrafa passa pelas seguintes etapas:

- **Rinsagem:** As garrafas entram pelo transporte aéreo de entrada e são transferidas para o rinser através das estrelas de transferência. Na estrela de entrada do rinser, as garrafas são encaixadas em pinças, que em seguida viram as garrafas e de cabeça para baixo e as movimentam pelos jatos de água pressurizada de rinsagem. Esses jatos são responsáveis por garantir que as garrafas não contêm nenhum tipo de corpo estranho dentro das mesmas, antes de receberem o refrigerante. Após serem rinsadas, as garrafas são novamente viradas pelas pinças e transferidas para as estrelas de transferência para a entrada do carrossel da enchedora.
- **Armazenamento de bebida na cúpula:** o refrigerante é recebido já pronto para o envase e é armazenado numa cúpula pressurizada com CO₂ para garantir a qualidade do mesmo. Um sistema de tubulação abastece as válvulas de enchimento com o refrigerante armazenado na cúpula.
- **Enchimento:** Garfos recebem as garrafas no carrossel de entrada da máquina e através de um sistema de guias e cames, encaixam as garrafas nas válvulas de enchimento. As válvulas são compostas por dois sistemas de injeção: um de gás carbônico (CO₂) e outro de refrigerante da que vem da cúpula. Ao serem acopladas às válvulas, a entrada de gás é liberada por acionamento mecânico de uma borboleta na válvula. Quando as pressões da garrafa e da cúpula de bebida se igualam, a entrada de bebida inicia e o CO₂ presente na garrafa direcionado para a cúpula. Quando o nível da garrafa atinge o bico de enchimento da válvula, o enchimento é finalizado e a entrada de bebida é cessada. A garrafa então é transferida para a estrela de saída, onde seguirá para lacração.

1.2.4 Processo de lacração da garrafa

As garrafas cheias são lacradas em questão de segundos para garantir a conservação da carbonatação do refrigerante. O capsulador é abastecido através de um silo de rolhas e um sistema de alimentação a ar, as rolhas são abastecidas diretamente no silo e todo o sistema e

fechado para evitar contaminações. As garrafas entram na estrela do capsulador e recebem o contato com os bocais já com as rolhas posicionadas. Os bocais coletam as rolhas entre a saída e a entrada das garrafas no sistema, garantindo uma grande eficiência no sistema. Após serem lacradas, as garrafas vão para a estrela de saída e são posicionadas no transporte de garrafas cheias, uma esteira de pista única, onde seguem para os inspetores.

1.2.5 Inspeção e codificação da garrafa

Após a saída do capsulador, as garrafas passam então por um inspetor de tampas tortas, um inspetor de presença de tampas, um inspetor de nível e um inspetor de rótulos. Caso algum desses inspetores detectem algum defeito no produto, a garrafa é expulsa através de um sistema pneumático de precisão. Após o sistema de expulsão, as garrafas passam pelo inspetor de detecção de metais, que caso detecte a presença de metais no produto, irá parar a linha e posicionar a garrafa num trecho de rejeição do transporte. Este sistema é adotado pois a presença de um metal ou objeto metálico no produto pode impactar diretamente na saúde dos consumidores, assim, caso haja um defeito desta natureza, é de suma importância uma investigação na linha para entender a raiz do problema.

Caso a garrafa passe por todo o processo, ela então é codificada utilizando um canhão de tinta magnético, que é parametrizado para cada produto.

1.2.6 Empacotamento

O processo de empacotamento acontece utilizando um filme plástico conhecido com *Shrink*. Este filme tem como característica a redução de volume quando exposto ao calor, o que permite a formação de pacotes rígidos e que facilitam o processo de transporte e armazenamento do produto.

As garrafas então seguem pelo transporte para a empacotadora. O transporte é construído e automatizado para garantir uma certa quantidade de garrafas na entrada da máquina empacotadora, assim, teremos sempre a formação de pacotes completos, sem ausência de garrafas. As garrafas são organizadas nas camadas através de guias e a contagem de entrada de garrafas acontece utilizando um sistema automatizado de acionamento modular de esteiras e uma cancela de entrada. Após a entrada, o conjunto de garrafas é conduzido por guias e barras de orientação que garantem o alinhamento das garrafas antes de serem envolvidas. O conjunto então passa para a próxima etapa na máquina, onde uma esteira traz os

pedaços de filmes cortados na máquina e barras são responsáveis por envolver o restante do filme ao redor das garrafas, garantindo assim o envolvimento completo das garrafas pelo filme.

O conjunto então adentra ao forno, nele um sistema de resistências e ventiladores distribuem ar quente de maneira uniforme e garantem a formação do pacote que encontramos nos pontos de venda. Após a saída do forno os pacotes estão prontos para serem paletizados e seguem num transporte de rolos para a próxima etapa.

1.2.7 Paletização

Para garantir a formação de um palete de pacotes de refrigerante, é de suma importância a existência de um padrão de formação de camadas de pacotes. As camadas devem ser distribuídas de maneira eficiente, de maneira a garantir o equilíbrio e a sustentação do palete. Um palete mal formado virá a causar problemas de armazenamento e transportes, além de gerar riscos de acidentes por tombamentos.

Para garantir a formação da camada, é utilizada um equipamento conhecido por mesa de taliscas. Esta mesa é responsável por direcionar os pacotes duas pistas e determinam se os mesmos irão atingir ou não esbarros, posicionados para realizar a viragem dos pacotes.

A saída da mesa de taliscas é a entrada da mesa de formação de camadas, onde temos um sistema automatizado que conta e empurra os pacotes para realizar a formação da camada. Quando a camada está completa, a mesa toda é movimentada para o nível de elevação da camada e o braço empurra toda a camada para o palete. Após a colocação da camada no palete, é colocado uma folha de chapatex, que garante um suporte para os diversos pacotes e auxilia na distribuição de carga dos mesmos. A colocação desta folha é feita por um sistema de pneumático e um braço mecânico.

Após a formação completa do palete, o mesmo é movimentado através de rolos para a envolvente, onde palete é rotacionado numa mesa giratória enquanto um braço, com sistema de estiramento, contendo o filme plástico *Stretch* de envolvimento realiza um movimento vertical ao longo do palete, garantindo o envolvimento completo do palete.

O filme plástico *Stretch* possui a característica de ficar mais rígido quando estirado, assim o braço possui parâmetros que conseguem variar o estiramento do filme, garantindo os padrões de qualidades exigidos. Um palete mal envolvido pode causar desalinhamento das camadas do palete, queda de pacotes e até mesmo um tombamento durante o armazenamento devido à falta de rigidez.

1.2.8 Quadro de lotação de pessoal da linha (QLP)

O QLP da linha é dividido entre liderança (composta pelo coordenador, supervisor de manutenção, técnico de planejamento, supervisores de turno e estagiários), time de manutenção preventiva (composta por técnicos de mecânica, de elétrica e de automação), grupo de pronto atendimento (composto por técnicos eletromecânicos) e operação. Os dois grupos presentes na operação direta das máquinas e, conseqüentemente, foco do trabalho, são os grupos de pronto atendimento e os operadores.

1.2.9 Rotina da operação da linha

Os operadores da linha possuem todos os dias reuniões de troca de turno, que acontecem no início e final de turno, enquanto o time de técnicos de manutenção preventiva possui a reunião diária de produção, realizada às 08:00, a reunião de produtividade, realizada às 09:30 e a reunião semanal, realizada nas quintas feiras.

Nas reuniões de troca de turno são passados os indicadores chave de segurança, qualidade e performance da linha, bem como os maiores impactos e problemas observados durante o turno anterior, sendo assim, todos os dias temos 3 reuniões de troca de turno. Nas reuniões diárias, são organizados os dados do quadro para a reunião de produtividade e apenas expostos os indicadores de performance da linha. Na reunião de produtividade, são discutidos os indicadores de manutenção, segurança, qualidade e performance da linha para o D-1 (Dia anterior). A partir desta reunião o time da preventiva analisa dados coletados sobre os problemas e toma decisões em quais frentes deve atuar e quais estratégias deve tomar para obter a maior assertividade nas suas ações. Nas reuniões semanais são discutidos os maiores impactos da semana, quais foram as ações tomadas e o quais as ações preventivas serão tomadas, além de definir possíveis focos para ações corretivas futuras.

1.2.10 Indicadores de performance e manutenção

A análise de performance da linha é feita através de diversos indicadores os quais trazem diferentes visibilidades para os dados e a realidade da produção. Como foco da equipe de manutenção os principais indicadores acompanhados são o OAE (Eficiência geral dos ativos), MTBF (Tempo médio entre falhas) e MTTR (Tempo médio de reparo).

O indicador OAE é a razão entre as HPL (Horas de produção líquida), que dizem respeito a quanta produção foi obtida em relação à velocidade nominal da linha de produção, e as HT (Horas totais), que são as horas totais do período em análise. Um cenário exemplo para o cálculo seria numa linha de velocidade nominal de 22.000 garrafas por hora gerando uma produção diária de 440.000 garrafas num período de um dia, o que representaria 20 horas de produção líquidas. Considerando este cenário, o indicador OAE daquele dia seria de 83,3%.

O indicador MTBF é tratado em horas e diz respeito à confiabilidade dos equipamentos, assim um MTBF de 3 horas quer dizer que, em média, os equipamentos possuem uma quebra a cada 3 horas. Com isso temos que quanto mais alto o MTBF da linha de produção, mais confiável é a condição dos equipamentos.

O indicador MTTR é tratado em minutos e diz respeito ao tempo necessário para reparar uma quebra, ou seja, o tempo em que a linha de produção fica parada aguardando retorno de um equipamento. Com isso precisamos de um MTTR o mais baixo possível, o que mostra dois cenários, o primeiro é uma equipe bem treinada para realizar os reparos e o segundo é quebras de menor gravidade e mais simples e rápidas de reparar.

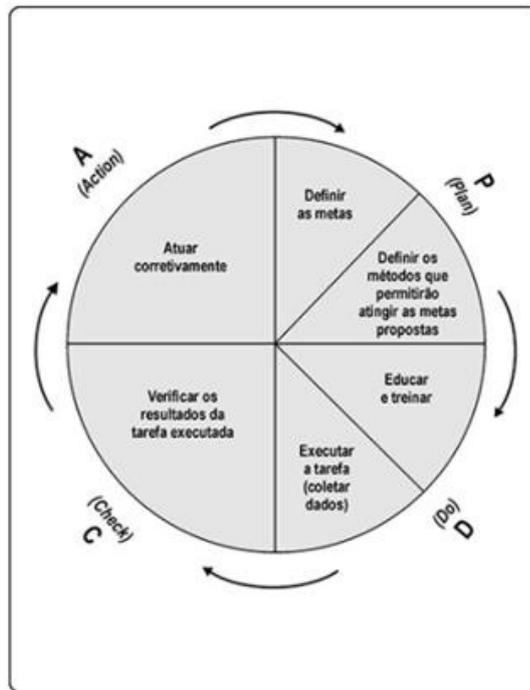
1.3 Metodologia PDCA

O método do ciclo PDCA é uma metodologia de gerenciamento que teve sua origem no ciclo de *Shewart* na década de 30 pelo americano *Walter A. Shewart*. A visão que *Shewart* trouxe para o gerenciamento é que o processo não deveria ser visto como uma linha reta e sim como um trabalho cíclico, o que iria garantir um “processo científico dinâmico de aquisição de conhecimento”. Na década de 50, o ciclo de *Shewart* então é levado para o Japão pelo Engenheiro e Estatístico *William Edwards Deming*, onde seria aprimorado e refinado para os moldes que conhecemos nos dias atuais como o ciclo de Deming, ou ciclo PDCA. A sigla PDCA tem origem na língua inglesa e remete a cada uma das etapas definidas no ciclo onde P remete à *Plan* – Planejar; D remete à *Do* – Fazer; C remete à *Check* – Verificar; A remete à *Act* – Agir.

De acordo com Werkema (1995), a metodologia PDCA é utilizada para tomada de decisões que visam garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização.

Com uma definição muito semelhante, Campos (2014) diz que a metodologia é um caminho para atingir uma meta almejada pela empresa. Seguindo a ideia de *Shewart*, o ciclo de aperfeiçoamento pode ser definido nas seguintes etapas conforme descrito na Figura 4.

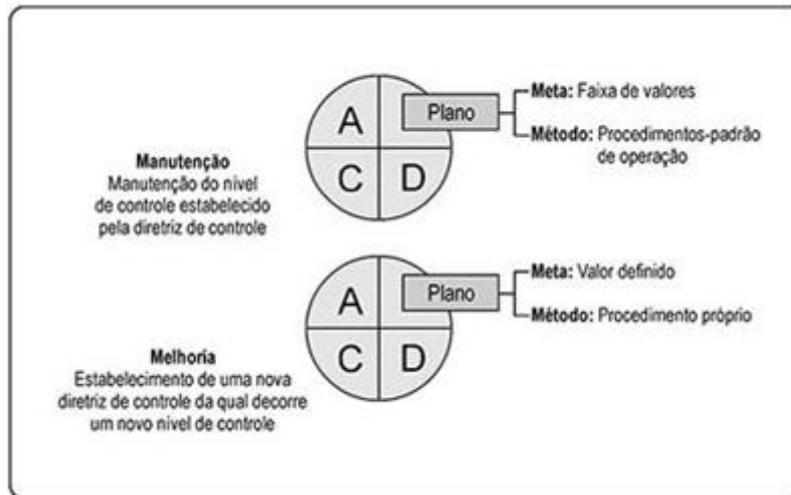
Figura 4 – Ciclo PDCA



Fonte: Controle da qualidade total: no estilo japonês (Campos, 2014)

Na visão de Campos (2014), a metodologia pode ser utilizada sob duas óticas diferentes sendo elas: manter ou melhorar a diretriz de controle ou meta definida no projeto. Assim, a abordagem do ciclo muda na sua meta e método de acordo com a finalidade da utilização do ciclo. Para a manutenção do nível de controle, temos um processo repetitivo, onde o principal objetivo é o cumprimento dos procedimentos e padrões operacionais já definidos. Quando vamos para a abordagem de melhoria temos como foco o atingimento de uma meta específica.

Figura 5 – PDCA para manutenção e para melhoria



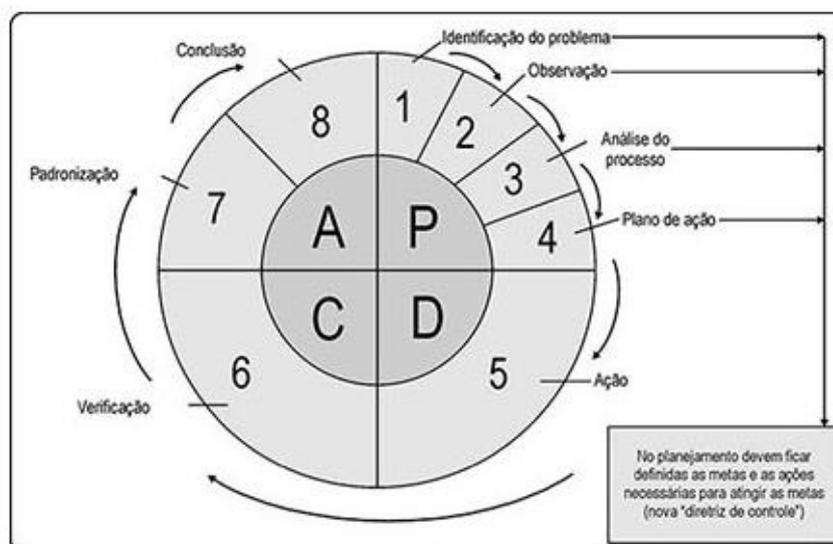
Fonte: Controle da qualidade total: no estilo japonês (Campos, 2014)

Por fim, Campos (2014) faz a seguinte divisão sobre a utilização do método:

Todos na empresa (diretores, gerentes, técnicos e operadores) utilizam o ciclo PDCA nas duas maneiras [...]. No entanto os operadores utilizam o ciclo PDCA mais intensamente na manutenção, pois o seu trabalho é essencialmente o de cumprimento de padrões. (CAMPOS, 2014, p. 66)

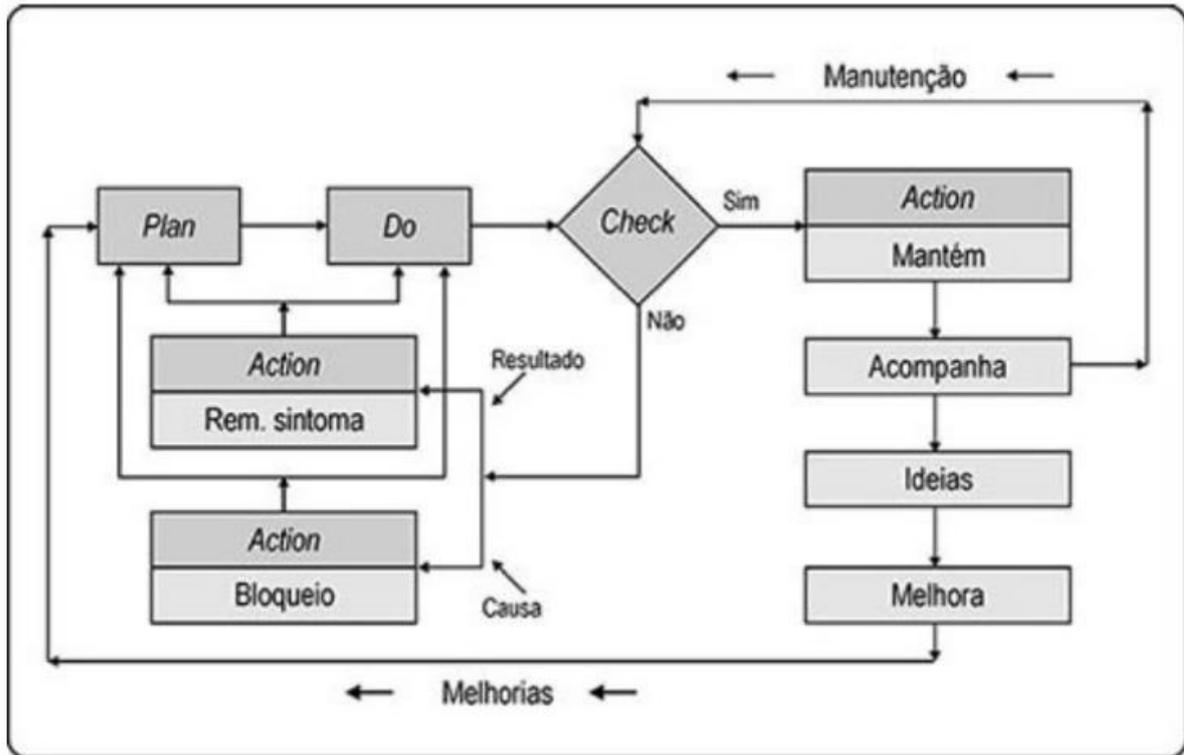
A partir das diferentes abordagens, Campos (2014) estabelece duas diferentes estruturas para o ciclo. Sendo a estrutura da abordagem de melhoria descrita na Figura 6 e para abordagem de manutenção a Figura 7.

Figura 6 – Ciclo PDCA para melhorias



Fonte: Controle da qualidade total: no estilo japonês (Campos, 2014)

Figura 7 – Ciclo PDCA para manutenção



Fonte: Controle da qualidade total: no estilo japonês (Campos, 2014)

1.3.5 Ferramentas de cada etapa

Albertin e Guertzenstein (2018) definem o método de análise e solução de problemas (MASP) como sendo uma maneira capaz de obter a solução de falhas. Com o objetivo de obter uma tomada de decisão mais assertiva, os autores também destacam a implementação de diversas ferramentas de qualidade para a utilização do método MASP.

Segundo Lesse (2002), a Figura 8, correlaciona as etapas do MASP com as etapas do PDCA e indica quais são as melhores ferramentas a serem utilizadas em cada uma delas.

Figura 8 – Ferramentas por etapas do PDCA

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO	FERRAMENTAS
P	1	Identificação do problema.	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.	Estratificação, Diagrama de Pareto, Gráficos.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.	Lista de verificação, Pareto, 5W2H, Cronograma.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.	Diagrama causa e efeito, Estratificação, Lista de verificação, Pareto, Histograma.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.	5W2H, PDCA, Cronograma.
D	5	Execução	Bloquear as causas fundamentais.	Plano de ação.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.	Diagrama de Pareto, Gráfico de controle.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)		
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.	5W2H
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.	

Fonte: Gestão da melhoria contínua da qualidade e produtividade em uma célula de produção
(Lesse, 2002 apud. Campos,1998)

➤ Estratificação

Lesse (2002, p. 54) define a etapa de estratificação como nada mais que “[...] o agrupamento de informações (dados) sob vários pontos de vista, de modo a focalizar a ação”. De forma semelhante, Neves (2007) define como sendo a divisão de valores em grupos objetivando a análise detalhado dos mesmos.

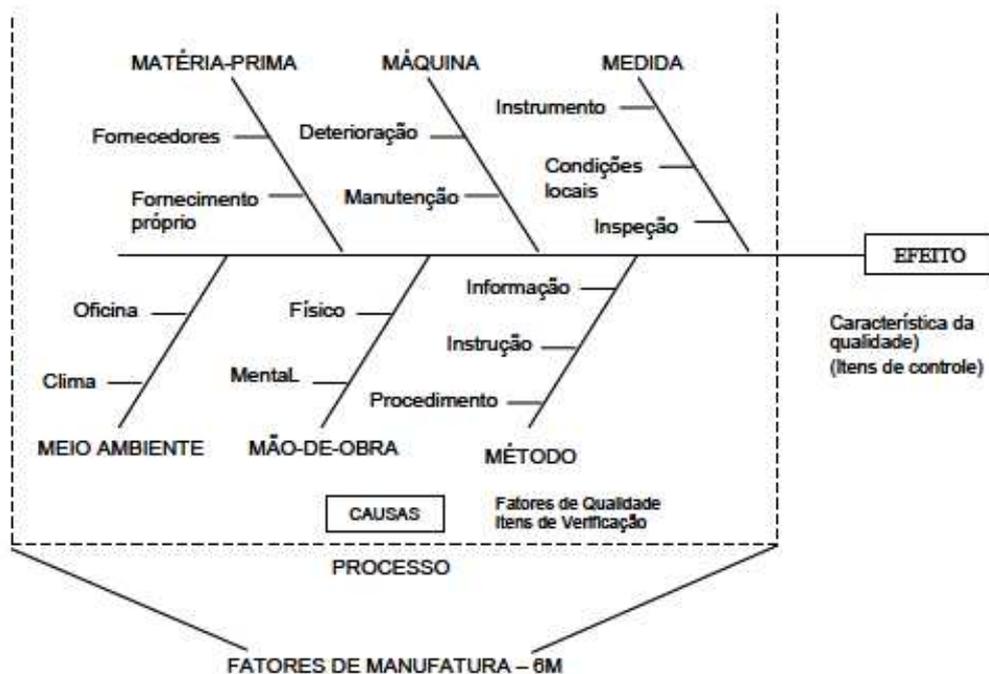
Tendo em vista a correta obtenção de resultados a partir das ferramentas de análise, Neves (2007) afirma que essa ferramenta deve ajudar a focar nos pontos onde provavelmente serão encontradas as causas do problema inicial e para isso ela pode ser usada mais de uma vez caso necessário, ou seja, caso uma estratificação não consiga permitir a visualização de padrões que podem apontar para falhas o processo pode ser refeito até que isso ocorra.

➤ Diagrama de causa e efeito

Popularmente conhecido como diagrama de Ishikawa, este diagrama é uma ferramenta que tem como objetivo possibilitar a visualização da correlação entre as causas e os efeitos para um determinado problema. Campos (2014) explica que tal ferramenta, também conhecida popularmente como Ishikawa ou diagrama espinha de peixe, torna-se fundamental em uma análise, pois entender a correlação entre algo que ocorreu (efeitos) e o que pode ter causado (causas) é o primeiro passo no entendimento do processo.

Ainda segundo Campos (2014), um processo pode ser definido como um conjunto de muitas causas que terão diversos efeitos. Por isso, os processos são divididos em seis famílias de causas: matérias primas, medidas, meio ambiente, máquinas, método e mão de obra. Assim o diagrama pode ser traçado conforme a Figura 9.

Figura 9 – Diagrama de causa e efeito



Fonte: Controle da qualidade total: no estilo japonês (CAMPOS, 2014)

➤ 5W2H

O 5W2H é a sigla inglesa para uma ferramenta que tem como principal objetivo definir claramente planos de ações de maneira objetiva e que favoreçam a realização dos mesmos. A sigla consiste na resposta de 7 perguntas que são: *what* (o que), *when* (quando), *where* (onde), *why* (por quê), *who* (quem), *how* (como), *how much* (quanto). O uso dos 7 itens

nem sempre é necessário, porém cada um dos campos do 5W2H permite um detalhamento mais claro durante a definição das ações o que gera um melhor entendimento quando chega o momento de executá-las.

1.4 Manutenção

Segundo a norma NBR 5462 (ABNT, 1994) manutenção é o é uma combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Kardec e Nascif (2010) fazem a seguinte declaração sobre a razão da existência da manutenção atual:

Na visão atual, a Manutenção existe para que não haja manutenção; [...]. (KARDEC E NASCIF, 2010, p. 11)

Unindo o conceito citado com os conhecimentos adquiridos ao longo das disciplinas do curso podemos definir manutenção como um conjunto de atividades a serem realizadas com o objetivo de garantir o correto funcionamento e confiabilidade de uma máquina ou peça, ou seja, confiabilidade.

Xenos (1998) traz a seguinte visão quando o conceito são atividades de manutenção:

Num sentido restrito, as atividades de manutenção estarão limitadas ao retorno de um equipamento às suas condições originais. Mas num sentido mais amplo, as atividades de manutenção também devem envolver a modificação das condições originais do equipamento através da introdução de melhorias para evitar a ocorrência ou reincidência de falhas, reduzir o custo e aumentar a produtividade. (XENOS, 1998, p. 19)

Esta visão de Xenos traz para discussão um ponto primordial que será abordado no trabalho, as melhorias realizadas em máquinas com foco em redução de falhas, redução de custos e aumento de produtividade.

1.4.1 Manutenção Preventiva

Kardec e Nascif (2010) definem manutenção preventiva como a atuação de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda de desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. Sendo assim o conceito básico de manutenção preventiva parte do princípio de determinadas atividades a serem executadas em um intervalo de tempo pré-definido.

1.4.2 Manutenção Autônoma

Ainda segundo Xenos (1998) a definição de manutenção preventiva pode ser descrita como:

A manutenção preventiva, feita periodicamente, deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa. [...] Ela envolve algumas tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reformas e troca de peças, principalmente. (XENOS, 1998, p. 20)

Esta afirmação é o pilar base para a criação do conceito de manutenção autônoma para a empresa em que o trabalho é conduzido. A própria empresa define o conceito de operações autônomas com o principal objetivo de garantir que os próprios operadores das máquinas sejam capazes de manter as condições dos seus equipamentos realizando atividades que não necessitem de conhecimento técnico aprofundado. O principal objetivo é a mudança de mentalidade do operador sobre o relacionamento com os técnicos de “Eu opero, você conserta” para “Eu opero, eu mantenho” e com isso aprofundar ainda mais o seu conhecimento em relação ao cenário da sua máquina.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVO

2.1 Justificativa

Com base no contexto descrito, o trabalho apresentado propõe uma abordagem utilizando a metodologia PDCA e suas ferramentas, alinhadas com os padrões adotados na companhia, para alavancar os resultados de uma linha de envase de refrigerantes, em manutenção autônoma.

Assim, o trabalho irá trazer uma redução de custos com manutenções corretivas, que poderiam ser originadas em quebras por falhas na manutenção autônoma. Além disso, a redução de quebras por origem operacional nos traz um aspecto bastante positivo nos indicadores de performance da linha, como eficiência e volume, o que impacta diretamente na disponibilidade destes produtos no mercado para o consumidor.

Um segundo impacto vem diretamente na segurança dos operadores, que passam a realizar menos intervenções não previstas nas máquinas. Este fator é de suma importância, pois, mesmo com todos os padrões de segurança estabelecidos para redução do risco de

acidentes, a quantidade de acessos às máquinas, aliados ao falso sentimento de segurança da rotina, é o principal fator causador de acidentes na área.

Assim, tendo claro os processos que ocorrem na linha, o cenário em que a mesma se encontra, os padrões definidos pela companhia e as ferramentas e metodologias dispostas para serem utilizadas, é de suma importância o alinhamento de todos esses fatores para atingir os resultados esperados.

2.2 Objetivo

O trabalho visa expor a metodologia utilizada durante o projeto de melhoria dentro da companhia, mostrando as ferramentas utilizadas e os resultados dos ciclos PDCA aplicados.

Sendo assim, na prática, podemos resumir o objetivo de forma mensurável como sendo:

- Garantir a aderência à ferramenta de manutenção autônoma em 85%.
- Reduzir o tempo médio de reparo (MTTR) da linha em 30%.
- Melhorar o tempo médio entre falhas em (MTBF) da linha em 70%.
- Melhorar o indicador de performance da linha (OAE) para 60%.

3 METODOLOGIA

3.1 Planejamento

Seguindo a abordagem de Lesse (2002), na etapa de planejamento precisamos identificar o problema, analisar o problema, identificar as causas fundamentais e traçar um plano de ação para bloquear essas causas. Assim, a fase de planejamento é de suma importância para o atingimento dos resultados esperados.

3.1.1 Identificação do problema

Para analisar o cenário em que nos encontrávamos, em Janeiro de 2022, foi necessário analisar a base de dados relativos às atividades de manutenção autônoma. Inicialmente foi feito um estudo junto à supervisão e coordenação para entender e esclarecer a situação da linha em relação a manutenção autônoma.

A companhia sempre teve a aplicação da manutenção autônoma nas linhas, porém a abordagem utilizada era conhecida pela metodologia do book de CIL (*Clean, Inspection, Lubrication*). O *book* de CIL era um grande manual contendo todos os procedimentos e mapas de CIL relacionados à manutenção autônoma das máquinas desenvolvido ao longo dos anos. Estes procedimentos serviam para orientar a operação em como realizar a atividade e deveriam ser executáveis até por operadores novatos. A confirmação das atividades era feita através de um outro *book* que servia de *checklist* e através de ordens de lubrificação via Sistema SAP para algumas atividades de lubrificação. Este sistema dificultava bastante a compilação de dados e análise dos mesmos, visto que a grande quantidade de atividades e a diferença da formatação da base de dados gerada pelo SAP causavam um enorme trabalho para ter uma base de dados tratada e passível de ser analisada.

Durante o decorrer de 2021, observando a oportunidade de melhoria, a companhia passou a desenvolver uma plataforma voltada especificamente para manutenção autônoma, o Smart Check. O Smart Check é um site com modelo criado para a companhia, nela é possível organizar uma série de dados que constituem uma atividade de CIL. O principal objetivo da ferramenta é facilitar a execução da rotina tanto para a operação pelo lado de saber quais atividades precisam fazer, sua periodicidade, procedimento e até mesmo materiais e EPI's (equipamento de proteção individual) que precisarão utilizar para a realização da atividade, conforme a Figura 10. Além disso o acesso ao Smart Check pode ser feito através do celular, mais uma maneira de facilitar o uso e a familiarização com o sistema.

Figura 10 – Tela de atividade Smart Check

EPC511001 - Bico graxeiro da esteira TIF LADO IHM e OPOSTO (Entrada)

Descrição da atividade

Tempo restante: 2d Equipamento: EMPACOTADORA 01 Área: PACKAGING Subárea:

Frequência: Quinzenal Responsável: Jose Tipo de Atividade: Lubrificação Condição: Parada

Materials e ferramentas Procedimento

Materials e ferramentas para execução da atividade

Descrição	Tipo de material	Código SAP	Quantidade
Bonê com casco	Ferramenta	-	1
Bota	Ferramenta	-	1
Luva	Ferramenta	-	1
Óculos	Ferramenta	-	1
Protetor Auricular	Ferramenta	-	1
Bomba Graxeira	EPI	-	1
Pano Seco	EPI	-	1

Fonte: Próprio autor

Durante a auditoria interna de gestão em Setembro de 2021 foi dado início à transição do sistema tradicional para o Smart Check, ou seja, as atividades que estavam descritas no *book* de CIL das máquinas foram quebradas em atividades menores, com periodicidade definidas e foram inclusas no sistema.

➤ Análise de dados

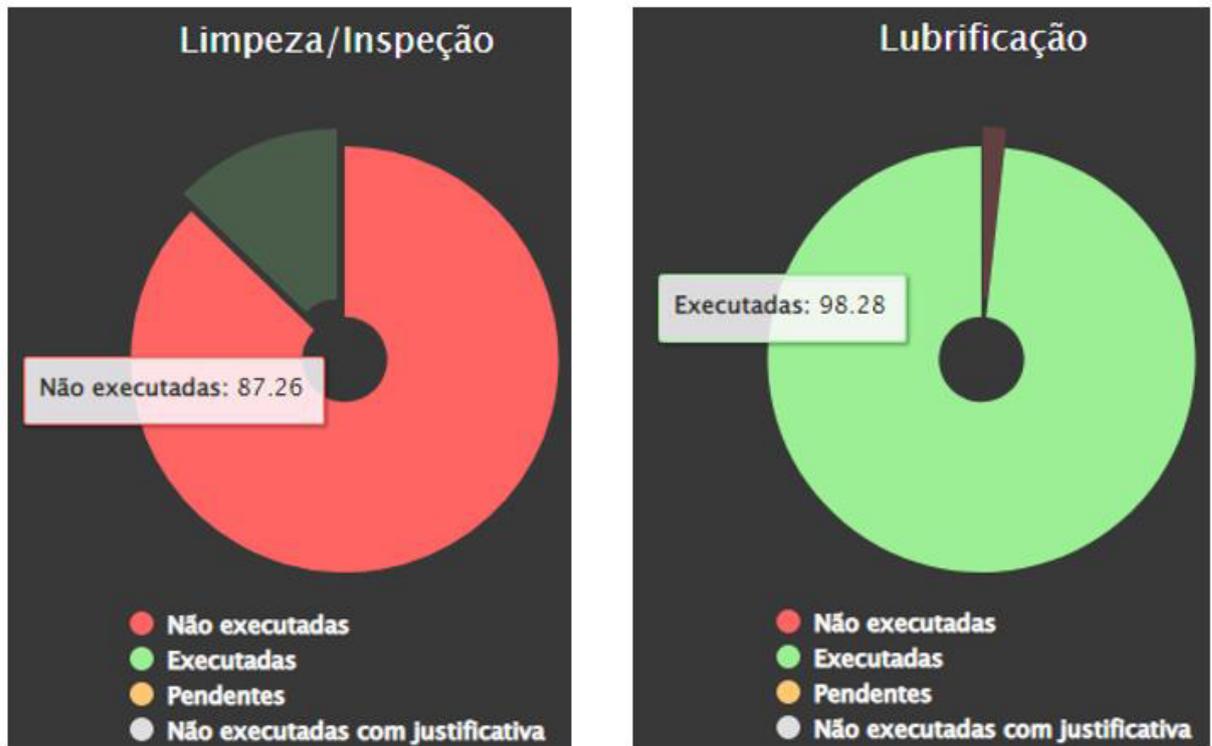
Durante a análise inicial dos dados foi constatado uma baixa aderência nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro, principalmente em atividades de limpeza e inspeção. Como mostrado nas Figuras 11, 12 e 13 nos meses de Outubro e Novembro foram confirmadas apenas as atividades de lubrificação da linha, porém no mês de Dezembro o sistema deixou de ser utilizado quase que totalmente por parte da operação.

Figura 11 – Indicadores de aderência no mês de Outubro



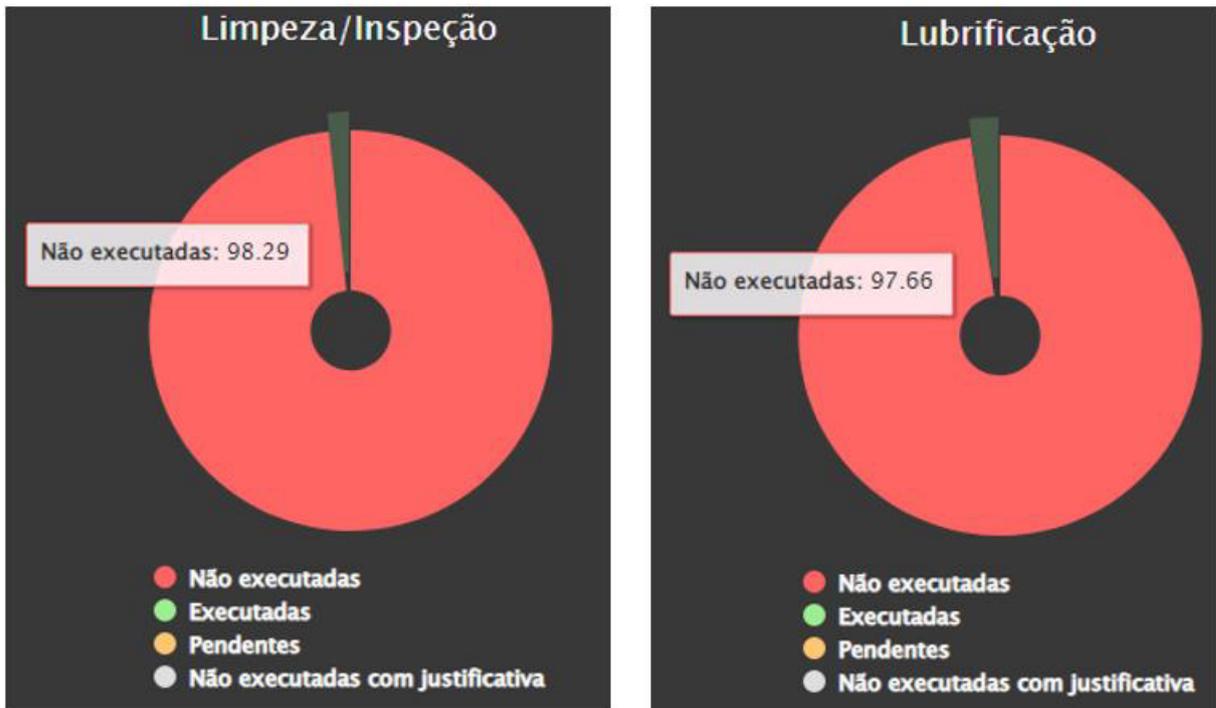
Fonte: Próprio autor

Figura 12 – Indicadores de aderência no mês de Novembro



Fonte: Próprio autor

Figura 13 – Indicadores de aderência no mês de Dezembro



Fonte: Próprio autor

3.1.2 Observação do problema – Ciclo 1

Os resultados da linha ao longo dos 3 meses também mostram uma grande queda de performance, especialmente nas máquinas com maior quantidade de atividades

O padrão de manutenção autônoma adotado na companhia prega pelo uso de um quadro de manutenção dedicado para uma máquina específica quando ela entra no farol de performance da linha. Este quadro tem como principal propósito:

- Ajudar as pessoas a entenderem o processo sendo implantado
- Ajudar as pessoas a entenderem o quanto do processo já foi implantado e quais são os próximos passos
- Manter a documentação da implantação e do processo
- Visualização de melhoria de resultado devido à implantação do processo

Essas diretrizes podem ser olhadas com a ótica de uma maneira de engajar o time da operação responsável pela execução das atividades de manutenção autônoma. A partir daí foi feito elaborado o formulário da Figura 14. O principal objetivo do formulário era ter uma noção real do cenário em que a operação se encontrava e receber *feedback* sobre a plataforma

nova, para isso foi liberado o preenchimento do formulário de maneira anônima, assim operadores que ainda não tinham conhecimento da ferramenta ou não estavam cumprindo a nova rotina, não se sentiriam inibidos a responder. O formulário então foi apresentado nas reuniões de troca de turno e foram divulgados nos grupos de *WhatsApp* e *e-mail* da linha. As respostas do formulário estão dispostas nos Anexos.

O formulário obteve 29 respostas, o que corresponde a 85,29% do QLP (Quadro de lotação de pessoal) da linha, o que nos traz um cenário bastante representativo da situação real do time em relação à aderência do novo sistema.

A partir daí foram feitas abordagens corpo a corpo em alguns técnicos e operadores chaves da manutenção da linha, com o objetivo de entender melhor o cenário em que o *book* de CIL se encontrava na reta final do seu uso, além de coletar sugestões para serem avaliadas e implementadas no Smart Check.

Figura 14 – Formulário Smart Check



SMART CHECK

Formulário Operações Autônomas

Você conhece o Book de CIL?

Sim

Não

Você já acessou o novo sistema Smartcheck?

Sim

Não

Você usa o Smartcheck para confirmar as atividades do antigo Book de CIL?

Sim

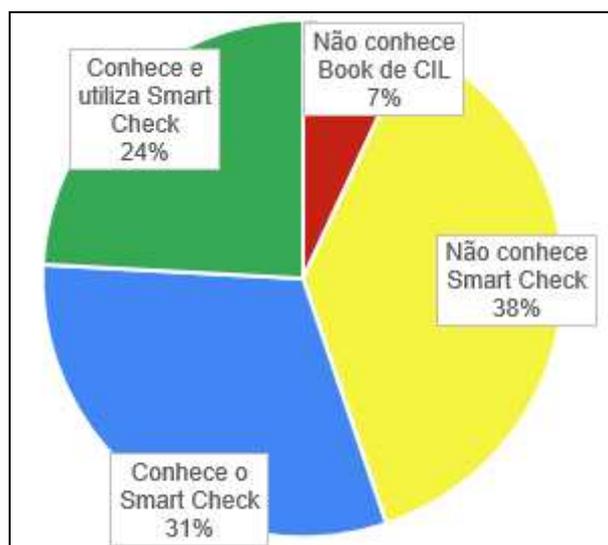
Não

Deixe aqui uma sugestão para melhorarmos ainda mais o Smartcheck!

Fonte: Próprio autor

Avaliando brevemente a situação descrita no Gráfico 1 é possível avaliar que a maioria dos operadores conheciam o *book* de CIL, porém a grande maioria deste grupo ainda não havia aderido ao uso do novo sistema Smart Check.

Gráfico 1 – Resultados do formulário



Fonte: Próprio autor

A partir daí foi então avaliado as sugestões dadas por alguns dos operadores e foram levantados os principais pontos:

- Falta de treinamento
- Desconhecimento das atividades
- Atividades desatualizadas
- Falta de procedimentos
- Atividades em choque com o SAP

Após fazer a compilação dessas informações, foi feita uma reunião com a liderança com o intuito de entender melhor como foi a transição do *book* de CIL para o Smart Check. Foram levantados então os seguintes pontos:

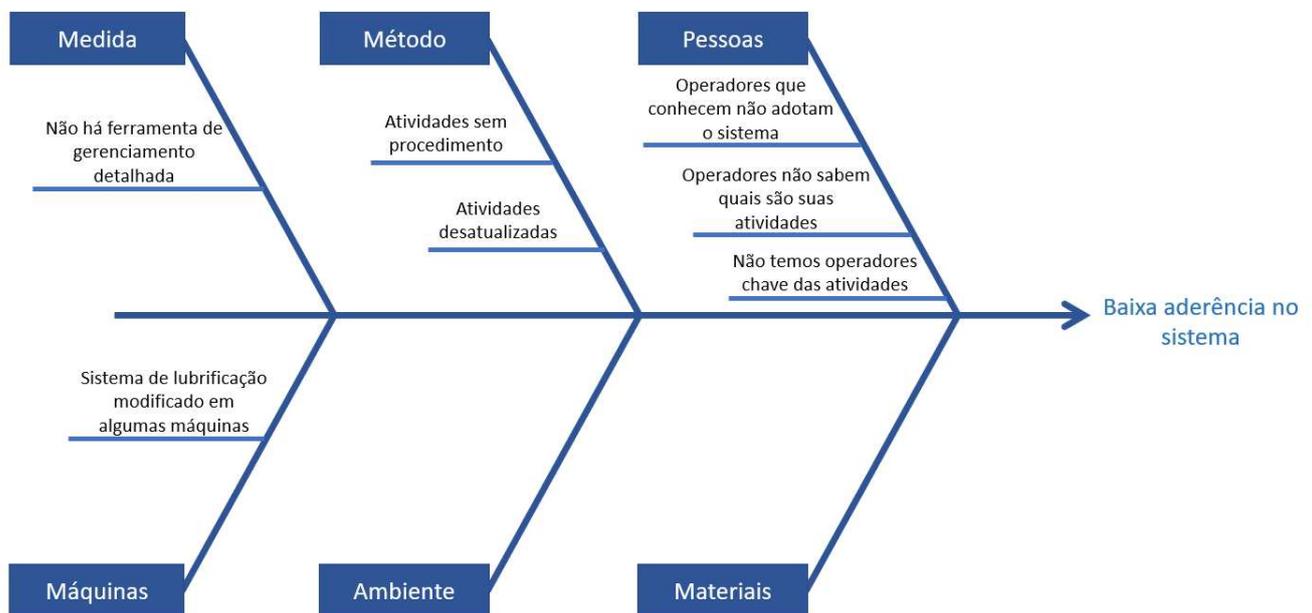
- Houve uma apresentação do sistema e foi enviado um e-mail formalizando o uso da plataforma
- O *book* foi quebrado em diversas atividades menores e foram inclusas no novo sistema. A periodicidade das atividades foi mantida
- Vários procedimentos foram quebrados para encaixar nas atividades inclusas no Smart Check
- Não podemos cobrar operadores chave sobre a execução
- Não houve uma divisão clara entre os operadores para realização das atividades

Com todas essas informações foi então passado para a próxima fase da etapa de planejamento, segundo Lesse (2002) e Campos (2014), a análise do problema.

3.1.3 Análise do problema – Ciclo 1

Seguindo o racional descrito por Campos (2014), é possível então analisar os principais problemas levantados. Para isto, utilizamos a ferramenta do diagrama de causa e efeito, exposto no Gráfico 2 para analisar as possíveis causas do problema de aderência.

Gráfico 2 – Diagrama de causa e efeito para baixa aderência no sistema



Fonte: Próprio autor

Com as causas prováveis para os principais problemas levantados, precisamos determinar quais ações deveremos executar e priorizar para resolver o problema. Além disso precisamos priorizar as causas mais críticas para abordarmos durante o primeiro ciclo do projeto. Para a determinação da criticidade foi utilizada uma matriz de priorização com base nos seguintes 5 fatores: impacto na aderência, recursos disponíveis, integração com a operação, agilidade de execução da solução, ocorrência do problema. A descrição mais detalhada das notas utilizadas pode ser encontrada no Quadro 1 e a matriz no Quadro 2.

Quadro 1 – Critérios de avaliação de priorização

Tabela X	Impacto na aderência (+)	Recursos disponíveis (-)	Integração com a operação (+)	Agilidade de execução (+)	Ocorrência (+)
Nota 1	Caso não seja sanado o problema, a atividade não terá tanto impacto na aderência	Para realizar a solução, será necessário encontrar recursos ainda não existentes	A operação não terá interação com o resultado final da solução do problema	A solução não será rápida e irá levar tempo para ser elaborada e executada	O problema ocorre com baixa frequência
Nota 5	Caso não seja sanado o problema, a atividade irá prejudicar todas as outras ações, impactando na aderência	Para realizar a solução, os recursos disponíveis já são suficientes	A operação irá interagir diretamente para colaborar com a solução do problema	A solução é ágil e será elaborada e executada rapidamente	O problema ocorre com alta frequência

Fonte: Próprio autor

Quadro 2 – Matriz de priorização dos problemas – Ciclo 1

Matriz de Priorização	Nível de impacto						Ação
	Impacto na aderência (+)	Recursos disponíveis (-)	Integração com a operação (+)	Agilidade de execução (+)	Ocorrência (+)	Pontuação	
Operadores não conhecem o sistema	5	5	5	3	4	1500	Treinar a operação na nova plataforma
Operadores desconhecem as atividades	5	3	5	1	5	375	Realizar definição de atividades por turno e os donos das atividades
Não há operadores chave	4	3	5	1	5	300	
Não há ferramenta de gerenciamento	4	3	1	4	5	240	Elaborar ferramenta de gerenciamento de indicadores de aderência
Atividades desatualizadas	3	2	4	3	3	216	Revisar todas as atividades
Atividades sem procedimento	3	2	5	2	1	60	Elaborar procedimentos faltantes
Modificações realizadas nas máquinas inclusas nos procedimentos	2	2	5	2	1	40	Revisar todos os procedimentos

Fonte: Próprio autor

A partir da matriz de priorização, foram selecionadas as ações mais críticas para tratamento e por dependerem de um extenso período de tempo até serem finalizadas, foram os focos do primeiro ciclo: “treinar a operação na nova plataforma”, “realizar definição de atividades por turno e os donos das atividades” e “elaborar ferramenta de gerenciamento dos indicadores de aderência”.

3.1.4 Plano de ação – Ciclo 1

Com a definição das ações a serem priorizadas no Ciclo 1 foi então detalhada a execução das ações a partir da metodologia 5W2H, uma das ferramentas apresentadas anteriormente. Assim, conseguimos ter uma definição clara da execução, prazos e razões para garantir a execução das ações. Com essa definição as 3 ações foco para o ciclo ficaram definidas no Quadro 3.

Quadro 3 – Ações do ciclo 1 aplicadas no 5W2H

Ação	Plano de ação						
	O que	Porquê	Onde	Quando	Quem	Como	Quanto
Treinar a operação na nova plataforma	Realizar treinamento da operação para o uso da nova plataforma Smart Check na rotina	Garantir que todos estarão aptos a utilizar a plataforma	Sala da linha	Durante as trocas de turno dias 07, 09 e 11/02	Evanildo / João Pedro / Ítalo	Apresentação utilizando o próprio sistema	-
Realizar definição de atividades por turno e os donos das atividades	Definir o operador dono de cada uma das atividades de maneira adequada à realidade e rotina dos turnos	Garantir que as atividades não estejam distribuídas de maneira a prejudicar a sua execução ou das outras rotinas da operação	Smart Check	Prazo 04/03	João Pedro e Carlos Roberto	Benchmark junto à operação e corpo técnico	-
Elaborar ferramenta de gerenciamento de indicadores de aderência	Criar planilha de gerenciamento de indicadores de manutenção autônoma	Acompanhar os indicadores de aderência para avaliar os dados e tomar decisões	Excel	Prazo 04/03	João Pedro	Benchmark do time de estagiários do packaging e time de manutenção	-

Fonte: Próprio autor

3.2 Ações – Ciclo 1

Com as ações definidas, foram repassadas as informações do Quadro 3 para os responsáveis bem como a origem dessas ações, assim todo o time passa a ser responsável pela execução das ações.

No dia 07/02 foi dado início ao treinamento durante a reunião de troca de turno. O treinamento foi realizado com toda a operação do Turno A e o operador do Turno C presente no dia. Utilizando a plataforma, foi simulado como o operador verá sua tela principal contendo suas atividades, qual a frequência e o prazo que ainda tem disponível para realizar a atividade, como indicar uma anomalia durante a execução e até mesmo checar o

procedimento com passo a passo da mesma. Além disso, foi mostrado o funcionamento da dinâmica de encerramento de atividades com prazo expirado, o sistema permite o preenchimento retroativo de atividades, contanto que a mesma esteja no seu prazo de execução. Por exemplo: uma atividade semanal abriu no dia 01 às 00:00 e permanecerá aberta até o dia 07 às 23:59, caso sua execução tenha acontecido no dia 03, porém o operador não conseguiu fazer a confirmação no dia, é possível dar baixa nos dias consecutivos, até o seu fechamento, colocando a data de execução no dia 03. Porém, caso a atividade expire, uma nova atividade é aberta e a atividade fechada é dada permanentemente como não executada, assim caso o operador tentasse dar baixa no dia 08, ele não iria conseguir usar a data retroativa do dia 03, pois esta atividade já estaria encerrada.

O treinamento durou cerca de 25 minutos e foi repetido novamente nos dias 09 e 11/02, nos três turnos. Esta repetição ao longo da semana se dá pelo fato de a escala da linha ser uma escala de folga 6x2, ou seja, o operador trabalha por seis dias consecutivos e folga 2 dias consecutivos. Assim os operadores, que estavam de folga em um dos dias do treinamento, participaram do treinamento ao menos duas vezes, garantindo a fixação do conteúdo repassado.

Para a realização da distribuição de atividades e definição de donos, inicialmente, foram coletadas todas as atividades que estavam registradas no sistema. Esta base de dados foi filtrada e organizada com o intuito de facilitar o entendimento durante as definições, conforme a Figura 15. Com as atividades em mãos, foi necessário se reunir individualmente com os operadores mais experientes de cada uma das máquinas e alguns membros do time de manutenção preventiva para realizar as definições de cada uma das 468 atividades cadastradas para a linha.

Figura 15 – Modelo utilizado nas reuniões com operação

Subá Equipamento	Tipo de Atividade	Título atividade	Periodicidade	Procedimento
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Bigornas do cilindro de transferência	Diária	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Cilindro de vácuo	Diária	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Estrelas de entrada e saída	Diária	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Limpeza Carrossel	Diária	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Limpeza do piso da máquina	Diária	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Portas de acrílico	Diária	Contém
L561 ROTULADORA 01	Lubrificação	Verificar e completar nível de óleo do redutor do carrossel	Mensal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Base inferior ¹	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Conjunto de cola ¹⁰	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Conjunto de corte ³	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Conjunto Encoder ³	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Correntes ²	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Eixo principal ⁵	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Engrenagens ¹	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Inspeção de folga Carrossel ¹	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Motor blindado ³	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Redutor de facas ⁶	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Limpeza/Inspeção	Sensores inferiores ⁶	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Lubrificação	Lubrificação Cilindro de transferência do vácuo ¹	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Lubrificação	Lubrificação da Bomba de Cola	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Lubrificação	Lubrificação da guia corredeira do cilindro de cola ¹	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Lubrificação	Lubrificação do Cilindro da faca ¹	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Lubrificação	Lubrificação no sistema centralizado ¹	Quinzenal	Contém
L561 ROTULADORA 01	Lubrificação	Lubrificar carrossel da máquina ¹	Quinzenal	Contém

Fonte: Próprio autor

Durante as reuniões com os operadores foi possível observar que devido ao fato de os PCM's da linha acontecerem durante o turno A, grande parte das atividades de lubrificação e inspeção ficaram com o turno. Um ponto importante coletado durante as reuniões foi que diversas atividades que estavam com o título desatualizado ou completamente obsoletas foram marcadas para atualização da base. Além disso, foram marcadas algumas atividades para revisão de periodicidade, as mesmas tiveram suas alterações avaliadas junto ao time da preventiva para garantir que nenhuma alteração feita nas atividades viesse a comprometer a saúde dos componentes e a performance futura da linha. Por fim, também foram avaliadas algumas atividades que estavam duplicadas para remoção do sistema.

No total, tivemos a definição de turno e donos para cada uma das 458 atividades que foram mantidas no sistema. A inclusão dos donos na plataforma foi feita de forma manual e foi concluída no dia 25/02.

Para a criação da ferramenta de gerenciamento da aderência foram inicialmente definidos quais os indicadores que deveriam ser acompanhados. Após uma reunião entre a liderança foi definido que os principais fatores a serem acompanhados seriam:

- Aderência geral da linha
- Aderência por máquina
- Quantidade de atividades realizadas e não realizadas
- Execução de cada operador

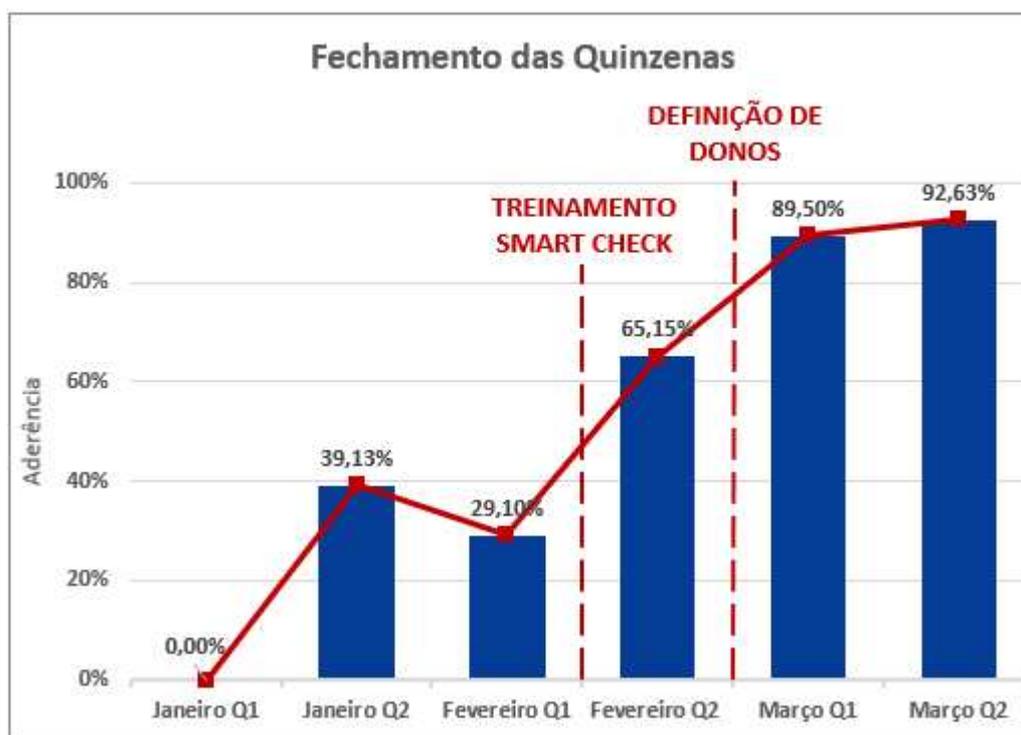
A partir da definição dos indicadores, foi utilizada a base gerada pela plataforma Smart Check para extrair os dados. Os dados são exportados em formato de planilha em Excel e são copiados diretamente para o gerenciador para atualização. A partir daí foram utilizadas diversas fórmulas e ferramentas com o objetivo de simplificar a visualização dos indicadores a serem acompanhados.

A criação da ferramenta de acompanhamento foi finalizada e validada pela coordenação no dia 02/03 e a ferramenta passou a ser implementada na rotina da liderança e nos quadros das reuniões diária e de produtividade. Assim, o time de manutenção preventiva passa a ter conhecimento de uma das bases da manutenção realizada pela operação.

3.3 Verificação – Ciclo 1

Após a realização das ações, o mês de Março foi dedicado à etapa de verificação dos resultados e implementação das ferramentas. Logo após os treinamentos realizados já foi possível observar um aumento significativo nas confirmações da segunda quinzena do mês de Fevereiro, onde na Q1 tivemos uma aderência de 29,1%, na Q2 a aderência foi 65,1%, o que evidencia a efetividade do treinamento realizado nas trocas de turno. A aderência quinzenal do ciclo 1 está descrita no Gráfico 16.

Gráfico 16 – Evolução da aderência nas quinzenas – Q1



Fonte: Próprio autor

Com o auxílio do gerenciador foi possível obter uma visão mensal da aderência ao novo sistema por diversos ângulos, como os operadores mais críticos e as máquinas que estão com maior déficit de manutenção autônoma. A partir dessas informações era possível fazer uma abordagem ao longo do mês para entender os problemas e as dificuldades que estavam ocorrendo no uso da ferramenta. Além disso, o gerenciador permitia o acompanhamento do preenchimento por operador através de um farol, o que deixava bem claro quem estava aderindo ou não à ferramenta.

Um grande problema eram as atividades diárias, principalmente as mais básicas. Em algumas das máquinas, as atividades como limpeza de sensor eram feitas junto com rotinas de segurança e, por se tratarem de muitos itens, estavam inchando a rotina do operador. O exemplo mais grave deste problema foi na empacotadora em que o operador possuía 11 atividades de limpeza/inspeção de sensores que precisavam ser realizadas e dado baixa diariamente, o que inchava a rotina do operador e fazia com que ele eventualmente apenas realizasse as atividades sem dar baixa na plataforma. Outro fator que também era agravado pelas atividades diárias eram as folgas do operador da máquina, que aconteciam durante 2 dias da semana, quando o operador estava de folga, o operador que ia para a máquina não estava dando baixa nas atividades, apenas nas atividades em que ele estava como dono, gerando assim um alerta enganoso no farol de aderência dos operadores.

Aliado ao gerenciador e ao próprio sistema, também foram realizados diagnósticos técnicos operacionais (DTO) para garantir a correta execução dos procedimentos, bem como oportunidades de melhoria e correções ou atualizações a serem feitas nos procedimentos das atividades. O DTO consiste em um colaborador, em posse de um procedimento ou padrão em mãos, checar se um outro colaborador está realizando determinada atividade segundo o padrão. Durante a atividade são feitos vários questionamentos com o intuito de determinar se o funcionário tem domínio sobre a atividade e por fim é dado o resultado com as conformidades, não conformidades, alterações e oportunidades de melhoria que podem surgir por qualquer uma das partes.

Durante um desses diagnósticos foi observado que todos os procedimentos de lubrificação das correntes da empacotadora estavam desatualizados, uma vez que foi instalado um sistema de lubrificação automática e agora só era necessário a inspeção dos dispositivos.

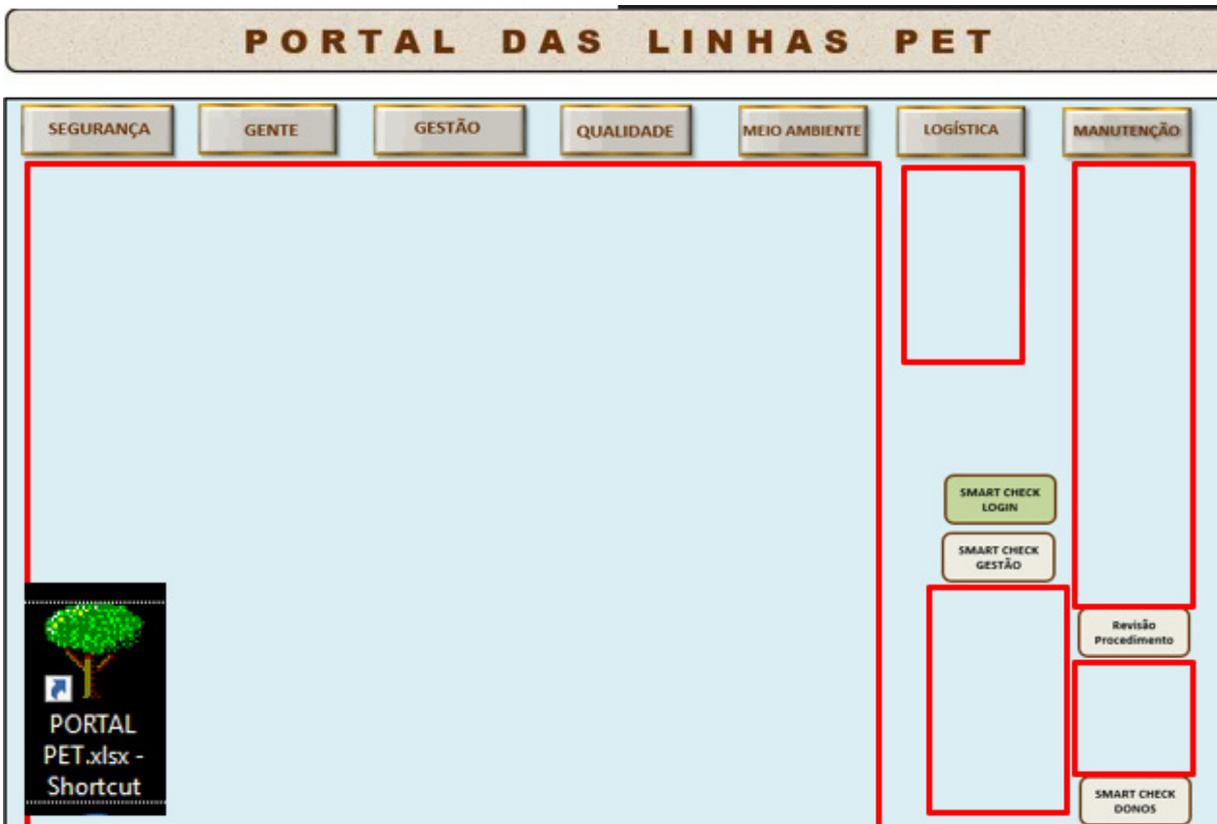
Uma oportunidade de melhoria também levantada durante um DTO foi na sopradora, onde os operadores reclamaram bastante da repetição de atividades na parte rotativa da máquina, por exemplo: o sistema de fechamento dos moldes possui uma lubrificação a ser feita guias da articulação da base do mecanismo. No sistema, esta atividade

estava dividida entre: lubrificação do guia do rolamento lado esquerdo molde 1, lubrificação do guia do rolamento lado direito molde 1, guia de lubrificação do pino lado esquerdo molde 1 e lubrificação do pino lado direito molde 1, numa máquina que possui 12 moldes. Este tipo de situação ocorria em outras máquinas com o mesmo princípio rotativo, como rotuladora e capsulador.

3.4 Padronização – Ciclo 1

Para garantir que as ferramentas desenvolvidas durante o ciclo se mantiveriam claras e sendo cumpridas foram então confeccionado uma planilha contendo todos os donos das atividades e disponibilizadas nos atalhos dos computadores da operação, conforme a Figura 16. Assim, caso algum operador venha a ter dúvidas sobre as atividades de um colega que está substituindo ou até mesmo sobre suas atividades, ele pode consultar a planilha. Além disso, foi disponibilizado um treinamento da plataforma Smart Check elaborado pelos criadores da plataforma e disponibilizado pelo setor de manutenção da cervejaria.

Figura 16 – Atalhos para consulta dos arquivos Smart Check



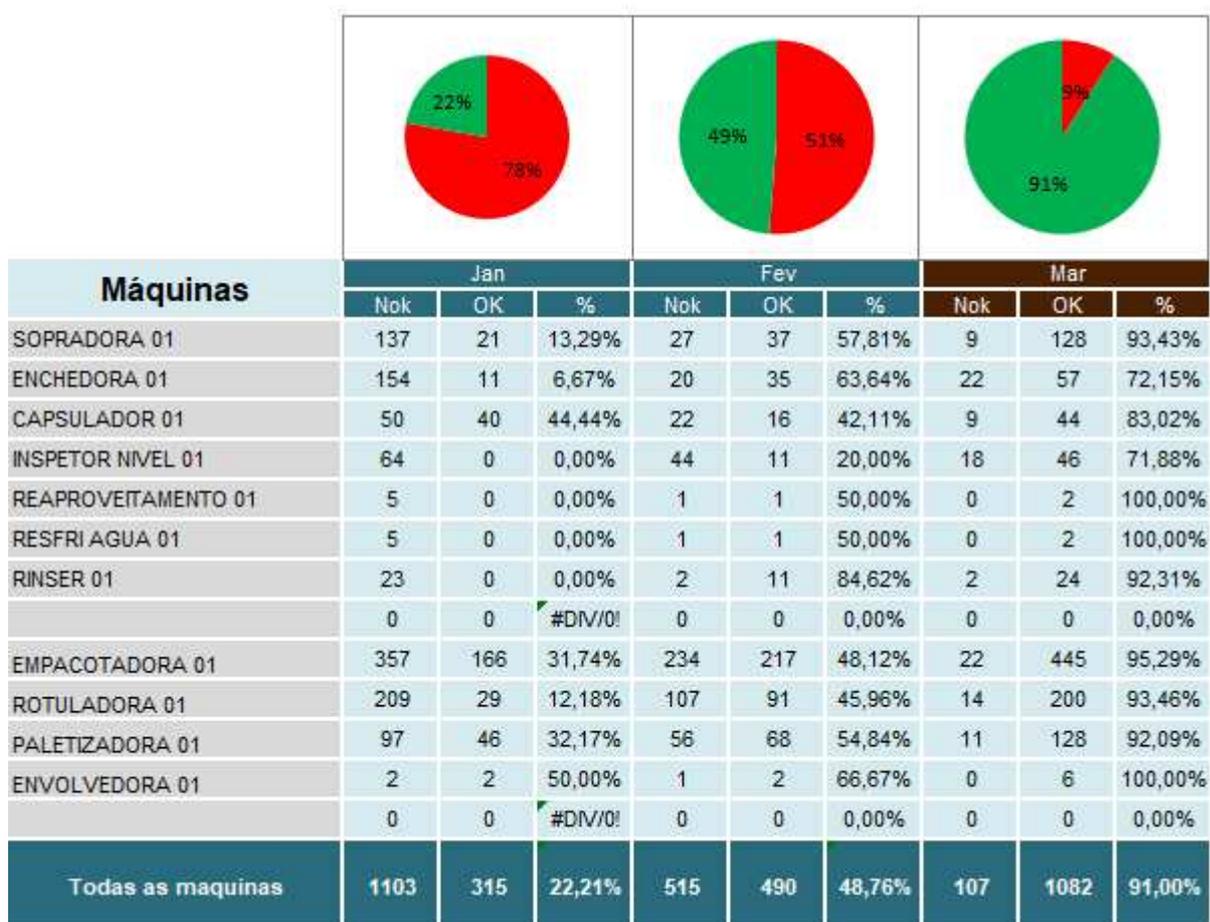
Fonte: Próprio autor

Além disso, passou a ser feita semanalmente uma divulgação via e-mail de um farol de aderência da operação, assim os operadores conseguem ver qual o seu status dentro do grupo o que gera um alerta para olhar a ferramenta e checar se houve uma falha de execução ou baixa de alguma atividade executada. Com isso damos início à principal característica de uma linha com bons resultados: operação autônoma.

3.5 Conclusão – Ciclo 1

Ao analisar o gerenciador de aderência desenvolvido para acompanhamento na Figura 17 é possível observar uma evolução nos indicadores de manutenção da linha. Assim, o foco principal para o ciclo 2 será a execução das ações ainda pendentes na matriz de priorização do Quadro 2 e as melhorias propostas pela operação durante a realização dos diagnósticos em linha.

Figura 17 – Planilha de gerenciamento de aderência ao sistema – Q1/2022



Fonte: Próprio autor

3.6 Planejamento – Ciclo 2

Iniciando o ciclo 2 no mês de Abril de 2022, foi utilizada uma estrutura semelhante à utilizada no ciclo 1, porém, como citado, o foco deste ciclo será em problemas já identificados anteriormente no diagrama de causa e efeito do Gráfico 2 e dos problemas relatados pela operação durante os DTO's do ciclo 1. Sendo assim, a matriz de priorização foi definida para o ciclo 2 conforme o Quadro 4 e o plano de ação seguindo o modelo 5W2H para uma definição mais clara das ações no Quadro 5.

Quadro 4 – Matriz de priorização dos problemas – Ciclo 2

Matriz de Priorização	Nível de impacto						Ação
	Impacto na aderência (+)	Recursos disponíveis (-)	Integração com a operação (+)	Agilidade de execução (+)	Ocorrência (+)	Pontuação	
Atividades múltiplas	4	4	3	4	3	576	Compactar atividades múltiplas
Atividades desatualizadas	3	2	4	3	3	216	Revisar todas as atividades
Atividades sem procedimento	3	2	5	2	1	60	Elaborar procedimentos faltantes
Modificações realizadas nas máquinas inclusas nos procedimentos	2	2	5	2	1	40	Revisar todos os procedimentos

Fonte: Próprio autor

Quadro 5 – Ações do ciclo 2 aplicadas no 5W2H

Ação	Plano de ação						
	O que	Porquê	Onde	Quando	Quem	Como	Quanto
Compactar atividades múltiplas	Avaliar junto ao time da preventiva a possibilidade de compactar atividades múltiplas (máquinas rotativas)	Reduzir o trabalho repetitivo durante a confirmação de execução	Smart Check	Prazo 08/04	João Pedro e Francisco Kléber	Benchmark junto à operação e corpo técnico	-
Revisar todas as atividades	Reavaliar atividades que não se aplicam mais ao contexto das máquinas	Garantir que o sistema possui apenas atividades relevantes ao contexto das máquinas	Smart Check	Prazo 29/04	João Pedro e Stênio	DTOs de execução	-
Elaborar procedimentos faltantes	Criar procedimento padrão de execução das atividades que estiverem sem procedimento	Garantir a correta execução das atividades para colaboradores novatos ou com dúvidas	Word + Smart Check	Prazo 13/05	João Pedro e Stênio	Pesquisar por procedimentos antigos / Elaborar procedimentos junto ao time de preventiva	-
Revisar todos os procedimentos	Revisar procedimentos que não condizem com os sistemas das máquinas ou estão fora de formatação		Smart Check	Prazo 27/06	Stênio	Comparar o padrão do procedimento com o modelo determinado pela companhia	-

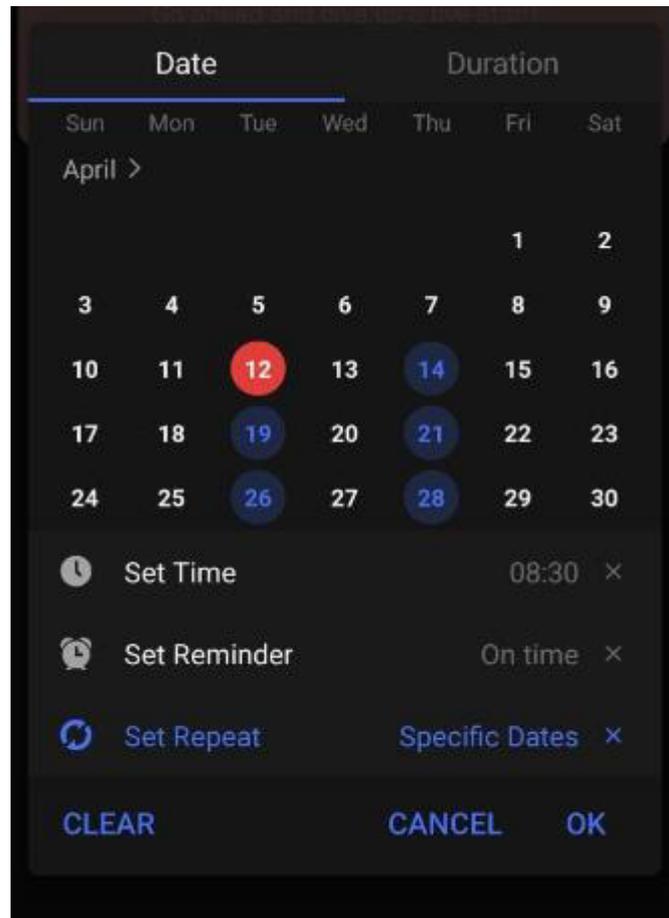
Fonte: Próprio autor

Além disso, foi feito, a pedido da coordenação da linha, uma reavaliação da periodicidade das atividades diárias junto ao time de manutenção preventiva. Utilizando a mesma abordagem e modelo utilizado na distribuição de atividades, foi utilizado o método de reuniões com o time da preventiva e operadores chaves de cada uma das máquinas.

3.7 Ações – Ciclo 2

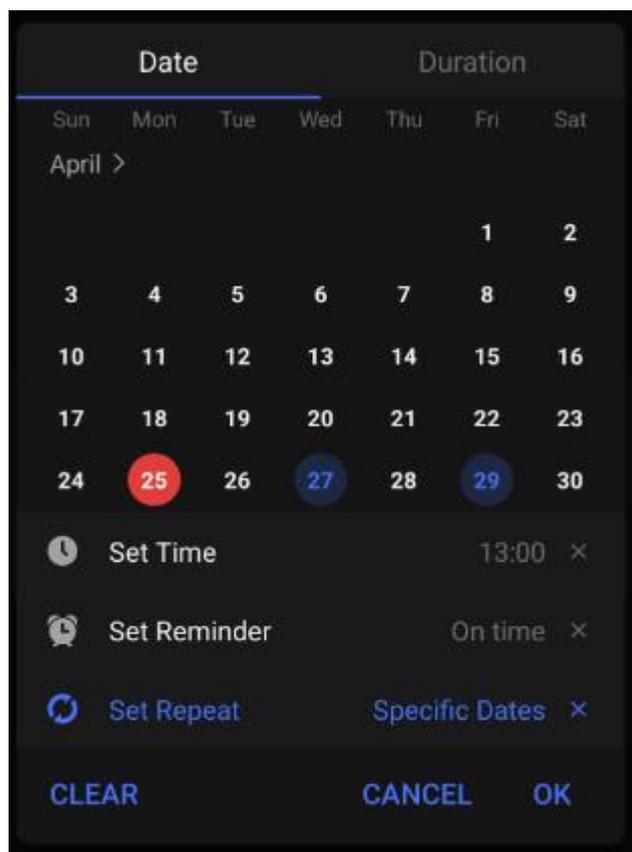
Com o detalhamento das ações do Quadro 5 finalizados, as ações foram então repassadas para os responsáveis e as rotinas foram estabelecidas para garantia da execução. Como algumas ações eram cíclicas, como revisão e análise de atividades, foi definida uma rotina para realização das mesmas. Para aliar a execução das ações mais longas, foi feito uma rotina com o auxílio do aplicativo de celular *Tick Tick* conforme a Figura 18, para os DTO's de execução, e a Figura 19, para a elaboração de procedimentos pendentes.

Figura 18 – Rotina de aplicação dos DTO's de execução – Ciclo 2



Fonte: Próprio autor

Figura 19 – Rotina de elaboração dos procedimentos pendentes – Ciclo 2



Fonte: Próprio autor

No dia 06/04 foi dado início à análise das atividades para compactação junto ao time da preventiva e os operadores chave das máquinas. No início da avaliação o sistema constava com 222 atividades múltiplas, sendo 180 da máquina sopradora e 42 do capsulador, o que apenas reflete o cenário de máquinas rotativas apenas. Durante as reuniões realizadas nos dias 06 e 08/04 foi relatado que o mesmo acontecia na máquina rotuladora, porém durante a inclusão das atividades no sistema Smart Check foi feita a compactação, o que evitou ainda mais o inchaço.

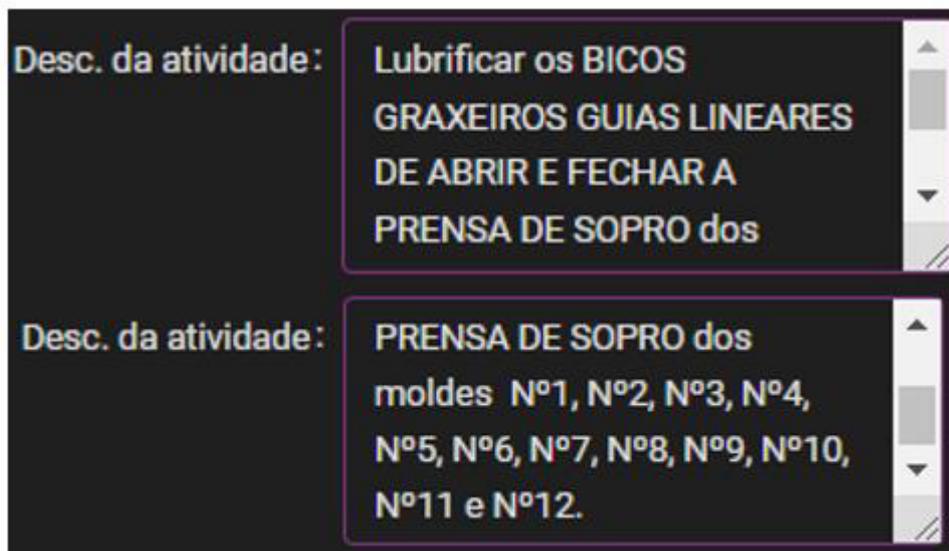
Ao avaliar o cenário da máquina sopradora é possível observar que a máquina é constituída de 12 estações de sopragem de garrafa, sendo assim, a quantidade real que possuíamos de atividades a serem executadas em todos os moldes eram 15 atividades. No capsulador temos 14 cabeçotes de arrolhamento o que nos trouxe para 3 atividades essenciais. A Figura 20 demonstra o exemplo do que foi definido para compactação, onde as atividades marcadas de verde tiveram seu título e descrição alteradas para destacar que a atividade deve ser executada em todas as estações, conforme a Figura 21, enquanto as atividades de azul foram excluídas do sistema.

Figura 20 – Atividades múltiplas a serem compactadas

Turno	Equipamento	Tipo de Atividade	Título atividade
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 01
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 02
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 03
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 04
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 05
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 06
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 07
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 08
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 09
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 10
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 11
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DE SOPRO Nº 12
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 01
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 02
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 03
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 04
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 05
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 06
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 07
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 08
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 09
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 10
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 11
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DA ARTICULAÇÃO DA PRENSA DE SOPRO DO MOLDE Nº 12
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 01
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 02
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 03
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 04
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 05
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 06
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 07
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 08
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 09
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 10
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 11
TB	SOPRADORA 01	Lubrificação	BICO GRAXEIRO ROLAMENTO DE ABRIR E FECHAR DA PRENSA DO MOLDE Nº 12

Fonte: Próprio autor

Figura 21 – Descrição da atividade compactada no Smart Check



Fonte: Próprio autor

Em paralelo com as discussões sobre as atividades múltiplas, também foram feitas as discussões sobre as atividades diárias. Foi possível observar que todas as atividades diárias eram da categoria limpeza/inspeção e se dividiam entre dois principais componentes foco: sensores e portas, conforme exemplificado na máquina empacotadora na Figura 22. Ao avaliar melhor as atividades, foi possível encontrar duplicidade das atividades que envolviam

inspeção de sensores com o check de sensores de segurança que é feito a cada turno nas máquinas. Com o isso foi feito a mudança dessas atividades para frequência semanal e repassado ao time. Em situação similar, as outras atividades de limpeza de portas, que representava o restante das atividades diárias, foi alocada no cronograma de limpeza da máquina e a frequência da atividade foi alterada para semanal, como um modo de garantia. As alterações foram realizadas de maneira manual no Smart Check e foram finalizadas no dia 11/04.

Figura 22 – Atividades diárias exemplo empacotadora

Equipamento	Tipo de Atividade	Título atividade	Período
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	LIMPEZA NAS PORTAS DE ACRÍLICO DA MÁQUINA	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DA ENGENHAGEM DO EIXO DA FAÇA	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DAS BANDEIROLAS DE ENTRADA	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DAS BARRAS DE SEPARAÇÃO	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DE HOME	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DE LIBERAÇÃO DE FILME	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DE PRODUTO CAÍDO NA ZONA DE ENVOLVIMENTO	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DE PRODUTO SEM FILME	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DE TORQUE DAS BARRAS DE ENVOLVIMENTO	Diária
EMPACOTADORA 01	Limpeza/Inspeção	SENSOR DO FREIO DO BAILARINO	Diária

Fonte: Próprio autor

No dia 12/04 foram iniciados os DTO's de execução conforme definido anteriormente. A princípio as datas foram escolhidas por serem possíveis datas de PCM ou setup de produto, o que iria agilizar o processo de análise além de trazer grau a mais de aplicabilidade do procedimento, porém apenas nos dias 12 e 19 foi possível realizar o diagnóstico nessas situações. Nos dias 14, 26 e 28, o diagnóstico foi realizado com linha rodando e os operadores simularam e indicaram, o máximo possível, como eram realizadas as atividades. Não foi possível a realização do diagnóstico no dia 21 devido ao feriado de Tiradentes, o que mostra uma falha no planejamento inicial. A sequência de aplicação dos DTO's foi definida com base na sequência da linha que segue na sopradora, rotuladora, enchedora/capsulador, empacotadora e finaliza na paletizadora/envolvedora.

Durante os procedimentos foi possível observar diversas oportunidades de melhorias que foram repassadas para o time de manutenção preventiva avaliar sua implementação. Com relação ao foco da atividade, foi possível encontrar 8 atividades que estavam não condizentes com a realidade da linha, sendo 1 na sopradora, 1 na rotuladora, 5 na enchedora e 1 na envolvedora. As alterações nos títulos das atividades foram realizadas no sistema conforme o diagnóstico era realizado em campo, sendo a ação finalizada no dia 28/04.

No dia 25/04 foi dado início ao levantamento das atividades sem procedimento no sistema Smart Check via relatório. A partir do relatório inicial foram constatadas 45 atividades sem procedimento anexados à atividade no Smart Check. Em seguida foi feita uma análise nos antigos arquivos do *book* de CIL e foram encontrados 36 procedimentos já elaborados, que precisavam apenas serem separados do procedimento geral e colocados no modelo correto. Com isso a elaboração dos restantes procedimentos foi feita do início, foram tiradas fotos simulando os passos a serem realizados, identificados os materiais e insumos necessários, recomendações de segurança e por fim colocados no modelo da companhia, conforme exemplo da Figura 23.

Figura 23 – Exemplo de procedimento elaborado

Plano OLS	Atividade 001	Operação 001	Procedimento de Manutenção		Nº de Páginas 1/3
Tipo PREVENTIVA					Elaboração JOÃO PEDRO
Data Revisão 31/03/2022		Rev. Nº 01	Aprovação		
Area	Equipamento SOPRADORA	Fabricante	Modelo		
Descrição do Serviço LUBRIFICAÇÃO DOS BICOS GRAXEIROS DOS GUIAS LINEARES DE ABRIR E FECHAR A PRENSA DO SOPRO					

1. Requerimentos de Segurança ou Ambientais

LOTO Trabalho à quente NR-13
 PT Descarte de Resíduos NR-10
 Trabalho em Altura Espaço confinado Dosímetro

2. Ferramentas/Materiais Especiais

01	Pano para a limpeza	02	Pincel	03	Bomba garxeira para realizar a lubrificação	04	Lubrificante especificado na placa de identificação
05	Luva de pano	06		07		08	

3. Referência para Consulta:

CENG.2.REG.GGS.1.000001 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
 CENG.2.REG.SEG.01.000001 – PILAR SEGURANÇA – ACESSO SEGURO DE MÁQUINAS (SAM) E BLOQUEIO DE ENERGIA (LOTO)

4. Passo a Passo

ÍTEM	DESCRIÇÃO DETALHADA (PASSO A PASSO)	PONTOS DE ATENÇÃO
A	Preparação	
A1	Receber a ordem de manutenção	VER PRIORIDADE
A2	Contatar o operador para liberação da máquina para execução da manutenção.	
A3	Analisar o serviço a ser executado	VERIFICAR RISCOS ASSOCIADOS À TAREFA (OBS: Caso durante a inspeção seja encontrada alguma não conformidade grave, repassar para a supervisão para avaliar a criticidade e a ação a ser tomada)

Fonte: Próprio autor

Devido ao grande reaproveitamento dos procedimentos antigos, priorização devido à urgência da auditoria do início de Maio e disponibilidade da linha parada, foi possível finalizar a elaboração e inclusão dos procedimentos no sistema no dia 04/05.

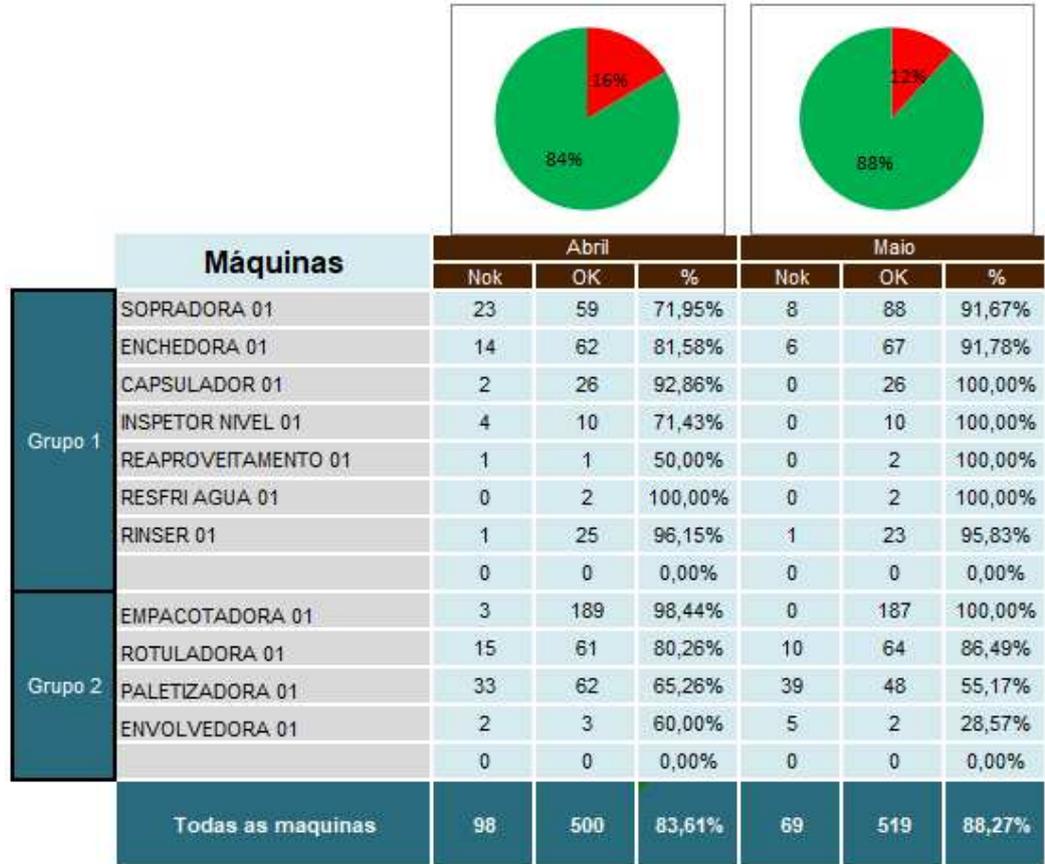
A revisão dos procedimentos antigos vem sendo feita desde o dia 29/04 e teve seu início logo após a conclusão dos resultados dos diagnósticos realizados em linha, que representaram uma grande parte das mudanças a serem realizadas, ficando a maior pendência para a padronização, visto que muitos procedimentos estão com seu passo-a-passo correto, porém estão fora do padrão adotado, sendo finalizada no dia 30/09.

3.8 Verificação – Ciclo 2

Ao acompanhar a quantidade de atividades no gerenciador é possível observar a redução de atividades, quando comparadas com o período do ciclo 1, devido a compactação de atividades e a mudança das atividades diárias, conforme a Figura x.

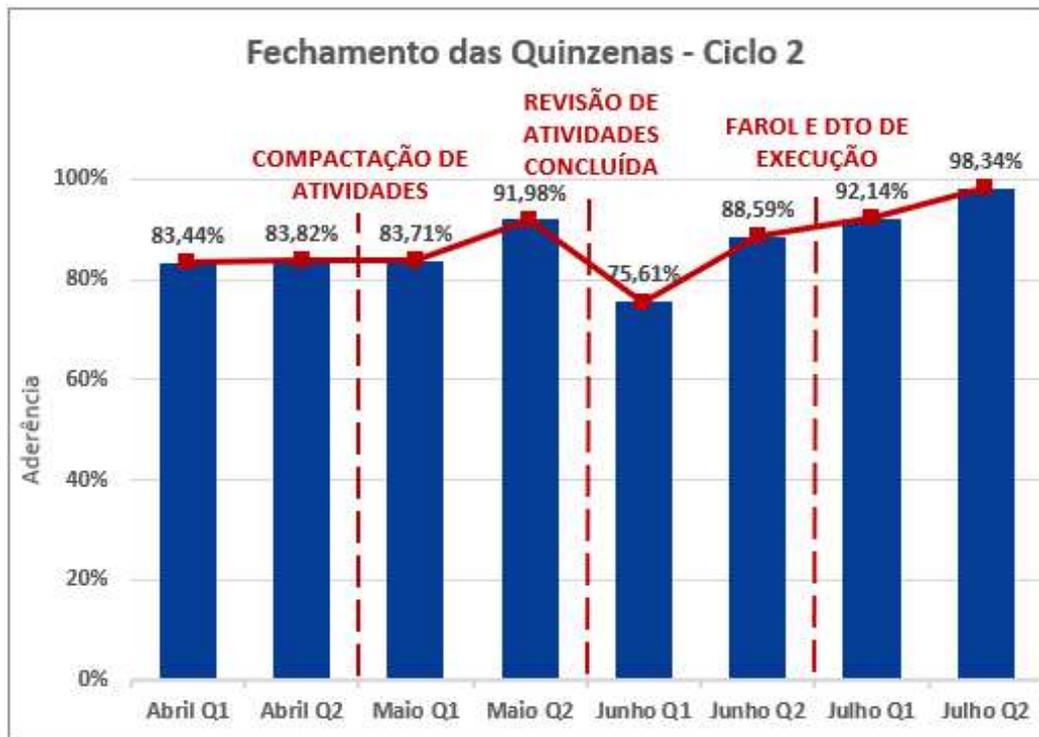
Analisando a evolução da aderência ao longo das quinzenas, conforme o Gráfico 4 é possível observar que tivemos uma queda e estabilização. Mesmo com o foco das ações sendo a redução de atividades e a adequação do sistema ao cenário real da linha é possível concluir, a princípio, que as ações não surtiram o efeito esperado de imediato. Com o auxílio do gerenciador foi possível observar que após a realização das ações que demonstravam maior impacto na aderência, conforme a matriz de priorização no Quadro 4 apresentada anteriormente, não tivemos o impacto esperado. Com isso foi feita uma investigação com o objetivo de analisar quais eram os principais operadores que estavam com baixa aderência, para entender qual o problema que estavam enfrentando e como podemos encontrar uma solução.

Figura 24 – Planilha de gerenciamento de aderência ao sistema – Q2/2022



Fonte: Próprio autor

Gráfico 4 – Evolução da aderência nas quinzenas – Ciclo 2



Fonte: Próprio autor

Foi constatado que na segunda semana do mês de Abril, houve uma instabilidade nas confirmações do sistema, que foi relatado pela operação e repassado para os desenvolvedores. No regime normal do sistema, ao realizar a confirmação de execução de uma atividade, a mesma some do campo de pendências do operador confirmando assim sua execução. Durante a instabilidade, o operador realizava a confirmação, porém a ordem seguia visível como aberta, assim o operador não sabia se a atividade havia sido confirmada ou não. Com o término do período de execução foi possível observar que as ordens confirmadas estavam constando como “executadas”, sendo assim o problema era apenas visual, porém, conforme relatado, os operadores não sabiam o que já tinham confirmado ou não, sendo assim muitas ordens ficaram pendentes de confirmação pois os operadores acreditavam que já haviam feito a confirmação no sistema. Essa instabilidade afetou 44 atividades que não foram confirmadas na segunda semana, sendo elas semanais e quinzenais.

Além da instabilidade, um dos operadores precisou se afastar no início de Abril, por razões de saúde, assim o técnico que assumiu suas atividades não estava ciente que precisava realizar a confirmação das mesmas no sistema. Outro fator agravante à situação era que as atividades não estavam atreladas ao técnico e na segunda quinzena do mês, o responsável pela execução das mesmas foi um operador de outro turno, o que adicionava mais um nível de complexidade na cobrança das atividades. Esta rotina só foi reestabelecida quando o operador e o técnico foram reunidos com a liderança para alinhamento sobre a responsabilidade da confirmação das atividades no sistema, realizada no fim do mês de Abril.

No fechamento da primeira quinzena de Maio foi identificado uma grande quantidade de atividades não confirmadas na paletizadora. Durante investigação foi possível constatar que as atividades do operador do turno A não foram confirmadas. Foi observado novamente mais uma falha de planejamento, pois o operador saiu de férias no início do mês. Para cobrir a execução das atividades, o operador do turno B entrava mais cedo e o operador do turno C permanecia até mais tarde, nos dias de PCM e *setup* para executar as atividades, porém não foi repassado que os mesmos deveriam realizar a confirmação no sistema, o que causou o fechamento de 20 atividades quinzenais não confirmadas na paletizadora durante a primeira quinzena do mês de Maio. Além disso, o operador do Turno B também admitiu que deixou para última hora para confirmar 7 de suas atividades quinzenais e acabou perdendo o prazo, o que impactou ainda mais na aderência da máquina.

No fechamento da segunda quinzena o ocorrido com as atividades do operador do turno A não se repetiu, que teve todas suas atividades executadas e confirmadas, porém o operador do turno B cometeu o mesmo erro da quinzena 1 e não realizou a confirmação de

outras 9 atividades que fecharam no final do mês de Maio. Com isso foi aplicado o fluxo padrão da companhia de descumprimento de rotina e foi traçado um breve plano de ação a ser executado no próximo ciclo para correção da falha de comunicação que ocorreu quando um operador se afasta da companhia.

No início do mês de Maio a linha sofreu uma parada devido a um problema na empacotadora. Uma das barras de envolvimento do pacote colidiu com uma garrafa que tombou na máquina e se despreendeu do seu suporte, vindo a entrar em contato com a esteira da zona de envolvimento e causando um rasgo na mesma. Com isso a máquina precisou ser parada e uma solução paliativa foi feita até que a esteira nova chegasse do fornecedor. Isso gerou um passivo maior de performance na máquina, aumentando o tombamento de garrafas na mesma zona do problema devido ao reparo feito na esteira. Durante a investigação, foi possível concluir que a atividade de reaperto das barras de envolvimento havia sido confirmada, porém não executada, o que nos mostra uma nova vertente na problemática de implantação da manutenção autônoma na linha.

3.9 Padronização – Ciclo 2

Para garantir que as ferramentas desenvolvidas durante o ciclo se mantiveriam claras e sendo cumpridas foram então confeccionado uma planilha contendo todos os donos das atividades e disponibilizadas nos atalhos dos computadores da operação, conforme a Figura 16. Assim, caso algum operador venha a ter dúvidas sobre as atividades de um colega que está substituindo ou até mesmo sobre suas atividades, ele pode consultar a planilha. Para complementar, foi disponibilizado um treinamento da plataforma Smart Check elaborado pelos criadores da plataforma e disponibilizado pelo setor de manutenção da cervejaria.

Além disso, passou a ser feita semanalmente uma divulgação via e-mail de um farol de aderência da operação, assim os operadores conseguem ver qual o seu status dentro do grupo o que gera um alerta para olhar a ferramenta e checar se houve uma falha de execução ou baixa de alguma atividade executada. Com isso damos início à principal característica de uma linha com bons resultados: operação autônoma.

3.10 Conclusão – Ciclo 2

Conforme mostrado anteriormente no Gráfico 4 é possível constatar uma consolidação dos resultados de aderência ao Smart Check, mostrando assim que as ações traçadas para o ciclo 2 foram assertivas na atuação das causas da falta de aderência ao sistema. As ações de execução de DTO's e revisão de procedimentos devem seguir de forma continua na rotina, trazendo cada vez mais oportunidades de melhoria no sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ações do projeto

Conforme a execução das ações ocorreu durante o projeto, foi possível observar o impacto que uma boa etapa de identificação do problema e de planejamento de ações tem num trabalho utilizando a metodologia PDCA. Isto fica evidenciado através das respostas do time responsável pela execução das atividades de manutenção autônoma no indicador de aderência que se mostrou estável no patamar acima de 90% e por fim, se reflete na performance da linha de produção.

Uma ação importante realizada durante o ciclo 2 foram a realização do DTO das atividades junto à operação, mostrando uma gama de possibilidades de melhoria a serem feitas no sistema e em procedimentos, bem como servindo como uma porta de entrada para ideias de melhoria para os sistemas das máquinas.

4.2 Padronização

A padronização do acompanhamento definidos durante o ciclo também demonstra uma grande importância na aderência a ferramenta, principalmente por destacar ao time responsável pela execução que suas atividades estão sendo acompanhadas de perto e são importantes para o resultado de todo o QLP da linha de produção.

O uso do farol nominal de execução enviado semanalmente se mostrou como uma boa maneira também de estimular um senso de competitividade entre a operação, uma vez que todos passaram a ver naquela comunicação uma oportunidade de se destacar no ambiente de trabalho.

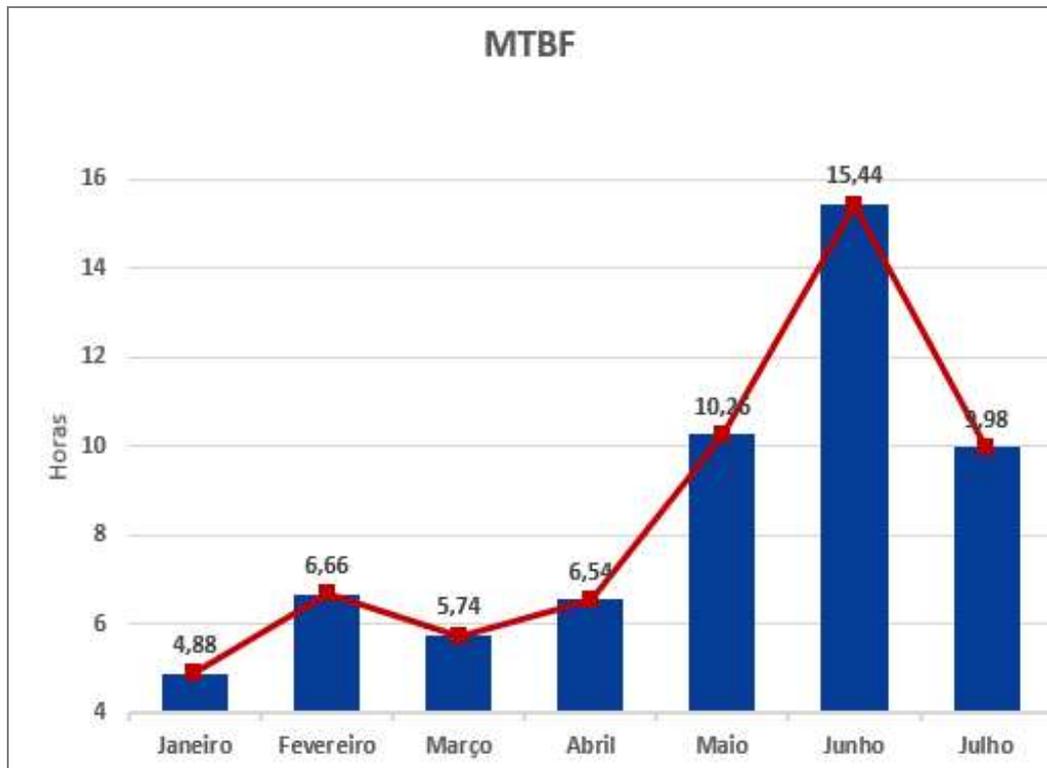
A revisão de procedimentos trouxe também a possibilidade de esclarecer passos nos procedimentos que não estavam claros e possibilitaram uma maior acessibilidade a qualquer operador que venha a precisar executar a atividade numa máquina que não possui tanta experiência, ou seja, garantindo a passagem correta dos conhecimentos.

4.3 Resultados

Conforme destacado anteriormente, a aderência ao sistema Smart Check durante a execução do projeto mostrou uma evolução constante e consolidada ao fim do período do mesmo.

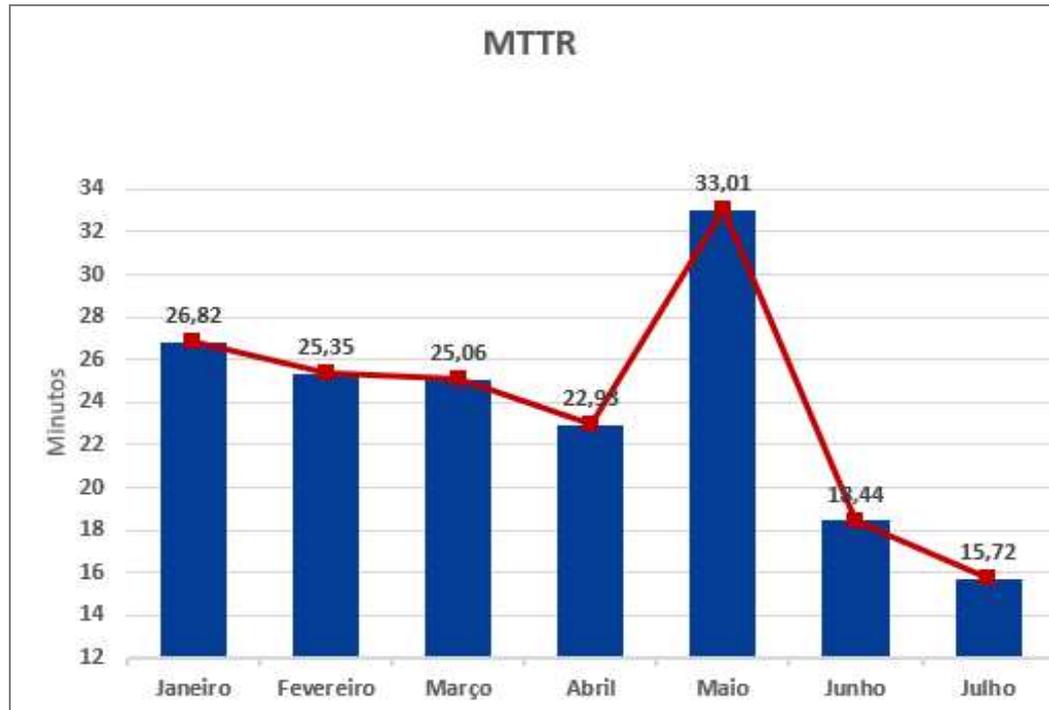
Avaliando os indicadores de manutenção, MTBF no Gráfico 5 e MTTR no Gráfico 6, é possível notar um comportamento similar, com uma clara evolução e consolidação dos mesmos.

Gráfico 5 – Evolução do tempo médio entre falhas (MTBF) durante o projeto



Fonte: Próprio autor

Gráfico 6 – Evolução do tempo médio de reparo (MTTR) durante o projeto

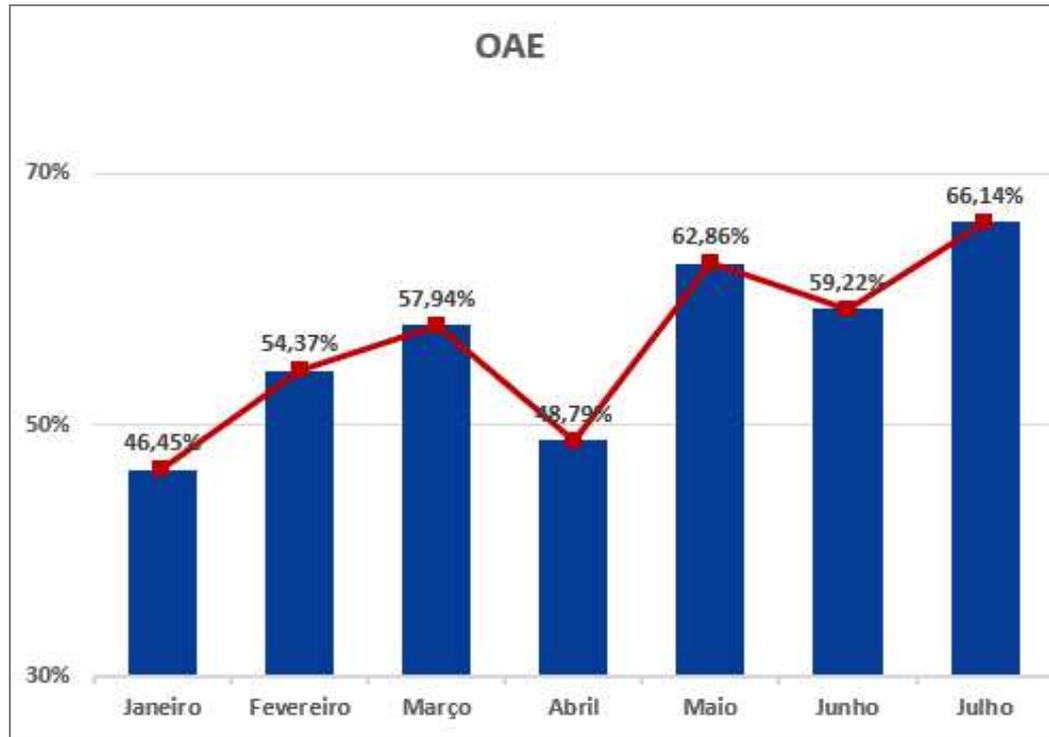


Fonte: Próprio autor

É possível observar um aumento de 104,5% no indicador MTBF e uma redução de 41,3% no indicador MTTR quando comparado o final do projeto em Julho com o início do projeto no mês de Janeiro.

Alinhado aos bons resultados dos indicadores de manutenção, o indicador foco de performance da linha também apresentou um claro resultado de melhora durante a execução do projeto. É possível observar um uma queda na performance durante o mês de Abril, o que pode ser explicado por uma situação pontual de desprogramação da linha que foge do foco do projeto e do poder de resolução da linha de produção.

Gráfico 7 – Evolução da performance da linha (OAE) durante o projeto



Fonte: Próprio autor

Analisando os resultados mensais de performance da linha de produção no Gráfico 7, é possível observar uma clara melhora no indicador de performance.

Considerando o resultado inicial da linha de produção em Janeiro de 46,45% de OAE como base, períodos mensais de 720 horas e o cálculo apresentado anteriormente para resultado do indicador, é possível concluir que foram obtidas 508,4 horas de ganho de performance de linha em velocidade nominal ao longo do período do projeto.

Avaliando os resultados dos ciclos individualmente, chegamos a uma média de 52,92% no ciclo 1 e 59,25% no ciclo 2, e levando em consideração a evolução no indicador, podemos concluir que as ações executadas durante o projeto, trouxeram resultado direto na performance da linha.

5 CONCLUSÃO

A análise do problema com base em dados e experiência de campo se mostrou de suma importância para a execução do projeto. Além disso, o uso de ferramentas como o diagrama de Ishikawa trouxe uma melhor clareza na identificação de causas raízes ao problema avaliado.

Dessa forma, após definidas e priorizadas, com o auxílio da metodologia 5W2H e a matriz apresentada, as ações foram executadas em dois ciclos de maneira contínua. A definição clara das ações e bem como a origem da mesma foram fundamentais para garantir uma correta execução, o que se traduz nos resultados obtidos.

Quando avaliamos os resultados obtidos, é possível destacar o ganho principal de quase 20 pontos percentuais no indicador OAE, quando comparado o final do projeto em Julho com o início do projeto em Janeiro. Essa evolução representou um ganho de 11.186.208 garrafas de produção, caso a performance da linha tivesse se mantido no mesmo patamar de Janeiro, o que, considerando um valor de saída do principal produto desta linha de produção para a fábrica a R\$ 1,93, se traduz num ganho de faturamento de até R\$ 21.589.381,44.

Sendo assim, com o atingimento dos objetivos almejados no início do trabalho e a conclusão da execução das ações estabelecidas nas análises de causa raiz, este é o momento de realizar um ciclo SDCA de padronização principalmente de procedimentos e levantamento de novas oportunidades para melhoria em momentos futuros. Além disso, é possível também recomendar a aplicação da metodologia adotada no trabalho para melhoria dos mesmos indicadores em outras linhas produção, não só da unidade em questão, visto que muitos dos problemas encontrados são facilmente recorrentes em cenários similares.

REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, M.; GUERTZENSTEIN, V. **Planejamento avançado da qualidade**. In: ___. Planejamento avançado da qualidade. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018. Cap. 2. p. 39-69.
- BELTRAMELLI, M. **Cervejas, brejas e birras**. [S.I.]: Leya, 2015. 320 p.
- CAMPOS, V. F. Método de Controle de processo. In: ___. **TQC Controle da qualidade total: no estilo japonês**. 9. ed. São Paulo: Falconi, 2014. Cap. 4. p. 65-75.
- DANTAS, V. N. **A TRAJETÓRIA DA CULTURA CERVEJEIRA E SUA INTRODUÇÃO NO BRASIL**. 2016. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.
- FOLLMANN, V. **ACOMPANHAMENTO DOS PROCESSOS INDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA NA CERVEJARIA BIG JOHN**. 2019. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Santa Catarina, São Miguel do Oeste, 2019.va
- LESSE, D. C. **GESTÃO DA MELHORIA CONTÍNUA DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE EM UMA CÉLULA DE PRODUÇÃO**. 2002. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de MBA em Gerência de Produção, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Taubaté, 2002.
- MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, E C. J. de. A PRODUÇÃO DA CERVEJA NO BRASIL. **CITINO**, Barra do Bugres, v. 1, n. 1, p. 34-42, dez. 2011.
- NEVES, T. F. **IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA PARA GARANTIA DA QUALIDADE DO PRODUTO EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**. 2007. 56 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.
- PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nassif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.
- SANTOS, M. S. dos; RIBEIRO, F. de M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. 58 p.
- SANTOS, S. de P. **A cerveja brasileira**. In: ___. Os primórdios da cerveja no Brasil. 2. ed. Cotia: Ateliê Editorial, 2004. Cap. 1. p. 17-22.
- SINDICERV. **O setor em números**. 2018. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>. Acesso em: 15 set. 2020.

TRIOLA, M. F. Correlação e correção. In: __. **Introdução à estatística: atualização da tecnologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2014. Cap. 10. p. 881-996tri.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. v. 2. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura seis sigma**. v. 1. Rio de Janeiro: Qualimark, 2002.

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. EDG Editora de desenvolvimento gerencial, 1998.

ANEXO A – RESPOSTAS DO FORMULÁRIO SMART CHECK

Você conhece o Book de CIL?	Você já acessou o novo sistema Smartcheck?	Você usa o Smartcheck para confirmar as atividades do antigo Book de CIL?	Deixe aqui uma sugestão para melhorarmos ainda mais o Smartcheck!
Sim	Não	Não	
Sim	Sim	Não	
Sim	Não	Não	
Sim	Sim	Sim	
Sim	Não	Não	
Sim	Sim	Não	n sei quais sao minhas atividade
Sim	Não	Não	
Sim	Não	Não	
Sim	Sim	Sim	
Sim	Sim	Não	Uso, mas nao entendo o sistema
Sim	Não	Não	
Sim	Sim	Não	
Sim	Sim	Não	
Não	Não	Não	
Sim	Sim	Não	
Sim	Sim	Sim	as atividades se repetem com as ordem SAP
Sim	Sim	Não	Faltam procedimentos nas atividades
Sim	Sim	Não	Tem atividades que foram retiradas da rotina
Sim	Não	Não	
Sim	Não	Não	nao recebi treinamento
Sim	Sim	Não	lubrificação das correias mudou na empacadora
Sim	Não	Não	
Sim	Não	Não	
Sim	Sim	Sim	
Sim	Não	Não	
Sim	Sim	Sim	
Sim	Sim	Não	