



**A importância da gestão dos indicadores de performance na melhoria de eficiência de uma linha de embalagem de remédios para Diabetes**

Nathália Brandão Alves Cruz

**Monografia em Engenharia Química**

Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Suzana Borschiver, D. Sc.

Fevereiro de 2019

**A importância da gestão dos indicadores de performance na  
melhoria de eficiência de uma linha de embalagem de remédios  
para Diabetes**

*Nathália Brandão Alves Cruz*

Monografia em Engenharia Química submetido ao Corpo Docente da Escola de Química,  
como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

---

Prof. Estevão Freire, D. Sc.

---

Aline Souza Tavares, M. Sc.

---

Ricardo Romanazzi, Eng<sup>o</sup>

Orientado por:

---

Prof.<sup>a</sup> Suzana Borschiver, D. Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Fevereiro de 2019

Cruz, Nathália Brandão Alves.

A importância da gestão dos indicadores de performance na melhoria de eficiência de uma linha de embalagem de remédios para Diabetes. Nathália Brandão Alves Cruz. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2019.

x, 72 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2019.

Orientadora: Suzana Borschiver.

1. Indicadores de performance 2. OEE. 3. Diabetes. 4. Monografia (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Suzana Borschiver. I. A importância da gestão dos indicadores de performance na melhoria de eficiência de uma linha de embalagem de remédios para Diabetes.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, primeiramente, pela minha vida, saúde e oportunidade de estudar nesta universidade. Entrar na UFRJ sempre foi um grande sonho e o objetivo de todos os alunos do Colégio Pentágono, principalmente os da turma 201, a qual fiz parte com muito orgulho.

Agradeço, em segundo lugar, aos meus pais, Vanderleia e Guttemberg, por terem me dado a oportunidade de estudar em bons colégios, os quais me deram toda a base para conseguir entrar nesta instituição e neste curso. Por terem me apoiado nos momentos difíceis, que não foram poucos. Por terem sido minha base, meu chão e me ajudarem a levantar quando diversas vezes fraquejei. A jornada na Escola de Química não foi nem um pouco fácil, mas com certeza sem o apoio e presença deles, teria sido muito mais difícil.

Agradeço à minha irmã Fernanda, por todas as palavras de força, apoio, carinho, momentos de descontração em épocas difíceis e por ouvir pacientemente todas as minhas histórias e praticamente vive-las junto comigo.

Agradeço à UFRJ, por ter me dado 4 presentinhos que estou levando para o resto da minha vida: Dre, Ju, Lu e Mari. Com certeza absoluta a presença de vocês nessa caminhada a tornou mais leve, mais fácil, divertida e construtiva.

Agradeço também ao meu gerente Alexandre Canellas, por toda a compreensão, apoio, incentivo, flexibilidade e facilitações durante os últimos anos da graduação. Conciliar o curso de Engenharia Química Noturno com trabalho em período integral não é nem um pouco fácil, mas com certeza a sua ajuda, compreensão e lado humano facilitaram bastante essa jornada.

A todos que cruzaram meu caminho nessa jornada, com grande ou pequena participação, eu registro aqui meu muito obrigado! Cada palavra dita, cada conselho dado, cada hora de estudo, caderno compartilhado, informações e dicas trocadas foram de essencial importância para que eu chegasse até aqui!

Resumo do Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenharia Química.

## **A importância da gestão dos indicadores de performance na melhoria de eficiência de uma linha de embalagem de remédios para Diabetes**

Nathália Brandão Alves Cruz

Fevereiro, 2019

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Suzana Borschiver, D. Sc.

A demanda por remédios para controle e tratamento de Diabetes vem crescendo constantemente nos últimos anos. Com o aumento do índice de obesidade e sedentarismo, a incidência de Diabetes tipo 2 aumentou consideravelmente, de acordo com o Relatório Global de Diabetes divulgado pela OMS em 2016. O principal e mais antigo remédio para tratamento deste tipo de Diabetes é o Cloridrato de Metformina XR500 mg. Após este medicamento passar a ser comercializado sem custo para o paciente no programa Farmácia Popular do Governo Federal a partir de 2011, a indústria farmacêutica viu a demanda deste remédio subir bastante e teve que se adaptar para conseguir suprir as necessidades do mercado. Diante deste cenário, comprar novas máquinas e equipamentos não era uma opção viável visto o alto custo que isso requeria. Desta forma, o presente trabalho discorre sobre uma forma de melhorar os processos internos de produção e processamento de uma indústria farmacêutica localizada no bairro Jacarepaguá, na cidade do Rio de Janeiro, através da análise dos indicadores de performance. Para isso, foi realizada a análise do indicador *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, que sinalizou que existiam pontos de falhas no processo e a partir daí foi desenvolvido pela empresa em estudo um projeto de melhoria de eficiência de uma linha de embalagem seguindo a metodologia DMAIC visando aumento de capacidade de produção da linha. Com a redução da velocidade da linha em 2,5% em relação à velocidade padrão utilizada e melhorias técnicas no sistema de exaustão de gases provenientes do sistema de selagem, além de resolução de problemas em outros sistemas da máquina, conseguiu-se aumentar a eficiência da linha em 14 lotes por mês, além de um aumento de 8 pontos percentuais no índice de performance do indicador OEE e 3 pontos percentuais no índice de disponibilidade do mesmo indicador.

Palavras-chave: Melhoria de eficiência; OEE; Diabetes;

Linha de embalagem; Gestão dos indicadores de performance; DMAIC; Ferramentas da qualidade.

Abstract of a Monography presented to Escola de Química/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Chemical Engineer.

**THE IMPORTANCE OF MANAGING PERFORMANCE INDICATORS IN  
IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF A DIABETES MEDICINE PACKING  
LINE**

Nathália Brandão Alves Cruz

February, 2019

Supervisor: Prof.<sup>a</sup> Suzana Borschiver, D. Sc.

The demand for remedies for diabetes control and treatment has been steadily increasing in recent years. With the increase in obesity and sedentary lifestyle, the incidence of type 2 diabetes has increased considerably, according to the WHO Global Diabetes Report in 2016. The primary and oldest remedy for treatment of this type of Diabetes is Metformin XR500 mg Hydrochloride. After this drug was sold at no cost to the patient in the Federal Government's Popular Pharmacy program as of 2011, the pharmaceutical industry saw the demand for this medicine rise sharply and had to adapt to meet the needs of the market. Given this scenario, buying new machines and equipment was not a viable option because of the high cost it required. In this way, the present work discusses a way to improve the internal processes of production and processing of a pharmaceutical industry located in the Jacarepaguá neighborhood, in the city of Rio de Janeiro, through the analysis of the performance indicators. For this, the analysis of the indicator Overall Equipment Effectiveness (OEE) was performed, which indicated that there were points of failure in the process and from there was developed by the company under study a project to improve the efficiency of a packaging line following the methodology DMAIC aiming to increase production capacity of the line. With the reduction of the line speed by 2.5% in relation to the standard speed used and technical improvements in the gas exhaust system from the sealing system, in addition to solving problems in other machine systems, it was possible to increase the efficiency of the line in 14 lots per month, plus an increase of 8 percentage

points in the performance index of the OEE indicator and 3 percentage points in the index of availability of the same indicator.

Keywords : Improved efficiency; OEE; Diabetes; Packaging line; Management of performance indicators; DMAIC; Quality tools.



## Sumário

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Introdução .....                               | 11 |
| 1.1   | Motivação .....                                | 11 |
| 1.2   | Objetivo .....                                 | 14 |
| 2     | Revisão Bibliográfica .....                    | 15 |
| 2.1   | A indústria farmacêutica.....                  | 15 |
| 2.1.1 | Granulação .....                               | 15 |
| 2.1.2 | Mistura .....                                  | 19 |
| 2.1.3 | Compressão .....                               | 20 |
| 2.1.4 | Emblistamento.....                             | 22 |
| 2.1.5 | Encartuchamento .....                          | 23 |
| 2.2   | Indicadores .....                              | 23 |
| 2.2.1 | O OEE como indicador de desempenho .....       | 25 |
| 2.3   | Metodologia.....                               | 32 |
| 2.3.1 | DMAIC .....                                    | 32 |
| 3     | Estudo de caso OEE linha de embalagem XXX..... | 37 |
| 3.1   | Fase <i>Definir</i> .....                      | 40 |
| 3.2   | Fase <i>Medir</i> .....                        | 41 |
| 3.3   | Fase <i>Analisar</i> .....                     | 42 |
| 3.1   | Fase <i>Implementar</i> .....                  | 51 |
| 3.2   | Fase <i>(Re) Analisar</i> .....                | 59 |
| 3.3   | Fase <i>(Re) Implementar</i> .....             | 62 |
| 3.4   | Fase <i>Controlar</i> .....                    | 64 |
| 4     | Capítulo 4 – Considerações finais.....         | 67 |
| 5     | Capítulo 5 – Referências Bibliográficas .....  | 70 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Granulação .....  | 16 |
| Figura 2 Esquema geral da Granulação .....   | 17 |
| Figura 3 Etapas de processo máquina de compressão.....   | 21 |
| Figura 4 Disponibilidade de máquina .....  | 28 |
| Figura 5 Performance da máquina .....  | 29 |
| Figura 6 Qualidade do equipamento .....  | 30 |
| Figura 7 Gráfico de Pareto .....   | 36 |
| Figura 8 Exemplo Plano de Ação 5W1H.....   | 37 |
| Figura 9 Esquema linha de embalagem .....  | 38 |
| Figura 10 Evolução pilar performance OEE.....  | 39 |
| Figura 11 Project Charter .....  | 40 |
| Figura 12 Resultados fase Medir.....   | 41 |
| Figura 13 5 grandes causas identificadas durante fase Analisar .....   | 43 |
| Figura 14 Causas raiz identificadas durante sessões de Brainstorming utilizando a<br>ferramenta Espinha de Peixe ..... | 45 |
| Figura 15 Causas raiz após Brainstorming.....  | 47 |
| Figura 16 Causas raiz após Brainstorming com o time (2).....   | 48 |
| Figura 17 Causas raiz após Brainstorming (3).....  | 49 |
| Figura 18 Matriz de priorização .....  | 50 |
| Figura 19 Plano de ação .....  | 53 |
| Figura 20 Plano de ação (2) .....  | 54 |
| Figura 21 Plano de ação (3) .....  | 55 |
| Figura 22 Plano de ação (3) .....  | 56 |
| Figura 23 Plano de ação (4) .....  | 57 |
| Figura 24 Plano de ação (5) .....  | 58 |
| Figura 26 Evolução de performance após implementação das ações .....   | 59 |
| Figura 27 Relação frequência de paradas X performance no OEE.....  | 61 |
| Figura 28 Principais ofensores frequência fase (Re) Análise .....  | 61 |
| Figura 29 Relação frequência de paradas X Performance após redução de velocidade .....                                 | 63 |
| Figura 30 Evolução Performance (OEE) por mês ano 2018.....   | 65 |
| Figura 31 Evolução volume médio diário embalado por mês.....   | 66 |

# **1 Introdução**

## **1.1 Motivação**

O Diabetes é uma doença que ocorre quando o pâncreas não produz mais insulina suficiente ou quando o organismo não pode utilizar efetivamente a insulina produzida. Hiperglicemia ou aumento de açúcar no sangue é o efeito mais comum do diabetes descompensado. O diabetes é uma das doenças crônicas de maior impacto nos gastos com saúde, pois quando mal controlado, traz complicações macro e microvasculares graves, que oneram os serviços de saúde. (ARAÚJO et al., 2000)

De acordo com o Relatório Global de Diabetes publicado pela OMS em 2016, desde 1980 o número de pessoas vivendo com diabetes quadruplicou e alcançou 422 milhões de pessoas (em 2014), especialmente em países em desenvolvimento. O crescimento do número de pessoas com o agravo é acompanhado do aumento de casos de obesidade e sobrepeso.

Segundo o site oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes, no Brasil, hoje, há mais de 13 milhões de pessoas vivendo com diabetes, o que representa 6,9% da população. E esse número está crescendo.

Dados da Organização Mundial de Saúde, segundo portal da Fiocruz, (OMS) apontam que a taxa de incidência da doença cresceu 61,8% nos últimos dez anos no Brasil. O Rio de Janeiro aparece como a capital brasileira com maior prevalência de diagnóstico médico da doença, com 10.4 casos a cada 100 mil habitantes.

O diabetes é uma epidemia global e o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking dos países com o maior número de casos, atrás de China, Índia e Estados Unidos (FIOCRUZ, 2018).

Existem dois tipos principais de Diabetes: Diabetes Tipo 1 e Diabetes Tipo 2.

O Diabetes Tipo 1 ocorre quando o sistema imunológico ataca equivocadamente as células beta, presentes no pâncreas. Essas células beta são as células produtoras de insulina. Com esse ataque indevido, pouca ou nenhuma insulina é liberada na corrente sanguínea. Como resultado, a glicose fica no sangue, não sendo utilizada como fonte de energia.

Esse processo é o que caracteriza o Diabetes tipo 1, que atinge de 5 a 10% das pessoas com a doença. O Tipo 1 aparece geralmente na infância ou adolescência, mas também pode ser diagnosticado em adultos. Essa variação é sempre tratada com insulina, medicamentos, planejamento alimentar e atividades físicas, para ajudar a controlar o nível

de glicose no sangue.

O Diabetes Tipo 2 aparece quando o organismo não consegue usar adequadamente a insulina que produz ou a produz em quantidade insuficiente para controlar a taxa de glicemia. Cerca de 90% das pessoas que possuem Diabetes, apresentam esta variação da doença. Ele se manifesta mais frequentemente em adultos, entretanto crianças também podem apresentar. Dependendo da gravidade, ele pode ser controlado com atividade física e planejamento alimentar. Em outros casos, exige o uso de insulina e/ou outros medicamentos para controlar a glicose.

Entre o Tipo 1 e o Tipo 2, ainda há o Diabetes Latente Autoimune do Adulto (LADA). Algumas pessoas que são diagnosticadas com o Tipo 2 desenvolvem um processo autoimune e acabam perdendo células beta do pâncreas. E há também o Diabetes Gestacional, uma condição temporária que acontece durante a gravidez. Esta variação afeta entre 2 e 4% de todas as gestantes e implica risco aumentado do desenvolvimento posterior de diabetes para a mãe e o bebê.

Diante deste cenário, visto a gravidade da doença, grande incidência atual e considerável perspectiva de aumento de pessoas desenvolvendo Diabetes, a demanda por remédios que tratem este tipo de doença, principalmente o Tipo 2 vem aumentando.

Um dos principais, mais populares e mais antigos tratamentos para Diabetes Tipo 2 é através do uso de Metformina. Este é o primeiro remédio indicado pelos médicos quando um paciente é diagnosticado com Diabetes Tipo 2. (ARAÚJO et al., 2000)

A metformina é um tipo de sensibilizador da ação de insulina. Ela melhora a ação da insulina no fígado, diminuindo a produção hepática da glicose em 10 a 30% e, no músculo, aumentando a captação de glicose em 15 a 40% e estimulando a glicogênese. No adipócito, a metformina inibe a lipólise e a disponibilidade de ácidos graxos livres (FFA). Tem sido descrito por Araújo, Britto e Porto da Cruz (2000) que esta droga aumenta o número e melhora a afinidade dos receptores de insulina, tanto no adipócito, quanto no músculo. Ocorre também melhora do perfil lipídico, com diminuição de 20 a 25% nos níveis de triglicérides e de até 10% do LDL-colesterol, e aumento de até 17% dos níveis de HDL-colesterol, com diminuição de 20 a 30% do fator inibidor de ativação do plasminogênio (PAI-1). Seu efeito anorético auxilia na perda de peso. A outra vantagem é não provocar hipoglicemia, por não estimular a secreção de insulina. (ARAÚJO et al., 2000)

Por fazer parte do principal tratamento primário para Diabetes Tipo 2 que atinge 90% das pessoas que possuem Diabetes, existe um grande desafio para as indústrias farmacêuticas que é atender a alta demanda deste medicamento no mercado.

Além disso, após o Cloridrato de Metformina ter entrado no Programa Farmácia Popular do Governo Federal em 2011, passando a ser distribuído gratuitamente ou com descontos de até 90% do valor inicial do produto, a demanda por Cloridrato de Metformina aumentou ainda mais para as indústrias farmacêuticas.

Diante disso, as empresas tiveram que se adaptar a este novo perfil de mercado. Uma maneira de aumentar a capacidade de produção sem ter grandes gastos com compras de novas máquinas ou investimentos em tecnologia para seus processos, é olhar pra dentro do seu chão de fábrica e melhorar a performance de seus processos de produção, reduzindo desperdícios.

Para melhorar a performance visando atender à nova demanda do mercado, um importante passo é ter um bom gerenciamento dos indicadores de performance da indústria. Com isso, é possível identificar onde estão as principais perdas em cada etapa do processo. Sabendo claramente onde estão os *gaps*, as tomadas de decisões para esta nova adaptação ficam mais assertivas. Logo, os esforços são voltados para onde realmente vai trazer resultado para a indústria.

Indicadores de performance é um termo utilizado para definir um conjunto de indicadores adequados para que os gerentes possam administrar conscientemente os recursos disponíveis, planejar e tomar decisões importantes, que mexam com todas as áreas da empresa. Os indicadores de performance precisam ser claros e mostrar com o maior nível de proximidade possível o cenário atual das operações para que fique claro para o gerente caso alguma operação esteja saindo de controle e, dessa forma, ele possa tomar ações rápidas para que o processo volte ao normal, a fim de atingir as estratégias da empresa. (SCHMOECKEL, 2002)

## **1.2 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é estudar o principal, ou um dos melhores, indicador de performance (OEE), de uma planta industrial farmacêutica para melhorar a eficiência de uma linha de embalagem de sólidos orais (Cloridrato de Metformina XR 500mg) visando o aumento de volume de unidades embaladas por mês, identificando e reduzindo falhas. Para o alcance deste objetivo, foi utilizada como metodologia a revisão bibliográfica, a partir de uma pesquisa em artigos, publicações, e livros relacionados ao tema. Também foi utilizado como metodologia um estudo de caso de melhoria de performance de uma linha de embalagem de blister, a partir do desenvolvimento de um projeto seguindo a metodologia DMAIC de solução de problemas e dados provenientes de uma indústria farmacêutica situada no bairro de Jacarepaguá, cidade do Rio de Janeiro.

## **2 Revisão Bibliográfica**

### **2.1 A indústria farmacêutica**

A produção de qualquer medicamento envolve a produção de fármacos, onde o princípio ativo, responsável pela ação terapêutica no organismo, está inserido. Além do fármaco, um medicamento é composto também de excipientes, que são substâncias químicas inativas que têm a função de fixar o princípio ativo e permitir o processamento do mesmo pelo organismo. (INDÚSTRIA FARMACEUTICA, 2010.)

No estudo de caso em questão, 100% dos fármacos da indústria estudada são importados. Nesta planta, apenas as operações de produção do medicamento são realizadas. Além disso, neste estudo serão abordados apenas os processos de produção e embalagem em blister de sólidos orais (comprimidos).

As operações de produção de sólidos orais desta indústria farmacêutica são divididas nas seguintes etapas: granulação, mistura, compressão e posterior embalagem dividida em emblistamento e encartuchamento.

A seguir serão descritas com detalhes as etapas de produção de sólidos orais nesta indústria farmacêutica.

#### **2.1.1 Granulação**

A etapa de granulação serve para transformar os pós cristalinos ou amorfos em agregados sólidos de resistência e porosidade variados, de acordo com as necessidades do processo. (GARCIA et al., 2000).

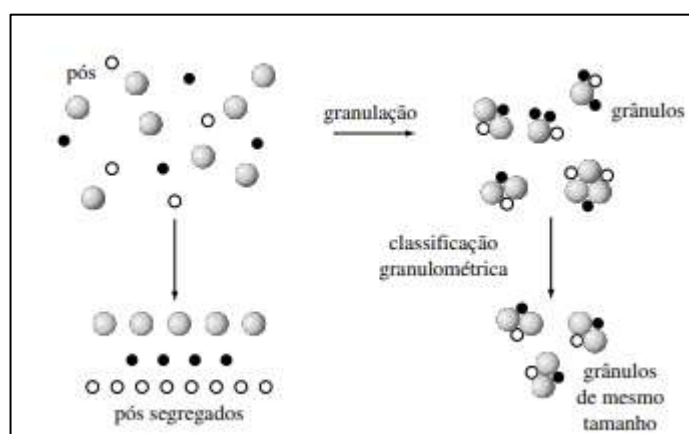
Ainda segundo GARCIA et al. (2000) o granulado apresenta algumas vantagens em relação a uma simples mistura de pós, dentre as quais se destacam: melhor conservação da homogeneidade de distribuição dos componentes e das fases granulométricas; facilidade superior de escoamento; maior compressibilidade e maior reprodutibilidade em medições volumétricas.

JOSÉ LANDI (2006) define granulação como o processo pelo qual partículas de pó muito finas se aderem entre si para a formação de uma partícula maior, que na realidade são multi-partículas denominadas de grânulos. Dependendo da aplicação desejada, esses grânulos podem se situar em tamanhos que variam de 0,2 mm até 20 mm ou mais.

Na indústria farmacêutica, a granulação é realizada para evitar a segregação dos componentes da mistura de pós, melhorar as propriedades de fluidez da mistura e ainda melhorar as características de compactação (compressão) da mistura de pós. (LANDI, 2006)

Ainda dentro da etapa de granulação, via seca ou via úmida, existe a etapa de classificação ou normatização, que tem o objetivo de transformar, por meio de separação em peneiras, os grânulos formados todos em um mesmo tamanho. (LANDI, 2006)

**Figura 1 Granulação**



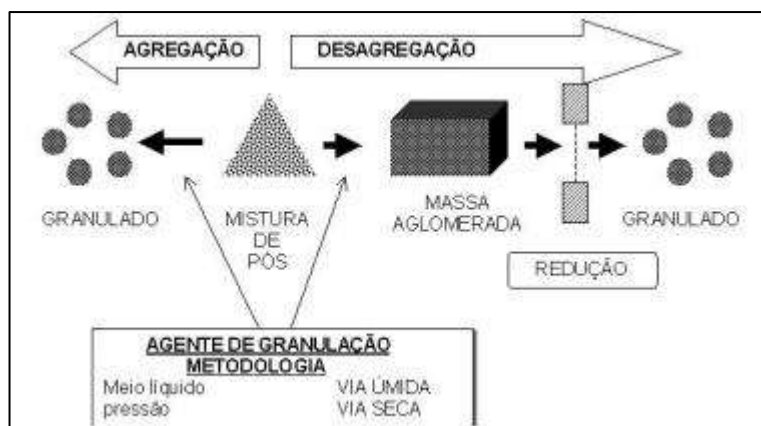
**Fonte 1: GranTec Tecnologias**

Existem diferentes métodos de granulação, que podem ser classificadas quanto ao passo tecnológico ou ao agente aglutinante. (BAUER et al, 1999). No primeiro caso, pode haver formação de produto intermediário agregado ou não. A granulação pode ser por agregação, que leva à formação do granulado diretamente a partir da mistura dos pós, ou por desagregação, que leva à formação de uma massa que será dividida nos grânulos.

Em relação ao agente aglutinante, a granulação pode ocorrer por via seca ou via úmida. Na via úmida, ocorre a ação de um meio líquido, normalmente um solvente, ou uma dispersão de um adjuvante aglutinante ou por vapores de solvente para promover a adesão das partículas. (GARCIA et al., 2000)



Figura 2 Esquema geral da Granulação



Fonte 2: PETROVICK, 2000

### 2.1.1.1 Granulação por via úmida

Na granulação por via úmida convencional, o agente aglutinante, usualmente a água ou outro solvente orgânico volátil, é adicionado à mistura de pós em misturadores ou malaxadores, devendo promover dissolução apenas parcial de um ou mais componentes da mistura de pós. (GARCIA et al., 2000)

Dependendo se o produto é totalmente insolúvel no líquido utilizado para umedecimento, o emprego de umidade e calor podem ser considerados ou não. A estabilidade química do produto durante o tempo de exposição ao calor também é fator determinante para utilização desta etapa no processo de secagem. (GARCIA et al., 2000)

JOSÉ LANDI (2006) diz que a granulação por via úmida envolve a aplicação de um líquido sobre um pó, ou mistura de pós, resultando numa massa úmida ou em grânulos com determinada umidade.

O líquido empregado não pode ser tóxico, ou incompatível com a formulação e deve ser volátil o suficiente para ser facilmente removido durante o processo de secagem.

Na granulação por via úmida, a massa umedecida é forçada através de uma peneira ou malha para produzir grânulos úmidos, que posteriormente sofrem o processo de secagem. Após a secagem, é realizada uma classificação granulométrica para separar os tamanhos de grânulos desejados. (LANDI, 2006)

Por a etapa de secagem ser demorada, um método alternativo é a secagem por leito fluidizado. Este tipo de secador realiza uma secagem bem mais rápida e mantém os grânulos separados durante a operação, o que evita a segregação. Este tipo de secagem é utilizada também quando se requer um nível de umidade controlada no grânulo final, pois permite um controle maior. (LANDI, 2006)

JOSÉ LANDI (2006) ainda cita que existem algumas desvantagens neste tradicional processo de granulação, como o tempo longo para obtenção do produto final, necessidade de vários tipos de equipamentos e ferramentas, além da grande perda de produto nas etapas de transferência entre as fases do processo.

### **2.1.1.2 Granulação por via seca**

Na granulação por via seca, o responsável pela aglutinação das partículas é a pressão. Este método facilita a produção de comprimidos sensíveis à temperatura, umidade ou muito solúveis em água. Além disso, a produção de granulados por via seca consome menos tempo e energia, uma vez que não necessita da etapa de secagem, sendo mais economicamente viável. (GARCIA et al., 2000)

Existem dois processos principais de granulação por via seca:

- *Prensagem*

Uma mistura de pós é compactada dentro de um molde por uma prensa, formando um bríquete. (LANDI, 2006)]

- *Rolos compactadores*

Uma mistura de pós é comprimida entre dois rolos para formar uma folha laminada de material.

Nos dois casos citados acima por JOSE LANDI (2006), após essa compactação, são utilizadas técnicas de desintegração desses materiais obtidos (procedimentos de moagem) para obtenção de grânulos que posteriormente vão para a fase de classificação para separar a fração de tamanho desejada.

### 2.1.2 Mistura

Segundo ALMEIDA (2009), a mistura de substâncias sólidas, semi-sólidas ou líquidas é uma das operações mais utilizadas na indústria farmacêutica. Ele define como mistura o processo que leva à distribuição ao acaso das partículas do sistema.

A mistura de pós pode apresentar problemas, isto é, pode-se verificar fenômenos de segregação durante o manuseamento e/ou durante a mistura ou mesmo após a operação de mistura. A segregação ocorre devido às diferenças de tamanho, densidade, forma e outras propriedades das partículas das quais são compostas. Os pós que não escoam facilmente ou que apresentem elevadas forças de coesão ou adesão entre as partículas são difíceis de misturar devido à fenômenos de aglomeração. Este fenômeno pode ser diminuído a partir da utilização de misturadores que gerem forças de corte ou que sujeitem o pó a forças de impacto, com o objetivo de quebrar esses aglomerados. (ALMEIDA, 2009)

A maioria dos produtos sólidos farmacêuticos consiste na mistura do fármaco com diversos excipientes, de diversas características. Os excipientes tem a função de aumentar a homogeneidade e a estabilidade da mistura, evitando a segregação ou separação da mesma. Eles precisam ser misturados de forma a garantir uma mistura de pó uniforme e homogênea para o desenvolvimento da forma sólida. A escolha dos excipientes depende de vários fatores como: dose, solubilidade, características e propriedades do fármaco veiculado, tamanho e forma de partículas dos fármacos. (ALMEIDA, 2009)

Na indústria farmacêutica, o equipamento mais utilizado para realizar a mistura dos pós é normalmente o misturador em V. (CALDEIRA COELHO, 2007)

Entretanto, existem diversos outros tipos de misturadores disponíveis que podem ser usados. Eles podem ser classificados em dois tipos: misturadores convectivos ou difusivos.

Os misturadores difusivos são fundamentados no mecanismo difusivo de mistura, ou seja, repetidas e frequentes mudanças aleatórias de direção de partículas são realizadas sobre os pós ao rolaem sobre a superfície do equipamento. (CALDEIRA COELHO, 2007)

Exemplos de misturadores difusivos são: cilindros horizontais ou inclinados, misturadores em V ou em Y, duplo cone, rotatubo.

Em todos esses casos, conforme citado por Caldeira Coelho, o misturador gira em torno de um eixo, e com isso, o pó é posto em movimento por arrastamento sobre as paredes internas do misturador. É importante ressaltar que, como a carcaça do misturador gira, uma velocidade crítica de operação é imposta, onde a partir da qual a mistura cessa e outro processo é iniciado: a centrifugação do material.

Os misturadores convectivos são os que são baseados no princípio de mistura por convecção, ou seja, transporte de pós de uma zona para outra.

Exemplos desse tipo de misturador são: nauta, misturador de hélice, lödige, leitos fluidizados por gás.

Aqui, as carcaças dos misturadores já são fixas e o movimento é causado por pás que geram correntes de convecção. No caso específico dos leitos fluidizados por gás, a mistura se dá a partir da subida das bolhas de gás que borbulham pelo leito.

O objetivo principal de um misturador de sólidos é atingir um grau de homogeneização que satisfaça os pré-requisitos determinados no menor tempo (ENGENDRAR, 2018.)

### **2.1.3 Compressão**

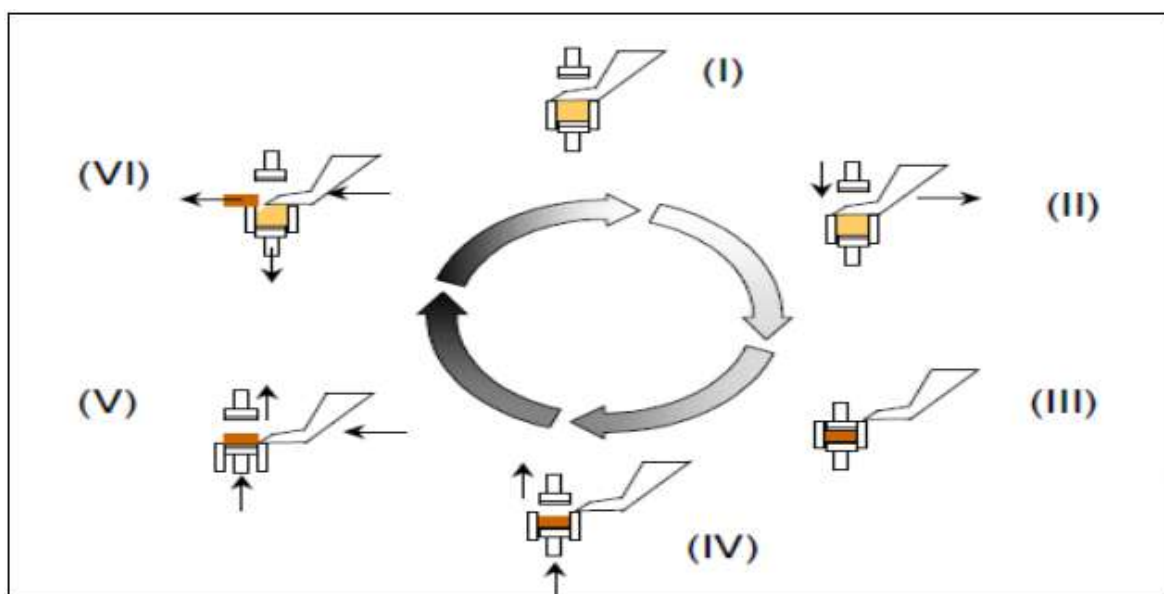
A compressão é uma etapa posterior às etapas de granulação e mistura. A compressão ocorre em uma matriz com a ação de dois punções, o superior e o inferior, por meio dos quais é aplicada a força compressional. A compressão de materiais particulados é definida como a redução de volume desse material pela aplicação da força. Desse jeito, ocorre a compactação, ou seja, a proximidade das superfícies das partículas, definida como a formação de produto poroso e de geometria definida. (AULTON, 2005)

As operações de compressão podem ser realizadas em máquinas de compressão que são classificadas de acordo com o número de estações que possuem e a forma de deslocamento das mesmas: excêntrica de uma estação ou rotativa de múltiplas estações. As máquinas rotativas e as de alta velocidade são formadas por punções e matrizes múltiplas que operam de forma contínua em movimentos giratórios e de compressão contínua. Por outro lado, as máquinas de compressão excêntrica, são formadas por punções simples (AULTON, 2005)

O processo básico de compressão de uma máquina de comprimir se resume em 6 principais fases, conforme figura 3. São eles: (I) alimentação – onde a matriz é preenchida com os grânulos provenientes da etapa de granulação; (II) compactação – onde o punção superior inicia o movimento de descida compactando os grânulos; (III) compressão propriamente dita – onde o punção superior continua o movimento de descida com força enquanto o punção inferior permanece imóvel; (IV) ejeção – onde o punção superior faz o movimento de subida e o punção inferior ascende levando o comprimido à superfície da matriz; (V) expulsão – onde o comprimido, já completamente fora da matriz, é expulso com o retorno do alimentador à sua posição inicial; (VI) pré-alimentação – onde há o retorno do punção inferior à sua posição inicial e início da alimentação da matriz com os granulados.

(SOARES; PETROVICK, 1999)

**Figura 3** Etapas de processo máquina de compressão



Fonte 3: PETROVICK, 1999

#### **2.1.4 Emblistamento**

As embalagens de comprimidos sólidos orais são feitas em embalagens tipo blister. Esta etapa de embalagem é chamada de embalagem primária, pois nesta etapa o comprimido ainda está exposto ao ambiente externo.

Os blisteres são formados a partir de uma combinação de dois materiais: um material termoformável e um material selador. Usualmente na indústria farmacêutica utilizam-se PVC, PVDC, Aclar ou Alumínio (Alu/Alu) como material termoformável que será a base do blister, onde o comprimido será depositado. Como material selador, utiliza-se alumínio ou uma mistura de papel/alumínio. (PEREIRA; FERREIRA, 2016)

A formação dos blisteres ocorre em máquinas chamadas emblistadeiras. O processo se inicia a partir do aquecimento da folha de PVC/PVDC, seguido de uma etapa de moldagem, onde o PVC/PVDC aquecido passa por uma chapa composta de duas placas de formação no formato das bolsas requeridas pelo formato do comprimido. As bolsas são formadas a partir de sopro de ar comprimido vindo da placa superior ou inferior, dependendo do caso, e logo em seguida passa por uma outra placa de resfriamento.

Com as bolsas formadas, a tira de PVC/PVDC continua seu percurso pela máquina até chegar no sistema de alimentação, responsável pela colocação dos comprimidos dentro das cavidades recém formadas no sistema de formação da máquina.

Após a colocação dos comprimidos nas bolsas, a próxima etapa é a colocação do alumínio de cobertura para fechar o blister.

A selagem do alumínio de cobertura com o PVC/PVDC é realizada por termo-selagem. Há um dispositivo na máquina chamado “rolo de selagem”, que atinge altas temperaturas, próximas a 230°C, que permite a selagem dos dois materiais impedindo o contato do comprimido com o ar externo.

Depois de os dois materiais estarem selados, a próxima etapa é o corte do blister no tamanho da apresentação que aquele remédio requer. Este corte é realizado por um dispositivo chamado “faca de corte”, que realiza os cortes sequenciais na tira e encaminha os blisteres para a próxima etapa, que é a embalagem secundária.

### **2.1.5 Encartuchamento**

O encartuchamento é a etapa de embalagem dita secundária, uma vez que os comprimidos já estão dentro dos blisteres e não mais em contato com o ambiente externo.

Neste processo ocorre a colocação dos blisteres dentro das caixas que serão vendidas aos pacientes, chamadas no chão de fábrica de cartuchos ou estojos, juntamente com a bula.

Neste processo, o cartucho chega à indústria farmacêutica já fabricado e com a impressão gráfica realizada. Na máquina, o processo que ocorre é o de armação do cartucho, uma vez que ele está dobrado na espessura de uma folha de papel.

Após o cartucho ser armado via dispositivos de sucção a vácuo, os blisteres e a bula, já previamente dobrada por outra máquina acoplada a essa, chamada buleiro, são inseridos dentro dos cartuchos que posteriormente é fechado com cola quente ainda nesta mesma máquina, é codificado e segue para o empacotamento e posterior paletização para envio ao depósito para despacho ao cliente, respeitando todas as etapas de liberação de lote, e processos comerciais.

## **2.2 Indicadores**

Indicadores são ferramentas fundamentais para o controle, gestão, verificação e medição de eficiência e eficácia tanto na administração pública quanto na privada, uma vez que permitem comparar situações e cenários entre localidades (diferentes sites) ou entre períodos diferentes de tempo.

Entretanto, para se ter um bom indicador é necessário ter uma boa base de dados, ou seja, as informações nas quais esse indicador se baseia precisam ser claras, possuir qualidade e precisão necessárias e ter bastante cautela na interpretação das informações disponíveis.

Um bom indicador é aquele que democratiza as informações disponíveis e possibilita uma leitura da realidade social sob a ótica dos grupos organizados da sociedade civil (KAYANO; CALDAS, 2002)

Independente do porte e do setor da empresa, esta é o reflexo das decisões dos seus gestores. A base de sustentação de uma decisão é a informação, que deve ser bem tratada e difundida entre todos os interessados. Um sistema de informação construído por indicadores fidedignos certamente contribui para um gerenciamento eficaz e impulsiona a empresa a ser uma boa competidora, com estrutura para ofertar produtos e/ou serviços, satisfazendo às necessidades do mercado enquanto remunera o capital. (FERNANDES, 2004)

Portanto, estabelecer parâmetros para geração de informação e facilitar o fluxo delas passam a ser atitudes fundamentais para a sobrevivência da empresa, uma vez que construir uma base para a informação é construir uma base para tomada de decisão.

No entanto, a informação para ser boa para uma tomada de decisão necessita ser traduzida em uma linguagem de uso comum e adequada para análise e tomada de decisão. Dessa forma, surge o indicador, ou seja, ele atua como um agente de tradução da informação, auxiliando no estabelecimento da quantificação de um processo e estabelece padrões para analisar o desempenho.

A utilização de indicadores de desempenho permite à empresa monitorar diversos processos internos (produção, recebimento de matéria-prima, logística interna, manipulação dos pedidos, despacho de mercadorias) e externos (logística externa, tempo de entrega, flutuação de vendas).

Entretanto, a gestão das empresas recorre a uma série de indicadores de natureza econômico-financeira em sua maioria, sobre o mercado e sua posição competitiva, esquecendo-se de olhar para dentro de seu processo produtivo e suas operações, quando estas atividades estão na origem dos fatores determinantes para a competitividade e sucessos econômicos

Desta forma, é de extrema importância, e uma das condições básicas de uma boa gestão, possuir indicadores representativos do desempenho da indústria e das operações em geral.

Deve ser um objetivo da gestão das operações das unidades fabris, de transportes, comunicações ou qualquer outra que dependa do bom desempenho dos equipamentos para atingir seus objetivos, elevar ao máximo possível a operacionalidade e o desempenho dos equipamentos em termos de eficiência e qualidade.(SILVA, 2009)



Dentro deste contexto, João Pedro Silva (2009) cita o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), ou Eficácia Global do Equipamento, como um potencial indicador de desempenho para avaliar a eficiência global das máquinas durante seu funcionamento.

### **2.2.1 O OEE como indicador de desempenho**

O OEE teve origem na metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), parte integrante do TPS (*Toyota Production System*) e o seu criador, Seiichi Nakajima, desenvolveu-o como meio de quantificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos. (SHINGO, 1996)

Existem atividades que agregam valor e outras que não agregam valor ao produto/serviço. A Manutenção Produtiva Total (*TPM – Total Productive Maintenance*) é uma ferramenta que pode auxiliar na prevenção de paradas de máquinas ocasionadas por falhas do processo ou de peças, que muitas vezes acarretam em reparos realizados pelo operador, por meio da manutenção autônoma, aumentando a eficiência do processo. (SHINGO, 1996)

O OEE é um indicador importante na medição de desempenho de uma máquina, sendo calculado através de índices de disponibilidade, performance e qualidade.

Ele tem por objetivo a maximização da eficiência e permite uma análise mais detalhada das perdas através de cálculos. Pela análise, é possível verificar a evolução dos índices, o reflexo das ações implementadas, além de ser utilizado para traçar e definir estratégias empresariais de tomada de decisão.

A medição do OEE pode ser aplicada em vários diferentes níveis no ambiente da manufatura. Primeiro o OEE pode ser usado como *benchmark* para medições iniciais de performance de uma planta de manufatura por inteiro. Desta forma, o OEE medido inicialmente pode ser comparado com valores de OEE futuros, quantificando os níveis de melhoria obtidos. Segundo, o valor de OEE, calculado para uma linha de manufatura, pode ser usado para comparar a performance da linha por toda a fábrica, deste modo realçando as linhas com performance pobre. Terceiro, se as máquinas processam o trabalho individualmente, a medição do OEE pode identificar qual máquina que está com a pior performance, e consequentemente identificar onde focalizar os recursos (S.NAKAJIMA, 1988)

Para alcançar a maximização da eficiência é necessário realizar atividades de cunho qualitativo, melhorando a produtividade e aumentando a disponibilidade e qualitativas, reduzindo o número de refugos.

É possível verificar a eficiência produtiva da empresa, de um setor ou de um equipamento verificando a utilização de recursos, tais como mão de obra e matéria-prima.

O OEE procura analisar a eficiência de um equipamento avaliando três pilares e buscando o equilíbrio entre eles. São eles: disponibilidade, performance e qualidade. O aperfeiçoamento de cada um deles melhora a qualidade, produtividade, custos, segurança, satisfação do cliente, entre outros. (SILVA, 2009)

A atividade mais importante no cálculo do OEE é a identificação das perdas. Sem isso, fica impossibilitada a atuação no reestabelecimento das condições padrão do equipamento, que permitem alcançar a eficiência global. Dessa forma, é possível identificar os pontos potenciais de melhoria na indústria, se analisados da maneira correta, que indicarão o direcionamento da atuação de cada setor para obter, assim, continuamente, o aumento da eficiência.

Para se realizar o cálculo correto do indicador OEE e prover as informações adequadas para análise e tomada de decisões, são recomendados alguns procedimentos, de maneira que as perdas de produção sejam registradas e estratificadas, possibilitando uma posterior análise pelos engenheiros de processo da linha, ou da empresa.(CASTRO; ARAUJO, 2012)

Com isso, todas as paradas de máquina devem ser registradas com data, hora, motivo da parada e o tempo de duração desta parada. Dessa maneira, fica possível ao final de determinado período (dia, semana, mês, ano, etc), realizar a consolidação das perdas visualizando com clareza quais foram os maiores fatores que afetaram a produtividade da linha. (MARINS, 2006)

É de extrema importância reconhecer que o OEE vai além de medir e melhorar o desempenho, melhorar o OEE significa reduzir perdas e desenvolver a performance do processo operacional. O comprometimento da operação e da gerência é de suma importância para atingir a excelência no OEE.

O cálculo do OEE é realizado multiplicando-se os resultados de três pilares: disponibilidade, performance e qualidade.

$$OEE (\%) = disponibilidade (\%) \times performance (\%) \times qualidade (\%)$$

### 2.2.1.1 Disponibilidade

A disponibilidade de máquina é definida como o tempo total que a máquina ficou disponível para produzir. Ou seja, é a comparação entre o tempo que ela tinha para produzir com o tempo que ela efetivamente produziu. (CASTRO; ARAUJO, 2012)

As perdas de indisponibilidade podem ser classificadas em três grupos:

- Paradas técnicas: são paradas relacionadas às falhas do equipamento.
  - Exemplo: quebras de máquinas, paradas para ajustes operacionais
  
- Paradas organizacionais: são paradas relacionadas à definição do processo de fluxo de produção.
  - Exemplo: refeições, reuniões, início e fim de turno
  
- Paradas funcionais: são paradas que o processo exigem, ou seja, que dependem do processo
  - Exemplo: troca de lote, troca de material

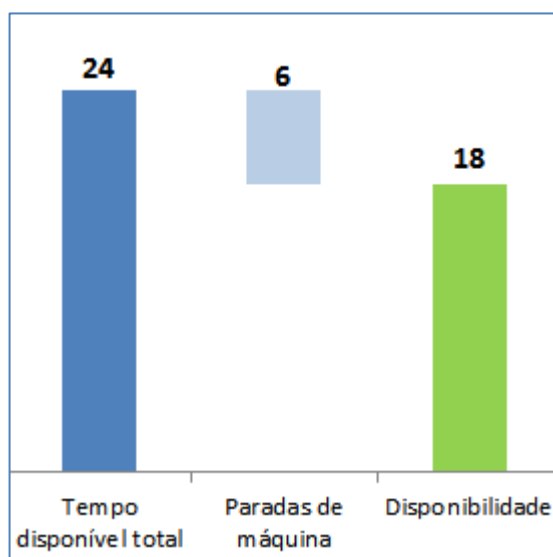
Então,

$$disponibilidade (\%) = \frac{\textit{tempo de produção}}{\textit{tempo disponível para produzir}} \times 100 \%$$

Para exemplificar, consideremos uma máquina que tem 24 horas para produzir. Porém, dentre essas 24hs, a máquina parou devido a falhas de máquina, esperas de material, trocas de lotes, totalizando 6h de máquina parada devido à esses motivos. Com isso, restam 18 horas disponíveis para a máquina rodar.

A figura abaixo ilustra o explicado no parágrafo anterior.

**Figura 4 Disponibilidade de máquina**



**Fonte 4: Autor**

Dessa forma, a disponibilidade do equipamento foi:

$$Disponibilidade (\%) = \frac{18 h}{24h} \times 100 \% = 75 \%$$

Quanto maior for o tempo de produção, maior será a disponibilidade da máquina, quanto maior forem as paradas de máquina, ou seja, a indisponibilidade, menor será a disponibilidade.

A indisponibilidade são todos os eventos que ocorrem que fazem a produção parar, tais como: falhas do equipamento, trocas de lote, refeições, faltas de material, falta de matéria-prima. Todas essas paradas são consideradas como não programadas e descontam na disponibilidade do equipamento. Paradas programadas não entram no cálculo do OEE,

ou seja, não são contabilizadas como perdas de disponibilidade. Paradas deste tipo são manutenções preventivas, por exemplo.

### 2.2.1.2 Performance

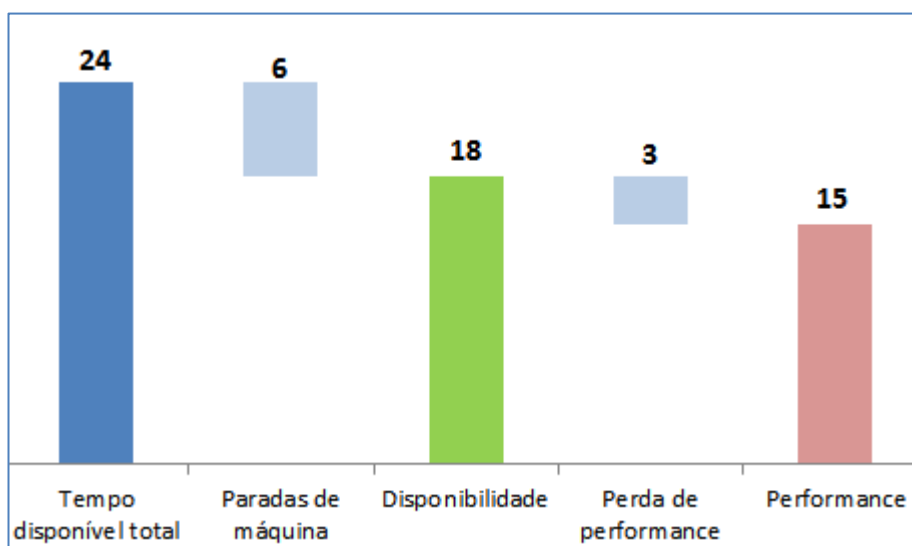
Este pilar diz respeito a quanto a máquina está entregando de produto frente ao que ela deveria entregar, baseado na sua velocidade cadastrada. Ele mostra o desempenho do equipamento durante as horas que está produzindo. Ou seja, avalia o ritmo de produção do equipamento, demonstrando quanto o tempo real está próximo ou não do tempo teórico.

$$performance (\%) = \frac{\text{produzido real no tempo disponível}}{\text{tempo de produção}}$$

Tendo como base o mesmo exemplo da seção anterior, suponha que a máquina produza 1000 peças em 18 horas de produção, porém ela produziu apenas 833 peças, que corresponde à 15 horas de produção líquida, as outras horas foram perdidas devido à máquina ter trabalhado abaixo da velocidade especificada.

A figura abaixo ilustra o que foi comentado no parágrafo anterior.

Figura 5 Performance da máquina



Fonte 5: Autor

Dessa forma, a performance da máquina foi:

$$performance (\%) = \frac{15}{18} \times 100 \% = 83,3 \%$$

### 2.2.1.3 Qualidade

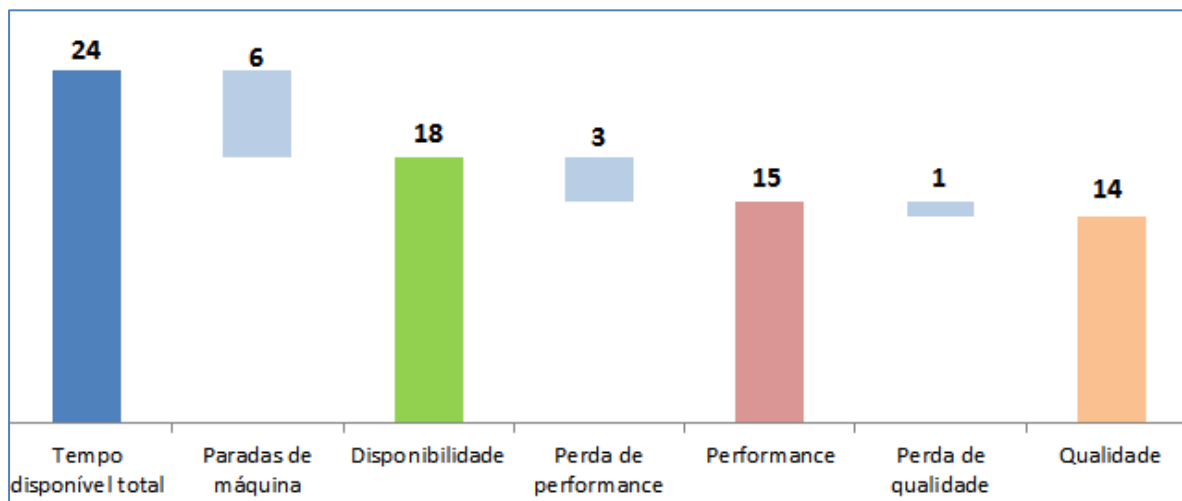
A qualidade mostra a quantidade de itens bons que foram produzidos frente ao total de itens produzidos.

$$qualidade (\%) = \frac{\text{quantidade produzida total} - \text{refugo}}{\text{quantidade produzida total}}$$

Utilizando o mesmo exemplo das seções anteriores, a máquina atingiu 15 horas de produção líquida, porém 56 peças foram reprovadas pela qualidade, o que representa 1 hora de produção. Logo, foram 14h de produção com peças boas.

A seguir segue imagem ilustrando o exposto no parágrafo anterior.

Figura 6 Qualidade do equipamento



Fonte 6: Autor

A qualidade do equipamento foi:

$$qualidade (\%) = \frac{14}{15} \times 100 \% = 93,3 \%$$

A produção só é considerada boa quando atende a todas as especificações do processo, determinadas previamente. Dessa forma, todo material que não estiver conforme com o padrão é considerado refugo. A qualidade só atingirá 100% quando não houver refugo.

#### **2.2.1.4 Cálculo do OEE**

Com os resultados de disponibilidade, performance e qualidade calculados, pode-se calcular o valor de OEE.

$$OEE (\%) = disponibilidade (\%) \times performance (\%) \times qualidade (\%)$$

Logo, para o exemplo descrito nas seções acima, tem-se:

$$OEE (\%) = 75 (\%) \times 83,3 (\%) \times 93,3 (\%) = 58,2 \%$$

Como já mencionado em seções anteriores, são necessários procedimentos prévios para cálculo do OEE para atingir melhorias requeridas. Faz-se necessário o registro de todas as paradas da produção, assim como do volume entregue no período para, assim, visualizar os fatores que mais causam perda de produção.

## 2.3 Metodologia

### 2.3.1 DMAIC

A metodologia DMAIC é um método de resolução de problemas surgido a partir da filosofia Six Sigma, desenvolvido pela empresa Motorola no fim da década de 80, visando um novo método de trabalho para melhorar seus produtos e processos e reduzir defeitos. (ANDRIETTA; MIGUEL, 2007)

A metodologia DMAIC pode ser aplicada a um problema de processo de máquinas, equipamentos, fluxos de produção ou de até cunho administrativo.

No desenvolvimento de um projeto DMAIC, deve existir um conjunto de objetivos mensuráveis ligados a um conjunto de indicadores bem definidos e que correspondam à oportunidade de solução, dentro de uma perspectiva de melhoria contínua. Diante disso, o desenvolvimento do projeto deve ser acompanhado pelos indicadores definidos no início do projeto e este deve culminar em benefícios de custo para a empresa, tempo ou qualidade. (CLETO; QUINTEIRO, 2010)

Um projeto baseado no DMAIC é organizado em 5 etapas resumidas a seguir:

- Definir (*Define*): define-se com precisão o escopo do projeto
- Medir (*Measure*): determina-se a localização ou foco do problema
- Analisar (*Analyse*): determinam-se as causas do problema
- Implementar (*Improve*): propõem-se, avaliam-se e implementam-se soluções para o problema
- Controlar (*Control*): garante-se que o alcance da meta seja mantido a longo prazo

Maiores detalhamentos de cada fase serão dados e exemplificados nos subcapítulos referentes à cada fase no Capítulo 3 – Estudo de caso OEE linha XXX.

A seguir serão apresentadas algumas ferramentas utilizadas durante as fases do presente projeto exemplificado no estudo de caso.



### 2.3.1.1 *Brainstorming*

*Brainstorming* é uma técnica de geração de ideias criada pelo americano Alex Faickney Osborn nos anos 1950. A palavra *brainstorming* vem de uma junção de *brain* = cérebro, mente e *storming* = tempestade, ou seja, é uma referência a uma tempestade de ideias.(FILHO; CAMPOS, 2015)

Através dessa técnica, busca-se, através do grupo, potencializar a quantidade de soluções, ou problemas, ou causas, ou qualquer outro tipo de assunto que se esteja discutindo.

O ponto chave desta técnica consiste na interação de pessoas em grupo para gerar ideias de forma livre e não crítica. É muito importante, durante uma sessão de *brainstorming*, que não haja críticas, repulsas ou rejeições a qualquer ideia levantada. Uma premissa desta técnica de geração de ideias é “toda ideia é válida”. Não há pensamento certo ou errado no momento de confecção do *pool* de ideias.

A dinâmica da sessão de *brainstorming* se dá da seguinte maneira:

- Deve haver um mediador ou facilitador e um controlador do tempo
- Facilitador orienta a equipe, explicando qual o problema ou *briefing* vai ser discutido
- Facilitador estipula um tempo, aproximadamente 30 minutos, para o fornecimento de ideias pelo time. Todas as informações devem ser anotadas pelo facilitador, ou anotadas pelos próprios membros da equipe em papéis autocolantes, sendo uma ideia por papel. Ao término do tempo estipulado, os papéis são recolhidos.
- Com todas as ideias em mãos, o facilitador inicia o processo de análise das ideias juntamente com o time, agrupando as ideias proposta segundo algum critério previamente estipulado. Esta etapa tem duração aproximada de 15 minutos.
- Após agrupadas, inicia-se um processo com tempo limitado pelo controlador também, de escolha das mais relevantes para o processo. Começa uma discussão para decisão de quais propostas irão ser detalhadas
- Após decididas, a próxima etapa é detalhar, discutir e confrontar a(s) ideias selecionadas com o problema/*briefing*, verificando sua aderência.

### 2.3.1.2 Diagrama de Ishikawa e Classificação 6M

De acordo com Miguel (2006), o diagrama de Ishikawa é um diagrama de causa e efeito que consiste em uma forma gráfica como metodologia de análise para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito). Ele é assim determinado devido ao nome de seu autor, porém também é muito conhecido e citado em outras literaturas como Diagrama de Espinha de Peixe, devido à sua forma.

O diagrama de causa e efeito pode ser elaborado seguindo os seguintes passos:

- Determinação do problema a ser estudado, posicionando-o na “cabeça do peixe” (identificação do efeito)
- Relatar sobre as possíveis causas e coloca-las no diagrama, posicionando-as como “as espinhas do peixe”. Esse relato pode ser proveniente de uma sessão de *brainstorming*
- Construir o diagrama classificando as causas nos 6M (material, método, máquina, meio-ambiente, matéria-prima, mão-de-obra)
- Analisar o diagrama a fim de realmente identificar as verdadeiras causas

### 2.3.1.3 Matriz de priorização

A matriz de priorização é uma ferramenta utilizada para avaliar o impacto de cada causa sobre o problema levantado.

Isto é, depois de realizada a sessão de brainstorming e montagem do diagrama de espinha de peixe com todas as ramificações, deve-se selecionar as causas raiz e dispô-las numa matriz onde os participantes do time irão dar notas individuais para cada causa raiz avaliando o impacto que a mesma tem sobre o problema.

Cada participante avalia todas as causas raiz e no final, quando todos terminarem, junta-se todas as notas dos participantes sobre cada causa, soma-se e ordena-se da mais votada para a menor. Dessa forma, a ordem de priorização de tratamento está pronta. (UMS CONSULTING GMBH & CO. KG, 2016)

#### 2.3.1.4 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico que demonstra a importância relativa das variáveis de um problema. A partir dele, consegue-se identificar o quanto cada uma dessas variáveis representa, em termos percentuais, do problema geral. (PEINADO; GRAEML, 2007)

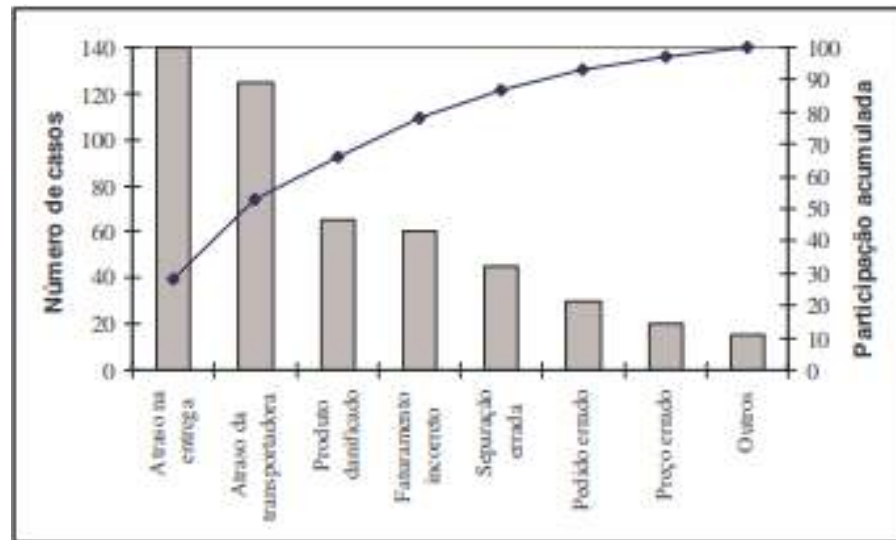
Ainda segundo Peinado e Graeml (2007), o diagrama de Pareto se originou a partir de um estudo do economista italiano Vilfredo Pareto que, ao verificar a não conformidade de distribuição de renda entre as pessoas, no fim do século XIX, concluiu que 80% da riqueza do país estava concentrada nas mãos de 20% da população. Juran anos após a publicação desta tese, a analisou trazendo pro caso específico da gestão da qualidade, e constatou que *“na maioria dos casos, os defeitos e seu custo associado são devido a um número pequeno de causas”*.

A partir desta análise, costumou-se a dizer que *“o Diagrama de Pareto serve para separar os poucos problemas vitais dos muitos problemas triviais”*.

O diagrama de Pareto é um gráfico em forma de barras que mostra o impacto de cada uma das variáveis que estão sendo analisadas. As variáveis que aparecem no início do gráfico, ou seja, mais à esquerda, são as variáveis que têm maior participação e, portanto, são as que devem ser primeiramente tratadas, uma vez que as resolvendo, elimina-se grande parte do problema. Dessa forma, ao invés de buscar eliminar todas as variáveis que causem desvio ao processo, buscam-se eliminar com prioridade apenas as que concentram a maior participação. Com isso, grande parte do problema é resolvida.

A seguir segue ilustração de um exemplo de diagrama de Pareto.

Figura 7 Gráfico de Pareto



Fonte 7: Peinado e Graeml (2007)

### 2.3.1.5 Plano de Ação 5W1H

A técnica 5W1H é uma ferramenta muito utilizada no meio industrial que auxilia na montagem de um plano de ação estruturado para execução de tarefas atribuindo responsabilidades, prazos, método para execução e o motivo pelo qual aquela ação foi pensada e definida para estar presente neste plano. (MACHADO; VIEGAS, 2012)

O nome da ferramenta vem das iniciais dos questionamentos, em inglês, que são realizados durante a montagem do plano. (DA GRAÇA PORTELA LISBÔA; PENTIADO GODOY, 2012):

- *What* (O quê?) : definição da tarefa a ser realizada
- *When* (quando)? : definição de um prazo para realização da tarefa
- *Who* (quem?) : definição do responsável pela execução da tarefa
- *Where* (onde?) : definição do local de realização da tarefa
- *Why* (por quê?) : justificativa para a execução da tarefa
- *How* (como?) : definição da forma de desenvolvimento da tarefa.

A seguir, consta um exemplo de uma planilha montada e preenchida conforme o plano de ação 5W1H.

**Figura 8 Exemplo Plano de Ação 5W1H**

| O que?                                  | Quem?                               | Onde?   | Por quê?  | Quando?                                  | Como?                |
|---|-------------------------------------|---------|---|--|----------------------|
| <b>Estudo do Projeto</b>                | Ourives e <i>designer</i>           | Empresa | Passo inicial necessário para esclarecimento de quem vai produzir | Após a ordem de serviço ser emitida      | Reunião informal     |
| <b>Escolha das gemas</b>                | Designer e responsável pela empresa | Empresa | - Para conferir qualidade ao produto<br>- Viabilidade de custos   | Após a reunião do ourives com o designer | Visita ao fornecedor |
| <b>Escolha dos metais</b>               | Designer e responsável pela empresa | Empresa | - Para conferir qualidade ao produto<br>- Viabilidade de custos   | Após a reunião de escolha das gemas      | Reunião informal     |
| <b>Conferência das gemas calibradas</b> | Designer e ourives                  | Empresa | Para conferir qualidade ao produto                                | Após a reunião de escolha dos metais     | Reunião informal     |

**Fonte 8: Da GraçaPortela Lisboa e Pentiado Godoy (2012) - adaptado**

### **3 Estudo de caso OEE linha de embalagem XXX**

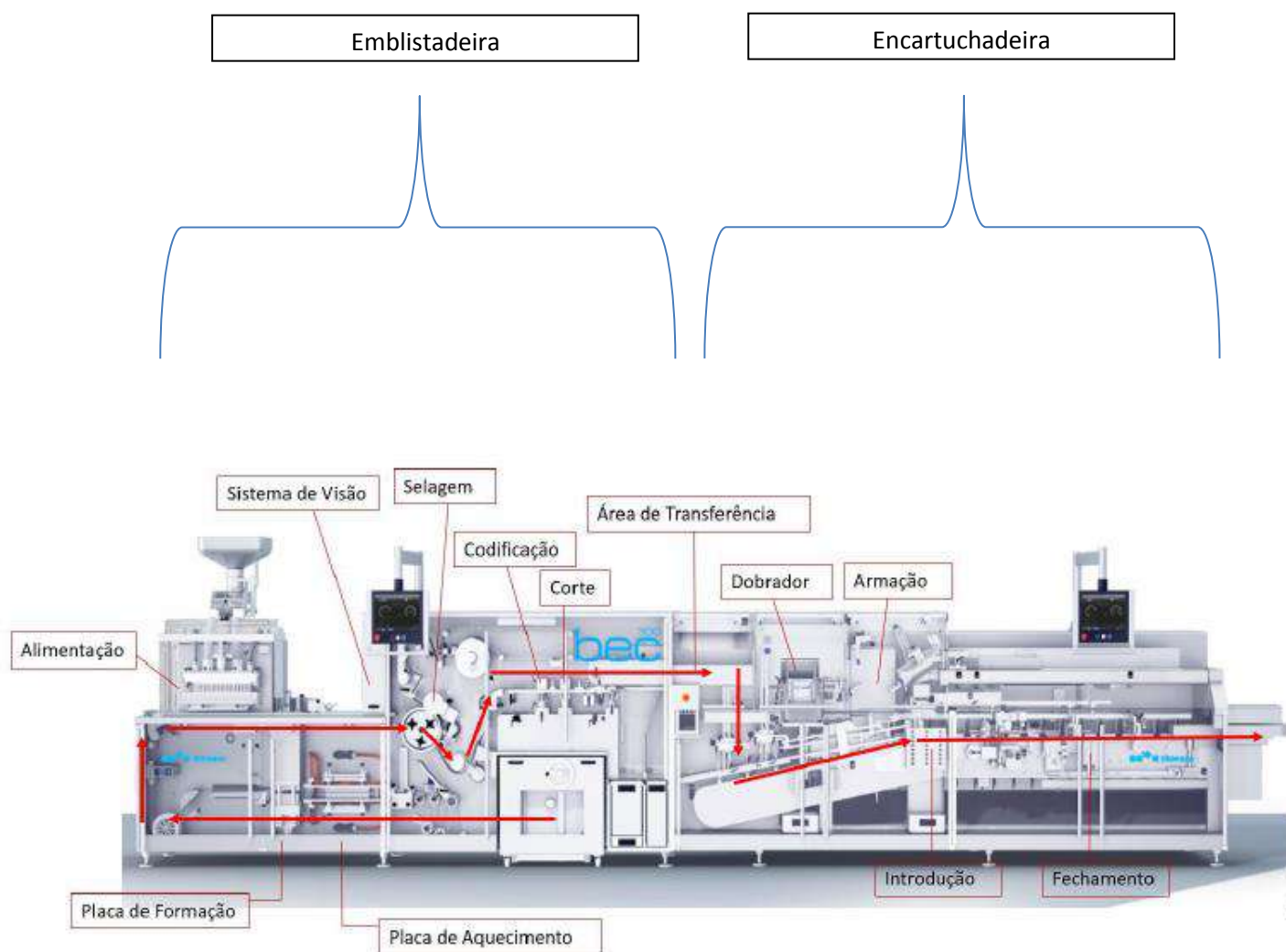
O presente estudo de caso foi realizado numa linha de embalagem de remédios para Diabetes de uma indústria farmacêutica localizada na cidade do Rio de Janeiro durante os meses de Março a Novembro de 2018.

O tema do projeto é “Aumento do Pilar Performance do OEE na linha XXX”.

A linha XXX é composta por duas máquinas que trabalham interligadas e de forma contínua: uma emblistadeira e uma encartuchadeira. A emblistadeira opera com um operador fazendo a alimentação de comprimidos no recipiente durante os momentos necessários. A encartuchadeira opera com dois operadores, um fazendo a alimentação de bula e cartucho na máquina e outro na ponta de linha etiquetando as caixas de expedição e fazendo a paletização.

A imagem a seguir mostra um esquema resumido da linha de produção, identificando as máquinas emblistadeira e encartuchadeira acopladas, destacando os principais sistemas das mesmas.

**Figura 9** Esquema linha de embalagem



**Fonte 9:** Autor

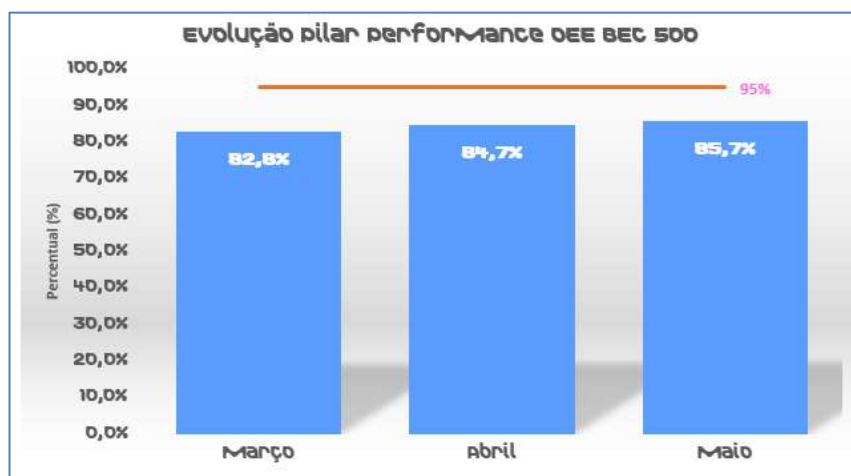
Este tema foi escolhido a partir do acompanhamento e gerenciamento do indicador OEE na linha de embalagem XXX.

A partir da análise deste indicador, foi observado que um dos pilares, a performance, não estava atingindo o *target* global da empresa que é de 95%, o que impacta diretamente na quantidade de packs embalados no mês.

Há alguns meses, este pilar vinha atingindo valores em torno de 84% e então surgiu a necessidade de melhorar este resultado com o objetivo de aumentar a capacidade de produção da linha.

A figura a seguir mostra a evolução do pilar performance do OEE nos meses anteriores ao início do projeto.

**Figura 10** Evolução pilar performance OEE



**Fonte 10:** Autor

A partir disso, o projeto foi desenvolvido segundo a metodologia DMAIC, oriunda do Lean Six Sigma.

A metodologia DMAIC divide o projeto em 5 fases: Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar. Segundo esta metodologia, em cada fase há uma pergunta a ser respondida.

### 3.1 Fase Definir

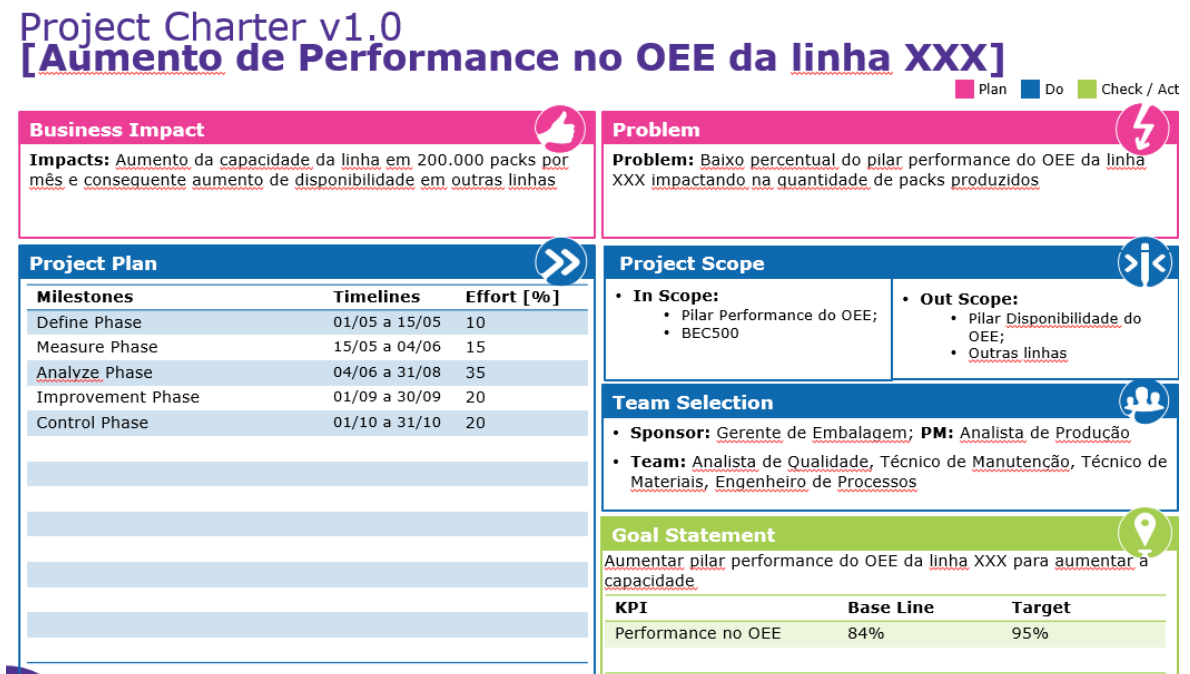
Na fase *Definir*, a pergunta a ser respondida é “Qual é o problema?”, ou seja, nesta fase ocorre a identificação do problema.

Define-se, aqui, qual o impacto para a empresa caso este problema não seja resolvido e o que a empresa ganharia com a resolução do projeto, ou seja, o *business impact*. Também se define qual o escopo do projeto, qual o objetivo do projeto, o *timeline* (linha do tempo) e o time que irá desenvolver o projeto junto com o *project leader*.

Todas essas informações podem ser facilmente resumidas em um *template* chamado *Project Charter*.

A figura abaixo mostra o *template* padrão de *Project Charter*, com as respostas a todas as perguntas que devem ser respondidas nesta fase, utilizado pela empresa para todos os projetos que são desenvolvidos dentro da mesma.

Figura 11 Project Charter



Fonte 11: Autor

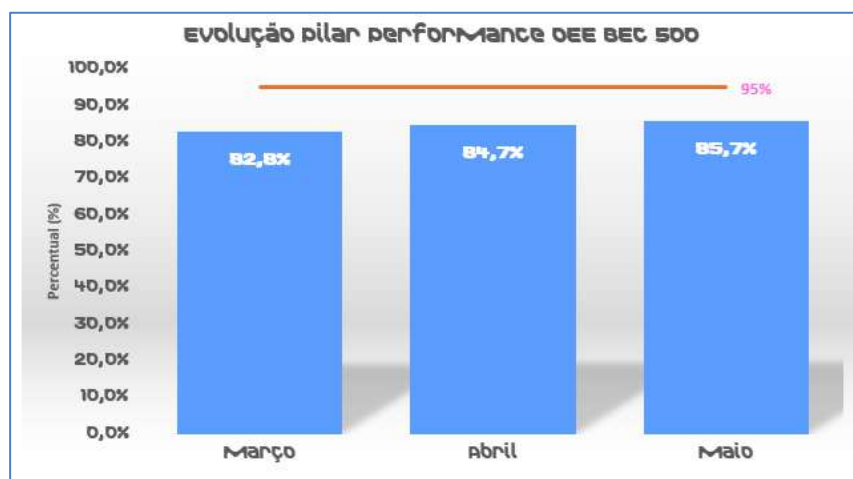


### 3.2 Fase Medir

Na fase *Medir*, a pergunta a ser respondida é “Quão grande é o problema?”, ou seja, nesta fase ocorrem as medições para identificar qual o tamanho do problema, isto é, onde o problema está e para onde deseja-se ir.

Nesta fase, é identificada a situação atual sem intervenções de melhoria. Neste caso, analisou-se o resultado de performance dos 3 meses anteriores ao início do projeto. Com isso, gerou-se a seguinte informação, que foi assumida como *base line* do projeto, mostrada na figura a seguir:

Figura 12 Resultados fase Medir



Fonte 12: Autor

Ambas as fases acima são fases rápidas de serem realizadas, uma vez que havia um sistema de medição automática, *online* e *on-time*, de paradas de máquina para cálculo do OEE.

### **3.3 Fase Analisar**

A próxima fase é a *Analisar*, onde a pergunta a ser respondida é “Qual é o problema?”, ou seja, nesta fase o objetivo é identificar as possíveis causas-raiz da perda de performance na linha de embalagem.

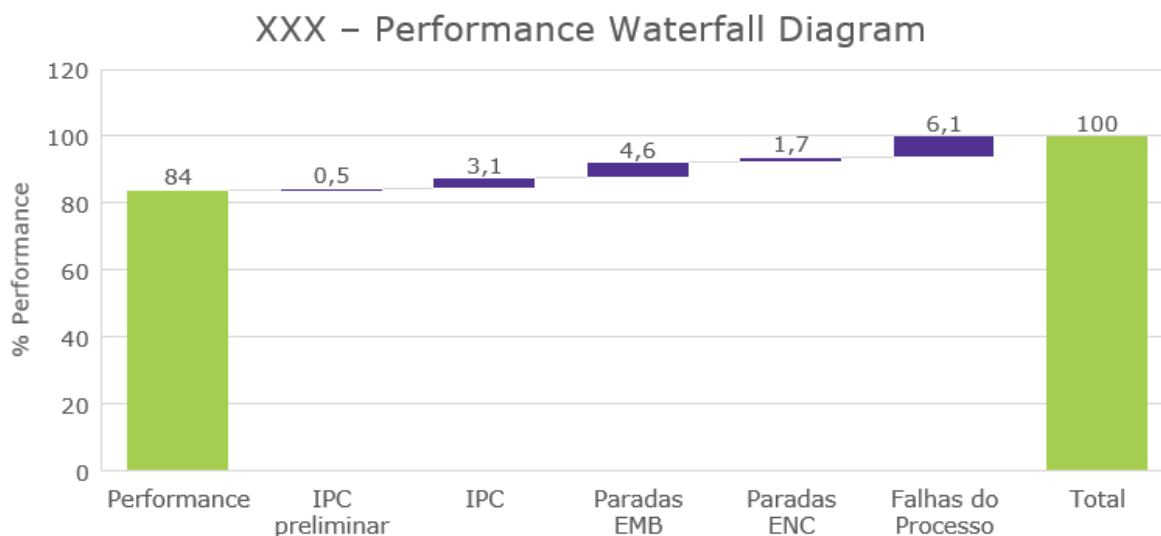
Esta identificação foi conduzida inicialmente realizando-se acompanhamentos presenciais na linha de embalagem estudada para identificar causas de por que a linha não entregava os *packs* que deveria entregar no tempo que deveria entregar, utilizando como referencial a velocidade, em blisteres por minuto, setada na máquina.

Este acompanhamento foi realizado durante um mês, aproximadamente, dividido entre os três turnos em que a linha roda, para identificar se havia diferença de operação entre os trabalhadores dos turnos da linha. Também foi deixado na linha um formulário de apontamento de causas criado especificamente para este acompanhamento para que os próprios operadores pudessem ir anotando enquanto estivessem operando a máquina.

Foi explicado o conceito de performance no OEE para todos os operadores de todos os turnos para que eles pudessem acompanhar, sozinhos também, possíveis causas e se sentirem inseridos no problema e na resolução do mesmo.

Após um mês de acompanhamento na linha e da própria observação dos operadores enquanto operavam, os resultados colhidos foram consolidados e são mostrados na figura abaixo:

**Figura 13 5 grandes causas identificadas durante fase Analisar**



**Fonte 13: Autor**

Esta figura mostra um diagrama de *Waterfall* que é utilizado para mostrar a situação atual do indicador e qual resultado espera-se atingir, observando a contribuição de cada variável identificada como ofensora do problema, mostrando qual o resultado espera-se obter a partir da resolução de cada uma. Por exemplo, falhas do processo contribuem com 6,1% de performance, ou seja, existe a possibilidade de ganhar 6,1% de performance com a eliminação total deste ofensor. Com isso, a performance sairia de 84% para 90,1%. O mesmo racional é aplicado para todos os ofensores identificados.

A partir deste resultado, percebeu-se que as causas identificadas foram muito abrangentes e não muito específicas. Dentro de paradas da emblistadeira ou encartuchadeira, por exemplo, existem diversas possibilidades de causas de falhas. Dessa forma, sentiu-se a necessidade de ir mais fundo nesta análise para que as causas raiz verdadeiras realmente fossem identificadas de modo que fossem posteriormente tratadas nas próximas fases e obter êxito no projeto, eliminando o problema e aumentando a performance com consequente aumento de capacidade.

Segundo esta nova necessidade, foram realizadas sessões de brainstorming com o time selecionado para o projeto durante a fase Definir. Durante essas sessões, focou-se na grande causa “Falhas do Processo” porque foi entendido que ela é que mais contribuía para a perda de performance desta linha de embalagem.

Para a condução dessas sessões, foi utilizada a ferramenta *Diagrama de Ishikawa*, ou *Espinha de Peixe*, para identificação da(s) causa(s) raiz de “Falhas do Processo”.

Como a linha de produção de embalagem de remédios para Diabetes é composta de duas máquinas interligadas que funcionam juntas, ou seja, processo contínuo, foram necessárias duas sessões de *brainstorming* para que todos os pontos das duas máquinas (emblistadeira e encartuchadeira) onde poderia haver perda de performance fossem avaliados.

A seguir segue imagem do Diagrama de Ishikawa desenvolvido pelo time durante as sessões de *brainstorming*, com as possíveis causas de perda de performance mapeadas.



Após essas duas sessões de brainstorming com o time para a confecção do Diagrama de Ishikawa, foram encontrados muitos possíveis pontos de falha de performance. Estes pontos foram consolidados, classificados nos 6M e colocados numa planilha resultando nas figuras abaixo:

**Figura 15 Causas raiz após Brainstorming**

| Hipóteses   | Classificação<br>6M |
|---|---------------------|
| Montagem do sistema de alimentação                        | Método              |
| Uso do magazine reserva de forma autônoma                 | Método              |
| Frequência do controle em processo                        | Método              |
| Sujidade dos tubos de transferência de blister            | Método              |
| Produzir durante investigação de desvio                   | Método              |
| Tipos de testes do controle em processo                   | Método              |
| Emendas   | Máquina             |
| Má formação   | Máquina             |
| Recomeço após queda de energia                            | Meio ambiente       |
| Quantidade de amostra para controle em processo           | Método              |
| Desgaste dos dedinhos do sistema de alimentação           | Máquina             |
| Ajuste das gavetas dos dedinhos                           | Método              |
| Prisma (espelho) do sensor de corte de blister danificado | Mão-de-obra         |
| Armazenagem do estojo                                     | Método              |
| Ajuste do magazine reserva                                | Método              |
| Tempo de parada na estação de aquecimento                 | Máquina             |
| Armazenagem da bula                                       | Método              |

**Fonte 15: Autor**

Figura 16 Causas raiz após Brainstorming com o time (2)

| Hipóteses  | Classificação<br>6M |
|--|---------------------|
| Ajuste das guias laterais e superiores do magazine de cartucho | Método              |
| Sujeira no sensor de corte                                     | Método              |
| Lente/posicionamento do sensor de corte incorreto              | Método              |
| Sujeira nas gavetas/polarizador do sistema de visão            | Método              |
| Sujeira no sensor de pharmacode de bula                        | Método              |
| Posicionamento mecânico do braço de armação de estojo          | Método              |
| Falha no tracionamento do corte                                | Máquina             |
| Filtro vácuo (bula)  | Máquina             |
| Válvula buleiro (vácuo)  | Máquina             |
| Ajuste do eixo do buleiro                                      | Método              |
| Vinco da bula  | Material            |
| Alimentação de bula  | Mão-de-obra         |
| Monitoramento da dobra de bula                                 | Máquina             |
| Correia de transporte de bula                                  | Máquina             |
| Filtro vácuo (armação de estojo)                               | Máquina             |
| Geradora de vácuo (armação de estojo)                          | Máquina             |
| Válvula cartucho (vácuo)                                       | Máquina             |

Fonte 16: Autor



**Figura 17 Causas raiz após Brainstorming (3)**

| Hipóteses   | Classificação<br>6M |
|---|---------------------|
| Qualidade da ventosa do braço de armação de estojo                    | Máquina             |
| Conjunto de vácuo do magazine reserva                                 | Máquina             |
| Falha do sensor de empilhamento de blister                            | Máquina             |
| Ajuste vibração   | Método              |
| Geradora de vácuo (bula)  | Máquina             |
| Esquadro magazine de bula   | Máquina             |
| Uma bula dentro da outra  | Material            |
| Grampos de transporte de bula   | Máquina             |
| Mix de bulas (pharmacodes diferentes)                                 | Material            |
| Resistência do material (estojo)                                      | Material            |
| Tamanho de bula   | Material            |
| Elástico dentro da bula   | Material            |
| Vinco do estojo   | Material            |
| Sobrecarga de bula  | Material            |
| Falta de memória de armação do estojo (perda do efeito mola)          | Material            |
| Estojo empenado   | Material            |
| Estojo com pouca cola na emenda (vem descolado)                       | Material            |
| Bula encanoada  | Material            |
| Código de barras pharmacode de bula com baixa tonalidade de impressão | Material            |
| Gramatura de bula não conforme  | Material            |

Fonte 17: Autor

Após a classificação destas possíveis causas raiz, foi utilizada uma ferramenta de priorização de atividades com o intuito de definir qual seria o sequenciamento de resolução das causas de falha.

A matriz de priorização, juntamente com o resultado do sequenciamento definido pelo time, segue abaixo ilustrado na próxima figura:

Figura 18 Matriz de priorização

| Hipóteses   | Classificação 6M | Performance Nathália | Performance Ricardo | Performance Antônio | Performance Anelise | Performance Leonardo | Priorização de verificação |
|---|------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| Montagem do sistema de alimentação                        | Método           | 9                    | 9                   | 9                   | 9                   |                      | 36                         |
| Uso do magazine reserva de forma autônoma                 | Método           | 9                    | 9                   | 9                   | 9                   |                      | 36                         |
| Frequência do controle em processo                        | Método           | 9                    | 9                   | 9                   | 9                   |                      | 36                         |
| Sujidade dos tubos de transferência de blister            | Método           | 9                    | 9                   | 9                   | 3                   |                      | 30                         |
| Produzir durante investigação de desvio                   | Método           | 9                    | 9                   | 3                   | 9                   |                      | 30                         |
| Tipos de testes do controle em processo                   | Método           | 9                    | 9                   | 3                   | 3                   |                      | 24                         |
| Emendas   | Máquina          | 9                    | 1                   | 3                   | 9                   |                      | 22                         |
| Má formação   | Máquina          | 3                    | 1                   | 9                   | 9                   |                      | 22                         |
| Recomeço após queda de energia                            | Meio ambiente    | 9                    | 1                   | 3                   | 9                   |                      | 22                         |
| Quantidade de amostra para controle em processo           | Método           | 9                    | 3                   | 1                   | 9                   |                      | 22                         |
| Desgaste dos dedinhos do sistema de alimentação           | Máquina          | 9                    | 3                   | 3                   | 3                   |                      | 18                         |
| Ajuste das gavetas dos dedinhos                           | Método           | 9                    | 3                   | 3                   | 3                   |                      | 18                         |
| Prisma (espelho) do sensor de corte de blister danificado | Mão-de-obra      | 9                    | 3                   | 3                   | 3                   |                      | 18                         |
| Armazenagem do estojo                                     | Método           | 3                    | 3                   | 3                   | 9                   |                      | 18                         |
| Ajuste do magazine reserva                                | Método           | 9                    | 3                   | 3                   | 3                   |                      | 18                         |
| Tempo de parada na estação de aquecimento                 | Máquina          | 9                    | 1                   | 3                   | 3                   |                      | 16                         |
| Armazenagem da bula                                       | Método           | 3                    | 3                   | 1                   | 9                   |                      | 16                         |

Fonte 18: Autor

### 3.1 Fase *Implementar*

Com todas as causas identificadas e sequenciadas a partir do matriz de sequenciamento, pode-se partir para a fase *Implementar*, onde a pergunta a ser respondida é “Qual a melhor maneira para solucionar o problema?”.

O objetivo desta fase é montar um plano de ação robusto para todas, ou as principais causas que mais impactam no problema.

Com o sequenciamento de tratamento de causas definido, foi traçado um plano de ação, juntamente com o time, mostrado nas próximas páginas, contemplando todas as causas levantadas durante as sessões de brainstorming para que todas pudessem ter solução e serem tratadas segundo o sequenciamento proposto.

Com o plano de ação pronto, as primeiras ações começaram a ser tomadas. Porém, as ações definidas ficaram muito pulverizadas uma vez que as causas também ficaram muito pulverizadas. Havia, dentre as diversas causas, algumas que somente para elas, tiveram 5 ações definidas para resolução.

Dessa forma, um grande esforço teria que ser gerado para resolver uma causa que impactaria em 1/54 (54 é o número total de causas identificadas) do resultado esperado. Então, optou-se por resolver as ações de mais fácil implementação, ainda seguindo o sequenciamento proposto na matriz de priorização, para depois começar a programar as de média e difícil implementação.

Com isso, de acordo com o plano de ação que segue nas próximas páginas, foram realizadas as seguintes ações:

- Escrever procedimento para montagem do sistema de alimentação
- Avaliar se há algum recurso para melhorar ou ajudar na montagem do sistema de alimentação
- Avaliar se há a possibilidade de aumentar o convite da placa onde são encaixados os tubos do sistema de alimentação
- Treinar operadores na montagem do sistema de alimentação
- Escrever comandos do uso do magazine reserva de forma autônoma
- Criar uma opção (no sistema de coleta de dados da máquina) para ser utilizado sempre que o magazine reserva fosse utilizado de forma autônoma

- Treinar operadores em como e quando utilizar o magazine reserva de forma autônoma
- Orientar operadores a realizarem os testes de controle em processo de acordo com a frequência indicada pelo setor de Qualidade
- Criar uma opção (no sistema de coleta de dados da máquina) para ser utilizado sempre que a máquina fosse ligada durante uma investigação de desvio

As figuras 19 a 24 a seguir mostram o plano de ação montado para tratar as causas identificadas na fase Análise.

Figura 19 Plano de ação

| Problem                            | Where | What  | Why  | How   | Who                     | When       | Concluded in | Status               |
|------------------------------------|-------|---|--|---|-------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Montagem do sistema de alimentação | XXX   | Escrever procedimento para montagem do sistema de alimentação   | Porque cada operador monta de um jeito e às vezes é mal montado  | Indo à linha durante a limpeza profunda para montar e escrever o procedimento de montagem         | Técnico de manutenção   | 02/07/2018 | 29/06/2018   | Concluído            |
|                                    |       | Avaliar se há algum recurso que possa ser utilizado para ajudar/facilitar montagem                        | Porque o encaixe de algumas peças não é simples  | Indo à linha durante a limpeza profunda para montar e observar o que pode ser feito para melhorar | Técnico de manutenção   | 26/06/2018 | 25/06/2018   | Concluído            |
|                                    |       | Avaliar possibilidade de aumentar convite da placa que encaixa nos tubos                                  | Porque o encaixe dela nos tubos não é fácil  | Perguntando ao Coordenador de manutenção possibilidade de realização                              | Analista de produção    | 03/07/2018 |              | Em Atraso            |
|                                    |       | Avaliar possibilidade de confecção de guias tipos garfos para encaixe placa nos tubos formato XR500       | Porque os tubos ficam bambos e tortos nas sapatas e dificultam o encaixe da placa nos tubos  | Perguntando ao coordenador de manutenção possibilidade de realização                              | Analista de produção    | 03/07/2018 |              | Em Atraso            |
|                                    |       | Treinar operadores na montagem do sistema de alimentação  | Para todos montarem igual  | Indo à linha e treinando os operadores  | Analista de produção    | 06/07/2018 |              | Em Atraso            |
| Uso do magazine reserva            | XXX   | Escrever comandos de uso do magazine reserva de forma autônoma  | Para magazine ser usado durante uma parada da emblistadeira com status de autostart falso no Gamed   | Indo à linha, selecionando o modo no IHM da máquina e escrevendo passo-a-passo                    | Técnico de manutenção   | 29/06/2018 | 26/06/2018   | Concluído            |
|                                    |       | Definir status de autostart false para uso de magazine reserva de forma autônoma                          | Para magazine ser usado sem impactar na performance  | Criando um novo status na lista de motivos do sistema de captura de dados da linha                | Engenheiro de processos | 22/06/2018 | 20/06/2018   | Concluído            |
|                                    |       | Treinar operadores em como e quando utilizar magazine de forma autônoma                                   | Para o magazine ser utilizado no momento correto para dar o resultado esperado (aumento de performance) e não no momento errado e causar o efeito oposto | Reunindo operadores da linha e passando as instruções   | Engenheiro de processos | 06/07/2018 | 06/07/2018   | Concluído            |
|                                    |       | Usar magazine de forma dependente da emblistadeira com uma velocidade da encartuchadeira maior do que 195 | Para recuperar performance e aumento do rendimento do lote   | Testando diferentes velocidades na linha e verificando comportamento                              | Técnico de manutenção   | 29/06/2018 | -            | Concluído com Atraso |
| Frequência controle em processo    | XXX   | Orientar operadores a fazerem os testes de controle em processo seguindo a frequência indicada no SOP     | Porque operadores fazem com uma frequência maior do que a necessária e isso causa perda de performance   | Reunindo operadores da linha e passando as instruções   | Analista de qualidade   | Postponed  | 03/07/2018   | Concluído            |

Fonte 19: Autor

Figura 20 Plano de ação (2)

| Problem                                 | Where | What  | Why  | How   | Who                     | When       | Concluded in | Status               |
|---|-------|---|--|---|-------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Sujidade dos tubos de transferência     | XXX   | Resolver problema do material de cobertura com o fornecedor                                       | Para eliminar a sultura de tinta nas peças da máquina  | Desafiando o fornecedor quanto aos seus processos de fabricação dos alumínio de cobertura | Técnico de materiais    | 06/07/2018 |              | Em Atraso            |
|   |       | Entender porque a tinta só solta na BEC500 e não solta nas outras máquinas                        | Para ajudar na investigação da causa desse problema porque vários testes já foram realizados e não foi achada nenhuma causa raiz para essa diferença de comportamento do mesmo material em máquinas diferentes | Acompanhando na linha XXX e YYY   | Técnico de materiais    | ?          |              | Em Andamento         |
|   |       | Escrever procedimento de limpeza dos tubos e ventosas   | Para garantir que a limpeza seja realizada de forma correta e eficiente  | Conversando com os técnicos de manutenção e escrevendo procedimento                       | Analista de produção    | 29/06/2018 |              | Em Atraso            |
|   |       | Definir frequência de limpeza dos tubos e ventosas  | Para garantir que a limpeza seja realizada de forma correta e eficiente  | Conversando com os técnicos de manutenção e escrevendo procedimento                       | Analista de produção    | 29/06/2018 |              | Em Atraso            |
| Produzir durante investigação de desvio | XXX   | Criar status com autostart falso para ser usado nessa situação                                    | Para eliminar esta perda de performance nesta situação de "máquina em avaliação de desvio"   | Criando um novo status na lista de motivos do sistema de captura de dados da linha        | Engenheiro de processos | 22/06/2018 | 20/06/2018   | Concluído            |
|   |       | Treinar operadores em quando utilizar este status   | Para ser utilizado no momento  | Reunindo operadores da linha e passando as instruções                                     | Engenheiro de processos | 06/07/2018 | 06/07/2018   | Concluído            |
| Emendas                                 |       | Perguntar para técnico de manutenção se quantidade de blisters expulsos nesse caso é configurável |  | Enviando email  | Analista de produção    | 05/07/2018 | 17/07/2018   | Concluído com Atraso |

Fonte 20: Autor

Figura 21 Plano de ação (3)

| Problem  | Where | What  | Why | How | Who                   | When       | Concluded in | Status    |
|--|-------|---|-----|-----|-----------------------|------------|--------------|-----------|
| Má formação  |       | Perguntar para técnico de manutenção se quantidade de blisters expulsos nesse caso é configurável |     |     |                       | 16/07/2018 | 16/07/2018   | Concluído |
| Retornar após queda de energia                             |       | Entender qual é o problema com o retorno, se é devido a referenciamento ou outra coisa            |     |     | Analista de produção  | 19/07/2018 |              | Em Atraso |
| Quantidade de amostra para controle em processo            |       | N/A   |     |     |                       | Postponed  | 03/07/2018   | Concluído |
| Pontos de máquina (ajuste dedinhos, válvula de vácuo, etc) |       | Definir quais desses pontos impactam mais para entrarem no plano de preventiva da máquina         |     |     | Técnico de manutenção | 20/07/2018 |              | Em Atraso |
| Alimentação de bula  |       | Definir orientação de alimentação de bula   |     |     | Técnico de materiais  | 20/07/2018 |              | Em Atraso |

Fonte 21: Autor

Figura 22 Plano de ação (3)

| Problem                                      | Where | What   | Why  | How  | Who                   | When       | Concluded in | Status    |
|--|-------|--|--|--|-----------------------|------------|--------------|-----------|
| Ajuste de vibração do sistema de alimentação |       | Entender se é operacional  | Para definir se entra em preventiva ou se escreve procedimento   |  | Técnico de manutenção | 20/07/2018 |              | Em Atraso |
| Mix de bulas (código de barras diferentes)   |       | Garantir que as conferências sejam realizadas no depósito<br>Garantir que as caixas venham paletizadas do fornecedor       | Para evitar contaminação cruzada<br>Para evitar contaminação cruzada   |  | Técnico de materiais  | 20/07/2018 |              | Em Atraso |
| Uma bula dentro da outra                     |       | Abrir desvio para fornecedor<br>Verificar com analista de material quais são as ações junto ao fornecedor para evitar isso | Para entender falha no processo do fornecedor e evitar que ocorra novamente<br>Para que causa raiz do problema seja sabida por todos | Abrindo desvio no trackwise<br>Perguntando ao analista de material | Analista de produção  | 16/07/2018 | 16/07/2018   | Concluído |
| Resistência do material                      |       | Garantir que todos os testes de controle de qualidade do CME sejam realizados  | Para evitar que materiais fora da especificação de resistência entrem para a produção e prejudiquem a máquina                        |  | Analista de materiais | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Tamanho de bula (variação de corte)          |       | Garantir que este tipo de problema seja pego no CME  | Para evitar que estes materiais entrem para a produção e prejudiquem a máquina   | Realizando os testes de controle de qualidade                      | Analista de materiais | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Elástico dentro da bula (problema pontual)   |       | Perguntar para analista de material se há resposta do fornecedor sobre de onde vem o elástico                              | Porque não tem ação sobre isso. Esse caso, por ser pontual (só ocorre em uma bula) é difícil de ser                                  | Enviando email   | Analista de produção  | 16/07/2018 | 16/07/2018   | Concluído |

Fonte 22: Autor



Figura 23 Plano de ação (4)

| Problem  | Where | What  | Why   | How   | Who                   | When       | Concluded in | Status    |
|--|-------|---|---|---|-----------------------|------------|--------------|-----------|
| Vinco de estojo  |       | Garantir que este tipo de problema seja pego no CME   | Para evitar que estes materiais entrem para a produção e prejudiquem a máquina            | Realizando os testes de controle de qualidade | Analista de materiais | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Sobrecarga de bula   |       | N/A   |   |   |                       | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Falta de memória de armação de cartucho (perda do efeito mola) |       | Garantir FEFO dos materiais   | Para evitar que os materiais fiquem muito tempo parados no depósito sem utilização        |   |                       |            |              |           |
|  |       | Entender se a falta de memória de armação tem relação com a validade do material  | Para saber se FEFO baseado na validade vai ser efetivo ou não na resolução deste problema | Enviando email para analista de material      | Analista de produção  | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Estojo empenado  |       | Garantir que este tipo de problema seja pego no CME   | Para evitar que estes materiais entrem para a produção e prejudiquem a máquina            | Realizando os testes de controle de qualidade | Analista de materiais | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
|  |       | Perguntar para analistas de material se há verificação de acomodação (respiro) de estojo dentro das caixas de acondicionamento no CME | Porque se a caixa vem com muito estojo dentro, os estojos podem empenar lá dentro         | Enviando email                                | Analista de produção  | 16/07/2018 | 16/07/2018   | Concluído |
|  |       | Garantir que operadores de corredor não recebam caixa de estojo amassada do depósito.   | Porque caixa amassada pode causar estojo empenado   | Orientando operadores de corredor             | Analistas             | 16/07/2018 | 16/07/2018   | Concluído |

Fonte 23: Autor

Figura 24 Plano de ação (5)

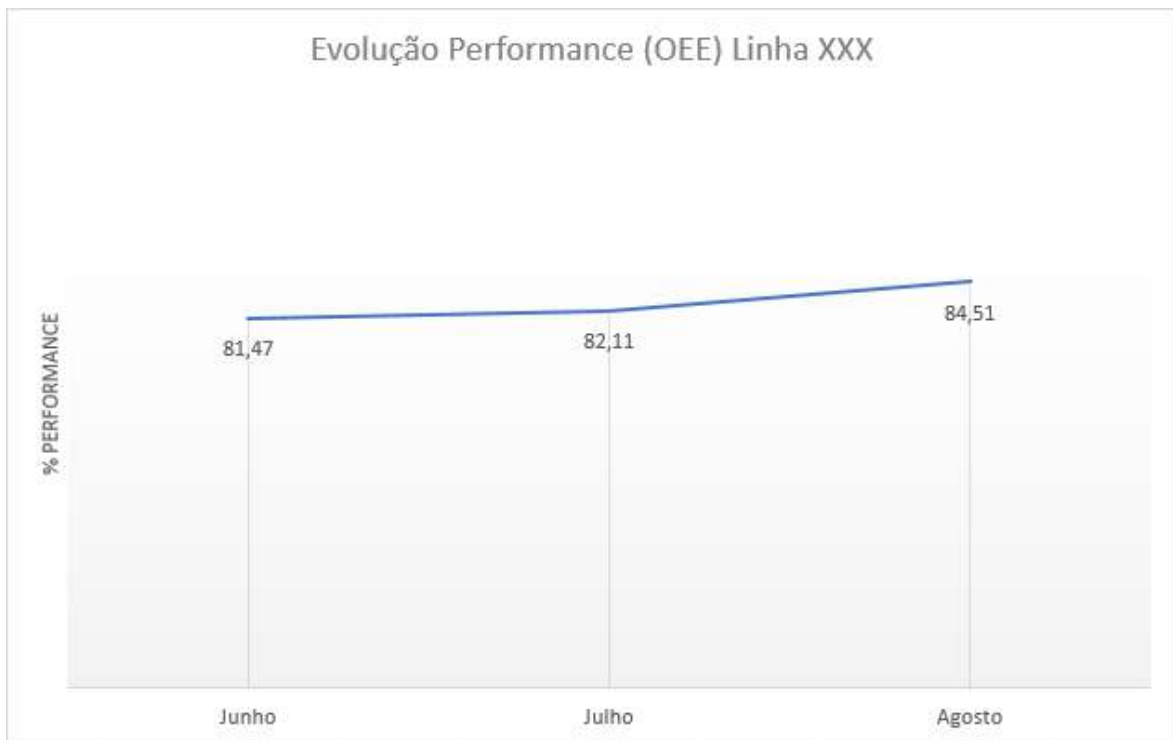
| Problem  | Where | What   | Why  | How   | Who                   | When       | Concluded in | Status    |
|--|-------|--|--|---|-----------------------|------------|--------------|-----------|
| Estojo com pouca cola (vem descolado)                |       | Abrir desvio para fornecedor   | Para entender falha no processo do fornecedor e evitar que ocorra novamente    | Abrindo desvio no trackwise                   | Analista de materiais | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Estojo colado um no outro                            |       | N/A  |  |   |                       | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Bula encanoada                                       |       | Perguntar para analisat de material se ele verifica condições do shirink nos testes de CME | Porque se shirink estiver muito apertado ou frouxo, causa encanoamento da bula | Enviando email                                | Analista de produção  | 16/07/2018 | 16/07/2018   | Concluído |
| Pharmacode de bula com baixa tonalidade de impressão |       | Garantir que este tipo de problema seja pego no CME  | Para evitar que estes materiais entrem para a produção e prejudiquem a máquina | Realizando os testes de controle de qualidade | Analista de materiais | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |
| Gramatura de bula                                    |       | Garantir que este tipo de problema seja pego no CME  | Para evitar que estes materiais entrem para a produção e prejudiquem a máquina | Realizando os testes de controle de qualidade | Analista de materiais | 18/07/2018 | 18/07/2018   | Concluído |

Fonte 24: Autor

Entretanto, após a implementação destas ações consideradas fáceis, percebeu-se que o resultado não estava vindo conforme o esperado. Diversas ações foram tomadas e o indicador do pilar performance do OEE não estava tendo o aumento que se esperou ter. Como mostrado no plano de ação, a maioria das ações foram realizadas em junho/julho e a performance de junho para julho não teve incrementos significativos

A figura a seguir mostra a evolução da performance entre Junho e Julho sem incrementos no índice.

**Figura 25** Evolução de performance após implementação das ações



**Fonte 25:** Autor

Nessa etapa do processo, foi decidido parar e reanalisar as 5 grandes causas identificadas inicialmente durante a fase Analisar.

### **3.2 Fase (Re) Analisar**

Neste momento entrou-se no que se chamou de fase de (Re) Análise, onde foi identificado que “Falhas do Processo” estava demandando grande esforço para ser resolvido para atingir um impacto considerável no resultado, enquanto que “Paradas da

Encartuchadeira” somadas à “Paradas da Emblistadeira”, aparentemente requeriam um esforço menor e resultariam em um impacto tão grande quanto “Falhas do Processo”.

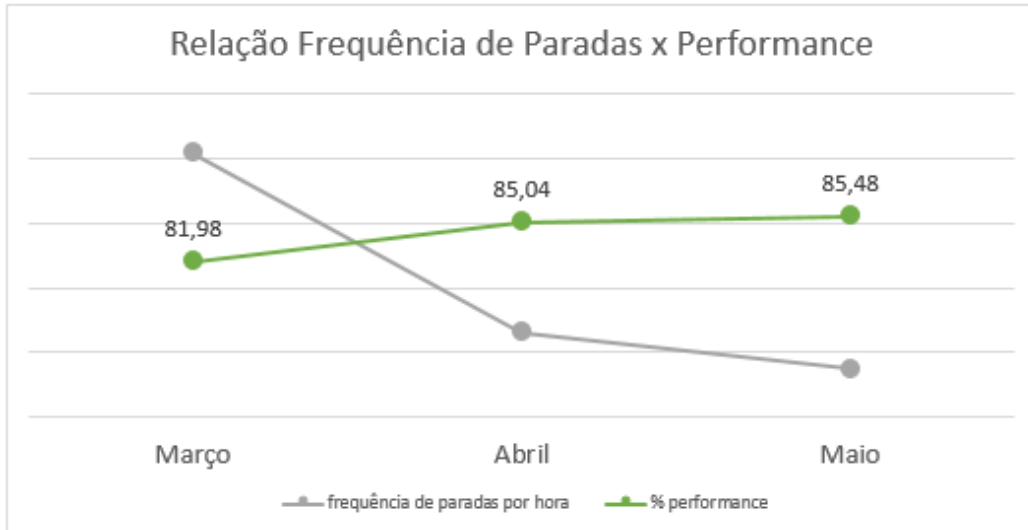
O esforço para se trabalhar em “Paradas da Emblistadeira e Encartuchadeira” foi considerado menor devido à expertise dos trabalhadores da área em focar em resolução de problemas de paradas de máquina.

Com isto, nesta nova fase uma outra análise dos dados foi necessária de forma a identificar quais seriam as maiores paradas de máquina. Esta análise foi feita utilizando como base o apontamento de paradas de máquina em função de frequência e horas já contidas no sistema de captação de dados das linhas de produção, que já está implementado no setor.

A partir daí começou-se a perceber uma relação entre a frequência de paradas de máquina e a performance da mesma. Isto é, o impacto de uma parada no pilar performance do indicador OEE da linha independe do tempo que esta parada levou. Isto ocorre devido ao tempo que a máquina leva para realmente parar após receber um sinal lógico de parada e o tempo de retomada quando ela recebe um sinal para retornar a produzir. E este tempo que a máquina leva para realmente parar e depois retomar não varia em função de quanto tempo a máquina realmente ficou indisponível. Ou seja, o impacto de uma parada de 1 minuto é o mesmo de uma parada de 2 horas. Com isso, foi decidido identificar os maiores ofensores de paradas de máquina em função da frequência.

A figura a seguir mostra o resultado da avaliação da relação de frequência de paradas e a performance. Pode-se verificar que quanto maior é a frequência de paradas por hora, menor é a performance e vice-versa.

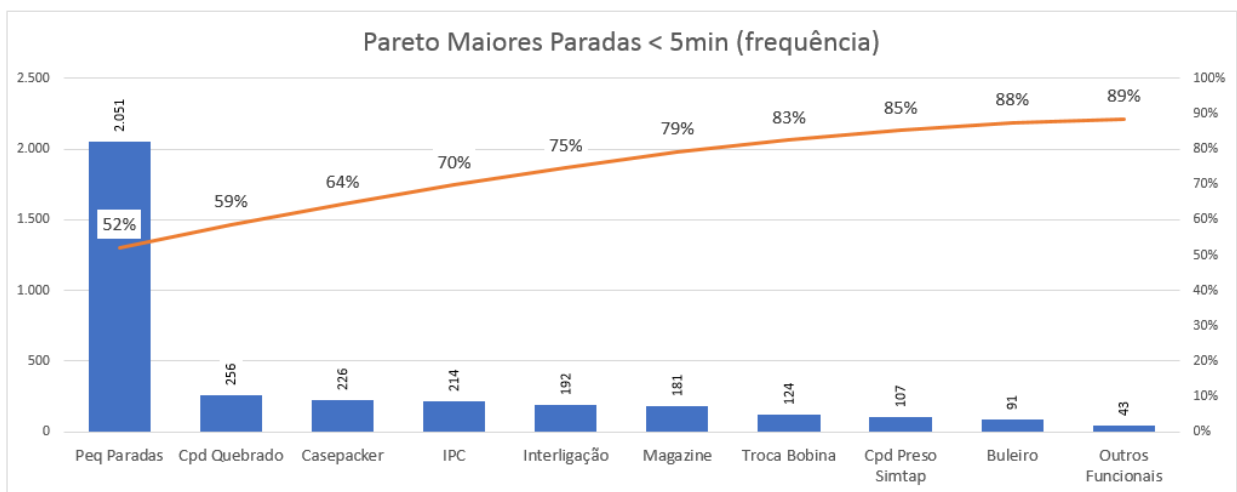
**Figura 26** Relação frequência de paradas X performance no OEE



**Fonte 26:** Autor

A partir desta avaliação, partiu-se para verificar quais eram as paradas de máquina com maior frequência. O resultado desta verificação é mostrado na imagem abaixo na forma de um gráfico de Pareto:

**Figura 27** Principais ofensores frequência fase (Re) Análise



**Fonte 27:** Autor

Deste gráfico, percebe-se que 52% da frequência de paradas de máquina é ocasionada por um tipo de parada chamada nesta empresa de “pequenas paradas”. Essas pequenas paradas são aquelas com menos de 40 segundos de duração.

Ainda do gráfico, 7% das paradas são ocasionadas por comprimidos quebrados, depois 5% casepacker, 5% teste de controle em processo, 5% falha na interligação e 4% magazine de blister.

### 3.3 Fase (Re) Implementar

Com essas novas causas identificadas, novas ações foram direcionadas para as causas que totalizassem 80% dos problemas, conforme o diagrama de Pareto sugere.

| <b>Problema</b>               | <b>Ação</b>   |
|-------------------------------|---|
| Pequenas paradas              | Redução de velocidade da linha  |
| Comprimido quebrado           | Mudança de formato de comprimido  |
| Casepacker                    | Sendo tratado em outro fórum com a Engenharia                           |
| Teste de controle em processo | Já realizado na frequência mínima requerida para a qualidade do produto |
| Interligação                  | Instalação de exaustor de pós em cima do rolo de selagem                |
| Magazine de blister           | Ajuste dos parâmetros de sincronia                                      |

Como 52% da frequência de paradas era “Pequenas paradas”, era esperado que a ação referente à essa causa fosse a que mais trouxesse retorno ao indicador.

Após um estudo de redução gradual de velocidade da linha, foi identificado que a redução de 2,5% da velocidade original da máquina traria os resultados esperados no indicador performance do OEE sem perdas de volume na linha.

Com isso, a velocidade foi mudada de 380 blisteres/minuto para 370 blisteres/minuto.

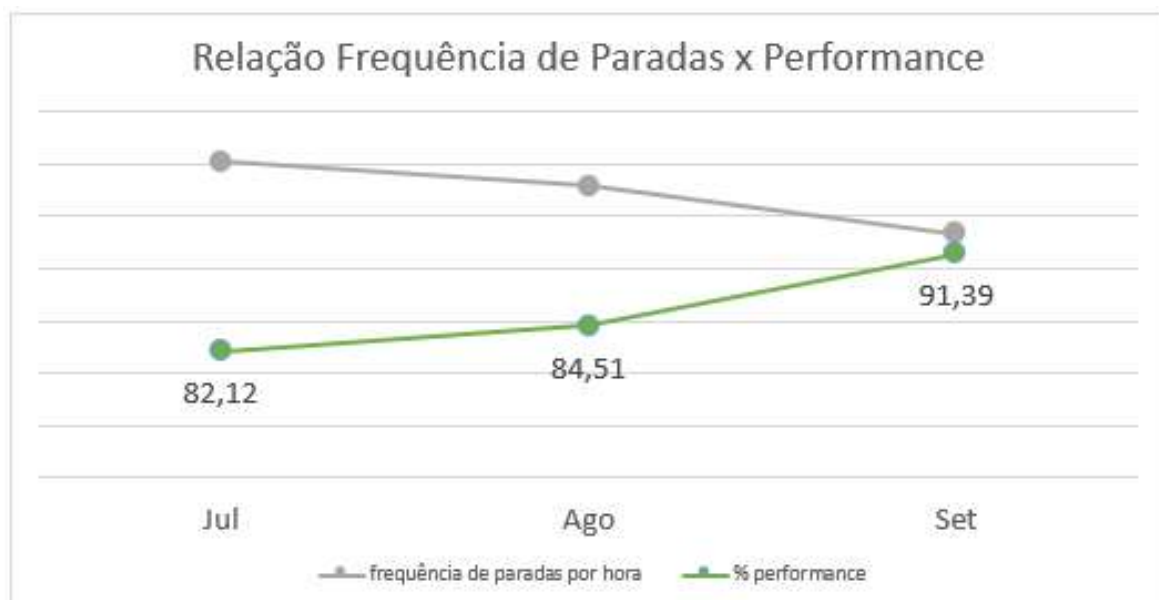
Com esta mudança, os seguintes resultados foram obtidos:

| Período          | Velocidade<br>(blister/min) | Performance<br>(%) | Disponibilidade<br>(%) | Qualidade<br>(%) | OEE<br>(%) | Volume<br>médio/dia |
|------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|------------------|------------|---------------------|
| <b>Jul e Ago</b> | <b>380</b>                  | <b>83,36</b>       | 35,29                  | 99,84            | 29,38      | <b>77.000</b>       |
| <b>Set e Out</b> | <b>370</b>                  | <b>91,05</b>       | 38,02                  | 99,84            | 34,56      | <b>90.000</b>       |

Além disso, com a redução de velocidade da linha, a frequência de paradas de máquina de uma forma geral também diminuiu, conforme foi considerado no início da fase de (Re) Análise:

A figura a seguir mostra o que foi exposto no parágrafo anterior, ou seja, com a redução da frequência de paradas de máquina a partir da redução de velocidade da linha, a performance da linha aumentou significativamente.

**Figura 28 Relação frequência de paradas X Performance após redução de velocidade**



Fonte 28: Autor

Dessa forma, com as mudanças implementadas na fase de (Re) Implementar, foi possível aumentar o índice do pilar performance do indicador OEE, que era um dos objetivos deste trabalho, em 8 pontos percentuais.

Além disso, o segundo objetivo que foi definido como consequência do primeiro também foi atingido, ou seja, foi possível aumentar o volume de packs embalados em um dia nesta linha em 13 mil unidades por dia, o equivalente a 0.5 lote deste remédio.

Esse aumento na quantidade de *packs* diária produzida representa um aumento de capacidade de 312 mil *packs* por mês, o que equivale a 14 lotes a mais por mês.

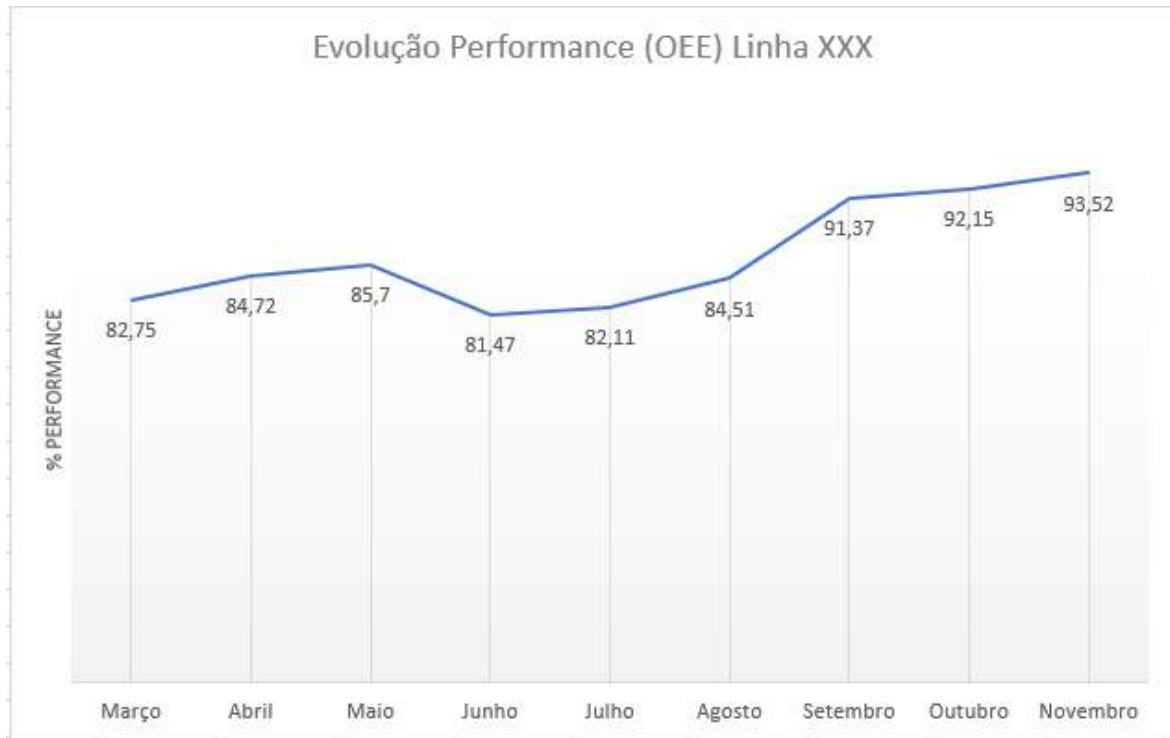
### **3.4 Fase Controlar**

Na fase Controlar, a pergunta a ser respondida é “Como sustentar a solução?”, ou seja, nesta fase o objetivo é planejar formas de manter os resultados obtidos sustentáveis. Colocar o problema sob controle e providenciar formas para que as causas não voltem a aparecer e o problema volte a acontecer.

Nesta fase, foi realizada inicialmente uma comparação dos resultados de performance mensal para esta linha, avaliando os resultados desde quando o projeto começou em Março até Novembro após as ações tomadas.



**Figura 29 Evolução Performance (OEE) por mês ano 2018**



**Fonte 29: Autor**

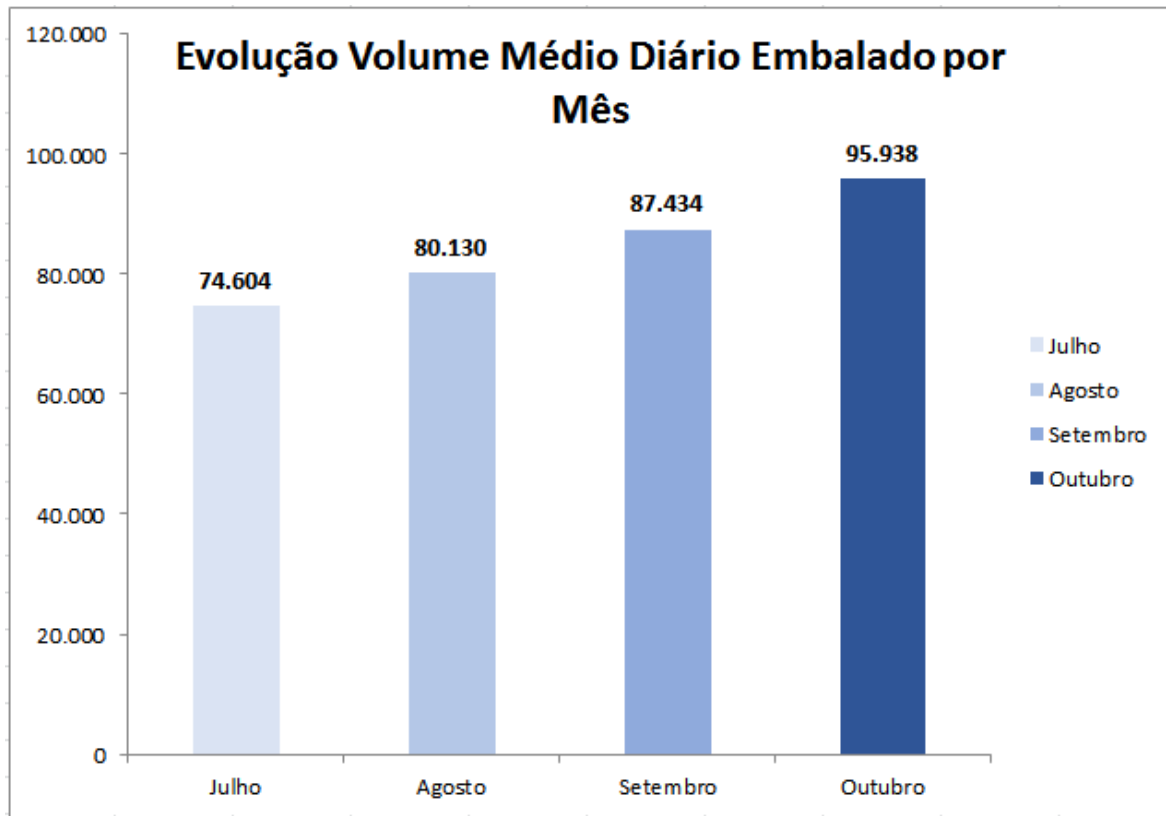
Pode-se observar que enquanto o projeto estava nas fases de Definição, Medição e Análise (Março a Julho de 2018), o processo estava descontrolado, com picos altos e baixos, porém ainda longe da meta de 95%. A partir de agosto de 2018, começa-se a ver alguns resultados positivos, com aumento da performance, mas ainda longe do esperado.

Quando ocorreu a reavaliação do projeto (fases Re-Analisar e Re-Implementar), em Setembro, com novas tomadas de ações para o outro grupo de causas, a performance deu um salto atingindo um patamar de 90% nunca antes atingido. E essa tendência de melhoria veio sendo mantida até novembro, no fim do projeto.

Apesar de não ter atingido o *target* inicial de 95%, o projeto deu-se como finalizado uma vez que se chegou muito próximo do valor esperado e também devido à tendência de aumento mês a mês observada. Essa tendência se deve muito provavelmente ao resultado das ações de controle do projeto, tais como acompanhamento diário dos índices. Além disso, o projeto deu-se como finalizado também uma vez que o objetivo maior dele foi atingido, que era o de aumento de capacidade de unidades embaladas da linha.

A figura abaixo mostra a evolução de volume médio de packs embalados por mês nesta linha estudada. Observa-se que, nos meses de Setembro e Outubro, após a implementação das ações definidas nas fases (Re) Implementar, ocorreu um salto no perfil de embalagens produzidas por dia na linha.

**Figura 30** Evolução volume médio diário embalado por mês



Fonte 30: Autor

#### 4 Capítulo 4 – Considerações finais

O objetivo inicial do presente estudo era aumentar a capacidade de produção de uma linha de embalagem de remédios para Diabetes através da melhoria do indicador de performance OEE, diante do cenário de aumento de demanda por Cloridrato de Metformina XR 500 mg, principalmente após este remédio ter começado a participar do programa Farmácia Popular do Governo Federal em 2011.

Visto a falta de recursos para investir em compra de mais unidades de máquinas para aumentar a capacidade produtiva, a saída encontrada foi olhar para dentro do chão de fábrica, focando nos processos e equipamentos já existentes e trabalhar analisando as oportunidades de melhoria possíveis buscando o aumento de eficiência do processo sem que houvesse necessidade de grandes investimentos.

Esta busca por oportunidades de melhoria para aumento de eficiência foi realizada a partir da análise do indicador de performance OEE. Durante esta análise, foi identificado que o pilar performance estava abaixo do patamar aceitável, ou seja, não estava atingindo o *target* global da empresa. A média deste pilar do indicador era 84% e o *target* global é 95%. Dessa forma, iniciou-se um projeto para melhorar este indicador visando aumento de capacidade produtiva, com consequente aumento de unidades embaladas.

Com a adoção do indicador na indústria farmacêutica, o resultado do OEE passou a fazer parte das discussões de todas as reuniões de Embalagem, tornando-o um indicador de gestão e melhoria contínua. Utilizando o OEE como ferramenta, é possível identificar o foco da máquina estudada, analisando os pontos de maior fragilidade e determinando ações com soluções possíveis, na busca do aumento da eficiência e produtividade.

O projeto foi desenvolvido seguindo a metodologia DMAIC de solução de problemas, dividido em 5 fases, entretanto foi necessário até voltar atrás em determinado momento, criando 2 novas subfases ((Re) Analisar e (Re) Implementar), totalizando 7 fases, uma vez que as ações tomadas após a fase Implementar não estavam trazendo o resultado esperado.

Diante disso, foi necessário trocar o rumo do projeto. Inicialmente havia sido avaliado que trabalhar em “Falhas do Processo” traria os resultados esperados, porém, com o decorrer do projeto, tomada de ações e avaliação do indicador para ver se isso estava

acontecendo, verificou-se que o indicador não mudava de patamar. Ou seja, houve uma falha na identificação das causas. E essa falha foi observada a partir do gerenciamento mensal do indicador, o qual se manteve com o mesmo índice anterior mesmo após as primeiras ações da primeira fase Implementar terem sido realizadas.

Com isso, voltou-se às cinco grandes causas identificadas na fase Analisar e decidiu-se atacar as “Paradas da Encartuchadeira e Emblistadeira” que era o segundo maior. E então, com a definição de novas ações, tais como a redução da velocidade da linha visando reduzir as paradas menores do que 40 segundos, que seriam as verdadeiras e principais causas (representavam 52% da frequência de paradas de máquina) de perda de performance, foi conseguido mudar o índice de patamar.

Assim, após a realização de todas as fases, no fim do projeto atingiu-se o resultado esperado. Ou seja, foi possível aumentar o índice do indicador performance do OEE que saiu de um valor de 84% para 92%, ou seja, houve um aumento de 8 pontos percentuais no índice.

Com o desenvolvimento deste projeto também foi possível aumentar o outro pilar do OEE, a disponibilidade, que saiu de um valor de 35% para 38%, ou seja, teve um incremento de 3 pontos percentuais, o que gerou um aumento significativo no OEE, de uma forma geral. Antes da tomada das ações, o OEE era 29% e passou a 34% depois.

Dessa forma, com a melhoria de eficiência da linha, a capacidade produtiva aumentou também como consequência e conforme esperado no início do projeto. Foi conseguido um aumento de 13 mil unidades embaladas por dia, o que representa mais 14 lotes por mês de cloridrato de metformina disponíveis para o mercado.

O indicador OEE está sendo utilizado em empresas de diversos ramos de atuação. Ele está sendo empregado como um importante indicador operacional. É relevante que todos os setores envolvidos saibam as ações estratégicas da empresa, pois assim, fortalecerão a relevância do indicador de desempenho, porque a partir dele é possível buscar a realidade do processo e analisar a produtividade do equipamento, promovendo melhorias no sistema produtivo.

Diante disso, fica evidente que a gestão dos indicadores de performance das operações industriais de uma empresa, têm altíssima relevância para a saúde financeira da mesma. Isto é, apenas analisando e trabalhando na melhoria destes indicadores, é possível atingir resultados excelentes de aumento de capacidade de produção sem grandes

investimentos. Ou seja, a partir do desenvolvimento de um projeto de gerenciamento de um indicador com identificação de ofensores e definição de plano de ação para atacar as causas de falhas, a empresa passou a ter capacidade para aumentar suas vendas, utilizando os mesmos recursos que já possuía antes do projeto. Isto é, ela produziu mais utilizando os mesmos recursos já existentes, ou seja, foi mais eficiente.

## 5 Capítulo 5 – Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Hugo Emanuel Pereira Pinto de Jesus. **Preparação e caracterização de dispersões sólidas e micropartículas lipídicas contendo Ibuprofeno**. 2009.

ANDRIETTA, João Marcos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras**. *Gestão & Produção*, v. 14, n. 2, p. 203–219, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2007000200002&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2007000200002&lng=pt&tlng=pt)>.

ARAÚJO, Leila Maria Batista; BRITTO, Maria M. dos Santos; PORTO DA CRUZ, Thomaz R. **Tratamento do diabetes mellitus do tipo 2: novas opções**. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 44, n. 6, p. 509–518, Dez 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27302000000600011&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302000000600011&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 19 nov 2018.

AULTON, M E. **Delineamento de formas farmacêuticas**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1.

CALDEIRA COELHO, Manuel. **TECNOLOGIA DE PÓS 0. INTRODUÇÃO**. . Lisboa: [s.n.], 2007. Disponível em: <[http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/810/1/Tecnologia de Pós \(2\).pdf](http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/810/1/Tecnologia%20de%20Pós%20(2).pdf)>. Acesso em: 8 nov 2018.

CASTRO, Fabiana Pereira; ARAUJO, Fernando Oliveira De. **Proposal for OEE (Overall Equipment Effectiveness) Indicator Deployment in a Beverage Plant**. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 9, n. 1, p. 71–84, 2012. Disponível em: <<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/bjopm.2013.006>>.

CLETO, Marcelo Gechele; QUINTEIRO, Leandro. **Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva**. *Revista Produção Online*, v. 11, n. 1, p. 210, 2010. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/640>>.

DA GRAÇA PORTELA LISBÔA, Maria; PENTIADO GODOY, Leoni. **Aplicação Do Método 5W2H No Processo Produtivo Do Produto: a Joia**. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, n. 7, p. 32–47, 2012.

ENGENDRAR. *Boletim 5-304 EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS*. . [S.l: s.n.], [S.d.]. Disponível em: <<http://www.engendrar.com.br/arquivos/boletim/misturador-v.pdf>>. Acesso em: 8 nov 2018.

FERNANDES, Djair Roberto. **Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial**. *Revista da FAE*, v. 7, n. 1, 2004. Disponível em: <<https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/430>>. Acesso em: 16 jan 2019.

FILHO, Ismael Gaião; CAMPOS, Fábio. **Análise comparativa de experiência das técnicas criativas Brainstorming e Método 635 a partir da teoria da atividade**. *Ergotrip Design*, v. 1, p. 10–19, 2015.

FIOCRUZ. **Taxa de incidência de diabetes cresceu 61% nos últimos 10 anos** Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/noticia/taxa-de-incidencia-de-diabetes-cresceu-618-nos-ultimos-10-anos>>.

GARCIA, Angélica; GONZALEZ ORTEGA, George; PETROVICK, Pedro Ros. **Granulação**. 2000. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/19356>>. Acesso em: 19 nov 2018.

**INDÚSTRIA FARMACEUTICA**. . [S.l: s.n.], [S.d.]. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/fomentoedesarvolvimento/cadeiasprodutivas/uploadAddress/farmaceutica%5B19550%5D.pdf>>. Acesso em: 7 nov 2018.

KAYANO, Jorge; CALDAS, Eduardo de Lima. **Indicadores para o diálogo**. *Platadorma Contrapartes NOVIB*, 2002.

LANDI, José Laudo Bernardes. **A Granulação de Materiais**. *Cerâmica Industrial*. [S.l: s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v11n03/a03v11n3a325.pdf>>. Acesso em: 24 nov 2018.

MACHADO, BSB; VIEGAS, MC. **Estudo de Caso: As Ferramentas da Qualidade Utilizadas no Laboratório de Análises Clínicas de Um Hospital Para a Otimização de Processos**. *UNOPAR Cient., Ciênc. Juríd. Empres., Londrina*, v. 13, n. 1, p. 75–80, 2012.

MARINS, Augusto Silva. **Aplicação Da Teoria Das Restrições E Do Indicador De Eficiência Global Do Equipamento Para Melhoria De** Application of the Theory of Constraints and the Overall Equipment Effectiveness for Productivity Improvement in a Manufacture Line. p. 89–105, 2006.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre. **Administração da Produção Administração da Produção.** p. 718, 2007.

PEREIRA, Dienifer Alves Caixeta; FERREIRA, Liliam Abreu. **PHARMACEUTICAL BLISTER : INFLUENCE OF COLOR AND TYPES OF FILMS IN.** *Visão Acadêmica Curitiba*, v. 3, p. 91–100, 2016.

S.NAKAJIMA. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.**pdf. *Productivity Press, Cambridge*, 1988.

SCHMOECKEL, Paulo Stefânio. **Implantação de indicadores de performance em uma indústria metalúrgica – uma contribuição à gestão de resultados.** p. 152, 2002.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SILVA, José Pedro Amorim Rodrigues Da. **OEE-A FORMA DE MEDIR A EFICÁCIA DOS EQUIPAMENTOS OEE-THE WAY TO MEASURE EQUIPMENT EFFECTIVENESS.** . [S.l: s.n.], 2009.

SOARES, L. A. L.; PETROVICK, P. R. **Física da compressão.** *Caderno de Farmácia*, v. 15, n. 2, p. 65–79, 1999.

UMS CONSULTING GMBH & CO. KG. **Six Sigma +Lean Green Belt DMAIC.** *Healthcare Systems Engineering*, v. 1, n. UMS CONSULTING GMBH & CO. KG, p. 169–216, 2016.