

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR - MG
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
RAFAELA AZEVEDO MELO

**APLICAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING*: REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* E
CÁLCULO DE DESEMPENHO EM ESTUFAS DE SECAGEM DE UMA INDÚSTRIA
FARMACÊUTICA**

FORMIGA – MG
2016

RAFAELA AZEVEDO MELO

**APLICAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING*: REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* E
CÁLCULO DE DESEMPENHO EM ESTUFAS DE SECAGEM DE UMA INDÚSTRIA
FARMACÊUTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR- MG, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Ms. Samuel de Oliveira.

FORMIGA – MG

2016

Rafaela Azevedo Melo

**APLICAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING*: REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* E
CÁLCULO DE DESEMPENHO EM ESTUFAS DE SECAGEM DE UMA INDÚSTRIA
FARMACÊUTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Produção do
UNIFOR- MG, como requisito parcial para a
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Samuel de Oliveira

Orientador

Prof. Dr. Aladir Horácio dos Santos

UNIFOR

Formiga, 31 de outubro de 2016.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

RESUMO

Para tornarem competitivas no mercado, as empresas utilizam metodologias da qualidade no qual auxiliam em tal ascensão. Uma das metodologias altamente utilizadas é o “*Lean Manufacturing*”, traduzida para o português como Manufatura Enxuta, que busca reduzir a zero quaisquer desperdícios. O SMED (*Single Minute Exchange of Die*) de Shigeo Shingo, é uma das ferramentas desta metodologia, desenvolvida entre 1950 e 1969 no Japão, que tem como objetivo reduzir ao máximo tempos de *setup* elevando o tempo de funcionamento do equipamento. No estudo de caso a seguir, aplicou-se o SMED na produção de medicamentos via úmida de uma indústria farmacêutica, mais precisamente em estufas de secagem, reduzindo drasticamente o tempo de limpeza, no qual é o seu *setup* principal. Para auxiliar esta ferramenta, utilizou-se o OEE (*Overall Equipment Efficiency*) de modo que evidenciasse os tempos de *setups* e execução propriamente dita das estufas, gerando suas respectivas eficiências.

Palavras chave: SMED. *Lean Manufacturing*. OEE. Indústria Farmacêutica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A máquina de Brockedon	20
Figura 2 – Cálculo do Indicador OEE	29
Figura 3 – Fluxograma das macroetapas do processo de secagem.....	35
Figura 4 – Resultado da aplicação do SMED.....	39
Figura 5 – Tipos e definições de paradas e seus respectivos códigos para preenchimento de formulário.....	41
Figura 6 – Modelo do formulário para cálculo de eficiência da estufa.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas de produção de comprimidos	36
Tabela 2 – Ações de melhoria e tipos de ganho por ação	37
Tabela 3 – Ganhos em disponibilidade na Estufa II e Estufa III	40
Tabela 4 – Tempo disponível por dia útil relativo à semana	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico das paradas 16/05/2016 – 21/05/2016 - Estufa II.....	44
Gráfico 2 – Gráfico das paradas 16/05/2016 – 21/05/2016 - Estufa III.....	46
Gráfico 3 – Gráfico das paradas 23/05/2016 – 28/05/2016 - Estufa II.....	47
Gráfico 4 – Gráfico das paradas 23/05/2016 – 28/05/2016 - Estufa III.....	48
Gráfico 5 – Gráfico das paradas 30/05/2016 – 04/06/2016 - Estufa II.....	49
Gráfico 6 – Gráfico das paradas 30/05/2016 – 04/06/2016 - Estufa III.....	51
Gráfico 7 – Gráfico das paradas 06/06/2016 – 11/06/2016 - Estufa II.....	52
Gráfico 8 – Gráfico das paradas 06/06/2016 – 11/06/2016 - Estufa III.....	53
Gráfico 7 – Gráfico das paradas 13/06/2016 – 18/06/2016 - Estufa II.....	54
Gráfico 8 – Gráfico das paradas 13/06/2016 – 18/06/2016 - Estufa III.....	56
Gráfico 9 – Gráfico das paradas 20/06/2016 – 25/06/2016 - Estufa II.....	57
Gráfico 10 – Gráfico das paradas 20/06/2016 – 25/06/2016 - Estufa III.....	58
Gráfico 11 – Gráfico das paradas 27/06/2016 – 02/07/2016 - Estufa II.....	59
Gráfico 12 – Gráfico das paradas 27/06/2016 – 02/07/2016 - Estufa III.....	60
Gráfico 13 – Gráfico das paradas 04/07/2016 – 09/07/2016 - Estufa II.....	62
Gráfico 14 – Gráfico das paradas 04/07/2016 – 09/07/2016 - Estufa III.....	63
Gráfico 15 – Gráfico das paradas 11/07/2016 – 16/07/2016 - Estufa II.....	64
Gráfico 16 – Gráfico das paradas 11/07/2016 – 16/07/2016 - Estufa III.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Índices e principais perdas	23
--	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Índice de Tempo Operacional (ITO)	43
Equação 2 – Índice de Performance Operacional (IPO)	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BPF – Boas Práticas de Fabricação

IPO – Índice de Performance Operacional

ITO – Índice de Tempo Operacional

JIT – *Just in time*

MPT – Manutenção Produtiva Total

OEE – *Overall Equipment Efficiency*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 Problema	14
3 Justificativa.....	15
4 OBJETIVOS.....	16
4.1 Objetivo geral	16
4.2 Objetivos específicos.....	16
5 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
5.1 Histórico da produção	17
5.2 Histórico da indústria farmacêutica	18
5.3 <i>Just in time</i>	20
5.4 SMED (<i>Single Minute Exchange of Die</i>).....	22
5.5 Manutenção Produtiva Total	25
5.6 OEE (<i>Overall Equipment Efficiency</i>).....	27
6 MATERIAL E MÉTODOS	31
6.1 Descrição e características da empresa	31
6.2 Coleta de dados.....	32
6.3 Técnicas e métodos	32
7 ANÁLISE E RESULTADOS.....	34
7.1 Etapas do processo de produção.....	34
7.2 Fluxograma do processo de secagem	34
7.3 Aplicação do SMED no processo de secagem	36
7.4 Aplicação do OEE no processo de secagem.....	40
8 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o perfil do mercado vem mudando gradativamente. A alta competitividade faz com que as empresas busquem novas ferramentas de trabalho para se sobressaírem aos olhos dos clientes, que estão cada vez mais exigentes. Este é o caso das indústrias farmacêuticas que, com a grande responsabilidade de qualidade do seu produto para a saúde da população e com maquinários e insumos relativamente caros, tende a buscar cada vez mais a otimização dos seus processos a fim de se tornarem competitivas.

Em tempos de crise, as ferramentas de “*Lean Thinking*”, cujo termo conhecido no Brasil por “Pensamento enxuto”, tem sido referências de trabalho em empresas de todos os gêneros para a redução dos custos, pois, é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos: menos esforço humano, menos espaço, menos equipamento, menos tempo.

O estudo que segue, desenvolve-se com a análise do processo de produção de medicamentos buscando com responsabilidade de qualidade e com as ferramentas certas, a redução dos desperdícios e em busca da maior produção possível: aplicando as ferramentas do *Lean Manufacturing*, SMED (*Single Minute Exchange of Die*) para a redução de *setup* e a OEE (*Overall Equipment Efficiency*) para cálculo de eficiência ou desempenho das estufas, no processo de Sólidos Orais. Este trabalho então, colabora com as empresas que buscam introduzir-se na jornada de produção enxuta, sugerindo uma implantação da metodologia, bem estruturada, almejando-se uma drástica mudança no resultado final gerando lucratividade.

2 PROBLEMA

Como as ferramentas de *Lean Manufacturing* poderão identificar e solucionar o gargalo existente na produção de medicamentos na empresa em questão?

3 JUSTIFICATIVA

A análise de processos produtivos, especificamente de tempos de ajustes e limpezas na indústria farmacêutica, se torna fundamental pelo fato destes tempos serem extensos e recorrentes. Uma vez que trata-se de medicamentos, deve-se seguir as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) redigido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no qual evita-se problemas em todo o processo e garante a qualidade do produto. No entanto, exige-se a otimização do tempo para melhor agilidade e redução dos custos empresariais.

O trabalho justifica-se pela importância tanto na geração de emprego visando a agilidade das atividades, quanto na diminuição do uso da água com a redução de tempos de limpeza, de forma a melhorar as condições de trabalho para os colaboradores (melhoria da performance de trabalho); importância no qual, pode-se servir como base para trabalhos futuros e até mesmo para a aplicação deste em outros setores; por fim importância-foco empresarial atual: redução de custos.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Analisar o processo de produção de medicamentos aplicando as ferramentas de *Lean Manufacturing*.

4.2 Objetivos específicos

- Descrever o processo produtivo da fabricação de comprimidos no setor Sólidos Oraís.
- Aplicar a ferramenta SMED na Sala de Secagem.
- Aplicar a ferramenta OEE na Sala de Secagem.
- Analisar os resultados obtidos na aplicação das ferramentas e elaborar um plano de ação de melhorias na produção.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 Histórico da produção

Desde os primórdios da humanidade, o homem luta para sobreviver e sobressair na sociedade. Alguns fatores são determinantes para o desenvolvimento e adaptação do ser humano aos diversos meios naturais: a postura ereta, que possibilitou a independência das mãos; a ampliação gradativa da capacidade cerebral; o domínio de uma linguagem, permitindo a troca e difusão de todo o tipo de conhecimento. (MORAES, 2005).

As primeiras ferramentas de acordo Campos e Miranda (2005), foram elaboradas há aproximadamente dois milhões e seiscentos mil anos, pelos *Australopithecus*, palavra de origem latina que significa “macaco do Sul”, a primeira espécie a estabelecer o diálogo entre o cérebro e as mãos, a fim de transformar “coisas” em ferramentas e a iniciar uma longa trajetória de produção de utensílios para o trabalho, para o lazer, para fins militares, enfim, para a cultura. Logo após 1,5 milhões de anos, aproximadamente, aconteceu a segunda etapa no desenvolvimento da humanidade: surgiu o *Homo erectus* (do latim, *Homo*= homem e *erectus*= de pé), que utilizava ferramentas mais diversificadas e mais sofisticadas tanto na construção como no uso.

Para Moraes (2005), a preocupação do ser humano em criar ferramentas, instrumentos, aparelhos e máquinas capazes de facilitar o trabalho e aumentar a produção é bem antiga. Sabe-se que no mundo contemporâneo, as máquinas tornaram-se elementos fundamentais no cotidiano e que cada vez mais, depende-se delas. Este grande processo de mecanização industrial teve início no final do século XVIII com a chamada Revolução Industrial. Mesmo com a existência de alguns tipos de máquina antes desse período – como as máquinas de guerra, moinhos de vento, as moendas ou os teares manuais -, foi somente entre o final do século XVIII e início do século XIX que elas se estabeleceram com força na sociedade em geral, revolucionando a vida das comunidades.

Peinado e Graeml (2007) disserta que o avanço das civilizações, desde a antiguidade, permitiu a construção de grandes empreendimentos, como a grande muralha da China, as pirâmides do Egito, pontes e estradas, grandes embarcações,

além de inúmeras outras obras monumentais de que se tem notícia e, estes projetos certamente exigiram grande esforço de administração e gerenciamento de produção.

Os primeiros sistemas produtivos mecanizados vieram com a revolução industrial teve início na Inglaterra em meados do século XVIII, aumentando assim os lucros e reduzindo os custos e conseqüentemente acelerando a produção. (NETTO; TAVARES, 2006).

No século XVIII, vieram também com a Revolução Industrial, os avanços tecnológicos, para Netto e Tavares (2006) a tecnologia foi aplicada principalmente ao setor de transportes, através das locomotivas a vapor, fez com que fosse possível com custos menores, transportar as pessoas e as mercadorias em um menor intervalo de tempo.

Segundo Cury (2000) a tecnologia de produção desenvolvida após a produção unitária foi a produção em massa, sendo gerada durante os primórdios da era industrial e um modelo de produção no qual existe maior segmentação da estrutura organizacional, além de introduzir relativamente mais seqüências predizíveis do que a tecnologia de produção unitária.

Portanto, com a intensa necessidade de produção contínua e clientes cada vez mais exigentes, as organizações buscam produtos de qualidade, como pré-requisito. Esta preocupação com a qualidade dos produtos oferecidos é tão antiga quanto à produção: por volta de 2150 a.C., o código de Hamurabi já demonstrava uma preocupação com a durabilidade e funcionalidade das habitações produzidas na época de tal forma que, se um construtor negociasse um imóvel que não fosse sólido o suficiente para atender à sua finalidade e desabasse, ele, construtor, seria imolado. Este exemplo de preocupação com a qualidade desencadeou muito conhecimento interligado à produção, gerando métodos e metodologias cada vez mais eficazes. (OLIVEIRA, *et. al.* 2013).

5.2 Histórico da indústria farmacêutica

A história da indústria farmacêutica inicia ainda no fim do século XIX, após a segunda Revolução Industrial, período no qual a Europa e os Estados Unidos gozavam de estabilidade financeira e poder político amplo. Isto possibilitou experimentos científicos nunca vistos, e é deste momento que surgem as primeiras empresas farmacêuticas do mundo. (FEBRAFARMA, 2016).

A indústria farmacêutica tem como objetivo primordial a produção de medicamentos, o que exige, constantemente, atividades de pesquisa e desenvolvimento, comercialização, inovação e distribuição de produtos. Embora tal indústria tenha se desenvolvido e expandido substancialmente apenas a partir da década de 1920, suas origens como mercado global remontam ao final do século XIX, quando ocorreu a intensificação da pesquisa científica aplicada à indústria e a produção em grande escala. (DUARTE, *et al.*, 2015).

Ansel, Popovich e Jr (2000) relatam que, após a revolução industrial, a produção da indústria farmacêutica aumentou significativamente e a nova indústria tinha que esperar a revolução científica antes que pudesse dispor de fármacos mais novos e melhores para a humanidade, com isso, era necessário que se estabelecesse uma interação entre a ciência e a tecnologia que avançava. E em 1880, a fabricação industrial de substâncias químicas e produtos farmacêuticos ficou bem estabelecida nos Estados Unidos da América, e o farmacêutico confiava bastante nas fontes comerciais para o suprimento de matérias primas.

As indústrias farmacêuticas vieram ao mundo na esteira da 2ª Revolução Industrial, num momento em que a Europa e os Estados Unidos desfrutavam de uma relativa estabilidade social e política que, com o passar do tempo, inevitavelmente induziria um aumento de suas populações. No entanto, uma vez que a expectativa de duração da vida humana ainda era muito baixa (segundo o próprio professor Hobsbawm, aquela foi uma época em que as pessoas raramente conseguiam vencer a barreira dos 40 anos de idade), aquele crescimento populacional seria devido a um aumento da taxa de natalidade. No entanto, caso quisessem aproveitar o momento favorável para criar reais condições de crescimento e de extensão de seus domínios políticos, econômicos e territoriais, era necessário, de alguma maneira, prolongar a existência humana ao máximo possível. Algo precisava ser feito e, àquela altura, a Química já era uma ciência muito evoluída e que não cessava de apresentar avanços; o grande problema, entretanto, é que ainda não havia meios para se tornarem públicos os benefícios decorrentes daqueles avanços. Via de regra, as descobertas dos laboratórios ficavam confinadas apenas a quatro paredes, beneficiando apenas a vida de pouquíssimas pessoas - na verdade, a maioria dos medicamentos da época ainda era caseira e de fabricação artesanal, feita apenas para contribuir com o tratamento das enfermidades de familiares. Essa situação aflitiva permaneceu até 13 de março de 1877, quando a John Wyeth & Brother registrou finalmente, nos Estados Unidos, a

patente da criação do comprimido (a invenção da Wyeth só foi possível graças a uma outra invenção, feita em 1843 pelo artista plástico inglês William Brockedon: tratava-se de uma pequena máquina manual, cuja finalidade era apenas fabricar minas de grafite de melhor qualidade para os lápis de desenho do próprio Brockedon (FIG. 1). Ao tomar conhecimento da existência dessa máquina, um funcionário da John Wyeth & Brother imediatamente imaginou utilizá-la para dar aos medicamentos a forma de pequenos tabletes chamados “*compressed tablets*”, hoje conhecidos por nós como “comprimidos”). (VALDUGA, 2009).

Figura 1 – A máquina de Brockedon



Fonte: Science & Society Pictures Library Prints.

5.3 *Just in time*

De acordo Corrêa e Corrêa (2012) o JIT (*Just in time*) surgiu no Japão, em meados da década de 1970, após sua derrota na 2ª Guerra Mundial, sendo sua ideia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company, que buscava um sistema de administração que pudesse coordenar, precisamente, a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso. Foram disparados enormes esforços pela indústria e sociedade em sua totalidade no sentido de reconstrução e da retomada da atividade industrial, no que seria, as sementes do desenvolvimento do JIT.

Atualmente o JIT é comumente visto como uma inovação japonesa, pois, a Toyota popularizou essa abordagem na década de 70. Entretanto, a maioria das ideias

incorporadas pelo JIT foi combinada e implementada de maneira bem-sucedida por uma empresa americana 50 anos antes: a Ford Motor Company. Henry Ford implementou a abordagem em sua fábrica em Dearborn, Michigan, que produzia Fords Modelo T. Mas, independentemente da origem do JIT, essa abordagem à produção consiste em um conjunto de ideias úteis que podem auxiliar as empresas a se tornarem mais competitivas. (GAITHER; FRAZIER, 2001).

Slack, Chambers e Johnston (2007) expõem o JIT com o significado de produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários e que além desse elemento temporal, pode-se adicionar as necessidades de qualidade e eficiência, evitando desperdícios.

A expressão inglesa JIT praticamente se refere aos objetivos zero em relação ao tempo. Por exemplo: informações e registros instantâneos de passos ou operações industriais ou outras; troca automática das ferramentas quando fica constatado o desgaste; aplicação do SMED (*Single Minute Exchange of Die*); eliminação dos estoques entre máquinas; dentre vários outros. Ou seja, o JIT nada mais é que um método racional que visa eliminar todo e qualquer tipo de desperdício dentro de uma indústria, buscando garantir o incremento da competitividade. (ALVAREZ, 2001).

O JIT é considerado um sistema de programação para puxar o fluxo de produção e um sistema de controle de estoques. Cada processo deve ser suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. O objetivo do JIT é identificar, localizar e eliminar os desperdícios relacionados a atividades que não agreguem valor, reduzir estoques, garantindo um fluxo contínuo de produção. (RIANI, 2006).

Os objetivos operacionais fundamentais do sistema JIT para Corrêa e Corrêa (2012) são a qualidade e a flexibilidade. Faz isso colocando duas metas de gestão acima de qualquer outra: a melhoria contínua e o ataque incessante dos desperdícios. A perseguição desses objetivos dá-se principalmente, através de um mecanismo de redução dos estoques, os quais tendem a camuflar os problemas do processo produtivo.

Descreve sucintamente os problemas de produção que são classificados em três grupos:

1. Problemas de qualidade: quando alguns estágios do processo de produção apresentam problemas de qualidade, gerando refugo de forma incerta, o estoque, colocado entre estes estágios e os posteriores, permite que esses últimos possam trabalhar continuamente, sem sofrer

- com as interrupções que ocorrem em estágios anteriores. Desta forma, o estoque gera independência entre os estágios do processo produtivo;
2. Problemas de quebra de máquina: quando uma máquina passa por problemas de manutenção, os estágios posteriores do processo que são “alimentados” por ela teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse, até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente. Nesta situação, o estoque também gera independência entre os estágios do processo produtivo;
 3. Problemas de preparação de máquinas: quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário prepará-la a cada mudança de item a ser processado. Essa preparação representa custos referentes ao período inoperante do equipamento, à mão de obra requerida na operação de preparação, à perda de material no início da operação, entre outros. Quanto maiores esses custos, maior tenderá a ser o lote a ser executado, para que eles sejam “diluídos” por uma quantidade razoável de peças, reduzindo, por consequência, o custo médio das unidades produzidas. Lotes grandes de produção geram estoque de ciclo, pois a produção é executada antecipadamente à demanda, sendo consumida por esta em períodos subsequentes. (CORRÊA; CORRÊA, 2012, p. 593).

Alvarez (2001) descreve semelhantemente, ressaltando que o principal objetivo do JIT é o aumento contínuo da qualidade dos processos de produção, usando como ferramenta básica a redução drástica dos estoques, que podem ter efeitos desastrosos nas finanças de uma empresa, além de esconder graves falhas no processo produtivo, que deles lançam mão para não provocar interrupções na linha de produção.

Com essa finalidade, o JIT luta para reduzir estoques, uma vez que níveis elevados de estoque são considerados como algo que encobre problemas de produção. Quando os estoques em processo são reduzidos de maneira drástica, vêm à tona problemas de produção, e a produção é interrompida até que as causas desses problemas sejam resolvidas. Logo, somente quando a máquina é consertada, o problema de controle de qualidade é solucionado, ou a causa que há por trás do *stockout* é descoberta ou corrigida – somente então a produção pode ter início novamente. (GAITHER; FRAZIER, 2001).

5.4 SMED (*Single Minute Exchange of Die*)

A metodologia SMED foi desenvolvida por Shigeo Shingo nas décadas de 50 e 60, japonês que graduou-se em Engenharia Mecânica em 1930. Considerando um engenheiro industrial brilhante, Shingo deu contribuições importantes tanto na metodologia de processos, quanto na qualidade (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Souza (2009) relata que Shingo consolidou suas técnicas em 1983 em uma versão japonesa do livro posteriormente traduzido para o inglês: *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Desde então as técnicas para a redução dos tempos de *setup* passaram a ser chamadas “SMED - *Single Minute Exchange of Die*”, o que em português significa: Troca de Matrizes em um Tempo Inferior a Dez Minutos, ou simplesmente, Troca Rápida de Ferramentas.

Para Corrêa e Corrêa (2012) SMED é um acrônimo da expressão em inglês que se refere a uma série de princípios para realizar trocas de ferramentas (*setups*) em tempos inferiores a 10 minutos (*Single Minute* significa tempo em minutos expresso com um único dígito). Slack, Chambers e Johnston (2007) relata que é definido como *setup* o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote.

De acordo Navarro (2004) o Sistema Toyota de Produção, que com o uso do JIT, tem como base a redução de desperdícios, utiliza a TRF (Troca Rápida de Ferramentas) para aumentar a capacidade das máquinas, reduzindo tempo de *setup*, colaborando com a produção como um todo.

Para Corrêa e Corrêa (2012), Shingo segregava a operação de *setup* em dois tipos fundamentais e diferentes:

- *Setup* interno: constituído pelas operações que somente podem ser executadas com a máquina parada. Exemplos são a remoção ou montagem de ferramentas ou moldes;
- *Setup* externo: constituído pelas operações que podem ser feitas com a máquina ainda em funcionamento com o molde antigo ou já em funcionamento com o molde novo. Exemplos são os transportes dos moldes antes e depois da troca, a procura e separação das ferramentas e dos dispositivos necessários à troca.

Slack, Chambers e Johnston (2007) expõe uma abordagem comum para a redução dos tempos de *setup*, sendo esta a conversão do trabalho que era anteriormente executado enquanto a máquina não estava em funcionamento (*setup* interno) para ser executado enquanto a máquina está operando (*setup* externo).

Riani (2006) mostra que a redução do tempo é importante porque melhora a eficácia de todo o equipamento, contribui para implementar programas de produção nivelada, ajuda a reduzir o inventário de produtos finais, dá suporte à metodologia “Fluxo de Produção”, contribui para a eliminação das perdas e desperdícios, além de adicionar a capacidade da máquina e melhorar a qualidade.

Mota (2007) diz que atualmente a redução de custos atinge particular importância em setores com uma fraca componente tecnológica incorporada no produto e onde tipicamente o fator chave de compra (do produto) é o preço. Desta forma, a eficiência produtiva é um fator crítico de sucesso para a empresa. Ainda expõe que a metodologia SMED é uma ferramenta que permite obter vantagens ao nível da eficiência produtiva, através da redução dos custos de produção. Logo, minimizar o tempo de mudança de formato permite obter duas grandes vantagens, reduzir custos de imobilização do equipamento e permitir produzir pequenos lotes, eliminando assim os custos associados a estoque.

Tubino (2009) descrevem os quatro passos recomendados para o SMED de acordo a abordagem de Shingo:

- Passo 1 – Identificar e separar as atividades de *setup* interno e externo e eliminar as desnecessárias: consiste em formar um grupo de trabalho dentro da empresa responsável pela redução dos tempos de *setup*, que de preferência inclua os operadores que o executam. O grupo irá identificar como o *setup* está sendo feito na atualidade e registrá-lo em uma planilha, normalmente através de filmagens para comparações posteriores, de maneira que se possa descrever cada operação em conjuntos, desenvolvidas durante este *setup*. As atividades classificadas como desnecessárias devem ser mapeadas e ações devem ser implantadas para que as mesmas sejam eliminadas. Após a segregação das atividades e eliminação das desnecessárias, os operadores devem ser devidamente treinados afim de tornar o procedimento padronizado.
- Passo 2 – Converter as atividades de *setup* interno em externo: Analisar com a equipe como se podem levar as atividades consideradas internas, executadas com a máquina parada, para atividades externas, ou seja, com a máquina em funcionamento.
- Passo 3 – Simplificar e melhorar pontos relevantes para o *setup*: para haver melhora no *setup*, devem ser feitas as seguintes atividades: usar operações paralelas, por exemplo, ao invés de apenas um operador executar a limpeza ou ajuste, ter um segundo operador para que possa auxiliá-lo; usar sistemas de colocações finitas, uma vez que o equipamento é ajustado para a produção de uma família de produtos, reduz significativamente o número de regulagens; empregar fixadores rápidos, sendo estes com encaixes mais simples ou até de rápido manuseio; eliminar tentativa de erro, treinando a equipe e deixando padrão o modo

de fazer a regulagem, de forma que a primeira peça produzida já esteja dentro do padrão.

- Passo 4 – Eliminar sempre que possível o *setup*: padronizando e reduzindo a quantidade de itens componentes de um produto, produção em grupos ou famílias, dentre outros.

5.5 Manutenção Produtiva Total

Souza (2011) afirma que a TPM (*Total Productive Maintenance*) ou MPT (Manutenção Produtiva Total) é uma estratégia de gestão de equipamentos concebida para alcançar a máxima eficiência através da colaboração dos seus operadores. Uma ideia que surgiu a partir da Manutenção Preventiva desenvolvida no período pós-guerra nos Estados Unidos substituindo as atividades de Manutenção Corretiva, ou seja, não se esperava a quebra da máquina ocorrer para efetuar os ajustes necessários. A TPM foi um movimento de busca da qualidade e produtividade que os japoneses desenvolveram e aperfeiçoaram na metodologia de organização da manutenção voltada para a Manutenção Produtiva, que no decorrer dos anos vem evoluindo para um completo sistema de gestão empresarial, tendo como origem o Japão, em meados 1971, adotada inicialmente pela Nippon Denso Co. Ltd. do grupo Toyota. Nessa mesma época surgiram várias discussões a respeito da importância da manutenibilidade e suas consequências para o trabalho de manutenção, dentre essas, o emprego do sistema JIT.

A TPM para Nakajima (1988, *apud* SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007) é definida como a manutenção produtiva realizada por todos os colaboradores através de atividades de pequenos grupos, e, define-se por gestão de manutenção que reconhece a importância de confiabilidade, manutenção e eficiência econômica nos projetos de fábricas.

TPM quer dizer:

- a) Total:** Poderá ser aplicado por todos os empregados e em todos os departamentos;
- b) Produtividade:** Está sempre em busca da produtividade, com defeito zero, falha zero e acidente zero;

- c) **Manutenção:** Além de fazer sempre a manutenção dos equipamentos, significa também manter o ambiente em condições ideais. (NETTO E TAVARES, 2006).

De acordo Gelatti (2012) a TPM foi desenvolvida no Japão, com o Sistema Toyota de Produção, sendo a mesma uma revolução pois, sugere a integração total do homem, da máquina e a empresa, onde este trabalho de manutenção dos meios de produção passa a constituir a ação e preocupação de todos.

Muitos estudiosos definem a TPM como uma ferramenta abrangente que envolve todos os departamentos da organização e que tem como origem o TQM (*Total Quality Management*), conduzida pelas áreas de manufatura. (FERREIRA, 2004).

Com o passar do tempo e com o número recorrente de problemas produtivos, passou-se a dar ênfase para manutenção preventiva, sendo este o enfoque para o desenvolvimento do conceito de TPM, equivalendo-se a um sistema de gerenciamento que tem como objetivo otimizar o funcionamento de equipamentos e também uma ferramenta que busca a melhoria contínua dos processos. (SILVA; RESENDE, 2013).

Para Moraes (2004, *apud* OLIVEIRA, 2012) a TPM não é apenas uma política de manutenção, mas, sim, uma filosofia de trabalho que envolve todos os setores de uma empresa para conseguir a utilização máxima dos equipamentos. O conceito de perda zero, nesse caso, torna-se um fator motivacional para a aceleração e continuidade da implementação da TPM.

A primeira exigência para transformar a fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento (coerente com as mudanças da sociedade contemporânea), é que, todos sem exceção, voltem sua atenção a todos os componentes da fábrica – matrizes, dispositivos, instrumentos industriais e sensores – reconhecendo o valor e a importância orientados para o equipamento. É imprescindível compreender o gerenciamento relacionado ao equipamento, uma vez que, a confiabilidade, segurança, manutenção e as características operacionais da fábrica são elementos decisivos para a quantidade, qualidade e custo. (TAKAHASHI; OSADA, 2010).

Segundo Souza (2011) os objetivos da TPM estão relacionados com a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais e em termos humanos com o aprimoramento das capacitações dos profissionais envolvendo conhecimento,

habilidade e atitude. Outro objetivo é o de alcançar um nível excelente do rendimento operacional global (OEE - *Overall Equipment Efficiency*), sendo o OEE um indicador global de eficiência com que uma unidade produtiva (célula, máquina, linha, departamento ou fábrica) é utilizada. Para uma eficiência melhor do método TPM e melhoria do índice é essencial à eliminação das seis grandes perdas, sendo estas:

- **Perdas por quebras:** são paradas para manutenção corretivas em urgências e emergências. É a quantidade de itens que deixou de ser produzida. Deve ser combatida com uma manutenção preventiva.
- **Perdas por ajustes (*setup*):** são as paradas relacionadas por demora por troca de ferramentas e ajustes no equipamento. É a quantidade de itens que deixou de ser produzida por conta da parada. Deve ser combatidas com técnicas de redução de ajustes.
- **Perdas em pequenas paradas/tempo ocioso:** são os tempos de esperas e retomada de operação. É a quantidade de itens que deixa de ser produzida em decorrência de ociosidades diversas ou pequenas paradas no processo para pequenos ajustes.
- **Perdas por baixa velocidade:** são as perdas por operações em velocidade reduzida em relação ao padrão normal. É o número de itens que deixa de ser fabricado por causa de o equipamento estar operando a uma velocidade baixa, ou seja, menor que a nominal especificada pelo fabricante.
- **Perdas por qualidade insatisfatória:** são aquelas decorrentes de peças não conformes. É o número de itens que é perdido, como se eles não tivessem sido produzidos.
- **Perdas com *startup*:** são as perdas ocorridas no início de operação. É a quantidade de itens que é perdida na partida ou ajuste inicial da máquina (este índice geralmente é maior).

5.6 OEE (*Overall Equipment Efficiency*)

Define-se OEE por um indicador de desempenho dos recursos produtivos sendo ele reconhecido como um importante método para a medição do desempenho de uma instalação industrial, no final dos anos 80 e início dos anos 90. Passou a ter maior valor como agente de mudança, para unir as operações, a manutenção e a

engenharia com vista à obtenção de níveis superiores de desempenho em uma instalação industrial. As fábricas se esforçam para serem eficazes e produzir com baixo custo e, esse esforço, é exigido no ambiente de mudança dos dias atuais, quando os clientes demandam produtos com qualidade e maior valor agregado. Algumas empresas alcançam e mantêm um alto nível de produtividade com baixos custos de produção. Muitas utilizam uma abordagem disciplinada para identificar as principais melhorias a fazer, usando equipes para extinguir a raiz do problema. Em outras palavras encontraram o poder da OEE. (HANSEN, 2006).

A maximização da eficiência dos equipamentos é alcançada através das atividades quantitativas, elevando a disponibilidade e melhorando a produtividade, e das atividades qualitativas, através da redução do número de defeitos. O ponto de partida para restabelecer as condições dos equipamentos é a identificação das perdas, a fim de garantir o alcance da eficiência global, conforme estabelecido quando foi adquirido o equipamento ou logo após ele ter sido reformado. (CHIARADIA, 2004).

Souza (2011) expõe que, a implantação da TPM em uma empresa vai auxiliar na melhoria da OEE, e, para a obtenção destas melhorias devem ser conseguidos alguns passos:

- **Manutenção espontânea:** capacitar os operadores para conduzir a manutenção de forma voluntária;
- **Polivalência:** capacitar os mantenedores para serem polivalentes, mecânicos com visão para atividades elétricas e vice-versa, isto é, atuarem em equipamentos mecatrônicos;
- **Dispensar manutenção:** capacitar técnicos e engenheiros a projetarem equipamentos que dispensem manutenção, isto é, o “ideal” da máquina descartável, com menor custo operacional;
- **Incentivo de melhorias:** incentivar as melhorias, estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento global;
- **Estrutura empresarial:** constituir uma estrutura que visa a máxima eficácia do sistema de produção;
- **Combater desperdícios:** combater todo o desperdício de processo;
- **Envolvimento de todos:** desde o operador até a alta direção devem estar envolvidos na eficiência global;

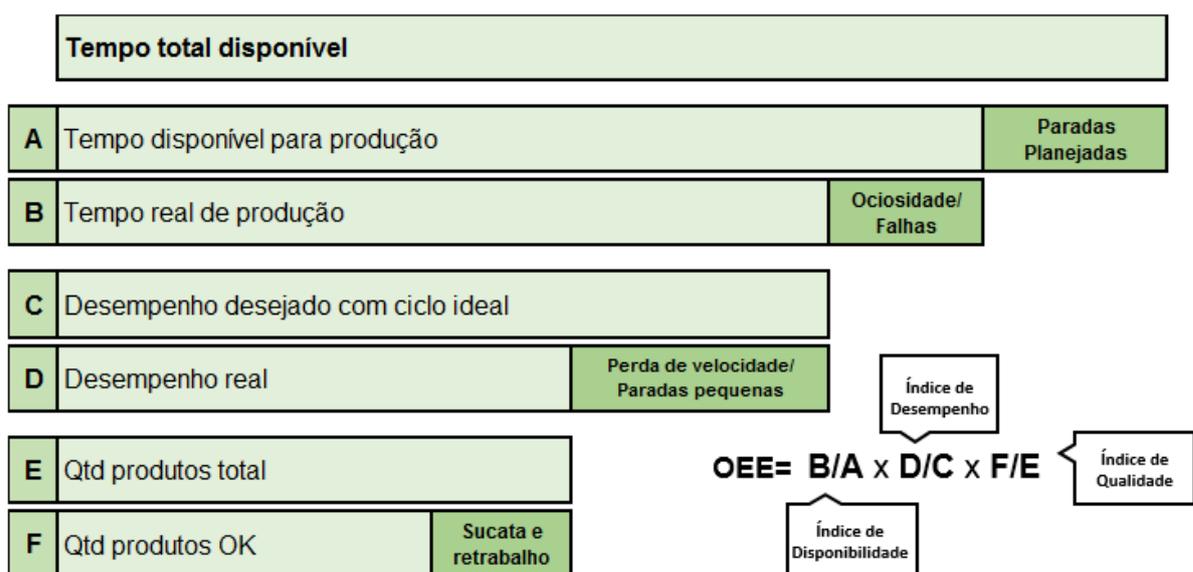
- **Zero perdas:** criar mecanismos para eliminar todas as perdas para alcançar o ciclo total de vida útil do equipamento e do sistema de produção;
- **Perdas diretas:** atuar nas perdas diretas de produção e também ocasionadas pelas próprias pessoas, tais como reuniões improdutivas, desorganização e má administração;
- **Melhorar a qualidade:** melhorar a qualidade do produto;
- **Confiabilidade:** aumentar a disponibilidade e confiabilidade física do equipamento.

O indicador OEE é resultado da multiplicação de três parâmetros que têm um papel relevante na filosofia TPM (FUENTES, 2006). Bariani & Del'Arco Júnior (2006) definem os parâmetros como:

- **Disponibilidade:** É a quantidade de tempo em que um equipamento esteve disponível para ser utilizado para trabalho, relacionado com a quantidade de tempo em que foi programado para o trabalho.
- **Desempenho (ou Performance):** É o quanto o equipamento trabalha próximo do tempo de ciclo ideal para a produção uma peça.
- **Qualidade:** É o número total de peças boas produzidas, comparado com o total de peças produzidas.

A FIG. 2 a seguir apresenta cada parâmetro estabelecido pelo OEE:

Figura 2 – Cálculo do Indicador OEE



Fonte: Adaptado de Santos (2007).

Com base nos parâmetros apresentados anteriormente, o QUADRO 1 a seguir, revela as principais perdas relacionadas:

Quadro 1 – Índices e principais perdas

Índices	Principais Perdas
Disponibilidade	Paradas Identificáveis Falhas nos equipamentos e desgastes de ferramentas Perdas com ajustes e <i>setups</i>
Desempenho	Perdas com velocidade reduzida <i>Downtimes</i> e pequenas paradas
Qualidade	Defeitos de qualidade Perdas do processo

Fonte: Adaptado de Santos (2007).

6 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa realizada é de caráter quantitativo e também qualitativo. O método qualitativo é útil e necessário para identificar e explorar os significados dos fenômenos estudados e as interações que estabelecem, assim possibilitando estimular o desenvolvimento de novas compreensões sobre a variedade e a profundidade dos fenômenos sociais (BARTUNEK; SEO, 2002).

Para Marconi e Lakatos (2010) a pesquisa aplicada, como o próprio nome indica, caracteriza-se por seu interesse prático, ou seja, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade. Ramos, Ramos e Busnello (2005), também tem sua própria forma de classificar uma pesquisa. Quanto a natureza quantitativa define como: tudo que pode ser mensurado em números, classificados e analisados, para tal, utiliza-se de técnicas estatísticas.

6.1 Descrição e características da empresa

Este trabalho foi realizado em uma indústria farmacêutica, situada no Centro-Oeste mineiro, especificamente no setor de Sólidos Orais, onde são produzidos os comprimidos e cápsulas. A mesma foi fundada no ano 2000, está presente em todo mercado nacional, e atua há 16 anos com compromisso de servir produtos de qualidade à população sendo estes produtos denominados: sólidos orais (como comprimidos, comprimidos revestidos, pós para suspensão oral, drágeas e cápsulas) e semissólidos (como cremes e pomadas). Seu portfólio é atuante nas linhas Genérico de marca, Genéricos, Linhas Farma e Hospitalar. Sua missão é oferecer em todo território nacional uma diversificada linha de medicamentos de alta confiabilidade e qualidade, proporcionando a satisfação de seus clientes e consumidores, bem como o desenvolvimento de seus colaboradores e da sociedade. Portanto, sua visão é estar presente em todas as famílias brasileiras, merecendo a confiança e contribuindo para proporcionar saúde e qualidade de vida.

6.2 Coleta de dados

Para a realização deste trabalho foram obtidos os seguintes dados para pesquisa e análise do processo:

- Os tempos de paradas nas duas estufas da Sala de Secagem analisada, coletados através de um formulário com os possíveis tipos de paradas: planejadas, organizacionais, funcionais, técnicas e outras;
- As filmagens dos processos de manipulação do produto, o transporte da sala de Manipulação até Sala de Secagem, o processo de granulação, a secagem, normalização e a limpeza e sanitização;
- Ações/propostas de melhorias dos manipuladores, auxiliares de limpeza e supervisores de produção (envolvidos no processo);

6.3 Técnicas e métodos

O método utilizado para este trabalho é o estudo de caso, que para Yin (2001), é uma estratégia que considera uma ampla compreensão do assunto investigado. O fundamento do estudo de caso é tentar esclarecer uma ou um conjunto de decisões, avaliando assim o motivo pela qual as decisões foram tomadas, como elas foram implementadas e quais serão os resultados.

As análises dos dados obtidos foram organizadas em planilhas eletrônicas, e esta foi realizada na seguinte ordem:

1. A primeira etapa é a filmagem dos processos para uma análise inicial dos tempos de *setup*;
2. Através da coleta de tempo referentes a cada tipo de parada, relativas ao *setup* de cada estufa, utilizando as filmagens do processo de secagem e também os formulários preenchidos pelos operadores dos equipamentos (com o auxílio do relógio do *display* das estufas);
3. Após a coleta dos tempos, organizou-se as atividades oriundas do processo (exemplo: 1º entrar na Sala de Secagem; 2º pegar o lixo; 3º retirar o lixo; 4º Voltar para a sala; 5º trocar o filtro do exaustor e 6º descartá-lo), retirando as desnecessárias e classificando as “necessárias” em atividades de *setups* internos que são realizadas com a máquina parada, e atividades de *setups* externos, que podem ser realizadas com a máquina em operação;

4. Para o próximo estágio, de acordo com a necessidade de minimizar o tempo do processo, realizou-se a simplificação dos pontos relevantes para o *setup*, eliminando-se finalmente tudo que é possível para tal.
5. Medir a eficiência do(s) equipamento(s) através do indicador OEE, utilizando-se os parâmetros de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade:
 - Disponibilidade: para medir este primeiro parâmetro, deve-se primeiramente separar os tempos: (A) Tempo disponível para produção (ou seja, o tempo total disponível de trabalho, retirando-se as paradas planejadas de produção); (B) Tempo real de produção (a execução propriamente dita, não contabilizando-se *setups*). Logo, para calcular tal disponibilidade, deve-se dividir (B) por (A).
 - Desempenho: este parâmetro depende da performance da máquina: (C) Desempenho desejado com ciclo ideal (em outras palavras, seria quanto o(s) equipamento(s) deveria produzir em determinado tempo); (D) Desempenho real (considerando-se perdas de velocidade ou pequenas paradas de processo, quanto realmente produziu). O cálculo do desempenho então é realizado pela divisão de (D) por (C).
 - Qualidade: é calculada a partir de: (E) Quantidade total de produtos (quantidade teórica de produção); (F) Quantidade de produtos de boa qualidade (total de peças boas). A qualidade é medida através de: (F) dividido por (E).

Por fim, o indicador de eficiência é calculado através do produto dos parâmetros anteriormente citados.

7 ANÁLISE E RESULTADOS

7.1 Etapas do processo de produção

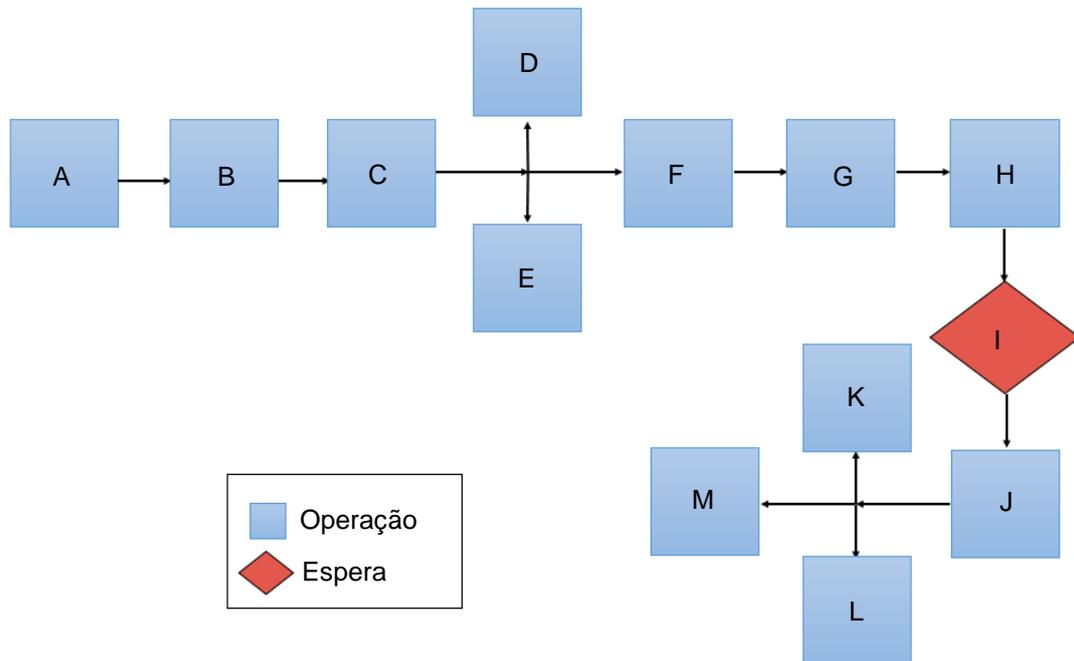
O medicamento Sólido Oral industrialmente manipulado, passa por um processo simples, no qual fabrica-se o pó e comprime-se para transformá-lo em comprimidos, ou, insere-se o pó em cápsulas (encapsulamento). Tal processo pode ser por via úmida e via seca. A produção do produto via úmida, que é o objeto em estudo do trabalho, é sucintamente descrito por:

- 1ª Manipulação: após a conferência de toda a matéria-prima, calibra-se e umecta-se a mesma, ou seja, faz-se uma massa.
- 2ª Secagem: antes de secar, faz-se do produto um granulado afim de dispersá-lo nas bandejas da estufa de secagem (como se fosse um forno). Prepara-se a estufa para a secagem do produto com a circulação de ar, pois, quando o produto contém álcool, há riscos no processo. Após circulação de ar é a secagem propriamente dita, onde o produto deve permanecer dentro da estufa conforme descrito na Ordem de Produção. Amostras de três lugares diferentes da estufa, são retiradas para a análise de umidade, tal que, cada produto já tem a especificação pré estabelecida. Se está dentro das especificações, retira-o da estufa, caso contrário, faz-se quantas horas extras precisar (de uma em uma faz-se novamente a análise). Após a secagem realizada, o pó passa por um normalizador, afim de deixa-lo com a granulometria menor.
- 3ª Mistura: o pó depois de seco, vai para um misturador no formato de “V”, onde é lubrificado (misturado com lubrificantes) para prosseguir o fluxo produtivo.
- 4ª Compressão: coloca-se o pó no funil da compressora, no qual ele vai descendo e passa entre as punções superiores e inferiores, que em um mesmo ponto, comprime o pó, produzindo de um a um comprimido.

7.2 Fluxograma do processo de secagem

O processo analisado é a secagem dos produtos de via úmida, realizado após a manipulação da matéria-prima. Abaixo, segue o fluxograma das macroetapas deste, na FIG. 3:

Figura 3 – Fluxograma das macroetapas do processo de secagem



Fonte: Autor (2016).

De acordo com a figura mostrada anteriormente, a seguir tem-se a legenda de cada processo citado:

A - O produto é manipulado e transportado para a estufa através do carrinho contêiner.
 B - O líder, que é o colaborador responsável e capacitado, realiza o check-list de término da Sala de Manipulação (parte de documentação da Ordem de Produção que se descreve como: ler uma lista de atividades a ser realizada, afim de fechar o processo para começar outro).

C - O líder realiza o *check-list* de início da Sala de Secagem, ou seja, ele realiza uma lista de tarefas afim de começar determinado processo.

D – Granulação do pó (transforma a massa em pó granulado).

E - Abastecimento da estufa com o pó granulado.

F - Aeração: circulação do ar dentro da estufa, para preparar para a secagem.

G - Exposição (secagem propriamente dita).

H – Coleta-se amostras para verificação da umidade do pó em cada ponto referente a cada sensor.

I - Aguardando análise da umidade pelo Controle de Qualidade.

J - Descarregamento da estufa.

K - Normalização do pó seco, formando um pó mais fino que o inicial; identificação e organização das barricas (recipiente do lote do produto).

L - Fechar *check-list* de término da Sala de Secagem.

M – Transporta o pó seco dentro das barricas à etapa de Mistura, sendo esta a próxima.

7.3 Aplicação do SMED no processo de secagem

Sabe-se que a etapa de secagem é a mais demorada da produção de comprimidos, este resultado foi verificado através da cronoanálise das etapas do processo em estudo, conforme mostra a TAB. 1.

Tabela 1 – Etapas de produção de comprimidos

Etapa do processo	Duração média do processo (h)
Manipulação	2,1
Secagem	12
Mistura	1,4
Compressão	10

Fonte: Autor (2016).

A partir desse resultado aplicou-se o método SMED para simplificar os tempos de *setup* e também processos anteriores e posteriores à secagem mesmo porque o tempo de secagem em si é inalterável para o produto quando não há alteração na sua formulação. É válido ressaltar que, o tempo do processo de secagem, que é basicamente formado pela granulação, secagem e normalização do pó, é diretamente proporcional ao aspecto do produto. Diante disto, o *setup* é basicamente para a limpeza entre lotes, granulação e normalização do pó e a execução é apenas o tempo de secagem (conforme descrito no item 7.2), ou seja, o tempo que a estufa fica em funcionamento.

A Sala de Secagem analisada, contém duas estufas idênticas e, pode-se secar dois lotes ao mesmo tempo desde que seja do mesmo produto, isto de acordo com o manual de Boas Práticas de Fabricação (BPF), com o intuito de não haver contaminação cruzada.

Nesta sala têm-se os seguintes equipamentos: duas estufas de dois carrinhos com 25 bandejas cada, normalizadores (para cada produto utiliza-se um: ou do tipo rotativo ou tipo oscilante) e alguns utensílios para auxiliar o processo.

Para a aplicação do método SMED, filmou-se desde a limpeza geral para iniciar um novo produto até a limpeza parcial para iniciar a secagem de um mesmo produto, afim de descrever todas as possíveis atividades do processo e comentá-las dando ideias de melhoria. Nesta filmagem, os operadores desenvolveram o processo da maneira que normalmente trabalham. Fez-se um grupo para realizar o projeto de melhoria na Sala de Secagem juntamente com os operadores deste setor, afim de passar as informações necessárias relativas ao cotidiano de trabalho. Foi criada uma lista de ações de melhorias para que o resultado positivo fosse alcançado, vide TAB. 2. Este grupo foi composto por operadores de vários turnos, de forma a obter uma avaliação ampla do processo. No grupo também foi inserido pessoas de diversos setores fabris, no qual fizeram inferências sobre a validação de processos e do setor garantia da qualidade, para dar o aval nas mudanças.

Tabela 2 – Ações de melhoria e tipos de ganho por ação

Nº	Ação	Ganhos
1	Colocar filtros nos ralos da Sala de Secagem	Higiene
2	Vedar a tampa e colocar uma trava para o carrinho contêiner	Segurança, qualidade e redução de desperdícios
3	Padronizar os parafusos das aletas interiores das estufas, para encaixe rápido e sem interrupções dos carrinhos	Segurança e tempo
4	Colocar alarmes de fora da Sala de Secagem para fim de ciclo e alterações no ciclo normal de secagem, afim de uma rápida conferência	Tempo e qualidade
5	Criar bandeja com maior profundidade para o descarregamento ter maior capacidade, agilizando o processo	Tempo
6	Verificar antes de começar o processo, se tem materiais de utilidades disponíveis	Tempo
7	Inserir bomba de pressão nas mangueiras para facilitar a limpeza da sala e equipamentos	Tempo
8	Bancada dobrável para Sala de Secagem para apoio de utensílios na limpeza	Organização
9	Carrinho de limpeza com <i>check list</i> dos materiais, para levar todo o material de uma só vez e poder organizá-lo com antecedência	Organização e tempo
10	Adaptar barricas para melhor encaixe dos sacos plásticos, onde coloca-se o produto (normalização e granulação)	Segurança e praticidade
11	Inserir bico de fácil limpeza nas mangueiras para reduzir o desperdício	Redução de desperdícios
12	Apoio de borracha para acoplar na mesa para as bandejas não deslizarem	Segurança
13	Usar esponjas maiores no momento da limpeza das bandejas	Praticidade
14	Usar cabos mais longos para fazer a limpeza do teto	Higiene
15	Usar borrifadores com maior leque de alcance para a sanitização	Praticidade
16	Começar a secagem das bandejas assim que as estufas estiverem limpas	Tempo

17	Padronização dos processos e fixação de passo a passo ilustrado, para facilitar a limpeza e processos	Tempo, organização e qualidade
18	Desmontar peças que aderem produto e deixar de molho para facilitar a limpeza	Praticidade e tempo
19	Padronizar a quantidade de produtos de limpeza	Redução de desperdícios
20	Preparar a Ordem de Produção com antecedência	Tempo
21	Simplificar as fichas que são preenchidas em processo (de limpeza e sanitização e de identificação do produto)	Tempo
22	Usar panos descartáveis ao invés de papel toalha	Qualidade e redução de desperdícios
23	Começar a limpeza com antecedência	Tempo
24	Aumentar o número de líderes para agilizar a liberação de Sala e encerramento de processos	Tempo
25	Verificar se é possível aumentar intervalo de uma sanitização para outra	Redução de desperdícios e tempo
26	Padronizar os normalizadores: utilizar os que tem maior eficiência	Tempo
27	Simplificar a Ordem de Produção: quadros e assinaturas que não são necessárias	Tempo
28	Inserir na Ordem de Produção todas as conferências que o operador tem que executar	Segurança e qualidade
29	Treinamentos para explicar para todos as mudanças do projeto	Qualidade
30	Instalar painel de Gestão Visual para colocar ideias de melhoria e resultados do projeto	Organização e transparência

Fonte: Autor (2016).

Após filmar todo o processo, reviu-se todos os vídeos pausadamente, detalhando cada operação realizada e de imediato, as ideias foram surgindo, sejam elas de segurança, ergonomia, qualidade ou eficiência para o processo. Todas as ideias foram anotadas para a verificação de viabilidade no projeto.

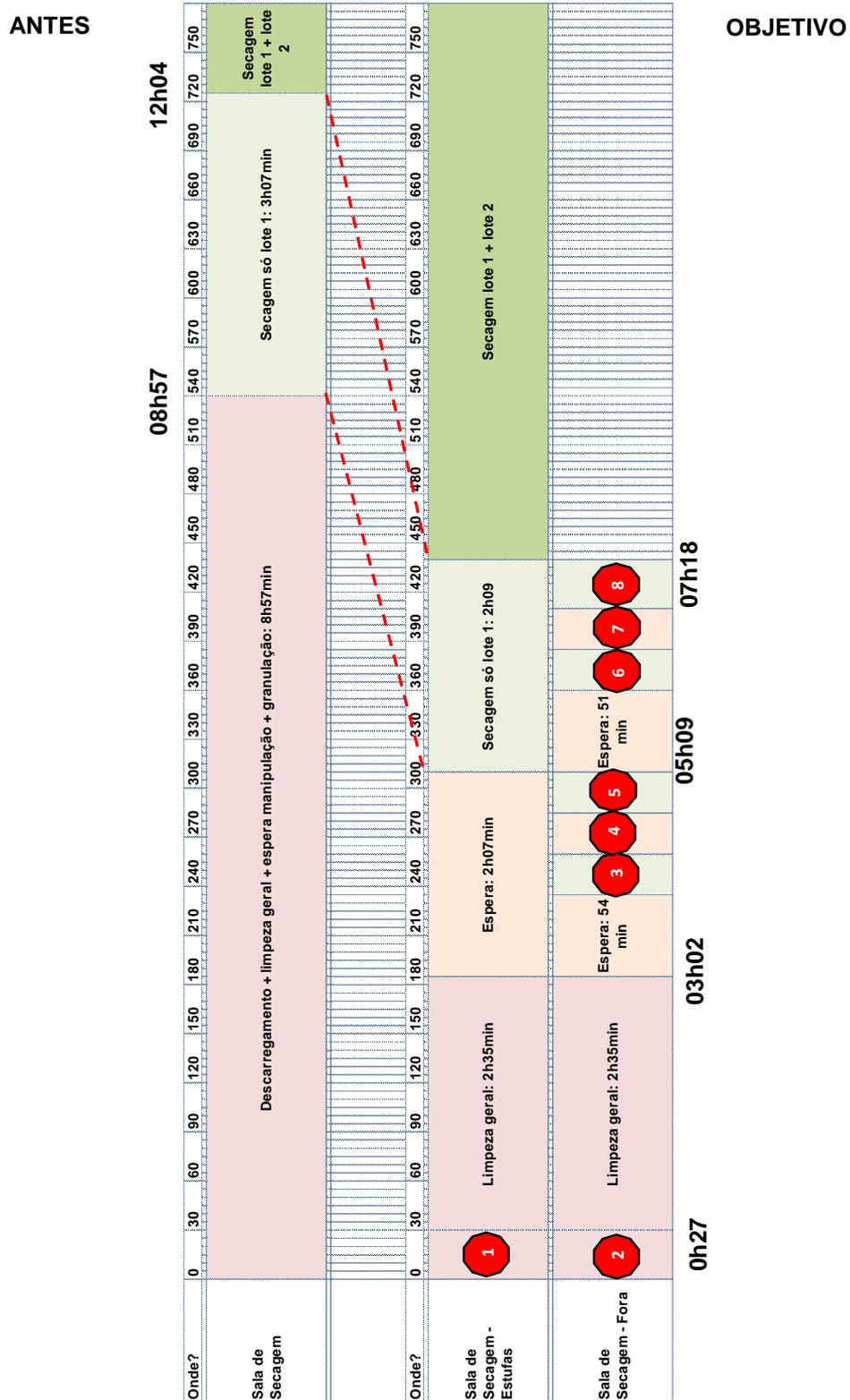
Com todas as atividades descritas de maneira simples e comentadas, analisou-se e segregou-se em *setup* interno ou externo, como Shingo visto em Tubino (2009), afim de antecipar as atividades enquanto a estufa está em funcionamento. As atividades desnecessárias foram descartadas, ganhando-se mais tempo.

Definiu-se bem as atividades, cada uma no tempo certo, sendo executada da melhor e mais rápida forma possível, aplicou-se o processo paralelo quando possível, aumentou-se o número de funcionários no *setup* externo de longo prazo: limpeza geral.

Por fim, padronizou-se a forma mais simples e objetiva de executar as atividades externas e internas e também os materiais utilizados, em procedimentos controlados pela garantia da qualidade, afim de garantir que sempre será realizado da maneira correta.

O resultado oriundo do SMED é representado na FIG. 4, que demonstra o processo de antes e depois da aplicação da ferramenta.

Figura 4 – Resultado da aplicação do SMED



Fonte: Autor (2016).

A enumeração de 1 a 8 da figura anterior significa os seguintes tempos:

- 1 - Descarregamento: 27 minutos.
- 2 - Descarregamento: 27 minutos.
- 3 - Granulação A: 22 minutos.
- 4 - Espera: 29 minutos.
- 5 - Granulação B: 22 minutos.
- 6 - Granulação C: 22 minutos.
- 7 - Espera: 29 minutos.
- 8 - Granulação D e lançar secagem: 28 minutos.

A figura evidencia a redução do tempo do processo no qual eleva o tempo de disponibilidade da Sala de Secagem. Como o número de operadores limita o processo a ser executado em uma estufa de cada vez, uma irá ficar mais disponível que a outra. Isto explica o fato também de uma estufa esperar a outra, gerando parada. Veja o resultado na TAB. 3 dos tempos ganhos em disponibilidade de cada estufa.

Tabela 3 – Ganhos em disponibilidade na Estufa II e Estufa III

Estufa	Ganho em disponibilidade (h)
Estufa II	03:48
Estufa III	04:46

Fonte: Autor (2016).

7.4 Aplicação do OEE no processo de secagem

A aplicação do OEE para este processo é direcionada às estufas de secagem. Sendo duas estufas, Estufa I e Estufa II, coletou-se dados das paradas (vide lista de paradas na FIG. 5) de cada estufa, gerando três formulários por dia, com uma folha para cada turno. Na FIG. 6 é mostrado o modelo do formulário utilizado para a coleta de dados.

Figura 5 – Tipos e definições de paradas e seus respectivos códigos para preenchimento de formulário

Definições dos Tipos de Paradas		
CÓD.	ITEM	DEFINIÇÃO
Paradas Planejadas: Tempo planejado em que a máquina/linha fica parada devido a...		
201	Sem programação	Planejamento de produção não contempla atividade para a área
202	Testes em linha / Qualificação / Certificação	Testes em equipamentos ou de produtos que não serão comercializados
203	Manutenção Preventiva / Falta planejada de	Manutenções preventivas diversas ou calibrações
204	Paradas gerenciais (JUSTIFICAR)	Justificar o tipo de parada gerencial: treinamento, reunião, palestra, exames médicos e outras paradas programadas pela Supervisão/Gerência
Paradas Organizacionais: Tempo planejado em que a máquina/linha fica parada devido a...		
211	Refeição / Higiene pessoal	Parada programada para almoço, janta e lanche, para idas ao banheiro
212	Aguardando Manutenção	Tempo decorrente entre a solicitação do mecânico/eletricista até sua chegada na
213	Aguardando Supervisor/Analista/Lider	Tempo decorrente entre a solicitação até sua chegada na área
214	Falta de operador	Não tem operador disponível (falta de pessoal, aguardando contratação RH, férias...)
215	Aguardando documentos	Tempo decorrente entre a solicitação de OP, Desvio...até retomada da produção
216	Aguardando matéria prima	Tempo decorrente entre a solicitação até que estejam a disposição da produção
217	Aguardando (Manipulação ocupada)	Tempo aguardando até a manipulação terminar outro produto a até o produto da estufa estar pronto para a granulação
Paradas Funcionais: Tempo em que a máquina/linha fica parada devido a interrupções inerentes ao processo que podem ser em função de...		
221	Limpeza geral	Atividades de limpeza feitas entre dois produtos/campanhas
222	Limpeza parcial	Limpeza feita no início e/ou final do expediente (entre turnos), durante o processo
223	Preparação de início de lote / Ajustes	Todas as atividades de para o início do lote preenchimento de documentação, abastecimento inicial de máquina, ajustes de parâmetros realizados antes da liberação do lote
224	Finalização do lote	Tempo necessário para a realização do fechamento da documentação
225	Organização sábado à tarde	Preparação da parada do final de semana
226	Tempo de análise durante ou fim de produção	Tempo de retirar amostra, análise e espera resultado
227	Granulação / Normalização	Tempo em que a estufa não pode ser utilizada pois aguardando granulação ou normalização
228	Aguardando a outra estufa	Tempo em que a estufa não pode ser utilizada pois aguardando a outra estufa terminar
Paradas Técnicas: Tempo em que a máquina/linha fica parada devido a interrupções inesperadas ao processo que podem ser em função de...		
231	Problema na matéria prima	Parada de máquina por problema no granulado
232	Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR)	Justificar o tipo de falta inesperada de utilidades: ar comprimido, exaustão, energia, ar condicionado, umidade, temperatura da sala, caldeira, vapor, água purificada, entre outros
233	Problema na estufa (JUSTIFICAR)	Problemas técnicos específicos da Estufa com necessidade da manutenção: problema sensor / temperatura... (justificar a parte do equipamento)
234	Problema na granulação / normalização (JUSTIFICAR)	Problemas técnicos específicos da granulação ou da normalização com necessidade da manutenção (justificar a parte do equipamento). Inclui o tempo de limpeza subsequente
Outros: Tempo em que a máquina/linha fica parada devido a interrupções inesperadas ao processo que podem ser em função de...		
241	Outros (JUSTIFICAR)	Justificar outros tipos de paradas
Ciclo extra: Tempo em que a máquina/linha funciona mas não produz o esperado por...		
251	Ciclo extra de secagem	Tempo de ciclo extra de secagem (não contando o tempo de análise e de espera dos resultados)

Fonte: Autor (2016).

A seguir, descreve-se cada parte do formulário, anteriormente enumerado, gerando a seguinte legenda:

1 – Cabeçalho: o operador do respectivo turno, assina seu nome, insere a data e marca o turno no qual está trabalhando. Ele terá de marcar um formulário por estufa.

2 – Informações do produto: escreve o lote, produto e a hora de início e fim de produção daquele lote.

3 – Descrição do processo: o operador irá preencher com o código referente à parada do momento, a hora de início da parada e a hora do término e se necessário, justifica-se a parada.

Obs.: A execução, ou seja, produção, não será apontada, pois subentende-se que quando a estufa não está parada, está em funcionamento.

4 – Observações: Qualquer tipo de observação pertinente ao processo, poderá ser descrita neste campo.

5 – Códigos e descrições das paradas para facilitar o preenchimento.

O período analisado neste trabalho é de 16/05/2016 à 16/07/2016. O resultado foi evidenciado então no período total de nove semanas, sendo, de segunda-feira à sábado conforme estabelecido na empresa estudada (vide TAB. 4). No período, analisou-se o tempo disponível semanalmente para calcular o Índice de Disponibilidade ou ITO (Índice de Tempo Operacional) e também a produção esperada de cada produto, para cálculo do Índice de Performance (IPO), sendo que o Índice de Qualidade está anexado ao de Performance: contou-se apenas produtos que serão comercializados, ou seja, produção boa. Veja os cálculos nas equações a seguir:

$$ITO = \frac{\text{TEMPO UTILIZADO PARA PRODUZIR}}{\text{TEMPO DISPONÍVEL PARA PRODUZIR}} \quad (1)$$

$$IPO = IPO + \text{ÍNDICE DE QUALIDADE} = \frac{\text{QUANTO FOI PRODUZIDO COM QUALIDADE}}{\text{QUANTO PODERIA PRODUZIR COM QUALIDADE}} \quad (2)$$

Foi registrado um banco de dados em uma planilha eletrônica no qual, cada produto, código do produto e cadência (produção/hora, para as estufas utilizou-se lotes por hora) eram associados. Os resultados de cada semana foram comparados aos seguintes tempos da TAB. 4:

Tabela 4 – Tempo disponível por dia útil relativo à semana

Dia da semana	Período de trabalho disponível (h)	Total do período (h)
Segunda-feira	06:00 às 06:00	24
Terça-feira	06:00 às 06:00	24
Quarta-feira	06:00 às 06:00	24
Quinta-feira	06:00 às 06:00	24
Sexta-feira	06:00 às 06:00	24
Sábado	06:00 às 18:20	12,33

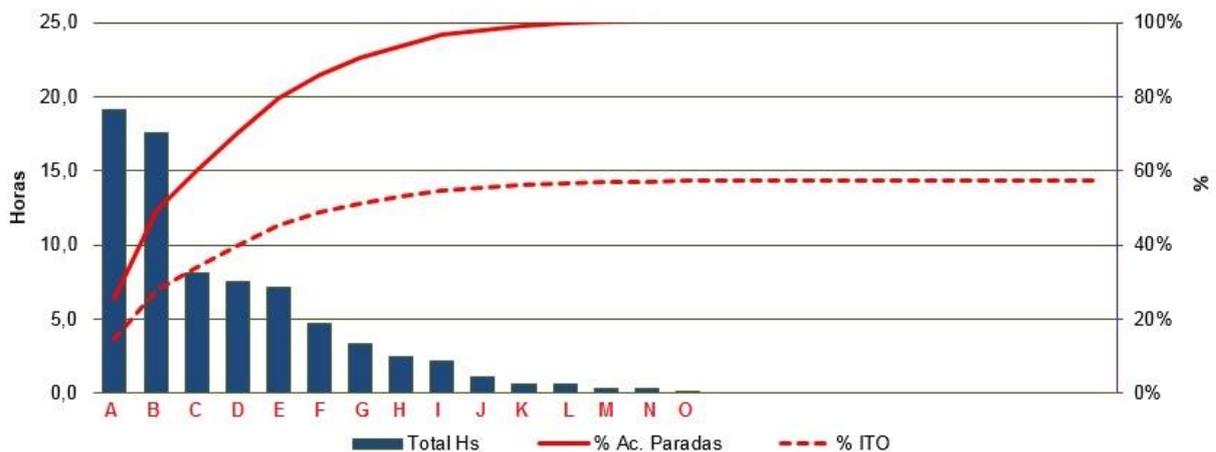
Fonte: Autor (2016).

O calendário de dias úteis da empresa foi registrado para a inter-relação de dados na planilha eletrônica para os cálculos de tempo disponível e, os dias que por necessidade as estufas funcionarem fora deste calendário, serão apontados como horas extras (Ex.: domingos e feriados).

Os resultados de cada estufa no período estipulado na pesquisa seguem apresentado nos gráficos a seguir:

1ª Semana: 16/05/2016 – 21/05/2016

Gráfico 1 – Gráfico das paradas 16/05/2016 – 21/05/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

- A - Aguardando matéria prima
- B - Aguardando (Manipulação ocupada)
- C - Aguardando a outra estufa
- D - Falta de operador
- E - Granulação / Normalização
- F - Limpeza geral

- G - Organização sábado à tarde
- H - Tempo de análise durante ou fim de produção
- I - Problema na estufa (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)
- J - Limpeza parcial
- K - Sem programação
- L - Finalização do lote
- M - Aguardando Supervisor/Analista/Líder
- N - Refeição / Higiene pessoal
- O - Preparação de início de lote / Ajustes

ÍNDICES

ITO: 43%

IPO: 53%

OEE: 23%

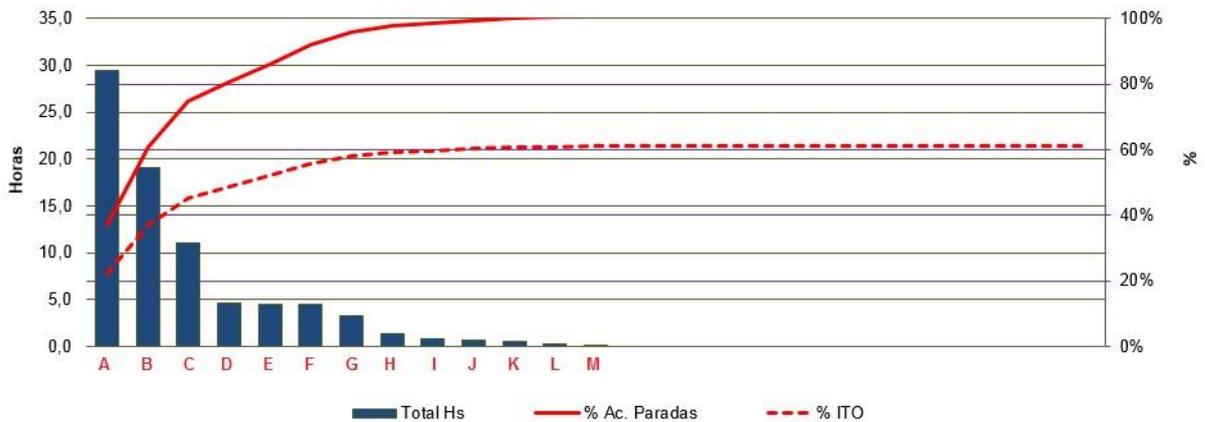
De acordo com o gráfico acima, as duas paradas de maior tempo foram em processos anteriores à secagem. O processo fica esperando a manipulação do produto para o abastecimento das estufas, no qual acontece uma por vez, percebeu-se então que a terceira maior parada é de uma estufa esperando a outra.

O Índice de Tempo Operacional é a relação de quanto tempo a máquina tinha de disponibilidade para funcionar e quanto realmente funcionou. Logo, este, quanto mais próximo de 100%, mais correto está seu tempo de ciclo registrado para aquele produto.

O Índice de Performance e Qualidade, se resumem no IPO, no qual é apontado na planilha somente a produção boa. Para tal resultado, percebeu-se que a produção real apontada foi superior à registrada, isso acontece devido à cadastros de cadências realizados no momento do apontamento, gerando a diferença entre o que poderia ser produzido e o que realmente foi produzido. Portanto, o IPO ficou baixo.

Como o OEE é o produto de IPO e ITO, tivemos nesta semana, um OEE de aproximadamente 23%.

Gráfico 2 – Gráfico das paradas 16/05/2016 – 21/05/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Aguardando matéria prima

C - Granulação / Normalização

D - Limpeza geral

E - Tempo de análise durante ou fim de produção

F - Aguardando a outra estufa

G - Organização sábado à tarde

H - Falta de operador

I - Limpeza parcial

J - Sem programação

K - Preparação de início de lote / Ajustes

L - Finalização do lote

M - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

ÍNDICES:

ITO: 39%

IPO: 58%

OEE: 23%

De acordo com o gráfico da Estufa III para a primeira semana analisada, as duas paradas de maior tempo foram em processos anteriores à secagem: “Aguardando a Manipulação” e “Aguardando matéria prima”, sendo semelhante a Estufa II.

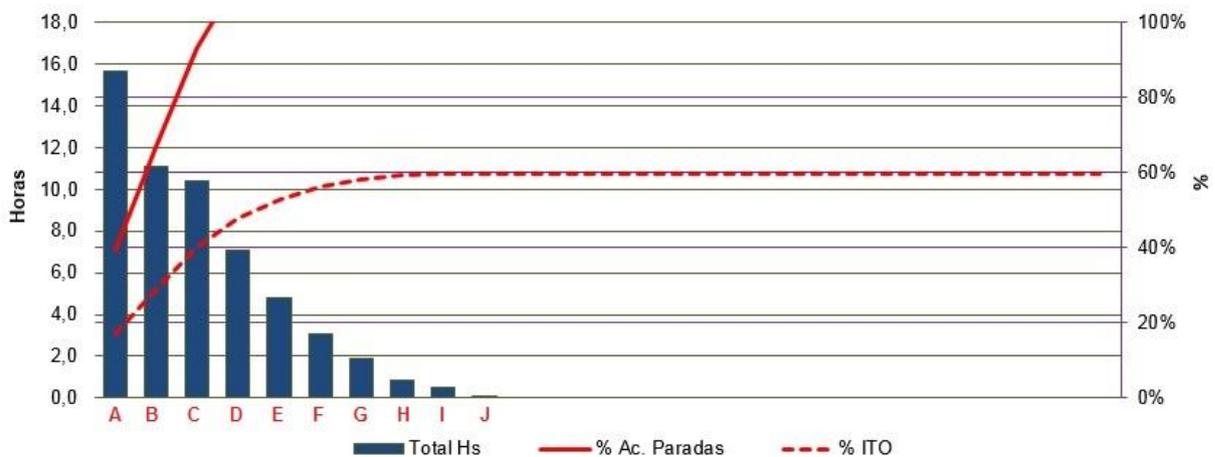
O valor de ITO está baixo, 39%, significando que a estufa ficou muito tempo parada. É válido ressaltar que o tempo disponível das semanas analisadas são de 24 horas de segunda-feira à sexta-feira e, apenas no sábado, é de 12,33 horas. Na maioria dos sábados não há programação de produtos na estufa, pois, o tempo de secagem médio dos produtos, ultrapassa o tempo disponível do equipamento.

O IPO também ficou baixo, possivelmente por conta do cadastro da cadência do produto, levando em conta que a produção real foi maior que a esperada. Em outras paradas, produziu-se mais rapidamente do que esperava-se produzir.

O OEE é baixo, equivalente a 23%.

2ª Semana: 23/05/2016 – 28/05/2016

Gráfico 3 – Gráfico das paradas 23/05/2016 – 28/05/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

- A - Sem programação
- B - Limpeza geral
- C - Aguardando (Manipulação ocupada)
- D - Aguardando a outra estufa
- E - Granulação / Normalização
- F - Tempo de análise durante ou fim de produção
- G - Aguardando matéria prima
- H - Preparação de início de lote / Ajustes
- I - Limpeza parcial

J - Finalização do lote

ÍNDICES:

ITO: 57%

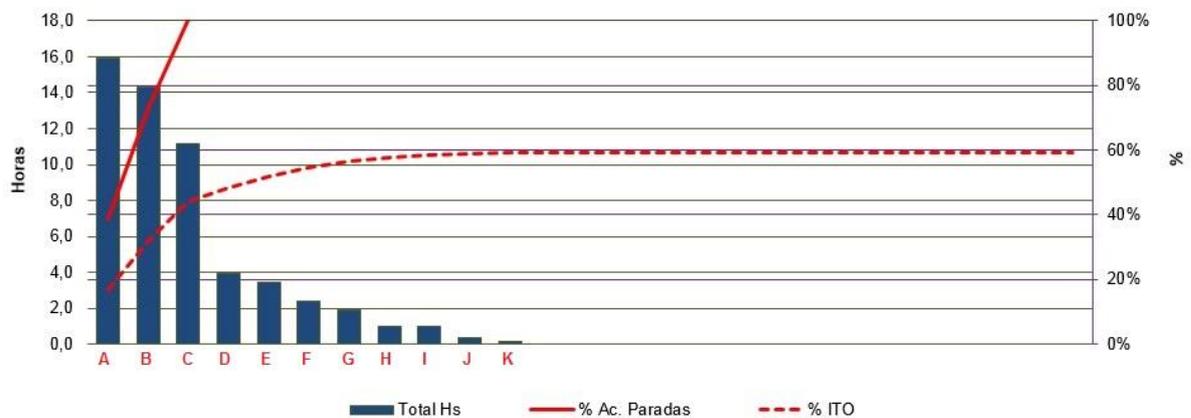
IPO: 48%

OEE: 28%

O gráfico apresentou como maior parada, a única que não influencia os cálculos de OEE, a “Sem programação” pois, a mesma é calculada separadamente: contabilizou-se quanto tempo de parada e relacionou-se a 100%. A soma das outras paradas foi relacionada a 100%, sendo estas de influências nos índices, e a principal delas foi limpeza geral, realizada para troca de produto.

Vale ressaltar que por conta da umectação do produto, o mesmo deve ser transportado em até 10 minutos após a etapa da manipulação. Com esta restrição, gera-se paradas de longo prazo na estufa.

Gráfico 4 – Gráfico das paradas 23/05/2016 – 28/05/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Sem programação

C - Limpeza geral

D - Granulação / Normalização

E - Tempo de análise durante ou fim de produção

F - Aguardando a outra estufa

G - Aguardando matéria prima

H - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

I - Preparação de início de lote / Ajustes

J - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

K - Finalização do lote

ÍNDICES:

ITO: 56%

IPO: 81%

OEE: 45%

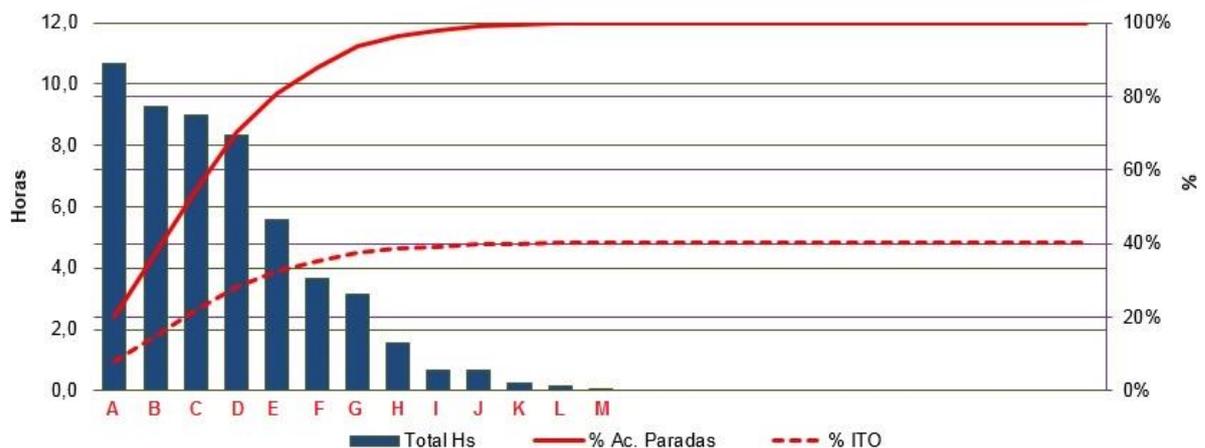
Conforme resultado do gráfico anterior, a Estufa III nesta semana estava na maioria do tempo, aguardando a etapa de manipulação. A segunda maior parada não interfere no OEE (Sem programação). A terceira maior é parada por limpeza geral, na troca de produto.

Em relação aos índices, os mesmos estão mais alinhados, pois, estão mais próximos a 100%. Podemos considerar que houve troca de produto e que possivelmente o cadastro da cadência do mesmo está mais próximo do real, explicando o IPO elevado.

Com a elevação dos índices de performance e tempo operacional, o OEE é de 45%.

3ª Semana: 30/05/2016 – 04/06/2016

Gráfico 5 – Gráfico das paradas 30/05/2016 – 04/06/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

- A - Granulação / Normalização
- B - Aguardando (Manipulação ocupada)
- C - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)
- D - Tempo de análise durante ou fim de produção
- E - Aguardando Manutenção
- F - Aguardando a outra estufa
- G - Limpeza geral
- H - Ciclo extra de secagem
- I - Limpeza parcial
- J - Preparação de início de lote / Ajustes
- K - Finalização do lote
- L - Aguardando Supervisor/Analista/Líder
- M - Organização sábado à tarde

ÍNDICES:

ITO: 60%

IPO: 114%

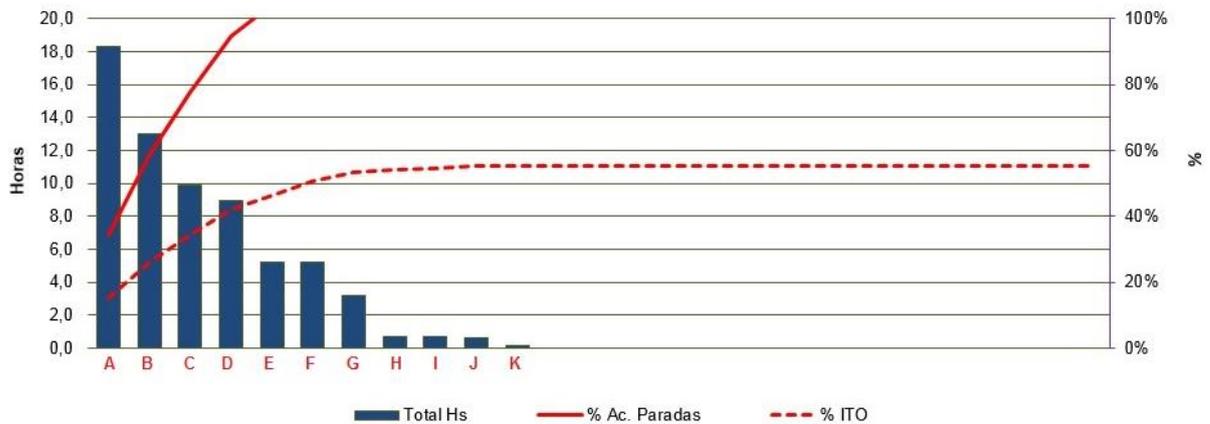
OEE: 68%

Para esta semana, observou-se que o tempo de processo de granulação/normalização foi a principal parada. Tal processo é realizado antes e depois do abastecimento das Estufas, possibilitando o entendimento que nesta semana produziu-se produtos com ciclos de secagem curtos e grande quantidade de lotes. As outras paradas tiveram tempos totais aproximados e consideravelmente dentro da normalidade: aguardando a manipulação do produto, falta inesperada de utilidades e espera por análise de umidade das amostras.

O ITO foi bom, sendo de 60%. O IPO apresentou-se maior que 100%, porque a produção esperada foi maior que a real, podendo ser registro não aproximado de tempos de ciclo.

O OEE de 68%, mesmo considerando a margem de erro em cadastros de cadências, está aproximadamente o triplo da primeira semana.

Gráfico 6 – Gráfico das paradas 30/05/2016 – 04/06/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Sem programação

C - Granulação / Normalização

D - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

E - Aguardando Manutenção

F - Tempo de análise durante ou fim de produção

G - Limpeza geral

H - Aguardando a outra estufa

I - Preparação de início de lote / Ajustes

J - Limpeza parcial

K - Finalização do lote

ÍNDICES:

ITO: 53%

IPO: 113%

OEE: 63%

A principal parada para esta semana na Estufa III é a espera pelo produto manipulado para entrar nas estufas. A segunda maior parada não influencia nos índices (Sem programação).

O ITO é próximo a 60% e o IPO ultrapassou os 100%, por motivo mais provável de cadência registrada com uma pequena margem de diferença. O OEE foi bem parecido com a outra Estufa nesta mesma semana, pois é equivalente a 63%.

4ª Semana: 06/06/2016 – 11/06/2016



Fonte: Autor (2016).

A - Limpeza geral

B - Aguardando (Manipulação ocupada)

C - Granulação / Normalização

D - Tempo de análise durante ou fim de produção

E - Sem programação

F - Ciclo extra de secagem

G - Aguardando a outra estufa

H - Limpeza parcial

I - Aguardando matéria prima

J - Preparação de início de lote / Ajustes

K - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

L - Refeição / Higiene pessoal

M - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

N - Paradas gerenciais (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

O - Finalização do lote

ÍNDICES:

ITO: 58%

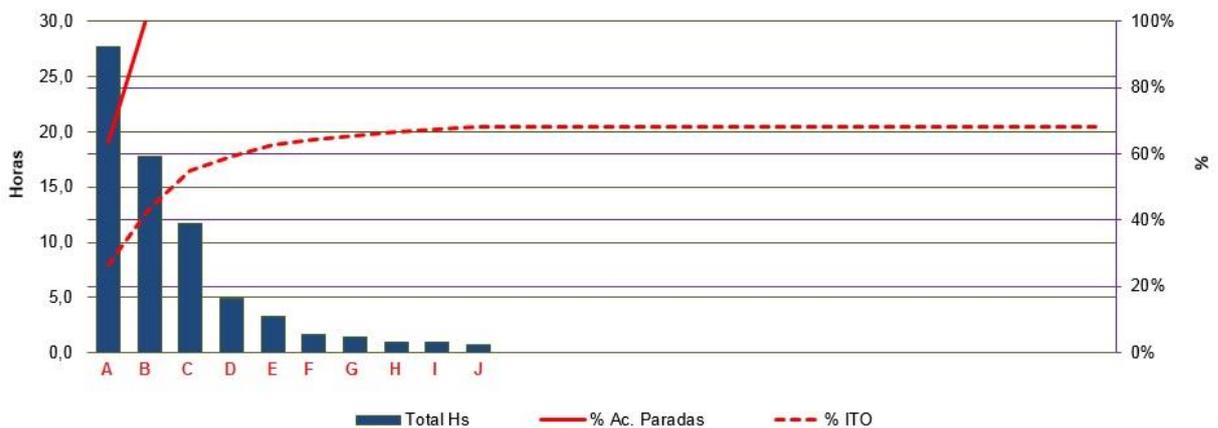
IPO: 101%

OEE: 58%

Após um bom Índice de Disponibilidade na semana anterior para ambas as estufas, no gráfico acima, da semana analisada, evidenciou-se que houve queda no OEE da semana em questão. As paradas com limpeza geral foram significativas para esta redução de Índice de Tempo Operacional, sendo a principal parada da estufa, seguida de uma parada de fluxo: “aguardando manipulação ocupada”.

A produção equivalente ao tempo está com ótimo resultado, aproximadamente 100%, possibilitando o entendimento de que a quantidade de lotes por hora teórica é semelhante a real. O tempo operacional foi de quase 60%, possibilitando um OEE ainda com valor alto: 58%.

Gráfico 8 – Gráfico das paradas 06/06/2016 – 11/06/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Sem programação

B - Aguardando (Manipulação ocupada)

C - Limpeza geral

D - Granulação / Normalização

E - Tempo de análise durante ou fim de produção

- F - Preparação de início de lote / Ajustes
- G - Aguardando Supervisor/Analista/Líder
- H - Finalização do lote
- I - Refeição / Higiene pessoal
- J - Limpeza parcial

ÍNDICES:

ITO: 58%

IPO: 57%

OEE: 33%

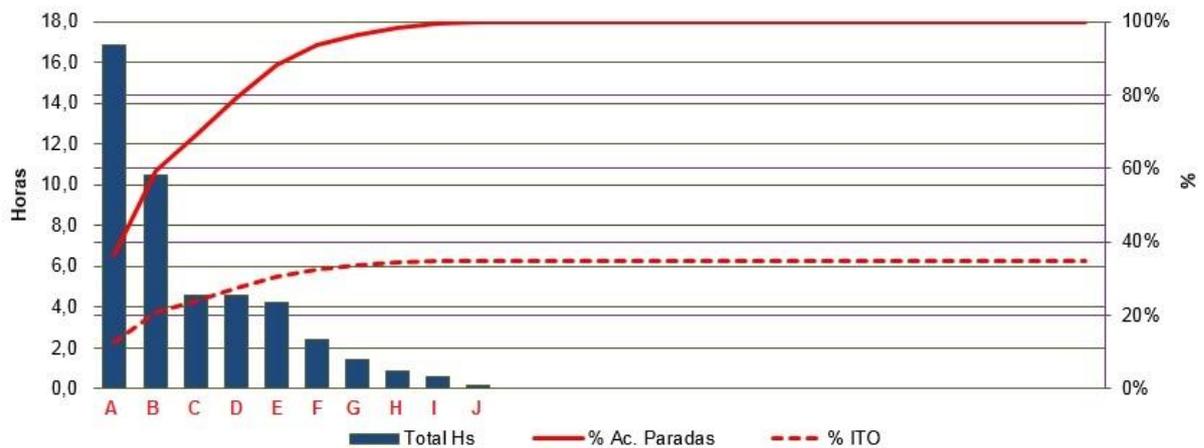
De acordo o gráfico anteriormente apresentado, a Estufa III nesta semana, encontrou-se na maioria do seu tempo parada por falta de programação. Como as duas estufas estão na mesma sala, o entendimento é que possivelmente a necessidade semanal é equivalente à capacidade de apenas uma das estufas. As demais paradas são de espera pela etapa anterior e limpeza geral na sala.

O ITO e IPO ficaram próximos a 60%, sendo que o segundo está com a produção real maior que a esperada, possibilitando entendimento que a velocidade registrada de quantos lotes por hora está abaixo do real.

O OEE foi de 33%, evidenciando que nem sempre as duas estufas têm resultados parecidos.

5ª Semana: 13/06/2016 – 18/06/2016

Gráfico 7 – Gráfico das paradas 13/06/2016 – 18/06/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Granulação / Normalização

C - Aguardando a outra estufa

D - Limpeza geral

E - Tempo de análise durante ou fim de produção

F - Preparação de início de lote / Ajustes

G - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

H - Finalização do lote

I - Limpeza parcial

J - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

ÍNDICES:

ITO: 65%

IPO: 59%

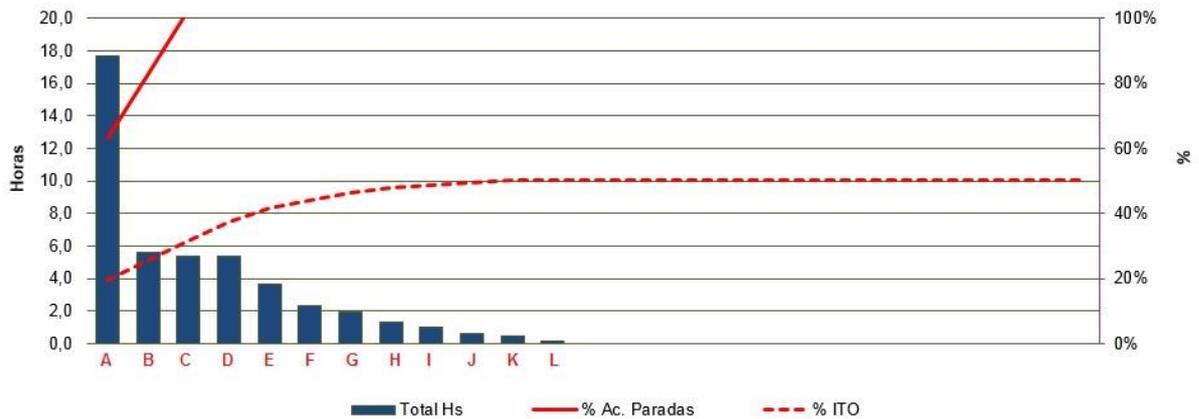
OEE: 39%

Conforme gráfico acima, a Estufa II nesta semana mostrou-se estar ociosa esperando o processo anterior. A segunda maior parada é de granulação e normalização, que fazem parte do processo de secagem em si, o que gera maior dificuldade de redução da mesma.

Para o ITO, com o somatório de tempo referente a paradas menor que das demais, resultou-se em um ótimo resultado, 65%.

O IPO ainda não se encontrou alinhado, o real muito acima do esperado, gerando um baixo índice de disponibilidade para esta semana na Estufa II, 40%.

Gráfico 8 – Gráfico das paradas 13/06/2016 – 18/06/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Sem programação

B - Aguardando a outra estufa

C - Aguardando (Manipulação ocupada)

D - Granulação / Normalização

E - Tempo de análise durante ou fim de produção

F - Outros (JUSTIFICAR)

G - Preparação de início de lote / Ajustes

H - Limpeza geral

I - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

J - Finalização do lote

K - Limpeza parcial

L - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

ÍNDICES:

ITO: 69%

IPO: 54%

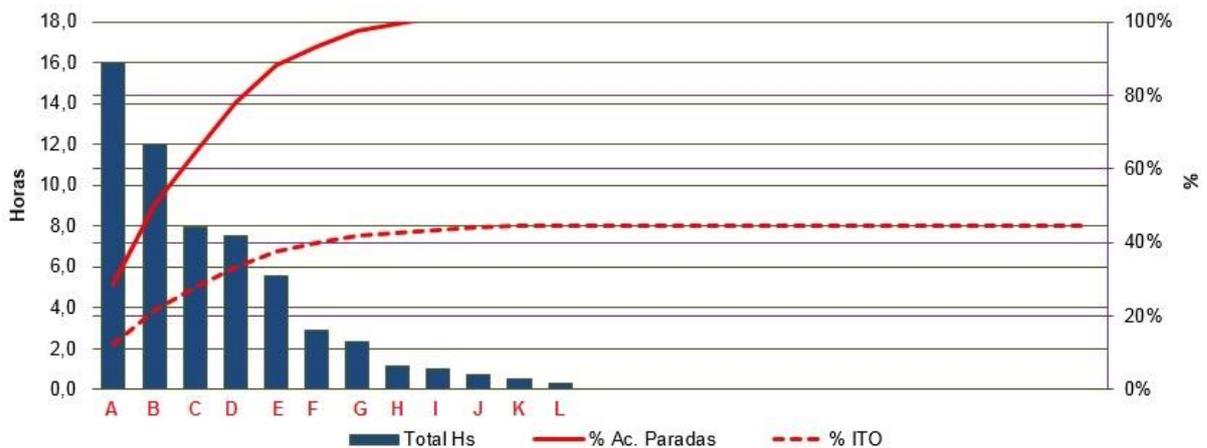
OEE: 38%

De acordo o gráfico anteriormente visto, a maior parada para esta semana na Estufa III é de “Sem programação”. O somatório das demais paradas foi significativamente pequeno, resultando um ITO alto, de quase 70%.

O IPO está com grande diferença entre produção real e esperada, quase o dobro. Por conta disso, mesmo com o ITO alto, o OEE resultou-se um pouco mais baixo, 38%.

6ª Semana: 20/06/2016 – 25/06/2016

Gráfico 9 – Gráfico das paradas 20/06/2016 – 25/06/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Aguardando a outra estufa

C - Granulação / Normalização

D - Limpeza geral

E - Tempo de análise durante ou fim de produção

F - Falta de operador

G - Sem programação

H - Limpeza parcial

I - Refeição / Higiene pessoal

J - Preparação de início de lote / Ajustes

K - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

L - Finalização do lote

ÍNDICES:

ITO: 57%

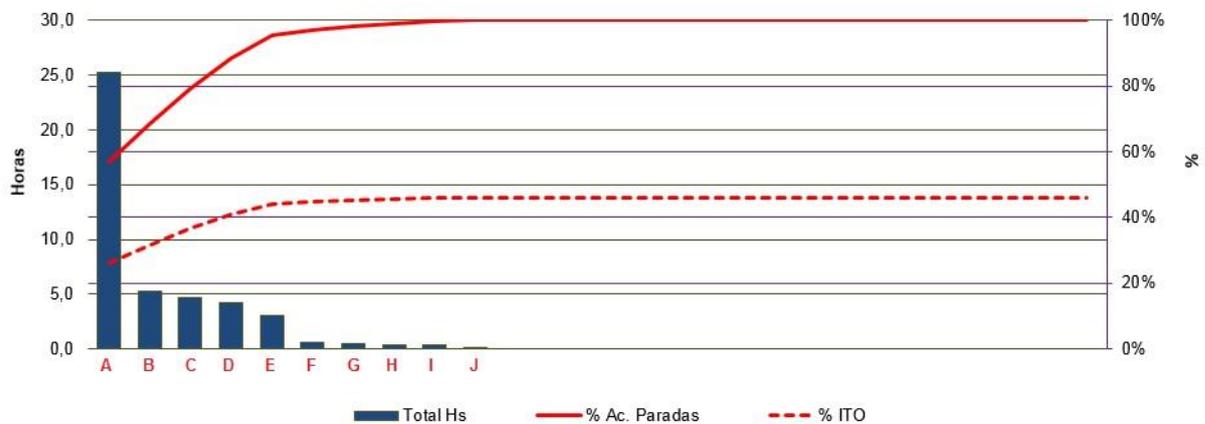
IPO: 75%

OEE: 43%

Para o gráfico acima, desta semana, a parada com tempo maior é de espera pela etapa anterior. A segunda maior, é uma estufa aguardando a outra, no qual o espaço da sala é considerado e também o número de funcionários nas operações.

O ITO foi bom: 57%. As produções esperadas e reais estão um pouco divergentes, resultando o IPO de 75%. O OEE foi de 43%.

Gráfico 10 – Gráfico das paradas 20/06/2016 – 25/06/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Granulação / Normalização

C - Limpeza geral

D - Tempo de análise durante ou fim de produção

E - Falta de operador

F - Sem programação

G - Limpeza parcial

H - Finalização do lote

I - Preparação de início de lote / Ajustes

J - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

K - Aguardando a outra estufa

ÍNDICES:

ITO: 57%

IPO: 95%

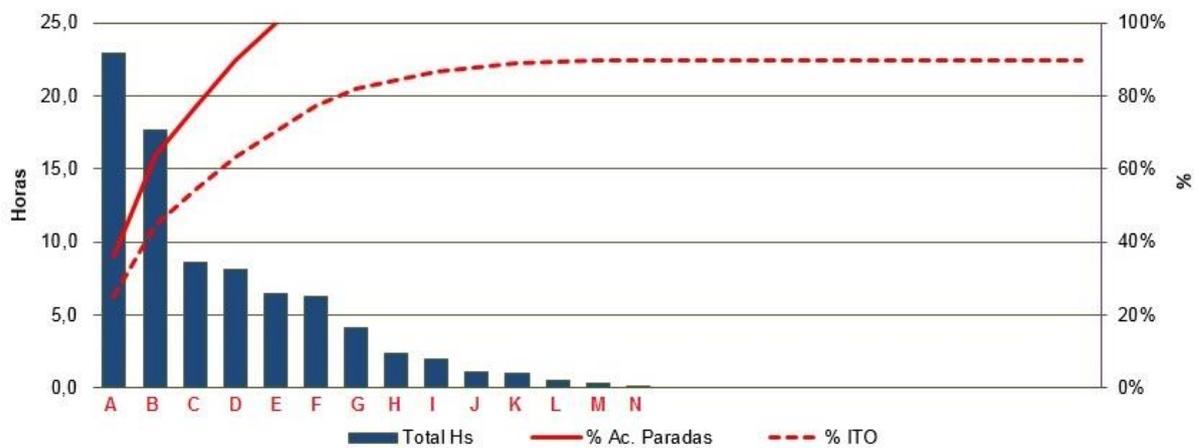
OEE: 54%

A Estufa III nesta semana apresentou-se com principal parada de espera pela manipulação do produto e as demais paradas foram pequenas.

O ITO resultou-se em 57% e o IPO mostrou-se mais uniforme na relação produção real/ produção esperada, com 95%. O OEE é de 54%.

7ª Semana: 27/06/2016 – 02/07/2016

Gráfico 11 – Gráfico das paradas 27/06/2016 – 02/07/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Sem programação

C - Aguardando a outra estufa

D - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

E - Limpeza geral

F - Granulação / Normalização

G - Tempo de análise durante ou fim de produção

- H - Falta de operador
- I - Ciclo extra de secagem
- J - Limpeza parcial
- K - Refeição / Higiene pessoal
- L - Finalização do lote
- M - Aguardando Supervisor/Analista/Líder
- N - Preparação de início de lote / Ajustes

ÍNDICES:

ITO: 30%

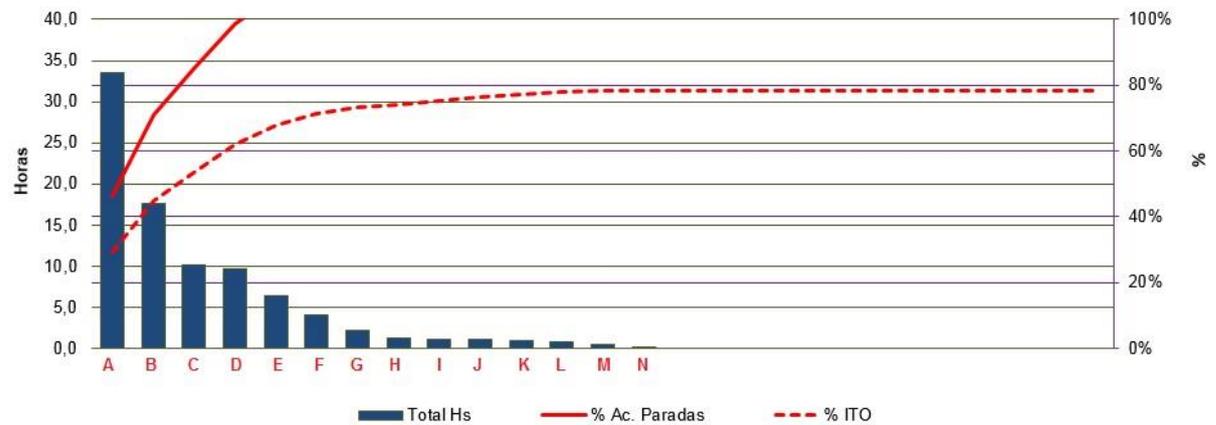
IPO: 67%

OEE: 20%

De acordo o gráfico apresentado acima, a principal parada é aguardando a manipulação liberar o produto para a secagem. A segunda maior parada não interfere no OEE, “Sem programação”, calculada separadamente.

O Índice de Tempo Operacional é baixo, pois esta estufa ficou muito tempo parada nesta semana. O IPO é consideravelmente bom, mas nesta semana a produção foi baixa (maioria do tempo a estufa não tinha programação de produção). O OEE resultou-se baixo e possibilita o entendimento que a estufa não era prioridade da semana.

Gráfico 12 – Gráfico das paradas 27/06/2016 – 02/07/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Sem programação

C - Granulação / Normalização

D - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

E - Limpeza geral

F - Tempo de análise durante ou fim de produção

G - Ciclo extra de secagem

H - Limpeza parcial

I - Falta de operador

J - Preparação de início de lote / Ajustes

K - Refeição / Higiene pessoal

L - Aguardando a outra estufa

M - Finalização do lote

N - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

ÍNDICES:

ITO: 37%

IPO: 95%

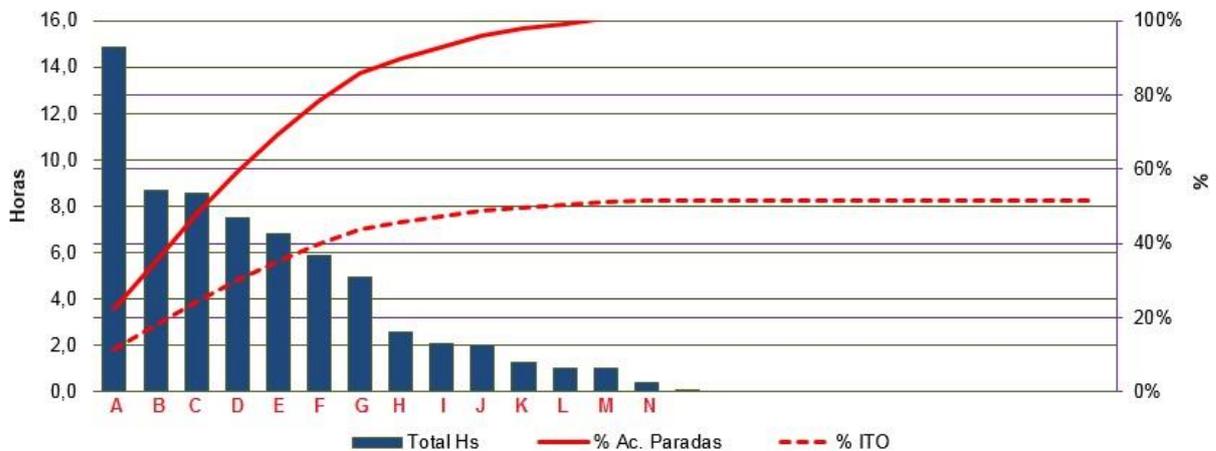
OEE: 35%

A Estufa III, para a semana em questão, ficou a maioria do tempo ociosa aguardando o produto manipulado. A segunda maior parada não afeta a eficiência.

O ITO é razoavelmente baixo, a estufa ficou muito tempo parada: 37%. O IPO apresentou-se muito bom, com maior uniformidade dos dados de produção real e esperada: 95%. O OEE resultou-se em 35%. Caso não ficasse esperando tanto tempo pela manipulação, o OEE seria muito bom, até porque a performance se mostrou ótima.

8ª Semana: 04/07/2016 – 09/07/2016

Gráfico 13 – Gráfico das paradas 04/07/2016 – 09/07/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Aguardando a outra estufa

C - Granulação / Normalização

D - Tempo de análise durante ou fim de produção

E - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

F - Ciclo extra de secagem

G - Limpeza geral

H - Falta de operador

I - Limpeza parcial

J - Refeição / Higiene pessoal

K - Preparação de início de lote / Ajustes

L - Sem programação

M - Aguardando matéria prima

N - Finalização do lote

O - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

ÍNDICES:

ITO: 49%

IPO: 81%

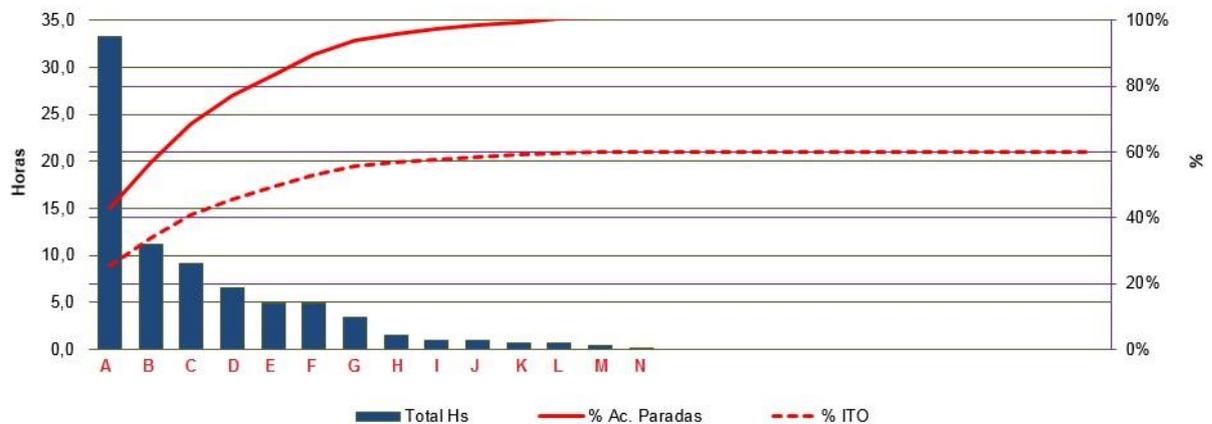
OEE: 40%

Conforme o gráfico acima, a Estufa II ficou a maioria do tempo parado, esperando a manipulação do produto. As outras paradas maiores foram de “Aguardando a outra estufa” e “Granulação/normalização” e “Tempo de análise de umidade das amostras”.

O ITO foi razoável, 49%, demonstrando que aproximadamente metade do tempo disponível para o funcionamento, a estufa esteve parada.

O IPO teve bom resultado, 81%. O OEE subiu novamente esta semana, 40%.

Gráfico 14 – Gráfico das paradas 04/07/2016 – 09/07/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

A - Aguardando (Manipulação ocupada)

B - Granulação / Normalização

C - Tempo de análise durante ou fim de produção

D - Aguardando a outra estufa

E - Limpeza geral

F - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)

G - Ciclo extra de secagem

- H - Limpeza parcial
- I - Refeição / Higiene pessoal
- J - Sem programação
- K - Preparação de início de lote / Ajustes
- L - Falta de operador
- M - Finalização do lote
- N - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

ÍNDICES:

ITO: 41%

IPO: 107%

OEE: 43%

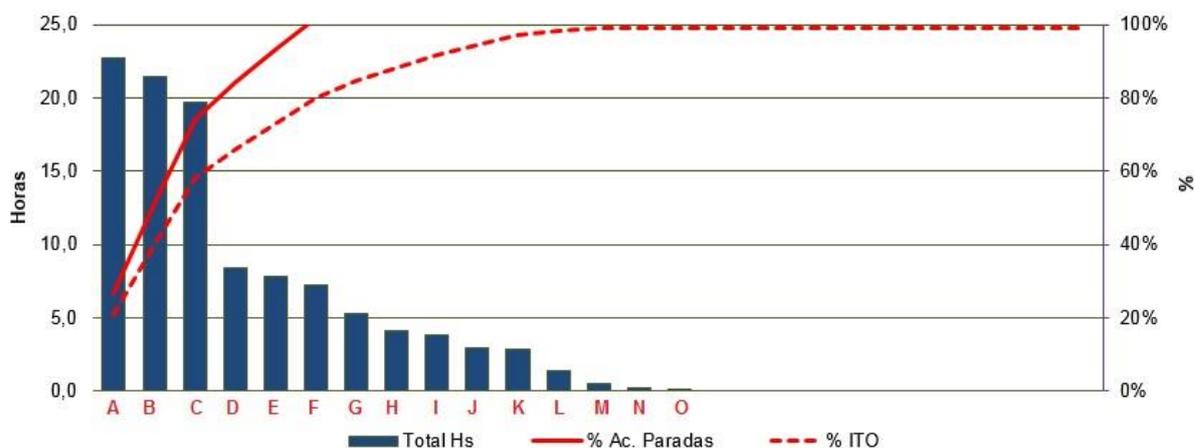
O gráfico mostra que esta semana a Estufa III ficou muito tempo aguardando a manipulação do produto. A segunda maior parada é referente ao processo que acontece dentro da sala, “Granulação/Normalização”.

O ITO ficou baixo, pois, a espera pela manipulação foi muito grande: 41%.

O IPO foi muito bom, desalinhando apenas 7% de 100%, gerando um OEE de 43%.

9ª Semana: 11/07/2016 – 16/07/2016

Gráfico 15 – Gráfico das paradas 11/07/2016 – 16/07/2016 - Estufa II



Fonte: Autor (2016).

- A - Sem programação
- B - Aguardando (Manipulação ocupada)
- C - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)
- D - Granulação / Normalização
- E - Aguardando a outra BAUMER
- F - Tempo de análise durante ou fim de produção
- G - Limpeza geral
- H - Ciclo extra de secagem
- I - Falta de operador
- J - Refeição / Higiene pessoal
- K - Aguardando matéria prima
- L - Limpeza parcial
- M - Preparação de início de lote / Ajustes
- N - Finalização do lote
- O - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

ÍNDICES:

ITO: 22%

IPO: 76%

OEE: 16%

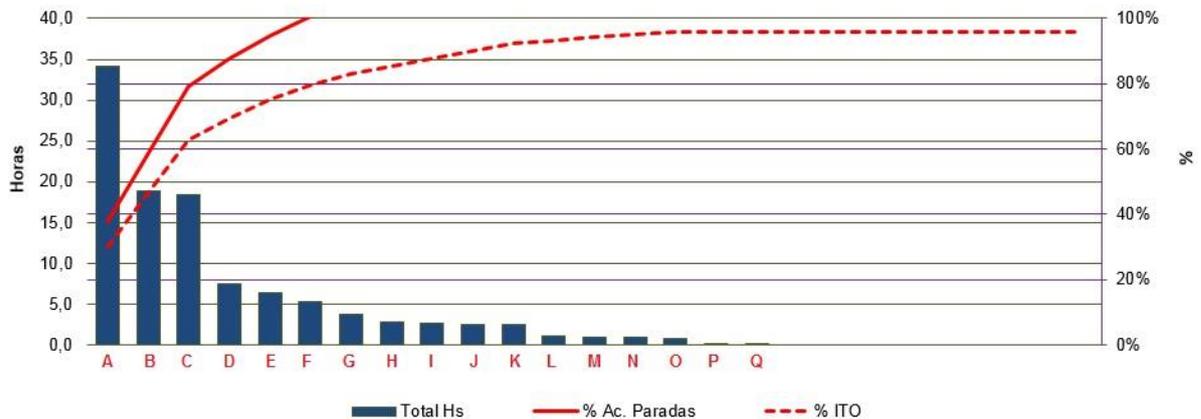
De acordo o gráfico anteriormente apresentado, notou-se um grande número de paradas no geral, dentre elas, as três principais em ordem decrescente são: “Sem programação”, não afeta o OEE, mas o equipamento deixa de produzir aquele tempo; “Aguardando a manipulação”, a Estufa II ficou ociosa esperando o produto para entrar em funcionamento e “Falta inesperada de utilidades” que também é significativamente grande.

O ITO foi baixíssimo porque a Estufa II ficou a maioria do seu tempo, parada.

O IPO foi bom, a cadência está mais alinhada: real com a esperada.

O OEE foi muito baixo: 16%, o menor, até o momento. Possivelmente o processo de secagem nesta semana, não era prioridade de produção.

Gráfico 16 – Gráfico das paradas 11/07/2016 – 16/07/2016 - Estufa III



Fonte: Autor (2016).

- A - Aguardando (Manipulação ocupada)
- B - Sem programação
- C - Falta inesperada de utilidades (água, ar HVAC, energia...) (JUSTIFICAR NO FORMULÁRIO)
- D - Granulação / Normalização
- E - Tempo de análise durante ou fim de produção
- F - Limpeza geral
- G - Falta de operador
- H - Aguardando matéria prima
- I - Preparação de início de lote / Ajustes
- J - Ciclo extra de secagem
- K - Refeição / Higiene pessoal
- L - Limpeza parcial
- M - Paradas gerenciais (JUSTIFICAR)
- N - Aguardando a outra estufa
- O - Outros (JUSTIFICAR)
- P - Finalização do lote
- Q - Aguardando Supervisor/Analista/Líder

ÍNDICES:

ITO: 21%

IPO: 96%

OEE: 20%

Para o gráfico desta semana na Estufa III, os resultados são: principal parada é “Aguardando a manipulação” e a segunda maior é “Sem programação”, o que confirma a não prioridade do processo de secagem nesta semana, podendo considerar também, a produção de medicamentos via seca.

O IPO é muito baixo, pois a estufa ficou a maioria do tempo disponível parada.

O IPO foi ótimo, evidenciando que mesmo com a principal parada, citada anteriormente, a produção real foi próxima à esperada.

O OEE resultou-se em 20%, no qual é baixo, porém como o processo não era prioridade, é o ideal.

Conforme apresentado no item 7.4, o OEE é um índice que demonstra o desempenho do equipamento em determinado período. Percebeu-se que este índice varia em relação ao Índice de Performance/Qualidade e ao Índice de Tempo Operacional. Entretanto, se o resultado do OEE for baixo não significa que o resultado é negativo, pois, considerando a produção enxuta há possibilidade daquele resultado ser originado de uma não prioridade no processo.

A manipulação é um processo que deve ser estudado e revisto os pontos que podem agilizar o processo. Uma solução seria aquisição de outro equipamento para dobrar a capacidade e conseqüentemente diminuir o tempo de espera pela a manipulação e aumentar o desempenho das estufas.

O objetivo do SMED de reduzir o tempo de máquina parada e mudança de *setups* internos em externos foi alcançado com sucesso, gerando bons resultados com um baixo investimento (mostrados na FIG. 4) e gerou várias ideias para facilitar o trabalho dos operadores no processo (listados na TAB. 2).

8 CONCLUSÃO

Conclui-se que a aplicação das metodologias do *Lean Manufacturing*, SMED e OEE nas estufas de secagem tiveram bons resultados. Resultados esses que colaboram para um ambiente eficiente e produtivo, no qual a empresa em estudo busca. Desta forma, obteve-se êxito frente aos objetivos e expectativas geradas para este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, M. E. B. (Coord.). **Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.

ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G.; JR, L. V. A. **Farmacotécnica: Formas Farmacêuticas & Sistemas de Liberação de Fármacos**. 6. ed. São Paulo: Editorial Premier, 2000.

BARIANI, L. & DEL'ARCO JÚNIOR, A.P. **Utilização da tecnologia da informação por grupos integrados de manufatura para o controle de indicadores de produção enxuta**. Revista de Ciências Humanas, Taubaté, v.12, n.1, p. 67-79, jan./jun, 2006.

BARTUNEK, J. M. & SEO, M. **Qualitative research can add new meanings to quantitative research**. *Journal of Organizational Behavior*, v. 23, n.2, mar., 2002.

CAMPOS, F. de; MIRANDA, R. G. **A escrita da História**. 1. Ed. Vol. Único. São Paulo: Escala Educacional, 2005.

CHIARADIA, Á. J. P. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística**. 2004. 133 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CURY, A. **Organização e Métodos: Uma Visão Holística**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

DUARTE, A. C. *et. al.* **Análise da Indústria Farmacêutica – Perspectivas e Desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, outubro/2015 (Texto para Discussão nº 183). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em 04 de maio de 2016 às 20:08 h.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA. **Indústria Farmacêutica**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://febrafarma.org.br/industria-farmaceutica>>. Acesso em 22 de abr. 2016 às 15:45 h.

FUENTES, F.F.E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2001.

GELATTI, I. C. B. **OEE – Eficiência Global dos Equipamentos: utilização do método para análise da real produtividade de equipamentos**. 2012, 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, 2012.

- HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre. Bookman, 2006.
- MORAES, J. G. V. **História Geral e Brasil**. 2. Ed. São Paulo: Atual, 2005.
- MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004.
- MOTA, P. M. P. **Estudo e implementação da metodologia SMED e seu impacto numa linha de produção**. 2007, 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Técnica de Lisboa, 2007.
- NAKAJIMA, S. **Total productive maintenance**. Productivity Press, 1988.
- NAVARRO, A. A. V. **Troca rápida de ferramentas**: um estudo da aplicação na indústria automobilística. 2004, 51 p. MBA Gerência da Produção e Tecnologia do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração - Universidade de Taubaté. 2004.
- NETTO, A. A. de O.; TAVARES, W. R. **Introdução à Engenharia de Produção**. Florianópolis: Visual Books, 2006.
- NISIKAVA, S. L. **Identificação de Boas Práticas e dificuldades do SMED aplicado em uma Indústria do ramo de cosméticos**. 2013, 77 p. Trabalho de Graduação (Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus Guaratinguetá – USP – SP, 2013.
- OLIVEIRA, O. J. (Org.) **Gestão da Qualidade**: Tópicos Avançados. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- RAMOS, P.; RAMOS, M. M.; BUSNELLO, S. J. **Manual prático de metodologia da pesquisa**: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese. Blumenau: Acadêmica.
- RIANI, A. M. **Estudo de caso**: o *Lean Manufacturing* aplicado na *Becton Dickinson*. 2006, 52 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Juiz de Fora, 2006.
- SERRA, N. R.C. *et al.* **Utilização do indicador OEE na análise do desempenho dos processos e melhoria contínua na produção de condutores elétricos**. XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. São Carlos, SP, 2010, p. 1 – 13.
- SCIENCE & SOCIETY PICTURES LIBRARY PRINTS. **Brookedon's metal pill die with three boxes of pills, 1843**. Disponível em: <<http://www.ssplprints.com/image/86470/brookedons-metal-pill-die-with-three-boxes-of-pills-1843>>. Acesso em 21 mai. 2016.
- SILVA, L. D. dos S.; RESENDE, A. A. de. **Manutenção Produtiva Total (TPM) como ferramenta para melhoria da Eficiência Global De Equipamento (OEE)**.

XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador, BA, 2013, p. 1 – 7.

SINGH, B. J.; KHANDUJA, D. SMED: *for quick changeovers in foundry SMEs*. ***International Journal of Productivity and Performance Management***. v. 59, n. 1, p. 98-116, 2010.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, R. V. B. **Método para aplicação de técnicas de redução de tempos de Setup como meio para aumento da produtividade em indústrias gráficas**. 2009, 86 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2009.

SOUZA, V. C. de. **Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle de Manutenção**. 4. ed. São Paulo: All Print Editora, 2011.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT - Manutenção Produtiva Total**. 4. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 2010.

TUBINO, F. D. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.

YIN, ROBERT K. **Estudo de caso**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.