



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE
VALOR (MFV) PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO
PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE
GESSO**

Juazeiro - BA

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE
VALOR (MFV) PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO
PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE
GESSO**

Trabalho apresentado ao Colegiado de Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Ana Cristina Gonçalves Castro Silva.

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a. Andréa de Vasconcelos Ferraz.

Juazeiro - BA

2018

Santos, Pedro Vieira Souza.
S237u Utilização da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso / Pedro Vieira Souza Santos. – Juazeiro, 2018.
XVI, 100 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro - BA, 2018.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Gonçalves Castro Silva.
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Andréa de Vasconcelos Ferraz.

Referências.

1. Gesso - Produção. 2. Mapeamento de Fluxo de Valor. 3. Indústria de Gesso. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 693.6

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV) PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE GESSO

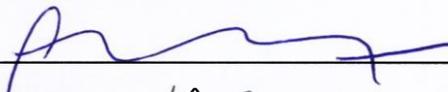
Trabalho Final de Curso apresentado como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



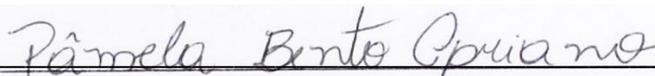
Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Ana Cristina Gonçalves Castro Silva



Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a. Andréa de Vasconcelos Ferraz



Avaliador Interno: Prof. Dr. Ângelo Antônio Macedo Leite



Avaliadora externa: Pâmela Bento Cipriano

Porque o Senhor dá a sabedoria, e da sua boca vem o conhecimento e o entendimento (Pv. 2:6).

Dedico este trabalho a minha família, em especial, minha mãe, meu pai e meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Gratidão, eis a palavra que resume esta conquista inefável em minha vida. Ao percorrer um caminho laborioso, a sensação que emana no coração nesse momento, resume-se em regradar aos que contribuíram para com esse instante.

Destarte, grato sou à Deus por tudo que tem feito em minha vida, pois convicto sou que até aqui Ele me ajudou. Aos meus amados e queridos pais, Nailton e Petrucya, que sempre demonstraram seus cuidados por mim, minha consideração e admiração se renovam a cada dia.

Aos meus diletos avós, Socorro, Ceiza (*In Memoriam*), Natalício (*In Memoriam*) e Gilvan, expresso minha gratidão por tudo que me fizeram e me ensinaram nesses anos. Aos meus queridos tios, Pollyana, Carmanna, Kátia, Ana, Newton, Nadilson e Péricles, que sempre estiveram me incentivando e ajudando a conquistar este sonho, meu mais sincero obrigado.

Aos meus colegas de faculdade, em especial Ciro, Leiziane, Felipe e Naiane e demais companheiros de turma que fizeram parte dessa trajetória, agradeço intensamente. Às minhas Orientadoras Ana Castro e Andréa Ferraz, por todos os conselhos e ensinamentos ao longo da minha formação e, em especial, na realização deste trabalho. Aos professores que, de alguma forma, agregaram valor a minha formação, compartilhando conhecimento e experiências, especialmente Francisco Alves, Vivianni Marques, Ângelo Macedo, Thiago Magalhães e Kamilla Brito.

Enfim, aos meus amigos e todos que, coadjuvaram para essa vitória, meu muito obrigado!

SANTOS, P. V. S. **Utilização da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso.** Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2018.

RESUMO

As indústrias do segmento gesseiro, devido ao alto volume de produção, representam um setor de grande importância econômica e que carece de estudos que visualizem a eficiência do sistema de produção. Assim, a partir da utilização da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), o estudo pôde responder a problemática definida, ou seja, apontar quais os prováveis desperdícios e gargalos que o mapeamento de fluxo de valor pode auxiliar a identificar em uma empresa do setor do gesso. Para atender a proposta foi definida, com base na literatura, a sequência de etapas do estudo, começando com a seleção da família de produtos para mapeamento até a proposição de melhorias para o processo. Nesse sentido, com a escolha do gesso de revestimento para mapear, foi possível notar os gargalos que minimizam a capacidade do processo local. Com base nos estudos de tempos (cronoanálise), observou-se que a operação de calcinação é o gargalo do sistema de produção, apresentando um Tempo Padrão de 6338,5 s, o que representa aproximadamente 55% do tempo total de processamento para produção de um lote com, em média, 95 sacos de 40 kg cada. Logo, ressalta-se a importância de se estudar o processo de calcinação, indicado como processo gargalo, a partir da observação do elevado tempo de ciclo em relação ao *takt time*, o que acarreta em um desequilíbrio no ritmo para atender a demanda.

Palavras chave: Mapeamento Fluxo de Valor, *Lean Manufacturing*, Indústria de gesso.

SANTOS, P. V. S. Using the tool Value Flow Mapping (MFV) for identification of waste in the production process of a company manufacturer of gypsum. Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2018.

ABSTRACT

The industries of the segment gesso, due to the high volume of production, represent a sector of great economic importance and that lacks studies that visualize the efficiency of the system of production. Thus, from the use of the Value Stream Mapping (VSM) tool, the study was able to respond to the defined problem, that is, to point out the probable wastes and bottlenecks that the value stream mapping can help to identify in a company of the plaster industry. In order to meet the proposal, the sequence of stages of the study was defined based on the literature, starting with the selection of the family of products for mapping to the proposition of improvements for the process. In this sense, with the choice of coating plaster to map, it was possible to notice the bottlenecks that minimize the capacity of the local process. Based on the time studies (chronoanalysis), it was observed that the calcination operation is the bottleneck of the production system, presenting a Standard Time of 6338,5 s, which represents approximately 55% of the total processing time for a lot with an average of 95 bags of 40 kg each. Therefore, it is important to study the calcination process, indicated as bottleneck process, from the observation of the high cycle time in relation to takt time, which causes an imbalance in the rhythm to meet demand.

Keywords: *Value Stream Mapping, Lean Manufacturing, Gypsum Industry.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Etapas da elaboração do mapeamento	31
Figura 2: Exemplo de mapa atual	332
Figura 3: Etapas da elaboração do estado futuro	35
Figura 4: Exemplo de mapa futuro	37
Figura 5: Processo produtivo do gesso	45
Figura 6: Etapas da pesquisa	49
Figura 7: Organograma da empresa	52
Figura 8: Gipsita utilizada no processo fabril local	53
Figura 9: Britagem da matéria prima	54
Figura 10: Forno utilizado para calcinação	55
Figura 11: Ensacamento do produto acabado	56
Figura 12: Disposição de produtos acabados no armazém	57
Figura 13: Mapa do estado atual	63
Figura 14: Tempo de ciclo <i>versus</i> takt time	65
Figura 15: Mapa do estado futuro	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Os tipos de desperdícios	25
Quadro 2: Plano de ação.....	71
Quadro 3: Ícones do fluxo de material	93
Quadro 4: Ícones do fluxo de informações	94
Quadro 5: Ícones gerais	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição normal	41
Tabela 2: Coeficiente para calcular o número de cronometragens	41
Tabela 3: Coeficientes de avaliação de eficiência	41
Tabela 4: Tempos para definição do número de ciclos	59
Tabela 5: Determinação do número de ciclos	59
Tabela 6: Tempo normal dos processos.....	60
Tabela 7: Determinação do Tempo Padrão de cada processo.....	60
Tabela 8: Determinação da capacidade produtiva	61
Tabela 9: Tempos cronometrados dos processos	90
Tabela 10: Tolerância devido a natureza da atividade (T1).....	97
Tabela 11: Tolerância devido a duração do ciclo (T2).....	98
Tabela 12: Tolerância devido ao ambiente (T3)	98
Tabela 13: Tolerância devido a temperatura e umidade (T4)	99

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: <i>Takt time</i>	35
Equação 2: Determinação do número de ciclos	40
Equação 3: Tempo Normal	42
Equação 4: Fator de Tolerâncias	42
Equação 5: Tempo padrão (TP)	43
Equação 6: Medida da capacidade	43
Equação 7: Tempo de ciclo	44
Equação 8: Eficiência do balanceamento	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
SINDUSGESSO	Sindicato das Indústrias de Gesso do Estado de Pernambuco
CP	Capacidade Produtiva
FT	Fator de Tolerância
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
PCP	Planejamento e Controle da Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
TC	Tempo de Ciclo
TM	Tempo Médio
TN	Tempo Normal
TP	Tempo Padrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	18
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo geral	19
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
1.2 JUSTIFICATIVA.....	20
2. ABORDAGEM TEÓRICA	23
2.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP).....	23
2.2 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	24
2.2.1 Princípios da produção enxuta	26
2.2.2 Ferramentas <i>Lean</i>	27
2.3 ESTUDOS DE TEMPOS, CRONOANÁLISE E MEDIDA DA CAPACIDADE ..	39
2.3.1 Estudo de tempos.....	39
2.3.2 Cronoanálise	39
2.3.3 Medida de capacidade	43
2.4 BALANCEAMENTO DE LINHA	44
2.5 PROCESSO INDUSTRIAL DO GESSO	45
3. METODOLOGIA	48
3.1 Caracterização da pesquisa.....	48
3.2 Etapas da pesquisa.....	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 DA EMPRESA ESTUDADA	52
4.1.1 Missão e Visão da empresa	53
4.2 O PROCESSO PRODUTIVO.....	53
4.3 FORMAÇÃO DA EQUIPE DE TRABALHO QUE ATUOU NO MAPEAMENTO FLUXO VALOR.....	58
4.4 ESCOLHA DA FAMÍLIA DE PRODUTOS.....	58
4.5 DESENHO DO ESTADO ATUAL E CRONOMETRAGEM DAS ATIVIDADES	58
4.5.1 Estudo de tempos, cronoanálise e medida da capacidade	58

4.5.2 Desenho do estado atual.....	62
4.6 DESENHO DO MAPA ATUAL	62
4.7 REVISÃO DO MFV	64
4.8 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS NA PRODUÇÃO	64
4.9 DESENHO DO MAPA DE ESTADO FUTURO	65
4.9.1 Produzir de acordo com o <i>takt time</i>	65
4.9.2 Balanceamento do processo	66
4.9.3 Desenvolver fluxos contínuos onde for possível.....	66
4.9.4 Desenho do estado futuro	66
4.10 PROPOSTAS DE MELHORIAS (PLANO DE AÇÃO)	70
4.11 COMPARAÇÕES ENTRE O ESTADO ATUAL E FUTURO.....	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICES	88
APÊNDICE A — TABELA DE TEMPOS CRONOMETRADOS	89
ANEXOS	91
ANEXO A - SIMBOLOGIAS UTILIZADAS NO MFV	92
ANEXO B - TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE TOLERÂNCIA	96
.....	97

1 INTRODUÇÃO

Ultimamente, de acordo com Fontoura (2016), as indústrias vêm enfrentando um novo ambiente de negócio, com um nível cada vez mais globalizado e competitivo. Tal fato tem estimulado a busca por estratégias mais agressivas, no intuito de reduzir os desperdícios, reavaliar os processos da organização e a manutenção do grau de competitividade.

Nesse sentido, os processos logísticos têm sido apontados como grandes contribuintes para o crescente aumento nos custos industriais (RESENDE; SOUSA, 2014), conduzindo as empresas a recorrerem às ferramentas enxutas para melhorarem seus processos na cadeia de suprimentos e alcançarem resultados mais consistentes.

Diante deste cenário, as indústrias do segmento gesso enquadram-se neste perfil, onde, apesar de gerar grande lucro (refletido pelo alto volume comercializado) e desenvolvimento econômico, essa mesma produção origina resíduos, tanto na extração do minério gipsita (rejeito), quanto na fabricação do seu produto (LIMA et al., 2016).

No Brasil, estas empresas concentram-se nos principais depósitos de gipsitas localizadas todas nas regiões Norte, Nordeste ou Centro-Oeste, fato que o posiciona como o 11º produtor mundial e torna possível suprir todo o consumo interno. Ademais, as jazidas que apresentam melhores condições de aproveitamento econômico e considerada como maior depósito lavrável estão contidas na Bacia Sedimentar do Araripe, na divisa dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí. Nesta região o minério da gipsita é considerado de alta qualidade (teor de pureza entre 88 e 98%), do ponto de vista de sua composição química, o que leva esta região a ser mais explorada (SINDUSGESSO, 2017).

Entretanto, as empresas têm buscado continuamente agregar valor a seus produtos por meio de inovação, em um contínuo processo de desenvolvimento tecnológico. Sendo assim, a indústria que pretende ser competitiva e crescer obtendo maior porção do mercado, é obrigada a examinar e constantemente aperfeiçoar seus métodos de gestão e estratégias de negócio (PEINALDO; GRAEML, 2007).

Isso faz com que as empresas que utilizam a abordagem de produção enxuta, ao contrário das que permanecem com o sistema produtivo tradicional, gozem, em geral, de uma vantagem competitiva sobre as que utilizam abordagens habituais

(STEVENSON, 2001). A produção enxuta é uma filosofia implantada em várias empresas que objetivam obter flexibilidade e dinamicidade para atingir novos desafios competitivos. Nesse aspecto, Rahani e Al-Ashraf (2012) citam que o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma das ferramentas indicadas para tal objetivo.

O MFV baseia-se na elaboração de um “mapa” que mostra como é o fluxo de materiais ou informações. Este mapa tem início na cadeia de fornecedores, passa pela empresa e finaliza no cliente, percorrendo todo o caminho do processo de transformação da matéria prima (SILVEIRA, 2016).

Ainda de acordo com Silveira (2016), por meio da análise do mapa do fluxo de valor é possível entender quais são as etapas que agregam ou não valor ao produto, além de sugerir potenciais melhorias que podem ser aplicadas diretamente nos processos de produção e visualizar onde é viável aplicar ferramentas para minimização de desperdícios e aumento de eficiência produtiva.

Assim, as potenciais melhorias ocorrem essencialmente pela redução dos desperdícios. Além disso, pode-se citar como outros benefícios desta ferramenta, o aumento da eficiência dos processos, melhoria nas comunicações transacionais e de relacionamento com os clientes (XIA; SUN, 2013). A redução dos custos de produção e serviços e aumento de competitividade das organizações também estão relacionados com a implementação do MFV (AOMAR, 2010).

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A gestão estratégica de uma empresa tem um papel fundamental na definição de sua posição e/ou permanência no mercado (RITZMAN; KRAJESWSKI, 2004). Tal realidade se faz necessária para que a mesma obtenha vantagens competitivas e atenda a demanda de consumidores cada vez mais exigentes, estimulados principalmente pela grande oferta de produtos concorrentes.

Assim sendo, nesse cenário dinâmico, as organizações buscam aperfeiçoar seus sistemas produtivos e operacionais através da introdução de ferramentas de controle, que englobam as diversas etapas da cadeia produtiva; com isso, um dos resultados esperados é a redução e/ou eliminação de desperdícios ao longo do processo (PINTO et al., 2013).

Para Slack, Chambers e Johnston (2009) o termo desperdício está ligado a(s) atividade(s) que não agrega(m) valor, portanto, é indicado que seja(m) eliminado(s) para que a produtividade possa ser elevada, trazendo bons resultados à organização e aos destinatários finais. Em relação aos tipos de desperdícios que podem ser encontrados na produção, existem sete tipos, denominados como: Desperdício por Superprodução, Tempo de espera, Transporte, Processo, Estoque, Movimentação e Produtos defeituosos (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Nesse sentido, de acordo com Rodriguez et al. (2012) o pensamento enxuto é visto como opção para eliminação dos desperdícios através do enfoque no processo, a partir da busca da melhoria contínua. Maximiano (2005) ressalta que esses desperdícios representam custos desnecessários e são caracterizados por esforços ou iniciativas que não adicionam valor ao produto ou serviço.

Nesse contexto, o objeto de estudo desse trabalho, é a utilização da ferramenta enxuta Mapeamento de Fluxo de Valor em uma indústria do setor gesseiro, localizada na cidade de Trindade-PE, com o intuito de analisar o processo produtivo e identificar as possíveis causas que geram desperdícios, tendo em vista o aumento na eficiência da fabricação e por consequência, uma significativa redução dos custos.

Portanto, utilizando a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor procura-se responder a seguinte problemática: **quais os prováveis desperdícios que o mapeamento de fluxo de valor pode auxiliar a identificar em uma empresa do setor do gesso?**

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Identificar, a partir da utilização do Mapeamento de Fluxo de Valor, os desperdícios gerados no processo produtivo de uma empresa de fabricação de gesso localizada na cidade de Trindade-PE.

1.1.2 Objetivos específicos

A partir da definição do objetivo geral, determinou-se os objetivos específicos, que são:

- Escolher uma família de produtos para ser mapeada;
- Determinar as atividades que agregam valor ao produto, a partir do mapeamento do processo produtivo da família escolhida;
- Detectar os possíveis gargalos no processo produtivo;
- Identificar os tipos de desperdício gerados pela empresa e seus possíveis causadores;
- Apontar as possibilidades de melhorias utilizando o mapeamento elaborado;
- Desenvolver o Mapa do Estado Futuro eliminando os desperdícios identificados no processo;
- Propor melhorias para o processo usando a ferramenta gerencial 5W2H.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Lasa et al. (2008), é cada vez mais necessário, que as organizações busquem redefinir e reorganizar seus sistemas de produção para responder a competitividade exigida pelos desafios impostos do mercado vigente.

A partir desse fato, as empresas devem analisar novas alternativas de gestão para então, conseguirem sucesso neste cenário cada vez mais competitivo, tendo como principal objetivo o controle melhorado dos processos de produção e das atividades e/ou recursos que integram esses processos; tornando a produção mais eficiente, maximizando a utilização dos recursos disponíveis e reduzindo as atividades que não agregam valor ao produto acabado (MOREIRA, 2011).

Nesse contexto, enquadram-se as indústrias do segmento gesseiro de Pernambuco, que devido ao alto volume de produção (expresso pela quantidade de minério extraído e processado na região), representam um setor de grande importância econômica e que carece de estudos que visualizem a eficiência do sistema de produção.

Na pesquisa feita por Munhoz e Renóbio (2006), os autores citam a importância do setor gesseiro e a crescente expansão do mesmo e justificam que estudos sejam realizados, a fim de propor mudanças dos processos de uso atuais para outros que apresentem maior eficiência, com o intuito de obter ganhos de competitividade pela redução de desperdícios. Os autores citam ainda que isto é viável através do atendimento à legislação ambiental e, a partir daí, utilizar-se dessas novas condições

com insumos de acessos a mercados cada vez mais restritos em termos de exigências técnicas e ambientais.

A partir do trabalho intitulado “Gesso reciclado: avaliação de propriedades para uso em componentes” desenvolvido por Pinheiro (2011), a autora identifica alguns desperdícios no processo produtivo e ainda atesta a possibilidade de recuperar o gesso oriundo dessas perdas, mantendo as mesmas propriedades físicas e mecânicas do gesso comercial.

Por outro lado, Elias, Oliveira e Tubino, (2011), ao mapearem o processo de fabricação do gesso, perceberam diversas oportunidades de melhoria. No trabalho, foi possível, partindo-se do mapeamento do estado atual, identificar alguns focos de desperdícios, bem como alguns pontos de melhorias no processo, levando ao desenvolvimento de um mapa do fluxo de valor do estado futuro onde se visualizou dentre outras coisas, a possibilidade de diminuição dos estoques de produtos intermediários bem como do produto final, havendo uma possível redução do *lead time* em 66%.

Torre Junior (2017) ao utilizar a ferramenta MFV para identificar desperdícios no processo produtivo de uma empresa gráfica, obteve como resultados uma melhoria do *lead time* de 38,09%, além de 26,01% do tempo de ciclo, 75% do número de estoque, 25% do número de processos e um aumento de 22% no índice de eficiência dos postos de trabalho.

Diante do exposto, algumas técnicas e conceitos ligados ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) podem ser viáveis, caso aplicadas como ações que visam minimizar os problemas de gerenciamento das atividades de produção. Problemas estes que de acordo com Carmelito (2008) são de responsabilidade das áreas gerenciais do PCP.

Assim o Planejamento e Controle da Produção é apontado como uma das melhores e eficazes maneiras de introduzir técnicas e princípios de administração da produção nas empresas, pois o PCP baseando-se nas teorias administrativas, busca elaborar condições para melhor conduzir o sistema de produção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Diante do exposto, tem-se a filosofia *Lean Manufacturing*, também conhecida como Produção Enxuta, que busca alinhar técnicas atuais de gerenciamento a fim de tornar a empresa referência de padrão (BARTZ et al., 2013). Este sistema de produção

apresenta diversos benefícios, como a redução de *lead time* e dos custos, e aumento da qualidade (WERKEMA, 2006).

Uma das ferramentas da produção enxuta é o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), na qual este trabalho será direcionado. O MFV é primordial para a implementação da filosofia de produção enxuta, pois caracteriza-se por permitir a visualização da cadeia de valor, composta pelos fluxos de processos, materiais e informações, auxiliando a identificar desperdícios, bem como suas fontes geradoras. Logo, o MFV ajudará na tomada de decisões sobre o fluxo representado, tornando-o mais lógico e simples (ROSA,2008).

Identificar as perdas e as operações que não agregam valor é uma das etapas para tornar os processos produtivos enxutos. Segundo Dal Forno et al., (2014), o MFV tem-se revelado muito eficaz no que diz respeito à identificação e eliminação de desperdícios.

Assim, produzir algo sob a ótica da mentalidade enxuta pode se apresentar como uma grande vantagem no que se refere à busca por maior aquisição de qualidade no sistema de produção; tendo como consequência, por exemplo: a minimização de estoques, além de promover a visualização de falhas, há ganhos de velocidade de produção, através de possíveis reduções no tempo de *set up*, maior flexibilidade e redução de custos (DALLA; MORAIS, 2006).

Diante do exposto, este trabalho enquadra-se na área 01 da Engenharia de Produção, intitulada Engenharia de Operações e Processos da Produção. Para a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), “Compete à Engenharia de Produção o projeto, a modelagem, a implantação, a operação, a manutenção e a melhoria de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, recursos financeiros e materiais, tecnologia, informação e energia” (ABEPRO, 2017).

Este estudo justifica-se pela necessidade de analisar os desperdícios existentes na produção de gesso a partir de técnicas da Engenharia de Produção. Com isso, este trabalho ajudará a organização a se manter cada vez mais competitiva no mercado, reduzindo gastos desnecessários e otimizando os recursos produtivos locais.

2. ABORDAGEM TEÓRICA

Este capítulo objetiva apresentar os conceitos associados a temática da produção enxuta contidos na literatura. O mesmo aborda ainda os principais tópicos que embasam a discussão sobre desperdício e ferramentas de identificação e minimização destes.

2.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

O termo produção enxuta, originalmente denominado Sistema Toyota de Produção (STP), teve início no Japão, após a Segunda Guerra Mundial. A princípio, foi utilizado pela Toyota Motor Company, que tinha como intuito formular um sistema prático capaz de gerir a produção de acordo com as demandas específicas por modelo e cor do veículo (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Posteriormente, Toyoda Kiichiro, então presidente da Toyota, lançou o desafio de igualar a empresa, em termos de índices de desempenho, a organizações norte-americanas. Tal fato, de acordo com Ohno (2004), sustentado pela desigualdade explícita na produtividade da empresa japonesa comparada com a americana, marcou o início do STP e, conseqüentemente, da filosofia *Lean*.

Contudo, antes mesmo de iniciar o sistema na prática, ou seja, começar a aplicar uma estratégia de produção orientada a produzir de acordo com a demanda, os engenheiros japoneses tiveram que conhecer os métodos americanos de produção (VOTTO, 2012 apud RICCI, 2013).

O fato da produtividade americana ser tão superior a japonesa chamou a atenção para a única explicação razoável: a diferença de produtividade só poderia ser explicada pela existência de perdas no sistema de produção japonês. A partir daí, o que se viu foi a estruturação de um processo sistemático de identificação e eliminação das perdas (GHINATO, 2000, p. 2).

Nesse cenário, o STP teve seu desenvolvimento liderado pelo engenheiro Taiichi Ohno. Na ótica de Ohno, a necessidade de reduzir desperdícios ligados a produção deveria ser considerada como base. Com isso, o Sistema Toyota de Produção estabeleceu-se sob a premissa de identificar e minimizar desperdícios nos processos produtivos (OHNO, 2004).

Em suma, o STP utiliza uma produção em resposta a demanda ao invés de produzir antecipadamente, fato este que ajuda o sistema a controlar melhor o ritmo de produção (SHINGO, 1996).

2.2 LEAN MANUFACTURING

Derivado do Sistema Toyota de Produção, o termo *Lean Manufacturing* surgiu como uma prática que tinha como base a busca por eliminar desperdícios. Fundamentou-se na década de cinquenta, quando o engenheiro da Toyota Taiichi Ohno começou o processo de implementação do sistema produtivo que tinha como princípio a visualização e posterior eliminação de tudo aquilo que não agregava valor para o cliente, ou seja, os desperdícios (WERKEMA, 2011).

Contudo, o termo *Lean Manufacturing* tornou-se amplamente conhecido após a publicação do livro intitulado “A máquina que mudou o mundo” de autoria de Womack, Jones e Roos na década de 90. A obra trata de um vasto estudo sobre a indústria automobilística mundial realizada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e ressalta as grandes diferenças em termos de qualidade, produtividade e demais benefícios acarretados pela aplicação do STP (RABAIOLI; POMPEU, 2014 apud ANTONOWICZ, 2016).

A filosofia *Lean* tem como base a proposição de combinar as diversas técnicas de gestão com as máquinas a fim de ter uma produção maior com menos recursos possíveis. Envolve alterações ao longo de todo processo produtivo, incluindo relações com fornecedores, projeto e engenharia, organização interna da fábrica e distribuição (WOMACK et al., 2004).

Para o Lean Institute Brasil (2017), “trata-se de um corpo de conhecimento cuja essência é a capacidade de eliminar desperdícios continuamente e resolver problemas de maneira sistemática.” Shiver e Eitel (2010) reforçam que a metodologia *Lean*, por ter origem em processos de manufatura, aperfeiçoa os negócios, tornando-os eficazes.

De acordo com Salgado et al. (2009, p. 354):

O pensamento enxuto não é apenas um modelo de produção diferenciado que altera os modos usuais de manufatura em uma linha de produção. Sua implementação representa uma mudança geral na empresa (SALGADO et al. 2009, p. 354).

Nesse sentido, o *Lean* promove a eliminação dos desperdícios tendo como foco o processo, buscando assim a melhoria contínua. Para Rodriguez et al. (2012), tais desperdícios devem ser considerados sob o ponto de vista financeiro também, pois geram custos desnecessários. Assim, de acordo com Ohno (2004), existem sete tipos de desperdícios que devem ser controlados que são apresentados no Quadro 1:

Quadro 1: Os tipos de desperdícios

Superprodução	Produzir em excesso ou antecipadamente, podendo acarretar em excesso de inventário.
Espera	Períodos longos de ociosidade de pessoas, peças e informação, originando <i>lead times</i> longos.
Transporte	Compreendido pelo movimento desnecessário de peças e materiais, ocorrendo geralmente em ambientes com layouts mal planejados.
Processamento	Procedimentos ou sistemas utilizados inadequadamente, traduzido por processar mais que o necessário.
Estoque	Alto nível de armazenamento e falta de informação ou produtos, resultando em custos em excesso.
Movimentação	Deslocamento de operador sem necessidade, minimizando a produtividade do mesmo.
Defeitos	Relação direta com falhas na qualidade do produto, gerando produtos defeituosos.

Fonte: Adaptado de Ohno (2004)

A partir da identificação dos desperdícios citados no Quadro 1, a filosofia *Lean* pode ser utilizada para eliminá-los integralmente e com isso, aumentar a

produtividade, ou seja, otimizando o uso de pessoas ao longo do processo, melhorando a política de estoques e racionalizando o uso de equipamentos (LIKER, 2005). Ainda de acordo com Liker (2005), todos os desperdícios contribuem para formação dos custos diretos e indiretos de mão de obra, do custo de depreciação e dos gastos gerais com administração.

Assim, Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que o princípio na qual a filosofia *Lean* se baseia é bem claro: mover-se na direção de eliminar todas as perdas a fim de otimizar as operações, tornando-as mais confiáveis, produzindo produtos e/ou serviços com mais qualidade e com custo mais baixo.

Nesse sentido, para Dennis (2008), as ferramentas *Lean* atuam com o objetivo de auxiliar na detecção, avaliação e eliminação das fontes de variação e desperdício, pois, apesar de serem originadas na produção, as mesmas podem ser aplicadas em outras áreas. A questão principal se torna adaptar e aplicar em situações específicas, como por exemplo, neste trabalho, no setor da indústria de gesso.

2.2.1 Princípios da produção enxuta

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), o pensamento enxuto é fundamental para a eliminação dos desperdícios notados, pois traduz-se como uma forma viável de especificar valor e operar as atividades sem interrupções e de modo mais eficaz.

Logo, os autores definiram cinco princípios fundamentais na eliminação dos desperdícios, estes resumem o pensamento enxuto e direcionam as empresas que desejam ter um sistema produtivo nos moldes da produção enxuta (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Os princípios são: especificação do valor, identificação da cadeia de valor, fluxo de valor, produção puxada e busca da perfeição.

Especificação do valor: a definição de valor é primordial para a mentalidade enxuta. O cliente é quem define o que é valor em termos de produto que atenda às suas necessidades com um preço e momento específico. Com isso, especificar o valor concorre para defini-los precisamente (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Identificação da cadeia de valor: define-se cadeia de valor como um conjunto de todas as ações pontuais necessárias para consolidação do produto final, com vista a garantir máxima qualidade do serviço ou produto ao cliente final, gerando vantagem competitiva no mercado (PORTER, 1992).

Logo, para Womack, Jones e Roos (2004) identificar esta cadeia consiste em separar os processos e/ou atividades que geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e por fim, os que não agregam valor e devem ser eliminados.

Fluxo de valor: de acordo com Werkema (2006), fluxo de valor é definido como todas as atividades executadas em uma organização para projetar, produzir e entregar seus produtos e/ou serviços aos clientes. A ideia central é tornar o fluxo produtivo sem interrupções ou refugos para atender as expectativas dos clientes com rapidez, reflexo do menor tempo de processamento.

Produção puxada: traduz-se como a forma com que a empresa trabalha em relação aos pedidos. Ou seja, quando a produção é puxada, significa dizer que a empresa produz apenas o que o cliente quer, no momento desejado. Nesse molde, os estoques são reduzidos drasticamente, o que gera grande economia para a organização (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Busca pela perfeição: Liker e Meier (2007) citam que a perfeição é o último passo da mentalidade enxuta. Para os autores, esta prática deve ser o objetivo contínuo de todos os envolvidos nos fluxos de valor (fornecedores, fabricantes, distribuidores, revendedores).

Nesse sentido, para os autores Womack, Jones e Roos (2004) almejar o aperfeiçoamento contínuo deve servir de base para nortear todos os esforços da empresa pela otimização de seus processos.

Arto (2010) cita que para a fase de implementação dos princípios *Lean*, uma gama de técnicas e ferramentas podem ser utilizadas para auxílio. As ferramentas quando combinadas podem ser de grande importância para obter uma execução de sucesso.

2.2.2 Ferramentas *Lean*

Diversas são as ferramentas que podem ser utilizadas com o propósito de garantir os objetivos da metodologia *Lean* de produção. A seguir serão apresentados os conceitos das principais ferramentas, porém será dada mais ênfase no Mapeamento do Fluxo de Valor, objeto de estudo deste trabalho.

Kaizen: palavra de origem japonesa, onde *Kai* significa modificar, enquanto *zen* traduz-se como bom. Assim, de acordo com Siqueira (2009) *Kaizen* pode ser

interpretado como mudança para melhor. Ademais, tal método “ênfatiza o desenvolvimento de uma cultura voltada para o processo e direcionada para aprimorar a forma com que a empresa trabalha” (ORTIZ, 2009, p.32).

Os cinco sentidos (5S): ferramenta da filosofia *Lean* que objetiva, basicamente, a organização do ambiente de trabalho. De acordo com Wekerma (2006) o 5S busca “promover e manter a limpeza e a organização das áreas de trabalho – tanto administrativas quanto de manufatura, funcionando como um pilar básico do *Lean manufacturing*”.

O programa é traduzido das iniciais de cinco palavras japonesas com significados distintos, sendo elas: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsue* e *Shitsuke*. Estas foram adaptadas à língua portuguesa em formato de sentidos: senso de seleção (descarte), senso de organização (ordenação), senso de limpeza (saúde), senso de padronização (sistematização) e de autodisciplina (manutenção da ordem) (REBELLO, 2005).

Kanban: este sistema utiliza cartões para que a produção possa perceber que precisa movimentar o material dentro da empresa (MOREIRA, 2008). O objetivo, segundo Santos (2003, p. 39) “é de só produzir aquilo que está sendo demandado, evita tanto o acúmulo de peças trabalhadas entre os postos de trabalho, quanto à formação de estoques de produtos finais indesejados”.

Poka-Yoke: define-se como dispositivos a prova de falhas. Para Shingo (1996), estes objetivam o aumento da eficiência da produção pela eliminação contínua de desperdícios. Além disso, Liker e Méier (2007) citam que os poka-yokes impossibilitam que um erro inevitável se torne um defeito de serviço e seja percebido pelo cliente.

Troca rápida de ferramentas: esta, conforme Fogliatto e Fagundes (2003) objetiva minimizar e facilitar o *setup* por meio da eliminação das perdas relacionadas a esse processo. Moura (1996) entende *setup* como todas as atividades e/ou tarefas essenciais desde o momento quando completa-se a última peça do lote anterior até que se tenha concluída a primeira peça do lote seguinte.

Manutenção Produtiva Total ou Total Productive Maintenance (TPM): A TPM pode ser conceituada como um padrão de gestão que tem por intuito a melhoria contínua do sistema de produção através da supressão de perdas, assim como por meio da atenuação do nível de paradas de produção com base na interação homem-máquina (KARDEC; NASCIF, 2009).

Este modelo, de acordo com os autores Fogliatto e Ribeiro (2011) acreditam que os operários, usuários dos equipamentos, são detentores dos conhecimentos sobre sua utilização, podendo assim contribuir na melhoria da sua qualidade e produtividade.

Padronização: tem como base a busca pela melhoria do sistema a partir da padronização das mudanças sempre que forem implementadas, notando os benefícios possíveis ao processo produtivo. De acordo com Ferreira, Reis e Pereira (2002), deve-se considerar a produção enxuta com trabalho padronizado, sendo este um fator determinante na garantia do fluxo contínuo de produção. Para Silveira e Coutinho (2008), este método está atrelado a ganhos em produtividade, além de reduzir falhas e tempos de operações pode melhor organizar o espaço físico e regulamentar funções.

Just-in-time (JIT): considerado uma filosofia abrangente, que envolve os diversos aspectos da empresa, como a logística de suprimentos, a gestão da qualidade, o *layout* e organização do trabalho, por exemplo. Objetiva a melhoria contínua dos processos produtivos e almeja alcançá-lo através da redução de estoques (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000, p. 394) definem o JIT como “um processo produtivo que enfatiza a operação com níveis mínimos de inventário e cujo resultado é a atenção voltada para a qualidade”. Nesse sentido, Chase (2006, p. 30) afirma que “o JIT é um conjunto integrado de atividades destinado a alcançar a produção de volumes grandes com o mínimo de estoque de peças que chegam à estação de trabalho exatamente quando elas são necessárias”.

Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

Esta é essencial na composição da filosofia *Lean*, sendo, de acordo com Tapping e Shuker (2002) um instrumento de planejamento e gerenciamento de mudanças, empregado para análise de processos baseando-se na mentalidade enxuta. Permite, de acordo com os autores, a identificação direta do fluxo, podendo servir para tomadas de decisões a nível gerencial no que tange o fluxo, acarretando em desempenho significativo dos indicadores.

O termo fluxo de valor, nesse contexto, significa todas as atividades que agregam ou não valor e que são fundamentais para produção até a entrega dos

produtos acabados. Representado pelo fluxo de materiais, conversão de matérias primas em itens acabados e também, pelo fluxo das informações (WERKEMA, 2012).

Portanto, o MFV é capaz de representar, com simbologia própria (Anexo A), as etapas nas quais os fluxos de materiais e informações percorrem, de acordo com que o produto segue o fluxo de valor. Auxilia no entendimento do que agrega valor ou não partindo do fornecedor até o consumidor final (ROTHER; SHOOK, 2003). Ainda de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 457), esta ferramenta é conceituada como:

(...) uma abordagem simples, mas eficaz de entender o fluxo de material e informação à medida que se agrega valor a um produto ou serviço ao longo do seu progresso no processo, operação ou cadeia de suprimentos. É uma forma de mapear visualmente o caminho da produção de um produto ou serviço, do início ao fim (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 457).

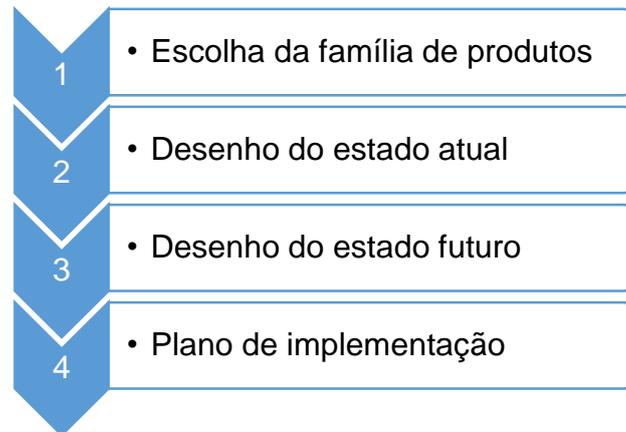
A partir deste formato, o MFV pode auxiliar diretamente na identificação das fontes de desperdício, devido a seu escopo mais elaborado (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2013 citado por DELFINO, 2014).

Ademais, o Mapeamento do Fluxo de Valor tem como principais vantagens: análise geral dos processos, fornecimento de informações referentes ao processo em linguagem comum, facilita a tomada de decisão, permite a associação de técnicas ditas “enxutas”, expõe o fluxo de informações em paralelo ao de materiais e, a partir do estado atual mapeado, propõe condições que otimizarão o fluxo de modo a aumentar a produtividade sem desperdícios (ROTHER; SHOOK, 2012).

O MFV tem seus princípios baseados na identificação e posterior eliminação dos desperdícios notados ao longo do fluxo de produção, como por exemplo: tempos elevados, grande formação de estoques intermediários, movimentação sem necessidade e outros mais (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para a elaboração do mapeamento, Moreira e Fernandes (2001) apontam quatro etapas básicas, sendo elas descritas na Figura 1:

Figura 1: Etapas da elaboração do mapeamento



Fonte: adaptado de Moreira e Fernandes (2001)

1. Escolha da família de produtos: de acordo com Rother e Shook (2003), na primeira etapa deve-se selecionar uma família de produtos para ser mapeada. Rother e Shook (2003) definem família de produtos como itens que possuem etapas de processamento semelhantes. Para Moreira e Fernandes (2001), esta escolha pode ser feita pensando-se na importância e no valor do item para o consumidor, como por exemplo: os produtos mais vendidos, mais caros, etc.

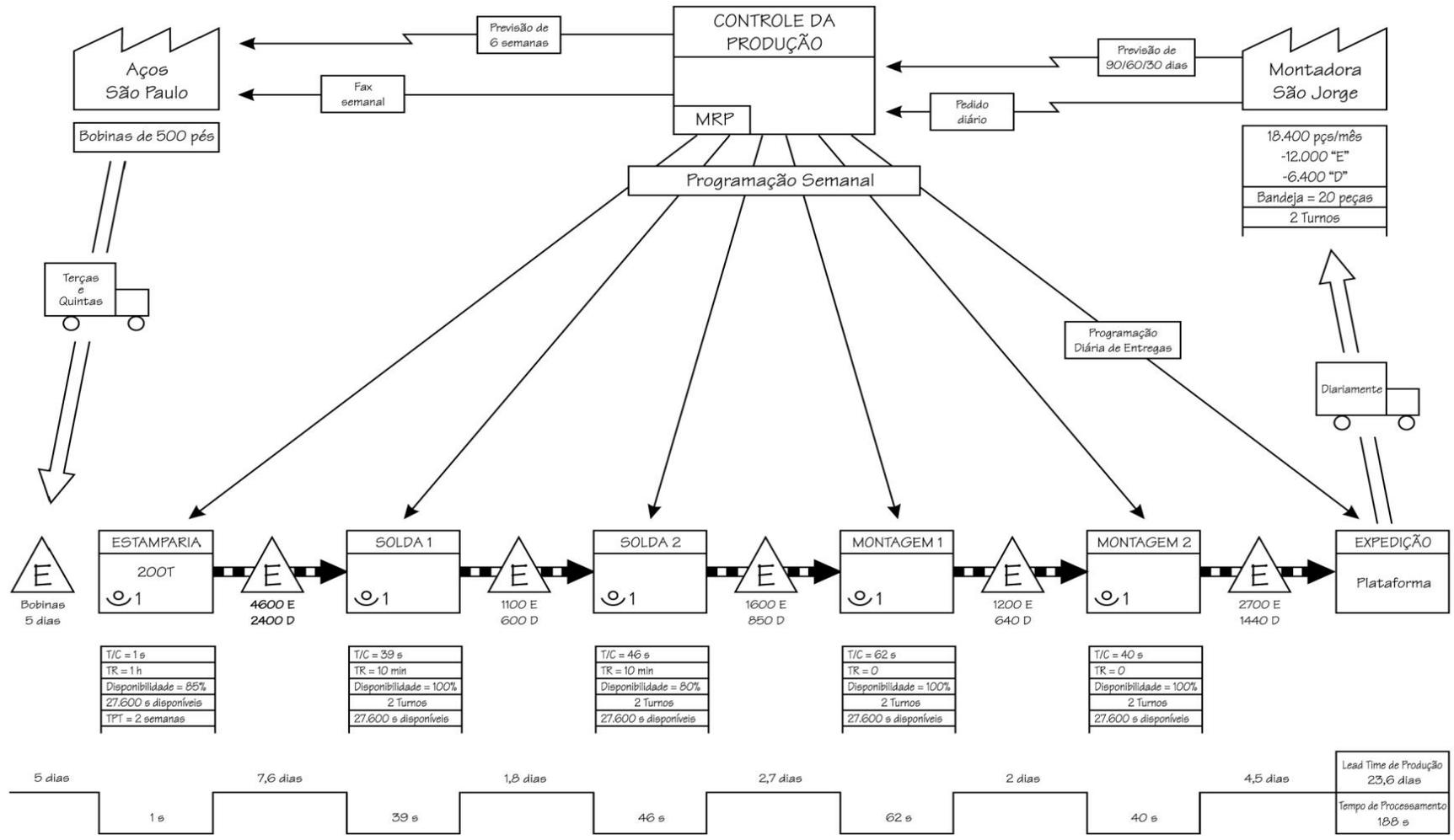
A escolha de mais de uma família não é indicada, pois torna o mapeamento complexo e de difícil compreensão. Por isso, indica-se focar em apenas uma família que represente um fluxo de valor. Num segundo momento pode-se mapear as famílias restantes (LICKER; MEIER, 2007).

Nessa fase, é necessário definir um responsável, como líder, que irá exercer o papel de gerente do fluxo de valor. Tal escolha é fundamental para gerir a responsabilidade pela compreensão do fluxo de valor de uma família e sua posterior melhoria (ROTHER; SHOOK, 2003).

2. Desenho do estado atual: em seguida, é feito o desenho do estado atual, representado pela Figura 2, no qual a empresa encontra-se. Este é construído com base nos clientes, nos processos, na expedição, fornecedores e informações; representados todos por simbologia própria. Segundo Rother e Shook (2003), para obter o estado atual deve-se registrar dados reais, coletados *in loco*. Para os autores, o objetivo de desenhar este mapa é possibilitar identificar o passo a passo do processo.

Por outro lado, segundo ainda na visão dos autores, este mapa faz um diagnóstico local. Ele é capaz não só de identificar a intensidade dos desperdícios, mas as causas geradoras dos mesmos.

Figura 2: Exemplo de mapa atual



Fonte: ROTHER; SHOOK (2003).

Nessa etapa de ilustração do estado atual, é requisitado uma gama de informações, como: demanda do cliente em termos de quantidade requisitada de peças por mês, frequência de entrega; funcionamento da empresa, com referência a quantidade de dias trabalhados por mês, turnos e composição de horas dos mesmos, além da cronometragem de diversos tempos, como o Tempo de Ciclo (TC), Tempo de Troca (TR), assim como outros dados (MOREIRA; FERNANDES, 2001).

De acordo com Werkema (2011), o começo do desenho do mapa (Figura 2) deve ser feito pela identificação do cliente e suas necessidades, representado na parte superior direita do mapa.

Após observada estas informações, o autor recomenda colocar nas caixas de dados informações básicas, tais como o TC, tempo de *setup*, número de operadores, entre outros. Salienta-se que as atividades devem ser cronometradas no momento em que são executadas para garantir maior confiança nos dados (WERKEMA, 2011).

Além disso, deve-se observar o fluxo de material. Logo, deve-se notar a demanda total e segregada dos itens ligados à família escolhida para ser mapeada. Ou seja, compreender de fato o desejo e necessidade dos clientes, o que se dá através do esclarecimento do que é valor para o consumidor (ROTHER; SHOOK, 2003).

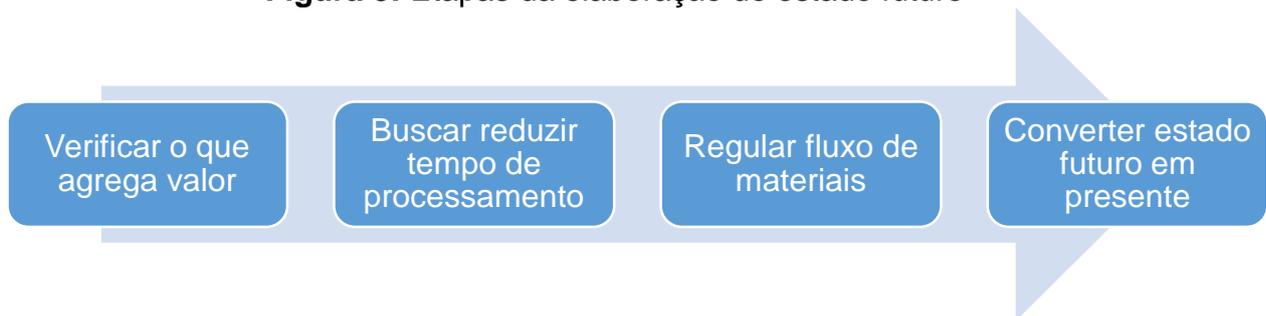
Ainda de acordo com Rother e Shook (2003), a partir do fluxo de material, recomenda-se identificar e quantificar onde os estoques se formam e ficam acumulados, pois retratam onde o fluxo de valor está parado. No final, deve-se caracterizar os fornecedores de insumos para fabricação dos produtos, incluindo quantidade de entrega e tempo gasto no transporte. As caixas devem ser preenchidas de forma a anotar os dados do tamanho do lote adquirido.

Na parte inferior do mapa, tem-se uma linha do tempo. Nela é definido o *lead time* de produção, que pode ser definido como tempo total que um item leva para percorrer todo o processo ou um fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003). Este tempo servirá de base para ser comparado quando houver o mapa do estado futuro completo.

Assim, para produção de um produto, a mesma pode ser representada por um conjunto de processos sequenciados, onde é possível entender o fluxo de material da esquerda para a direita, ilustrados na parte inferior do mapa. Além disso, o fluxo de informação referente a programação dos itens observa-se no sentido da direita para a esquerda na parte superior (NAZARENO et al., 2003).

3. Desenho do estado futuro: na terceira etapa, elabora-se o estado futuro, conforme exemplo na Figura 4, onde consiste numa idealização do processo de forma que não haja mais desperdícios, ou seja, um processo enxuto. Para isso, os autores Rother e Shook (2003) sugerem que quatro passos sejam seguidos para o sucesso dessa etapa, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Etapas da elaboração do estado futuro



Fonte: adaptado de Rother e Shook (2003)

De acordo com Rother e Shook (2003), a princípio recomenda-se verificar se cada estágio do fluxo de valor está, de fato, criando valor. Estoques são exemplos de desperdícios que, na maioria das vezes, não agregam valor. Após esse questionamento, o segundo passo é identificar possíveis mudanças no *layout* e revisar as etapas do fluxo de valor com o intuito de torná-las contínuas, com isso almejar reduzir o tempo de processamento.

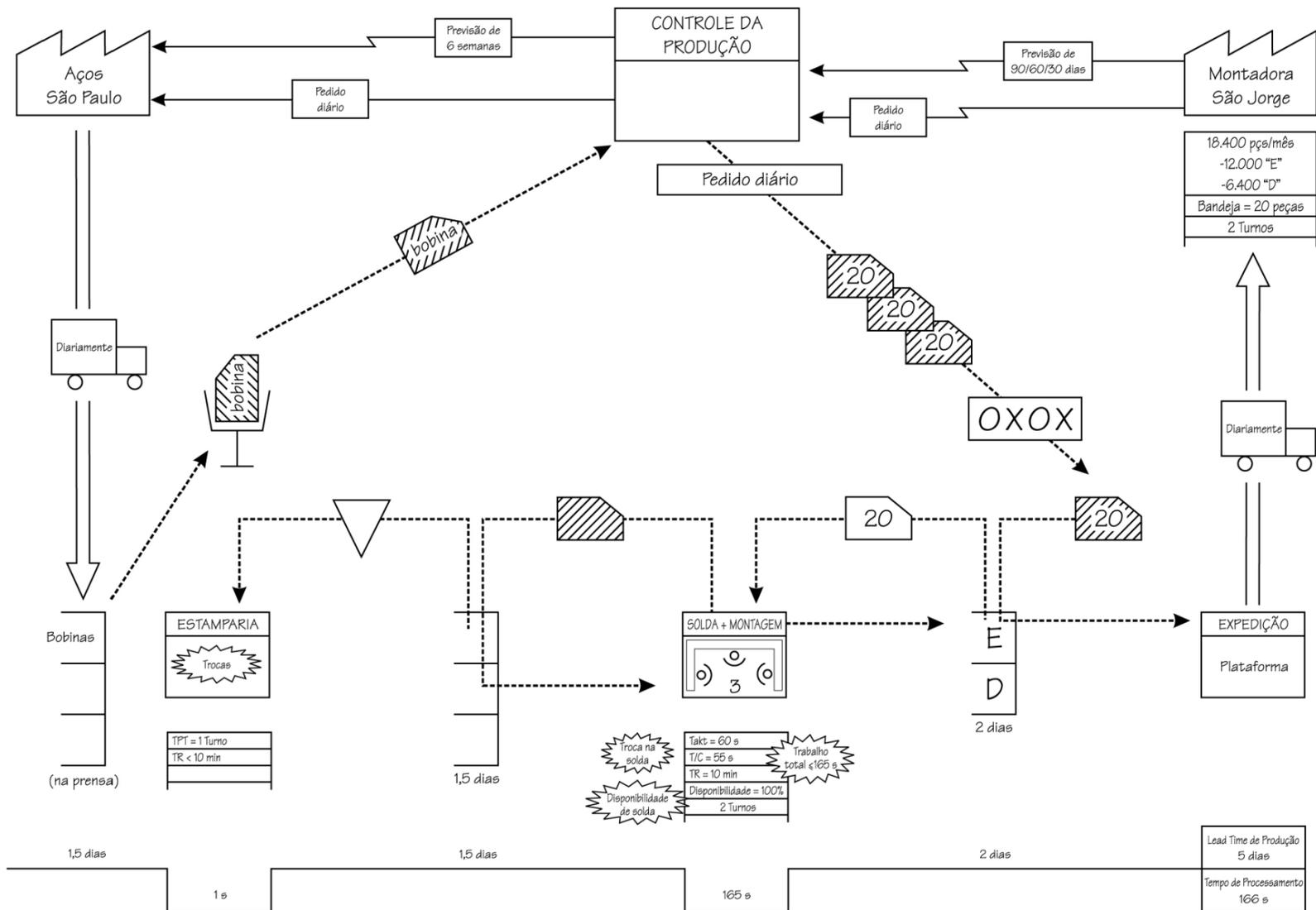
O terceiro passo é regular o fluxo de materiais para nivelar a produção. Isso é possível a partir da formação de condições para fazer a produção acontecer de forma puxada. Por fim, espera-se que, com a aplicação dos princípios *Lean*, a linha do tempo seja reduzida significativamente, observando o *lead time* (ROTHER; SHOOK, 2003).

Nessa fase, pode-se calcular o *takt time*, indicador importante para observar o ritmo de produção necessário para atender a demanda. Em outras palavras, pode ser entendido como o tempo, relacionado ao processo, que dita o fluxo de materiais em uma linha ou célula (ALVAREZ; ANTUNES, 2001). O cálculo, de acordo com Rother e Shook (2003), desse indicador é dada pela Equação 01:

$$takt\ time = \frac{\text{tempo disponível de trabalho por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}} \quad (01)$$

O intuito, de acordo com Antunes Jr. et. al (2008) é tornar o processo produtivo de cada produto articulado aos seus demandantes, podendo ser através de um fluxo contínuo ou processo puxado. Para os autores, o *takt time* atua como elemento concreto de modelagem e representação para a função processo no STP. Com isso, o objetivo final é fazer com que o estado futuro, após as ações de melhoria executadas, torne-se o estado presente (ROTHER; SHOOK, 2003).

Figura 4: Exemplo de mapa futuro



Fonte: ROTHER; SHOOK (2003).

Segundo Werkema (2011) após a análise para identificação dos gargalos facilitada pelo mapeamento do estado atual, a ação seguinte é encontrar uma forma de eliminar esses problemas, ou ao menos minimizá-los. Paralelo a isto, deve-se iniciar o trabalho de implementação das melhorias, o que caracteriza o mapa reformulado, ou seja, de estado futuro.

4. Plano de implementação: por fim, define-se o plano de trabalho para implementação das melhorias pontuadas, seguindo os objetivos e metas para atingir o estado almejado (MOREIRA; FERNANDES, 2001).

Para Rother e Harris (2008) o objetivo desta etapa é construir um plano de ação para que os envolvidos no processo e seu gerenciamento possam entender e intervir. Tal desenvolvimento serve para mensurar a evolução e detectar problemas e/ou limitantes que dificultem a implementação.

De acordo com Ferro (2005), a alta direção deve atuar rigorosamente nessa etapa para nortear e garantir a prioridade na implantação do estado futuro elaborado, assim como as expectativas de prazos para alocação de recursos. Assim, quando o plano de ação é construído, o mesmo deve ser monitorado continuamente a fim de eliminar as barreiras que limitam sua eficácia.

Para executar as ações definidas a fim de melhorar o processo, pode-se usar a ferramenta 5W2H, onde, a partir de sete perguntas, traduzidas como: o quê (*what*), por quê (*why*), onde (*where*), quando (*when*), quem (*who*), como (*how*) e quanto (*howmuch*), podem esclarecer e estruturar as ideias para atingir determinado objetivo (SELEME; STADLER, 2010).

De acordo com Marshall (2010), a ferramenta tem caráter gerencial e busca facilitar a compreensão por meio de responsabilidades, prazos, objetivos, recursos e métodos. Por outro lado, pode-se também determinar prazos e atividades de forma a tornar o acompanhamento da execução mais simples, através do tempo e gerenciamento dos procedimentos (SANTOS et al., 2014).

2.3 ESTUDOS DE TEMPOS, CRONOANÁLISE E MEDIDA DA CAPACIDADE

2.3.1 Estudo de tempos

Através do estudo de tempos, pode-se controlar a padronização do processo. Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 259) ressaltam que este estudo:

“...é uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especializadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 259).

Conforme Martins e Laugeni (2006), a partir do estudo de tempos, pode-se definir padrões para os sistemas de produção e, com isso, facilitar o planejamento do processo, tendo em vista que os recursos disponíveis são melhor alocados, observando o tempo necessário para a execução de cada tarefa.

2.3.2 Cronoanálise

De acordo com Oliveira (2009) a cronoanálise é um método aplicado para cronometrar e realizar análises do tempo que um indivíduo leva para executar uma tarefa inerente a produção, tendo um tempo de tolerância pré-definido.

Segundo Peinado e Graeml (2007) o estudo de tempos realizado a partir da cronoanálise serve basicamente para medir e controlar estatisticamente a tarefa a ser realizada, calculando o tempo padrão (TP) que estabelece a capacidade produtiva da empresa.

Martins e Laugeni (2006) citam a necessidade de utilizar equipamentos básicos para a medição e o estudo de tempos, sendo, os mais utilizados:

- Cronômetro de hora centesimal;
- Filmadora;
- Folha de observações;
- Prancheta para observações.

Considerando a aplicação do método de cronoanálise, Barnes (1977) cita sete etapas para a sua realização, sendo:

1. Registrar as informações inerentes à operação e ao operador em estudo: Silva e Coimbra (1980) recomendam que deve-se fazer um resumo da operação na qual será executada a cronoanálise, a fim de compreender melhor como a mesma acontece, sendo necessário também verificar as operações anteriores e posteriores, para estabelecer os pontos de início e fim da operação que serão cronometradas.
2. Dividir a operação em elementos: Os elementos de uma operação são compreendidos como uma subdivisão da mesma, com início e fim determinados. O principal objetivo dessa segmentação é a validação do método de trabalho. Além disso, permite definir movimentos inúteis e anomalias existentes (MARTINS; LAUGENI, 2005).
3. Registrar o tempo utilizado pelo operador: a partir da observação feita pelo responsável por cronometrar as operações, registra-se com o auxílio de um cronômetro, prancheta e folha de observação o tempo gasto pelo operador para realizar a operação.
4. Determinar o número de ciclos a serem cronometrados: Peinado e Graeml (2007) citam a necessidade de se obter várias tomadas de tempo para com isso, calcular uma média aritmética entre elas. O número de ciclos a serem cronometrados são identificados por meio da equação 2:

$$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (2)$$

Sendo:

n = Número de ciclos a serem cronometrados;

Z = Coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada;

R = Amplitude da amostra;

E_r = Erro relativo da medida;

\bar{x} = Média da amostra;

d_2 = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente.

As **Tabela 1** e **Tabela 2** são utilizadas para o cálculo da determinação do número de ciclos:

Tabela 1: Distribuição normal

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Fonte: Martins e Laugeni (2006)

Tabela 2: Coeficiente para calcular o número de cronometragens

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Fonte: Martins e Laugeni (2006)

Nesse tipo de estudo, o grau de confiabilidade está, geralmente, no intervalo entre 90% e 95% e o erro relativo aceitável entre 5% e 10% (PEINADO; GRAEML, 2007).

5. Avaliar o ritmo do operador: compreende, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), análise de velocidade de trabalho desenvolvida pelo operador, baseado num desempenho padrão. Nessa etapa, deve-se levar em consideração fatores que podem influenciar na execução da tarefa, como por exemplo, esforço e velocidade do movimento.

Miranda (2009) indica os coeficientes, em percentual, para avaliar o ritmo do operador, indicados pela Tabela 3.

Tabela 3: Coeficientes de avaliação de eficiência

CÁLCULO DE EFICIÊNCIA					
Habilidade (%)			Esforço (%)		
120	A	Superior	120	A	Superior
115	B	Excelente	115	B	Excelente
110	C1	Boa	110	C1	Boa
105	C2		105	C2	
100	D	Normal	100	D	Normal
95	E1	Regular	95	E1	Regular
90	E2		90	E2	

85	F1	Fraca	85	F1	Fraca
80	F2		80	F2	

Fonte: adaptado de Miranda (2009)

A partir da Tabela 3, pode-se calcular o tempo normal (TN), através da Equação 3:

$$TN = TM \times (1 + H + E) \quad (3)$$

Onde:

TM = Tempo médio cronometrado

H = Habilidade

E = Esforço

6. Determinar as tolerâncias: Tendo em vista que os operadores não executam as ações sem interrupções, deve-se conceder aos mesmos as faixas de tolerâncias. Nesse sentido, tem-se duas classificações, sendo, de acordo com Barnes (1977), a chamada tolerância pessoal, inerente ao tempo para necessidades pessoais, compreendido em torno de 2 a 5 % da jornada de trabalho por dia e a tolerância de fadiga, associada ao consumo de energia inerente ao esforço empregado pelo operador durante seu dia de trabalho.

Para Oribe et al., (2008) o fator de tolerâncias pode ser calculado usando a Equação 4:

$$FT = 1 + (T1 + T2 + T3) \times T4 \quad (4)$$

Onde:

FT = Fator de tolerância;

T1 = Tolerância devido a natureza da atividade;

T2 = Tolerância devido a duração do ciclo;

T3 = Tolerância devido ao ambiente;

T4 = Tolerância devido a temperatura e umidade.

Os valores tabelados de cada fator encontram-se no Anexo B.

7. Determinar o tempo padrão para a operação: Para Cruz (2008 citado por Rezende et al. 2016), com o cálculo desse tempo, pode-se analisar a capacidade de produção de um processo, observando também um conjunto de fatores impactantes no tempo necessário para a fabricação de um produto.

Slack, Chambers e Johnston (2009) dividem o tempo padrão em tempo normal (tempo gasto por um operador qualificado) e tolerâncias (tempo associado a descanso, relaxamento e necessidades pessoais). Assim, o cálculo do tempo padrão é feito a partir da Equação 5:

$$TP = TN \times FT \quad (5)$$

Onde:

TP = Tempo Padrão;

TN = Tempo Normal;

FT = Tolerâncias.

Os valores referentes aos fatores de tolerância (FT) encontram-se no anexo B.

2.3.3 Medida de capacidade

Uma importante informação referente ao processo é a capacidade produtiva, que para Moreira (2004), é a quantidade máxima de produtos e/ou serviços que podem ser produzidos em uma unidade produtiva, considerando um período de tempo. Pode ser obtida pela equação 6:

$$\frac{CP}{\text{Hora}} = \left(\frac{3600}{TP} \right) \times \text{Quantidade de operadores} \quad (6)$$

Onde:

Cp = Capacidade de produção

TP = Tempo Padrão

2.4 BALANCEAMENTO DE LINHA

Para Peinado e Graeml (2007, p. 198), "o balanceamento de uma linha de produção consiste na atribuição de tarefas de forma que todas as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo para execução das tarefas a elas designadas."

Nesse sentido, Martins e Laugeni (2005) citam que o balanceamento consiste em, inicialmente, definir o tempo de ciclo ou *takt time*. Logo após, deve-se estipular o número de postos de trabalhos para que a produção ocorra teoricamente, obtido através da equação 7:

$$N_{min} = \frac{\sum t}{takt\ time} \quad (7)$$

Onde:

N_{min} = Número mínimo de postos;

$\sum t$ = Somatório dos tempos de operação;

Takt time = Frequência com que se deve produzir o produto.

Por fim, calcula-se a eficiência do balanceamento, a qual é dada pela equação 8:

$$I_{eficiência} = 1 - \frac{\sum \text{tempo livre}}{N \times takt\ time} \quad (8)$$

Onde:

$I_{eficiência}$ = Eficiência do sistema;

$\sum \text{tempo livre}$ = Somatório do *takt time* menos o tempo de cada posto;

N = Número de postos;

Takt time = Frequência com que se deve produzir o produto.

Sakai (2014, p.22) reforça a importância do estudo de balancear a linha produtiva:

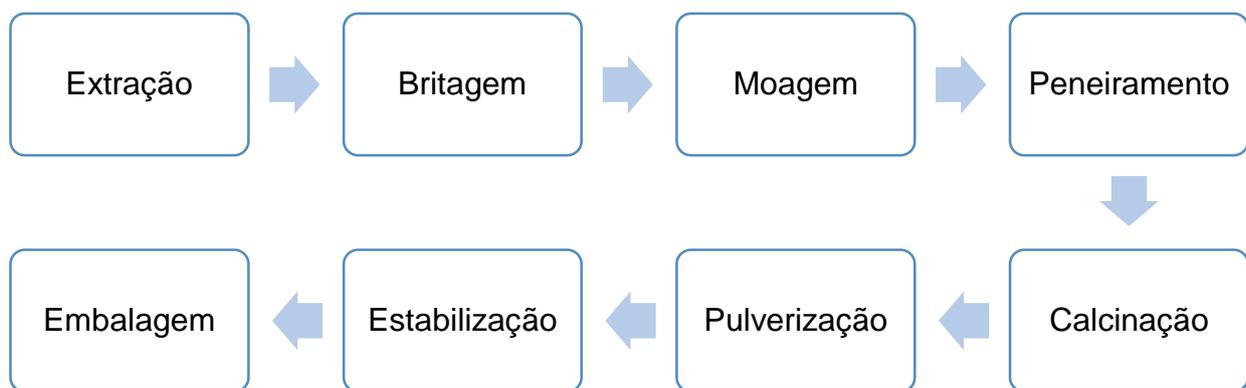
O trabalho de balanceamento, quando bem sucedido, resulta em redução de desperdícios de tempo, redução de gargalos improdutivos, redução de mão de

obra e maquinário ocioso, além de aumentar a produção e conseqüentemente contribuir para elevação do lucro (SAKAI, 2014, p. 22).

2.5 PROCESSO INDUSTRIAL DO GESSO

O processo produtivo no qual obtém-se o gesso como produto final é composto pelas etapas citadas na Figura 5, que, de acordo com Peres, Benachour e Santos (2008) compreende as etapas de extração, britagem, peneiramento, encilhamento, calcinação, estabilização térmica, moagem (de acordo com as especificações de mercado para o produto), encilhamento e ensacamento.

Figura 5: Processo produtivo do gesso



Fonte: adaptado de Peres, Benachour e Santos (2008)

Para obtenção do gesso, tem-se diversas etapas, sendo o início do processo dado pela fase de extração do mineral intitulado gipsita, um sulfato de cálcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), e tem a composição estequiométrica média de 32,5% de óxido de cálcio (CaO), 46,6% de trióxido de enxofre (SO_3) e 20,9% de água (H_2O) (MUNHOZ; RENÓFIO, 2006).

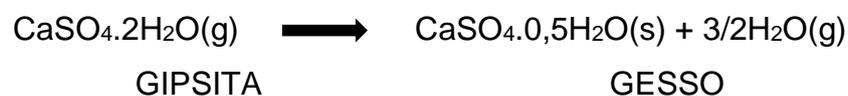
Cerca de 95% da extração desse minério para fins produtivos está localizada na região do Polo Gesseiro do Araripe em Pernambuco, considerada a maior produtora de gesso (SINDUSGESSO, 2017). Na fase de britagem, executa-se a fragmentação do bloco de minério, de acordo com a granulometria, observando o uso na etapa de calcinação. Aqui, utiliza-se equipamentos próprios, os mais comuns são

do tipo britadores de mandíbulas (PERES; BENACHOUR; SANTOS, 2008). Logo após, há o peneiramento da gipsita, a partir de peneiras vibratórias.

Na fase seguinte, tem-se a calcinação. Porém, de acordo com John e Cincotto (2007) a preparação do minério de gipsita para calcinação engloba algumas atividades realizadas ainda nas minas e/ou nas usinas de calcinação, com o intuito de reduzir a granulometria do minério, além da homogeneização e a secagem do material.

A calcinação trata-se de um processo no qual há a remoção da água, dióxido de carbono (CO₂), onde por meio do aquecimento da matéria prima em fornos ocorre a desidratação do mineral (BASTOS; BALTAR, 2003). Para esta etapa do processo, os tipos mais utilizados de fornos na região do Araripe-PE são os tipos panela, marmitta vertical, marmitta horizontal e o rotativo de queima indireta, que proporcionam uma calcinação sob pressão atmosférica, ou baixa pressão. (BALTAR; BASTOS; LUZ, 2004).

Em temperaturas relativamente baixas (150 °C – 170 °C), de acordo com Follner et al. (2002), a gipsita perde parte de sua composição (14% a 16% massa de água). Esta reação de desidratação e formação do hemidrato ocorre de acordo com a seguinte reação (BASTOS; BALTAR, 2003):



Segundo Gomes (2012), a calcinação pode ser feita em fornos de diferentes tipos, mas que a princípio devem garantir a distribuição e também desidratação de forma regular do material. Peres, Benachour e Santos (2008) ainda citam que, com o intuito de atingir a granulometria adequada, opta-se pela etapa de pulverização, que basicamente é onde o gesso é moído.

Ainda de acordo com Peres, Benachour e Santos (2008), a depender das condições de calcinação, o gesso, na etapa de estabilização pode ser submetido por um período de ensilamento para obter uma maior homogeneidade na sua composição final.

Munhoz e Renofio (2006, p. 3) citam a existência de dois tipos de gesso, a depender do processo de calcinação, onde:

Dependendo do processo de calcinação da gipsita obtém-se as variedades de hemidrato conhecidas como gesso beta e gesso alfa. Nos fornos que proporcionam uma calcinação sob pressão atmosférica, é produzido gesso beta, enquanto que nos fornos do tipo autoclave, é produzido gesso alfa (MUNHOZ; RENÓFIO, 2006, p. 3).

Nesse caso, de acordo com Lira et al. (2001), o gesso do tipo alfa (α) possui alto valor agregado, com uma aplicação em áreas nobres (como por exemplo, tratamento odontológico) e por este motivo, apresenta preços de venda mais elevados. O gesso beta (β), com custo de produção mais baixo, emprega-se em construção civil (como por exemplo, em revestimentos).

Peres, Benachour e Santos (2008) citam que no momento da pulverização, o gesso em processamento na calcinação é submetido a moagem fina, para adquirir a granulometria adequada. Logo é armazenado em silos, com o objetivo de estabilizar o material, tornando-o mais homogêneo e estabelecendo melhor qualidade ao gesso. No fim, o gesso produzido é embalado, geralmente em sacos de 40 kg.

3. METODOLOGIA

A metodologia, segundo Motta-Roth e Hendges (2010) tem a função de mostrar os materiais e métodos aplicados com o objetivo de responder a problemática exposta. Nesse contexto, Ganga (2012) afirma que uma pesquisa pode ser classificada dentro de quatro diferentes perspectivas essenciais:

- Procedimento técnico;
- Propósito da pesquisa;
- Natureza dos resultados;
- Abordagem da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

Observando a classificação da pesquisa proposta por Ganga (2012), esta pesquisa, do ponto de vista do procedimento técnico, configurou-se como estudo de caso, onde foi analisado o processo de mapeamento de fluxo de valor direcionado ao processo industrial de fabricação de gesso. Para Gil (2010, p. 38) o estudo de caso, tem o propósito de “explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos”.

Em relação ao propósito desta pesquisa, a mesma apresenta caráter descritivo, pois:

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.[...] Algumas pesquisas descritivas vão além da simples identificação da existência de relações entre variáveis, e pretendem determinar a natureza dessa relação. (GIL, 2002, p. 42).

Perovano (2014) complementa, citando que, a partir desse tipo de pesquisa, tem-se o intuito de identificar, registrar e analisar características e/ou variáveis que estão ligadas ao fenômeno em estudo. Para o autor, a pesquisa descritiva pode ser enquadrada como estudo de caso, pois, com os dados coletados, analisa-se as relações existentes entre as variáveis, para, com isso, aferir os efeitos que poderão ocorrer na empresa, no sistema produtivo e/ou no produto.

Do ponto de vista da natureza dos resultados, esta pesquisa é definida como aplicada, pois buscou prover conhecimentos relacionados à solução de um problema particular que, para Ganga (2012) podem ser empregados na rotina da empresa.

Quanto à abordagem desta pesquisa, classifica-se como qualitativa em sua maior parte. Marconi e Lakatos (2011, p. 269) afirmam que:

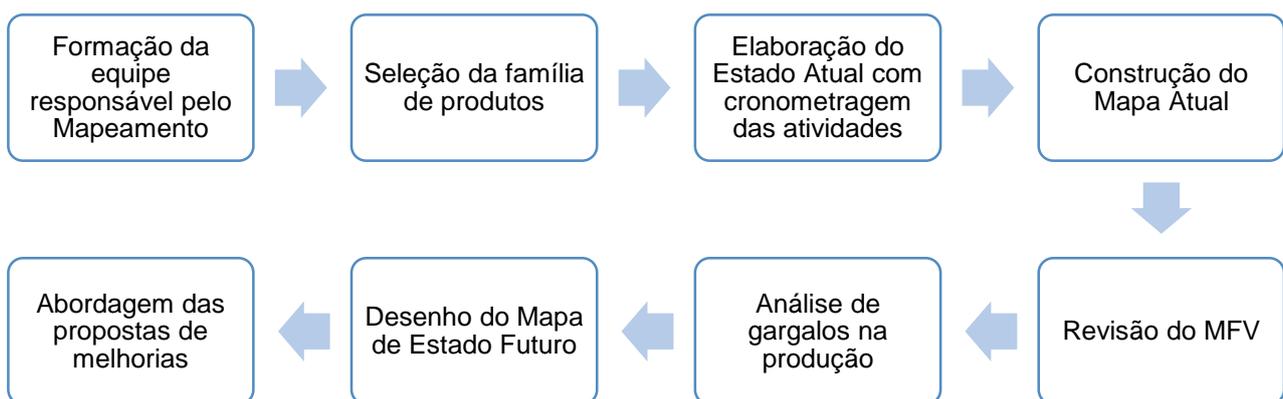
A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento etc (MARCONI; LAKATOS, 2011, p. 269).

Além disso, utilizou-se nesta pesquisa a análise quantitativa, que, segundo Malhotra (2001, p.155), “a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplica alguma forma da análise estatística”. Ainda de acordo com o autor, neste tipo de abordagem, as respostas de alguns problemas podem ser inferidas para o todo, então, a amostra deve ser muito bem definida para evitar equívocos.

3.2 Etapas da pesquisa

As etapas da pesquisa seguiram a ordem proposta por Rother e Shook (2003), conforme a Figura 6:

Figura 6: Etapas da pesquisa



Fonte: autoria própria (2018).

Na primeira etapa, teve a constituição da equipe que atuou na elaboração do MFV. Aqui, tem-se a participação de colaboradores da empresa que conhecem o processo de produção completo. Nessa fase, definiu-se o gerente do fluxo de valor, responsável por nortear os demais em relação às informações coletadas.

No segundo momento, selecionou-se a família de produtos. Nesse caso, foi escolhido o produto que engloba a maior parte das operações de fabricação e que é mais vendido pela empresa. Tal escolha justificou-se pelo fato do produto analisado representar um percentual significativo de produção e ter mais importância, do ponto de vista econômico-financeiro, para a empresa e, conseqüentemente para o cliente final.

Na terceira etapa foi desenhado o estado atual juntamente com a cronometragem das atividades. Aqui, envolveu a equipe responsável pelo MFV para esboço e análise da conjuntura atual da empresa. Teve ainda, a coleta dos dados das variáveis que compuseram o Mapa Atual do processo, sendo, entre elas, o tempo de ciclo, tempo de *setup*, número de operadores, *takt time* e o *lead time* do processo produtivo. Todas estes dados foram obtidos de acordo com as fórmulas descritas no item 2.3 deste trabalho.

Em seguida, após a junção das informações do estado atual feita anteriormente, o desenho do mapa atual foi realizado. Para este propósito, utilizou-se o *software* Microsoft® Office Visio®, o qual é direcionado para este tipo de atividade, dispondo da simbologia adequada e utilizada pela literatura.

Na etapa consecutiva, revisou-se o MFV elaborado com o intuito de averiguar se todas as atividades, processos e fluxos importantes foram notados, assim como verificar a presença de erros que prejudique os dados obtidos. Nessa fase, a contribuição de toda equipe que trabalhou no estudo foi de extrema importância, onde, a partir das opiniões e/ou percepção de cada membro, pôde-se obter um mapeamento mais significativo, ou seja, com maior grau de proximidade com a realidade local.

Logo, após a revisão do mapeamento, identificou-se a presença de gargalos e limitantes na produção. Nessa ocasião, verificou-se as atividades que agregam ou não valor além da possibilidade de observar se há desperdícios e onde estão concentrados. Nessa atividade, a equipe pôde analisar quais melhorias podem ser feitas e como podem ser implantadas.

No desenho do mapa de estado futuro, incorporou-se as mudanças sugeridas, remodelando o mapa antes elaborado. Ou seja, a construção de um novo mapa com as melhorias identificadas.

Por fim, foi elaborado e apresentado a proposição de melhorias aos gestores locais. Nessa fase, todas as ações que podem otimizar a produção foram

apresentadas de modo que estas representem ganhos para a organização. Além disso, visando a elaboração de soluções, aplicou-se a ferramenta da qualidade 5W1H.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão apresentados os resultados obtidos por meio do MFV, assim como as discussões sobre as melhorias para se alcançar o mapeamento em seu estado futuro.

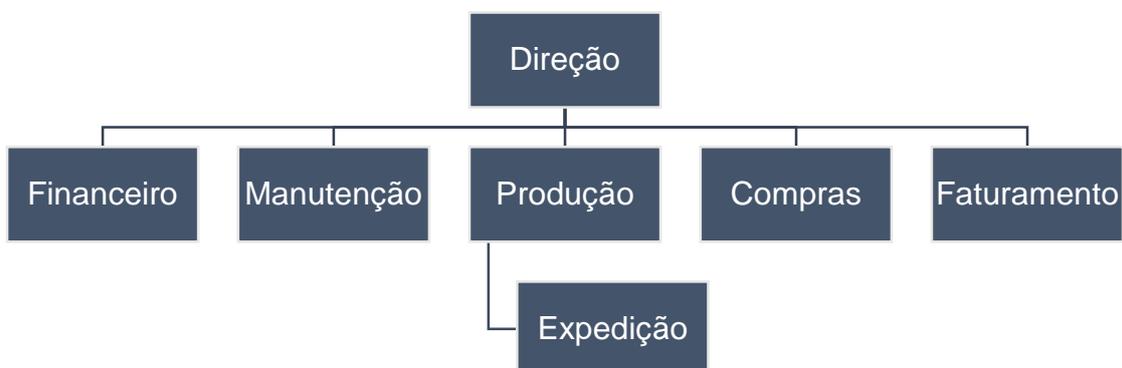
4.1 DA EMPRESA ESTUDADA

A empresa na qual o estudo foi feito, fica localizada na Rodovia PE-630, km 03, no município de Trindade em Pernambuco, sendo uma organização que integra o pólo gesso do Araripe. Seu principal produto, atualmente, é o gesso de revestimento, sendo este comercializado em sacos de papel contendo 40 kg, composto basicamente por um hemidrato (tipo beta). Este pode ser utilizado para revestimentos internos de paredes construídas com tijolos tradicionais, lajes, vigas e colunas concretas.

A empresa tem uma infraestrutura industrial e operacional para atingir a excelência em qualidade em todos os produtos que produz e comercializa, visando garantir o mínimo de agressão ao meio ambiente. O parque industrial, que possui cerca de 12.800 m² de área construída e 27.200 m² de área preservada, utiliza equipamentos modernos e automatizados para garantir a padronização da produção e atender à norma técnica NBR 13.207 da ABNT, que cita as exigências para fabricação desse tipo de produto.

A empresa apresenta um sistema organizacional de forma linear como apresentado na Figura 7.

Figura 7: Organograma da empresa



Fonte: autoria própria (2018).

4.1.2 Missão e Visão da empresa

A empresa tem como Missão: “Desenvolver e divulgar a difusão dos produtos sendo referencia tecnológica e atendendo as necessidades de nossos colaboradores e clientes. Ser competitivo com responsabilidade sócio ambiental gerando resultados econômicos para atender o bem estar dos envolvidos.”

A visão da organização é definida como: “Promover inovação de tecnologia, sem causar impacto ambiental. Buscar novos mercados com logística eficaz, gerando retorno financeiro.”

4.2 O PROCESSO PRODUTIVO

O processo de produção do gesso, a partir da utilização da gipsita natural (Figura 8), consta, inicialmente com a etapa de extração e preparação da matéria prima. Tal fase envolve atividades executadas nas minas, que têm como objetivos a redução da granulometria do minério, a estocagem, a homogeneização e a secagem do material, para então, destinar ao processo fabril.

Figura 8: Gipsita utilizada no processo fabril local



Fonte: autoria própria (2018).

Contudo, na empresa estudada, o processo começa com a operação de britagem, onde, a partir do recebimento da matéria prima (em forma de blocos fragmentados) oriunda de minas localizadas próximas a empresa, o britadorista (funcionário responsável por este processo), submete-os aos britadores de mandíbulas (Figura 9), equipamento que separa em frações granulométricas e por um sistema de esteiras são transportados para o rebritador, equipamento que reduz novamente o tamanho do minério; em seguida são encaminhados, via roscas giratórias, para o silo de armazenamento.

Figura 9: Britagem da matéria prima



Fonte: autoria própria (2018).

Logo após, há o processo de calcinação, onde ocorre a desidratação do minério, por meio do aquecimento da matéria prima em forno rotativo. Na empresa, este processo conta com 01 funcionário responsável por separar a lenha e dispor a mesma próximo aos fornos, conforme Figura 10, para que outro funcionário, denominado calcinador, alimente as fornalhas quando a temperatura chegar em seu estado limite determinado, que compreende a faixa de 160 °C a 180 °C. A empresa em estudo, possui 02 fornos para calcinação, que funcionam em paralelo.

Salienta-se que esse processo de calcinação da gipsita pode ser realizado basicamente de duas formas: à pressão atmosférica (onde obtém-se o gesso tipo β) ou em equipamentos fechados com pressão maior que a atmosférica (gerando o gesso tipo α).

Figura 10: Forno utilizado para calcinação



Fonte: autoria própria (2018).

Em sequência, o gesso produzido na calcinação passa por uma etapa chamada de pulverização, onde o material é submetido a moagem fina (por meio do moinho de martelo), de forma a tornar a granulometria adequada quanto à sua finalidade, especificada pela norma NBR 12127:2017 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Em seguida, é armazenado em silos, com o objetivo de proporcionar a estabilização do produto, tendo como consequência um material mais homogêneo. Por fim, a etapa onde há o acondicionamento do produto final, chamada de ensacamento (Figura 11). Nesta fase, são utilizados sacos de papel *kraft* multifoliados e, após isto, os produtos são armazenados em pallets com 40 sacos cada.

Figura 11: Ensacamento do produto acabado



Fonte: autoria própria (2018).

Nesta etapa do processo, conta-se com 01 funcionário responsável por separar os sacos de papel próximos ao silo onde o produto acabado fica disposto e em seguida

o mesmo preenche os sacos a partir de um comando automatizado e, ao atingir o volume esperado, determina-se a massa do produto numa balança próxima ao posto de trabalho.

Este funcionário responsabiliza-se por alocar os sacos de gesso nos *pallets*, sendo estes com 40 unidades cada. Quando tem-se 03 *pallets* completos, o empilhador os direciona para o armazém, conforme identifica-se na Figura 12.

Figura 12: Disposição de produtos acabados no armazém



Fonte: autoria própria (2018).

Salienta-se que todo processo produtivo é monitorado por um computador, localizado na sala técnica, onde, através deste, pode-se enviar comandos para acionamento de funcionalidades dos equipamentos e/ou máquinas locais, como por exemplo, ligar e desligar motores das esteiras, acionar moinho, acompanhar temperatura de calcinação e tempo de cada fornada.

Todas as informações geradas durante o processo industrial, são registradas em planilhas pelos funcionários responsáveis pela calcinação, como tempo utilizado por cada forno calcinar, nível de abastecimento dos silos e temperatura dos fornos. Constantemente, a gerente de produção lança as informações no sistema operacional da empresa para consolidação dos dados por turno e por período.

4.3 FORMAÇÃO DA EQUIPE DE TRABALHO QUE ATUOU NO MAPEAMENTO FLUXO VALOR

O MFV é um exercício que indica-se ser desenvolvido por uma equipe e deve envolver representantes de todas as áreas dentro do processo. Nesse sentido, para constituir o grupo que atuou na discussão e elaboração do MFV, colaboradores que atuam diretamente no processo produtivo que está sendo mapeado foram selecionados, sendo a equipe formada pela gerente de produção, um dos calcinadores, o mecânico e o diretor da empresa.

4.4 ESCOLHA DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Na empresa estudada, durante o período da pesquisa, o processo produtivo estava direcionado para fabricação do gesso de revestimento. Salienta-se que além deste item, a organização trabalha com fabricação de gesso tipo cola, placas, gesso de fundição e divisórias, contudo, as linhas de produção destes artigos encontram-se paradas. Nesse caso, o produto escolhido para observação de seu processo foi o gesso de revestimento, um dos produtos com maior número de vendas na empresa.

4.5 DESENHO DO ESTADO ATUAL E CRONOMETRAGEM DAS ATIVIDADES

4.5.1 Estudo de tempos, cronoanálise e medida da capacidade

4.5.1.1 Coleta de dados

Os dados para esta fase da pesquisa foram coletados entre o período de 15/01/2018 a 18/01/2018, sendo inicialmente observados e registrados os tempos iniciais necessários para o cálculo do número de ciclos. Após esta definição, foram realizadas as demais coletas necessárias para a elaboração do mapeamento.

4.5.1.2 Coleta de tempos

Por meio de um cronômetro digital e o auxílio de uma prancheta com tabela destinada para o preenchimento dos dados, foram coletadas 7 medições de cada um dos 5 processos que compõem o sistema de produção da empresa. A Tabela 4 mostra a relação dos tempos coletados das respectivas atividades, tendo como base um lote de aproximadamente 95 sacos de gesso.

Tabela 4: Tempos para definição do número de ciclos

Processos	Tempos Coletados (segundos)						
	1	2	3	4	5	6	7
Britagem	1025	1068	1101	1022	1005	1043	1059
Rebritagem	1002	971	1054	1017	950	1011	962
Calcinação	4110	4140	4215	4125	4145	3959	4166
Moinho	1210	1325	1195	1211	1229	1180	1205
Ensacamento	760	855	665	760	855	760	665

Fonte: autoria própria (2018).

Em seguida, foram obtidos os valores das variáveis que compõem a Equação 02. Neste caso, utilizando o grau de confiança de 95% fornecido pela Tabela 1, o valor de coeficiente de número de cronometragens da Tabela 2 e erro relativo da medida de 5%, chegou-se a os dados da Tabela 5.

Tabela 5: Determinação do número de ciclos

Processos	Variáveis da Equação 02					
	\bar{x}	R	z (95%)	E_r	d_2	n
Britagem	1046,14	96	1,96	0,05	2,704	1,77
Rebritagem	995,29	104	1,96	0,05	2,704	2,30
Calcinação	4122,86	256	1,96	0,05	2,704	0,82
Moinho	1222,14	145	1,96	0,05	2,704	2,95
Ensacamento	760	190	1,96	0,05	2,704	13,14

Fonte: autoria própria (2018).

Logo, para atender o número de ciclos determinado, foram coletados 13 tempos para cada processo, satisfazendo assim, o maior valor calculado para n e conseqüentemente para todos os outros. Estes novos dados determinados encontram-se na Tabela 9 no APÊNDICE A.

4.5.1.3 Determinação do tempo normal (TN) e do tempo padrão (TP)

Através das cronometragens executadas inicialmente, foi estabelecido o número de coletas de dados necessário para a definição do tempo de ciclo de cada atividade do sistema de produção. Na Tabela 3 define-se a habilidade e esforço empregado nas atividades do processo, onde, por meio da Equação 03, foram calculados os tempos normais (TN) de cada atividade (Tabela 6).

Tabela 6: Tempo normal dos processos

Processos	Cálculo do tempo normal (TN)				TN (s)
	TC Médio (s)	Habilidade	Esforço	Eficiência	
Britagem	1130	0,06	0,10	1,16	1310,80
Rebritagem	1007	0	0	1	1007
Calcinação	4111	0,06	0,05	1,11	4563,21
Moinho	1214	0	0	1	1214
Ensacamento	759	-0,05	0,02	0,97	736,23
Total	-	-	-	-	8831,24

Fonte: autoria própria (2018).

Com a definição dos tempos normais para cada atividade do processo, pôde-se calcular o fator de tolerância, sendo estes, utilizados com base nas tabelas do ANEXO B. Assim, a partir desses valores, foi calculado o tempo padrão de cada atividade.

A Tabela 7 apresenta os dados para as respectivas atividades.

Tabela 7: Determinação do Tempo Padrão de cada processo

Processos	Cálculo de Tempo Padrão TP (s)		
	TN (s)	Fator de Tolerância	TP (s)
Britagem	1310,80	1,75	2294
Rebritagem	1007	-	1007
Calcinação	4563,21	1,40	6389
Moinho	1214	-	1214
Ensacamento	736,23	1,96	1443
Total	-	-	12347

Fonte: autoria própria (2018).

Nota-se que os processos de rebritagem e moinho não possuem valor para Fator de Tolerância, pois são processos automatizados e sofrem pouca influência do ambiente externo. Diante do exposto, é possível notar, com a definição dos Tempos Padrões de cada atividade, que a operação de calcinação caracteriza-se como o gargalo da produção, pois tem o maior TP do processo produtivo.

4.5.1.4 Medida da capacidade

Nessa etapa, utilizando os dados da Tabela 8 juntamente com a Equação 06, calcula-se a capacidade produtiva (CP) local por hora de cada processo de forma individual, assim como, a capacidade produtiva total. A Tabela 8 apresenta as capacidades produtivas determinadas por hora e por dia. Tais valores encontrados para capacidade, significam lotes de 95 sacos (em média) de produto acabado. Além disso, a quantidade de operadores/máquinas na operação influencia diretamente no cálculo da capacidade, conforme Tabela 8.

Tabela 8: Determinação da capacidade produtiva

Processos	Cálculo da capacidade produtiva			
	TP (s)	Quant. Operadores	CP/Hora	CP/Dia
Britagem	2293,9	1	1,57	13

Rebritagem	1007	-	3,57	29
Calcinação	6388,5	2	1,13	9
Moinho	1214	-	3	24
Ensacamento	736,23	1	4,89	39

Fonte: autoria própria (2018).

Pode-se observar que a etapa de calcinação apresenta capacidade produtiva inferior as demais etapas do processo, sendo então, o fator limitante do sistema e conseqüentemente o gargalo. Além disso, a etapa de britagem também apresenta baixa capacidade produtiva, caracterizando-se como um outro gargalo inerente ao processo.

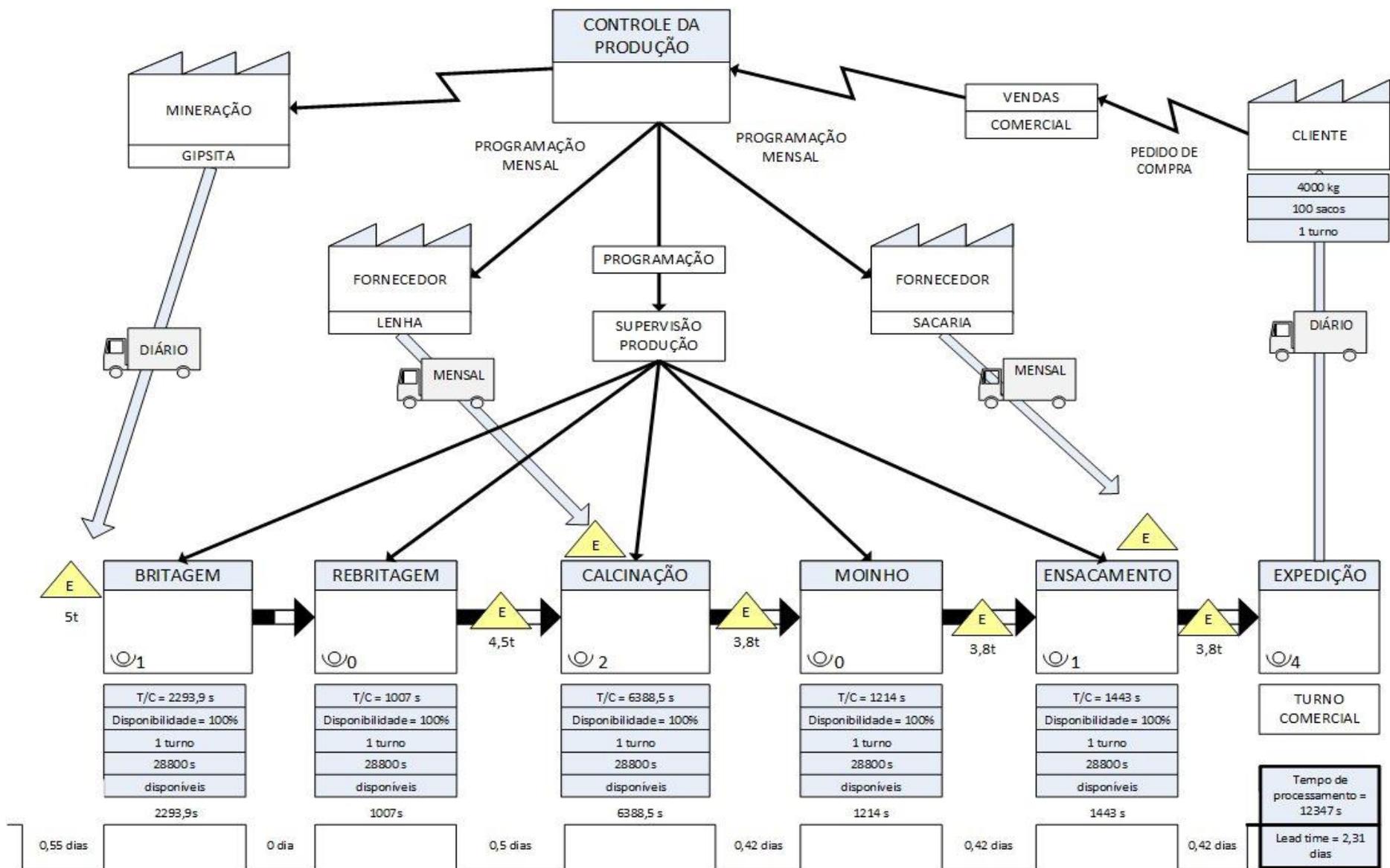
4.5.2 Desenho do estado atual

A construção do mapeamento do processo se deu a partir de reuniões com a equipe definida para esta atividade. Nestes encontros, foram abordadas questões ligadas à produção, tais como: descrição de cada atividade, limitantes, capacidade, fatores que agregam valor ao produto e especificações do processo. Os dados obtidos para a criação do mapa atual foram definidos apenas pelo pesquisador, disponíveis para consulta no APÊNDICE A.

4.6 DESENHO DO MAPA ATUAL

Seguindo a obra de Rother e Shook (2003), foi desenvolvido o Mapa do Estado Atual, reportado na Figura 13.

Figura 13: Mapa do estado atual



Fonte: autoria própria (2018).

4.7 REVISÃO DO MFV

Nessa fase do trabalho, fez-se uma revisão com o objetivo de analisar o mapeamento feito e assim identificar algum erro e/ou equívoco na construção do mapa em seu estado atual. Logo, após análise por todos da equipe, constatou-se a ausência de erros ou dados inconsistentes.

4.8 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS NA PRODUÇÃO

Aqui, pôde-se notar, com base no mapeamento atual, desperdícios inerentes ao processo produtivo do gesso. Estas perdas, classificadas de acordo com Taiichi Ohno (2004), encontram-se referenciadas no trabalho, no capítulo 2.2, Quadro 1. Nesse sentido, como resultado do mapeamento do fluxo de valor na empresa em estudo foram notados alguns pontos de desperdício:

- Excesso de Produção ou Superprodução: devido a um desequilíbrio na linha de produção somado ao planejamento de produção local deficiente, observa-se que há uma produção maior do que a demanda, acarretando num aumento de estoque de produtos acabados.
- Estoques: no local há um alto nível de estoque inicial da matéria prima (gipsita), se comparado com a quantidade utilizada desse material num turno de trabalho. Este justifica-se, de acordo com a gerência da produção, como sendo uma reserva que garante a alimentação do processo fabril caso haja problemas com o fornecedor do insumo. Contudo, não se tem estudos que comprovem que a quantidade ali depositada reflete esta necessidade. Pôde-se observar que este estoque ocupa grande parte do espaço interno da empresa, sendo exposto ao ar livre, conforme observa-se na Figura 12, citada anteriormente. Além disso, ocorre ainda, formação de estoque entre os processos de rebitagem e calcinação, onde, o material tratado no processo de rebitagem fica armazenado em silos. Estes equipamentos servem de “pulmão” para manter o ritmo do processo.
- Movimento desnecessário: devido ao atual *layout* da empresa, ocorre uma grande movimentação do funcionário responsável pelo processo de calcinação para acessar a sala técnica, local onde o mesmo controla o funcionamento dos

fornos e temperatura das chaminés (para análise da necessidade de alimentar os fornos com lenha). Além disso, há bastante movimentação da gerente de produção com destino ao setor administrativo da empresa e ao laboratório de gestão da qualidade (onde são feitas análises de qualidade sobre o produto acabado).

4.9 DESENHO DO MAPA DE ESTADO FUTURO

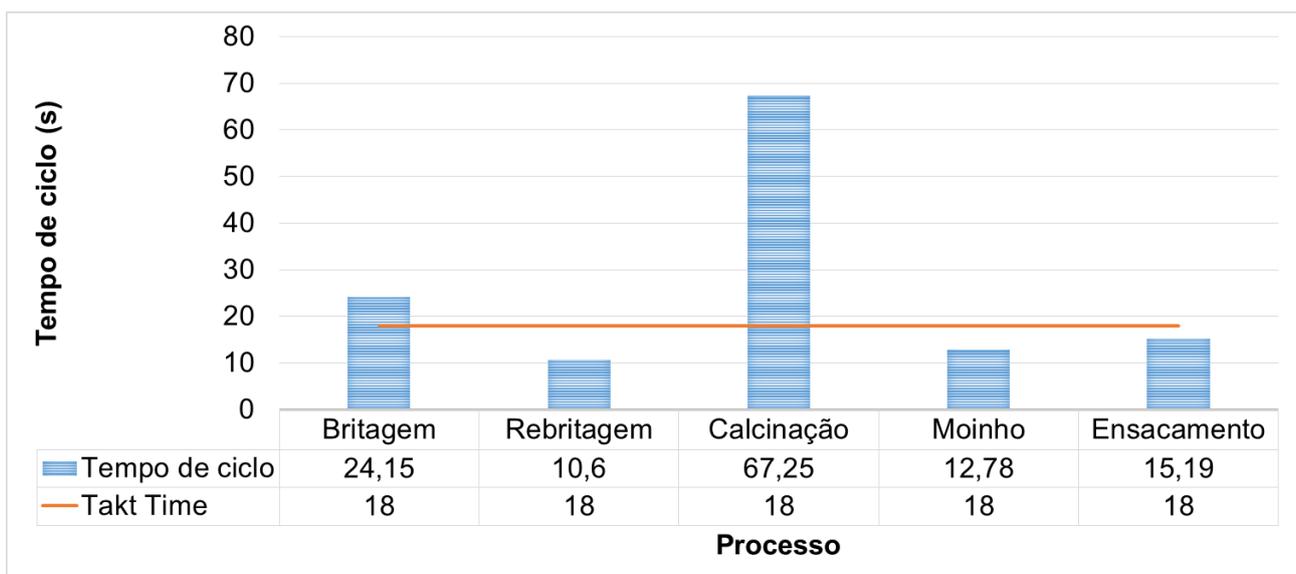
4.9.1 Produzir de acordo com o *takt time*

Para calcular o *takt time* do gesso, foi utilizado a Equação 1, com o tempo disponível de trabalho por turno é de 28.800 s e considerando a demanda do cliente de 1064 kg de gesso por mês. Logo, tem-se que:

$$takt\ time = \frac{28.800\ s}{1604} = 18\ s /\ saco$$

Assim, tem-se a frequência e/ou ritmo com que se deve produzir uma peça, no caso um saco de gesso, baseado no ritmo das vendas da empresa, para atender a demanda do cliente. A Figura 14 apresenta o tempo de ciclo versus os processos no estado atual.

Figura 14: Tempo de ciclo *versus* takt time



Fonte: autoria própria (2018).

A partir do gráfico apresentado na Figura 14, nota-se que as operações de Britagem e Calcinação estão acima do *takt time*. Esses processos que encontram-se acima do *takt time* retratam uma desvantagem competitiva para a empresa, pois significa que a mesma não está conseguindo atender a demanda solicitada.

4.9.2 Balanceamento do processo

Tendo em vista que a maioria dos processos está sendo utilizado acima do recomendado, indicado pelo comparativo entre tempo de ciclo e o *takt time*, não foi necessário calcular o indicador de número de postos de trabalhos mínimos necessários.

4.9.3 Desenvolver fluxos contínuos onde for possível

Ao se ter um fluxo contínuo, acarreta-se diretamente em haver menores desperdícios, pois fazer o fluxo fluir está estreitamente associado a eliminação de desperdícios. Em outras palavras, fazer fluir traduz-se em reduzir, na prática, etapas, esforços, tempos e custos não necessários. Além disso, permite reduzir estoques e trabalhar de acordo com o ritmo da demanda.

Esta minimização do nível de estoques está associada a redução dos lotes de fabricação. Assim, lotes menores produzem estoques de produto semi acabado e produto final menores. Portanto, ao se reduzir os lotes gera-se a possibilidade de diminuir as compras de gipsita, reduzindo o estoque do minério. As ferramentas mais usadas para regular o fluxo são os supermercados e o sistema kanban.

4.9.4 Desenho do estado futuro

Baseando-se no levantamento de informações e dados sobre o sistema produtivo local e também com auxílio do Mapa do Estado Atual tornou-se claro que o alto valor do *lead time* ocasiona-se devido aos estoques dispostos no início do processo e ao longo do mesmo. Além disso, ressalta-se a importância de se estudar o processo de calcinação, indicado como processo gargalo, a partir da observação do elevado tempo de ciclo em relação ao *takt time*, o que acarreta em um desequilíbrio no ritmo para atender a demanda.

Assim, este gargalo principal do processo, a calcinação, pode ser tratado a partir de estudos diretamente sobre o forno utilizado para este fim. Tais análises

podem ser feitas com o intuito de se observar e/ou determinar o rendimento do mesmo, sendo recomendado para isto:

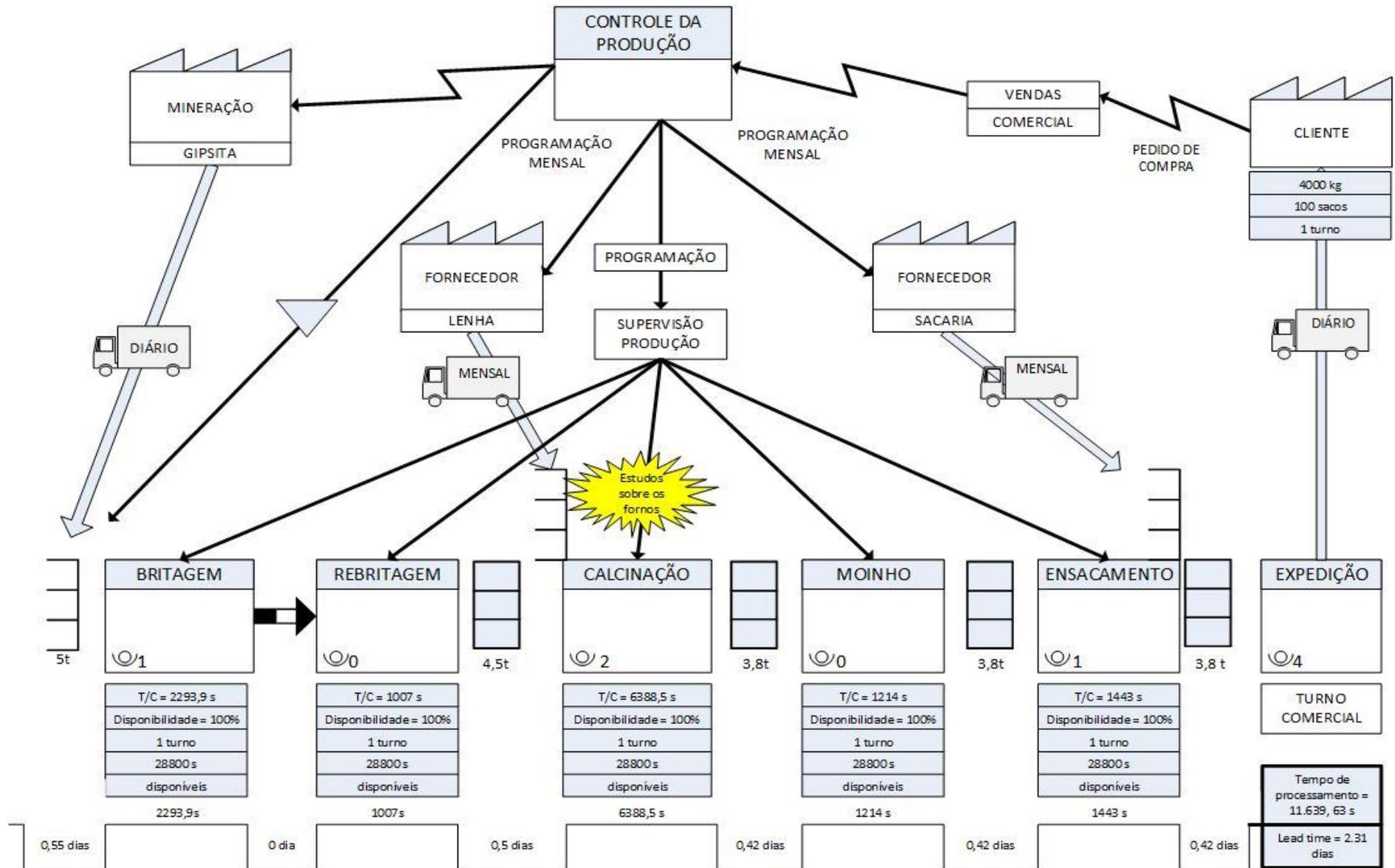
1. Controle automatizado de temperatura dos fornos com a instalação de termopares;
2. Estudo para determinação da quantidade de lenha necessária adicionada ao forno para atingimento da temperatura recomendada de calcinação;
3. Realização de testes com abastecimento das fornalhas com lenha em formato de corte menor;
4. Controle eficiente da granulometria do minério que direciona-se para calcinação;
5. Caracterização da qualidade da gipsita, em termos de porcentagem de pureza, utilizada no processo fabril.

Para reduzir o estoque inicial de matéria prima, foi sugerido um supermercado para lotes de gipsita e para reposição de sacos utilizados no processo de ensacamento. A etapa final, onde o gesso é colocado em sacos para expedição, identificou-se a necessidade de automatizar este processo. Para isto, a instalação de uma balança automática pode ser viável, pois, com este equipamento é possível se ter um processo de enchimento com maior velocidade, além de garantir uma maior precisão na massa por saco. Como principal consequência, teria-se desperdício à nível mínimo no ensacamento em termos quantitativos, além de evitar problemas com a rotatividade de mão de obra nesta atividade.

Outro ponto recomendado é a implantação de um sistema *kanban* para o fornecimento do minério e de lenha. Por outro lado, com o intuito de duplicar a capacidade de produção na etapa de moagem do gesso, indica-se que seja feito um estudo de viabilidade econômica, com base na relação custo benefício, para instalação de um novo moinho, pois o atual encontra-se sobrecarregado devido ao alto volume de gesso submetido ao mesmo. Nesse caso, o tempo de ciclo aproximaria-se do *takt time*, o que é indicado para equilibrar a linha produtiva. Para esta melhoria, o estudo de viabilidade da compra do equipamento, auxiliado por uma previsão da demanda, bem como, a elaboração de um planejamento agregado, é sugerido para um estudo futuro.

Em relação a possível melhoria que vise a minimização da movimentação desnecessária indica-se a realização de um estudo do *layout* com o objetivo de possibilitar a diminuição da movimentação interna, ficando como sugestão para um complemento do trabalho e/ou estudo futuro. Logo, o estado futuro do processo em estudo pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15: Mapa do estado futuro



Fonte: autoria própria (2018).

4.10 PROPOSTAS DE MELHORIAS (PLANO DE AÇÃO)

Baseando-se na identificação de melhorias ao longo do processo industrial do gesso, assim como nos desperdícios notados a partir do mapeamento construído, foi possível a elaboração do plano de ação (5W1H – Quadro 2) direcionado a minimização das fontes de desperdício.

Quadro 2: Plano de ação

O quê (<i>What</i>)	Por quê (<i>Why</i>)	Onde (<i>Where</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Quando (<i>When</i>)	Como (<i>How</i>)
Estudos sobre eficiência dos fornos	Determinar quantidade necessária de insumos (lenha, gipsita) e reduzir tempo de operação/ton	Produção	Equipe externa (consultoria contratada)	30 dias	Cálculos de rendimento dos equipamentos
Instalar termopares nos fornos	Controlar temperatura de calcinação por forno	Produção	Direção	10 dias	Controlar adequadamente alimentação do forno e temperatura
Controlar granulometria da gipsita utilizada na calcinação	Verificar adequação do grão de minério em relação a norma ABNT NBR 12127:2017	Produção	Direção	15 dias	Padronizar material calcinado e reduzir tempo de calcinação
Estudo de viabilidade econômica para aquisição de novo moinho	Reduzir o tempo de ciclo do processo de moagem e atender o <i>takt time</i> da empresa	Produção	Direção	Após estudo de viabilidade	Após estudo da previsão da demanda e do estudo de viabilidade do novo equipamento
Estudo de viabilidade técnica-econômica para aquisição de máquina de ensacamento automática	Automatizar o processo de ensacamento e reduzir desperdício de produto acabado	Produção	Direção	Após estudo de viabilidade técnica-financeira	Através de relação custo / benefício

Fonte: autoria própria (2018).

Estudo do <i>layout</i> interno	Diminuir a movimentação interna desnecessária	Produção	Equipe externa (consultoria contratada)	60 dias	Empresa contratada responsabiliza-se por implementação e treinamento
Implantação de sistema de supermercado	Redução do estoque de produto semi acabado	Produção	Equipe externa (consultoria contratada)	60 dias	Empresa contratada responsabiliza-se por implementação e treinamento de colaboradores
Desenvolvimento de sistema kanban para minério	Redução de estoque de matéria prima	Produção	Equipe externa (consultoria contratada)	60 dias	Implementação e capacitação de responsabilidade de equipe externa e gestão local
Plano de treinamento dos funcionários	Desenvolver pensamento enxuto.	Produção	Direção	30 dias	Capacitação dos funcionários sobre temática de produção mais limpa
Desenvolvimento de um sistema puxado	Operar com estoque mínimo	Produção	Direção	30 dias	Associado com sistema kanban
Elaboração de estudo quantitativo sobre desperdício	Reduzir quantidade de produto desperdiçado ao longo do processo	Produção	Direção	30 dias	Levantamento de quantidade (em kg) de produto resultante de desperdício nas etapas do processo industrial
Elaborar plano de manutenção corretiva	Corrigir falhas ao longo do processo que geram desperdícios	Produção	Direção	15 dias	Reparo nos equipamentos do processo
Implantação de programa 5S	Promover a eficiência e a eficácia do processo produtivo	Produção	Direção	60 dias	Garantir um ambiente organizado, limpo e seguro

4.11 COMPARAÇÕES ENTRE O ESTADO ATUAL E FUTURO

Logo, com as ações definidas no planejamento exposto no Quadro 2, pode-se identificar possibilidade de alguns avanços quanto ao processo produtivo do gesso. Por outro lado, como consequência das possíveis alterações que poderão ser executadas futuramente, espera-se que o tempo de ciclo e o *lead time* melhorem.

Nesse sentido, o presente estudo apontou, com base nos estudos de cronoanálise, os gargalos existentes no processo, não sendo possível apontar redução imediata dos tempos de processamento e capacidade produtiva, tendo em vista a necessidade de estudos mais aprofundados no processo local, principalmente em relação aos fornos utilizados na etapa de calcinação e também o quantitativo de material desperdiçado ao longo do processo. Assim, poderá ser definido com maior precisão a quantidade de material que entra e sai em cada processo, considerando as perdas e eficiência.

Portanto, do ponto de vista qualitativo, a análise de melhorias reflete em:

- Qualidade dos processos atuais;
- Minimização do quantitativo de produtos em estoque;
- Melhor atendimento a demanda dos clientes;
- Organização do ambiente de trabalho;

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O polo gesseiro do Araripe, localizado no extremo oeste de Pernambuco, apresenta-se como local onde a gipsita possui pureza de alta qualidade, já discutida na bordagem teórica deste trabalho. Tal fato acarreta numa alta escala de volume de exploração deste material para produção do gesso nas calcinadoras da região. Contudo, do ponto de vista do processo industrial do gesso, este ainda apresenta desperdício e fatores limitantes que influenciam diretamente na capacidade das unidades fabris de produção de gesso para comercialização.

Logo, o presente estudo, desenvolvido por meio da ferramenta *Lean* Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), possibilitou identificar os desperdícios no processo produtivo em uma empresa fabricante de gesso, localizada no pólo gesseiro do Araripe. Tal ferramenta, auxilia no entendimento do comportamento do fluxo de informações e materiais no qual o produto encontra-se, englobando do fornecedor ao consumidor final. Além disso, o MFV permite o apontamento de etapas e/ou atividades que não agregam valor ao produto.

Assim, a partir da utilização da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), o estudo pôde responder a problemática definida, ou seja, apontar quais os prováveis desperdícios e gargalos que o mapeamento de fluxo de valor pode auxiliar a identificar em uma empresa do setor do gesso. Para atender a proposta foi definida, com base na literatura, a sequência de etapas do estudo, começando com a escolha da família de produtos para mapeamento até a proposição de melhorias para o processo.

Nesse sentido, com a escolha do gesso de revestimento para mapear, foi possível notar os gargalos que minimizam a capacidade do processo local. Com base nos estudos de tempos (cronoanálise), observou-se que a operação de calcinação é o gargalo do sistema de produção, apresentando um Tempo Padrão de 6338,5 s, o que representa aproximadamente 55% do tempo total de processamento para produção de um lote com, em média, 95 sacos de 40 kg cada.

Para este processo específico de calcinação do gesso, realizado em fornos rotativos tubulares, pode-se sugerir algumas alternativas de estudos que poderão reduzir o tempo de ciclo desta etapa, sendo, a princípio, avaliação de rendimento dos

fornos. Tais análises são recomendadas para aumento da eficiência dos fornos e com isso, utilização de menos recursos para produção, tais como tempo e combustíveis para aquecimento das fornalhas.

Além disso, visando a redução do estoque inicial de matéria prima, foi recomendado inserir um supermercado para lotes de gipsita e para reposição de sacos utilizados no processo de ensacamento. Com isso, evita-se a disposição de minério na área interna da empresa, o que ocupa grande área da mesma.

Um outro processo que foi observado como carente de melhorias foi o de ensacamento, pois este apresenta desperdício de produto acabado, considerando que cada saco submetido à operação é responsável por uma quantidade perdida de gesso, calculada neste estudo, sendo 1,6 kg (em média) a cada 1600 kg (01 pallet de produto).

Diante do exposto, identificou-se a necessidade de automatizar este processo. Para isto, o trabalho indicou a instalação de uma balança automática, pois, com este equipamento pode-se possibilitar ter um processo de enchimento com maior velocidade, além de garantir uma maior precisão na massa por saco. Como principal consequência, teria-se desperdício à nível mínimo no ensacamento em termos quantitativos, além de evitar problemas com a rotatividade de mão de obra nesta atividade.

Ademais, em relação a uma ação alternativa que vise a minimização da movimentação desnecessária, indica-se a realização de um estudo do *layout* com o intuito diminuir a movimentação interna, ficando como sugestão para um complemento do trabalho e/ou estudo futuro.

Por fim, vale ressaltar que a partir da construção e análise do mapa em seu estado futuro, poderá se ter uma continuação de estudos e/ou ações que visem a melhoria contínua do processo local. A mudança de pensamento, nesse caso, é fundamental para que se tenha uma visão mais clara sobre as possibilidades de tornar a empresa mais competitiva, com um processo industrial mais enxuto, baseando-se na filosofia *Lean*.

Portanto, com as propostas citadas no presente estudo, comprova-se a importância de se ter o mapeamento do processo para visualização de oportunidades

de otimização dos recursos e redução de limitantes. Espera-se então que este trabalho sirva de base para implementação de melhorias ao longo do processo de fabricação do gesso, desde a recepção da matéria prima a expedição do gesso para distribuição no mercado.

REFERÊNCIAS

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharias de Produção. **Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares.** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_ABEPRO.pdf>.

Acesso em: 02 Agosto 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13207:1994 - Gesso para construção civil – Especificação.** Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12127:2017 - Gesso para construção civil - Determinação das propriedades físicas do pó.** Rio de Janeiro, 2017.

ALVAREZ, R. R. ANTUNES JR, J. A. V. Takt-Time: Conceitos e contextualização dentro do sistema toyota de produção. **Gestão & Produção.** São Carlos, v.8, n.1, p. 1-18, abr. 2001.

ANTONOWICZ, M. A. **Proposta de aplicação das ferramentas *lean* no transporte público.** 92 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística) – Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, SC. 2016.

ANTUNES JR., J.; ALVAREZ, R.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTI, P.; PELLEGRIN, I. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

AOMAR, R. A. Handling multi-lean measures with simulation and simulate dannealing. **Journal the Franklin Institute.** p. 1506–1522, may. 2010.

ARTO, J. R. V. **Fundamentos Del Lean Manufacturing** – Direccions de Operaciones. Madrid, España: EOI - Escuela de Organizacion Industrial, Traduzido para português, 2010.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. **Diagnóstico do pólo gesseiro de Pernambuco (Brasil) com ênfase na produção de gipsita para fabricação de cimento.** Pernambuco: 2004.

BASTOS, F. F.; BALTAR, C. A. M., Avaliação dos processos de calcinação para produção de gesso Beta. In: XLIII Congresso Brasileiro de Química. **Anais do Congresso**. Minas Gerais, 2003.

BARNES, R. M. **Estudo de tempos e movimentos**: projeto e medida do trabalho. Tradução de Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BARTZ, A. P. B et al. Aplicação da Produção Enxuta em uma indústria de produtos agrícolas. **Ingeniare**, Revista chilena de ingeniería. Vol. 21 Nº 1, pp.147-158. 2013.

CARMELITO, R. **As dificuldades do PCP (Planejamento e Controle da Produção)**. Poços de Caldas: Administradores, 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/as-dificuldades-do-pcp-planejamento-e-controle-de-producao/26334/>> Acesso em: 17 julho 2017.

CHASE, R. B. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10^o Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações – Manufatura e serviços**: uma abordagem estratégica. 3^a Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just-in-time, MRP II e OPT** - Um Enfoque Estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.

DAL FORNO, A. J.; PEREIRA, F. A.; FORCELLINI, F. A.; KIPPER, L. M. Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 72, n.5-8, p.779-790, 2014. Disponível em : <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-014-5712-z>> Acesso em 27 julho 2017.

DALLA, W. D; MORAIS, L. L. P. de. Produção Enxuta: Vantagens e desvantagens competitivas decorrentes de sua implementação em diferentes organizações. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13, 2006, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: SIMPEP, 2006. Disponível em:

<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/112.pdf> Acesso em 20 julho 2017.

DELFINO, E. L. M. **O estudo da produção enxuta na eliminação de desperdícios e sua aplicação em uma empresa de gelados comestíveis**. Trabalho final de graduação em Engenharia de Produção- Instituto Federal de Minas Gerais: Campus Governador Valadares, 2014.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ELIAS, S. J. B. OLIVEIRA, M. M. TUBINO, D. F. Mapeamento do Fluxo de Valor: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Gesso. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v. 4, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/5.pdf>> Acesso em 02 Agosto 2017.

FERREIRA, A. A.; REIS, A. C. F.; PEREIRA, M. I. **Gestão empresarial**. São Paulo: Pioneira, 2002.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor**. LeanInstitute Brasil, 2005. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/61/a-essencia-da-ferramenta-mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>> Acesso em 17 agosto 2017.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. **Administração de serviços**. 2º Edição. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FLOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. M. Troca Rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 10, n.2, Ago 2003.

FOGLIATTO, F. S. RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

FOLLNER, S. et al., **The Settings Behavior of Beta- and Alpha-CaSO₄ x 0,5 H₂O as Function of Crystal Structure and Morphology**. Cryst. Res. Technol, Vol. 37, Nº 10, 10075- 1087, 2002.

FONTOURA, W. C. **Análise da aplicação da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor Estendido (E-VSM) na identificação de melhorias na cadeia de suprimentos: o caso de uma indústria de materiais elétricos.** Dissertação de mestrado - Mestre em Ciências (M.Sc.) em Logística e Pesquisa Operacional. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2016.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma.** São Paulo: Atlas, 2012.

GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A T.; SOUZA, F. M. C. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.** Recife: UFPE, 2000. Cap 2, p.19.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: ATLAS, 2010.

GOMES, M.F. **Otimização do tempo e temperatura no processamento da gipsita oriunda dos cristalizadores da produção de sal para obter gesso de uso na construção civil.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Departamento de Engenharia Química. 2012.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Gesso de construção civil. In: ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil.** São Paulo: Ibracon, 2007. p. 727-760.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica.** 3. ed. rev. e. ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, Petrobras, 2009.

LASA, I.S.; LABURU, C.O.; DE CASTRO VILA, R. An evaluation of the value stream mapping tool. **Business Process Management Journal**, v.14, n.1, p.39-52, 2008. Disponível em : <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14637150810849391?journalCode=bpmj>> Acesso em 20 julho 2017.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **O que é lean: definição.** 2017. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Bookman. Porto Alegre, Brasil. 2005.

LIKER, J. K.; MÉIER, D. **O Modelo Toyota**: Manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIMA, T. C. SOUZA, M. M. ALMEIDA, A. B. D. FARIAS, D. S. U. NÓBREGA, L. F. P. M. MENDES, L. B. Aplicação de resíduos de gipsita em formulações de massas cerâmicas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2016, 9., Natal, **Anais eletrônicos...** Natal: CBECiMat, 2016. Disponível em: <<http://www.cbecimat.com.br/anais/PDF/104-236.pdf>>. Acesso em: 25 julho 2017.

LIRA, A. C. P. L.; AMARAL, A. J. R.; DANTAS, J. O. C.; DANTAS, J. R. A. **Gipsita**. Balanço Mineral Brasileiro. DNPM/PE, 2001.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCONI, M. de A. LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARSHALL, J. **Gestão da qualidade**. 10 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

MARTINS, P. G. LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva. 2005.

MARTINS, P. G. LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da administração**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MIRANDA, D. **Cronoanálise e o Lean Manufacturing**. Artigonal diretório de artigos gratuitos. 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/ciencias-artigos/cronoanalise-e-olean-manufacturing-897751.html>>. Acesso em 20 de agosto 2017.

MOREIRA, D. A. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2004.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MOREIRA, M. P.; FERNANDES, F. C. F. Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 21, **Anais...** 2001.

MOURA, R. A. **Redução do tempo de setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas**. 1 ed. São Paulo: IMAN, 1996.

MOTTA-ROTH, D.; HENDGES, G.R. **Produção textual na universidade**. São Paulo: Parábola Editorial, 2010.

MUNHOZ, F. C.; RENÓFIO, A. Uso da Gipsita na Construção Civil e Adequação para a P+L. In: XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil. **Anais...** SIMPEP, SP, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/761.pdf> Acesso em: 02 Agosto 2017.

NAZARENO, R. R.; SILVA A. L.; RENTES, A. F. Mapeamento do fluxo de valor para produtos com ampla gama de peças. In: **Anais do ENEGEP 2003**. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0103_0769.pdf> Acesso em 15 agosto 2017.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: BOOKMAN, 2004.

OLIVEIRA, C. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.

ORIBE, Y. C.; OLIVERA NETO, G.; MORAIS, M. L.; MAGALHÃES, V. F. **Avaliação da Capacidade de Produção Cronoanálise Industrial**. Apostila Qualypro, 2008.

ORTIZ, C. A. **Kaizen**: E implementação de eventos Kaizen. São Paulo: Bookman, 2009.

PEINALDO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: editora UnicenP, 2007.

PERES, L; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. **O GESSO**: Produção e Utilização na Construção Civil. Recife: Bagaço, 2008.

PEROVANO, D. G. **Manual de metodologia científica**: para segurança pública e defesa social. 1 ed. São Paulo: Jurua Editora, 2014.

PINTO, R. A. Q.; TORTATO, U.; VEIGA, C. P.; CATAPAN, A. Gestão de estoque e leanmanufacturing: estudo de caso em uma empresa metalúrgica. **Revista Administração em Diálogo** - RAD Vol.15, n.1, Jan/Fev/Mar/Abr 2013, p.111-138. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/rad/article/download/12095/16636>> Acesso em: 21 julho 2017.

PINHEIRO, S. M. M. **Gesso Reciclado**: Avaliação de Propriedades para Uso em Componentes. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2011. 352p. Tese (Doutorado). Departamento de Arquitetura e Construção, UNICAMP, 2011.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

RAHANI, A.R.; AL-ASHRAF, M. Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. **Procedia Engineering**. v. 41, p. 1727-1734, 2012.

REBELLO, M. A. F. R. Implantação do programa 5S para a conquista de um ambientes de qualidade na biblioteca do hospital universitário da Universidade de São Paulo. Relato de experiência. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 165-182, 2005. Disponível em: <<http://www.sbu.unicamp.br/>>. Acesso em 20agosto 2017.

RESENDE, P. T. V.; SOUSA, P. R. **Custos logísticos no Brasil 2014**. São Paulo: Fundação Dom Cabral, 2014. Disponível em:< <http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2014/10/Custos-Logisticos-no-Brasil-Relatorio-Final-Imprensa.pdf>>. Acesso em: 19 julho 2017.

REZENDE, P. A.; MARTINS, T. L. R.; ROCHA, M. F. Aplicação do estudo de tempos e movimentos no setor administrativo: estudo de caso em uma empresa mineradora. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 8, n. 1, p.653-665, Jul./Dez. 2016.

RICCI, M. R. **Sistema Toyota de Produção**: um estudo na linha de produção em uma indústria de confecção de ternos. 80 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

RODRIGUEZ, C. M. T. et.al. Lean na Logística: uma reflexão da agregação de valor e desperdícios. **Revista Mundo Logística**, ano V, n. 26, p.18-23, 2012.

ROSA, D. C. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa do setor metal-mecânico**. Monografia pós graduação – Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo**: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. 2. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

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

SALGADO, E. G.; MELLO, C. H. P.; SILVA, E. S.; OLIVEIRA, E. S.; ALMEIDA, D. A. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão e Produção**, v. 16, n. 3, p. 344-356, 2009.

SAKAI, G. K. **Estudo de tempos e métodos em uma linha de montagem de bicicletas ergométricas**. 2014. Trabalho de curso graduação em Engenharia de Produção – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2014.

SANTOS, L. A.; LUZ, A. C. G.; HAMMES, J.; BIEDACHA, T. A.; GODOY, L. P. Implantação de layout celular em uma empresa start-up de tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34, 2014, Curitiba.

Anais do XXXIV Enegep. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_104_25683.pdf> . Acesso em: 11 agosto 2017.

SANTOS, A. C. **Produção enxuta**: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil. 2003. Disponível em: <http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_008.PDF> . Acesso em: 18 agosto 2017.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade**: As ferramentas essenciais. Curitiba: 2. edlbpex, p.27- 56, 2010.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2 ed., Porto Alegre, 1996.

SHIVER, J. M.; EITEL, D.; **Optimizing Emergency departmentthroughput**: Operations management solutions for health care decisionmakers. New York: Taylor & Francis Group. 2010.

SILVEIRA, A. O.; COUTINHO, H. H. Trabalho padronizado: A busca por eliminação de desperdícios. **Revista INICIA**, Santa Rita do Sapucaí, n. 8, p.8-16, 2008.

SILVEIRA, C. B. **Mapeamento do fluxo de valor**. Publicado em 13 abril 2016. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor>> Acesso em: 21 julho 2017.

SINDUSGESSO. **Sindicato da Indústria do Gesso do Estado de Pernambuco**. 2017. Disponível em:<<http://www.sindusgesso.org.br/>>. Acesso em: 23 julho 2017.

SIQUEIRA, J. P. L. **Gestão de Produção e Operações**. Curitiba-PR: IESDE Brasil S.A, 2009. 124p.

SILVA, A. V.; COIMBRA, R. R. C. **Manual de Tempos e Métodos**: Princípios e técnicas do estudo de tempos. Editora Hemus, 1980.

SLACK, N.; CHAMBERS, R. J; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Value stream management for the lean office**: 8 steps to planning, mapping and sustaining lean improvements in administrative areas. New York: Productive Press, 2002.

TORRE JUNIOR, G. F. **Utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa gráfica**. Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2017.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma**: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. 1. ed. Belo Horizonte:Werkema, 2006.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma**: Introdução as ferramentas do Lean Manufacturing, 2ª edição – Rio de Janeiro : Editora Elsevier , 2011.

WERKEMA, C. **Lean Seis sigma**: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. 2. ed.: Elsevier, 2012.

WOMACK, J.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 2004.

XIA, W. SUN, J. Simulation guided value stream mapping and lean improvement: A case study of a tubular machining facility. **Journal of Industrial Engineering and Management**. p. 456-476, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A — TABELA DE TEMPOS CRONOMETRADOS

Tabela 9: Tempos cronometrados dos processos

Processos	Tempo (segundos)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Média
Britagem	1112	1068	1231	1047	1025	1139	1059	1147	1213	1061	1200	1154	1233	1130
Rebritagem	998	971	1046	1034	985	1011	992	1005	991	962	1001	1056	1044	1007
Calcinação	4156	4066	4080	4145	4105	3964	4161	4128	4163	4106	3959	4154	4261	4111
Moinho	1120	1233	1159	1208	1317	1213	1304	1129	1240	1300	1233	1117	1207	1214
Ensacamento	760	855	665	760	855	760	665	760	760	665	855	855	655	760

Fonte: autoria própria (2018).

ANEXOS

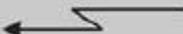
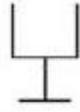
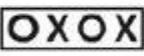
ANEXO A - SIMBOLOGIAS UTILIZADAS NO MFV

Quadro 3: Ícones do fluxo de material

Ícone	O que representa	Comentários
	Movimento da produção por sistema empurrado	Identifica os movimentos de materiais empurrados pelo produtor e não puxados pelo cliente (próximo processo).
	Movimento da produção acabada para o cliente	Identifica os movimentos de materiais que não são empurrados do fornecedor para o cliente.
	Estoque	A quantidade e o tempo do estoque devem ser registrados.
	Supermercado	Os processos seguintes vão até o processo anterior e retiram o que precisam quando precisam. O lado aberto deve ficar de frente para o processo fornecedor.
	Estoque pulmão ou estoque de segurança	Deve ser registrado "estoque de segurança" ou "estoque de pulmão".
	Retirada	Representa movimentos de materiais que são puxados pelo cliente (processo seguinte), muitas vezes de um supermercado.
	Transporte rodoviário	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Transporte aéreo	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Transporte ferroviário	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Transporte marítimo ou fluvial	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Fluxo sequencial primeiro a entrar, primeiro a sair (first in, first out)	Dispositivo para limitar a quantidade de materiais entre processos e garantir o fluxo first in, first out. A quantidade máxima possível deve ser registrada.

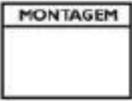
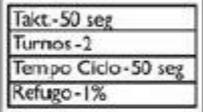
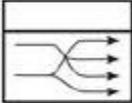
Fonte: Werkema (2011)

Quadro 4: Ícones do fluxo de informações

Ícone	O que representa	Comentários
	Fluxo de informação manual	Exemplos: - Programação da produção. - Programação da expedição. - Pedido diário.
	Fluxo de informação eletrônica	Exemplos: - Intercâmbio de dados eletrônicos (EDI). - E-mail.
	Informação	Descreve o conteúdo do fluxo de informação.
	Kanban de produção	Cartão ou dispositivo que informa a um processo o que e quanto deve ser produzido e dá autorização para isso. A linha tracejada indica o fluxo do Kanban.
	Kanban de retirada	Cartão ou dispositivo que informa ao operador de materiais o que e quanto deve ser retirado e dá autorização para isso.
	Kanban de sinalização	Instrução de produção sinalizando que a fabricação de um lote deve ser iniciada em um processo.
	Posto de Kanban	Informa o local onde o Kanban é recolhido e mantido.
	Lote de Kanbans	Kanban chegando em lotes.
	Nivelamento de carga	Indica o nivelamento do volume e do mix de produção por um período de tempo.
	Bola para puxada sequenciada	Indica que o processo fornecedor produz um volume determinado diretamente a partir do pedido do processo cliente.
	Programação "vá ver"	Indica ajustes na programação a partir da verificação dos níveis de estoque.

Fonte: Werkema (2011)

Quadro 5: Ícones gerais

Ícones	O que representa	Comentários
	Processo	Todos os processos devem ser representados. Também usado para departamentos.
	Fontes externas	Ícone usado para indicar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixa de dados	Ícone usado para registrar informações relevantes de processos, departamentos, clientes etc. Deve ser representado logo abaixo da caixa do processo.
	Necessidade de Kaizen	Destaca melhorias críticas necessárias em processos específicos. Pode ser utilizado para planejar "Workshops Kaizen".
	Cross-Dock	Indica que os materiais não são armazenados, e sim movimentados dos caminhões que chegam até as linhas de espera para os caminhões que saem.
	Depósito	Indica que os materiais são colocados em armazém e, mais tarde, são movimentados até a área de expedição.
	Operador	Representa um operador.

Fonte: Werkema (2011)

**ANEXO B - TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE
TOLERÂNCIA**

Tabela 10: Tolerância devido a natureza da atividade (T1)

Posição	Posição	Esforço Físico em Kg – Porcentagem de Descanso													
		0,1 a 1,0	1,1 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	20,1 a 25,0	25,1 a 30,0	30,1 a 35,0	35,1 a 40,0	40,1 a 45,0	45,1 a 50,0	50,1 a 55,0	55,1 a 60,0
		8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
		11	12	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
		13	14	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
		15	16	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
		17	18	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
		19	20	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43
		24	25	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
		26	27	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
		28	29	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
		33	34	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57
		40	41	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64

	De pé		Sentado		Inclinado para frente		De joelhos corpo na horizontal
	De pé com braço levantado		Inclinado, braços quase no chão		Deitado com costas para cima		Deitado com as costas para baixo

Fonte: Oribe et al. (2008)

Tabela 11: Tolerância devido a duração do ciclo (T2)

Duração do Ciclo (em minutos)	Descanso (%)
00,01 a 00,05	10
00,06 a 00,10	7,8
00,11 a 00,25	5,4
00,26 a 00,50	3,6
00,51 a 01,00	2,1
01,01 a 04,00	1,5
04,01 a 08,00	1,0
08,01 a 12,00	0,6
12,01 a 16,00	0,3
16,01 a cima	0,1

Fonte: Oribe et al. (2008)

Tabela 12: Tolerância devido ao ambiente (T3)

Ambiente	Descanso (%)
Ruído intermitente	2
Ruído constante	4
Ruído constante e muito alto	5
Poeira	9
Gases	5
Iluminação abaixo do recomendado	2
Iluminação muito abaixo do recomendado	5
Poço ou vala	5
Andaimes (pôr andar)	2
Alta tensão	2

Percentual (%) de descanso devido a agentes do ambiente

Fonte: Oribe et al. (2008)

Tabela 13: Tolerância devido a temperatura e umidade (T4)

Temperatura Umidade	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
0				1,00	1,04	1,10	1,22	1,33	1,45	1,55	1,65	1,75	1,83	1,95	2,05
10				1,04	1,07	1,19	1,30	1,45	1,60	1,70	1,83	1,98	2,15	2,30	2,32
20			1,00	1,07	1,15	1,30	1,45	1,60	1,75	1,90	2,10	2,30	2,62	2,94	3,28
30			1,04	1,10	1,25	1,41	1,60	1,75	1,90	2,15	2,39	2,75	3,12	3,50	3,90
40		1,00	1,07	1,19	1,37	1,55	1,75	1,98	2,20	2,55	2,90	3,35	3,73	4,12	4,50
50		1,04	1,10	1,25	1,50	1,70	1,90	2,20	2,55	2,94	3,40	3,90	4,20	4,60	5,30
60		1,07	1,17	1,37	1,65	1,83	2,10	2,47	2,90	3,35	3,80	4,20	4,90	5,40	
70	1,00	1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	2,36	2,80	3,35	3,90	4,30	5,40			
80	1,04	1,17	1,37	1,65	1,90	2,20	2,62	3,12	3,66	4,20	4,70	5,40			
90	1,07	1,23	1,45	1,75	2,06	2,47	3,00	3,50	4,00	4,60	5,10				
100	1,10	1,30	1,60	1,90	2,30	2,80	3,35	3,90	4,50	5,30					

Fonte: Oribe et al. (2008)

