



PROJETO DE GRADUAÇÃO

**APLICAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO NO PROCESSO DE
CARREGAMENTO DAS ENTREGAS EM UMA
FÁBRICA DE CIMENTOS**

Por,
Mario Vitor Bessa de Souza

Brasília, junho de 2016

UNIVERSIDADE DE BRASILIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
UNIVERSIDADE DE BRASILIA
Faculdade de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

APLICAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NO PROCESSO DE CARREGAMENTO DAS ENTREGAS EM UMA FÁBRICA DE CIMENTOS

Por,
Mario Vitor Bessa de Souza

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção
do grau de Engenheiro de Produção.

Banca Examinadora

Prof. Sanderson C. M. Barbalho, UnB/ EPR (Orientador)

Prof. Annibal Affonso Neto, UnB/ EPR (Avaliador)

Brasília, junho de 2016

DEDICATÓRIA

Dedico esta, assim como todas as minhas demais conquistas, aos meus pais, Pedro e Rosely, à minha irmã, Ana Luiza e, à Daniela, minha companheira.

Mario Vitor Bessa de Souza

AGRADECIMENTOS

Às pessoas mais valiosas em minha vida, Rosely, Pedro e Ana Luiza, minha família que, com muito carinho e apoio, não pouparam esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. E que, a todo momento, sempre foram meu porto seguro. Obrigado, amo vocês.

À Daniela, pessoa com quem compartilho a maior parte do meu tempo. Obrigado pelo carinho, pela paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria do dia a dia.

Ao meu tio, Ruy Bessa, responsável por eu ter tido o sonho de um dia me tornar Engenheiro e que, ativamente, influencia minha carreira profissional.

Ao Rafael Nogueira, meu exemplo, meu gestor e meu amigo, que me apoiou, me motivou e depositou confiança em mim durante todo desenvolvimento e aplicação deste projeto.

Agradeço também à todos professores que me acompanharam durante a graduação. Em especial ao Prof. Sanderson Barbalho, pelo apoio no presente projeto, pelos ensinamentos e, principalmente, pela amizade. Foi um prazer tê-lo como orientador.

Por fim, à Universidade de Brasília, que abriu suas portas à um jovem do interior de São Paulo e que hoje, após seis anos, finaliza mais uma etapa de sua vida.

RESUMO

Dia após dia o mercado torna-se mais competitivo, seja através de entrada de novos *player* ou através do desenvolvimento dos *players* atuais. Devido à esse fator, constantemente as organizações estão em busca de, dentre outros fatores, ferramentas de melhoria de processos, visando atingir sua meta. No projeto em questão serão aplicadas ferramentas e técnicas de *Lean Manufacturing* no processo de carregamento das entregas de uma Fábrica de Cimentos do Grupo Votorantim. O resultado obtido foi uma evolução de aproximadamente 12% no resultado do *KPI* que mede a produtividade do processo.

ABSTRACT

Day after day the market becomes more competitive, either through entry of new players or through the development of current players. Due to this fact, constantly organizations are looking for, among other things, tools for improving processes to achieve your goal. In this project will be applied Lean Manufacturing tools and techniques in the loading process of delivery of a Cement Factory of Votorantim Group. The result was an increase of approximately 12% in the result of the KPI that measures the process productivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – As atividades do PCP
- Figura 2 - Mapeamento do Fluxo de Valor
- Figura 3 – MFV Atual da Indústria de Gesso
- Figura 4 – MPV do Estado Futuro da Indústria de Gesso
- Figura 5 – MFV do estado atual da indústria de autopeças
- Figura 6 – MFV do estado final da indústria de autopeças
- Figura 7 – Estrutura Grupo Votorantim
- Figura 8 – Presença global do Grupo Votorantim
- Figura 9– Países de atuação da Votorantim Cimentos
- Figura 10– Atuação nos Estados unidos
- Figura 11– Divisão da Regional Centro-Norte
- Figura 12 – Fluxograma do Carregamento
- Figura 13– MFV da Votorantim Cimentos
- Figura 14– Curva ABC dos materiais
- Figura 15 – Proposta de *layout*

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das Pesquisas

Quadro 2 – Os cinco princípios da produção enxuta

Quadro 3 – Atividades do STP

Quadro 4 – Desperdícios na indústria de autopeças

Quadro 5 – Desperdícios do processo de carregamento

Quadro 6– Proposta de melhoria do processo de carregamento

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo dos resultados esperados

Tabela 2– Política de estoques

Tabela 3– Cenários da simulação

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.2.2 ESTRUTURA DO PROJETO	11
2 MÉTODO DE PESQUISA	13
2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	13
2.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	17
3.1.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA.....	17
3.1.2 CONCEITO	19
3.2 A PRODUÇÃO ENXUTA.....	21
3.2.1 A HISTÓRIA DA PRODUÇÃO ENXUTA	21
3.2.2 CONCEITO	23
3.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR.....	26
3.3.1 CONCEITO	26
3.3.2 CASE de MFV.....	29
3.4 REDUÇÃO DE DESPÉRDÍCIOS	33
3.4.1 CASE –REDUÇÃO DE DESPÉRDÍCIOS	33
4 ESTUDO DE CASO.....	37
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA: O GRUPO VOTORANTIM.....	37
4.1.1 VOTORANTIM CIMENTOS	39
4.1.2 REGIONAL CENTRO-NORTE.....	42
4.1.3 FÁBRICA DE SOBRADINHO	42
4.2 CENÁRIO ATUAL	43
4.2.1 O CARREGAMENTO	43
4.2.2 O TMAC	44
4.2.3 MAPA DO FLUXO DE VALOR	45
4.2.4 DIAGNÓSTICO	47
4.2.5 PROPOSTAS DE MELHORIA.....	49
5 CONCLUSÃO	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	56

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta considerações preliminares a respeito do conteúdo do presente Projeto de Graduação. São abordados sua justificativa e seus objetivos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Dia após dia o mercado se torna mais competitivo, seja através da entrada de novos *players* ou através do desenvolvimento dos *players* atuais. Devido a esse fator, constantemente as Organizações estão em busca de, dentre outros fatores, incorporar ferramentas de melhoria de processos, visando atingir sua meta. Segundo Goldratt (1986), a meta de toda e qualquer empresa é gerar lucros a seus acionistas.

A busca constante das melhorias nos processos organizacionais e produtivos das organizações serve de suporte à tomada de decisões: visando que elas sejam sempre eficientes e eficazes e nos momentos mais oportunos. Dessa maneira, as chances de decisões estratégicas darem certo só tendem a aumentar, aumentando as chances de atingir a meta.

No presente projeto, a empresa analisada é uma Fábrica de Cimentos do Grupo Votorantim, localizada no município de Sobradinho, região metropolitana de Brasília, no Distrito Federal, Brasil. Atualmente a Unidade de Sobradinho proporciona aproximadamente 520 empregos, diretos e indiretos. É a segunda maior produção da regional a qual pertence, Centro-Norte, com um volume médio anual de dois milhões de toneladas de cimento. Além de ser uma fábrica de cimento, a unidade é uma das poucas fabricantes de argamassas do Grupo.

Serão abordadas teorias sobre a Manufatura Enxuta (também conhecida como Sistema Toyota de Produção e *Lean Manufacturing*). A adoção desse modelo japonês de gerenciamento de produção é utilizada para buscar a redução dos desperdícios na fábrica anteriormente citada. A partir do uso de ferramentas de produção enxuta serão propostas melhorias no sistema de gestão do processo de carregamento de material final (cimento, argamassas, cales e agregado). A implantação desse modelo pode ser

uma importante ferramenta de forma a obter vantagem competitiva para a Companhia frente à seus principais concorrentes.

1.2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo a aplicação de ferramentas e técnicas do Sistema Toyota de produção em uma fábrica de Cimentos do Grupo Votorantim, instalada em Sobradinho – DF. O processo que será analisado é o de carregamento de produtos finais, mais especificamente os produtos ensacados.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Baseando-se no objetivo geral apresentado acima, é possível identificar o objetivo específico do projeto em questão:

- Mapear os gargalos do processo;
- Aplicar as ferramentas e técnicas do Sistema Toyota de Produção para minimizar os desperdícios do processo;
- Apresentar proposta de melhoria para o TMAC;
- Analisar as melhorias possibilitadas pelo uso das ferramentas e técnicas do Sistema Toyota de Produção.

1.2.2 ESTRUTURA DO PROJETO

O presente projeto está dividido em cinco capítulos. No primeiro serão apresentadas considerações preliminares a respeito do conteúdo do presente Projeto de Graduação, como a justificativa, objetivos e estrutura do projeto. O capítulo seguinte, de número dois, será abordada a metodologia de pesquisa utilizada, classificando a pesquisa em questão. A terceira parte é responsável por introduzir os conceitos que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Além disso, serão apresentados dois cases estudados. No quarto e último capítulo serão abordadas informações gerais sobre o Grupo Votorantim, estudo aplicado em uma de suas unidades, propostas de melhorias e conclusões do projeto. No último capítulo, de

número cinco, serão apresentadas as conclusões e percepções sobre o desenvolvimento do projeto

2 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo será abordada a metodologia de pesquisa utilizada, classificando a pesquisa em questão.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Pesquisa é, de forma simplificada, a busca pelas respostas e soluções para determinado fato. Demo (1996) descreve pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um “questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”.

Gil (1999), define a pesquisa como um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Segundo Minayo (1993), pesquisa é “[...]atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

Podemos classificar pesquisas da seguinte maneira: quanto a sua natureza, seus objetivos, sua abordagem e seu método. O quadro 1 possui, de forma mais detalhada, as explicações e definições de cada tipo de pesquisa.

Quadro 1 - Classificação das Pesquisas

Natureza	Básica	Objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista.
	Aplicada	Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.
Abordagem	Quantitativa	Considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).
	Qualitativa	Considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.
Objetivos	Exploratória	Visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.
	Descritiva	Visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento.
	Explicativa	Visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.
Procedimentos técnicos	Pesquisa bibliográfica	Quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e, atualmente, com material disponibilizado na Internet.
	Pesquisa documental	Quando elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.
	Pesquisa Experimental	Quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.
	Levantamento	Quando a pesquisa envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer.
	Estudo de caso	Quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.
	Pesquisa Expost-Facto	Quando o “experimento” se realiza depois dos fatos.
	Pesquisa-Ação	Quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.
	Pesquisa Participante	Quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

Fonte: Adaptado de SILVA e MENEZES (2005).

Sendo assim, baseando-se no quadro exposto acima, podemos concluir que o presente trabalho obedece às seguintes características de pesquisas: possui uma

natureza aplicada, uma vez que a mesma é uma proposição de melhorias a ser implementadas em uma unidade fabril da Votorantim Cimentos com o intuito de auxiliar na solução de problemas existentes na planta; possui uma abordagem quantitativa, uma vez que os problemas existentes serão traduzidos em números e necessitarão de conhecimentos matemáticos para serem solucionados; possui um objetivo explicativo, sendo que será identificado fatores-chaves que contribuem para ocorrência dos problemas atuais; por fim, no que diz respeito aos procedimentos técnicos, o presente trabalho pode ser classificado com um estudo de caso, sendo que será realizado um detalhamento da situação atual da Fábrica.

2.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O estudo realizado é baseado na aplicação de ferramentas e técnicas de produção enxuta: mapa de fluxo de valor e redução dos sete desperdícios. O cronograma do projeto foi desenhado com uma duração total de dois meses, com trabalhos realizados de segunda-feira à sexta-feira.

Primeiramente o autor teve autorização para realização de entrevistas à diversos colaboradores: motoristas, transportadores, técnico de segurança, engenheiro de segurança, operadores de logística, operadores de balança, supervisor de carregamento, supervisor de balança, supervisor de armazém, gerente de operações e gerente regional de logística. Além disso, para tornar possível este estudo, o autor teve acesso, sempre acompanhado por um técnico de segurança e o gestor da área, à diversas áreas da fábrica. Foram elas: Sala de expedição, pátio de estacionamento dos veículos, balanças, armazém de produtos acabados, pátio de carregamento e escritório. Como o autor era um colaborador da cimenteira, foi concedido, por seu gestor, acesso à base de dados de vendas e todos os registros do TMAC.

O estudo teve início com reuniões com o Gerente Regional de Logística e o Supervisor de Logística, onde ficaram registrados as etapas do projeto e o cronograma a ser desenvolvido. Em seguida, foi realizado o mapeamento do processo e também foram realizadas entrevistas com os operadores envolvidos, para garantir que cada detalhe fosse notado. Com o processo mapeado, desenvolveu-se o mapeamento do

fluxo de valor, responsável por nos proporcionar uma visão holística do objeto em estudo.

Entrevistas realizadas e entendida a dinâmica do processo, iniciou-se a parte de observação de cada etapa, que tinha por objetivo principal diagnosticar os possíveis desperdícios. Durante a análise das etapas, mostrou-se necessária a aplicação de conceitos como o estudo de tempos e movimentos e definição de *layout*.

Por fim, com as observações realizadas, novas reuniões ocorreram com o gerente, os supervisores e os operadores. Tais encontros tinham a finalidade de tornar possível a melhoria para os processos através da aplicação dos métodos e a realização de *brainstorming*, sempre atentando-se às observações dos operadores, responsáveis pela execução das atividades.

Após o projeto ter sido realizado junto à fábrica, iniciou-se o trabalho de sistematização científica do que fora realizado, baseados nos conceitos de produção enxuta.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão introduzidos os conceitos que foram fundamentais para o desenvolvimento do presente projeto. Além disso, serão apresentados dois casos estudados.

3.1 O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

3.1.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA

A Revolução Industrial iniciou-se na Inglaterra, no século XVIII. Esse período era marcado pela busca constante por lucros, por parte da Burguesia inglesa. Para que fosse possível extrair ao máximo os retornos da produção, iniciou-se a mecanização dos sistemas de produção. Enquanto na Idade Média o artesanato era a forma de produzir mais utilizada, na Idade Moderna tudo mudou.

O período da Revolução Industrial foi o ponto de início da produção de bens de consumo nos moldes atuais. Meios para produção de consumo e em massa foram desenvolvidos de uma maneira pouco sistematizada. Segundo QUELHAS (2008), o início do século XX é marcado pelos estudos da ciência da administração por parte de Henry Fayol e Frederick W. Taylor. De certa forma, o surgimento dos sistemas de Planejamento e Controle da Produção (PCP) evoluíram junto a tais estudos.

Ainda nas primeiras décadas do século XX, Taylor introduz o conceito de que a ciência da administração se baseia na observação, medição, análise e aprimoramento dos métodos de trabalho. Frank Gilbreth e Henry Gantt foram dois grandes autores que utilizaram os estudos de Taylor para desenvolver novos trabalhos. Gilbreth foi responsável pela introdução do estudo dos tempos e movimentos. Já Gantt iniciou análises de produções baseadas em gráficos e cálculos, desenvolvendo um novo sistema de programação da produção. (QUELHAS, 2008).

O avanço tecnológico fez com que a característica e complexidade dos produtos se desenvolvesse de forma significativa. Esse marco fez com que a necessidade de cálculos mais complexos e elaborados fossem introduzidos à produção. Portanto, não

eram mais facilmente solucionados apenas pelos cérebros humanos. A partir da nova necessidade, alguns pesquisadores como Joe Orlicky, Oliver Wight e G. W. Plossl, introduziram novas ferramentas para que se tornasse possível a solução de cálculos complexos. Travava-se do nascimento do conceito de MRP (*Material Requirement Planning*), que era baseado na utilização de computadores nos ambientes de produção. (QUELHAS, 2008).

A pressão pela redução de custos e gastos era o que marcava a década de 1980. Garantir os materiais no tempo certo já não era o bastante. Surgia a necessidade de adequar todo o tipo de recurso: pessoas, capital, máquinas, dentre outros. Esse novo conceito naturalmente gerou, segundo Quelhas (2008), uma evolução do MRP. A capacidade dos recursos produtivos foram incorporadas ao modelo anterior, criando-se o MRP II.

Com a internacionalização do comércio e abertura de novos mercados na década de 1990, foi necessária a criação de novos sistemas de PCP. No novo modelo, além de planejar os recursos de produção, era necessário o planejamento de todos os recursos da organização. Esse foi o período marcado pela utilização de sistemas *Enterprise Resources Planning* (ERP). Largamente utilizado por multinacionais, os sistemas ERP marcavam a padronização e englobavam todos os setores da organização: contabilidade, finanças, vendas, produção, dentre outros.

Uma importância extra começava a ser dada às atividades de aquisições, movimentações e armazenagem de materiais, tudo isso visava a melhor execução de todo o planejamento, minimizando as falhas nos processos. As atividades supracitadas estão intrinsecamente ligadas à gestão da cadeia de suprimentos e logística. Os sistemas ERP oferecem aos seus usuários módulos que tratam de tais necessidades. O grande problema desse sistema é sua implementação. A natureza multifuncional dos módulos é o ponto em questão, uma vez que ele se aproxima cada vez mais da gestão por processos e, não mais por função administrativa.

Uma influência muito marcante que está presente nos sistemas de Planejamento e Controle da Produção vem do Sistema Toyota de Produção (STP), que induz a

organização a uma grande redução de seus estoques. A filosofia *Just in Time* (JIT) é um dos pilares dessa influência e é aplicada juntamente aos sistemas PCP. Nos dias de hoje, o conceito de Produção Enxuta (*Lean Production*) consolida técnicas da Gestão da Qualidade Total (GQT), como o 5S, e do próprio JIT, de modo a alcançar flexibilidade de produção com alto volume de produtos (combinação de produção em massa e customização) para seus clientes.

Segundo Quelhas (2008), em adjunto à evolução dos conceitos e técnicas surgem questões ambientais de sustentabilidade e responsabilidade social. Estas são de considerável importância para os sistemas de gestão e influenciam diretamente a produção e o PCP.

3.1.2 CONCEITO

Em um sistema de manufatura, toda vez que são formulados objetivos, é necessário formular planos de como atingi-los, organizar recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios. No âmbito da administração da produção, este processo é realizado pela função de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Lacombe e Heilborn (2003) referem-se ao planejamento e controle da produção como sendo a engenharia da produção:

A engenharia da produção responde à pergunta: quando fazer? Cabe à engenharia de produção estabelecer o programa de produção e controlar sua execução. Para isso, ela tem que se incumbir do controle de estoques (matérias-primas, material em processamento e produtos acabados), bem como administrar a armazenagem e transporte desses materiais. Cabe também à engenharia da produção, no caso de produção em lotes, determinar o lote econômico em função das vendas, dos custos financeiros dos estoques e do custo do *setup* da fabricação [...]. Inclui ainda a expedição de produtos acabados, conforme os pedidos recebidos.

O conceito de PCP é, segundo SLACK (2009), empregar melhor os recursos de produção, garantindo assim, a execução do que foi preestabelecido. Controlar, por sua vez, tem como objetivo garantir que ocorra o previsto nos planos organizacionais,

atingindo os objetivos contidos naquele, ainda que não se confirmem os pressupostos do plano .

Chiavenato (1991) afirma que a função primordial do PCP é planejar e programar a produção e as operações da empresa, bem como as controlar adequadamente, objetivando aumentar a eficiência e a eficácia através de sua administração.

Já Ackoff (1976) diz que quem realiza um planejamento correto é quem se antecipa ao futuro. A premissa que sustenta o planejamento é a ideia de que eventos indesejáveis podem ser reprimidos por uma postura pró ativa.

O PCP, para Motta (1987) tem como objetivo realizar o planejamento que orientará a produção e servirá de guia para o controle da mesma.

Martins (1993) defende que: "[...]o objetivo principal do PCP é comandar o processo produtivo, transformando informações de vários setores em ordens de produção e ordens de compra - para tanto exercendo funções de planejamento e controle - de forma a satisfazer os consumidores com produtos e serviços e os acionistas com lucros".

Segundo Moreira (1999), o planejamento da produção é que lança as bases para as atividades gerenciais, a fim de delinear as ações que devem ser seguidas, e em que momento agir para que se possa atingir os objetivos de uma organização. É importante ressaltar que só se pode planejar a partir do momento que a organização tenha bem definido seus objetivos, missão, visão e políticas.

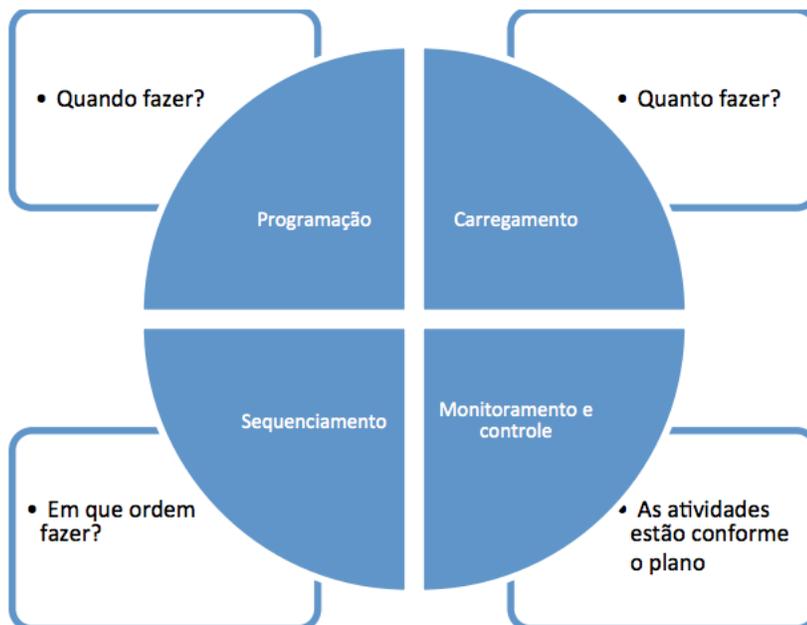
Russomano (1995) define PCP como uma função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, a fim de atender aos programas preestabelecidos, com economia e eficiência. Segundo o autor, o objetivo do PCP é a ordenação dos recursos produtivos de modo a atingir os resultados desejados em termos de quantidade, qualidade, prazo e lugar.

Em síntese, o Planejamento e controle da produção tem a função de dar apoio gerencial, concatenando informações de diferentes setores da Companhia e

coordenando a utilização de todos os seus recursos. Além disso, segundo Slack (1997), o PCP deve garantir que a produção ocorra eficazmente e que produza produtos e serviços adequadamente, garantindo ainda que se tenha o recurso certo, na hora certa, no local certo, na quantidade certa, na qualidade certa e no preço certo.

O objetivo do Planejamento e Controle da Produção é garantir que a produção de produtos e serviços não se disperse do planejado. Logo, o PCP possui as seguintes atividades, conforme a Figura 1:

Figura 1 – As atividades do PCP



Fonte: Elaborado a partir de Slack (2009)

3.2 A PRODUÇÃO ENXUTA

3.2.1 A HISTÓRIA DA PRODUÇÃO ENXUTA

Ao visitar os Estados Unidos, na década de 1950, o engenheiro chefe da Toyota, Taichi Ohno enxergou o quanto as unidades fabris da Ford estavam mais eficientes que as unidades fabris japonesas. Segundo Womack, Jones e Ross(1992), as novas propostas de Henry Ford estavam reduzindo custos ao máximo sem perder a qualidade

dos produtos. Era o surgimento da produção em massa, onde o objetivo primordial era a criação de produtos *user friendly*, ou seja, de fácil utilização para todo e qualquer tipo de pessoa. A diferenciação da montadora não parava por aí, pois havia uma completa e consistente intercambialidade entre as peças e facilidade de ajustá-las entre si. Tais inovações consagraram a fabricação com linha de montagem, tornando possível a realização de altos volumes com custo reduzido.

Como o Japão ainda sofria com as sequelas da Segunda Guerra Mundial, com crise econômica e baixa demanda, Ohno concluiu que, apesar do sucesso da montadora americana, o sistema de produção em massa com altos volumes e baixa variedade não se concretizaria no seu país. Uma reinvenção dos conceitos era necessária porque, caso contrário, a Ford não sairia do topo. A saída pensada pelo japonês foi uma maior flexibilidade, variedade de produtos e redução dos desperdícios (em especial a *overproduction*).

A nova filosofia iniciada pela Toyota não é, nem deve ser uma exclusividade deles. Pode ser aproveitada por todo tipo de organização em qualquer canto do mundo. Segundo Rother Shook (2012), trata-se de um sistema de gestão para as empresas como um todo. Segundo Quelhas(2008), o conceito do toyotismo se tornou extremamente popular através de uma publicação do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), no *best seller* “A máquina que mudou o mundo”, evidenciando a flexibilidade, produtividade, agilidade e a qualidade da produção.

A filosofia do STP se difundiu e, em par com outras técnicas existentes na época, foi batizada como *Lean Production*, em português, Produção Enxuta. Trata-se de uma estratégia organizacional com a finalidade de otimizar a utilização dos recursos e aumentar a satisfação por parte do público alvo. A Produção Enxuta possui o propósito de entregar produtos à custos reduzidos, otimizar os processos existentes e desenvolver as pessoas.

3.2.2 CONCEITO

3.2.2.1 Princípios do Sistema Toyota de Produção

Como evidenciado acima, a filosofia *lean* busca o aumento da produtividade por meio da redução ou eliminação total de desperdícios. Seu objetivo é fazer com que as empresas adotem seus ideais e, ao longo do tempo, tornem-se mais flexíveis e hábeis a entender, de fato, as necessidades de seu público alvo. Na publicação de Womack e Jones (2004), os princípios básicos da produção enxuta são apresentados conforme quadro 2:

Quadro 2 – Os cinco princípios da produção enxuta

Princípio	Descrição
Valor	As necessidades dos clientes que geram valor e cabe à empresa enxergar como supri-las, aplicar um preço junto a isso e, por fim, gerar lucros e se manter no mercado. Mas atente-se, quem define o que é valor para a organização é o cliente, não a própria companhia.
Fluxo de valor	O próximo ponto trata-se de identificar o fluxo de valor. Ou seja, entender todo processo e mapeá-lo, classificando-o em três diferentes tipos de atividades. São elas: atividades que definitivamente agregam valor, atividades que não agregam valor mas são necessárias para os processos e, por fim, as atividades que não agregam valor.
Fluxo contínuo	A criação de fluxos contínuos é o momento em que percebemos as reduções de estoque e a redução no tempo de produção de produtos ou serviços. É um período delicado em meio ao processo, pois é necessário que haja uma mudança na maneira em que as pessoas normalmente pensavam e começam a enxergar as melhorias do processo. Trata-se, resumidamente, de dar fluidez e suavidade ao fluxo.

Produção puxada	Trata-se do ponto em que a organização para de empurrar produtos no mercado e deixa que a demanda dite o ritmo de produção. É uma espécie de inversão do fluxo de produção.
Perfeição	O último princípio da filosofia enxuta é o mais importante. Deve ser absorvido por toda companhia e deve ser aplicado constantemente. Trata-se do <i>kaizen</i> , que nada mais é do que a constante busca por melhorias, buscando o chamado "estado ideal". Nesse momento os fornecedores, fabricantes, revendedores e distribuidores devem se envolver no processo para que justos eles possam encontrar a melhor forma de gerar valor aos clientes.

Fonte: Adaptado de Womack e Jones (2004)

3.2.2.2 Tipos de atividades do Sistema Toyota de Produção

Womack e Jones (1996) afirmam que desperdício é qualquer atividade que esteja consumindo recursos e, futuramente, não criará valor ao cliente. Conforme explicado anteriormente, Fluxo de valor é um dos princípios do STP onde são mapeadas todas as atividades do processo e são classificadas em três diferentes formas, conforme o quadro 3..

Quadro 3 – Atividades do STP

Princípio	Descrição
Atividades que agregam valor (AV)	Pode ser definida como uma atividade em que o cliente final reconhece seu valor e está disposto a pagar para ter esse valor.
Atividades que não agregam valor (NAV)	Atividades que não agregam valor ao produto são efetivamente desnecessárias. Retrabalho, conserto e retoque são exemplos de NAV. Elas precisam totalmente eliminadas.

Atividades necessárias, mas que não agregam valor

Atividades que não agregam valor ao produto, mas que são necessárias para sua produção (inspeções, por exemplo), e que, portanto devem ser reduzidas.

Fonte: Adaptado de Womack e Jones (1996)

3.2.2.3 Os sete tipos de desperdício

Conforme explicado anteriormente, o principal foco do *lean manufacturing* está na redução máxima de desperdícios. Segundo Ohno, reduzir desperdício nada mais é do que a redução das atividades que não agregam valor para o cliente final. Estas atividades que não agregam valor representam uma significativa parte do *lead time* (LT) e, quando reduzidas, reduz o LT.

A seguir será apresentado a maneira pela qual os desperdícios são classificados:

- Superprodução: trata-se de produzir quantidade superior ao necessário ou antes do momento programado. A consequência é um fluxo ineficiente de informações ou peças e alto índice de estoque ao longo do processo.
- Defeitos: são erros frequentes com documentação, processamento de informação, problemas na qualidade dos produtos, má performance das entregas
- Estoques: trata-se de uma consequência gerada pelo primeiro desperdício citado, a superprodução. Quanto maior o tempo em que a organização fica em posse daquele produto, mais tempo com recurso financeiro "parado" no armazém.
- Processos Inadequados: Uso incorreto de ferramentas, procedimentos, parâmetros ou sistemas utilizados frequentemente, quando abordagens mais simples são mais eficazes.
- Transporte: Movimentação excessiva de peças, componentes, matéria prima e produtos acabados dentro da própria empresa.

- Esperas: trata-se do período de inatividade de bens, pessoas e informações. Todo tempo deve ser direcionado às atividades que agregam valor ao produto.
- Movimentação: tal desperdício é relacionado à movimentação excessiva de materiais e circulação desnecessária dos colaboradores.

3.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

3.3.1 CONCEITO

Conforme descrito anteriormente, a produção enxuta tem como objetivo fazer com que os materiais fluam através dos processos, agregando valor para o consumidor, evitando qualquer tipo de interrupções e possíveis desperdícios, chegando junto ao cliente final de forma a suprir todas as necessidades dele. Para isso, se torna necessária a realização de uma análise holística do processo, sem focar apenas nos processos individuais, e buscar melhorias no todo e não somente em partes isoladas. Segundo ROTHER e SHOOK (2012), a ferramenta existente para auxiliar na criação de um fluxo de valor enxuto é denominada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que compreende o mapeamento do fluxo de materiais e do fluxo de informações.

Para que seja possível a criação do MFV, é necessário selecionar uma família de produtos de sua organização, considerar todas as etapas do processo (“porta a porta”), desenhar o estado atual com o intuito de enxugá-lo, desenha-se o mapa do estado futuro (ou ideal), com o objetivo de contemplar as oportunidades de melhoria e representar como os materiais e as informações deveriam fluir.

Figura 2 - Mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: Adaptado de ROTHER e SHOOK (2012)

A ideia básica é que o MFV é uma ferramenta extremamente simples, que utiliza apenas lápis e papel, mas irá ajuda-lo a enxergar o fluxo de valor como um todo. O que deve ser feito para alcançar o objetivo é simplesmente que o desenho seja feito seguindo a trilha de produção analisada, do fornecedor ao consumidor.

Segundo ROTHER e SHOOK (2012), o MFV é considerado uma ferramenta essencial pelos diversos motivos listados abaixo:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Você pode enxergar o fluxo como um todo.
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor.
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura.
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você pode discuti-las. De outro modo, muitos detalhes e decisões no seu chão de fábrica só acontecem por omissão.
- Combina conceitos e técnicas *lean*, o que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas ou ferramentas de forma isolada.
- Forma a base de um plano de implementação. Ao ajudá-lo a desenhar como o fluxo total de porta a porta deveria operar – uma parte que falta em muitos esforços *lean* – os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação *lean*. Imagine tentar construir uma casa sem uma planta!
- Mostra a relação entre o fluxo de informações e o fluxo de materiais. Nenhuma outra ferramenta faz isso.

- É muito mais útil que ferramentas quantitativas e diagramas de *layout* que produzem um conjunto de passos que não agregam valor, *lead time*, distância percorrida, a quantidade de estoque e assim por diante. O mapa do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa com a qual você descreve em detalhes como a sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo. Números são bons para criar um senso de urgência ou como medidas e comparação antes/depois. O mapeamento do fluxo de valor é bom para descrever o que realmente você irá fazer para chegar a esses números.

Ainda baseando-se em ROTHER e SHOOK (2012), o mapeamento do fluxo de valor deve seguir as seguintes etapas:

- Decidir família de produtos: Buscar uma família de produtos que contenha um grupo de produtos que possuem etapas semelhantes dentro do processo.
- Desenhar os estados atual e futuro (ou ideal). São realizados a partir de informações coletadas no chão de fábrica.
- Planejar trabalho e implementação: Elaborar um plano para implementação simples, que descreva como se quer chegar ao estado futuro.
- Identificar os processos desenhados no MFV e coletar informações, que deverão ser colocadas em caixa de dados padrão que poderão conter os seguintes itens:
 - Tempo de ciclo (T/C): Tempo decorrido entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo, registrado em segundos.
 - Tempo de troca (T/TR): Tempo decorrido para alterar a produção de um tipo de produto para outro, o *setup*.
 - Disponibilidade: Tempo em que cada turno está disponibilizado para atuar no processo, os tempos de paradas e manutenção devem ser descontados.
 - Índice de rejeição: Índice que determina a quantidade de produtos defeituosos provenientes do processo.

- Quantidade de colaboradores necessários para atuar no processo.

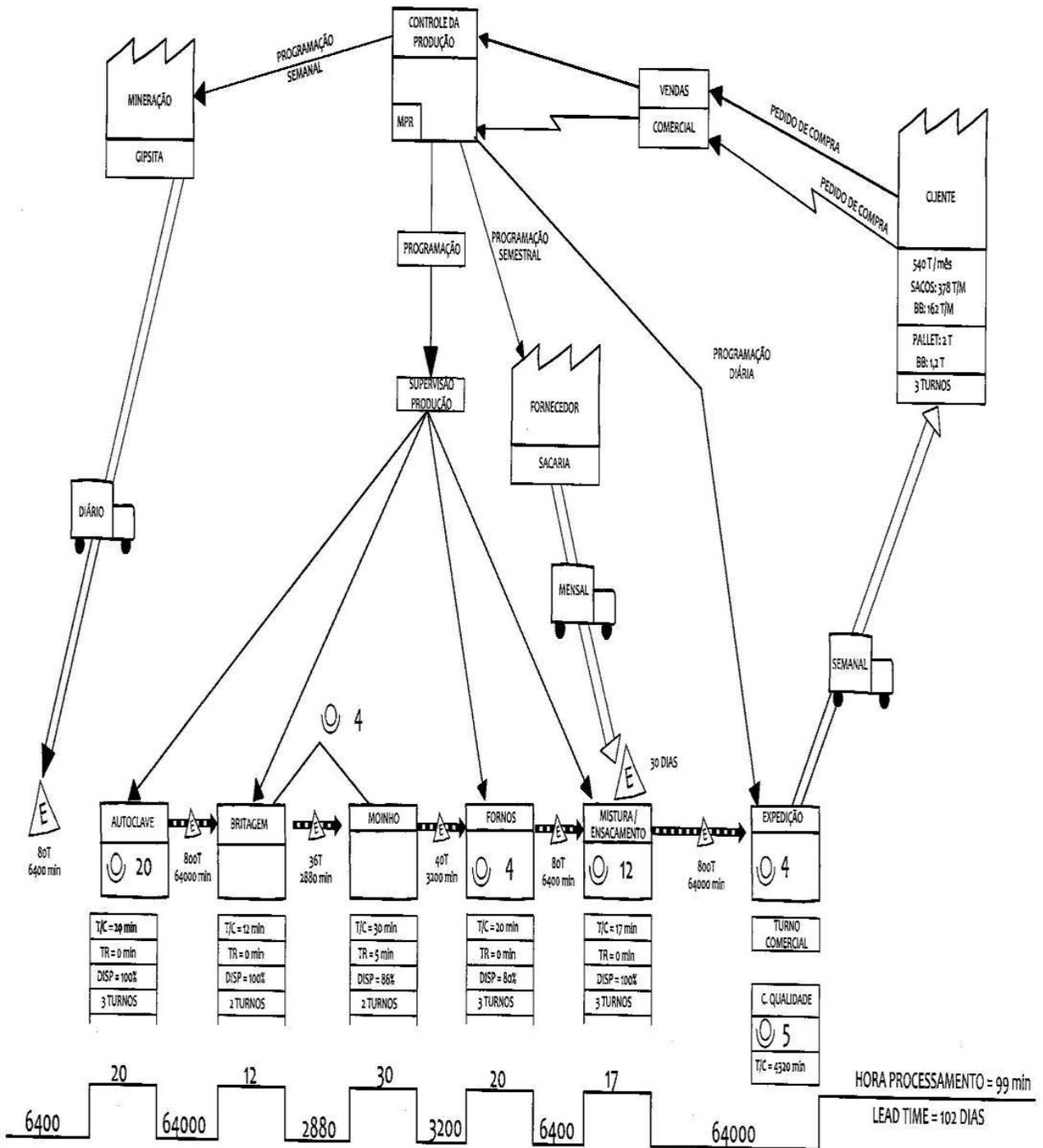
3.3.2 CASE – MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Baseado em Elias, Oliveira e Tubino (2011), o estudo completo abaixo foi realizado em uma indústria de gesso localizada na cidade de Nova Olinda-CE. Trata-se de uma empresa de médio porte, com aproximadamente 100 funcionários diretos e indiretos. A empresa em questão não possuía nenhum conhecimento a respeito da manufatura enxuta. Seus operários são de baixo nível educacional e não são instigados a identificar desperdícios durante a manufatura. Segundo os autores, não existe nenhuma movimentação dos gestores no sentido de incentivar os operários a melhorar o processo, nem orientação com intuito de reduzir possíveis desperdícios.

Após a segregação das famílias de produtos, escolheu-se uma delas para se realizar o mapeamento do estado atual. No caso desse estudo fez-se uma pesquisa do histórico de vendas por família de produtos da empresa. Esse levantamento foi realizado em toneladas vendidas por mês, desde agosto de 2009 até março de 2010. Por terem um volume de produção mediano, mas, sobretudo por ser a família que agrega mais receita para a empresa e por possuir um fluxo de processo bastante interessante, decidiu-se mapear a família de gessos “ALFA” do tipo 1. A figura 3 abaixo ilustra o MFV Atual.

Figura 3 – MFV Atual da Indústria de Gesso

MAPA DE FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL - INDÚSTRIA DE GESSO



Fonte: Elias, Oliveira e Tubino (2011)

Segundo os autores, como resultado do mapeamento do fluxo de valor na empresa em estudo identificaram-se alguns pontos de desperdício:

- *Lead time* longo devido ao elevado estoque de pedras calcinadas em alto claves e alto estoque de matéria prima (gipsita)
- Problemas na programação com o fornecedor de gipsita;
- Departamento de vendas afastado 550 Km da fábrica que gera problemas e dificuldades na programação da produção;
- Frequente antecipação dos pedidos por parte dos clientes;
- Equipamentos com baixa disponibilidade, cerca de 80% em média;
- Constantes mudanças de programação devido a antecipações e mudanças pelo setor de vendas
- Falta de padronização dos procedimentos da unidade fabril

Baseado em Elias, Oliveira e Tubino (2011), o objetivo do case é reduzir o *lead time* do processo, aumentar a capacidade produtiva e alcançar um estado futuro enxuto. As premissas da manufatura enxuta desencadearam um planejamento de algumas ações para o melhoramento do processo, são elas:

- Mecanização no setor de autoclaves para diminuir os tempos de carga e descargas das pedras que atualmente são feitas manualmente;
- Desenvolvimento de um sistema *Kanban* para o fornecimento do minério de gipsita;
- Elaboração de um gráfico de Pareto para se estudar as causas da baixa disponibilidade dos equipamentos e assim propor melhorias;
- Diminuição de estoques de produtos acabados;
- Implantação de um sistema de supermercados para reposição de embalagens;
- Desenvolvimentos de um sistema puxado;
- Plano de treinamento dos funcionários para a manufatura enxuta.

Tabela 1 – Comparativo dos resultados esperados

Indicador	Antes	Depois	Ganho
Estoque gipsita calcinada	44 dias	0 dias	100%
Estoque produto acabado	44 dias	22 dias	50%
<i>Lead Time</i>	102 dias	34,3 dias	66%
Disponibilidade fornos	80%	90%	12,5%
Disponibilidade Moinhos	86%	90%	4,6%

Fonte: Elias, Oliveira e Tubino (2011)

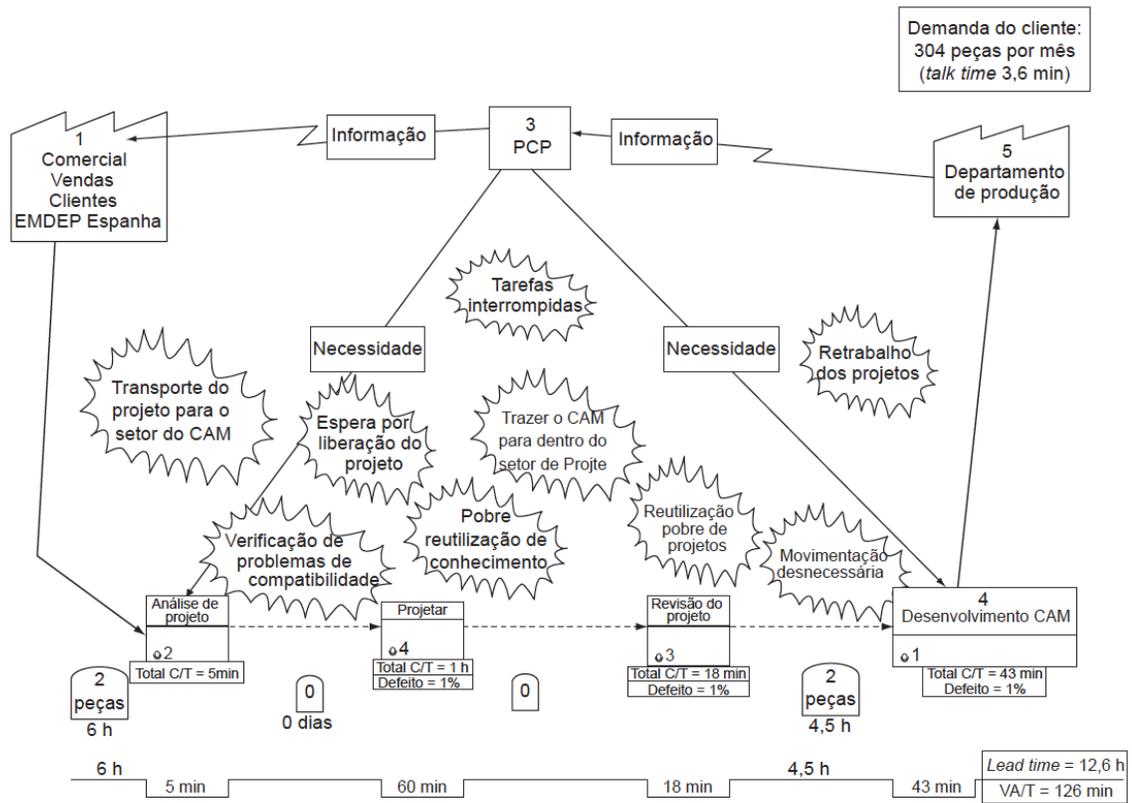
3.4 REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

3.4.1 CASE –REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

O estudo de caso a seguir foi realizado por Salgado, E.G.; Mello, C.H.P.; Silva, C.E.S.; Oliveira, E.S.; Almeida, D.A. (2009). Trata-se de um exemplo de aplicação de MFV e redução de desperdícios em uma pequena empresa que atua no mercado de autopeças produzindo *Ring Out Boards*(ROB). Esses equipamentos são responsáveis pela aprovação elétrica e de componentes de chicotes elétricos. A EMDEP Brasil Ltda. possui ainda unidades fabris na Espanha, México e Marrocos e está localizada na cidade de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. O estudo em questão abordará a ferramenta de redução de desperdícios em um processo administrativo da Companhia.

A Figura 6 ilustra o MFV do estado atual da empresa estudada.

Figura 6 – MFV do estado atual da indústria de autopeças



Fonte: Adaptado de Salgado, E.G.; Mello, C.H.P.; Silva, C.E.S.; Oliveira, E.S.; Almeida, D.A. (2009)

Após realizado o mapeamento do fluxo de valor do estado atual da empresa, foram identificados os seguintes desperdícios no processo, listados no quadro 4.

Quadro 4 – Desperdícios na indústria de autopeças

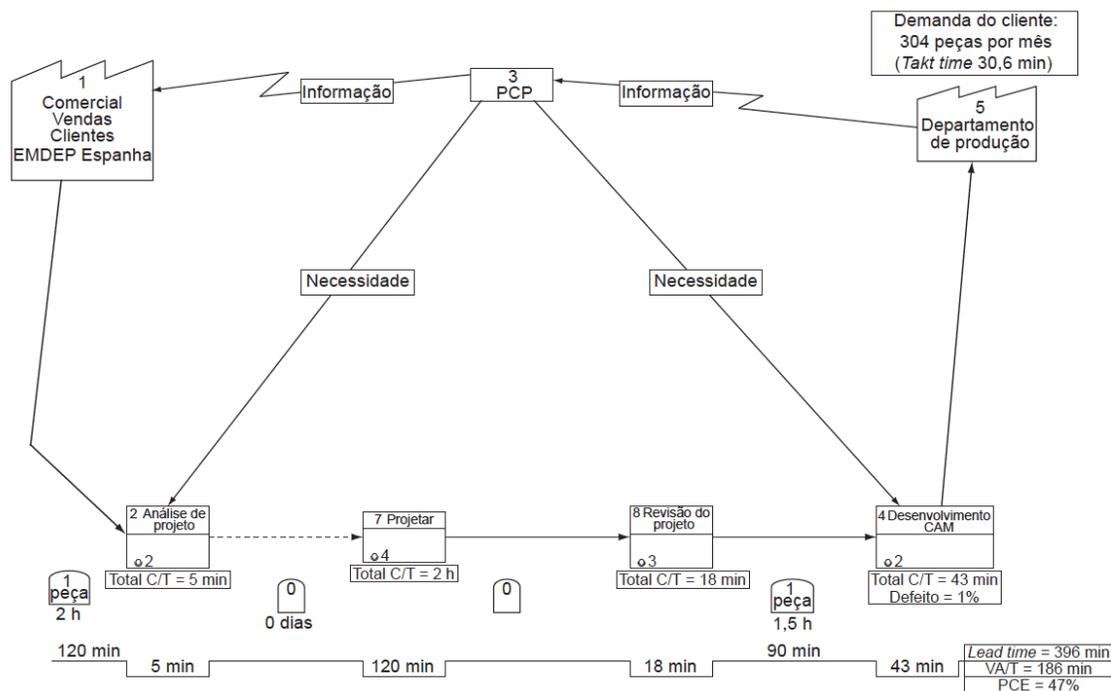
Desperdício		Comentários das causas relevantes dos desperdícios
Teórico	Empírico	
Espera	Espera por liberação do projeto	Ordens de serviço incompletas (especificações de projeto), falta de amostra dos conectores e conectores danificados.
Limitações nos recursos de TI	Problemas de incompatibilidade	Recepção de arquivos de clientes com extensão incompatível com os softwares utilizados na empresa.
Movimentação desnecessária	Deslocamento físico dos funcionários	Parte dos recursos (cópias, arquivos físicos, CAM, etc.) utilizados no PDP necessita de que o funcionário se desloque significativamente de sua estação de trabalho.

Reinvenção	Reutilização pobre do conhecimento	A formação de um projetista da empresa é feita principalmente por treinamento no posto de trabalho. Porém, o reduzido número de projetistas e o elevado número de projetos não permite a captação e socialização do conhecimento gerado. Além disso, a troca de conhecimento entre as unidades existentes em outros países ocorre informalmente quando o projetista é parcialmente alocado em outra unidade para atender ao aumento na demanda de projetos. O mecanismo corporativo de gestão do conhecimento é restrito aos registros dos projetos.
Reutilização	Reutilização pobre de projetos	Todos os projetos são cadastrados, porém a sua indexação entre as plantas de outros países não existia. Com a implantação de um banco de dados unificado a duplicação de projetos teve uma acentuada redução. Porém, ainda existem projetos que não foram cadastrados.
Defeitos	Retrabalho – informação errônea do projeto	Retrabalhos encontrados foram devido a informações erradas como silhueta justa, tampa não conforme, não garantia de alinhamento dos terminais e conector com travamento incorreto.
Transporte	Ir e vir das tarefas/ tarefas interrompidas	Ocorre quando o setor da produção tem dúvidas com relação ao produto do projeto e se desloca ao setor do PDP para sanar a dúvida, interrompendo a atividade do projetista. Os projetistas, ao final do desenvolvimento, transportam as informações até o setor do CAM. Grande parte da comunicação é direta, apesar de existirem outros meios (registros, documentos, telefone, e-mail, etc.). Por ser a empresa de pequeno porte, prefere-se a comunicação direta.
Inventário	Filas no caminho crítico	Foram identificadas filas no setor do CAM para desenvolvimento dos projetos.

Fonte: Adaptado de Salgado, E.G.; Mello, C.H.P.; Silva, C.E.S.; Oliveira, E.S.; Almeida, D.A. (2009)

Após a série de desperdícios serem identificados e um plano de ação ter sido criado, o mapa do fluxo de valor do estado futuro foi idealizado, conforme figura 6:

Figura 6 – MFV do estado final da indústria de autopeças



Fonte: Adaptado de Salgado, E.G.; Mello, C.H.P.; Silva, C.E.S.; Oliveira, E.S.; Almeida, D.A. (2009)

Portanto, Salgado, E.G.; Mello, C.H.P.; Silva, C.E.S.; Oliveira, E.S.; Almeida, D.A. (2009) puderam concluir que a pesquisa permitiu verificar que a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor é útil para ser aplicada e auxilia a redução dos desperdícios. Além disso, o pensamento enxuto é mais do que um modelo de produção diferenciado. A utilização dessa filosofia representa uma mudança geral na empresa, principalmente na cultura das pessoas, podendo ser aplicada em toda empresa, bem como no processo de desenvolvimento de produtos.

Por fim, os autores afirmam que o objetivo do estudo foi alcançado, pois os desperdícios inerentes ao processo foram listados e a proposição de melhorias no sentido de mitigá-los foi concretizada.

4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será abordado o estudo de caso da fábrica de cimentos da Votorantim, contendo informações sobre o Grupo, o cenário anterior, as propostas de melhoria.

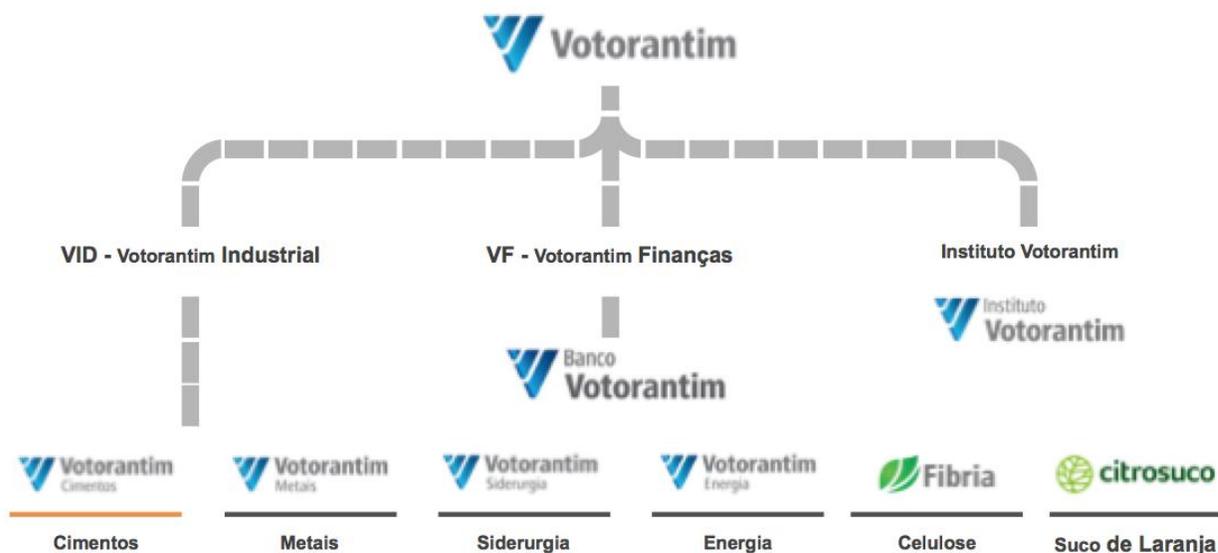
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA: O GRUPO VOTORANTIM

Os negócios da Votorantim se caracterizam pela diversificação do portfólio, ao mesmo tempo em que mantêm um modelo de gestão unificado e compartilham a mesma Visão e Missão e os mesmos Valores e Crenças. O Grupo Votorantim nasceu de uma fábrica de tecidos, fundada em 1918, na cidade paulista de Votorantim. Desde então, diversificou suas atividades e manteve-se em contínuo crescimento. O primeiro passo rumo à expansão ocorreu em 1933, ano que marcou o início de sua atuação na indústria cimenteira com a aquisição da Fábrica de Santa Helena, localizada na cidade de Votorantim, no estado de São Paulo. Dois anos após esta expansão, no ano de 1935, o Grupo se amplia com a aquisição da Companhia Nitro Química. Ele foi seguido pela inauguração, 20 anos mais tarde, da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), primeira indústria do setor a atuar no Brasil.

Em continuidade à sua estratégia de crescer de forma consistente e diversificada, no final da década de 1980 o Grupo passou a investir em papel e celulose e, três anos depois, ingressou no setor financeiro, com a constituição do Banco Votorantim. Para fazer frente ao contínuo crescimento de suas operações em diversas áreas, em 2001, criou a holding Votorantim Participações (VPar). Assim, deu o passo decisivo para a internacionalização de seus negócios.

É uma empresa 100% brasileira, que está presente em mais de 20 países e que, em 2016, completa 98 anos de atividade. O modelo de atuação da empresa é multiplataforma, com diferentes negócios e uma ampla gama de produtos e serviços. A Votorantim está presente nos segmentos Industrial e Financeiro, conforme ilustra a figura 7.

Figura 7 – Estrutura Grupo Votorantim

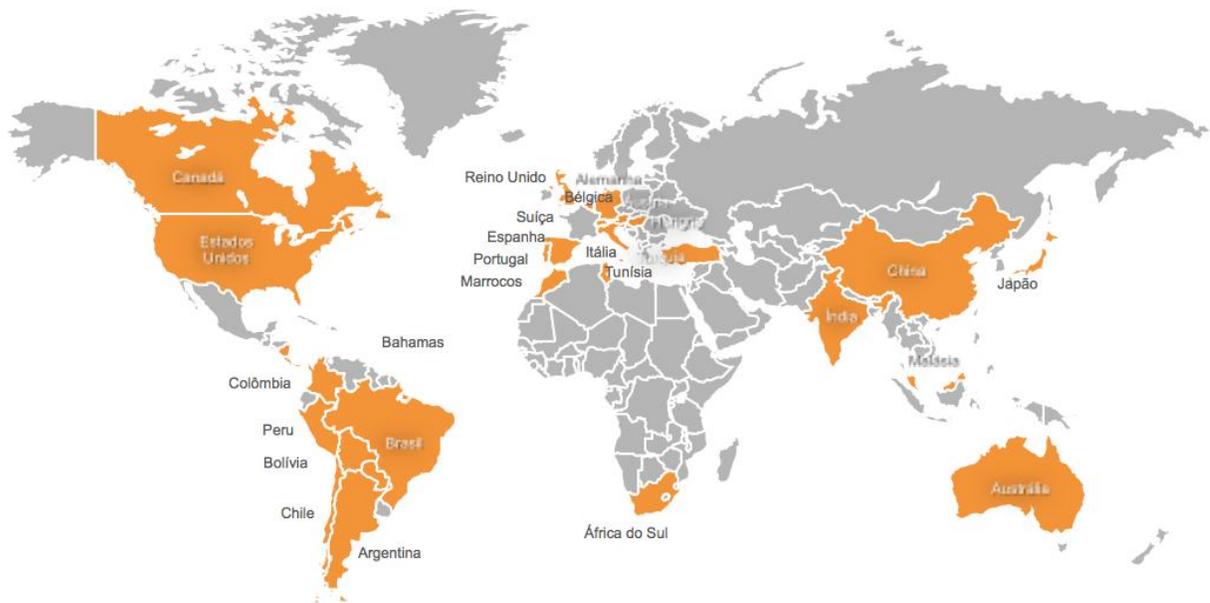


Fonte: Material Institucional do Grupo Votorantim

O modelo de governança corporativa do Grupo Votorantim alia controle acionário familiar a uma base de executivos na condução dos negócios. Ele é pautado por um conjunto de princípios, iniciativas e estruturas de gestão capaz de conferir visão integrada e grande agilidade na tomada de decisões. Também agrega as melhores práticas de empresas familiares e privilegia a visão estratégica de longo prazo dos negócios e o interesse coletivo, com foco em resultados e na meritocracia.

O Grupo possui mais de 54.000 empregados, espalhados em mais de 250 municípios nos 20 países em que atua, conforme a figura 9. A Votorantim está entre as 13 empresas brasileiras com mais operações no exterior, segundo pesquisa realizada pela The Boston Consulting Group (BCG). A figura 8 a seguir ilustra os países que contam com a presença da Votorantim.

Figura 8 – Presença global do Grupo Votorantim



Fonte: Material Insitucional do Grupo Votorantim

- Peru
- Bolívia
- Chile
- Argentina
- Uruguai
- Brasil
- Bahamas
- Marrocos
- Espanha
- Portugal
- Bélgica
- Peru
- Bolívia
- Chile
- Argentina
- Uruguai
- Brasil
- Bahamas
- Marrocos
- Espanha
- Portugal
- Bélgica
- Inglaterra
- Áustria
- Alemanha
- Suíça
- Hungria
- Itália
- Tunísia
- Turquia
- Índia

4.1.1 VOTORANTIM CIMENTOS

Com mais de 80 anos de história, a Votorantim Cimentos tem foco em se consolidar como a empresa de materiais de construção comprometida com o sucesso

do cliente, buscando sempre a excelência pautada em quatro pilares: Foco no Cliente, Excelência Operacional, Práticas Sustentáveis e Gente com Autonomia.

Líder brasileira no segmento e sétima colocada no ranking mundial, a Votorantim Cimentos está presente no negócio de materiais de construção (cimento, concreto, agregados e argamassas) desde 1933 sendo uma das maiores empresas globais do setor. Possui cerca de 15.700 funcionários, capacidade produtiva de 54.5 milhões de toneladas/ano de cimento, receita líquida de 12.9 bilhões de reais e lucro líquido de 1,1 bilhão de reais. A companhia possui unidades estrategicamente localizadas próximas aos mais importantes mercados consumidores em crescimento e está presente em 14 países nas Américas, Europa, África e Ásia. São eles: Brasil, Bolívia, Estados Unidos, Canadá, Chile, Argentina, Uruguai, Espanha, Índia, Turquia, Marrocos, Tunísia e China. Possui grandes marcas dos segmentos de cimento, concreto, gesso, argamassa, agregados, bloco de vidro, cal e calcário agrícola. São elas:

- Votoran, Itaú, Poty, Tocantins, Aratu, Votomassa, Matrix, Engemix, Cimento Ribeirão, Pavilit, Normalit, Blocolit, St. Marys, Suwannee, CBM, HuttonTransport, Prairie, Prestige, Cimentos Cosmos, Pulmor, AsmentTemara, JbelOust, Ybitas e Kamal.

Figura 9 -Países de atuação da Votorantim Cimentos



Fonte: Material Institucional do Grupo Votorantim

Nos Estados Unidos as operações estão predominantemente localizadas na região central, conforme figura 10. Possui uma capacidade instalada de mais de 5 milhões de toneladas de cimento por ano. Esse volume é realizado através de 4 fábricas de cimento, 2 centrais de moagem, 112 centrais de concreto e 42 plantas de agregados.

Figura 10 - Atuação nos Estados unidos



Fonte: Material institucional do Grupo Votorantim

No Brasil, possui um time próximo de 15.000 colaboradores, opera 18 plantas de cimento, 10 moagens, 129 centrais de concreto, 25 plantas de agregados, 9 plantas de argamassa e 1 unidade de cal. O portfólio é abrangente e possui as seguintes marcas:

- Votoran, Itaú, Poty, Tocantins, Aratu, Votomassa, Matrix, Engemix, Cimento Ribeirão, Pavilit, Normalit, Blocolit.

Toda essa estrutura está dividida em quatro regionais dentro do Brasil: Centro-Norte, Nordeste, Sul e Sudeste.

4.1.2 REGIONAL CENTRO-NORTE

A Regional Centro-Norte é composta por cinco centros de distribuição (CDs) e nove fábricas, conforme figura 11. Possui maior raio de atendimento dentre as outras regionais, atendendo o centro-oeste e o norte brasileiro, além de parte do Maranhão e parte da Bahia.

Figura 11 -Divisão da Regional Centro-Norte

REGIONAL CN	CN 1	Fáb. Edealina
		Fáb. Sobradinho
		Fáb. Xambioá
		CD Goiânia
	CN 2	Fáb. Cuiabá
		Fáb. Corumbá
		Fáb. Nobres
		Fáb. Porto Velho
	CN 3	CD Campo Grande
		Fáb. Barcarena
		Fáb. Primavera
		CD Belo Monte
		CD Belém
		CD. Luis Eduardo Magalhães

Fonte: Autor (2016)

4.1.3 FÁBRICA DE SOBRADINHO

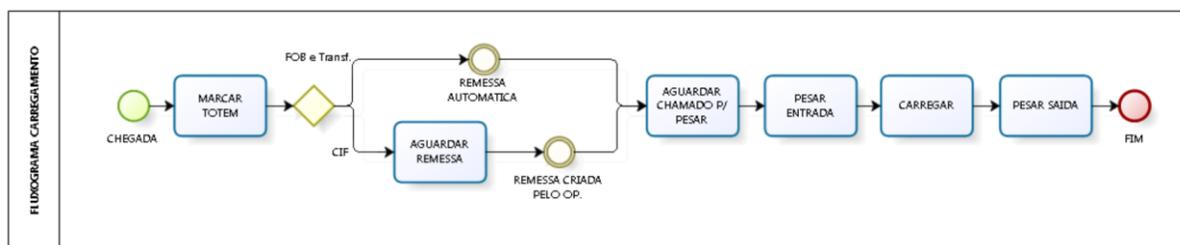
Localizada na cidade de Sobradinho, no Distrito Federal, a unidade tem capacidade produtiva de 6500 toneladas de cimento por dia. Para tornar esse dado uma realidade, existem 273 funcionários próprios e 250 funcionários terceirizados. Além de atender todo Distrito Federal, parte do estado de Goiás e sul do Tocantins, a unidade abastece o CD Goiânia e o CD de Luís Eduardo Magalhães na Bahia.

4.2 CENÁRIO ATUAL

4.2.1 O CARREGAMENTO

O processo de carregamento é marcado pela chegada do transportador na unidade, passando pelo carregamento e finalizando com a liberação para entrega. Para um melhor entendimento, foi realizado um mapeamento do processo em questão, conforme figura 12 e, em seguida, uma breve explicação de cada etapa.

Figura 12 – Fluxograma do Carregamento



Fonte: Autor (2016)

O fluxograma do carregamento ilustra o caminho percorrido pelo motorista do caminhão durante o período que o mesmo se encontra nas instalações da fábrica. Primeiramente, ao chegar na fábrica, ele sinaliza para a expedição que ele está disponível para carregamento. Esse processo é realizado por um totem virtual, conectado ao SAP, que detém informações sobre a quantidade de material que pode ser carregada no veículo. Vale lembrar que, ao chegar na fábrica, o transportador não tem conhecimento do cliente que ele irá atender. Apenas no momento em que ele recebe a remessa (ordem de carregamento), ele consegue visualizar o material que será carregado e qual cliente ele irá realizar a entrega. Assim que a remessa é recebida pelo transportador, ele deve aguardar a autorização de entrada na fábrica. Com a autorização recebida, ele pode dirigir-se à balança de entrada. Nesse momento, fica registrado no sistema o peso inicial de seu veículo (para conferência na saída) e o operador cola no veículo uma informação de quantidade a ser carregada. Tal informação será utilizada posteriormente pelo operador de empilhadeira, responsável por carregar o caminhão. Com o caminhão devidamente carregado, o transportador pode dirigir-se à balança de saída, finalizando o processo.

4.2.2 O TMAC

Por se tratar da segunda maior fábrica da Regional Centro-Norte, a unidade de Sobradinho sempre esteve no radar do corpo de gestores da Companhia. Dentre os diferentes indicadores de produtividade que visam avaliar o rendimento e a eficiência dos processos nas empresas, a unidade enfrentava dificuldades na gestão do tempo médio de atendimento ao cliente (TMAC). Esse indicador mede o tempo entre o motorista receber determinada remessa de material para determinado cliente, até o momento em que ele sai carregado da fábrica. Ou seja, é a medição do tempo do processo de carregamento explicado anteriormente. O Supervisor de Logística é o dono do indicador sendo diretamente cobrado pelo desempenho do mesmo.

O TMAC é medido via sistema e é dividido em duas partes:

- TME: Tempo média de espera. Medição entre o motorista receber uma remessa e realizar a pesagem de entrada na fábrica.
- TMC: Tempo médio de carregamento. Inicia-se posteriormente à pesagem inicial e termina após a pesagem final, com veículo já carregado.

O objetivo do projeto é a proposição de melhoria do indicador TMAC. Esse indicador é medido a partir do momento em que o cliente faz sua marcação no Totem (primeira etapa do processo de carregamento), sendo contabilizado até o momento de saída dele da balança de pesagem (última etapa do processo de carregamento). A redução desse indicador é uma meta de toda organização e, além disso, é ponto de extrema importância na melhoria do atendimento aos clientes, reduzindo o *leadtime*

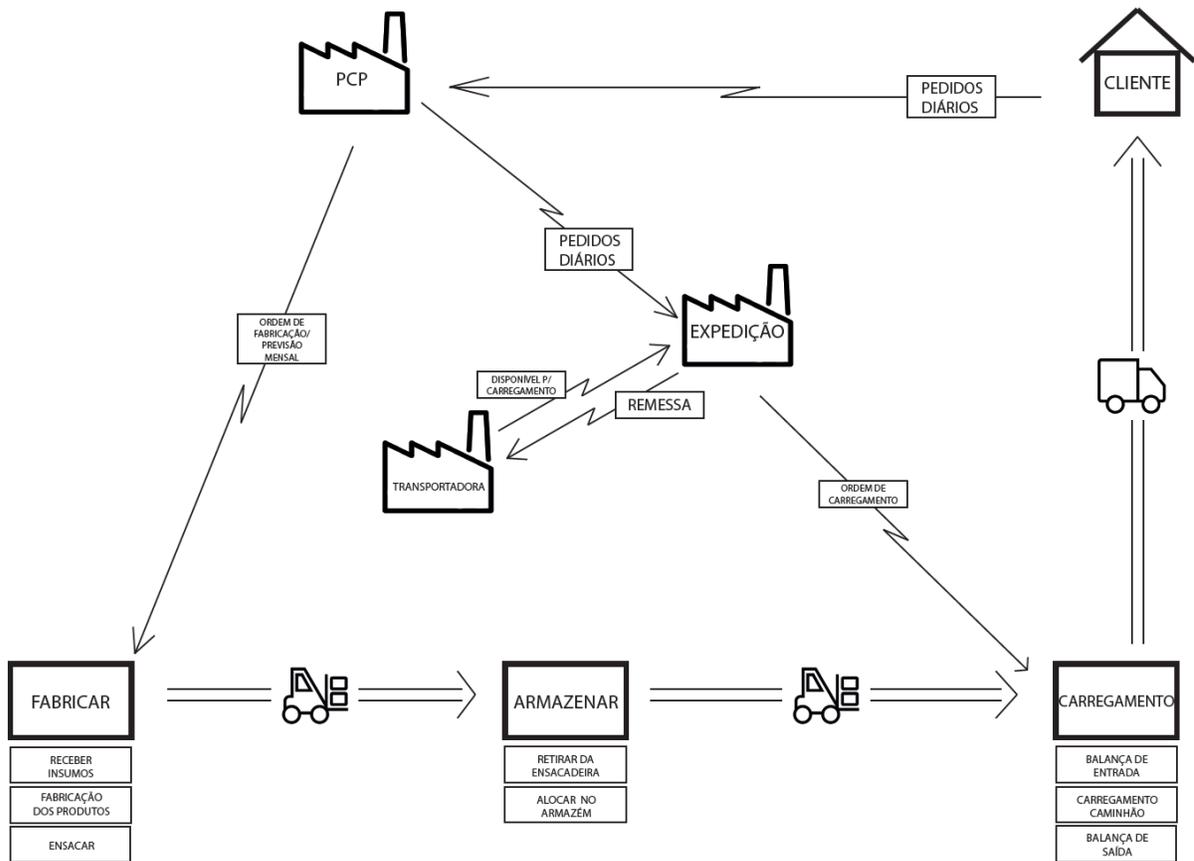
Quando um motorista chega à unidade ele realiza uma marcação em um totem eletrônico, sistema que registra disponibilidade de carregar. Nesse sistema, estão armazenadas informações sobre o motorista e informações sobre a capacidade de carregamento do veículo. Ao ser marcado, o motorista aguarda receber uma remessa de material que nada mais é que: endereço do cliente, material pedido e quantidade a ser carregada. Com a remessa devidamente recebida, inicia-se a contagem do TME e o motorista aguarda ser autorizado para entrar e carregar.

Devidamente autorizado, o motorista dirige-se à pesagem de entrada. Essa pesagem marca o fim do TME e início do TMC. Após a pesagem ser realizada, o motorista é liberado e deve se dirigir ao ponto de carregamento. Por questões de segurança, na área de carregamento o motorista deve se manter dentro do veículo com o mesmo desligado. Nesse momento, os operadores de empilhadeira realizam o carregamento do material solicitado. Assim que o veículo está totalmente carregado, ele recebe uma autorização para prosseguir à balança de saída. Ao realizar a última pesagem, finaliza-se a contagem do TMC e, conseqüentemente, do TMAC.

4.2.3 MAPA DO FLUXO DE VALOR

O Grupo Votorantim utiliza um sistema ERP chamado SAP, no qual é contido todo fluxo de informação da empresa. Sendo assim, nosso Mapa de Fluxo de Valor inicial será exatamente igual ao final, uma vez que a permissão para alterar esse fluxo não foi concedida. Para o trabalho em questão, o MFV é utilizado com o intuito de proporcionar uma visão holística do processo de carregamento, sendo base para as sugestões de melhoria na redução de desperdícios do processo de carregamento.

Figura 13 -MFV da Votorantim Cimentos



Fonte: Autor (2016)

No MFV acima, torna-se possível o entendimento mais detalhado do processo. Primeiramente o cliente realiza diariamente o pedido ao PCP da unidade. Mensalmente o PCP realiza uma previsão de carregamento para a Fábrica, que fica encarregada de fabricar os produtos conforme previsão e armazená-los.

Assim que recebe o pedido do cliente, o PCP fica incumbido de informar a expedição o que foi solicitado. Com o pedido no sistema, a Expedição seleciona um transportador que, a todo momento, informa sua disponibilidade de carregamento. Assim que selecionado o transportador responsável pelo pedido, o mesmo recebe uma remessa de carregamento. As informações sobre o transportador e o pedido são passadas para o setor do carregamento que, ao carregar o veículo, libera-o para entrega.

4.2.4 DIAGNÓSTICO

O processo analisado no presente estudo é o de carregamento, com o objetivo principal de propor melhorias para redução do *KPI* TMAC.

O desenvolvimento deste estudo de caso será demonstrado com a aplicação da Redução de Desperdícios, um dos métodos e ferramentas de Produção Enxuta. Tanto o Mapa do Fluxo de Valor quanto o mapeamento do processo de carregamento auxiliaram para o melhor entendimento dos pontos de melhoria cabíveis para o cenário atual da empresa. Os principais desperdícios constatados, que implicam diretamente o *KPI* TMAC estão listados no quadro 5:

Quadro 5 – Desperdícios do processo de carregamento

Superprodução	Em uma das reuniões com os gestores de produção da fábrica, ficou claro que a programação evitava ao máximo a realização de <i>setups</i> de produção. Ou seja, a unidade passava um longo período produzindo o mesmo material, acumulando muitos dias de suficiência de estoque. Segundo informações internas, a ordem de produção era a mesma há anos e raramente as quantidades a serem produzidas eram alteradas. Esse fato acontece por conta da política de estoque existente ser totalmente descartada, pois era considerada ineficiente.
Defeitos	N/A
Estoques	Foi constatado que a unidade tinha diversos problemas com os estoques. Ao mesmo tempo que existiam produtos muito próximos do vencimentos, com uma alta quantidade, existiam produtos que não eram produzidos porque não existia espaço para armazenar. Ou seja, a planta era simultaneamente afetada por falta de espaço no armazém, <i>stockout</i> de produtos e perda de produtos por vencimento.
Processos	N/A
Transporte	Como consequência da superprodução, os produtos eram alocados, dentro do armazém, nos lugares onde existia espaço, sem uma preocupação com a movimentação da empilhadeira para buscar o material na hora do carregamento. Dessa forma, foi verificado produtos de alto giro (itens de curva A) alocados ao final do armazém, gerando um transporte excessivo da empilhadeira e de materiais ao longo do galpão. Em contrapartida, existiam produtos baixo giro (curva C) em posições muito próximas ao ponto de carregamento (ocupando lugar dos itens de alto giro).
Movimentação	O guichê da balança é localizado exatamente entre a balança de entrada e a balança de saída. Cada uma é operada por um computador e uma impressora. A distância entre os lados do guichê é de aproximadamente 5 metros e existia apenas um colaborador encarregado de atender os dois lados. O mesmo necessitava de levantar a todo momento para que pudesse fazer a liberação dos veículos em cada lado.
Espera	Foi percebido que o período entre receber a remessa e realizar a pesagem de entrada (TME) em muitos casos era superior a 1h. Ao analisar mais a fundo, percebemos que muitos motoristas tinham moradia nos arredores da fábrica e, por pura comodidade, voltavam para casa para aguardar autorização de entrada (poderia ser visualizada no Totem e também era recebida via SMS). Sendo assim, o tempo entre eles retornarem à fábrica, ligarem o veículo e dirigirem-se à balança era altíssimo. A partir do momento em que o motorista recebe a remessa de carregamento ele deve aguardar a autorização para entrada na fábrica. Tal autorização é concedida quando o número de veículos dentro da unidade é no máximo três (um veículo carregando, um veículo em trânsito entre balança de entrada e carregamento e, por fim, um veículo entre carregamento e balança de saída). Nessas condições, foi constatado que as empilhadeiras ficavam parte do tempo ociosas, assim como os operadores de balança.

Fonte: Autor (2016)

4.2.5 PROPOSTAS DE MELHORIA

Após os desperdícios terem sido apresentados a um dos gestores da unidade, foi realizado um *brainstorming* para que pudessem ser apresentadas as propostas de melhoria no processo para redução do TMAC. As melhorias serão apresentadas no quadro 6, da mesma maneira em que foram apresentados os desperdício.

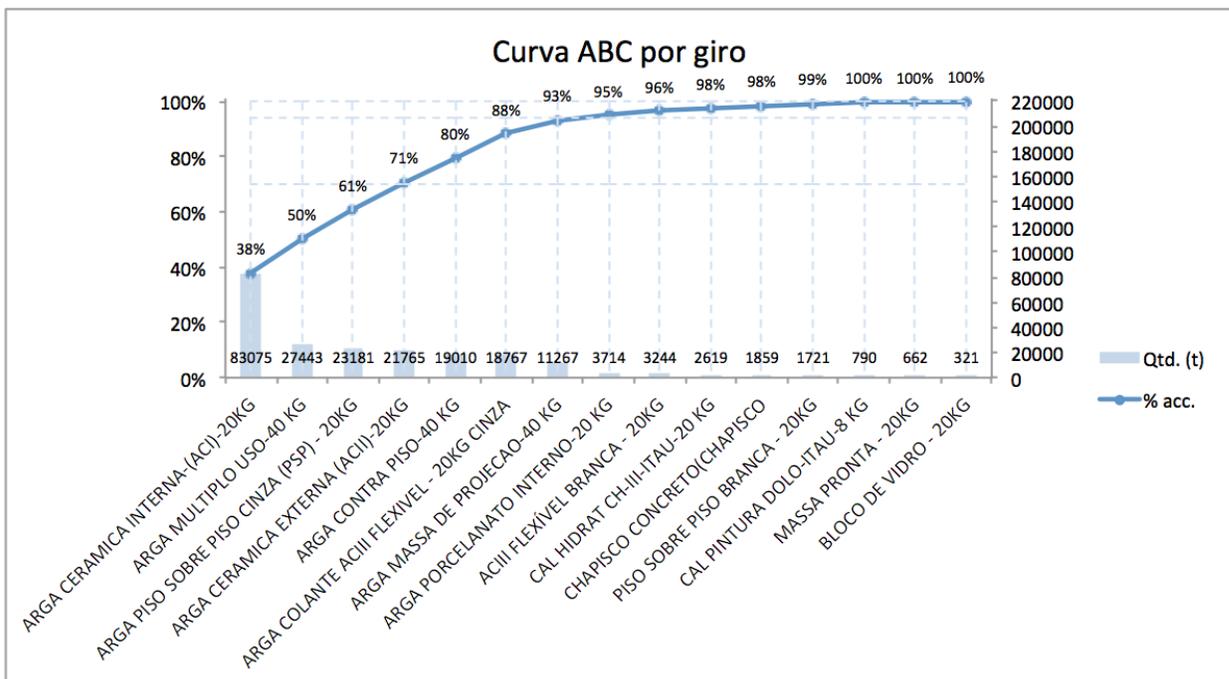
Quadro 6 –Proposta de melhoria do processo de carregamento

Superprodução	Apesar do defeito apresentado não ser diretamente parte do processo de carregamento, ele impacta diretamente o desempenho do armazém. Em reunião com os gestores de produção e gestores de logística, ficou acordado que seria proposta uma nova política de estoques para a unidade. Com isso, a área de produção se comprometeu em basear sua programação semanal em cumprimento das novas regras do estoque. Para esse caso foi realizado um estudo do histórico de vendas da unidade, que resultou em uma curva ABC. A curva possibilitou a percepção de quais os produtos eram cruciais para a companhia. Com isso, foram considerados os desvios padrões de cada produto para a formulação da nova política de estoques. Com a adoção dessa política por parte da produção, é possível reduzir consideravelmente a superprodução, garantir o mix de produtos no estoque e, além disso, que a produção fosse capaz de prevenir possíveis flutuações de demanda através da flexibilidade de produção. Para melhor descrever essa melhoria, as figuras abaixo 7 e 8, ilustram respectivamente a Curva ABC e a Política de estoques. Por questão de compliance, os gestores solicitaram que o memorial de cálculo não fosse exibido.
Defeitos	N/A
Estoques	Como o desperdício de estoque é diretamente relacionado ao desperdício de superprodução, a soluções de melhoria apresentada anteriormente é base para essa melhoria. Sendo assim a, ao adotar-se a Política de Estoques, é necessário e uma revisão mensal da mesma. Essa revisão irá garantir que possíveis flutuações de demanda, inclusão de novos produtos e descontinuidade de produtos, sejam consideradas.
Processos	N/A
Transporte	A melhoria proposta para esse desperdício se baseou em uma nova definição da disposição dos produtos no layout do armazém. A alocação dos produtos não era bem definida, isso era consequência da falta de aderência da política de estoque. Baseado na política de estoques apresentada e também na busca em reduzir o transporte de material, foi proposto uma nova configuração de layout. Nele foram trazidos os produtos de alto giro para as proximidades do ponto exato de carregamento do transportador. Isso faz com que a movimentação da empilhadeira seja menor e que, conseqüentemente, o tempo de carregamento seja reduzido. Além de alterar a disposição dos materiais, o ideal que é as áreas sejam demarcadas, a fim de evidenciar a separação dos produtos. A figura 9 abaixo ilustra a nova definição da disposição dos materiais no armazém.
Movimentação	Para reduzir a movimentação desnecessária do operador, sem comprometer o espaço físico do guichê e sem comprometer o tamanho do quadro de colaboradores, foi proposta uma realocação de um dos operadores de logística para se tornar operador de balança. Segundo os gestores, o operador de logística seria capaz de realizar suas atividades de rotina juntamente com as novas atividades de operador de balança.
Espera	Para o problema relacionado ao desperdício de tempo relacionado à demora por parte dos motoristas que, dentre outros motivos, demoravam até mesmo por terem ido para suas casas, a proposta é a seguinte: Colocar um alerta no sistema da companhia responsável por sinalizar qualquer veículo que demore mais do que 20 minutos para chegar à balança de entrada. Ao ser constatado um tempo superior à esse, o operador de logística tem a autonomia de cancelar a remessa e atribuí-la a um novo motorista. Ao tomar essa medida, que já é disponível no SAP, haverá uma redução no tempo médio de espera, o cliente final não é penalizado pelo atraso do motorista e criará um senso de atenção nos transportadores, uma vez que o mesmo deveria remarcar seu veículo para receber nova remessa. O limite de três veículos no interior da fábrica foi altamente questionado. Foi descoberto que se tratava de uma regra imposta pela fábrica há certo tempo e que nunca fora questionada e nem revista. Ao serem buscados os “por quês”, os responsáveis apontaram que “sempre havia sido dessa maneira”. Sendo assim, para encontrarmos o número ideal de veículos no interior da fábrica foi realizada uma simulação no <i>software</i> Arena Simulation. Nele, é possível constatar o número ideal de veículos na parte interna da fábrica. Com essa quantia, é possível aumentar a produtividade das empilhadeiras e a produtividade dos operadores de balança, evitando ociosidade na espera de novos veículos. A figura 10 abaixo representa o resultado dessa simulação.

Fonte: Autor (2016)

A Figura 14 abaixo representa a curva ABC dos produtos presentes no estoque do armazém. Com esses dados foi possível classifica-los em produtos de: alto giro (A), médio giro (B) e baixo giro (C).

Figura 14 -Curva ABC dos materiais



Fonte: Autor (2016)

Na tabela 2 estão representadas as duas políticas de estoque, tanto a utilizada na unidade quanto a proposta. Nela é possível verificar que existe uma grande discrepância nos valores: existia até produtos com estoque mínimo maior que o estoque máximo, produtos de curva A com estoque máximo menor que produtos de curva B, entre outros. A proposta foi baseada em todo histórico de vendas da unidade.

Tabela 2 - Política de estoques

Descrição Material	Atual (Política de estoques)		Proposta		
	Est. mínimo	Est. máximo	Est. mínimo	Est. máximo	
ARGA CERAMICA INTERNA-(ACI)-20KG	640	745	697	1395	A
ARGA MULTIPLO USO-40 KG	486	750	271	542	A
ARGA PISO SOBRE PISO CINZA (PSP) - 20KG	348	80	218	437	A
ARGA CERAMICA EXTERNA (ACII)-20KG	311	445	214	428	B
ARGA COLANTE ACIII FLEXIVEL - 20KG CINZA	379	470	181	362	B
ARGA CONTRA PISO-40 KG	492	620	195	389	B
ARGA MASSA DE PROJECAO-40 KG	447	890	147	294	B
CAL HIDRAT CH-III-ITAU-20 KG	27	40	33	65	C
ACIII FLEXIVEL BRANCA - 20KG	10	40	31	62	C
ARGA PORCELANATO INTERNO-20 KG	273	80	53	106	C
PISO SOBRE PISO BRANCA - 20KG	15	40	20	41	C
CHAPISCO CONCRETO(CHAPISCO ADES)-20KG	30	80	32	64	C
CAL PINTURA DOLO-ITAU-8 KG	7	40	15	30	C
MASSA PRONTA - 20KG	10	40	15	31	C
BLOCO DE VIDRO - 20KG	2	20	10	20	C

Fonte: Autor (2016)

Na tabela 3, é apresentado o resultado da simulação proposta para melhoria do desperdício de espera. Nela é possível relatar que: ao permitir a entrada de mais dois veículo no interior da fábrica, seus operadores de balança e empilhadeiras se tornariam mais produtivos, evitando ociosidade entre as trocas de veículos. Não foram realizadas mais simulações com uma quantidade maior de veículos no interior da fábrica pois não há espaço físico para que os mesmos aguardassem.

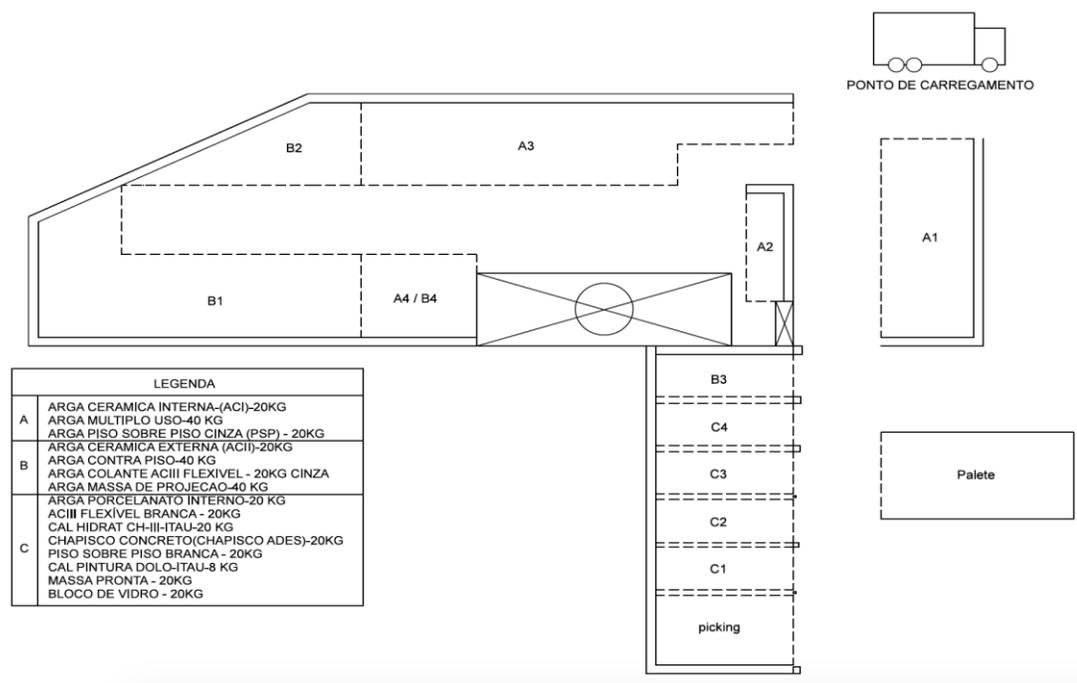
Tabela 3 -Cenários da simulação

	Cenário atual	Proposta 1	Proposta 2
Veículos no interior da fábrica	3	4	5
Taxa de utilização do operador de balança	53%	65%	70%
Taxa de utilização da empilhadeira	75%	89%	96%

Fonte: Autor (2016)

Por fim, é apresentado a nova disposição de materiais no espaço do armazém, figura 15 abaixo. Vale ressaltar que os espaços delimitados para armazenagem dos produtos, por regras de segurança, se mantiveram iguais. A única alteração apresentada nesta etapa seria uma melhor alocação dos produtos ao longo do espaço disponível. As consequências são: diminuição do desperdício de movimentação de empilhadeira e, conseqüentemente, aumento na velocidade do carregamento. No *layout* atual da fábrica, foram constatados má disposições como: produtos de curva A armazenados nos locais indicados para produtos de curva C, produtos de curva C armazenados em locais indicados para produtos de curva A.

Figura 15 – Proposta de *layout*



Fonte: Autor (2016)

5 CONCLUSÃO

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões e percepções gerais sobre o estudo de caso da fábrica de cimentos da Votorantim.

É possível concluir que os objetivos do projeto foram alcançados. Uma vez que os gargalos foram identificados através dos desperdícios encontrados na Fábrica (espera, movimentação, transporte, superprodução e estoque); o MFV e os sete desperdícios representam as ferramentas e métodos do Sistema Toyota de Produção; foram apresentadas propostas de melhoria para o TMAC (nova política de estoques, novo *layout*, utilização das travas do sistema SAP, realocação de um colaborador e alteração do limite de veículos no interior da unidade); por fim, foi realizada uma análise das melhorias.

Um ponto importante a ser notado foi a mobilização de diferentes níveis hierárquicos dentro da Companhia, principalmente dos gestores. Sendo assim, o andamento do estudo foi positivamente afetado, fazendo com que diferentes opiniões, de diversos setores, fossem consideradas. Como o projeto todo foi realizado em parceria com os colaboradores e gestores da unidade, as propostas apresentadas já estão sendo aplicadas no processo de carregamento e, nos primeiros meses, apresenta uma melhoria de aproximadamente 12% no resultado do *KPI* TMAC.

Existe uma grande dificuldade na implementação de ferramentas de Produção Enxuta em grandes empresas e, especialmente, para a empresa em estudo, por se tratar de uma empresa tradicional familiar. Existem diversos pontos a serem melhorados para adoção de um sistema enxuto. Porém, a vontade de melhoria e a intensa participação dos gestores no projeto demonstram que a empresa está no caminho para aprimorar sua gestão.

Dessa forma, pode-se concluir que o projeto foi válido para a aplicação de melhorias de gestão através das ferramentas e métodos de Produção Enxuta. Possibilitando trazer melhores resultados à companhia como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ACKOFF, R. L. Planejamento empresarial. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

CHIAVENATO, I. Iniciação à Administração da Produção. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

DEMO, Pedro. Pesquisa e construção de conhecimento. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.

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. 2011. <<http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/5.pdf>>. Acesso em 2 de fevereiro de 2016.

GIL, A. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. A meta: um processo de melhoria contínua. 1996.

LACOMBE, F. J. M.; HEILBORN, G. L. J. Administração: princípios e tendências. São Paulo: Saraiva, 2003.

MARTINS, R. A., Flexibilidade e Integração no novo paradigma produtivo mundial: estudos de casos. (Dissertação de Mestrado), EESC/USP, São Carlos, 1993.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio do conhecimento. São Paulo: Hucitec, 1993.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 4.ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

MOTTA, P. R. Transformação organizacional: a teoria e a prática de inovar. Rio de Janeiro: Quality mark, 1997.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

QUELHAS, O.. Planejamento e Controle da Produção. São Paulo, Elsevier. 2008.

ROTHER, M. SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar – Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil. 2012.

RUSSOMANO, V. H. Planejamento e controle da produção. 5. ed. São Paulo: Poneira, 1995.

SALGADO, E.G.; MELLO, C.H.P.; SILVA, C.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. Revista Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 3, p. 344-356, jul.-set. 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine, HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção (Edição Compacta). São Paulo: Atlas S.A., 2009.

SLACK, Nigel et. al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1997.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Florianópolis. 2005.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D., 1992, A Máquina que Mudou o Mundo, 5 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda.