

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

MENTALIDADE ENXUTA NO FLUXO DE SUPRIMENTOS
DA CONSTRUÇÃO CIVIL - APLICAÇÃO DE MACRO MAPEAMENTO NA
CADEIA DE FORNECEDORES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Patricia Stella Pucharelli Fontanini

Campinas

2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

**MENTALIDADE ENXUTA NO FLUXO DE SUPRIMENTOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL – APLICAÇÃO DE MACRO MAPEAMENTO NA
CADEIA DE FORNECEDORES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO**

Aluna: Patricia Stella Pucharelli Fontanini

Orientador: Prof. Dr. Flávio Augusto Picchi

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual da Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil na área de concentração de Edificações.

Campinas, SP

2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

F735m Fontanini, Patricia Stella Pucharelli
Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil –
aplicação de macro-mapeamento na cadeia de fornecedores de
esquadrias de alumínio / Patricia Stella Pucharelli Fontanini. --
Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Flávio Augusto Picchi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Construção civil - Planejamento. 2. Processo de fabricação. 3.
Administração da produção. 4. Indústria de construção civil -
Administração. 5. Indústria de materiais de construção. I. Picchi,
Flávio Augusto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

DEDICATÓRIA

*Ao meu filhinho Nicholas,
ao meu marido Walcir,
aos meus pais,
Lenice e Carlos
e
a DEUS.*

*“Para ser grande, sê inteiro.
Nada teu, exagera ou excluí.
Sê todo em cada coisa.
Põe quanto és, no mínimo que fazes.”*

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Flávio Augusto Picchi pelo apoio, pela brilhante orientação e incentivo durante o desenvolvimento de todas as etapas, sempre proporcionando motivação e equilíbrio para a conclusão deste mestrado.

À minha família, *Lenice, Carlos, Paulo, Walcir e Nicholas* pelo carinho e paciência durante todas as etapas deste trabalho.

À Construtora Concima S.A., Lumibox System e Alcoa Alumínio S.A. que possibilitaram a realização do estudo de caso, em particular ao Eng. Aldo Roberto Medardoni (Concima) pela intensa colaboração, José Carlos (Lumibox), Alex Akio de Andrade (Alcoa) e a todos que participaram das entrevistas e estudos de campo.

Aos professores Ariovaldo Denis Granja, Orlando Fontes Lima Jr., Lucila Labaki, Stelamaris Rolla Bertoli, André Munhoz de Argollo Ferrão, Carlos Torres Formoso pelo apoio e importantes contribuições contidas nesta dissertação.

Aos meus grandes amigos *Yara, Rogério, Evelyn, Zé Maria, Alexandre, Iamara, Tatiana, Cardia, Vanessa, Flávia* e a todos amigos que participaram de tantas formas durante este período importante de minha vida. Agradeço em particular, a minha amiga e companheira de mestrado, *Tathiana Reis*, que colaborou com várias idéias contidas neste trabalho. Por fim, agradeço a minha querida amiga *Mônica Laterza*, por todo o companherismo e paciência dedicados durante esta jornada.

Aos amigos da Secretaria da Pós-graduação, Paula e equipe, pela colaboração prestada.

À CAPES pelo apoio financeiro desta pesquisa.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
SUMÁRIO	vii
LISTA DE FIGURA.....	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
RESUMO	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	1
1.2 ESCOPO DA PESQUISA	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL	5
1.3.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	6
1.4 ESTRUTURA DE TRABALHO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 <i>LEAN THINKING</i>	8
2.1.1 HISTÓRICO DO <i>LEAN THINKING</i>	8
2.1.2 PRINCÍPIOS DO <i>LEAN THINKING</i>	12
2.2 <i>LEAN THINKING</i> APLICADO AO FLUXO DE SUPRIMENTOS	17

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DO FLUXO DE SUPRIMENTOS SEGUNDO A FILOSOFIA <i>LEAN THINKING</i>	20
2.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV)	36
2.3.1 INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS	38
2.3.2 DESENHO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL	40
2.3.3 DESENHO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO	44
2.3.4 PLANO DE AÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO	47
2.4 MACRO MAPA DO FLUXO DE VALOR (MMFV)	49
2.4.1 DESENHO DO MACRO MAPA DO FLUXO DE VALOR	50
2.4.2 MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL (MMEA)	53
2.4.3 MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO (MMEF)	60
2.4.4 PRINCÍPIOS <i>LEAN THINKING</i> PARA O FLUXO DE VALOR ESTENDIDO	65
2.5 FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	68
2.5.1 FLUXO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	68
2.5.2 COMPLEXIDADE DO FLUXO DE SUPRIMENTOS	70
2.5.3 CARACTERÍSTICAS DO FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	72
2.6 <i>LEAN THINKING</i> APLICADO AO FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	77

2.6.1 LEAN THINKING NO FLUXO DE SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	77
2.6.2 OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DO LEAN THINKING NO FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	80
2.6.3 APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS LEAN NO FLUXO DE SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO A PARTIR DE ESTUDOS DE CASOS	86
2.7 LEAN THINKING APLICADO A PROCESSOS ADMINISTRATIVO.....	91
2.7.1 DESENHO DO MAPA ADMINISTRATIVO DO ESTADO ATUAL.....	91
2.7.2 DESENHO DO MAPA ADMINISTRATIVO DO ESTADO FUTURO.....	93
2.8 FLUXO DE VALOR DAS ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	96
2.8.1 PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO.....	96
2.8.2 DADOS SOBRE A PRODUÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	97
2.8.3 DADOS SOBRE O PROJETO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	100
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	104
3.1 ESTRATÉGIA DA PESQUISA.....	104
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	105
3.2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	106
3.2.2 AGENTES DO ESTUDO DE CASO	107
4. ESTUDO DE CASO.....	115

4.1 AGENTE: CONSTRUTORA.....	115
4.1.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA INSTALAÇÃO DE CONTRAMARCOS E ESQUADRIAS NA OBRA.....	115
4.1.2 MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA	118
4.1.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA	125
4.1.4 MAPA DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA	128
4.2 AGENTE: FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	134
4.2.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO PARA A OBRA	134
4.2.2 MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	136
4.2.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS	141
4.2.4 MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	142
4.3 AGENTE: FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO	148
4.3.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO (NOVEMBRO/1997)	148
4.3.2 MAPA DO ESTADO ATUAL EM NOVEMBRO DE 1997	149
4.3.3 MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO	154
4.3.4 MAPA DO ESTADO FUTURO DA FABRICAÇÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO	159

4.4 AGENTE: FABRICANTE DE TARUGOS DE ALUMÍNIO	162
4.4.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO.....	162
4.4.2 MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO (JANEIRO/1999)	162
4.4.3 MAPA DO ESTADO ATUAL DE FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO (SETEMBRO/2003)	168
4.4.4 MAPA DO ESTADO FUTURO DA FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO	170
4.5 MACRO MAPA DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO PARA A OBRA	172
4.5.1 DADOS DO MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	172
4.5.2 DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS ATRAVÉS DA ANÁLISE DO MMEA DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	175
4.5.3 SUGESTÕES PARA O MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	176
4.5.4 MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	179
4.6 COMENTÁRIOS FINAIS	186
5. CONCLUSÕES	189
ANEXOS	192

ANEXO A – LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPA DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPA DE FLUXO DE VALOR	193
ANEXO B – PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO DE CONTRAMARCOS SEGUNDO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE DA CONSTRUTORA ANALISADA	200
ANEXO C – RELAÇÃO DAS ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA	204
ANEXO D – CRONOGRAMA EXECUTADO EM OBRA	206
ANEXO E – DESENHO DAS ESQUADRIAS	208
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	218
ABSTRACT.....	230
APÊNDICES	232
APÊNDICE A – ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA.....	233
APÊNDICE B – ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	239
APÊNDICE C – CÁLCULO DO <i>TAKT TIME</i>	247
APÊNDICE D – MAPA ADMINISTRATIVO DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA.....	251
GLOSSÁRIO	253

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – FLUXOS NA CONSTRUÇÃO (PICCHI, 2001A)	70
FIGURA 2.2 – CADEIA DE FORNECEDORES (LAMBERT; COOPER, 2000)	71
FIGURA 2.3 – EXEMPLOS DE FLUXOS DE SUPRIMENTOS NA OBRA	74
FIGURA 2.4 – CADEIA PRODUTIVA DE CERÂMICA VERMELHA (JOBIM; JOBIM; MACIEL, 2002)	75
FIGURA 2.5 – MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FLUXO DE SUPRIMENTO DE AÇO (FONTANIN; PICCHI, 2003)	89
FIGURA 2.6 – MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE SUPRIMENTO DE AÇO (FONTANINI; PICCHI, 2003)	90
FIGURA 2.7 – ESQUEMA DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DA ESQUADRIA DE ALUMÍNIO	100
FIGURA 2.8 – FLUXO DE PROCESSO PARA A PRÁTICA DA MODULAÇÃO DE VÃOS (LUCINI, 2001)	101
FIGURA 4.1 - DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA	119
FIGURA 4.2 – GBO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA	126
FIGURA 4.3 – LINHA DE BALANÇO DAS ATIVIDADES DESCRITAS NO MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA	127
FIGURA 4.4 – LINHA DE BALANÇO DAS ATIVIDADES DESCRITAS NO MAPA DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA	130
FIGURA 4.5 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA	131
FIGURA 4.6 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	137

FIGURA 4.7– DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	143
FIGURA 4.8 - DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO EM NOVEMBRO DE 1997.	150
FIGURA 4.9 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO	155
FIGURA 4.10 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO	160
FIGURA 4.11 – PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS (ALCOA, 2004)	164
FIGURA 4.12 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ALUMÍNIO.....	169
FIGURA 4.13 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE TARUGOS DE ALUMÍNIO	171
FIGURA 4.14 – DESENHO DO MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	173
FIGURA 4.15 – DESENHO DO MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	181

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – TABELA COM AS CARACTERÍSTICAS DA RELAÇÃO COMPRADOR - FORNECEDOR NO SISTEMA LEAN	18
TABELA 2.2 – TABELA DE ETAPAS FÍSICAS (WOMACK; JONES, 2004)	54
TABELA 2.3 – TABELA DE OPORTUNIDADES PARA APLCAÇÃO DO <i>LEAN THINKING</i> NO FLUXO DE SUPRIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. (PICCHI, 2001a)	80
TABELA 2.4 – TABELA DE CONSUMO DOMÉSTICO DE ALUMÍNIO TRANSFORMADO (ABAL, 2004)	98
TABELA 2.5 – COMPARATIVO DE ENERGIA REQUERIDA DOS MATERIAIS (UNCHS, 1999)	98
TABELA 4.1 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MFV DO ESTADO ATUAL E MFV DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA	132
TABELA 4.2 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MFV DO ESTADO ATUAL E MFV DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	146
TABELA 4.3 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MMEA E MMEF DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	183

RESUMO

No setor da construção civil é evidente a quantidade de materiais e recursos desperdiçados, não só no canteiro de obras, mas também nas áreas administrativas e gerenciais. Um dos motivos para que tal fato seja tão recorrente é a inexistência de uma interface eficiente entre os agentes fornecedores de produtos/serviços, durante os principais processos da obra.

O gerenciamento do fluxo de suprimentos tem uma grande importância durante a administração da obra, impactando diretamente nos custos e na qualidade da construção em geral. Este fluxo é ainda pouco explorado, face à sua complexidade e diversidade, já que para o fornecimento de um único produto existe o envolvimento de dezenas de agentes. Nesta lacuna pode estar a explicação de muitos custos desnecessários consumidos em atividades em obra.

Com intuito de facilitar a visualização e minimização destas perdas, este trabalho estuda a aplicação dos conceitos do *Lean Thinking*, a partir do macro mapeamento no fluxo de suprimentos, tendo como principal objetivo a aplicação desta ferramenta no fluxo de esquadrias de alumínio para obra, através de um estudo de caso. O trabalho conclui apontando a utilidade desta abordagem para a proposição de melhorias no caso estudado, encorajando futuros estudos de aplicação de macro mapeamentos de fluxo de valor em cadeias de fornecimento para a construção.

Palavras Chaves: *Lean Thinking*, Macro Mapeamento de Fluxo de Valor, Fluxo de Suprimentos, Esquadrias de Alumínio e Cadeia de Fornecedores.

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

O setor da construção civil tem sido, historicamente, um dos mais importantes da economia nacional. Além de ser um grande empregador de mão-de-obra, tem elevada participação na formação bruta de capital fixo e na geração do Produto Interno Bruto (PIB). Na última década, a construção civil brasileira vem passando por um processo de mudanças e reestruturação produtiva em diversos de seus segmentos, impactando diretamente no cotidiano dos trabalhadores e do movimento sindical do setor (DIESSE, 2004).

Este setor apresenta certas particularidades dentro do universo produtivo da economia brasileira, desempenhando um papel fundamental no seu desenvolvimento. Dados do IBGE (IBGE, 2004), relativos aos anos de 1998/99 apontam que o setor responde, sozinho, por 10,3% do PIB nacional e por 6,6% das ocupações no mercado de trabalho, sem contar os efeitos positivos da atividade na geração de empregos ao

longo de toda sua cadeia produtiva. Ainda é possível afirmar que, para cada 100 empregos diretos gerados na construção civil, outros 285 postos de trabalho são abertos em atividades ligadas a este macro setor, de acordo com informações do Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON/SP, 2004).

O setor da construção civil também vem experimentando mudanças a partir da modificação do perfil de seus clientes. Os clientes têm exigido produtos de qualidade e com prazos menores. A indústria da construção civil tem tentado se adaptar à estas novas exigências de mercado, adotando técnicas de gerenciamento e de produção já há algum tempo utilizadas por setores industriais mais acostumados com exigências maiores, como por exemplo, a indústria automobilística.

Há algum tempo, com a mudança do perfil dos consumidores e as mudanças do mercado, as indústrias têm desenvolvido técnicas de controle de produção para otimizar seus processos e produzir produtos cada vez melhores e mais baratos (KLOTTER, 2000).

A construção de uma obra civil, dependendo do porte, envolve uma grande variedade de materiais. Uma obra predial comum pode chegar a envolver mais de 4000 materiais distintos para sua execução (CONCIMA, 2004). Coordenar o recebimento de todos os materiais, controlar prazos de entrega e a qualidade é um grande desafio, pois a cadeia de fornecedores é muito numerosa e complexa.

Inúmeros agentes compõem a cadeia de suprimentos da construção, característica que resulta na dificuldade de padronização e a organização das atividades que dos processos no setor da construção. Existe a necessidade de integrar os processos e as informações que são compartilhadas pelos agentes da cadeia, principalmente entre os construtores e fornecedores de materiais e componentes para a construção (SILVA; CARDOSO, 1999).

Muitos estudos têm sido desenvolvidos focando partes da cadeia de suprimentos de materiais da construção. Entretanto, são poucos os estudos que focam o fluxo de suprimentos como um todo, desde a extração da matéria-prima até a entrega do produto acabado em obra. Um dos enfoques que tem sido usado para melhoria da cadeia de suprimentos na construção civil tem sido a aplicação dos conceitos do *Lean Thinking*.

Womack, Jones e Ross (1992), baseados no *Toyota Production System* (TPS) que enfatizava a produção em fluxo, tecnologias flexíveis e processos à prova de erros (OHNO; MONDEN, 1978), introduziram pela primeira vez o conceito de *Lean Production*, uma forma de produzir mais, com cada vez menos recursos. Mais tarde Womack e Jones (1998) criaram o termo que conhecemos hoje por *Lean Thinking*¹ ou Mentalidade Enxuta, aplicando os conceitos do *Lean Production* para a empresa como um todo.

Vários autores como Vrijhoef (1998), O'Brien (1999), London e Kenley (2000), Vrijhoef et al. (2001), Arbulu e Tommelein (2002), Taylor e Björnsson (2002), Childerhouse, Hong-Minh e Naim (2000) vem estudando a aplicação dos conceitos *Lean Thinking* nas cadeias de suprimentos da construção civil.

Anualmente, *International Group for Lean Construction* (IGLC, 2004) realiza um encontro com o intuito de apresentar trabalhos e soluções para o setor da construção a partir da aplicação de vários conceitos, dentre estes o conceito *Lean Thinking*, em diversas áreas do setor construtivo.

Esta pesquisa aborda a aplicação do *Lean Thinking* no Fluxo de Suprimentos da Construção Civil, mais especificamente, a utilização da ferramenta macro

¹ O conceito *Lean Thinking*, ou Mentalidade Enxuta se traduzido para o idioma português, será apresentado no idioma inglês no decorrer da dissertação, devido ao uso difundido dentre as áreas estudadas.

mapeamento de fluxo de valor aplicada em um fluxo de suprimentos completo na construção, desde a matéria-prima até a colocação de um componente em obra, possibilitando uma perspectiva mais integrada do fluxo como um todo. Para tanto foi escolhida para estudo de caso a cadeia de fornecedores da esquadria de alumínio.

A esquadria de alumínio tem um papel relevante na composição de custos de uma obra, já que ela representa cerca de 4 a 10% do custo total de uma obra vertical, residencial padrão, segundo Revista Construção (2004), dependendo da especificação feita em projeto.

O Macro Mapeamento de Fluxo de Valor foi aplicado ao fluxo deste material, para permitir visualizar o fluxo de suprimentos na construção civil da esquadria de alumínio. Este trabalho visou explorar o potencial deste enfoque *Lean* para o fluxo de suprimentos na construção civil.

1.2 ESCOPO DA PESQUISA

Face à complexidade e grande número de cadeias de materiais da construção civil, optou-se por um estudo de caso em apenas um dos fluxos de suprimentos da construção.

O material selecionado para o acompanhamento do seu fluxo de suprimentos ao longo da cadeia produtiva foi a esquadria de alumínio. Para a análise deste estudo de caso observou-se o fluxo de suprimentos da esquadria de alumínio, desde a extração da matéria-prima, fabricação, aquisição e instalação em obra.

O mercado de esquadrias de alumínio é significativo. No ano passado, somente o setor da construção civil consumiu cerca de 120 mil toneladas em esquadrias e acessórios de um total aproximado de 700 mil toneladas de alumínio processado. São centenas de empresas, de todos os tamanhos, concentradas principalmente nas regiões Sudeste e Sul (AFEAL, 2004).

Será analisado no decorrer desta pesquisa um fluxo de suprimentos de esquadrias de alumínio para uma obra residencial vertical específica, desenhando o fluxo de materiais e informações dos agentes selecionados para este estudo de caso específico. Os agentes envolvidos neste fluxo foram indicados pela construtora, por ser o último agente da cadeia, definiu então seu principal fornecedor de esquadrias de alumínio, e este por sua vez definiu o seu principal fornecedor de perfis de alumínio.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar a aplicabilidade da ferramenta do *Lean Thinking*, Macro Mapeamento de Fluxo de Valor, no fluxo de suprimentos na construção civil, para identificar desperdícios ao longo da cadeia de fornecimento, a partir da análise de estudo de caso do fluxo de suprimentos das esquadrias de alumínio.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos:

- Efetuar revisão bibliográfica sobre o conceito *Lean Thinking* aplicado ao fluxo de suprimentos.
- Descrever a ferramenta Macro Mapeamento de Fluxo de Valor, conforme proposto na bibliografia.
- Realizar um diagnóstico dos fluxos de materiais e informações, a partir da utilização de uma ferramenta *Lean*, Macro Mapeamento do Fluxo de Valor, desenhando o mapa do estado atual em um estudo de caso do fluxo de suprimentos de esquadrias de alumínio.
- Elaborar um mapa do estado futuro deste fluxo de suprimentos, utilizando conceitos do *Lean Thinking*, de forma a apontar melhorias potenciais;
- Discutir o potencial de aplicação do macro mapeamento de fluxo de valor como ferramenta para melhoria do fluxo de suprimentos na construção.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo apresentou-se a justificativa do assunto escolhido, escopo do trabalho, objetivos geral e específicos, e o resumo do método de pesquisa utilizado.

No segundo capítulo apresentou-se uma revisão bibliográfica sobre o histórico do *Lean Thinking*, e sua aplicação na construção civil. Introduziu-se também a explicação do comportamento do fluxo de suprimentos na construção, e a importância da aplicação dos conceitos *Lean* no fluxo de suprimentos. Descreveu-se uma breve introdução sobre a aplicação do macro mapeamento de valor para a cadeia de fornecedores para a identificação de desperdícios. Finalizou-se este capítulo discutindo o fluxo de valor do alumínio.

No terceiro capítulo apresentou-se o método de pesquisa utilizado para a condução da pesquisa, sua estratégia e seu delineamento, bem como uma relação das atividades que foram aplicadas para o levantamento de dados para o desenho do macro mapeamento do fluxo de valor.

No quarto capítulo apresentou-se o macro mapa do fluxo de valor da esquadria de alumínio e os mapas de fluxo de valor internos de cada agente, e analisou-se os desperdícios encontrados nos mapas. Neste capítulo também foram apresentadas as dificuldades encontradas durante a pesquisa, como dificuldade de obtenção de dados, falta de motivação para a visualização dos desperdícios, problemas relacionados à entrega e produção. Baseado na análise dos desperdícios foram propostas melhorias e sugestões, elaborando-se mapas do estado futuro para os agentes e para o fluxo de suprimentos de esquadrias como um todo.

No quinto capítulo foi apresentada a conclusão analisando-se nos resultados encontrados durante o mapeamento do fluxo de esquadrias de alumínio para a obra e o processo de validação junto aos agentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *LEAN THINKING*

2.1.1 HISTÓRICO DO *LEAN THINKING*

Womack, Ross e Jones (1992) descrevem a evolução histórica da indústria, desde o artesanato até o *Lean Thinking*. No artesanato, o produtor artesanal dispunha de mão-de-obra altamente qualificada, o que resultava em produtos individualizados, ferramentas simples e flexíveis. A produção era requisitada sob encomenda, e os custos eram completamente desvinculados, ou seja, não diminuían com o aumento do volume encomendado e não existia um padrão de qualidade. Na seqüência, surge o Taylorismo, que propõe a separação entre pensar e fazer (projetar/produzir), ou seja, uma rigorosa departamentalização por processo. Estas foram as primeiras tentativas de

padronização do trabalho e dos custos, o foco na pontualidade das etapas do processo para aumentar a produtividade e rotas padronizadas ligando os processos.

Após a Primeira Guerra Mundial, Alfred Sloan da General Motors e Henry Ford conduziram a produção industrial automobilística artesanal para a produção em massa.

Com o término da segunda guerra mundial, os japoneses decidem criar sua indústria automobilística baseados nos conceitos da Ford, foi neste contexto que surgiu a Toyota. No entanto, havia a necessidade de se adaptarem às condições do seu mercado, que era bem menor, com pouco capital, onde não se conhecia a demanda e os clientes exigiam qualidade no produto.

O mercado interno japonês exigia uma ampla variedade de produtos, com qualidade assegurada, trabalho de acordo com a demanda e custos dramaticamente menores. As soluções encontradas pela Toyota para se inserir nesse mercado foram: produção em fluxo, tecnologias altamente flexíveis, processos à prova de erros e organização por família de produtos para garantir variedade na produção. Taiichi Ohno, um dos principais criadores do Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System – TPS*), definiu a base do sistema, que deu início ao novo paradigma produtivo, na total eliminação de desperdícios e estabeleceu dois pilares de sustentação para o sistema: *Just-in-time* e a automação (OHNO, 1988).

A técnica do *Just-in-time* consiste em controlar o sistema de forma a somente produzir o necessário, ou seja, a produção é puxada pela demanda do cliente final. A automação é um conceito que tem como significado a automação de atividades com a interferência humana, o que proporciona um aumento de produtividade e flexibilidade, uma vez que existe uma separação do tempo de máquina e do tempo do operador, possibilitando a parada automática da máquina quando detectado a produção de uma peça com defeito (OHNO, 1988).

A exigência cada vez maior do mercado competitivo e o elevado desempenho do TPS deu origem a muitos estudos direcionados para a eliminação de desperdícios, baseados em estudos anteriores de Ohno (1988). Monden (1998), Schonberger (1984), Suzaki (1987) e outros autores estudaram as diversas diferenças entre o sistema de produção ocidental e o sistema japonês mais particularmente o Sistema Toyota de Produção.

Womack, Jones e Ross (1992) introduziram pela primeira vez o conceito *Lean Production*, explicando uma forma de produzir cada vez mais com cada vez menos, e oferecer ao cliente o que ele deseja, quando ele deseja. O conceito foi formulado no início da década de 90, baseado no Sistema Toyota de Produção (TPS) firmando-se como um novo paradigma de produtividade na manufatura.

Womack e Jones (1998) abordaram a questão de eliminação de desperdícios através da implementação do pensamento enxuto nas empresas. Estes autores criaram o termo que é conhecido hoje por *Lean Thinking*, ou Mentalidade Enxuta, aplicando os conceitos de *Lean Production* para a empresa como um todo. Estabeleceram as bases da mentalidade enxuta em cinco princípios:

- Valor
- Fluxo de Valor
- Fluxo
- Produção Puxada
- Perfeição

Muitos setores industriais que ainda utilizavam antigos conceitos da produção em massa, desde que estes autores chamaram a atenção para o novo paradigma de

produção, encontraram um campo rico para a implementação do conceito *Lean*. O termo *Lean* foi adotado para caracterizar este novo paradigma de produção, que comparado com o antigo paradigma da produção em massa, utiliza:

Metade do esforço dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedades de produtos (WOMACK; JONES; ROSS, 1992, p.3).

A base do conceito do *Lean Thinking* é a eliminação dos desperdícios dentro das empresas. Os desperdícios são as atividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção. Ohno (1988), engenheiro e criador do Sistema de Produção da Toyota (TPS), descreveu, pela primeira vez, os sete tipos de desperdícios possíveis de serem encontrados dentro do processo produtivo:

- Excesso de produção
- Movimento
- Transporte
- Estoque
- Espera
- Atividades desnecessárias
- Defeitos

Com o intuito de eliminar estes desperdícios, muitas técnicas foram desenvolvidas, sendo que muitas delas estão diretamente ligadas à filosofia do *Lean*

Thinking, tais como o *Kanban* (sistema de cartões para otimização da produção), *Just-in-Time* (produção controlada através da demanda do cliente final), 5S (técnica japonesa de organização e limpeza do ambiente de trabalho), *Poka-yoke* (dispositivo à prova de erros), dentre outros.

Entretanto, muitas vezes estas técnicas foram confundidas com o próprio sistema de produção, ou então, empresas optaram por adotar a implementação de algumas técnicas isoladamente e acabaram não obtendo resultados satisfatórios, ou apenas resultados parciais (WOMACK; JONES, 1998). Para a implementação da filosofia *Lean Thinking* é necessário mais que a aplicação de técnicas e ferramentas para controle de produção. É fundamental que seja implementada a filosofia do *Lean Thinking*, ou seja, para a obtenção de todos os benefícios é necessária uma mudança cultural (WOMACK; JONES, 1998).

2.1.2 PRINCÍPIOS DO *LEAN THINKING*

Conforme citado, Womack e Jones (1998) estabeleceram cinco princípios para a fundamentação da filosofia *Lean Thinking*. Estes princípios, conforme descritos por estes autores, são resumidos a seguir:

VALOR

Valor, a partir da filosofia *Lean*, é o preço que o cliente está disposto a pagar pelo produto. O foco principal do pensamento enxuto é a identificação do valor do produto que será produzido para o consumo de clientes específicos. Na maioria das vezes as empresas desenvolvem produtos específicos para clientes específicos, esperando que estes aceitem seus produtos e mantenham a empresa. Entretanto,

existe uma dificuldade dos executivos, responsáveis pela criação e desenvolvimento, de enxergar o produto: da sua concepção ao lançamento; do pedido à compra do cliente. Resumindo, nem sempre as necessidades imediatas dos acionistas e executivos das empresas são as mesmas necessidades das realidades cotidianas de especificação do cliente do produto.

Algumas empresas japonesas têm se preocupado com o valor do produto que é criado. Empresas como a Toyota, pioneira no pensamento enxuto, iniciam seu processo de definição de valor perguntando como projetar e fabricar o seu produto domesticamente, com o intuito de satisfazer as expectativas sociais dos empregos duradouros e relacionamentos estáveis com os fornecedores. Os clientes procuram produtos que atendam às suas expectativas regionais, e que sejam fabricados exatamente conforme o pedido e se possível entregues imediatamente. Os clientes não definem o valor do produto desejado em termos de onde ele foi projetado ou produzido.

Normalmente existe uma distorção do valor causada pelo poder das organizações e tecnologia, além do pensamento obsoleto de larga escala. A proposta do pensamento enxuto é que os executivos repensem o valor a partir da perspectiva dos clientes.

O pensamento enxuto, portanto, deve começar com uma tentativa consciente de definir precisamente valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas oferecidas a preços específicos através do diálogo com clientes específicos (WOMACK; JONES, 1998).

Para conseguir estes resultados, é preciso deixar de lado os ativos existentes na empresa e a tecnologia já empregada e repensar a produção com base em linhas de produto com equipes de produtos fortes e dedicadas. Mas para essa mudança é necessário: uma redefinição dos papéis dos especialistas técnicos da empresa e uma nova análise dos valores dos clientes finais.

Especificar o valor com precisão, de acordo com Womack e Jones (1998), é o primeiro passo para a aplicação dos conceitos do pensamento enxuto.

FLUXO DE VALOR

Fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, a tarefa de gerenciamento da informação e a tarefa da transformação física.

Durante esta identificação da Cadeia de Valor, existem pontos que podem ser observados ao longo de sua extensão:

- Etapas que agregam valor ao produto que está sendo projetado e produzido;
- Etapas que não agregam valor ao produto, como por exemplo, inspeções;
- Etapas adicionais que devem ser eliminadas com urgência, pois são apenas desperdícios.

Muitos desperdícios passam despercebidos, porque não existe uma consciência de se verificar as etapas e analisá-las de forma crítica para apurar sua real necessidade. Além de se observar as etapas envolvidas dentro da empresa, Womack e Jones (2004) propõem que o fluxo de valor seja analisado como um todo, ou seja, deve ser expandida para todos os agentes de uma cadeia, conforme estudos têm demonstrado (LAMBERT; COOPER, 2000). Para entender-se o fluxo de suprimentos como um todo, analisa-se o conjunto de atividades desenvolvidas: desde a criação do produto e sua fabricação, da concepção a disposição, passando pelas atividades de projeto, da venda a entrega, passando pelo recebimento do pedido, programação da

produção, e da matéria-prima distante até as mãos do cliente.

FLUXO

Depois de identificado com exatidão o Fluxo de Valor dos produtos da empresa, ou seja, mapeado de forma que tenha sido possível identificar as etapas que não agregam valor, a próxima etapa é fazer com que fluam as etapas selecionadas, criando um fluxo (WOMACK; JONES, 1998).

Normalmente as empresas trabalham com lotes grandes, sendo que um lote somente é encaminhado para a próxima etapa depois de ser acumulado em grandes estoques. Entretanto, este tipo de produção não garante um fluxo contínuo, portanto não garante uma grande eficiência. A produção departamentalizada, em lotes, causa inúmeros desperdícios, porque as tarefas quase sempre podem ser realizadas de forma muito mais eficiente e precisa quando se trabalha continuamente no produto da matéria-prima à mercadoria acabada.

Ohno e seus colaboradores concluíram que o verdadeiro desafio era criar o fluxo contínuo na produção de pequenos lotes quando eram necessárias dezenas de cópias de um produto e obtiveram resultado quando aprenderam a trocar rapidamente ferramentas de um produto para outro e dimensionando corretamente máquinas, para que etapas de produção de diversos tipos de produto pudessem ser realizadas imediatamente adjacentes umas das outras, enquanto o objeto em produção era mantido em fluxo contínuo. (WOMACK; JONES, 1998)

Para Rother e Harris (2002), o pensamento enxuto ensina ao contrário do que é intuitivo, que a produção em fluxo contínuo do produto é mais eficiente do que a produção em lotes. Entretanto para que exista esta reestruturação nas linhas de montagem, é necessário repensar as empresas, funções e carreiras convencionais, para o desenvolvimento de uma estratégia enxuta.

PUXAR

Após a introdução do fluxo contínuo nota-se que o tempo de concepção do produto ao lançamento cai drasticamente, produtos que demoravam anos para serem fabricados agora são executados em meses, e pedidos que levavam dias para serem organizados, agora podem ser respondidos em horas. Além disso, os sistemas enxutos podem fabricar qualquer produto em produção atualmente, em qualquer combinação, de modo a acomodar imediatamente as mudanças da demanda (WOMACK; JONES, 1998).

Outro conceito do pensamento enxuto é permitir que o cliente puxe o produto da empresa, ou seja, quando necessário, ao invés de empurrar os produtos (resultando em estoques indesejados), espera-se que o cliente faça o pedido. As demandas dos clientes se tornam mais estáveis quando eles sabem que podem obter prontamente o produto desejado (WOMACK; JONES, 1998).

PERFEIÇÃO

A empresa que consegue aplicar os quatro conceitos: identificação do valor, identificação da Cadeia de Valor do Produto, Fluxo de Valor e Produção Puxada, começaram a identificar que os processos envolvidos em sua produção terão uma redução de tempo, esforço, custo e erros. O processo deverá ser contínuo para aproximar o produto acabado do desejo do seu cliente final. (WOMACK; JONES, 1998). A intenção do pensamento enxuto é que haja uma interação entre os princípios, de forma a reduzir drasticamente os desperdícios dentro do processo produtivo.

A interação dos princípios deve ser incentivada sempre, resultando na garantia da melhoria contínua dentro dos processos da empresa.

2.2 LEAN THINKING APLICADO AO FLUXO DE SUPRIMENTOS

O problema de gerenciamento de fornecedores tem sido observado na indústria automobilística, que conta milhares de componentes para o fornecimento de cada um de seus itens. Durante a segunda guerra, este problema era resolvido com a companhia produtora de automóveis se responsabilizando por todas as etapas (WOMACK; JONES, 1998).

Com o tempo, as montadoras identificaram alguns processos industriais que poderiam ser supridos por fornecedores locais. Adotada esta alternativa, as montadoras tinham uma preocupação exagerada em controlar os preços dos fornecedores, desconhecendo a seqüência de processos utilizados para a produção de seus componentes. Isto resultava, na maioria das vezes, na cotação de fornecedores pela empresa contratante, com único objetivo de reduzir os preços de antigos fornecedores da companhia: novos fornecedores eram convidados a estarem participando da tomada de preço, deixando antigos fornecedores insatisfeitos.

Normalmente o relacionamento fornecedor - comprador é bastante conflituoso, pois existe uma pressão constante por parte do comprador, que os preços sejam os mais baixos possíveis, que se consiga garantir a qualidade e volumes de produção planejados (WOMACK; JONES, 1998).

Alguns autores (SHINGO, 1989; SCHONBERGER, 1984; SUZAKI, 1987; WOMACK; JONES; ROOS, 1992; MONDEN, 1998; COOPER; SLAGMULDER, 1999) observaram o comportamento do fluxo de suprimentos no sistema *Lean* e discutiram características importantes de melhoria das interrelações entre os agentes da cadeia de fornecedores, resumidas nas TABELA 2.1 e discutidas na seção 2.2.1.

TABELA 2.1 – TABELA COM AS CARACTERÍSTICAS DA RELAÇÃO COMPRADOR - FORNECEDOR NO SISTEMA LEAN

CARACTERÍSTICAS	SCHONBERGER (1984)	SUZAKI (1987)	WOMACK, JONES e ROSS (1992)	COOPER e SLAGMULDER (1999)
PARCERIA	Contratos de longa duração entre fornecedores.	Relacionamento estável entre o comprador e o fornecedor traz melhoria para o desempenho de ambos.	No gerenciamento da cadeia de fornecedores, os agentes são informados das novas descobertas. Necessidade de formação de associações. Os compradores garantem respaldo para o fornecedor corrigir falhas com relação a qualidade do produto.	Através de relacionamentos cooperativos Benefícios mútuos.
ESTABILIDADE NOS RELACIONAMENTOS	Contratos repetidos com os mesmos fornecedores.		Compromisso de comprador e fornecedores trabalharem juntos a longo prazo. Contratos ao longo prazo.	A estabilidade é alcançada a partir da confiança adquirida.
REDUÇÃO DA BASE DE FORNECEDORES	Construção de uma base menor de fornecedores, dedicada e de alta qualidade de fornecedores.	Base reduzida torna os relacionamentos mais próximos, mais amigáveis e as reduções de custos para ambos se torna mais fácil.	O comprador passa a trabalhar com uma base de fornecedores reduzida, a escolha é baseada no relacionamento passado e no histórico de bom desempenho.	Os autores propõem a redução da base de fornecedores em três formas: - Redução de fornecedores para cada parte - Redução de fornecedores por família - Redução de terceirizados
DEMOCRATIZAÇÃO DO PODER DE BARGANHA DO COMPRADOR E FORNECEDORES				O poder de barganha afeta diretamente o relacionamento e comprometimento entre os membros da cadeia de fornecimento.
REDUÇÃO DOS CUSTOS NOS AGENTES DA CADEIA		Divisão de idéias para melhoria de custos deve ser assegurada pelas empresas parceiras.	O comprador e os fornecedores trabalham em uma estrutura racional de determinação de custos, preços e lucros, proporcionando benefícios mútuos. Preços continuamente declinantes. Compartilhar informações detalhadas sobre os custos de cada etapa de produção.	Melhoria dos custos entre fornecedores e compradores.
BENEFÍCIOS MÚTUOS				Os fornecedores e os compradores devem conseguir se beneficiar mutuamente.
FORNECEDORES LOCALIZADOS PRÓXIMOS	Os fornecedores podem ser agrupados próximos ao comprador, se possível em células dentro do "site" da empresa responsável pela fabricação do produto final.			

TABELA 2.1 – TABELA COM AS CARACTERÍSTICAS DA RELAÇÃO COMPRADOR - FORNECEDOR NO SISTEMA LEAN (continuação)

CARACTERÍSTICAS	SCHONBERGER (1984)	SUZAKI (1987)	WOMACK, JONES e ROSS (1992)	COOPER e SLAGMULDER (1999)
FLUXO DE INFORMAÇÃO MAIS ÁGIL ENTRE OS AGENTES DA CADEIA DE FORNECIMENTO			Os fornecedores são informados com antecedência da mudança de volume de produção.	As informações devem ser divididas entre todos os membros da cadeia de fornecimento.
APRENDIZADO MÚTUO	Visita ao "site" dos fornecedores periodicamente. Capacitação dos fornecedores.		A melhoria de um integrante do grupo garante a melhoria contínua do conjunto.	
ESFORÇO CONJUNTO PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS	Garantir a responsabilidade entre cada agente da cadeia. Redução da burocracia.		Os compradores garantem respaldo para o fornecedor corrigir alguma problema que eventualmente tenha com relação a qualidade de um produto.	
ENTREGAS E PRODUÇÃO	Lotes de dimensões reduzidas. Programação inferior à capacidade plena. Ordem e Higiene Estímulo para os fornecedores aplicarem o <i>Just-in-time</i> em seus fornecedores.	As entregas devem ser frequentes, em pequenos lotes, e no tempo requisitado (<i>Just-in-time</i>). Desenvolver um fluxo de materiais entre o fornecedor e comprador (<i>KANBAN</i>).	Utilização do <i>Just-in-time</i> , os agentes trabalham na <i>Heijunka</i> (uniformidade da produção). Autonomia para a parada de produção diante de um defeito.	
QUALIDADE GARANTIDA	•Conferência projeto – a - projeto •Qualidade facilmente visível •Paralisação da Linha •Correção dos próprios erros •Conferência Integral	Idéia de qualidade na fonte deve ser praticada a tanto quanto for possível (<i>POKA-YOKE</i>) e controle estatístico de processos. Os fornecedores devem garantir entrega, qualidade e custo para o comprador.	Avaliação dos fornecedores frequentes e discussão entre os fornecedores sobre os seus desempenhos.	Os compradores e fornecedores discutem melhorias dentro do relacionamento.
CRIAÇÃO DE ASSOCIAÇÕES DE FORNECEDORES			Os fornecedores dos materiais com características semelhantes se reúnem em associações para troca de aprendizado.	
MELHORIA CONTÍNUA	Os fornecedores podem ser agrupados próximos ao comprador, se possível em células dentro do "site" da empresa responsável pela fabricação do produto final.	Aprendizado contínuo proporciona redução custos para todos os agentes (<i>KAIZEN</i>).		

CARACTERÍSTICAS DO FLUXO DE SUPRIMENTOS SEGUNDO A FILOSOFIA *LEAN THINKING*

De acordo com a TABELA 2.1, foram agrupadas características importantes do relacionamento com fornecedores no sistema *Lean*, sendo descritos cada uma destas características a seguir:

2.2.1.1 PARCERIA

Segundo Womack, Jones e Ross (1992), para que a parceria entre fornecedores e compradores *Lean* funcione, primeiramente o fornecedor precisa compartilhar uma parte substancial de suas informações internas sobre custos e técnicas de produção com o comprador. O comprador e o fornecedor devem repassar detalhes importantes do processo de produção procurando sempre soluções para minimizar os custos e maximizar a qualidade.

Por outro lado, o comprador precisa respeitar a necessidade do fornecedor de lucrar razoavelmente. Acordos feitos entre compradores e fornecedores como a partilha de lucros, incentivam os fornecedores a melhorarem seu processo produtivo, e proporcionam aos compradores a garantia de lucro proveniente das inovações e das atividades de melhoria resultantes desta atitude.

De acordo Cooper e Slagmulder (1999), a razão principal para os fornecedores e o comprador *Lean* desenvolverem o relacionamento de parceria é a estreita conexão existente entre seus processos de produção.

Suzaki (1987) comenta que o relacionamento dos fornecedores e compradores baseado na parceria traz melhorias significativas para o desempenho do fluxo de suprimentos como um todo.

No relacionamento de fornecedores e compradores *Lean* são buscadas relações estáveis e de longo prazo com os fornecedores; um grande investimento é feito na busca de ganhos mútuos, transparência e construção de confiança entre as partes (FONTANINI; PICCHI, 2003).

Para a decisão pela realização de parcerias, Isatto (1996) comenta que é necessária uma avaliação dos benefícios e riscos envolvidos, dado que a implementação das relações empresa – fornecedor, através de parceria, envolve tanto benefícios como riscos para ambos os participantes.

Quanto à forma de realização de parcerias, Dwyer, Schurr e Oh (1987 *apud* ISATTO, 1996) sustentam que as mesmas são implantadas através de um processo que envolve diferentes estágios, englobando cinco fases gerais em cada um deles:

a) Mútuo Conhecimento: Este estágio tem início quando uma empresa identifica a possibilidade de realizar uma parceria com outra empresa. Neste estágio, somente ocorrem reações de um parceiro apenas, nas quais os possíveis parceiros posicionam-se e adquirem uma postura amistosa ao início da relação de parceria.

b) Exploração: Quando ocorrem as primeiras interações bilaterais entre os parceiros, e refere-se ao estágio onde os parceiros consideram suas obrigações, benefícios, encargos e a possibilidade de trocas. Pequenas compras de melhor importância podem ter efeito, a fim de testar a possível parceria.

c) Expansão: Quando ambos os parceiros encontram-se satisfeitos com o desempenho um do outro, a relação de parceria passa proporcionar maiores benefícios e interdependência. A confiança e a satisfação mútua estimula um aumento nos riscos envolvidos na relação, principalmente porque os ganhos obtidos então dificultam a substituição do parceiro por outra empresa.

d) Comprometimento: Refere-se a garantias implícitas ou explícitas da continuidade da parceria. Neste estágio, a grande satisfação com as parcerias já estabelecidas, dificultam que outras possíveis parcerias possam fornecer os mesmos benefícios.

e) Dissolução: Quando a insatisfação entre os parceiros supera os seus benefícios, tem-se início o processo de dissolução.

Os estágios possíveis nas relações de suprimento, discutidas por Merli (1995), apoiam o processo proposto por Dwyer, Schurr e Oh (1987 *apud* ISATTO, 1996), ambas caracterizando comprometimento e dependência crescentes à medida que a relação evolui, bem como os ganhos associados.

Segundo Isatto (1996), a realização de parcerias comprador - fornecedor também traz conseqüências quanto à vantagem competitiva. O caráter complexo que envolve uma parceria entre empresas torna-a de difícil reprodução por parte da concorrência. Slongo (1992) afirma que à medida que os relacionamentos de marketing, ou as trocas relacionais, contribuem para a diferenciação do produto e criam barreiras à entrada, eles passam a constituir-se, na verdade, em vantagem competitiva.

2.2.1.2 ESTABILIDADE NOS RELACIONAMENTOS

Segundo Womack, Jones e Ross (1992), a estabilidade dos fornecedores é conseguida através do estabelecimento de contratos de longo prazo, ou seja, é importante que os agentes pertencentes ao fluxo de suprimentos se comprometam durante um período de tempo considerável em que seja possível desenvolver a confiança mútua.

Ainda segundo os mesmos autores, no setor automobilístico, quase todos os relacionamentos entre fornecedor e comprador são balizados por um contrato básico. O contrato é apenas uma expressão do compromisso do comprador para com o fornecedor de trabalharem juntos durante um longo prazo. Entretanto, normalmente este documento também estabelece regras fundamentais de preço, assim como garantia de qualidade, encomendas e entregas, direito de propriedade e suprimentos de materiais. O objetivo do contrato básico é servir de base para um relacionamento cooperativo, completamente diferente do tipo de relacionamento estabelecido entre fornecedores e compradores na produção tradicional, ou produção de massa. (COOPER; SLAGMULDER, 1999)

2.2.1.3 REDUÇÃO DA BASE DE FORNECEDORES

Suzaki (1987) afirma que com a redução da base de fornecedores os relacionamentos entre os fornecedores e compradores se tornam mais próximos e mais amigáveis, tornando a redução de custos para ambos mais fácil.

Segundo Womack, Jones e Ross (1992), no setor automobilístico já vem adotando a redução na base de fornecedores obtendo muitos ganhos com este procedimento. A redução da base de fornecedores, em cerca de 30%, resulta em uma melhoria no relacionamento de confiança entre fornecedores e compradores, facilitando significativamente as negociações com relação a qualidade, prazos e custos. A escolha para se trabalhar com uma base de fornecedores reduzida é baseada no relacionamento passado e no histórico de bom desempenho dos fornecedores anteriores.

Cooper e Slagmulder (1999) argumentam que o nível de coordenação requerido entre compradores *Lean* e fornecedores é muito maior no mundo de produção em massa. No fornecimento *Lean*, por exemplo, o volume de flutuações tem decrescido tanto quanto possível e as programações de produção são altamente sincronizadas. A estreita interação é difícil, se não impossível, para um produtor *Lean* com um grande número de fornecedores por causa dos altos custos de transação. Conseqüentemente, os empreendimentos *Lean* se baseiam em uma pequena base de fornecedores. São três os caminhos para a redução da base de fornecedores:

- Reduzir o número de fornecedores por componentes;
- Reduzir o número de fornecedores por família de componentes;

- Reduzir a terceirização dos processos.

Para Schonberger (1984) é fundamental que a base de fornecedores seja reduzida, dedicada e de alta qualidade. A redução da base de fornecedores não significa deixar o fornecimento de um componente sob a responsabilidade de um único fornecedor, mas sob o fornecimento de dois ou três fornecedores, pois deste modo, o comprador impede que haja um relaxamento do padrão de qualidade e queda na confiabilidade da entrega.

Como decorrência da busca por parcerias, para que se tenha um melhor aproveitamento do potencial de comprometimento dos fornecedores dentro do fluxo de suprimentos, é usual em empresas *Lean* haver ao menos de dois a três fornecedores para cada família de produtos comprados (FONTANINI; PICCHI, 2003).

2.2.1.4 DEMOCRATIZAÇÃO DO PODER DE BARGANHA DO COMPRADOR E FORNECEDORES

Segundo Womack, Jones e Ross (1992), infelizmente o progresso na direção do fornecimento enxuto continua bloqueado pela relutância dos grandes compradores, que se recusam a abrir mão do poder de barganha que possuem em relação aos fornecedores.

Cooper e Slagmulder (1999) argumentam que em relação à coordenação da cadeia de suprimentos, os membros da cadeia devem aceitar um conjunto de regras de conduta formais ou informais (denominadas protocolos), estabelecidas com os objetivos de encorajar a cooperação quando necessário. Tais regras, embora retratem uma forma de coordenação, dependem diretamente da forma como o poder é distribuído dentro da

cadeia. Os mesmos autores classificaram a coordenação das cadeias de suprimento da seguinte forma:

a) Reinado: é uma forma de coordenação na qual uma empresa tem domínio sobre as demais, fazendo com que suas condições sobreponham os interesses dos outros agentes da cadeia e, portanto, centra toda a coordenação do sistema. Neste caso, o funcionamento desta coordenação depende da vontade de apenas uma empresa.

b) Baronato: é uma forma de coordenação na qual um grupo de empresas possui igual poder, sendo necessárias negociações acordadas com todos os agentes, para se estabelecer critérios e regras comuns que possibilitem a coordenação da cadeia. O modelo de relacionamento entre comprador com o fornecedor vai depender principalmente dos fornecedores, responsáveis pela proposição de protocolos e regras..

c) República: é uma forma de coordenação na qual diversos membros detêm o mesmo domínio, desta maneira, o poder é distribuído entre as empresas. Neste caso, a coordenação é pulverizada e a implementação do modelo de relacionamento vai depender diretamente do consenso entre as empresas do fluxo de suprimentos.

Segundo Isatto e Formoso (2002), a proposta de Cooper e Slagmulder (1999) sugere uma relação direta entre o grau de concentração do poder e o grau de centralização do processo de tomada de decisão. Nas situações em que existe concentração de poder, a coordenação pode ser exercida através de relações do tipo “coordenador para os demais membros”, ao passo que em situações com poder de barganha equilibrado a coordenação demanda relações do tipo muitos – para - muitos (entre todos os membros).

Ainda segundo Isatto e Formoso (2002), o exercício da coordenação através da confiança se dá pelo comprometimento mútuo entre diferentes agentes. A coordenação pelo poder tem ligação direta com o poder de barganha de cada uma das empresas integrantes da cadeia.

Ballou (2000) afirmam que, além do poder, a coordenação pode ser exercida através da confiança.

Tal poder diz respeito não apenas ao poder de barganha, mas também ao poder de recompensa (onde um agente condiciona benefícios a outro em função de melhor desempenho ou menor custo), ao poder do conhecimento (onde um agente fornece a outro treinamento, informação ou assistência na solução de problemas como incentivo à cooperação), e ao poder de marca (onde um agente permite a utilização de sua marca ao outro como forma de incentivo). (BALLOU, 2000).

Poder e confiança desempenham um papel complementar na coordenação da cadeia. Uma vez equilibrado o poder dentro do sistema, menor será a influência dos fatores acima descritos, sendo os obstáculos substituídos por confiança entre os agentes da cadeia.

2.2.1.5 REDUÇÃO DOS CUSTOS

Womack, Jones e Ross (1992) afirmam que com a adoção de uma nova postura de relacionamento no fluxo de suprimentos, a tendência dos preços é declinar durante o período de fabricação do produto.

Suzaki (1987) argumenta que deve ser assegurada a divisão de idéias para a melhoria de custos entre fornecedores e compradores. Enquanto os produtores em massa pressupõem que os ofertantes venderão, de fato, a baixo custo, no início do contrato, esperando recuperar o investimento pelo futuro aumento dos preços, os produtores *Lean* apostam que o preço no primeiro ano constitui uma estimativa sensata do custo real, mais o lucro, do fornecedor.

Já os compradores *Lean* percebem que os preços tendem a declinar nos anos seguintes, ainda que a matéria-prima e os salários aumentem, pois a curva de aprendizado na produção garante que se ganhe mais com a produtividade. Nos fornecedores enxutos a curva tende a crescer mais rapidamente, em função da melhoria contínua (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

2.2.1.6 BENEFÍCIOS MÚTUOS

De acordo com Womack, Jones e Ross (1992), quando o comprador concorda em dividir os lucros das atividades conjuntas para deixar para os fornecedores os lucros oriundos de atividades próprias, o comprador renuncia ao monopólio sobre os benefícios das idéias dos fornecedores e se beneficia da crescente propensão de seus fornecedores em introduzirem inovações e sugestões redutoras de custos, e em trabalharem cooperativamente. O sistema acaba substituindo um círculo vicioso de desconfiança por um círculo virtuoso de cooperação.

2.2.1.7 FORNECEDORES LOCALIZADOS PRÓXIMOS AO COMPRADOR

Schonberger (1984) menciona os benefícios adquiridos de se manter os fornecedores próximos à empresa compradora, de forma a facilitar o intercâmbio técnico e de informações relativas ao fluxo de suprimento envolvido. A proximidade dos fornecedores e compradores constitui em um fator chave para o desenvolvimento da cooperação e parceria, e proporcionam ganhos consideráveis, sob os aspectos logísticos e de custos.

2.2.1.8 FLUXO DE INFORMAÇÃO MAIS ÁGIL ENTRE OS AGENTES DA CADEIA DE FORNECIMENTO

Segundo Womack, Jones e Ross (1992), o sistema de informações só funciona entre fornecedores e compradores se existir uma estrutura racional de determinação de custos, preços e lucros. Esta estrutura faz com que ambas as partes, fornecedores e compradores, queiram trabalhar conjuntamente para benefício mútuo, em vez de suspeitarem uma das outras.

Os mesmos autores ainda comentam que os fornecedores dentro de um fluxo de suprimentos enxuto são informados com antecedência pelas montadoras sobre mudanças de volumes na produção. No caso das variações de volume persistirem, compradores e fornecedores procuram conjuntamente outros negócios. O comprador não irá abruptamente transferir as atividades dentro da empresa apenas para se beneficiar, existe um compromisso entre os agentes do fluxo de suprimentos de partilharem as épocas boas e ruins, os fornecedores são considerados como parte

integrante da empresa compradora, ao contrário dos relacionamentos estabelecidos dentro da produção em massa.

2.2.1.9 APRENDIZADO MÚTUO

Para maximização do aprendizado mútuo, Schonberger (1984) sugere que os engenheiros dos compradores visitem periodicamente as instalações dos fornecedores, para avaliar a qualidade dos processos de produção e auxiliar na adequação dos processos quando necessário.

Ainda segundo o mesmo autor, é necessário que seja realizada a capacitação dos técnicos dos fornecedores nos requisitos exigidos pela empresa compradora, de forma que promova a divulgações de inovações adotadas pelo comprador, bem como a capacitação dos fornecedores escolhidos.

Para que o fluxo de suprimentos opere de forma *Lean* é necessário que os fornecedores sejam envolvidos no desenvolvimento de produtos, desde estágios iniciais até os finais, buscando a compreensão mútua dos processos e troca de tecnologia, como forma de agregar mais valor aos produtos (FONTANINI; PICCHI, 2003).

2.2.1.10 ESFORÇO CONJUNTO PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Womack, Jones e Ross (1992) exemplificam como um esforço conjunto manter um engenheiro residente junto ao seu comprador, para facilitar a solução de eventuais problemas que possam ocorrer com relação à qualidade do componente fornecido caso o engenheiro não seja capaz de descobrir o defeito, os engenheiros do comprador se deslocam para a fábrica dos fornecedores para um esforço conjunto na busca do erro. Nenhuma destas atitudes deve ser imposta, mas ser encarada como uma missão bilateral para solucionar os desperdícios.

Os esforços conjuntos são desenvolvidos na identificação e eliminação de desperdícios, através de trocas de informações no desenvolvimento de produtos e no aperfeiçoamento de processos de produção e logística; em geral o comprador apoia o fornecedor para que o mesmo utilize princípios *Lean* em sua produção (FONTANINI; PICCHI, 2003).

2.2.1.11 ENTREGAS E PRODUÇÃO

Womack, Jones e Ross (1992) e Suzaki (1987) afirmam que os fornecedores *Lean* devem organizar entregas freqüentes, em pequenos lotes e no tempo requisitado, resultando em um fluxo de suprimentos ágil entre o fornecedor e comprador. Normalmente, no relacionamento entre fornecedores e compradores *Lean*, os componentes são entregues diretamente na linha de montagem, mais especificamente no setor automobilístico. Este procedimento de entrega é baseado no sistema *Just-in-*

time, introduzido pela primeira vez por Taiichi Onho e detalhado por Monden (1998).

Para que o *Just-in-time* alcance toda a dimensão de seu benefício, é essencial a uniformização da produção. A uniformização de produção é fundamental para que os produtos possam ser entregues e disponibilizados rapidamente na linha de montagem. Por esta razão, os fornecedores e compradores *Lean* trabalham arduamente no *Heijunka* (uniformidade de produção), onde se busca manter o volume total de produção o mais constante possível. (OHNO, 1988)

A adoção do *Heijunka* traz benefícios para o comprador, a uniformização da produção, bem como para os fornecedores também, assegurando um volume regular de negócio. Através da implantação do *Heijunka*, os fornecedores podem utilizar os empregados e maquinários mais efetivamente, eliminando a necessidade dos fornecedores e compradores manterem estoques desnecessários, pois é minimizado o problema de se precaver contra pedidos inesperados.

2.2.1.12 QUALIDADE GARANTIDA

Outra grande característica entre os fornecedores e compradores *Lean*, de acordo com Womack, Jones e Ross (1992), é a qualidade garantida. Esta característica emerge quando é descoberto um defeito. Nos antiquados sistemas de produção em massa, os problemas nos componentes costumavam ser detectados na inspeção das peças nas áreas de recepção. Sendo o número de peças defeituosas pequeno, normalmente as peças eram descartadas ou devolvidas, mas se ocorresse do número de peças representativo, o lote inteiro poderia ser rejeitado e devolvido. Para os agentes do fluxo de suprimento *Lean* existe uma atitude diferente, pois não se conta com estoques reserva e entrega de lotes defeituosos, porque estes eventos podem

prejudicar consideravelmente a produção. Mas, esta situação raramente ocorre dentro deste fluxo de suprimentos, porque o fornecedor conhece as conseqüências das peças defeituosas, e evita este tipo de evento. Quando ocorre este tipo de problema, o departamento de controle de qualidade rapidamente analisa a causa do problema, através de várias ferramentas (por exemplo: cinco porquês, Diagrama de Ishikawa, etc). Neste caso, tanto o fornecedor, como o comprador está empenhado em descobrir a causa de cada uma das peças defeituosas, e garantir que a solução seja divisada, impedindo que o erro ocorra novamente.

Schonberger (1984) menciona que no caso de ocorrer a produção de peças defeituosas, em um fluxo de suprimentos *Lean*, operadores possuem autonomia para efetuar a paralização da linha de montagem e investigar a causa do problema encontrado, de forma a minimizar os prejuízos para os outros agentes do fluxo de suprimentos. Cada agente do fluxo de suprimentos é responsável pela correção de seus próprios erros, mas conta com o respaldo dos outros integrantes da cadeia.

Buscando a qualidade garantida, Suzaki (1987) discute a importância dos fornecedores e compradores garantirem a qualidade, através de sistemas à prova de erros (*Poka-Yoke*) e controles estatísticos de processo. Os fornecedores devem estar altamente comprometidos com o controle de qualidade do componente a ser entregue, e os compradores devem interagir continuamente com os fornecedores através de visitas, treinamentos de capacitação e avaliações.

Os compradores *Lean* avaliam normalmente a qualidade e desempenho dos fornecedores, através de sistemas de avaliação simples, nos quais os fornecedores recebem pontuações baseadas no fornecimento de peças defeituosas encontradas na linha de montagem, porcentagem de entregas pontuais, quantidade e seqüências corretas e de desempenho na redução de custos (WOMACK; JONES; ROSS, 1992). Entretanto, a avaliação pode ser mais ampla, se assim definido pelos gerentes de processo.

A realização de uma avaliação de fornecedores pela empresa compradora, os fornecedores avaliados costumam comparar seus resultados e discutir melhorias para os problemas encontrados. É necessário realçar as áreas problemáticas e carentes de atenção, com o auxílio dos engenheiros da empresa compradora para auxiliar na busca da solução do problema. O sistema de avaliação não possui um caráter estatístico ou eliminatório a princípio, mas de aperfeiçoamento e melhoria contínua. Atitudes de exclusão somente são adotadas caso o fornecedor não demonstre nenhum sinal de melhoria ou vontade de correção de falhas, somente então será descartado (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

2.2.1.13 CRIAÇÃO DE ASSOCIAÇÕES DE FORNECEDORES

Uma outra característica do fluxo de suprimentos *Lean*, de acordo de Womack, Jones e Ross (1992), é a criação por parte dos fornecedores *Lean* de associações, onde os agentes participantes destas associações se reúnem periodicamente para partilhar novas descobertas e inovações para melhorar a produção de seus respectivos componentes.

2.2.1.14 MELHORIA CONTÍNUA

Os fornecedores e compradores devem ter a capacidade de aperfeiçoamento de técnicas e propagação dos efeitos de melhoria dentro de todo o fluxo de suprimentos. Desta forma as metas de qualidade, prazo e custos devem ser revistas

periodicamente de forma a estimular a busca da melhoria contínua e “Defeito Zero”. Segundo Womack, Jones e Ross (1992) e Schonberger (1984) o aprendizado contínuo (*Kaizen*) deve ser estimulado, para proporcionar aumento da qualidade, redução de custos e prazos.

2.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV)

Ao estudar a aplicação do Macro Mapeamento de Fluxo de Valor, objetivo deste trabalho, se faz necessário compreender primeiramente os conceitos básicos para a aplicação do mapeamento de fluxo de valor em cada uma das empresas pertencentes ao macro mapa.

A preocupação em compreender o fluxo de valor e seus processos envolvidos foi enfatizada em um dos cinco princípios propostos por Womack e Jones (1998) e discutidos em 2.1.2. Na Toyota, o método Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), descrito por Rother e Shook (2000), é conhecido como Mapeamento de fluxo de informações e material. Tem como meta principal auxiliar os praticantes do sistema *Lean* a desenhar o estado atual e futuro dos processos produtivos e o estado ideal, auxiliando na elaboração de planos de implantação e aplicação de sistemas enxutos, possibilitando enxergar o caminho da fabricação de um produto do início até o fim, representando visualmente todos os processos de fluxo de material e informações envolvidos.

Segundo Rother e Shook (2000) através da aplicação desta ferramenta é possível uma visualização mais integrada entre os processos, proporcionando a implementação de melhorias sistemáticas e permanentes, que tem como objetivo a eliminação dos desperdícios e a identificação de suas fontes. Resumiu-se a seguir as recomendações desses autores para a aplicação do MFV dentro das empresas.

O MFV visa representar os processos, de forma a percorrer todo o caminho, desde a aquisição da matéria-prima dentro da empresa até a entrega ao consumidor final, o que é denominado por Rother e Shook (2000) como fluxo porta-a-porta.

Desde o consumidor até o fornecedor, o MFV segue a trilha de produção do produto, representando através de desenhos cada um dos processos no fluxo de material e informação.

Para entender a aplicação do MFV, é necessário definir o termo fluxo de valor. Fluxo de valor deve ser entendido, como toda a ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.(ROTHER; SHOOK, 2000, p.3).

O MFV representa a produção dentro da planta de um único agente, desde a entrega da matéria-prima para a produção até a saída do produto para o próximo agente do fluxo de suprimentos. A adoção desta visão possibilita projetar uma visão futura e implementá-la para atingir as melhorias planejadas.

O desenho do MFV normalmente é feito com papel e lápis e elabora-se a partir da visita de todos os processos envolvidos no fluxo de produção do produto. Os fluxos principais de informação também são levantados, e desenhados juntamente com o fluxo de material para garantir uma visualização mais completa do fluxo de produção.

2.3.1 INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS

Para a elaboração do MFV do estado atual em cada empresa, é essencial o levantamento dos seguintes dados em campo:

1. ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA ENTRE PROCESSOS

Os estoques de matéria-prima entre processos são os estoques que se acumulam entre o início de cada um dos processos pertencentes à fabricação do produto final.

2. ESTOQUES DE PRODUTOS ACABADOS

Os estoques de produtos acabados são muito comuns nas empresas, onde são considerados “*buffers*”², que pode ser utilizados em caso de atraso da produção, pedidos excepcionais ou reposição de lotes defeituosos em clientes.

3. DEMANDA NECESSÁRIA PARA ATENDIMENTO DO PEDIDO DO CLIENTE (QUANTIDADE E PRAZO) – *TAKT TIME*

Para levantar a demanda correta de produtos acabados do cliente, é necessário que cliente informe sua real necessidade de produtos (prazo e quantidade), para que a empresa possa ajustar seu *Takt Time*³.

² *Buffers* – Estoques de segurança

³ Fórmula do *Takt Time*: Tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente, segundo Lévico Lean (2003).

4. TEMPO DE CICLO

O tempo de ciclo de cada um dos processos é importante para o cálculo do *Lead Time* total da produção.

5. SETUP ENTRE PROCESSOS

O *Setup* entre processos, ou seja, o tempo gasto para a troca de ferramentas para produção de produtos diferenciados, também é um fator relevante que deve ser considerado, no levantamento do tempo total de produção, já que interfere diretamente no *Lead time* total de produção.

6. LEAD TIME TOTAL

O *Lead time* Total é o tempo gasto desde o recebimento da matéria-prima até a expedição para o cliente.

7. FLUXO DE INFORMAÇÃO

A periodicidade do fluxo de informação deve ser programado para que possa se prever o recebimento dos pedidos e calcular a velocidade de chegada dos pedidos em cada uma das etapas de produção.

8. FORMA DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

A forma como é enviada a informação (telefone, fax, *e-mail*, sistemas informatizados) também é importante, pois a segurança da informação e a velocidade são fatores importantes para a programação da produção.

Todas estas informações serão desenhadas no MFV do estado atual da empresa analisada, de forma que seja possível ao observador compreender os fluxos de materiais e de informações que acontecem dentro da produção.

O fluxo de informação é representado sempre na parte superior do desenho, detalhando a forma como é realizada a comunicação e sua periodicidade, e o fluxo de materiais é representado na parte inferior do MFV do estado atual, demonstrando de que forma os processos estão dispostos dentro da empresa.

Com base nas informações levantadas e a aplicação dos conceitos *Lean*, é possível a elaboração do MFV do estado futuro da empresa.

Após elaborado o MFV do estado atual de cada um dos agentes da cadeia de suprimentos, podemos então dar início ao Macro Mapeamento do Fluxo de Valor (MMFV) estendido a todos os agentes do fluxo de suprimentos.

2.3.2 DESENHO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL

O mapeamento de fluxo de valor inicia-se desenhando os processos envolvidos para a realização do produto. Para a elaboração deste desenho utiliza-se um conjunto de símbolos, ou ícones propostos por Rother e Shook (2000) e Womack e Jones (2004), que estão disponíveis no Anexo A. Entretanto esta metodologia permite criar outros ícones auxiliares desde que sejam consistentes dentro da empresa, possibilitando que todos saibam o que os símbolos significam e representam.

O desenho do mapa do estado atual (MFV) inicia-se com a escolha de uma família de produtos a ser analisada. Família de produtos é um conjunto de produtos que

possuem processos produtivos semelhantes, ou seja, possui apenas alguns processos diferenciados que imprimem características a cada um dos produtos (ROTHER; SHOOK, 2000).

O MFV inicia-se pela demanda do consumidor, representa-se o cliente, que pode ser o cliente final, ou uma outra fábrica representado através do ícone fábrica, colocando sempre no canto direito do mapa, ao alto. Logo abaixo deste ícone desenha-se uma caixa de dados, registrando as necessidades do cliente em relação a empresa analisada. Os dados relativos ao cliente deverão conter: número de turnos, consumo do produto por dia ou mês, e de que forma este produto é entregue (lotes, *pallets*, unidades).

O próximo passo do mapeamento é desenhar os processos básicos da produção. Para indicar um processo adota-se o ícone caixa de processo. Deve-se desenhar o conjunto de caixas de processo com todas as etapas.

O fluxo de materiais é desenhado sempre da esquerda para a direita, na parte de baixo do mapa na seqüência das etapas dos processos; nunca de acordo com o *Layout* físico da planta. No mapa cada um dos processos é representado por uma caixa de processo, da esquerda para a direita, na parte inferior do mapa. À medida que se caminha pela empresa, coleta-se dados importantes para cada um dos processos.

Abaixo do ícone caixa de processo, são registradas as seguintes informações sobre o processo: tempo de ciclo (T/C), tempo de troca (T/R), número de pessoas necessárias e tempo de trabalho disponível (Disp).

- **Tempo de ciclo (T/C):** tempo que leva entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo, em segundos, minutos ou horas.

- **Tempo de troca (T/R):** tempo para mudar a produção de um tipo de produto para outro, podendo ser denominado também como tempo de *setup* da máquina.
- **Número de pessoas:** pessoas necessárias para operar o processo que pode ser indicado por um ícone de operador e representado dentro da caixa de processo.
- **Tempo de trabalho (Disp):** tempo disponível por turno no processo, em segundos, menos os minutos de descanso, reuniões e tempo de limpeza.

No decorrer do mapeamento, durante a observação realizada na empresa, encontram-se lugares onde os estoques se acumulam. Estes lugares são pontos importantes que devem ser anotados e desenhados no mapa do estado atual, porque mostram que o fluxo do produto analisado está parando. Para representar os estoques, utilizamos o ícone, representado pelo triângulo de advertência, para mostrar a localização e o tamanho do estoque.

Representa-se com um ícone de caminhão e uma seta larga o movimento dos produtos acabados até o cliente.

Na outra ponta do mapa, representa-se o fornecedor de matéria prima com um outro ícone de fábrica. Desenha-se o mesmo ícone caminhão e a seta larga para mostrar o movimento de material do fornecedor até a empresa. O fornecedor recebe o pedido semanal, mensal ou bimestral e entrega em uma determinada frequência para seu cliente.

O desenho do mapa do estado atual deve contemplar também o fluxo de informações. Para representar os fluxos de informações, utiliza-se a linha estreita, no caso da informação fluir eletronicamente (via *e-mail* ou através de sistemas integrados) a linha é representada na forma de um raio. Um ícone de caixa pequena é desenhado para identificar ou descrever as diferentes setas dos fluxos de informação. O fluxo de informação é desenhado da direita para esquerda na parte superior do mapa.

Após desenhar os principais processos produtivos da empresa, identifica-se uma parte crítica do mapeamento das informações: os movimentos de material são empurrados pelo produtor (na maioria dos casos), e não puxados pelo cliente.

O fluxo de materiais se comporta de forma empurrada, quando os fabricantes produzem seus produtos a partir de programação própria dando pouca importância à demanda exigida do comprador. Este tipo de comportamento acaba gerando muitos estoques entre empresas, nos distribuidores, e freqüentemente dentro do próprio fabricante.

Infelizmente, dificilmente consegue-se realizar uma programação prévia consistente, pois constantemente os pedidos sofrem alterações, e raramente a produção consegue atender estas oscilações da programação inicial. Normalmente cada processo tem a sua própria programação, e opera como uma ilha isolada, não conectada a qualquer cliente. Cada processo produz em um ritmo e gera lotes de tamanhos que somente fazem sentido a partir de sua própria perspectiva, e não da ótica do fluxo de valor.

Nesta situação, os processos fornecedores tenderão a fazer componentes que os seus processos clientes não precisam naquele momento, e aquelas peças serão empurradas para o estoque. Este tipo de processo “lote e empurra” torna quase impossível se estabelecer um fluxo de trabalho regular de um processo para o seguinte, que é uma peça fundamental da produção *Lean*.

O ícone de mapeamento do movimento de material empurrado é uma seta listrada. Uma seta de empurrar é desenhada entre cada processo. O mapa de fluxo de valor auxilia a compreensão de eventos mostrados no *Layout* da planta a partir da perspectiva do fluxo de valor do produto e de seu cliente. Com os dados obtidos pelas observações das operações atuais desenhadas ou registradas no mapa, pode-se resumir as condições atuais do fluxo de valor. Desenha-se uma linha de tempo embaixo das caixas de processo e dos triângulos de estoque para registrar o *lead time* de produção, o tempo que leva uma peça para percorrer todo o caminho no chão de fábrica, começando com a sua chegada como matéria - prima até a liberação para o cliente.

O *lead time* (em dias) para cada um dos triângulos de estoque é calculado dessa forma: quantidade em estoque dividida pelos pedidos diários do cliente. Ao adicionar o *lead time* em cada processo e em cada triângulo do estoque no fluxo de material, chega-se a uma estimativa do *lead time* total de produção.

2.3.3 DESENHO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO

O principal objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implantação de um fluxo de valor em um estado futuro que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção na qual os processos individuais são articulados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxado, e cada processo se aproxima o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam.

Ao iniciar a elaboração do mapa do estado futuro, segundo Rother e Shook (2000), é necessário tentar responder algumas questões que auxiliam em sua elaboração do mapa.

1. QUAL É O *TAKT TIME*, BASEADO NO TEMPO DE TRABALHO DISPONÍVEL DOS PROCESSOS POSTERIORES QUE ESTÃO MAIS PRÓXIMOS DO CLIENTE?

O Takt time é a frequência com que deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender à demanda dos clientes. O Takt time é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno, pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno (LÉXICO LEAN, 2003).

2. SERÁ NECESSÁRIA A IMPLANTAÇÃO DE UM SUPERMERCADO DE PRODUTOS ACABADOS NO QUAL OS CLIENTES PUXAM OU A EXPEDIÇÃO SOLICITA?

Deve-se verificar a necessidade da implantação de supermercados de produtos entre os processos.

3. EXISTE A POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DO FLUXO CONTÍNUO?

Ao examinar os processos envolvidos, analisa-se se seus tempos de ciclo estão próximos do *takt time*. Caso exista esta situação, a sugestão é que os processos sejam transformados em um fluxo contínuo, de modo que os tempos de ciclo dos processos fiquem sempre abaixo do *takt time* calculado.

4. ONDE SERÁ NECESSÁRIO INTRODUIZIR SISTEMAS PUXADOS COM SUPERMERCADOS A FIM DE CONTROLAR A PRODUÇÃO DOS PROCESSOS ANTERIORES?

Deve-se analisar a necessidade de introduzir sistemas puxados. Os supermercados de produtos podem ser implementados nos pontos do mapa nos quais existe quebra de fluxo, ou seja, quando houver uma variação considerável de tempo de ciclo entre um processo e outro.

5. EM QUE PONTO ÚNICO DA CADEIA DE PRODUÇÃO É POSSÍVEL PROGRAMAR A PRODUÇÃO?

Recomenda-se a escolha de um único ponto para a programação do processo como um todo. Este ponto regulará o fluxo contínuo criado na etapa anterior.

6. É POSSÍVEL NIVELAR A PRODUÇÃO NO PROCESSO PUXADOR?

Um nivelamento da produção a partir da criação do fluxo contínuo das etapas, resultará em grandes melhorias no *lead time*, qualidade e custo.

7. QUAIS MELHORIAS NO PROCESSO SÃO NECESSÁRIAS PARA FAZER FLUIR O FLUXO DE VALOR CONFORME AS ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO NO ESTADO FUTURO?

Segue algumas ações requeridas para viabilizar melhorias do MFV do estado futuro para uma empresa:

- Redução do tempo dos processos e do tamanho dos lotes a serem entregues na empresa para permitir uma resposta mais rápida às demandas dos processos seguintes. Os objetivos são “toda peça todo dia” e então “toda peça todo turno”.

- Eliminação do desperdício entre processos, promovendo o fluxo contínuo entre processos, através da implementação do sistema FIFO⁴.
- Instalação de um supermercado e um pulmão de emergência no início do processo para reduzir os estoques antes e entre processos.
- Implementação de *Kaizen* em cada um dos processos envolvidos para redução do tempo de processo de cada uma das fases.

Todas estas melhorias devem ser desenhadas no mapa do estado futuro. Ao se comparar os dados básicos do estado atual com os do estado futuro, os resultados são visíveis. Em particular, devido ao nivelamento da produção, implementação de sistemas *Kanban*, *Kaizen* e otimização do fluxo de informações.

2.3.4 PLANO DE AÇÃO PARA A IMPLANTAÇÃO

O MFV do estado futuro mostra onde a empresa pode chegar, mas para atingir o estado futuro é necessário definir um plano de ação para atingir o estado desejado. O plano de ação deve ter:

- Um planejamento das atividades a serem desenvolvidas, com tempos definidos, etapa por etapa;
- Metas quantificáveis;

⁴ FIFO (First In, First Out) – Primeiro que entra, primeiro que sai.

- Pontos de checagem claros, com prazos reais e com avaliadores definidos.

Para iniciar a implementação do plano de ação, deve-se definir uma seqüência e um ponto de início. Para a definição do ponto de início, alguns pontos devem ser verificados (ROTHER; SHOOK, 2000):

- O processo deve ser compreendido pelos operários responsáveis;
- A probabilidade de sucesso deve ser alta;
- O impacto financeiro deve ser previsto.

Uma sugestão dos mesmos autores é implementar primeiramente as etapas que estão mais próximas do cliente final. À medida que o processo puxador se tornar mais enxuto e consistente, ele revelará problemas nos processos anteriores, que posteriormente demandarão atenção também.

2.4 MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MMFV)

Conforme descrito em seção anterior, Rother e Shook (2000) definiram a aplicação do MFV, a partir das observações feitas na *Toyota*, primeiramente nos processos pertencentes a uma única empresa, porta a porta.

Posteriormente, Womack e Jones (2004) sugeriram que este método fosse estendido para todas as empresas que compõem a cadeia de fornecimento, através do Macro Mapeamento de Fluxo de Valor (MMFV).

Para o desenho do MMFV de um produto específico, é necessário definir a família de produtos a ser mapeada. Uma vez definido o produto final, todo o caminho inverso será desenhado. Através da aplicação do mapeamento do fluxo de valor, segundo Womack e Jones (2004), espera-se:

- Uma visualização mais completa dos processos que compõem o fluxo de valor da família de produto específica, bem como a identificação dos fornecedores e seus processos produtivos.
- Identificação das fontes de desperdícios inerentes ao fluxo de valor da família de produtos escolhida.
- Criação de uma linguagem comum entre os participantes do fluxo de valor, entre a empresa e seus fornecedores.
- Uma visualização das decisões sobre o fluxo de valor, de modo a facilitar a discussão entre os integrantes do processo de fornecimento e fabricação.

- Possibilidade de aplicação de conceitos e técnicas enxutas dentro do macro mapeamento, pois a visualização do fluxo de valor do produto favorece a aplicação dos conceitos *Lean* como um todo, e não isoladamente, mas ao longo de toda a cadeia de fornecimento.
- Possibilidade de criação de uma base documental, pois uma vez mapeado o estado atual do fluxo de valor do produto, este funciona como uma referência para a implementação dos conceitos *Lean* ao longo da cadeia.
- Visualização do fluxo de materiais conjuntamente com o fluxo de informações, possibilitando identificar as falhas entre empresas e fornecedores.
- Possibilidade de descrever qualitativa e quantitativamente cada um dos seus processos produtivos, e estabelecer comparações entre as situações antes e depois.

Isso possibilita concluir que o macro mapeamento do fluxo de valor de um produto específico permite aos integrantes do fluxo de valor enxergar em desperdícios e focar no fluxo como um todo, visualizando o estado ideal, possibilitando analisar as interfaces necessárias para a composição do estado futuro incorporando melhorias.

2.4.1 DESENHO DO MACRO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O desenho do macro mapeamento do fluxo de valor é uma forma estendida de analisar o fluxo de valor de um material, ao longo da cadeia. As ações relevantes devem ser mapeadas em dois fluxos: informações pertinentes aos pedidos acima, partindo do cliente até o último fornecedor e produtos abaixo, da matéria-prima em

direção ao cliente, de maneira semelhante ao MFV descrito no Sub item 2.3.

O macro mapeamento do fluxo de valor é o simples processo de observação direta dos fluxos de informação e de materiais, conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com um melhor desempenho". (WOMACK; JONES, 2004, p.01)

Uma das vantagens do macro mapeamento do fluxo de valor é desagregar problemas operacionais no nível de produtos específicos, e proporcionar uma visualização do fluxo de suprimentos como um todo.

2.4.1.1 CAMPO DE VISÃO

O MMFV ideal deve mostrar as informações e participantes da cadeia de fornecedores. Entretanto, nem sempre é possível conseguir esta total abrangência, portanto, é necessário que se defina os fornecedores mais relevantes para a composição do produto final.

No método apresentado por Womack e Jones (2004), o MMFV deve conter os centros de distribuição e os processos envolvidos na produção até a extração da matéria-prima.

Para a realização deste mapeamento, é necessária a cooperação das empresas envolvidas, sendo necessário desenhar o MFV porta-a-porta de cada um dos agentes envolvidos na cadeia, utilizando o método descrito por Rother e Shook (2000), conforme já mencionado.

2.4.1.2 ESCOLHA DO LÍDER DO FLUXO DE VALOR

Assim como sugerido por Rother e Shook (2000), é necessário escolher um líder para os processos em questão. Como estamos considerando o fluxo de valor de uma família de produtos, é necessário escolher um líder para cada um dos agentes envolvidos na cadeia de fornecimento (WOMACK; JONES, 2004).

Desta forma, pode-se esperar um ganho maior nos níveis de mapeamento. Os gerentes de cada uma das empresas envolvidas podem desenhar rapidamente os mapas das empresas envolvidas.

Cada empresa possui seu conjunto de processos para fornecer o componente necessário para a empresa fabricante do produto final. Cada uma destas empresas, além do líder que responderá por seu processo produtivo globalmente, possuem um líder para cada um dos processos. Womack e Jones (2004) sugerem um responsável para cada um dos seus processos produtivos. O conjunto de responsáveis pelos processos comporá a equipe de processos. A partir deste momento, o uso da linguagem envolvendo parceria e cooperação entre firmas será intensificada, uma vez que o fluxo de valor do produto será dividido.

Entretanto, os times de mapeamento, na maioria das vezes irão descobrir muitas lacunas entre princípios de colaboração e parceria e a realidade do dia-a-dia de cada um dos fluxos de valor. Se o MMFV mostrar confusão e problemas de produtividade entre empresas no nível de fluxo de valor, fica claro que a parceria não esta sendo traduzida como competitividade.

Através do MMFV, estas falhas e lacunas no fluxo de materiais e informações, entre empresa e fornecedores, são demonstradas de forma clara e consistente, possibilitando a identificação das causas de desperdícios, e divisão de

responsabilidades, qualidade, custo, confiabilidade e problemas comuns de comunicações entre os participantes.

Womack e Jones (2004) acreditam que o principal ganho pode ser alcançado se as lições de divisão do gerenciamento de fluxo de valor podem ser aplicadas em cada um dos agentes para seus relacionamentos com outros clientes e fornecedores. Após determinar a equipe que será responsável pelo mapeamento, a equipe e o líder deverão andar pelas empresas juntos, para desenhar o macro mapa do estado atual e tentar identificar as respostas para as seguintes questões:

- Quais etapas que agregam valor?
- Quais etapas são desperdícios?
- O fluxo de informações é irregular?
- A quantidade de produtos é inconstante?
- As entregas não são pontuais?

Após o desenho do macro mapa do estado atual, inicia-se o desenho do macro mapa do estado futuro, tendo como ponto de partida as questões acima mencionadas, removendo as etapas que geram desperdícios e simplificando o fluxo de informações.

2.4.2 MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL (MMEA)

Uma vez escolhida a família de produto que será estudada, analisa-se o produto escolhido, que terá o seu fluxo de valor mapeado. Elabora-se uma relação dos materiais necessários para a composição do produto final e uma relação dos

fornecedores responsáveis (Womack; Jones, 2004).

O primeiro passo para início do macro mapeamento é percorrer o caminho do fluxo de valor que será mapeado, recordando os processos visitados, o transporte de produtos entre agentes, o desempenho de cada um dos componentes, todas as ações de gerenciamento de informações, o time de mapeamento requisitado. Deve-se começar o desenho pelo cliente final como ponto de partida (Womack; Jones, 2004).

Recomenda-se montar uma tabela com os dados sobre os agentes envolvidos no processo de fabricação do produto final. Esta tabela conterá informações importantes, que serão utilizadas na confecção do MMEA. Segue o modelo de tabela proposto por Womack e Jones (2004).

TABELA 2.2 – TABELA DE ETAPAS FÍSICAS (WOMACK; JONES, 2004)

TOTAL DE ETAPAS	Nº DE ETAPAS QUE AGREGAM VALOR	TEMPO TOTAL	TEMPO DE AGREGAÇÃO DE VALOR
AGENTE 1			
TRANSPORTE (AGENTE 1 PARA AGENTE 2)			
AGENTE 2			
TRANSPORTE (AGENTE 2 PARA AGENTE 3)			
AGENTE 3			
TRANSPORTE (AGENTE 3 PARA CLIENTE)			
CLIENTE FINAL			

A TABELA 2.2 é útil para comparar resultados entre estado atual e estados futuros, pois permite identificar o número de etapas que efetivamente agregam valor ao

produto, bem como o tempo demandado para a produção do produto.

Um dos principais objetivos do MMFV é permitir o desenvolvimento da habilidade de distinção das etapas que agregam valor das etapas que não agregam, ou induzem apenas ao desperdício. Existem enormes lacunas entre o tempo total e o tempo real de valor agregado. A identificação destas etapas oferece uma oportunidade de otimização dos processos, redução dos desperdícios e melhoria nos relacionamentos entre agentes da cadeia de fornecimento, bem como entre os seus processos propriamente ditos.

Durante o mapeamento, os líderes e o time de mapeamento devem ter bem definido os conceitos de valor e desperdícios, pois cada um dos processos envolvidos para a produção do componente, deverá ser analisado sob esta ótica.

Depois de elaborada a lista de etapas para a fabricação do produto final, toda a atividade deverá ser classificada em desperdício ou valor. Esta classificação é de extrema importância já que sugere oportunidades de ganhos. Deve-se quantificar o tempo das atividades que efetivamente agregam valor e o total de etapas das atividades que não agregam valor, e das atividades totais. Deve-se também considerar a distância física entre os agentes, pois o tempo de distribuição impacta diretamente na produção do fabricante.

De forma a facilitar o levantamento dos dados para a elaboração do MMEA, segue abaixo um roteiro baseado em Womack e Jones (2004) para o desenho do macro mapa do estado atual.

Para simplificar o desenho do MMEA, sugere-se a aplicação da legenda criada por Womack e Jones (2004), que padroniza a representação dos agentes envolvidos no fluxo de valor da componente, bem como ícones para a representação dos dados relativos ao fluxo de materiais e informações entre empresas. A legenda, com os ícones para a aplicação do método, está especificada no Anexo A, a qual incorpora os ícones

usados no MFV, acrescentando alguns outros.

O cliente final é representado por um ícone fábrica, pois a empresa também é responsável pela modificação do produto recebido. Este ícone será colocado do lado direito do mapa, ao alto. Logo abaixo deste ícone, é desenhado um ícone caixa de dados, registrando as necessidades da empresa com relação ao produto mapeado.

O ícone fábrica também será utilizado para representar os agentes envolvidos no processo. Abaixo de cada ícone fábrica é representado o ícone para os dados relativos a cada agente: estoque de matéria-prima, estoque em processo, estoque de produtos acabados, número de turnos, dias trabalhados por semana, defeitos (PPM). Também abaixo de cada ícone da empresa ou distribuidor, deverá conter o nome da localidade onde a empresa está instalada.

O fluxo de material sempre deverá ser desenhado da esquerda para a direita, na parte inferior do mapa na seqüência dos agentes pertencentes ao processo.

No caso de existir centros distribuidores entre empresas, deve-se utilizar o ícone distribuidor, que também deverá conter caixa de dados e nome da localidade onde está situado. Entre os ícones das empresas e distribuidores, serão acrescentados ícones representando o tipo de transporte responsável pela entrega de componentes entre os agentes. O transporte normalmente é feito por caminhão, trem, avião. Dentro do ícone deve constar a freqüência de entrega (uma vez por semana, duas vezes por mês), abaixo da freqüência existirá o ícone de caixa de dados contendo: a distância a ser vencida por aquele meio de transporte, a forma com será transportado o componente (*pallets*, caixas, etc.), número de peças com defeito, etc.

Abaixo das caixas de dados de cada ícone, existe uma linha de tempo representativa, que indica o número de processos contidos dentro de cada uma das empresas e dos meios de transportes envolvidos. Para possibilitar uma melhor visualização, quando for em empresas e distribuidores a linha representativa

permanecerá no mesmo nível, quando for adicionando os dados relativos a transportes, a linha será rebaixada de forma, que poderemos identificar que se trata de um transporte. Nesta linha, na parte superior será identificado o tempo total do processo (*Lead Time*: tempo que um produto leva para percorrer todo o caminho dentro da fábrica e à frente do número, e entre parênteses, o tempo real de agregação de valor, desde a sua chegada como matéria-prima até a liberação para o cliente) e na parte inferior o total de processos envolvidos para a execução do processo completo dentro da empresa e à frente do número, e entre parênteses, o número de etapas que efetivamente agregam valor.

À medida que inicia-se o desenho do MMEA, observam-se pontos onde existe acúmulo de estoques. Estes pontos devem ser representados por ícones estoque (ícones triangulares representados por um sinal de advertência), mostrando locais onde o fluxo de materiais está sendo acumulado.

Depois de definir todos os agentes pertencentes ao macro mapeamento, seus distribuidores e os meios de transportes envolvidos, é necessário representar o fluxo da informação dentro do macro mapa. O fluxo de informações deve ser desenhado na parte superior do mapa, sempre da direita para a esquerda.

Para representar o fluxo de informações, utilizam-se ícones, setas e linhas estreitas para mostrar os fluxos de informação. Esta linha é modificada na forma de um ícone em forma de raio quando a informação flui eletronicamente (via troca eletrônica de dados) ao invés de papel. Os ícones são utilizados para identificar ou descrever diferentes tipos de informação.

Para cada um dos agentes representados no processo, deve-se desenhar um ícone indicando a forma de controle da produção. O departamento responsável pelo controle de processo coleta as informações dos clientes e do chão de fábrica, consolida e processa, e envia instruções para a linha de produção, para os fornecedores e seus clientes. O controle de produção também é responsável pelo envio da programação

diária de entregas para o departamento de expedição.

Cada agente dimensiona seus processos a partir da demanda de seus clientes, que muitas vezes são outras empresas que utilizam seus componentes para a montagem de outro produto e assim por diante. O macro mapa apresenta o cliente final e todos os seus agentes fornecedores para a composição do produto. Durante o mapeamento das informações, o movimento do material geralmente é empurrado, até chegar ao agente da cadeia. Raramente a cadeia de fornecimento funciona de forma puxada.

Empurrar significa que o processo produz alguma coisa independente das necessidades reais da empresa cliente. Puxar significa que a empresa cliente pede exatamente somente a quantidade de produto que realmente necessita.

Empurrar tipicamente resulta em se produzir para atender uma programação que tenta adivinhar o que o processo seguinte necessitará. Infelizmente isto é praticamente impossível de se fazer de forma consistente porque as programações mudam e raramente a produção segue exatamente de acordo com a programação. Quando cada processo tem sua própria programação, está operando como uma ilha isolada, não conectada a qualquer cliente seguinte. Cada processo produz em um ritmo e gera lotes de tamanhos diferentes, que fazem sentido a partir de sua própria perspectiva, e não da ótica do fluxo de valor. (ROTHER; SHOOK, 2000, p.27).

Quando se trabalha com produção empurrada, as empresas fornecedoras tendem a produzir componentes que muitas vezes as empresas clientes não precisam naquele momento, e aqueles componentes são empurrados para estoques. Este tipo de relacionamento entre fornecedores e compradores “lote e empurrado” torna quase impossível se estabelecer um fluxo de produção regular de uma empresa para outra. O fluxo de produção regular é fundamental para um fornecimento enxuto.

Se cada uma das empresas está produzindo seu produto de acordo com sua programação, então o fornecimento de produtos está sendo feito de forma empurrada, ou seja, quando a empresa dimensiona sua produção de forma isolada sem considerar a demanda real de seus clientes. Uma seta de “empurrar” deve ser desenhada entre cada uma das empresas.

Para representar o movimento da produção utiliza-se o ícone representado por uma seta listrada para ilustrar o movimento empurrado de componentes e o ícone representado por uma seta vazia para o movimento puxado de componentes.

No caso da empresa dimensionar sua produção de acordo com a demanda do cliente, e enviar o produto de acordo com o pedido do cliente e em pequenos lotes, a empresa está produzindo de forma puxada.

2.4.3 MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO (MMEF)

Os dados internos (estoques, tempos de fabricação, defeitos, etc) dos MFV de cada agente resulta na elaboração do MMEA do fluxo de suprimentos. O MMEA possibilita o desenho de várias sugestões de MMEFs, que possibilitam maneiras de se eliminar desperdícios, incorporando os conceitos *Lean*.

O primeiro passo para a eliminação de desperdícios, sugerido por Womack e Jones (2004), seria a implantação do sistema puxado dentro de cada um dos agentes envolvidos no fluxo. Conforme apresentado nos MFVs de cada um dos agentes, existem desperdícios durante a produção interna de cada empresa: estoques dentro dos agentes, etapas executadas que não agregam valor, retrabalho.

O primeiro passo seria garantir o fluxo de produção em cada um dos agentes, a partir da aplicação dos princípios *Lean* internamente em cada um dos agentes. Este primeiro passo garante uma redução das etapas que não agregam valor e uma diminuição no tempo de processo dentro de cada agente, proporcionando uma redução de desperdício no fluxo como um todo.

O segundo passo mencionado pelos mesmos autores na elaboração do MMEF, consiste em instalar o sistema puxado entre os agentes, de forma que as empresas pertencentes ao fluxo sincronizassem sua produção com a demanda do seu cliente, evitando estoques na fábrica. Para implementar o sistema puxado é necessário ligar o ponto do uso do produto em uma planta cliente com o ponto anterior de produção ou expedição do primeiro planta fornecedora. Assim o consumo no ponto de uso é rápido e exatamente repostado pelo processo anterior do fluxo de valor.

O complemento lógico e necessário para sistemas puxados entre plantas é o aumento da frequência de entregas entre plantas, segundo Womack e Jones (2004).

Esta alteração nas entregas pode ser conseguida realizando entregas de caminhões cheios realizadas envolvendo diversos agentes. Este tipo de entrega é denominado Milk Run. A introdução de entregas Milk Run torna possível a eliminação de paradas em depósitos e armazéns.

O terceiro passo propõe uma reestruturação logística, no qual cada um dos fornecedores cria uma célula de trabalho no último agente da cadeia, para a execução de parte do seu processo produtivo. No estado futuro ideal, para adoção desta sugestão, algumas considerações devem ser feitas. (WOMACK; JONES, 2004)

- As etapas produtivas devem ser realizadas o mais perto possível, uma das outras. Idealmente, deveriam ocorrer no mesmo local. Entretanto, para é necessário sempre uma análise conjunta de viabilidade entre as partes envolvidas.
- A produção deveria ser realizada o mais próximo possível do cliente final, evitando estoques de produtos acabados.
- Se a proximidade acarreta custos adicionais de produção, tais custos devem ser comparados com o valor da economia de tempo que pode ser obtida.

Entretanto, estas modificações envolvem tanto re-arranjo comercial entre os agentes, exigindo mudanças no comportamento do fluxo de suprimentos, rumo às características apontadas no sub item 2.2 da revisão bibliográfica. Surge a necessidade de negociações entre os agentes do fluxo que ganham e os que perdem. Embora alguns agentes da cadeia possam ter perdas pontuais, o estado futuro deve visar a maior agregação de valor para o cliente final, o que traz maior competitividade para a cadeia como um todo (WOMACK; JONES, 2004).

É desejável que as informações sejam compartilhadas por todos os agentes do fluxo de suprimentos de forma a favorecer o planejamento a partir de dados reais da demanda.

Estas sugestões apresentadas no macro mapa do estado futuro são melhorias a serem implementadas através da aplicação dos conceitos *Lean* no fluxo de suprimentos. Todas as modificações devem ser discutidas pelos agentes envolvidos, para sua aplicação. O desenho do Macro Mapa do Estado Atual (MMEA), com todos os dados internos de cada etapa do processo (estoques, tempos de fabricação, defeitos, etc), possibilita aos diversos agentes discutirem melhorias a serem adotadas e desenhar o MMEF visando a reduzir ou mesmo eliminar desperdícios.

Para se alcançar o máximo de aproveitamento das sugestões mencionadas por Womack e Jones (2004), deve-se analisar a aplicação de algumas das seguintes ações no fluxo de valor como um todo:

1. ELIMINAR ETAPAS QUE NÃO AGREGAM VALOR

Etapas que não agregam valor ao produto final podem ser eliminadas: etapas de processo, etapas de transportes desnecessárias. Deste modo, alguns agentes podem ser eliminados do MMEA, fornecendo um MMEF mais enxuto.

2. APLICAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN* (PRODUÇÃO *JUST IN TIME*)

Normalmente, a ligação entre a empresa e o fornecedor mais próximo deve ser puxada (ou seja, o fornecedor produz somente por demanda do comprador), mas com relação aos demais agentes do fluxo de suprimentos, o fluxo de materiais costuma ser empurrado. Para minimizar este problema, que fica evidenciado através da representação gráfica do MMEA, a solução é tornar o fluxo de suprimento puxado ao longo de toda a cadeia de fornecedores.

Uma das soluções para adequar a produção de materiais a este princípio *Lean* é adotar o sistema *Kanban*. Isto dependeria de alterações na forma de trabalho interna de cada empresa envolvida, adotando a produção *Just-in-time*, e implicaria em cada empresa produzir somente o que foi demandado pelo seu cliente. A previsão mensal seria usada somente para monitoramento de capacidade, porém não mais para definir no dia a dia o que produzir, uma vez que isto seria informado pelo sistema *Kanban*. Informações sobre o sistema *Kanban* ou sistemas de cartões foram detalhadas pelos autores Monden (1998) e Suzuki (1987). Esta sincronização de entrega pode possibilitar a eliminação de uma etapa do processo, transporte do produto do fabricante para o distribuidor.

Alterações que envolvam o re-arranjo comercial entre os agentes, em geral são identificadas no MMEA e são um grande desafio, por necessitarem de negociações entre os participantes da cadeia que ganham e os que perdem. Embora alguns agentes da cadeia possam ter perdas pontuais, o estado futuro deve visar uma maior agregação de valor para o cliente final, o que traz maior competitividade para a cadeia como um todo.

3. REDUÇÃO DE ESTOQUES

Um efeito conhecido em sistemas baseados em produção através de previsões (controle de produção individualizado), normalmente evidenciado no MMEA, é a amplificação de demanda, ou seja, variações artificiais amplificadas a montante na cadeia, gerando grande defasagem entre a demanda real e o planejado, resultando em estoques de produtos desnecessários e falta de produtos que os clientes desejam (WOMACK; JONES, 2004). Uma forma de reduzir ou até eliminar este efeito é compartilhar com toda a cadeia informações sobre a demanda real dos clientes finais da cadeia. Desta forma no MMEF deve ser ilustrado o envio simultâneo, a todos os participantes da cadeia, de informações do cliente final.

4. REDUÇÃO DO TEMPO DE COMPRAS

O tempo das compras presentes dentro do fluxo de suprimentos poderia ser reduzido através da aplicação do sistema *kanban*, *e-commerce*, etc, para compra de materiais, reduzindo o tempo de espera.

5. ADOÇÃO DO CONCEITO TAKT TIME (RITMAR TODAS AS ATIVIDADES PELA DEMANDA REAL DO CLIENTE) EM TODA A CADEIA DE FORNECEDORES

O *takt time* é usado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas, no “processo puxado” em particular. O *takt time* é um número referencia que dá uma noção do ritmo em que cada processo deveria estar produzindo e ajuda a enxergar como as coisas estão indo e o que precisa ser feito para melhorar. No MMFV, o *takt time* é informado no desenho.

Produzir de acordo com o *takt time* parece simples, mas requer um esforço concentrado para:

- Fornecer resposta rápida (dentro do *takt time*) para problemas.
- Eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas.
- Eliminar tempos de troca em processos posteriores, tipo processos de montagem.

2.4.4 PRINCÍPIOS *LEAN* PARA O FLUXO DE VALOR ESTENDIDO

Ao analisar o fluxo de valor de forma estendida sob a ótica *Lean*, duas formas de desperdícios são evidenciadas de imediato:

- **ESTOQUES DESNECESSÁRIOS:** causados por fluxos inconstantes de informações e processos de movimento em lotes ao longo do fluxo
- **TRANSPORTES DESNECESSÁRIOS:** ocasionados por decisões que buscam otimizar o desempenho em pontos individuais e não no fluxo total.

Segundo Womack e Jones (2004) afirmam que para garantir que o fluxo de valor ao longo de toda a cadeia de fornecimento será realizado de forma contínua deve-se garantir as seguintes características:

1º) TODOS OS ENVOLVIDOS NO FLUXO DE VALOR ESTENDIDO DEVEM ESTAR CIENTES DO PRAZO DE ENTREGA DO PRODUTO FINAL PARA O CLIENTE.

Os agentes envolvidos no fluxo de suprimento da cadeia de fornecedores devem compartilhar as informações requisitadas pelos clientes mais à jusante, para adequação do sistema de produção como um todo, bem como *Takt time* total do produto.

2º) UM FLUXO DE VALOR ESTENDIDO, VERDADEIRAMENTE ENXUTO, DEVE TER ESTOQUES BEM PEQUENOS.

Os estoques deverão consistir em um montante mínimo de (1) matéria-prima, (2) material em processo e (3) produtos acabados para suportar as necessidades do

próximo pedido do cliente. Este pequeno montante deverá ser capaz de suprir:

- Variabilidade da demanda de etapas posteriores;
- Capacidade dos processos anteriores ao fluxo;
- O estoque exigido entre as etapas processadas, devido ao tamanho dos lotes e as quantidades de entrega.

A Toyota chama o montante mínimo de estoque para dar suporte para os clientes ao longo do fluxo de valor de estoque padrão. O estoque padrão é calculado para cada categoria de estoques dependendo de sua função no fluxo de valor. A Toyota continuamente reduz seus estoques padrão diminuindo o tamanho das remessas, e aumentando frequência de entregas, nivelando a demanda e melhorando a capacidade (WOMACK; JONES, 2004).

3º) UM FLUXO DE VALOR ESTENDIDO ENXUTO DEVE TER O MENOR NÚMERO POSSÍVEL DE CONEXÕES DE TRANSPORTE ENTRE AS ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO.

É necessário questionar sobre a real necessidade de cada conexão envolvida dentro do fluxo de suprimentos de um produto, uma vez que o processo de transportar um produto de uma localidade para outra, não agrega valor ao produto fabricado. A substituição, muitas vezes, do meio de transporte pode proporcionar uma redução de custos e tempo.

4º) UM FLUXO DE VALOR ESTENDIDO ENXUTO DEVE PROCESSAR O MÍNIMO DE INFORMAÇÕES POSSÍVEIS, COM INFORMAÇÕES CLARAS E EVITANDO INTERFERÊNCIAS AO LONGO DO FLUXO.

O gerenciamento da informação deve ser feito pela alta administração da organização, pois o gerenciamento da informação remoto dos departamentos deve ser centralizado em um único ponto, sendo que no caso de haver a necessidade de

verificar alguma informação sobre o fluxo de suprimentos, existir a possibilidade de obtenção da informação de forma rápida e clara.

5º) O FLUXO DE VALOR ESTENDIDO ENXUTO DEVE TER O *LEAD TIME* MAIS CURTO POSSÍVEL.

Talvez seja a característica mais importante de todas, pois para que a cadeia de fornecedores consiga manter um fluxo de valor o mais enxuto possível, é necessário, adotar técnicas *Lean* para a produção, como o sistema *Kanban* e produção *Just-in-time*.

6º) O FLUXO DE VALOR ENXUTO, EM NÍVEL MACRO, DEVE TER MUDANÇAS INTRODUZIDAS COMO: MELHORAR O FLUXO, ELIMINAR ESTOQUES, DIMINUIR AS CONEXÕES DE TRANSPORTES E REDUÇÃO DO *LEAD TIME*, ENVOLVENDO O MENOR CUSTO POSSÍVEL OU MESMO SEM CUSTO ADICIONAL.

Gastos, mesmos que necessários, devem ser adiados até que iniciativas mais rápidas e fáceis sejam elaboradas, ou seja, soluções para eliminação de desperdícios devem ser simples, de fácil implantação e de custo mínimo.

2.5 FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.5.1 FLUXOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Existem diferenças entre o fluxo de produção na manufatura e na construção civil. Segundo Picchi (2001a), na manufatura, pode-se definir o processo industrial em três fluxos bem caracterizados dentro de uma fábrica, de uma empresa, ou dentro de uma cadeia de valor: da necessidade do cliente ao lançamento; do pedido de fornecimento à produção e da entrega à reciclagem.

Já na construção civil, o significado de cada fluxo deve ser interpretado para cada participante da cadeia de valor, da mesma forma que para o empreendimento como um todo (PICCHI, 2000). De acordo com Picchi (2001a), a construção civil pode ser analisada segundo cinco fluxos, representado na FIGURA 2.1:

- **Fluxo do empreendimento** - envolve desde a identificação das necessidades, planejamento geral do empreendimento, contratação e monitoramento de projeto e construção, recebimento da construção e entrega da mesma ao usuário final.
- **Fluxo de projeto** - em geral é liderado pelo arquiteto, e envolve o contratante e os demais projetistas como principais participantes.
- **Fluxo de Obra** – liderado pela empresa construtora, geralmente utilizando um elevado grau de sub-contratação.

- **Fluxo de suprimentos** - envolve diversos produtos e serviços (materiais, componentes, aluguel de equipamentos, etc) e é similar ao fluxo de suprimentos de empresas de manufatura.
- **Fluxo de Uso e Manutenção** – inicia-se após a entrega, e equivale ao fluxo de sustentação da manufatura. Este fluxo compreende uso, operação e manutenção, assim como reparo, reforma, remodelagem e demolição. As empresas envolvidas neste fluxo são em geral diferentes das envolvidas nos fluxos anteriores à entrega da obra.

A separação entre os fluxos de projeto e obra não é tão clara como na manufatura. Mesmo no mercado de incorporação, no qual o produto tem que ser caracterizado no momento de lançamento, algumas atividades de projeto, tais como detalhamento e desenhos de fabricação (ex: estruturas metálicas, esquadrias) se sobrepõem às atividades de produção em canteiro.

Existem muitas diferenças entre o setor de construção e de manufatura dentre as quais: o longo prazo de duração do empreendimento, versus o curto e repetitivo ciclo de produção da manufatura, variabilidade de produto, número de agentes envolvidos na produção, etc.

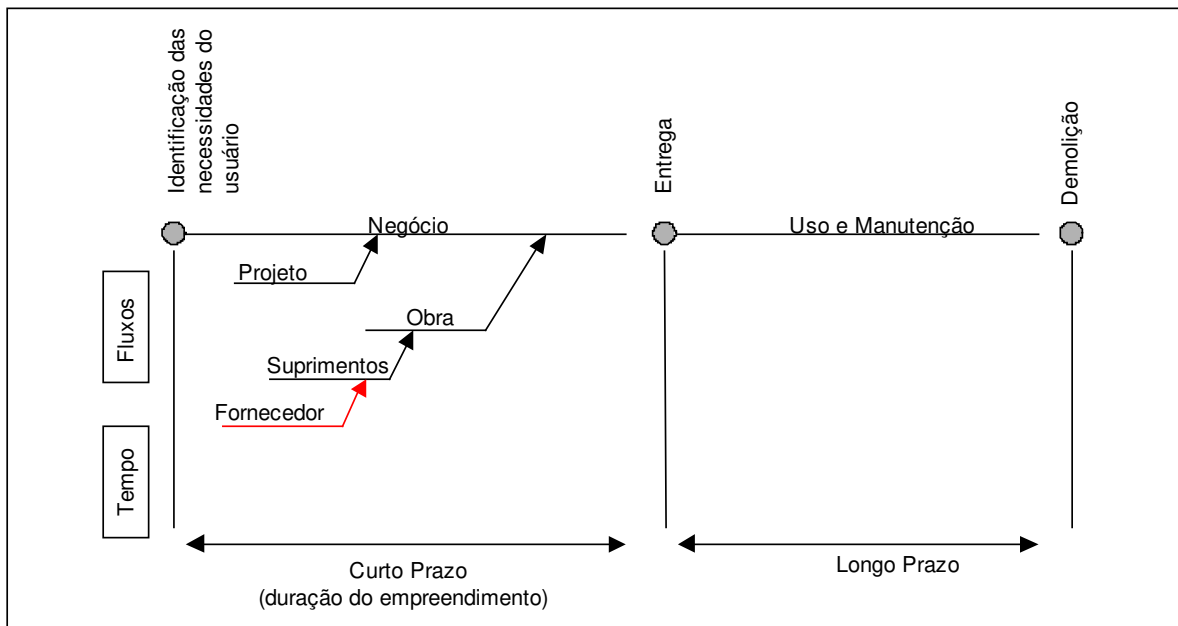


FIGURA 2.1 – FLUXOS NA CONSTRUÇÃO (PICCHI, 2001a)

2.5.2 COMPLEXIDADE DO FLUXO DE SUPRIMENTOS

Adotou-se neste trabalho o termo Fluxo de suprimentos, conforme proposto e discutido por Picchi (2001a), com o intuito de facilitar a descrição da aplicação dos princípios *Lean*, envolvidos no fornecimento da construção civil. Na literatura outros termos são freqüentes, como: cadeia de suprimentos, cadeia de valor e outros, referindo-se ao fluxo de suprimentos.

Para Christopher (1999), a cadeia de suprimentos, que envolve o fornecimento de suprimentos e serviços, é representada por uma rede de organizações, através das ligações nos dois sentidos, dos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços que são entregues ao consumidor final.

De acordo com Lopes (2000), a cadeia de suprimentos é formada pelas atividades ligadas à empresa iniciadas com as prioridades dos atributos de futuro, detectadas pelas necessidades dos clientes consumidores até o estabelecimento das competências essenciais (incluindo as etapas dos colaboradores do sistema de distribuição dos produtos, administração da empresa e fabricação de seus produtos e seus fornecedores de matéria-prima).

O estudo das cadeias de suprimentos envolve a identificação dos fornecedores e clientes nos diferentes níveis, e processos, considerando um foco. Neste trabalho, o foco é a empresa construtora e os fornecedores e clientes são analisados a partir desta, conforme a FIGURA 2.2, proposta por Lambert e Cooper (2000):

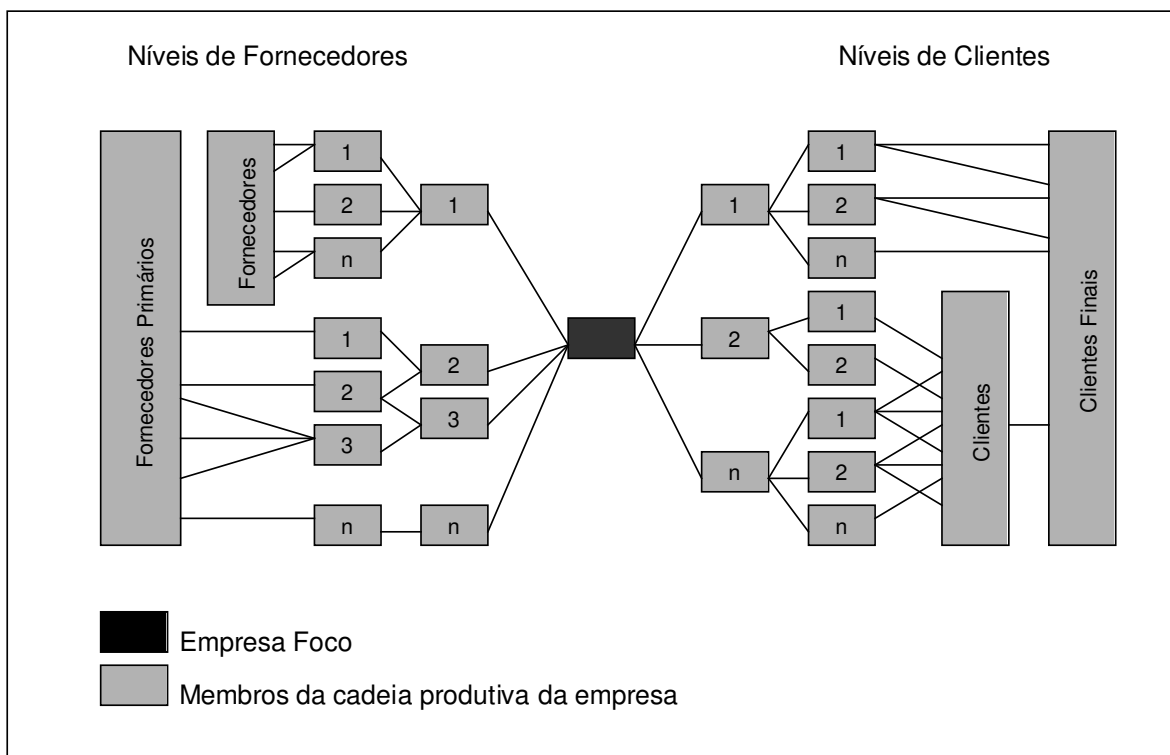


FIGURA 2.2 – CADEIA DE FORNECEDORES (LAMBERT; COOPER, 2000)

Pires (1998) afirma que as empresas podem definir suas estratégias competitivas e funcionais através de seus posicionamentos dentro das cadeias produtivas nas quais se inserem. A partir da definição dos posicionamentos, é necessário que a empresa identifique perfeitamente seus fornecedores e clientes. Desta forma, o fluxo de suprimentos abrange toda a cadeia produtiva, incluindo a relação da empresa com seus clientes e não apenas com seus fornecedores.

2.5.3 CARACTERÍSTICAS DO FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A partir dos conceitos gerais de cadeia de suprimentos, pode-se definir o fluxo de suprimentos na construção civil de maneira ampla, englobando desde a concepção do projeto até a extração das matérias primas necessárias para cada um dos materiais e componentes fornecidos em obra.

O estudo do fluxo de suprimentos na construção representa uma promissora fronteira para empresas que pretendem obter vantagens competitivas de forma efetiva, podendo ser considerada, segundo Jobim e Jobim (2001), uma visão expandida, atualizada e sobretudo holística da administração de materiais tradicional, abrangendo a gestão de toda a cadeia produtiva de uma forma estratégica e integrada.

Segundo Palacios (1995), embora os materiais representem uma porção significativa dos custos da construção, e possam até mesmo representar uma porção ainda maior no futuro, são poucas as empresas de construção que possuem sistemas eficazes de gerenciamento do fluxo de suprimentos. O mesmo autor observa que, enquanto a manufatura aloca 1% de seus custos para o gerenciamento de suprimentos,

a construção gasta apenas 0,15%.

O fluxo de suprimentos em geral recebe pouca atenção até que surjam problemas com entregas de materiais. Neste caso, em vez de questionar a efetividade da abordagem no gerenciamento geral da empresa, questiona-se a capacidade do funcionamento dos computadores, o funcionamento dos departamentos e a possibilidade de fazer alterações no quadro de pessoal (CRUZ, 2002).

O comportamento do fluxo de suprimentos típico da produção na obra normalmente tende a reduzir o lucro dos fornecedores, muitas vezes descuidando da qualidade de produto fornecido. Apesar do departamento de compras negociar a margem de lucro com os fornecedores, os preços podem continuar elevados e a qualidade dos materiais e serviços podem se mostrar bastante insatisfatória e resistente às melhorias.

Alguns estudos realizados em empresas de construção dos Estados Unidos demonstraram que cerca de 6%, do custo total da construção, poderia ser economizado, se os materiais e equipamentos estivessem no canteiro de obras quando necessários (BERNOLD; TRESELER (1991 *apud* PICCHI, 1993)). Pode-se somar a este percentual, a redução de custo, decorrente do emprego de sistemas computarizados, que de acordo com estes autores, pode alcançar 4 a 5% de economia.

Na construção civil, o fluxo de produção tem características particulares, que não podem ser comparadas a outros setores. Para a construção de uma edificação é necessário o fornecimento de uma diversidade de insumos. Este fator torna o fluxo de suprimentos e sua cadeia de fornecedores muito complexa, porque inúmeras cadeias de fornecimento convergem para a obra (vide exemplos na FIGURA 2.3):

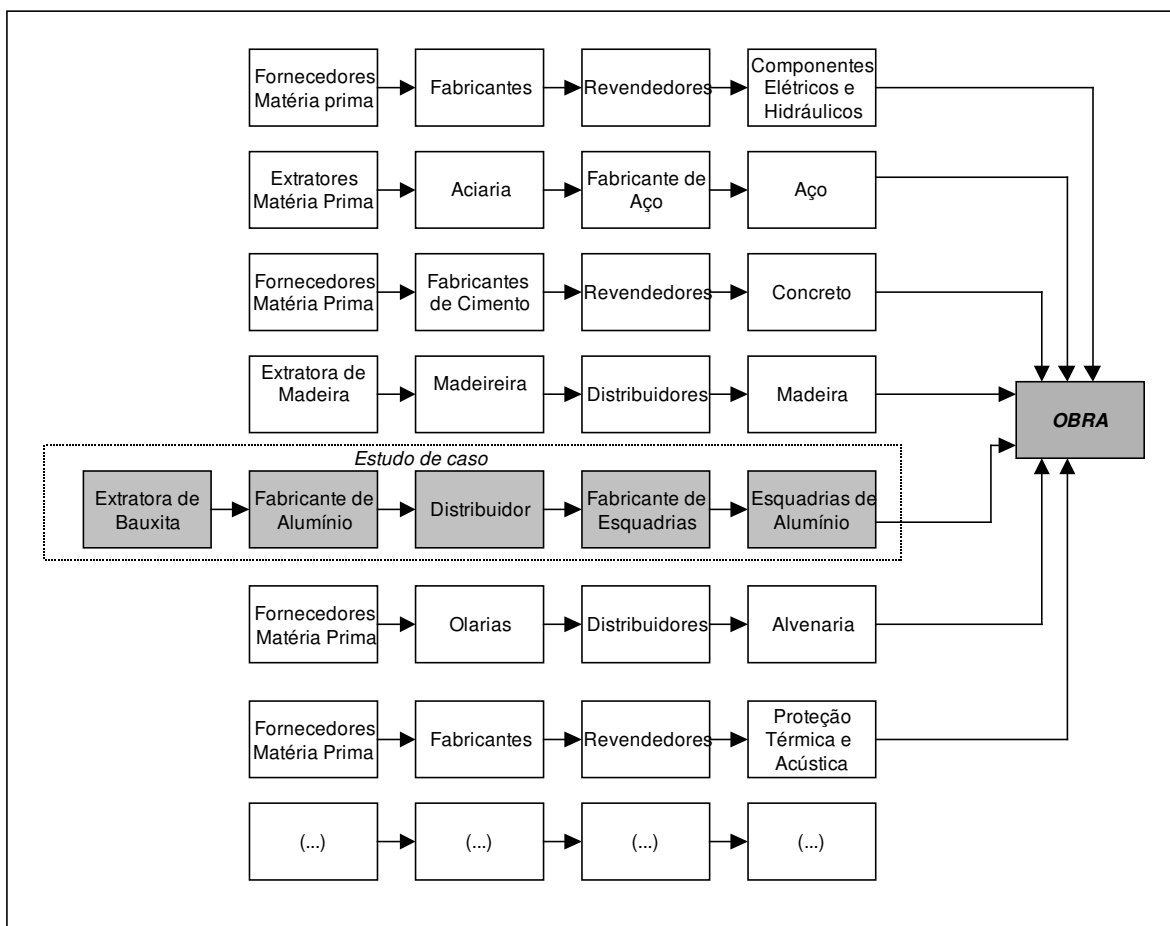


FIGURA 2.3 – EXEMPLOS DE FLUXOS DE SUPRIMENTOS NA OBRA

Jobim, Jobim e Maciel (2002) estudaram a cadeia produtiva de um dos materiais da cesta básica do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H, cerâmica vermelha, sendo que perceberam a importância de focalizar um material para a correta compreensão da rede de fornecedores e clientes.

Os mesmos autores argumentam que a estrutura conceitual de gerenciamento da cadeia de suprimentos enfatiza a natureza interrelacionada da cadeia e a necessidade de analisar, através de rigorosos passos, o desenho da mesma. Entretanto, vários são os aspectos que devem ser abordados ao longo de todas as etapas da cadeia, a partir da descrição e análise dos fluxos, com fins de visibilidade.

O modelo de análise proposto por aqueles autores, representado na FIGURA 2.4, considera os principais aspectos de ordem técnica, ambiental, de mercado, social e legal contidas na análise da cadeia de suprimentos.

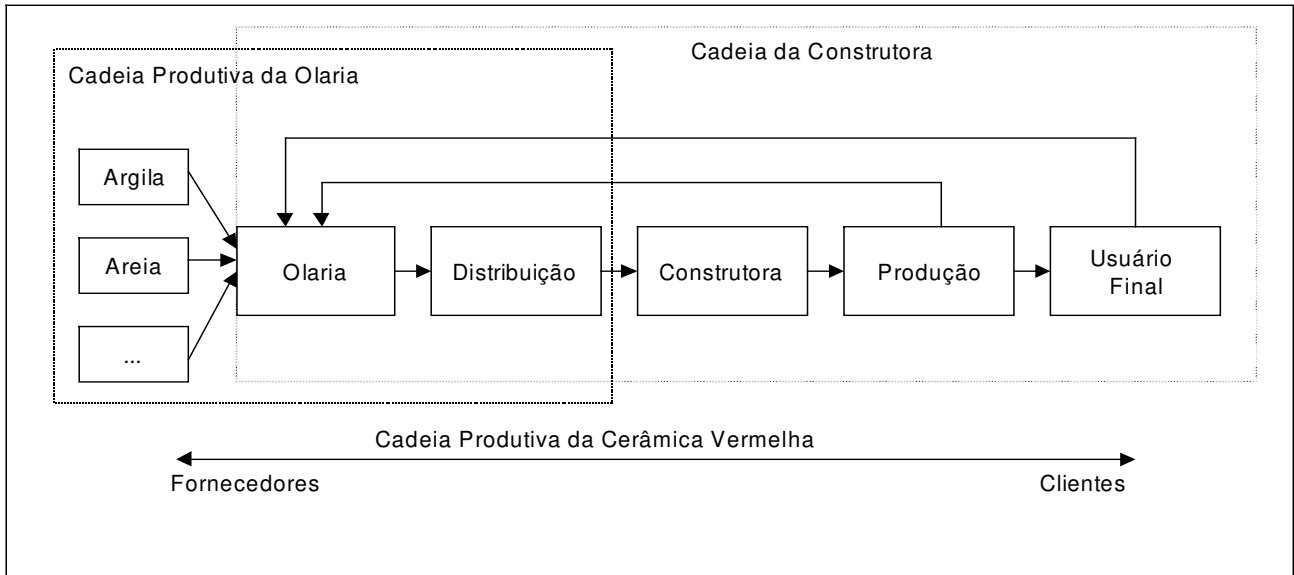


FIGURA 2.4 – CADEIA PRODUTIVA DE CERÂMICA VERMELHA (JOBIM; JOBIM; MACIEL, 2002)

Através da análise de diversos estudos, algumas conclusões a respeito do *status* atual do fluxo de suprimentos na construção civil foram observadas. De acordo com Vrijhoef e Koskela (2000), atualmente o fluxo de suprimentos da cadeia de fornecedores do setor de construção civil, apresenta alguns problemas:

- Mesmo em situações normais a cadeia de fornecedores da construção civil tem uma quantidade grande de desperdícios e problemas.
- A maioria dos desperdícios é causada em um elo da cadeia de fornecimento distante de onde o problema é detectado.

- Os desperdícios e problemas, em sua maioria, são causados pelo controle obsoleto dos processos, pela falta de visão da cadeia de fornecimento como um todo, caracterizado pelo controle independente de etapa do fluxo de suprimentos.

Jobim, Jobim Filho e Maciel (2002) também acreditam que o fluxo de suprimentos da construção funciona de forma fragmentada, devido à diversidade de agentes e componentes que uma obra requisita. Na indústria da construção civil, alguns entraves podem ser citados como justificativa para esta dificuldade de visualizar, integrar e gerenciar as cadeias de suprimento como um todo, conforme visto no Sub item 1.1.

Para solucionar os problemas mencionados, têm-se adotado pelas empresas iniciativas isoladas, tais como: a reengenharia, adequação do tempo, controle da qualidade e emprego da tecnologia da informação (JOBIM; JOBIM FILHO, 2001).

A aplicação destas melhorias de forma pontual e isolada, tendem a gerar resultados insatisfatórios, no que se diz respeito a atingir o comprometimento da cadeia como um todo.

2.6 LEAN THINKING E FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Desde o trabalho pioneiro de Koskela (1992), muitos pesquisadores e empresas têm buscado aplicar e implementar os conceitos do *Lean Thinking*, bem como comprovar sua eficácia através de aplicações práticas. Entendendo que esta discussão permanente é extremamente necessária para a melhoria do processo como um todo, anualmente é realizado um encontro internacional com o objetivo de discutir a aplicação dos princípios do *Lean Thinking* aplicado ao setor de Construção Civil, IGLC - *International Group for Lean Construction*⁵ (IGLC, 2004). Serão focadas, a seguir mais especificamente, as aplicações no fluxo de suprimentos.

2.6.1 LEAN THINKING NO FLUXO DE SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Alguns autores têm estudado a aplicação dos conceitos do *Lean Thinking* focado na otimização do fluxo de suprimentos aplicado no setor da construção civil (KOSKELA, 1992; BALLARD; HOWELL, 1994; TOMMELEIN; BALLARD, 1997; BERTELSEN, 1997; TOMMELEIN; LI, 1999; VRIJHOEF, 1998; KOSKELA, 2000).

⁵ Além dos encontros anuais, existe um grupo aberto para discussões sobre o tema, que pode ser encontrado no website: <<http://cic.vtt.fi/lean/>>.

O'Brien (1995) tem se dedicado ao estudo de cadeia de suprimentos da construção, dentre os vários trabalhos publicados sobre o assunto, apresentou um estudo de caso realizado em empresas norueguesas (O'BRIEN,1999), enfocando aspectos ligados à produção, inventários e custo de transporte e desempenho na cadeia de suprimentos. Aspectos de trocas compensatórias entre empresas foram analisadas.

Smook, Melles e Welling (1996) realizaram um estudo na Holanda, com o intuito de discutir a importância da cadeia de fornecimento na construção civil como um ponto importante para difusão da filosofia do *Lean Construction*.

Vrijhoef e Koskela (2000) comentam as origens do conceito do gerenciamento da cadeia de fornecimento (*Supply Chain Management – SCM*), e sua aplicabilidade no setor da construção civil. Para os autores o SCM representa um conceito gerencial independente, que embora esteja nos domínios, na maioria das vezes, da logística empresarial. O SCM tem como intuito tornar visível os desperdícios ao longo da cadeia de suprimentos e realçar as características do fluxo de suprimentos da construção civil e facilitar o entendimento e solução dos problemas básicos encontrados no fluxo de suprimentos da construção civil.

Crutcher, Walsh e Hershauser (2001) relataram um estudo de caso da cadeia de suprimentos da construção civil, para fornecimento de materiais elétricos, envolvendo uma parceria estratégica entre empresas da cadeia em questão (Fornecedor – Distribuidor – Cliente). Entre os benefícios alcançados estão: redução de atividades que não agregavam valor dentro da cadeia de suprimentos, redução de estoques, aplicação do sistema JIT, redução de custos fixos e redução dos custos totais. O ciclo do pedido, para o cliente, que era de cerca de 90 dias, caiu para apenas 63 dias, resultando em uma redução de tempo considerável, ao redor de 25%.

Taylor e Björnsson (2002) estudaram o fluxo de suprimentos na indústria americana para a construção de casas, observando que a cadeia de fornecimento para

a construção deste tipo de empreendimento não foi projetada para facilitar a produção em massa de casas. Recentemente *USBuild Corporation* tem visado integralizar o fornecimento de materiais e informações dentro da cadeia, através da utilização da Internet, sistemas de informação e um novo canal de distribuição para integrar as informações e fluxos de materiais. Este canal de distribuição de informação recebeu o nome de *e-chain*. A intenção deste trabalho foi avaliar o impacto que a Internet e sistemas de informação no fluxo de valor da cadeia de fornecedores da construção civil.

2.6.2 OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS *LEAN THINKING* NO FLUXO DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Picchi (2001a) observa diversas oportunidades da aplicação dos princípios do *Lean Thinking* no Fluxo de Suprimentos da Construção Civil, conforme TABELA 2.3.

TABELA 2.3 – TABELA DE OPORTUNIDADES PARA APLICAÇÃO DO *LEAN THINKING* NO FLUXO DE SUPRIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PICCHI, 2001a)

PRINCÍPIOS LEAN	ELEMENTO FUNDAMENTAL	FLUXO DE SUPRIMENTOS
VALOR	PACOTE DE SERVIÇOS DE VALOR AMPLIADO	- DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES QUE AMPLIEM A CONSTRUTIBILIDADE, DA MESMA FORMA QUE O VALOR PARA O CLIENTE FINAL.
	COMPETIÇÃO BASEADA EM TEMPO	- REDUÇÃO DE TEMPO DE FORNECIMENTO USANDO O <i>JUST-IN-TIME</i> .
CADEIA DE VALOR	ALTA AGREGAÇÃO DE VALOR NA EMPRESA ESTENDIDA	- MAPEAMENTO E ELIMINAÇÃO DE ESTOQUES E OUTROS DESPERDÍCIOS DENTRO DE TODA A CADEIA DE VALOR.
FLUXO	FLUXO CONFIÁVEL, REGULAR E PRECISO	- ADOÇÃO DO CONCEITO DE <i>TAKT TIME</i> (RITMAR TODAS AS ATIVIDADES PELA DEMANDA REAL DO CLIENTE) EM TODA A CADEIA DE FORNECEDORES. - REDUÇÃO DO TEMPO DE PROCESSAMENTO DE COMPRAS, USANDO <i>KANBAN, E-COMMERCE</i> .
	TRABALHO PADRONIZADO	- PADRONIZAÇÃO DE CICLOS DE FORNECIMENTOS.
PUXAR	PRODUÇÃO E ENTREGA JUST-IN-TIME	- ADOÇÃO DE PRODUÇÃO E ENTREGA <i>JUST-IN-TIME</i> EM TODA A CADEIA. - ENTREGA DE KITS DE MATERIAIS PARA MÓDULOS CONSTRUTIVOS.
	RECURSOS FLEXÍVEIS	- AUMENTO DA FLEXIBILIDADE DA CADEIA DE FORNECEDORES (EQUIP. ADEQUADOS, TROCAS RÁPIDAS DE FERRAMENTAS, PEQUENOS LOTES, ETC.)
PERFEIÇÃO	APRENDIZADO	- ELIMINAÇÃO DE “COLCHÕES DE AMORTECIMENTO” (ESTOQUES), PARA DETECÇÃO E SOLUÇÃO RÁPIDA DE PROBLEMAS.
	FOCO COMUM	- DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES ENXUTOS. - AMPLIAÇÃO DO CONCEITO DE PARCERIA ENTRE FORNECEDORES E CONSTRUTORES.

Para cada uma das células descritas, foram enumeradas possibilidades de aplicações práticas para empresas do setor, que podem ser encontradas em literaturas levantadas por Picchi (2001b). Este autor alerta que a adoção de aplicações isoladas acaba ofuscando a visão sistêmica da solução, uma vez que a força do sistema de uma “empresa enxuta” está na relação complexa de todas as possíveis ações a serem adotadas.

Vários autores têm discutido a aplicação dos conceitos do *Lean Thinking* e as melhorias que podem ser alcançadas na implementação na construção civil. Destacamos abaixo algumas estratégias sugeridas:

(1) MINIMIZAÇÃO DO TAMANHO DOS LOTES

O efeito da estocagem é um grande contribuinte para o aumento do *lead time*, e sob a perspectiva da produção enxuta o tamanho do lote ideal seria um, desta forma o fluxo seria contínuo e com menos atrasos. O objetivo da elaboração de um sistema puxado com pequenos lotes é manter os tamanhos de lotes tão pequenos quanto possível para melhorar a coordenação e a comunicação entre os participantes na cadeia de fornecimento com o objetivo de obter-se um fluxo sincronizado, e minimizar os estoques entre processos.

(2) ALIANÇAS COM FORNECEDORES (PARCERIA)

A parceria somente poderá ser observada quando existirem em entre fornecedores e comprador os mesmos objetivos e uma estrutura de aliança, segundo Crutcher, Walsh e Hershauser (2001).

As alianças e acordos de longo prazo vêm despertando interesse crescente no setor de construção civil. Uma das finalidades principais é colocar todos os agentes

envolvidos no mesmo objetivo e ter equipes trabalhando em um objetivo compartilhado, com objetivos claramente definidos. Fortalecendo as alianças, a cada etapa, Ballard e Howell (1995) sugerem que a execução de um sistema de planejamento integrado com a produção e a instalação pode ser alcançada.

De acordo com Isatto (1996), as razões para a formação de alianças estratégicas podem incluir: aumento do valor agregado para os produtos finais, melhora do acesso de mercado, otimização de operações, adição de força tecnológica, crescimento estratégico, aumento das habilidades organizacionais e aumento da força financeira.

Quanto mais cedo for estabelecida parceria com fornecedores, mais valor agregado os agentes podem trazer para o produto final, através de intercâmbio de informações, adequação de seus componentes de acordo com os requisitos de projeto, prazos de entrega sincronizados de acordo com o prazo do comprador (CRUZ, 2002).

(3) ENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES

De acordo com Arbulu e Tommelein (2002), muitas são as vantagens que podem ser observadas ao envolver o fornecedor dentro do fluxo de suprimentos desde a concepção do projeto:

- Os representantes dos compradores podem trabalhar com especificações mais cedo, de modo que muitos retrabalho em projetos podem ser evitados.
- Os fornecedores em conjunto com a empresa, responsável pelos projetos iniciais, podem sugerir melhorias para a otimização do processo produtivo.

- Os fornecedores têm uma compreensão mais clara de seus processos de fabricação e de seus próprios fornecedores. Observando fluxo acima, estes podem conseqüentemente adequar seus processos às exigências dos compradores.
- Os fornecedores convidados a participarem da elaboração dos requisitos do produto mais cedo são capazes de gerenciar melhor sua cadeia de fornecedores também.
- Os representantes dos compradores e fornecedores podem integrar e agilizar sua comunicação e transações usando tecnologia de Informação.
- Os representantes dos compradores podem expedir sua aprovação para iniciar o processo de compra mais rapidamente.
- Os representantes dos compradores e fornecedores podem rapidamente resolver problemas de comunicação.

(4) REDUÇÃO DE RETRABALHO NA ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS

Muitas vezes os compradores trabalham com um fornecedor antecipadamente para concluir o produto final. Entretanto, nem sempre o fornecedor que participou da elaboração da especificação do produto é o mesmo fornecedor escolhido para a fabricação do componente.

As características e configurações do componente específico a ser fornecido pode diferir de um fornecedor para outro. Os projetos originais têm que ser adaptados, o que é um exemplo de retrabalho, que pode custar cerca de 20% do trabalho desempenhado pelos fornecedores (ARBULU; TOMMELEIN, 2002).

(5) MELHORIA DA COMUNICAÇÃO ENTRE OS AGENTES DO FLUXO DE SUPRIMENTOS

A melhoria da comunicação entre os participantes da cadeia de fornecimento no fluxo de suprimentos é necessária para garantir que o fluxo seguirá de forma sincronizada. Infelizmente, existem muitas barreiras organizacionais, que podem comprometer o desempenho da cadeia de fornecimento. Esta falta de comunicação é responsável em média por 15% dos erros em projeto (ARBULU; TOMMELEIN, 2002). Para minimizar estes erros, muitas indústrias vêm desenvolvendo novas ferramentas informatizadas para a melhoria dos processos na cadeia de fornecedores.

Isatto e Formoso (2002) discutem a importância da aplicação de sistemas de informação na constituição e gestão da cadeia de suprimentos. Entretanto, apontam problemas na implementação de sistemas devido à complexidade da gestão da cadeia de suprimentos na indústria da construção civil, decorrente das características intrínsecas de tal indústria. A complexidade, segundo os autores, é decorrente da pulverização do poder de barganha entre os diversos intervenientes na construção. As soluções de implementação de sistemas de informação voltados para a gestão da cadeia de fornecimento, normalmente possuem um carácter centralizador, e em um ambiente de pulverização de poder, a centralização da informação é extremamente improvável de ocorrer.

(6) MELHORIA NA SELEÇÃO DE FORNECEDORES

Cooper e Slagmulder (1999), Vrijhoef (1998) e Arbulu e Tommelein (2002) sugerem que a seleção de fornecedores seja feita de forma mais criteriosa para reduzir ineficiência durante o fluxo de suprimentos. Uma vez escolhido o fornecedor, deve-se estimular sua participação desde a elaboração do projeto, o mais cedo possível. O desempenho do fornecedor não depende somente dos produtos fornecidos, mas também de sua capacidade de adequação ao tempo que o projeto necessita, e habilidade e voluntariedade de todos os envolvidos para com o trabalho, vindo de

encontro a todas as necessidades que o projeto necessita.

Isatto e Formoso (1999b) sugerem uma forma de avaliação de fornecedores para o setor de construção civil; esta metodologia introduz uma modelagem do processo decisório empregado na seleção de seus fornecedores de materiais de construção.

(7) SINCRONIZAÇÃO DE DIVERSAS CADEIAS DE FORNECEDORES

A multiplicidade de componentes exigidos na construção de uma obra ocasiona a necessidade de uma grande variedade de fornecedores, ou seja, inúmeras cadeias de fornecimento são responsáveis pela entrega de materiais em campo. Cria-se a necessidade de se conhecer os agentes de cada uma destas cadeias de fornecedores, e sincronizar suas entregas para que o planejamento da obra possa ocorrer dentro do esperado.

O gerenciamento do fluxo de suprimentos de vários componentes pode se tornar bastante complexo, devido à quantidade de agentes envolvidos, mas otimizar a coordenação das diversas cadeias é importante para o desenvolvimento de relacionamento de confiança e estabilidade entre compradores e fornecedores, facilitando assim o planejamento de aquisição de componentes.

Entretanto deve-se destacar que para uma implementação *Lean* completa, deve-se estudar a implementação de uma estratégia *Lean de forma* global, tentando utilizar não apenas uma ou algumas estratégias, mas promover a implementação dos princípios de forma sistemática em todos os setores produtivos da empresa e do fluxo de suprimentos.

2.6.3 APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS *LEAN* NO FLUXO DE SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO

Autores têm investigado fontes de desperdícios, através da observação de estudos de caso, envolvendo a aplicação de conceitos *Lean* ao longo de várias cadeias de suprimentos no setor da construção civil. (VRIJHOEF, 1998; VRIJHOEF; KOSKELA, 2000; ARBULU; TOMMELEIN, 2002; AZAMBUJA, 2002; AZAMBUJA; FORMOSO, 2003; LONDON; KENLEY, 2000; SHIMIZU; CARDOSO, 2002; JOBIM; JOBIM FILHO, 2001; POLAT; BALLARD, 2003; FONTANINI; PICCHI, 2004)

Tommelein e Li (1999), realizam uma abordagem da cadeia de suprimentos sob o contexto de um sistema de produção JIT (*Just-in-time*) para a construção, utilizando a cadeia de fornecedores de concreto como caso de estudo para destacar a necessidade de uma estratégia logística para garantir que os objetivos iniciais do JIT sejam alcançados.

Tommelein e Weissenberger (1999) também apresentam um trabalho abordando a cadeia de fornecedores no contexto da aplicação do sistema de produção JIT. Entretanto, este estudo investiga as freqüentes folgas (*buffers*) encontrados na cadeia de fornecimento de aço estrutural para obras. São discutidas estratégias para a adoção esta folga, restrições e limitação de se manter estoques entre os processos envolvidos, e os benefícios a serem obtidos após a adoção das práticas do JIT.

Holzemer, Tommelein e Li (2000), apresentaram um estudo de caso no qual foram aplicados conceitos de logística no gerenciamento do fluxo de material e no fluxo de informações entre funcionários de fábrica e os instaladores de campo em sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado na construção civil.

Childerhouse, Hong-Minh e Naim (2000) sugerem uma estratégia alternativa para o entendimento do fluxo de suprimentos da cadeia de fornecedores, para a construção de edifícios. Inicialmente é feita uma revisão do fluxo de valor da cadeia de fornecedores dos edifícios abertos (edifícios que utilizam componentes modulares) no Reino Unido, identificando o caminho crítico de atividades que compõem o gerenciamento da cadeia de fornecedores.

Polat e Ballard (2003) estudaram a cadeia de suprimentos do aço para a execução de concreto armado na indústria da construção da Turquia. Para a elaboração deste estudo, realizaram visitas às firmas envolvidas na cadeia de suprimentos e aplicaram diversas entrevistas com os participantes da cadeia. As informações coletadas foram compiladas no mapeamento do fluxo de valor da cadeia do componente analisado, baseado no estudo anterior realizado por Arbulu e Tommelein (2002). Através da análise de cinco configurações diferentes, conclui-se a existência de atrasos e interrupções no fluxo de informação.

Azambuja e Formoso (2003) discutem o processo de suprimentos de elevadores para a construção civil. Os autores afirmam que a aplicação de conceitos do gerenciamento da cadeia de suprimentos pode possibilitar o desenvolvimento de soluções alternativas para os problemas existentes no fluxo de suprimentos no setor de construção civil. Mas para isso é necessário identificar os agentes participantes de cada um dos processos envolvidos dentro do fluxo de suprimentos e, a partir desta identificação, levantar os principais problemas encontrados dentro do fluxo de suprimentos. Estes autores constataram que muitos problemas encontrados eram problemas de práticas de cooperação adotadas, ausência de coordenação e integração do fluxo de materiais e informações entre os agentes da cadeia, indicando inúmeras oportunidades para a aplicação dos conceitos de gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Fontanini e Picchi (2003) estudaram o fluxo de suprimento da cadeia de fornecedores de aço (CA-60) para uma obra localizada no interior do estado de São Paulo. Para a compreensão dos relacionamentos entre agentes, do fluxo de materiais e fluxo de informação, foi utilizada a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor. Neste estudo de caso exploratório, os autores apresentam um macro mapeamento simplificado do estado atual e propostas para um estado futuro (FIGURAS 2.5 e 2.6).

Nestes trabalhos percebe-se que o desperdício é freqüente nos fluxos de suprimentos da construção civil. Este desperdício freqüentemente é observado nas interfaces entre processos e no relacionamento entre disciplinas e organizações.

DESENHO DO MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DO AÇO CA-60

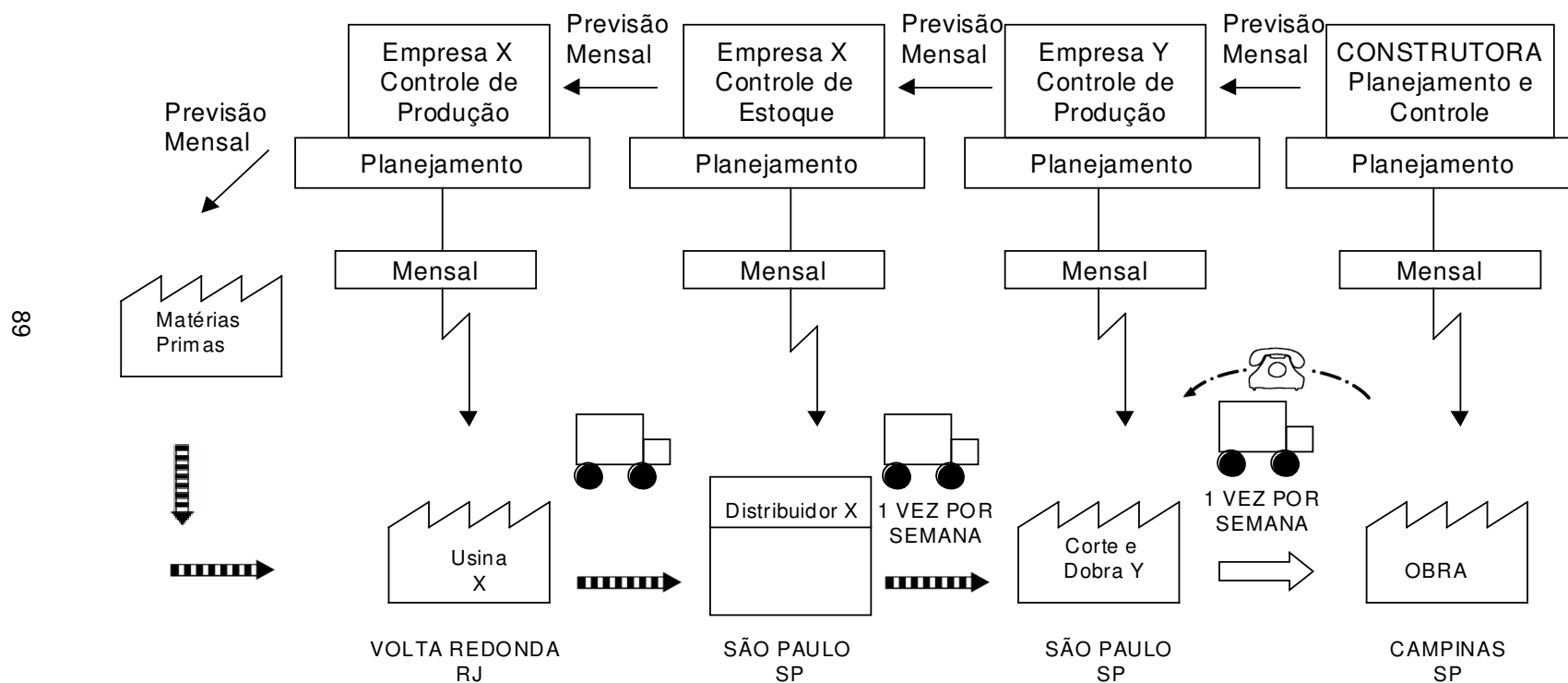


FIGURA 2.5 - MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL DE SUPRIMENTOS DE AÇO (FONTANINI; PICCHI, 2003)

DESENHO DO MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DO AÇO CA-60

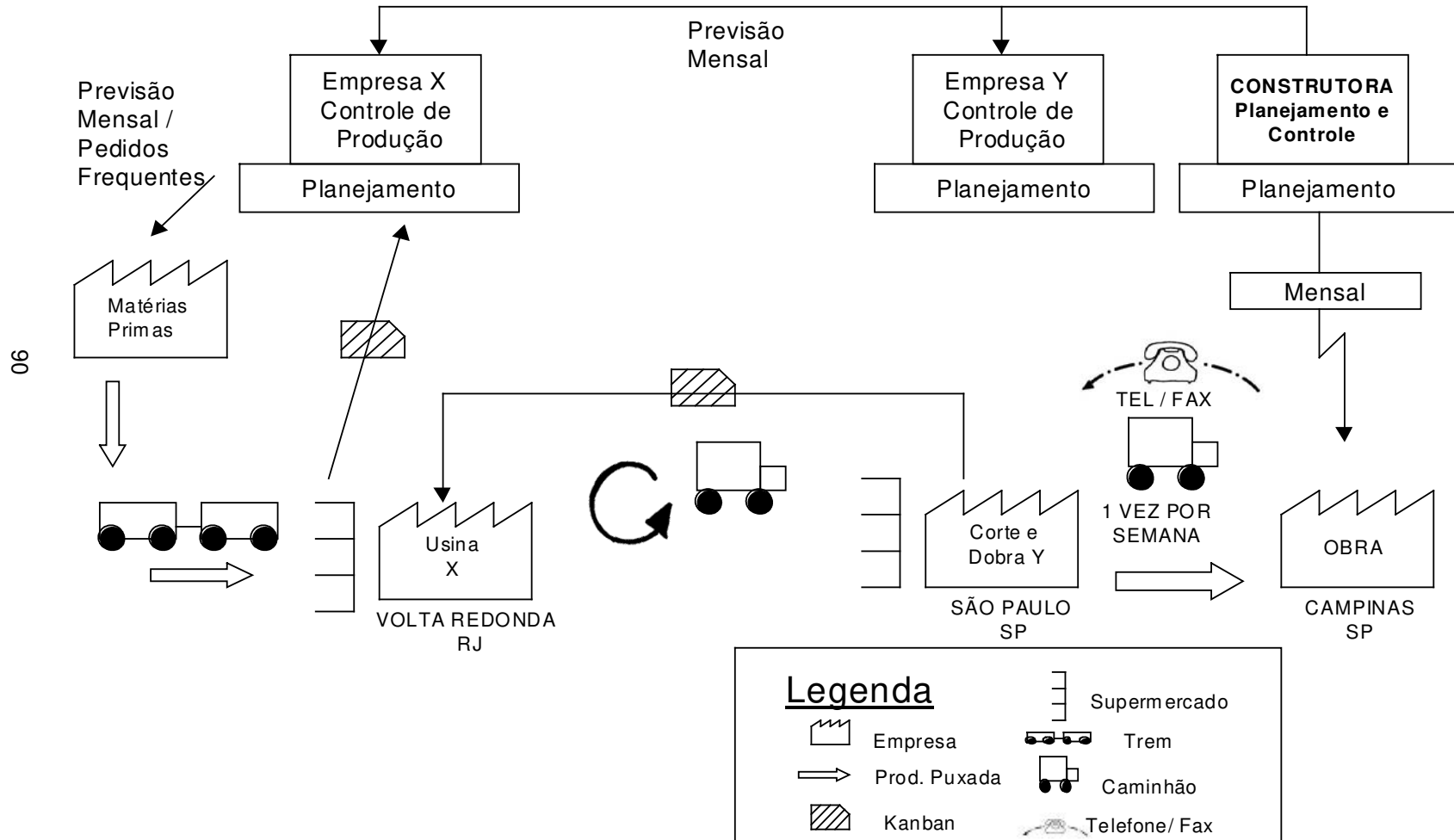


FIGURA 2.6 - MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DE SUPRIMENTOS DE AÇO (FONTANINI; PICCHI, 2003)

2.7 LEAN THINKING APLICADO A PROCESSOS ADMINISTRATIVOS

A aplicação do MFV (Rother; Shook, 2000) e MMFV (Womack; Jones, 2004) consideram tanto o fluxo de informação quanto de materiais. Nestes mapeamentos o fluxo de informação, basicamente administrativo, é apresentado de maneira macro, sem detalhes, o que por vezes impossibilita a análise e redução de todos os desperdícios.

Picchi e Battaglia (2004) sugerem a aplicação dos princípios *Lean* no ambiente administrativo, a partir do mapeamento dos processos envolvidos, para a redução dos desperdícios e da parcela de custos com atividades que não agregam valor.

Os processos administrativos possuem diferenças significativas com relação aos processos produtivos. O processamento administrativo envolve maior quantidade de informações, existe uma dependência maior de pessoas e não de equipamentos com acontece nos processos produtivos, o tempo de ciclo de cada atividade tem uma variação maior, os estoques não são visíveis, retrabalho e erros freqüentemente não são registrados e existe uma baixa padronização de tarefas. (PICCHI, 2003b)

2.7.1 DESENHO DO MAPA ADMINISTRATIVO DO ESTADO ATUAL

Picchi e Battaglia (2004) apresentam recomendações para adaptar o mapeamento de fluxo de valor, proposto por Rother e Shook (2000), para ambientes administrativos. Para iniciar o desenho do macro mapa administrativo do estado atual, utiliza-se a legenda sugerida no Anexo A. As recomendações são:

- Inicia-se desenhando o cliente que demanda o serviço ou produto (início do macro processo).
- Identifica-se todas as atividades necessárias para a execução do serviço/produto para o cliente dentro do ícone bloco de atividade. Ao utilizar o ícone para representar cada uma das atividades, deve-se tentar responder três perguntas, e descrever suas respostas dentro da caixa: o que fazer; quem realiza esta atividade; como se realiza esta atividade?
- Identifica-se logo abaixo deste ícone a caixa de informações necessária para a realização desta atividade, com os seguintes dados para auxiliar na elaboração do mapa administrativo futuro: número total de pessoas envolvidas (P), tempo de realização das atividades (TRA) e o tempo de permanência (TP). A frequência e eventuais picos ou sazonalidades devem ser descritos também.
- Indicam-se as principais fases do fluxo.
- Obtêm-se informação para todas as atividades do fluxo, e determina-se o Lead time para a execução da atividade como um todo.
- Totalizam-se os dados obtidos.
- Calcula-se o *takt time* do macro processo administrativo analisado.

2.7.2 DESENHO DO MAPA ADMINISTRATIVO DO ESTADO FUTURO

Picchi e Bataglia (2004) apresentam recomendações para iniciar o desenho do macro mapa administrativo do estado futuro; é necessário analisar criticamente o macro mapa administrativo do estado atual, e identificar possíveis melhorias que podem ser apontadas a partir do:

- Estudo *Lean* de realização dos processos envolvidos no macro processo.
- Revisão dos processos existentes que podem ser eliminados sem prejuízo para o resultado final do processo.
- Avaliação da necessidade de criação de novos processos.
- Avaliação da necessidade de deslocamento de foco (deslocamento do peso das atividades de alguns processos para outros).
- Eliminação de retrabalho existente.
- Recombinação das atividades de forma a minimizar o tempo de realização das atividades. Quanto menor o número de atividades e quanto menor o número de transferências entre pessoas ou áreas, mais racional será o fluxo.
- Criação de fluxo contínuo entre as atividades (As atividades departamentalizadas podem ser reunidas em células). Agupamento em células: reunir pessoas multifuncionais e com conhecimentos e habilidades diferentes para resolver problemas e manter o trabalho fluindo.

- Criação de lotes, e adequação de seu tamanho em função da periodicidade.
- Promoção da Produção Puxada, sistema de produção em que cada etapa do processo só deve produzir um bem ou serviço quando o processo posterior ou cliente final, formalizando a solicitação.
- Nivelamento das atividades envolvidas no macro mapeamento administrativo. O nivelamento consiste em realizar todas as operações dentro de um mesmo intervalo de tempo. Quanto menores os intervalos entre as operações, maior deve ser o grau de nivelamento. O maior grau de nivelamento significa lotes reduzidos. O nivelamento proporciona uma maior flexibilidade para atender a necessidade do cliente, e reduz os efeitos negativos na linha produção devido às mudanças de pedidos.

A partir da implementação do macro mapa administrativo do estado futuro espera-se proporcionar:

- Melhoria nas atividades (definição de escopo, conteúdo, seqüência, tempo e resultados);
- Trabalhos se tornam padronizados;
- Gerenciamento visual favorecido;
- Conexão entre atividades diretas;
- Fluxos de informações e tarefas se tornam simples e diretos;
- Identificação rápida de problemas;

- Comunicação direta para a resolução;
- Padronização das melhorias.

2.8 FLUXO DE VALOR DAS ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

A partir das fontes AFEAL (AFEAL, 2004), ABAL (ABAL, 2004) e ALCOA (ALCOA, 2004), apresenta-se a seguir informações básicas sobre este fluxo, partindo do material alumínio, seu histórico, propriedades, etc.

2.8.1 PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO

Para se descrever a distribuição geográfica dos produtos relacionados à indústria do alumínio, necessita-se distinguir claramente entre a produção de bauxita e a do próprio metal, em primeira ou segunda fusão, de acordo com o grau de pureza.

A produção de alumínio purificado está estreitamente vinculada ao nível econômico das regiões beneficiadoras de bauxita. Muito importantes como fatores infra-estruturais são os recursos hidráulicos e energéticos da região e a capacidade de recuperação dos resíduos produzidos no processo de obtenção desse metal. Em fins do século XX, os principais produtores do alumínio refinado eram os Estados Unidos, seguidos, por Canadá, Austrália, Brasil e Alemanha.

No Brasil, começaram em 1938 as pesquisas para produção de alumina, e em 1945 entrou em operação uma fábrica Eletro-Química Brasileira. Paralisada dois anos, a fábrica reiniciou suas atividades em 1951, adquirida pelo grupo canadense da Alcan, passando a chamar-se Alumínio Minas Gerais. Em 1955 surgiu uma segunda empresa, a Companhia Brasileira de Alumínio (CBA, 2004). Nos 15 anos seguintes, as duas empresas supriram menos de cinquenta por cento da demanda interna. Em 1970 surgiu

a Companhia Mineira de Alumínio, controlada pelo grupo americano ALCOA.

Além das jazidas de bauxita já localizadas, principalmente em Poços de Caldas, MG, foram descobertas riquíssimas reservas no Pará, cerca de 400 milhões de toneladas no projeto Jari; cerca de 600 milhões junto ao rio Trombetas (Mineração Rio do Norte, controlada pela Companhia Vale do Rio Doce, com participação de empresas privadas nacionais e estrangeiras); e ainda uma importante jazida na serra de Carajás.

Segundo dados da ABAL (ABAL, 2004), o mercado brasileiro de alumínio é suprido com alumínio primário, sucata e produtos importados e o consumo de produtos transformados totalizou, em 2002, um volume de 717,0 mil toneladas. Esse volume representa um consumo *per capita* brasileiro de 4,1 kg /hab. /ano, bastante inferior ao consumo de países desenvolvidos como dos Estados Unidos, que chega a 29 kg/hab/ano. Essa diferença mostra um grande potencial de crescimento do consumo brasileiro de alumínio. A prioridade da indústria brasileira de alumínio é atender à demanda interna, que, atualmente, é da ordem de 720 mil toneladas. O excedente é exportado, principalmente, para a Holanda, Japão, Bélgica, Suíça, Estados Unidos e México.

2.8.2 DADOS SOBRE A PRODUÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Nos últimos 10 anos, o consumo doméstico de produtos transformados de alumínio cresceu a uma taxa média de 7,0% ao ano, passando de 390 mil toneladas em 1993 para cerca de 720 mil toneladas em 2002 (TABELA 2.4). No mesmo período, o consumo *per capita* brasileiro passou de 2,5 kg/habitante/ano para 4,1 kg/habitante/ano. Comparando-se ao consumo *per capita* dos Estados Unidos, que é de

29 kg/ habitante/ ano, tem-se uma idéia do enorme potencial do mercado brasileiro.

TABELA 2.4 – TABELA DE CONSUMO DOMÉSTICO DE ALUMÍNIO TRANSFORMADO -ABAL (2004)

<i>Consumo doméstico de Transformados (Unid: 1000 toneladas)</i>									
1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
389,2	389,2	503,1	547,2	645,7	704,1	658,1	666,3	737,9	717,3

Atualmente, a produção nacional de produtos extrudados de alumínio, perfis, barras, tubos é de 128 mil toneladas, para um consumo doméstico de 126 mil toneladas. Este volume representa 18% do mercado de produtos transformados de alumínio. Entretanto, o processo de fabricação de alumínio tem um elevado consumo de energia. O emprego do alumínio como componente construtivo, deve ser analisado. A energia utilizada para a produção de alumínio para a obra é muito grande se comparada com outros materiais utilizados, por exemplo: o aço e o concreto. Segue na TABELA 2.5, um comparativo entre o consumo de energia para a fabricação de cada um dos componentes utilizados em obra:

TABELA 2.5 – COMPARATIVO DE ENERGIA REQUERIDA DOS MATERIAIS (UNCHS, 1999)

MATERIAL	ENERGIA PRIMÁRIA REQUERIDA (GJ/TON.)
Alumínio	200 – 250
Plástico	50 – 100
Aço	30 – 60
Cimento	5.8
Concreto (Blocos)	0.8 – 1.2

Para viabilizar a utilização do alumínio como componente construtivo, alguns programas de reciclagem de alumínio vêm sendo desenvolvidos para reduzir o custo da produção do alumínio devido ao grande consumo de energia nas etapas primárias de fabricação. O programa de reciclagem do IPT (IPT, 2004) é uma iniciativa que sugere alternativas para a reciclagem do alumínio, com objetivos de economizar cerca de 95% da energia gasta na produção do alumínio primário, além de evitar impactos ambientais inerentes ao processo.

A produção do alumínio primário gera quatro toneladas de resíduo tóxico para cada tonelada produzida. Quando o alumínio reciclado substitui o primário nos processos produtivos, reduz-se a formação de resíduos tóxicos (IPT, 2004). O País produz anualmente cerca de 1.400 toneladas de alumínio e o reciclado corresponde a 13% desse total, ou seja, aproximadamente 180 toneladas (INEE, 2004).

Pesquisas recentes da ABAL (ABAL, 2004), no Brasil, informam que cerca de 54% da demanda de produtos extrudados de alumínio são destinados ao segmento da construção civil, transformando-se em esquadrias (portas e janelas), forros, divisórias, acessórios para banheiros, estruturas pré-fabricadas e elementos decorativos de acabamento.

A caixilharia é um dos segmentos de maior aplicação de perfis extrudados de alumínio e oferecem, atualmente, uma variada disponibilidade de formas, modelos e desenhos para situações específicas.

A Associação de Fabricantes de Alumínio (AFEAL, 2004) também tem como objetivo regularizar e normalizar a produção dos fabricantes de esquadrias para a obra. A AFEAL tem estado atenta ao seu propósito de promover programas de incentivo à qualidade e à produtividade aos fabricantes de esquadrias, além de normas técnicas brasileiras (NBR) que regulamentam a produção das esquadrias de alumínio, tais como a NBR 10820/1989 Caixilhos para edificação - Janelas - Terminologia, a NBR 10821/2000 Caixilhos para edificação – Janelas, a NBR 10831/1989 Projeto e utilização

de caixilhos para edificações de uso residencial e comercial - Janelas – Procedimento.

Na FIGURA 2.7 apresenta-se um desenho esquemático de todas as empresas envolvidas no processo de extração, fabricação de alumínio, fabricação de esquadrias e instalação de esquadrias em obra.

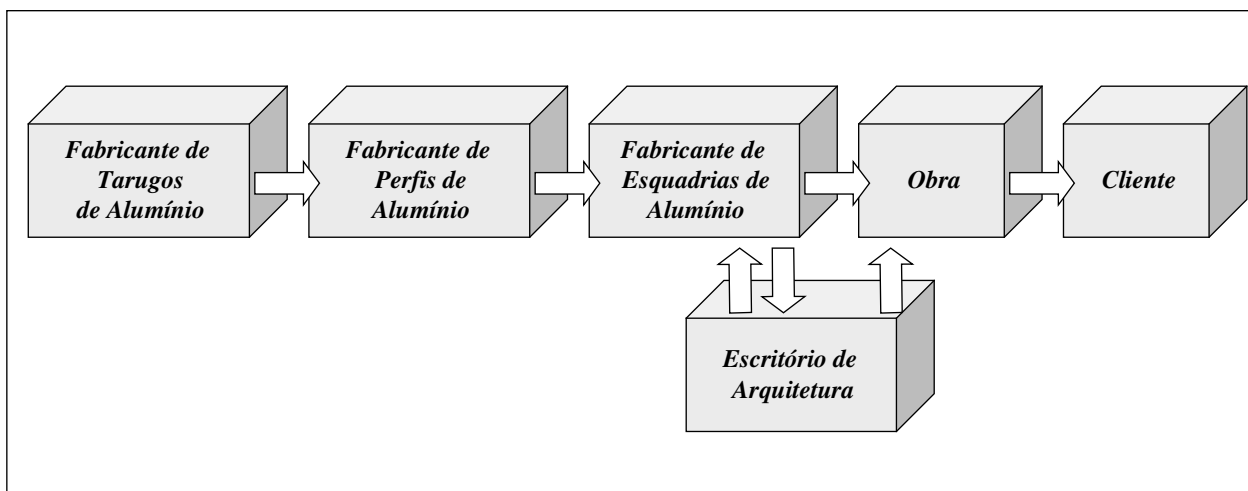


FIGURA 2.7 – ESQUEMA DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DA ESQUADRIA DE ALUMÍNIO

2.8.3 DADOS SOBRE O PROJETO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

LUCINI (2001) discute o projeto de modulação de vãos e propõe uma padronização de tipologias e produtos, que estariam à disposição do projetista do construtor, do fabricante e finalmente do instalador, portanto envolvendo todos os elos da cadeia produtiva, para que a esquadria obtenha o desempenho esperado.

O autor propõe um mapeamento do fluxo dos processos envolvidos para na

elaboração dos projetos arquitetônicos e na especificação dos elementos contidos no projeto (FIGURA 2.8).

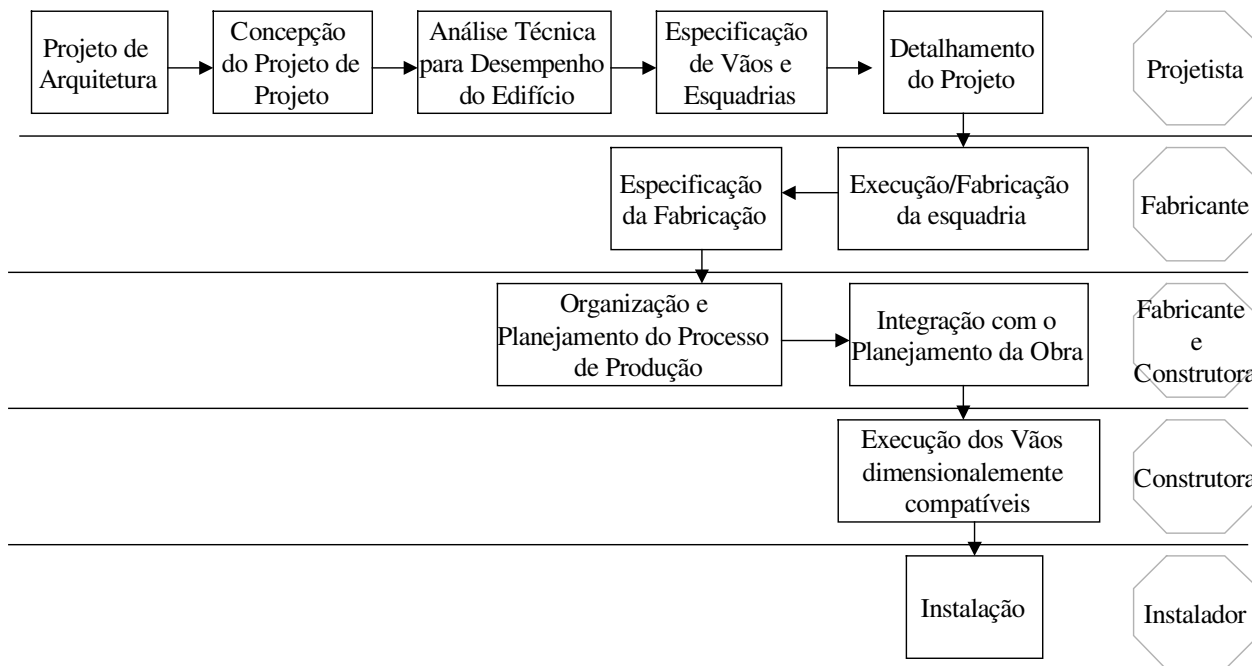


FIGURA 2.8 – FLUXO DE PROCESSO PARA A PRÁTICA DA MODULAÇÃO DE VÃOS (LUCINI, 2001)

Segundo LUCINI (2001), existem algumas recomendações que os escritórios de arquitetura podem seguir para a elaboração do projeto de modulação de esquadrias:

- Projeto e definição dos vãos de esquadrias deverão seguir necessariamente as exigências previstas na legislação local (Código de Obras) no que diz respeito às áreas de ventilação e dimensões relacionadas aos ambientes.

- Além das dimensões previstas pela legislação, o projetista deverá proceder previamente à análise dos princípios de modulação, à análise de caráter projetual quanto aos aspectos como a influência sobre o conforto térmico, conforto acústico, interfaces com o sistema estrutural e alvenaria visando a garantia de estanqueidade ao ar, à água e aos ruídos.
- Com esta análise deverá ser escolhido o tipo apropriado de esquadria para os diversos tipos de ambientes do edifício
- Especificação da esquadria deverá ser feita considerando produtos que atendam integralmente à Norma NBR 10821 (Caixilho para edificação – Janela: ABNT estabelece requisitos de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e resistência a cargas uniformemente distribuídas decorrentes da pressão do vento).
- Para maior detalhamento sobre a escolha do tipo de esquadria apropriada ver manual de uso limpeza e conservação de esquadrias, revestimentos em alumínio e seus componentes (AFEAL, 2004).
- Os tipos de sistemas estruturais e de vedações deverão ser analisados pelos projetistas, tendo em vista que a padronização deverá levar em conta a modulação, os componentes de vedação, e a fixação da esquadria.
- O detalhamento dos vãos deverá ser feito no projeto, de modo a permitir a visualização por parte dos executores da vedação de todos os detalhes de execução, que interferem na garantia de que o vão resultante se mantenha dentro das tolerâncias admitidas.

- O detalhamento das esquadrias deverá incluir também a especificação dos contramarcos, conforme o produto definido entre as partes envolvidas (projetista e fabricante).
- As pranchas de projeto com o detalhamento dos vãos, devem ser apresentadas com o restante do projeto, visando a facilidade de utilização dos executores da vedação.
- As dimensões detalhadas para a execução dos vãos são de total responsabilidade do projetista.

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A escolha da estratégia adequada para a realização do estudo é muito importante para a organização e o desenvolvimento da pesquisa. Muitas estratégias podem ser empregadas para o estudo do fluxo de suprimentos, tais como: estudo de caso, pesquisa - ação, pesquisas de levantamento de dados (GIL, 1991).

A estratégia de pesquisa para alcançar o objetivo proposto foi realizar um estudo de caso. A pesquisa é caracterizada pelo seu caráter exploratório – descritivo de fluxo de suprimentos específico, que tem como cliente final um edifício vertical residencial específico. Esta pesquisa pretende explorar um assunto ainda pouco estudado pelos pesquisadores no setor da construção civil: o fluxo de suprimentos no setor da construção.

A metodologia para a análise dos desperdícios evidenciados durante o levantamento de dados seguiu as recomendações do método de mapeamento de fluxo de valor para um agente (ROTHER; SHOOK, 2000), e do método de macro mapeamento de fluxo de valor envolvendo vários agentes da cadeia (WOMACK; JONES, 2004), apresentadas no capítulo anterior. A estratégia de pesquisa escolhida considerou fatores como: objetivo do trabalho, levantamento de dados, facilidade de obtenção de dados.

3.2 ETAPAS DE PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas:

A primeira etapa realizada foi o levantamento bibliográfico sobre o assunto. Primeiramente buscou-se entender o fluxo de suprimentos e algumas de suas definições. Em seguida descreveu-se os princípios do *Lean Thinking*, seguido da descrição do método de aplicação do mapa de fluxo de valor, do macro mapeamento do fluxo de valor, fluxo de suprimentos na construção civil e *Lean Thinking* aplicado à construção, *Lean Thinking* aplicado a processos administrativo e fluxo de valor das esquadrias de alumínio.

A segunda etapa compreendeu levantamento de dados para o desenho dos mapas de fluxo de valor do estado atual do estudo de caso. Para o estudo de caso, foi escolhido o fluxo de esquadrias de alumínio devido a sua considerável representatividade no custo final da obra. Os agentes participantes foram selecionados com base nos históricos de fornecimento de cada um dos seus clientes. Para o levantamento de dados, foram realizadas entrevistas com o gerentes da obra e três gerentes de fábrica (construtora, fabricante de esquadrias de alumínio e fabricante de

alumínio). O objetivo das entrevistas foi possibilitar o desenho do fluxo interno de cada agente, e posteriormente o desenho do fluxo de informações existente na interface entre os participantes do fluxo. Foram desenhados os mapas do estado atual de cada um dos agentes envolvidos nos processos, e o macro mapa do fluxo de alumínio atual. O macro mapa combinou todas as ações, desde a matéria-prima à entrega na obra. Desta forma foi possível enxergar desperdícios dentro dos agentes e também em suas interfaces.

A terceira etapa consistiu na identificação dos desperdícios e elaboração das propostas de mapas do estado futuro para cada um dos agentes e um macro mapa do estado futuro para o fluxo de alumínio escolhido, com as sugestões e melhorias baseadas em experiências de aplicações dos princípios *Lean* em outros setores. No caso do agente fabricante de alumínio, foram registrados os mapas do estado atual e futuro, fornecido pelos próprios agentes, uma vez que a empresa já adota os princípios *Lean Thinking* desde 1997.

Finalmente, analisou-se a aplicabilidade da ferramenta, macro mapeamento de fluxo de valor, em um caso específico de uma cadeia de suprimentos formada por uma construtora de obras residenciais verticais, um fabricante de esquadrias de alumínio de médio porte e um fabricante de alumínio de grande porte.

3.2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo da revisão bibliográfica foi estabelecer uma base teórica sobre o assunto que foi estudado, além de ter favorecido a elaboração dos roteiros para as entrevistas semi-estruturadas para levantamento de dados e generalização dos

resultados a partir do estudo de caso.

A revisão bibliográfica guiou a aplicação desta pesquisa, pois forneceu informações e dados sobre outros estudos de casos e aplicação dos conceitos *Lean* em outros fluxos de suprimentos.

Nesta primeira etapa também foram revisados trabalhos relacionados à aplicação de conceitos dos princípios do *Lean Thinking*, macro mapeamento na cadeia de suprimentos, bem como trabalhos que referenciavam a utilização de ferramentas de mapeamento e análise para o fluxo de suprimentos da construção civil.

3.2.2 AGENTES DO ESTUDO DE CASO

A pesquisa foi delimitada da seguinte forma: convidou-se uma construtora de médio porte para participar da pesquisa, representativa do mercado de incorporação na região de Campinas. Escolheu-se uma obra específica para o acompanhamento do fluxo, tendo como critério o estágio da mesma, que possibilitasse a obtenção de dados recentes sobre o fornecimento de esquadrias de alumínio.

Uma vez escolhida a construtora e a obra, através de entrevistas com o gerente da obra estudada, foi detectado o fornecedor de esquadrias, e também convidado para participar da pesquisa.

O fabricante de esquadrias foi visitado também, e foi detectado seu fornecedor principal de perfis de alumínio. Foi visitado o fabricante de perfis de alumínio indicado, e convidou-se o mesmo para participar da pesquisa. Desta forma, foi composta a cadeia de suprimentos estudada.

No estudo de caso foi possível observar no fluxo de suprimentos escolhido, três empresas participantes do fluxo de esquadrias de alumínio para o setor de construção civil:

- Construtora: empresa de porte médio, com cerca de 300 funcionários efetivos e cerca de 5000 funcionários temporários. Sediada na cidade de São Paulo, atua na capital e em cidades do interior do estado.
- Fabricante de Esquadrias de Alumínio: empresa de pequeno porte, com o “site” fabril localizado na cidade de Indaiatuba - SP. Esta empresa conta com um quadro de 54 funcionários, e atua no mercado a mais de 10 anos.
- Fabricante de Alumínio: empresa de grande porte, com diversos “sites” no país. As unidades estudadas estavam localizadas em Sorocaba - SP, e em Poços de Caldas – MG.

Uma vez selecionado e delimitado o fluxo de suprimentos para a obra, que seria estudado para a realização da pesquisa, iniciou-se o estudo de caso, que foi dividido em duas etapas, para o estudo do fluxo de valor de alumínio e seus agentes envolvidos.

3.2.2.1 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DO ESTADO ATUAL

Para a elaboração dos mapas do estado atual, realizou-se as seguintes atividades:

3.2.2.1.1 ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS

Realizou-se uma primeira etapa com entrevistas semi-estruturadas, na qual a pesquisadora estabeleceu um roteiro com perguntas relativas ao fluxo interno de cada agente, que posteriormente serviram de material para a elaboração do mapeamento do fluxo de valor de cada agente.

O objetivo destas entrevistas semi-estruturadas foi caracterizar, em linhas gerais, os processos internos de cada agente, e as interfaces entre os agentes, visitando os “sites” a montante da instalação da esquadria em obra. Foram levantados dados referentes: a fabricação do alumínio, fabricação dos perfis, fabricação das esquadrias e instalação das esquadrias. As entrevistas foram realizadas pessoalmente nos locais de trabalho dos entrevistados, pelo pesquisador. As entrevistas foram marcadas e agendadas previamente por telefone, com a identificação do pesquisador, seu orientador e a finalidade a que se propunha a pesquisa em questão.

Cada uma das entrevistas realizadas teve, em média, uma duração de duas horas. Concluídas as entrevistas todas as informações foram transcritas. A partir do conteúdo das mesmas foram elaborados relatórios resumidos para cada tipo de agente entrevistado.

Cada um dos entrevistados contribuiu de forma diferente, de acordo com suas experiências profissionais. Estas entrevistas e seus respectivos relatórios serviram como base para a elaboração do macro mapeamento do fluxo de valor dos fornecedores de esquadrias de alumínio.

Em todas as entrevistas, aplicou-se dois roteiros⁶, para auxiliar no direcionamento do levantamento de dados.

Os roteiros de entrevistas foram elaborados com o intuito de auxiliar o entrevistador no levantamento de dados, para posteriormente elaborar os mapas de fluxo de valor e o macro mapa do estado atual do fluxo de suprimentos.

Inicialmente, foi realizada uma entrevista informal em cada um dos agentes, para definição das pessoas participantes da pesquisa, levantamento dos principais processos envolvidos em da um dos agentes, e agendamento da visita para o efetivo mapeamento.

De posse destes dados de cada agente, foi elaborado um roteiro para cada agente pesquisado, baseado na metodologia sugerida para MFV por Rother e Shook (2000) e para MMFV por Womack e Jones (2004). Os roteiros para os agentes construtora e fabricante de esquadrias de alumínio seguem no Apêndice A e B deste trabalho. Entretanto, não foram elaborados roteiros para os agentes: Fabricante de Perfis de alumínio e Fabricante de tarugos de alumínio, pelo fato destas empresas já aplicarem os princípios do *Lean Thinking*, e terem colaborado com esta pesquisa fornecendo os mapas do estado atual e futuro de seus processos.

Os roteiros então foram respondidos durante as entrevistas pela pesquisadora, a partir das repostas das pessoas responsáveis pelas áreas. Baseado neste levantamento foram elaborados os mapas de fluxo de valor de cada um dos agentes.

Na construtora, as entrevistas foram realizadas com engenheiro da obra escolhida para início do estudo. Este engenheiro era o gerente de obra, e já tinha participado ativamente em projetos para a melhoria da qualidade na respectiva empresa, por isso tinha familiaridade com mapeamento de processos, para a

⁶ Disponíveis nos Apêndices A e B.

certificação ISO 9000:2000. Foi realizada também uma entrevista com o gerente do departamento de suprimentos da construtora, para o mapeamento do fluxo de informações e mapeamento administrativo da etapa de contratação do fornecedor de esquadrias.

No fabricante de esquadrias de alumínio, as entrevistas foram realizadas com o diretor técnico e o gerente de produção, que apresentaram o departamento de produção e a forma como era realizado o controle de produção. Foram levantados também os principais processos produtivos da fábrica.

No fabricante de perfis de alumínio, foram realizadas com o gerente da fábrica e como o coordenador da qualidade do “site”. Foi visitada a fábrica para o levantamento dos principais processos produtivos. Os dados do fabricante de alumínio, do mesmo grupo, foram obtidos através do gerente da fábrica de perfis.

3.2.2.1.2 ANÁLISE DE DOCUMENTOS

Como o objetivo de complementar as informações obtidas através de entrevistas e visitas em canteiro de obra e fábrica, foram analisados os seguintes documentos: procedimentos das empresas de Gestão de Sistemas da Qualidade ISO 9000:2000 e SGA, mapeamento de processo quando existente; projetos de esquadrias fornecidos pela construtora⁷, catálogos e contratos de compra e venda de esquadrias.

⁷ Os desenhos com informações pertinentes aos 17 tipos de esquadrias foram apresentados no Anexo E deste trabalho

Além dos documentos citados, para o fabricante de perfis de alumínio e para o fabricante de tarugos de alumínio, foram utilizadas fitas VHS e CDs (com apresentações realizadas em Summits⁸). Este material serviu de base para a elaboração do roteiro, que foi aplicado durante a fase de levantamento de dados realizados com a construtora e os agentes envolvidos.

3.2.2.1.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi realizada a partir da análise dos mapas do estado atual e mapas do estado futuro dos agentes, baseado na metodologia de Rother e Shook (2000) e na análise do macro mapa do estado atual e futuro, baseado na metodologia de Womack e Jones (2004).

Ao final desta coleta de dados, obteve-se mapas individuais do estado atual de cada um dos fornecedores. Os resultados e conclusões deste levantamento estão apresentados no capítulo quatro da dissertação.

Analisou-se a diminuição dos tempos de processamento e *Lead time*, referentes aos mapas do estado atual e futuro, portanto, a diminuição dos desperdícios detectados durante o processo.

Como base nas evidências obtidas na análise documental e nas entrevistas, construiu-se durante o estudo de caso, um macro mapa do estado atual de toda a cadeia de fornecedores envolvida no fornecimento de esquadrias para as construtoras e

⁸Summits são reuniões anuais promovidas pelo Lean Institute Brasil para apresentação de estudos de caso e curso pertinentes ao assunto.

usuários finais. O MMFV foi utilizado para representar, de um modo geral, o fluxo de produção do produto e das informações que ocorriam nas interfaces entre fornecedores da cadeia. O MMFV possibilitou uma melhor compreensão desses fluxos e de seus respectivos problemas em cada interface. A partir desta análise, pode-se propor algumas diretrizes voltadas para a melhoria de informações e tempos de recebimento dos produtos entre os agentes da cadeia de fornecedores.

Foram utilizados, na construção do MMFV do estado atual alguns símbolos, de forma a facilitar a elaboração e compreensão dos fluxos (método descrito no Capítulo 2, Sub item 2.3 e 2.4).

No âmbito, deste estudo de caso, os sistemas dos fornecedores envolvidos são muito complexos, então antes do desenho do macro mapa do estado atual do fluxo de suprimentos de esquadrias de alumínio, foi desenhado um mapa do estado atual de cada um dos agentes da cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio de forma que auxiliou na composição do macro mapa posteriormente.

3.2.2.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DO ESTADO FUTURO

Depois do Macro Mapeamento do Estado Atual desenhado, e identificado os desperdícios, foi elaborado o Macro Mapeamento do Estado Futuro, ou seja, pois aplicado ao macro mapa inicial ferramentas *Lean*, com o intuito de otimizar o processo, reduzindo o *Lead Time* dos processos, reduzindo estoques entre processos, eliminando etapas dentro do macro mapeamento que não agregavam valor ao produto final, entre outros benefícios que a aplicação das ferramentas *Lean* proporcionam.

Nesta etapa foram apresentados os mapas aos agentes os mapas de fluxo de valor, que verificaram a veracidade das informações apresentadas. Também foram apresentados aos agentes, os mapas futuros e o macro mapa do estado futuro com as modificações sugeridas. Nesta etapa foram discutidas as facilidades e dificuldades de sua implantação das sugestões apresentadas nos mapas.

Foram coletadas impressões dos agentes sobre as propostas apresentadas através de entrevistas não estruturadas. Estas impressões foram analisadas dentro de suas limitações, uma vez não foram envolvidos todos os processos que compõem uma obra.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 AGENTE: CONSTRUTORA

4.1.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA INSTALAÇÃO DE CONTRAMARCOS E ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO NA OBRA

4.1.1.1 CONSIDERAÇÕES PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Para o desenho do mapa do estado atual de instalação de contramarcos e esquadrias na obra da construtora, foi necessário realizar algumas considerações no MFV da construtora porta-a-porta em função das características encontradas na obra,

que diferem das características dos processos da manufatura típica.

a) Foi escolhido um momento da obra que favorecesse a visualização dos estoques. Foi mapeado o momento da entrega do segundo carregamento de esquadrias de alumínio na obra. Datas de mapeamento da obra demonstrado em cronograma da obra em Anexo D. As datas da realização do mapeamento foram identificadas no rodapé de cada um dos mapas.

b) Foram representados no MFV dois ícones de entrega para os dois componentes, contramarcos e esquadrias. O primeiro ícone de entrega se referiu à entrega de contramarcos (como a função era apenas de informar como foi realizada a entrega, sendo que uma vez instalados, era desnecessária a sua representação) e o segundo ícone se referiu a segunda entrega de esquadrias em obra.

c) Foi considerada uma jornada de 8.8 horas para cada dia útil de trabalho e 20 dias úteis para um mês de trabalho. Todos os processos da construtora foram realizados em um único turno.

d) Para calcular o tempo de ciclo (T/C) de cada processo observado em obra, foi necessário considerar a instalação de contramarcos e esquadrias padrão. Para calcular a esquadria padrão foi levantado nos projetos executivos: as dimensões e os pesos dos 17 tipos de esquadrias instalados em obra com dimensões variando entre 0.50 m² a 10.00 m². A partir destes dados foi definido um contramarco padrão (Peso médio = 4.00 quilos) e esquadria padrão (Peso médio = 18 quilos). Nos Anexos C e E, foram apresentadas todas as características e todos os desenhos das esquadrias instaladas em uma tabela com os dados. Os desenhos apresentados em Anexo E, algumas esquadrias foram divididas em partes para o cálculo das áreas (Anexo C).

e) O *takt time* foi calculado considerando o período definido no cronograma,

pelo gerente da obra. O tempo determinado em cronograma para a instalação de contramarcos foi de 1 mês, e para a instalação das esquadrias foram de 2 meses. O *takt time* calculado para a instalação de contramarcos foi de 25 minutos por contramarco padrão (Apêndice C). O *takt time* para a instalação de esquadrias de alumínio foi de 49.5 minutos por esquadria padrão. Entretanto, foi considerado para efeito de cálculo apenas o *takt time* da instalação de esquadrias.

f) O cálculo dos estoques entre processos utilizou a seguinte fórmula:

$$\text{Estoque em dias} = \frac{\text{Material acumulado} \times \text{Takt time (unidade / minuto)}}{8.8 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos}}$$

Na indústria, o *takt time* representa o tempo que o cliente demanda a peça produzida, ou seja, para empresas que trabalham com o sistema *Just-in-time*. Este tempo define o ritmo de entrega de peças/produto na empresa ou cliente final, sempre de acordo com a demanda. Entretanto, na construção civil, o cliente final é o comprador do imóvel que recebe o produto final quando todas as etapas foram concluídas. O cliente final considerado para o desenho do mapa é representado pelo cronograma da construtora (uma vez que nem todos os apartamentos haviam sido vendidos). O cronograma real está disponível em Anexo D. O cálculo do *takt time* define o ritmo e a ordem de cada uma das etapas que serão realizadas para a entrega do produto final no prazo estimado pelo cliente (Apêndice C).

Antes de iniciar a descrição dos processos será comentada a situação do canteiro de obra antes do início do processo de instalação de contramarcos e esquadrias.

Foram entregues na obra 1554 quilos de contramarcos de alumínio pelo fabricante de esquadrias de alumínio. A entrega total foi dividida em dois carregamentos pré-agendados diretamente pelo gerente da obra com o departamento de produção da fábrica de esquadrias. Ao desenhar o mapa do estado atual da construtora, foi representado um estoque de contramarcos já instalados esperando a instalação das esquadrias e um estoque de esquadrias aguardando serem instaladas, da ordem de um pavimento. A construtora trabalhou com um “pulmão” de 1 pavimento para a instalação deste material em obra.

O recebimento dos contramarcos foi realizado por dois funcionários do almoxarifado da obra, que primeiramente conferiram o carregamento recebido: fardos de contramarcos, a partir da numeração e especificação dos lotes.

4.1.2 MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

Durante a pesquisa foram observados os seguintes processos durante a execução da obra, representado na FIGURA 4.1:

(1) INSTALAÇÃO DE CONTRAMARCOS

Este processo consistiu na colocação do contramarco, fixação da grapa e no seu chumbamento na alvenaria. Todas as atividades foram executadas por uma equipe de quatro pedreiros da construtora.

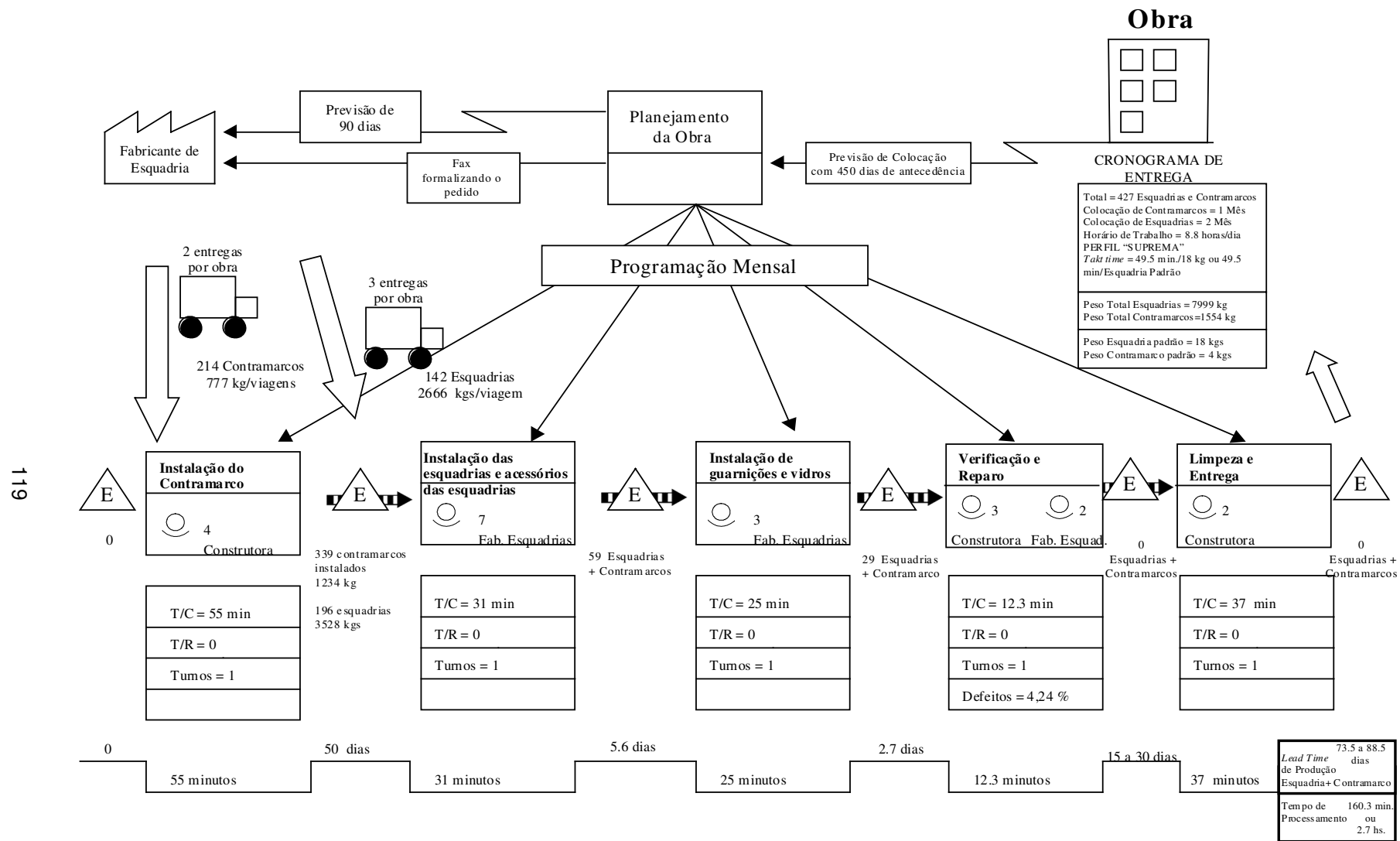


Figura 4.1 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

As atividades de instalação de contramarcos seguiram procedimento técnico definido pelo sistema da qualidade da construtora. Este procedimento técnico está disponível em Anexo B. O tempo planejado em cronograma para a realização desta atividade foi de 24 dias úteis, entretanto, o tempo real de instalação de contramarcos por pavimento ficou em torno de uma semana por pavimento duplex, totalizando ao final do processo, 44 dias úteis para sua total instalação. O cálculo do tempo de ciclo para este processo foi realizado da seguinte forma:

$$T/C = \frac{44 \text{ dias} \times 8.8 \text{ dias} \times 60 \text{ minutos}}{427 \text{ esquadrias}} = 55 \text{ minutos}$$

Portanto, o tempo de ciclo (T/C) do processo de instalação de contramarcos foi de 55 minutos por contramarco. Após a instalação total dos contramarcos, foi autorizada a primeira entrega das esquadrias de alumínio na obra. A instalação de contramarcos é importante para liberar outras frentes de trabalho, como o revestimento da alvenaria. Entretanto, o mapa do estado atual da construtora mostra a situação do canteiro de obra, após a segunda entrega de esquadrias em obra. A entrega total de esquadrias de alumínio foi de aproximadamente 7999 quilos de alumínio e foi dividida em 3 etapas, em caminhões fechados, com capacidade de 3000 quilos cada. Cada entrega realizada em obra forneceu cerca de 2666 quilos de esquadrias de alumínio, dividida em fardos com acessórios, guarnições e esquadrias separadas, numeradas em função do andar e cômodo a ser instalado. A entrega em obra teve a duração de 3 horas cada recebimento. O recebimento e inspeção dos fardos de alumínio foram realizados por dois funcionários do almoxarifado da construtora. Os fardos eram compostos por caixilhos pré-montados, acessórios, guarnições, vidros e acessórios de fixação, numerados e identificados em função de seu pavimento de instalação, apartamento e cômodo.

Como a atividade de recebimento não gera processamento físico em canteiro, não foi considerada no mapa do estado atual. Portanto, para a elaboração do desenho foi mapeado o momento da segunda entrega de esquadrias em obra.

(2) INSTALAÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO E ACESSÓRIOS

Este processo consistiu na instalação das esquadrias nos contramarcos já assentados e na instalação dos acessórios das esquadrias. Estas atividades foram executadas por uma equipe de 7 instaladores do fabricante de esquadrias de alumínio. O tempo real gasto para a execução deste processo foi de 25 dias úteis. O cálculo do tempo de ciclo para este processo foi realizado da seguinte forma:

$$T/C = \frac{25 \text{ dias} \times 8.8 \text{ dias} \times 60 \text{ minutos}}{427 \text{ esquadrias}} = 31 \text{ minutos}$$

Durante o mapeamento dos processos deste agente foi observado um estoque de 339 contramarcos prontos para receber as esquadrias e um estoque de 196 esquadrias para serem instaladas em obra (54 esquadrias do primeiro carregamento somado com as 142 esquadrias do segundo carregamento) antes do início deste processo.

(3) INSTALAÇÃO DE GUARNIÇÕES E VIDROS

Este processo consistiu na montagem final das esquadrias: instalação de guarnições de alumínio e instalação dos vidros. Estas atividades foram executadas por uma equipe de 3 instaladores fornecida pelo fabricante de esquadrias de alumínio. O tempo real gasto para a conclusão deste processo foi de 20 dias úteis. O cálculo do

tempo de ciclo para este processo foi realizado da seguinte forma:

$$T/C = \frac{20 \text{ dias} \times 8.8 \text{ dias} \times 60 \text{ minutos}}{427 \text{ esquadrias}} = 25 \text{ minutos}$$

Foi observado um estoque de 59 esquadrias já instaladas aguardando o recebimento das guarnições e vidros do início do processo.

O tempo de ciclo do processo de instalação de guarnições e vidros, somado com o tempo de ciclo do processo de instalação de esquadrias e acessórios e instalação de contramarcos totalizou 111 minutos ou aproximadamente 2 horas, para a instalação total de uma esquadria padrão (22 quilos de alumínio e com dimensões de 1.53 x 1.68 m).

De acordo com o índice de produtividade fornecido pela TCPO (1999), para a instalação de esquadrias de alumínio⁹ com contramarco e com as mesmas características descritas, seriam necessários: 3.85 horas de pedreiro e 2.60 de ajudante. Conclui-se que o tempo de produtividade de instalação de esquadria, desta obra específica foi 71,3% menor que o tempo estimado pela TCPO 2000 (1999).

(4) VERIFICAÇÃO E REPARO DE ESQUADRIAS

Este processo consistiu na aplicação de um *check list* definido pelo sistema de qualidade da construtora, sendo realizada uma verificação das esquadrias instaladas e imediatamente reparadas, caso fosse constatada a necessidade. Estas atividades foram executadas por duas equipes: uma equipe de 3 instaladores do fabricante de

⁹ Atividade descrita no item 08520.001 da TCPO 2000 (1999).

esquadrias para realizar os reparos e uma equipe de 2 pedreiros da construtora para aplicar o *check list* e realizar a inspeção. O tempo real gasto para a realização deste processo foi de 10 dias úteis. O cálculo do tempo de ciclo para este processo foi:

$$T/C = \frac{10 \text{ dias} \times 8,8 \text{ dias} \times 60 \text{ minutos}}{427 \text{ esquadrias}} = 12,3 \text{ minutos}$$

Foi observado um estoque de 29 esquadrias prontas para serem verificadas, antes do início deste processo. Através da consulta do banco de dados do controle de qualidade da construtora (Diagrama de Pareto SET/2003 – FEV/2004), foi verificado que a instalação de esquadria de alumínio havia sido o item que apresentou maior incidência de eventos pós instalação, necessitando de reparos. O índice de reparos apurado pela construtora foi de 4,24% do total de esquadrias de alumínio instaladas. As incidências observadas compreendiam deste esquadrias fora de prumo, até pequenos arranhões nas esquadrias que foram reparadas no momento de constatação da falha.

(5) LIMPEZA GERAL E ENTREGA

A limpeza geral foi realizada após a conclusão de todos os processos da obra que inclui a limpeza de vidro e piso. Esta atividade foi executada por 2 ajudantes de pedreiro. O cálculo do tempo de ciclo do processo foi:

$$T/C = \frac{30 \text{ dias} \times 8,8 \text{ dias} \times 60 \text{ minutos}}{427 \text{ esquadrias}} = 37 \text{ minutos}$$

Este tempo foi calculado somente para a atividade de esquadrias, pois a equipe de limpeza geral era composta por 6 pessoas. Como durante o mapeamento não haviam sido concluídos os outros processos para a finalização da obra, não foi observado estoques nem antes e nem depois desta atividade.

4.1.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

Após a elaboração do MFV, foi observada uma diferença entre o tempo de processamento de uma esquadria, que foi de 160.3 minutos por esquadria ou 2.7 horas, e o *Lead time* total para concluir a instalação do segundo lote de esquadrias, que foi de 73.5 à 88.5 dias, sendo que o terceiro lote de esquadrias nem havia sido entregue ainda. Comparando com o planejamento de obra, que era de 2 meses para a instalação de todas as esquadrias, percebeu-se uma considerável diferença entre o tempo de instalação e o tempo planejado. Além de vários estoques entre processos, ocasionando desperdícios de mão-de-obra, material e capital parado.

Através das observações dos dados do mapa do estado atual da construtora foi possível identificar os principais desperdícios a partir da instalação de contramarcos e esquadrias em obra.

- a) O tempo de ciclo total de instalação de esquadrias se encontra acima do *takt time* calculado para a execução das atividades em obra. Adotou-se também como o *takt time* da instalação de um contramarco o mesmo valor que para a instalação de uma esquadria de alumínio: 49.5 minutos (vide Apêndice C). Portanto, o tempo considerado pela construtora para instalar os dois materiais e atender o cronograma, deve ser definido em função da demanda do cliente.
- b) Existe um desnivelamento entre a carga de trabalho dos operadores, para ilustrar este desbalanceamento foi elaborado um GBO - Gráfico de Balanceamento do Operador (LÉXICO LEAN, 2003), onde resumi os tempos atuais dos processos executados dentro da obra.

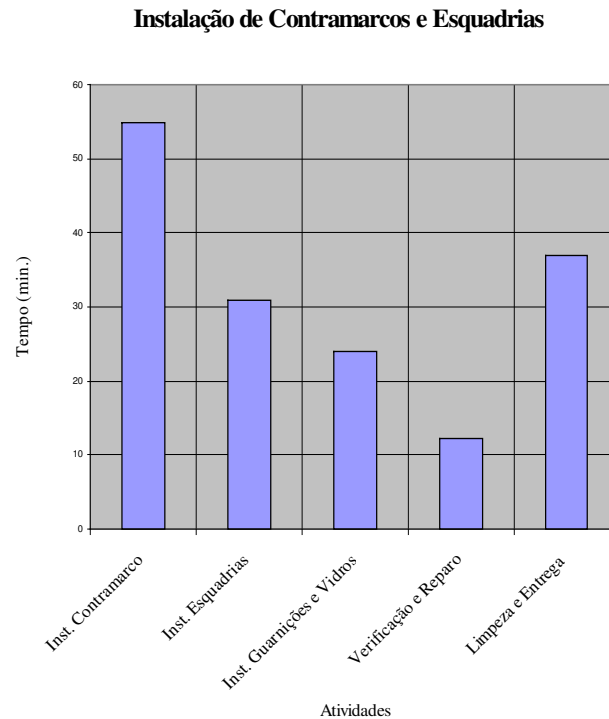
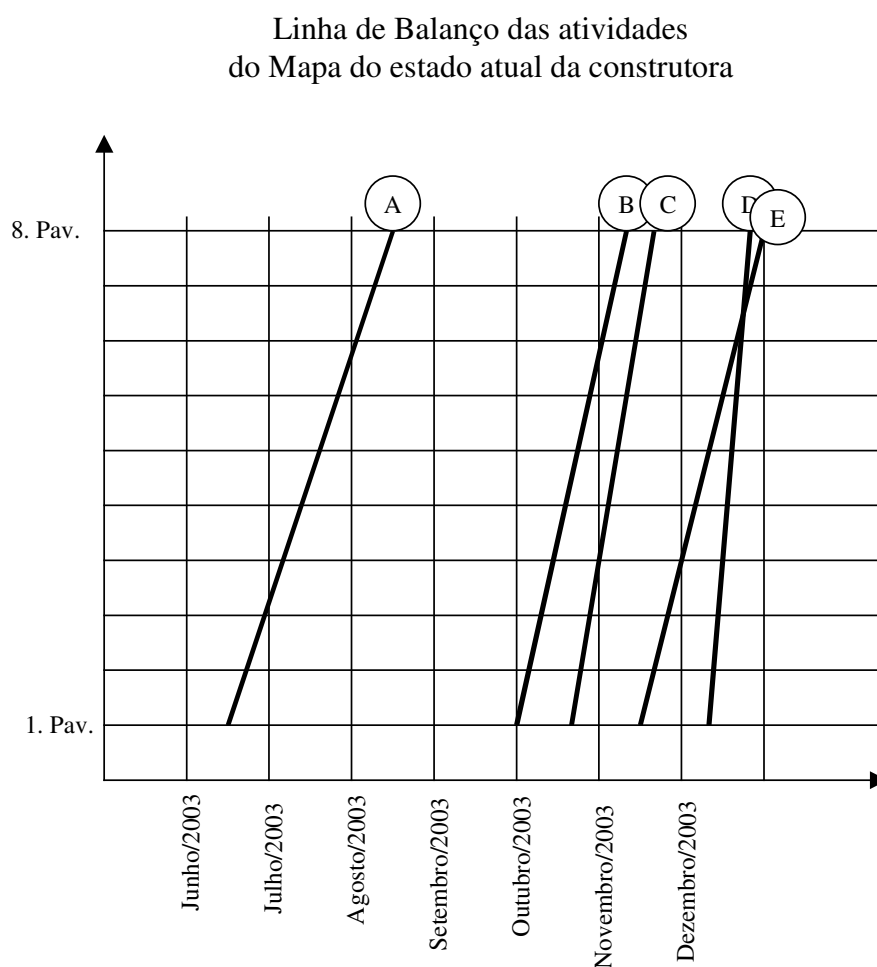


FIGURA 4.2 – GBO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

Notou-se que existe uma diferença de tempo entre as várias etapas. Deste modo, para implementar um fluxo contínuo entre os processos (Instalação de esquadrias e acessórios, instalação de guarnições e vidros, verificação e reparo e limpeza e entrega) é necessário reduzir o tempo de ciclo de cada processo para aproximá-lo do *takt time*. Atualmente o tempo de processamento total é de 160.3 minutos, entretanto, o *takt time* dos dois processos principais demanda um tempo de 49.5 minutos. Portanto, para a instalação de contramarcos e esquadrias as equipes devem ser balanceadas.

Para auxiliar na análise da redução dos tempo de ciclo dos processos envolvidos, utilizou-se a linha de balanço (MENDES, 1999; LIMMER, 1997).

Para a análise do balanceamento das atividades deste agente foi elaborado o gráfico de linha de balanço das atividades descritas pela construtora (FIGURA 4.3) apresentadas no mapa do estado atual deste agente:



Atividades:

- A = Instalação de Contramarcos
- B = Instalação de Esquadrias e Acessórios
- C = Instalação de Guarnições e Vidros
- D = Verificação e Reparo
- E = Limpeza Geral

FIGURA 4.3 – LINHA DE BALANÇO DAS ATIVIDADES DESCRITAS NO MAPA DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

c) Não foi observado o fluxo contínuo dentro da obra, as etapas são executadas separadamente, de forma que uma etapa somente se inicia quando a outra etapa estiver prestes a ser concluída.

d) Os carregamentos de contramarcos e esquadrias foram entregues em 5 viagens¹⁰, ou seja, foram entregues grandes carregamentos, fato que favoreceu o acúmulo de estoques antes do início da instalação.

4.1.4 MAPA DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA

Segue sugestões para o MFV do estado futuro da construtora (FIGURA 4.5):

a) Criação de uma célula de montagem do fabricante de esquadrias de alumínio para realizar as seguintes atividades; montagem de contramarcos, montagem da esquadria, colocação de acessórios, vidro e guarnições. O material seria entregue em “kits” para facilitar a montagem dos contramarcos e esquadrias de alumínio. Os “kits” seriam organizados em fardos para a montagem em obra separados e numerados por ambiente, apartamento e ambiente.

¹⁰ Entregas: duas de contramarcos de alumínio e três de esquadrias de alumínio em fardos.

b) Programação de entregas com lotes menores e mais freqüentes, diminuindo desta forma o acúmulo de estoques antes e entre processos. A entrega poderia ser programada semanalmente, de forma que fornecesse material para um pavimento.

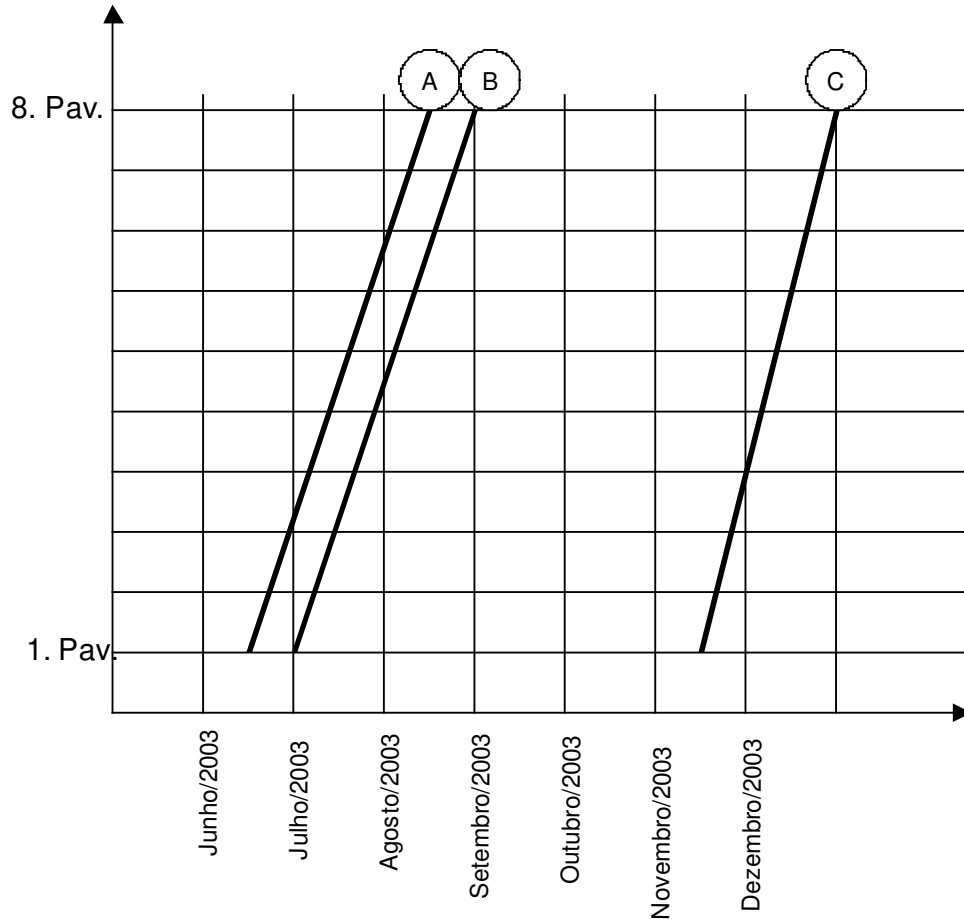
c) Criação de quatro supermercados:

- Primeiro supermercado: localizado antes da célula do fabricante de esquadrias de montagem, com capacidade de armazenagem de um pavimento de contramarco e um pavimento de esquadrias de alumínio.
- Segundo supermercado: localizado depois da célula de montagem do fabricante de esquadrias de alumínio, com capacidade de armazenagem de um pavimento de contramarco e um pavimento de esquadrias já montados.
- Terceiro supermercado – localizado antes do processo de instalação de esquadrias, com capacidade de um pavimento de contramarcos instalados. O supermercado aqui definido é uma forma figurativa de representar a necessidade de ser criado um estoque controlado de contramarcos já instalados, aguardando a instalação de esquadrias.

d) O controle da obra poderia realizar a programação das etapas de limpeza e instalação de esquadrias (processos puxadores) de alumínio e também informar semanalmente o fabricante de esquadrias de alumínio da necessidade de nova entrega de material.

e) Distribuição otimizada das atividades de acordo com a técnica de Linha de Balanço (FIGURA 4.4). O ideal seria a Linha B estar próxima da Linha C, mas entre a instalação de esquadrias + verificação (B) e a limpeza (C),

existem outros serviços, cuja compreensão e colocação em fluxo exigiria um estudo mais amplo, que foge do escopo deste trabalho.



Atividades

- A = Instalação de Contramarcos
- B = Instalação de Esquadrias + Verificação
- C = Limpeza Geral

FIGURA 4.4 – LINHA DE BALANÇO DAS ATIVIDADES DESCRITAS NO MAPA DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA

- f) Redução do tempo de espera para a realização da atividade de limpeza geral através da compatibilização de outros processos da obra para a redução do tempo de espera para início desta etapa.

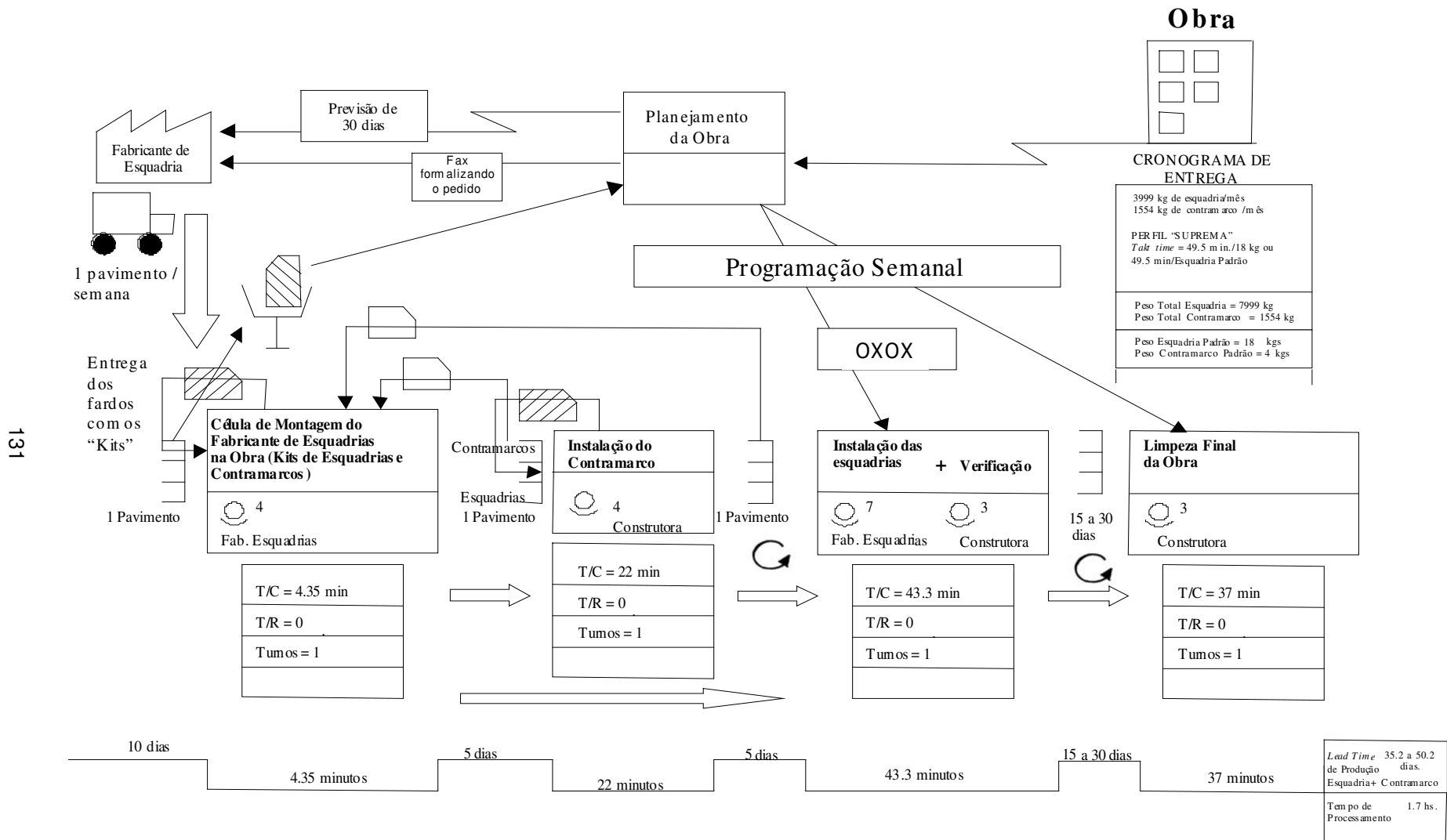


FIGURA 4.5 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA

Para auxiliar na compreensão das mudanças apresentadas, segue tabela comparativa entre os mapas do estado atual e futuro (TABELA 4.1).

TABELA 4.1 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MFV DO ESTADO ATUAL E MFV DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA.

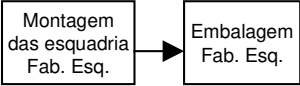
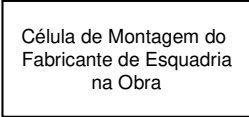
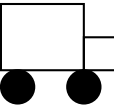
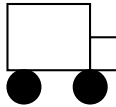
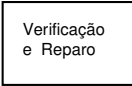


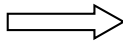
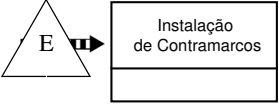
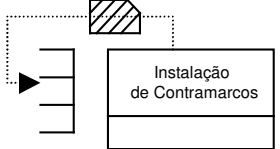
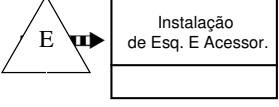
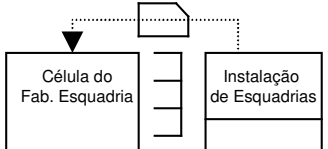


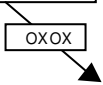
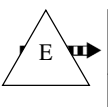
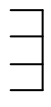
<i>MFV Estado Atual</i>	<i>MFV Estado Futuro</i>	<i>Observações</i>
		Substituição dos processos de Montagem e Embalagem realizados no Fabricante de Esquadrias por uma célula de Montagem de Esquadrias instalada no canteiro de Obras.
 <p>5 entregas na obra</p>	 <p>Entregas Semanais</p>	<p>Diminuição do tamanho dos lotes entregues.</p> <p>Aumento da frequência de entrega. (Milk Run)</p>
		Eliminação do processo de verificação e reparo.
		Substituição do sistema "empurrado" pelo sistema "puxado".
		Substituição do estoque encontrado antes do processo de instalação de contramarcos por um supermercado, informando a necessidade de abastecimento a partir de cartões <i>kanban</i> de retirada.
		Substituição do estoque encontrado antes do processo de instalação de esquadrias e acessórios por um supermercado, informando a necessidade de abastecimento a partir de cartões <i>kanban</i> para a célula de montagem.
		O processo de instalação de guarnições e vidros nas esquadrias, seria executado dentro da célula de montagem criada.

TABELA 4.1 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MFV DO ESTADO ATUAL E MFV DO ESTADO FUTURO DA CONSTRUTORA. (CONTINUAÇÃO)

<i>MFV Estado Atual</i>	<i>MFV Estado Futuro</i>	<i>Observações</i>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Programação Mensal</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Programação Semanal</div>	A programação do Planejamento de Obra passaria de mensal para semanal, proporcionando uma maior flexibilidade no planejamento.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Previsão de 90 dias</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Previsão de 30 dias</div>	Com a redução dos desperdícios encontrados no mapa administrativo da construtora poderia-se diminuir o tempo de pedido de esquadrias de 90 dias para 30 dias.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Programação Mensal</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Programação Semanal</div> <div style="margin-left: 100px; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">OXOX</div>  </div>	A programação de instalação de esquadrias deve nivelar a instalação de forma a garantir um balanceamento da produção.
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto; margin-left: 20px;">Limpeza e Entrega</div>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto; margin-left: 20px;">Limpeza Final da Obra</div>	Antes da etapa de limpeza final da obra verifica-se um estoque devido a interrupção do processo, para aguardar a conclusão de outras atividades. A sugestão é que haja uma compatibilidade entre os processos da obra de forma, que todos terminem em sincronia para executar o processo de limpeza final da obra.

4.2 AGENTE: FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

4.2.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO PARA A OBRA

O processo de fabricação de esquadrias do fabricante de esquadrias tem características artesanais, pois para cada projeto especificado pela construtora, é realizado um tipo específico de corte e montagem, de forma que as esquadrias são feitas praticamente sob encomenda, contrariando a produção em série.

Dentro do processo de fabricação de esquadrias, existem processos físicos e de informação, sendo este último apresentado simplificada e no mapa do estado atual do agente. Mais detalhes do fluxo de informação do processo de aquisição de matéria-prima estão apresentados no mapa administrativo do fabricante de esquadrias em anexo.

4.2.1.1 CONSIDERAÇÕES PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Para o desenho do mapa do estado atual do fabricante de esquadrias de alumínio foram feitas algumas considerações no MFV, em função das características da produção das esquadrias de alumínio.

O fabricante de esquadrias estudado possui inúmeros clientes, dentre eles a construtora que faz parte do estudo de caso descrito neste trabalho. A produção de esquadrias da empresa analisada segue projeto compatibilizado entre o arquiteto da obra e o controle de produção da fábrica de esquadrias. Os detalhes para produção são especificados pelo fabricante de esquadrias, com base no projeto arquitetônico fornecido. Após a confirmação do pedido, o projetista do fabricante de esquadrias retorna na obra para conferir as medidas de projeto e detalhes construtivos relevantes para a produção das peças. A partir dos projetos de detalhamento arquitetônico das esquadrias e medidas conferidas em obra, o fabricante de esquadrias elabora o novo projeto executivo para a fabricação de esquadrias, que posteriormente segue para a linha de produção.

Foi considerado para o desenho do mapa de fabricação de esquadrias, a fabricação de uma esquadria padrão (Dimensões da esquadria padrão já definida na seção de MFV da construtora), devido a variedade de esquadrias de alumínio fornecidos para a obra estudada, com o intuito de uniformizar o cálculo dos estoques e tempo de ciclo dos processos.

Foi considerada uma jornada de trabalho de 8.0 horas para um dia útil na fábrica e 20 dias úteis como período de um mês de trabalho.

O *takt time* foi calculado considerando a produção média demandada pelos clientes, que gira em torno de 10.000 kg de contramarcos e esquadrias/mês, dividido por: 20 dias trabalhados, multiplicado por 8 horas de trabalho, subtraindo uma hora de almoço dos operários e multiplicado por 60 minutos, portanto o *takt time* é 19 minutos / esquadria (Cálculo do *takt time* do fabricante de esquadrias é apresentado no Apêndice C).

4.2.2 MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICANTE DE ESQUADRIAS

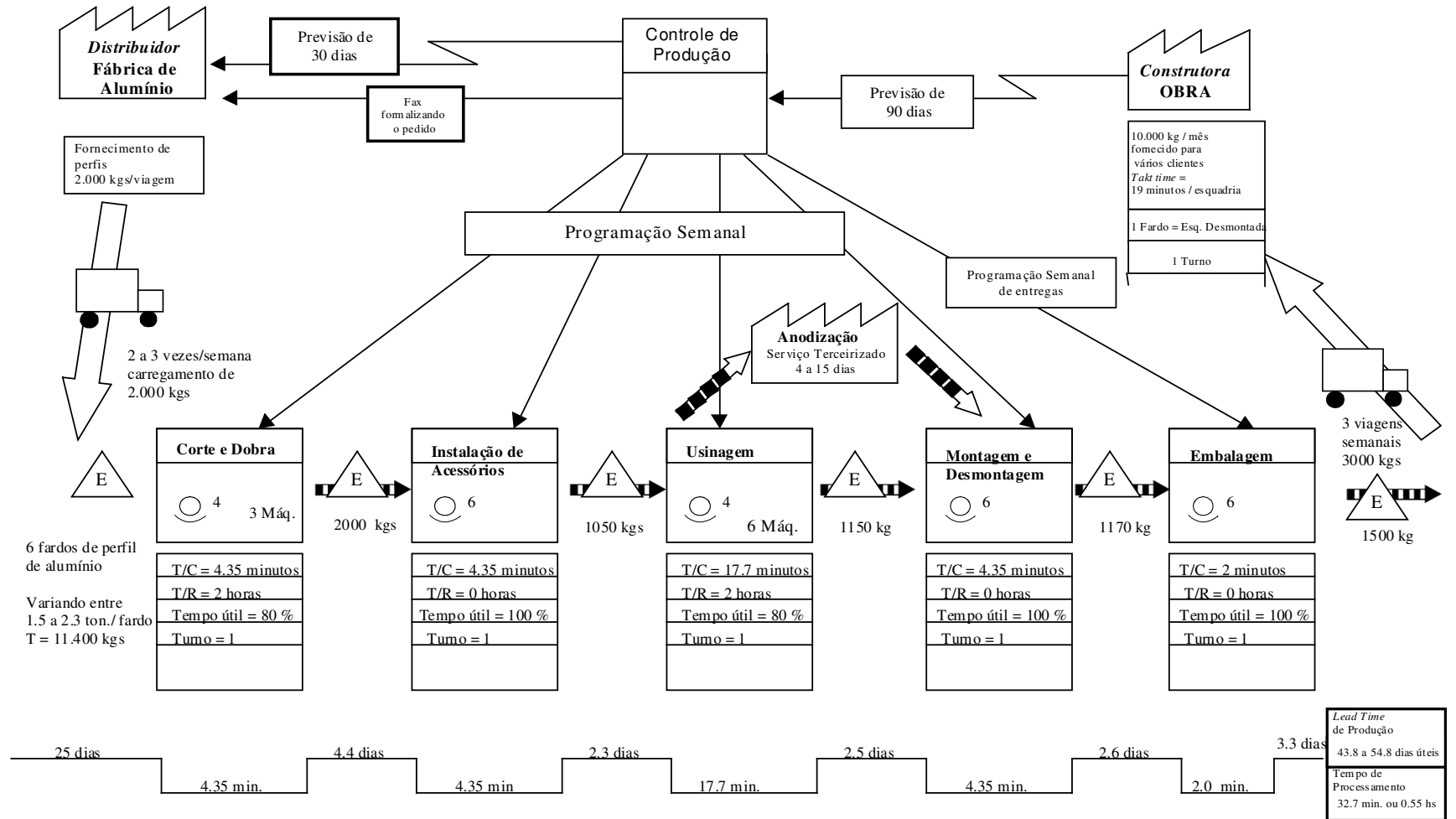
Os processos desenhados no mapa do estado atual do fabricante de esquadria de alumínio seguiram a seguinte seqüência (FIGURA 4.6):

São entregues cerca de 2000 quilos de perfis de alumínio, pelo fabricante de perfis de alumínio, duas a três vezes por semana. A entrega é pré-agendada, entretanto, pode sofrer alterações de acordo com o crescimento da demanda.

(1) PROCESSO DE CORTE E DOBRA DOS PERFIS DE ALUMÍNIO

É realizado por 4 operadores e 3 máquinas de corte e dobra. Existe uma troca de ferramentas, sendo por isso, o *setup* observado para este processo calculado em duas horas. A disponibilidade em função do tempo de parada para a manutenção do equipamento foi calculado em 80%. Os operadores trabalham apenas 1 turno nesta etapa do processo. Para o corte de uma barra de Perfil “Suprema”, o tempo medido em fábrica de 4.35 minutos. Foi observado um estoque antes do início do processo, com 6 fardos de perfis de alumínio, com barras de 12 metros. Cada fardo tinha seu peso variando entre 1,5 a 2,3 toneladas. O total em estoque encontrado, antes do processo de corte e dobra, foi de 11.400 quilos de alumínio em barras também pode ser representado em dias de estoque, dividindo-se o total em estoque pelo *takt time*, resultando em 25 dias¹¹.

¹¹ Conforme metodologia definida por Rother e Shook (2000), apresentada no capítulo 2 – Revisão Bibliográfica.



Situação considerada em 16 de Setembro de 2003.

FIGURA 4.6 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

(2) PROCESSO DE INSTALAÇÃO DE ACESSÓRIOS

É realizado por 6 operadores, sendo que não foi observada nenhuma troca de ferramentas, pois o processo é totalmente manual. A disponibilidade de execução deste processo, por ser realizado manualmente na sua totalidade, é de 100%. Os operadores trabalham apenas 1 turno nesta etapa do processo. Para a instalação dos acessórios nos perfis, já cortados e dobrados, o tempo medido em fábrica foi de 4.35 minutos. Observou-se um estoque antes do início do processo de 48 barras de alumínio, com 3 metros cada, sendo que o total em estoque foi calculado em 2000 quilos de alumínio em barras ou 4.4 dias de estoque de matéria-prima.

(3) PROCESSO DE USINAGEM DOS PERFIS DE ALUMÍNIO

É realizado por 4 operadores e 6 máquinas de estamparia. Foi observada uma troca de ferramenta que teve a duração de duas horas. A disponibilidade em função do tempo de parada para a manutenção do equipamento e troca de ferramentas, foi calculada em 80%. Os operadores trabalham apenas 1 turno nesta etapa do processo. Para execução deste processo existem disponíveis seis máquinas de estampa. Três máquinas destinadas à estampa de perfil “suprema”, uma máquina para perfil “Gold” e mais duas máquinas para perfil “Exata”. Para a usinagem do perfil suprema, o tempo observado foi de 17.70 minutos. Foi observado um estoque antes do início do processo de usinagem, o total em estoque encontrado antes do processo foi de 1050 quilos de alumínio em barras. O estoque de barras foi de 2.3 dias. Após a conclusão desta etapa, existe a possibilidade do fabricante encaminhar os perfis dobrados para o tratamento de anodização, caso não tenham recebido o tratamento do fabricante de perfis. Neste estudo de caso, foi necessário o envio das pessoas para o tratamento, que teve a duração de 4 dias, entretanto este sub processo pode ter uma duração de até 4 à 15 dias.

(4) PROCESSO DE MONTAGEM E DESMONTAGEM DA ESQUADRIA

É realizado por 6 operadores, como o processo é totalmente manual, não existe troca de ferramentas. A disponibilidade de execução deste processo é de 100%. Para a montagem e desmontagem de acessórios, nas esquadrias cortas, dobradas e usinadas, foi medido o tempo de 4.35 minutos. Foi observado um estoque antes do início do processo de montagem e desmontagem, o total em estoque encontrado antes do processo foi de 1150 quilos de esquadrias de alumínio de variados tipos. O estoque calculado foi de 2.5 dias.

(5) PROCESSO DE EMBALAGEM DA ESQUADRIA

É realizado, em média, por 4 operadores executado de forma manual. A disponibilidade de execução deste processo, em função de ser realizado manualmente é de 100%. Para a embalagem da esquadria de alumínio foi medido o tempo de dois minutos. Na embalagem as esquadrias são organizadas em fardos numerados por pavimento, apartamento e ambiente a ser instalado, de acordo com projeto da construtora. Foi observado um estoque antes do início do processo de embalagem, o total em estoque encontrado antes do processo foi de 1170 quilos de esquadrias de alumínio. O estoque calculado foi de 2.6 dias.

Após a montagem dos fardos de esquadrias seguem para o cliente, ou seja, neste estudo de caso. Nesta obra, especificamente, foram entregues as esquadrias em cinco viagens programadas a pedido do gerente de obra. Durante o mapeamento observou-se um estoque de cerca de 1500 quilos de esquadrias de alumínio preparadas para serem entregues em diversas obras, totalizando um estoque de produtos acabados de 3.3 dias. A fábrica elabora uma programação semanal para as entregas aos clientes.

O controle de produção da fábrica de esquadrias, semanalmente, programa todas as etapas de produção de forma a atender o número de peças demandadas. O

controle de produção trabalha com uma previsão de 30 dias, para solicitar a matéria prima de seus fornecedores, através de documentos eletrônicos (pedidos via e-mail) e documentos via fax. Devido ao tempo dos processos do fabricante de esquadria de alumínio, desde o pedido de orçamento de esquadrias até a autorização para o início da produção, o controle de produção da fábrica solicita ao cliente, pelo menos 90 dias de antecedência, para a análise do pedido e elaboração do contrato.

4.2.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS

Após a elaboração do mapa foi observada uma diferença entre o tempo de fabricação de uma esquadria, que foi de 32.2 minutos por esquadria, e o *lead time* total de fabricação de esquadrias, que foi de 43.8 a 54.8 dias (dependendo da necessidade de anodização das peças). Comparando os dois números percebe-se uma grande diferença devido aos estoques existentes em fábrica.

Através do mapa do estado atual do fabricante de esquadrias de alumínio foi possível, identificar desperdícios encontrados na fábrica durante o mapeamento.

- a) Foi identificado excesso de produção durante a fabricação de esquadrias, para a obra da construtora estudada, este comportamento da produção resulta em inúmeros estoques ao longo da linha de produção em diversos pontos: estoque de matéria-prima, estoque em processo e estoque de produtos acabados. Este fato ocasiona um aumento no *Lead time* do processo total em função do material estocado.
- b) Cada um dos processos avaliados estava sendo executado isoladamente, ou seja, empurrando o processo seguinte. Este fato também favorece um acúmulo desnecessário de estoques na linha de produção. Os estoques encontrados entre processos, demandam espaço adicional, armazenamento, operários extra e retrabalho.
- c) Grandes lotes recebidos semanalmente, em função da programação mensal do controle de produção. Duas a três toneladas de perfis são entregues toda semana. Este tipo de controle de fornecimento, pré programado, resulta na perda de flexibilidade e desperdício de material, caso exista um aumento ou decréscimo de demanda.

4.2.4 MAPA DE ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Seguem sugestões para o MFV do estado futuro do Fabricante de esquadrias de alumínio (FIGURA 4.7):

a) Os processos de corte e dobra e instalação de acessórios, como possuem o tempo de processamento iguais, poderiam ser agrupados em uma célula de produção, desta forma estaria favorecendo o fluxo contínuo. A célula criada permite que o produto seja encaminhado imediatamente para o processo seguinte, após a conclusão do primeiro, eliminando o estoque intermediário entre as atividades.

b) A situação ideal seria observar o *takt time* do consumidor final, no caso da construtora e cronograma proposto para atender o ritmo das vendas, especificado pelo gerente da obra, que elabora seu planejamento em função dos dados fornecidos pelo departamento comercial da construtora. Conforme já calculado, o *takt time* de fabricação de uma esquadria padrão para a construtora estudada é de 19 minutos e o tempo de processamento na fábrica para sua fabricação é de 32.2 minutos. Portanto, o *takt time* deve servir como referência para balancear o ritmo da instalação. No caso da fábrica, deve-se estudar seus processos e verificar as modificações que poderiam ser realizadas de forma a manter ou reduzir os tempos de processamento de cada um dos seus processos: balancear o número de funcionários nos processos, programar a fábrica para trabalhar em um turno extra, etc.

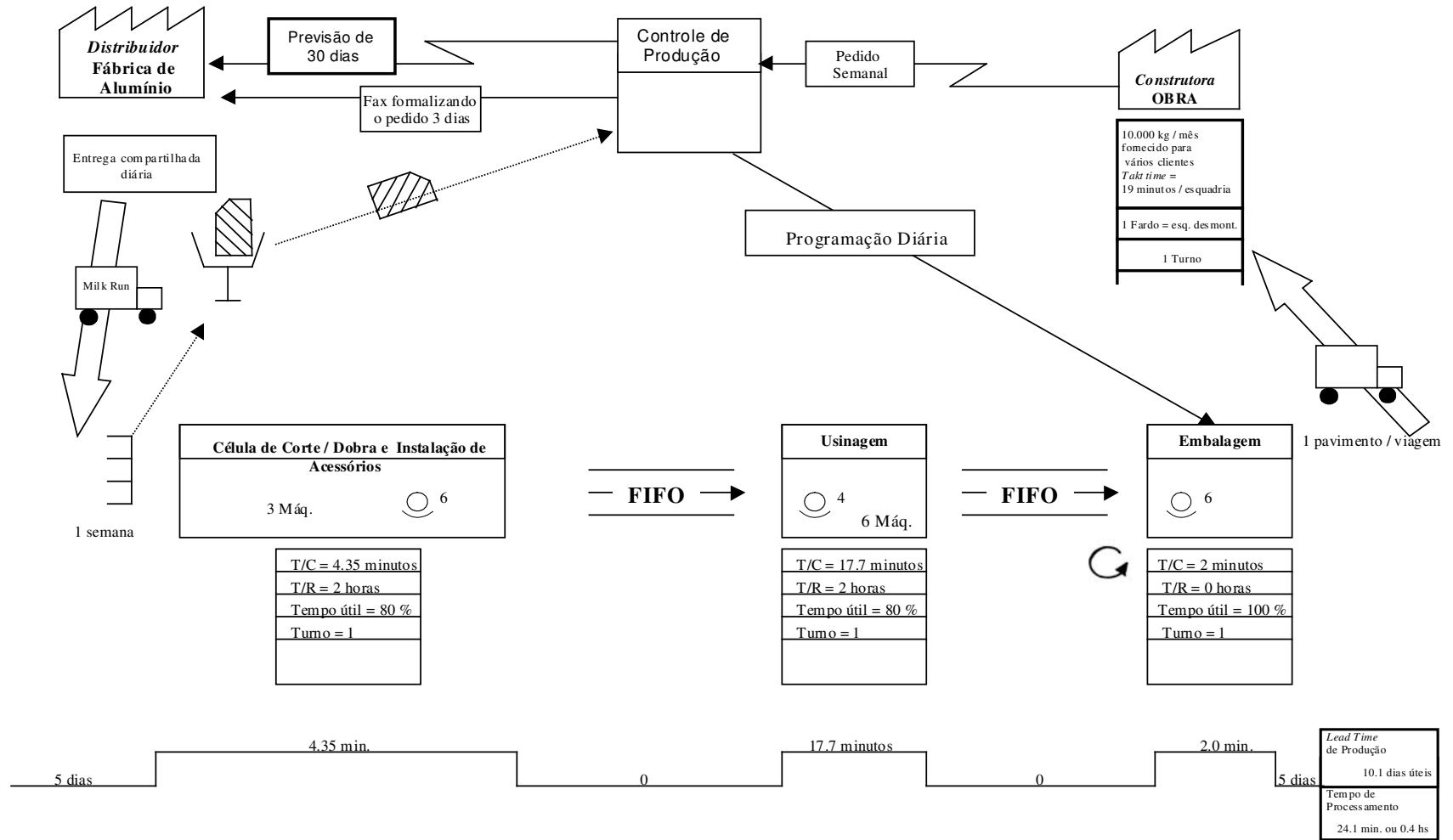


FIGURA 4.7– DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

c) Os processos de montagem e desmontagem e embalagem poderiam ser eliminados, caso o fabricante de esquadrias de alumínio conseguisse montar uma célula de montagem no canteiro de obras, evitando assim a necessidade de montar, desmontar e embalar os *kits* de contramarco e esquadrias, e re-allocando a mão-de-obra destes processos.

d) O fluxo contínuo é o modo mais eficiente de se produzir, portanto, é sugerido que seja criado um fluxo contínuo entre a célula de corte/dobra e o processo de usinagem, através da definição do FIFO¹² entre processos.

e) Outra sugestão seria a instalação de um supermercado antes da primeira célula criada, que englobou os processos de corte/dobra e instalação de acessórios. Este supermercado teria uma capacidade de estocagem de 7 dias, com um posto *Kanban* para informar o controle de produção da necessidade de medir nova remessa de material, e o pedido é encaminhado para o distribuidor de perfis de alumínio.

f) Os carregamentos de perfis poderiam ser entregues diariamente, através de entregas compartilhadas dos distribuidores, garantindo assim a entrega de lotes menores e estoque com menos produtos (Milk Run) ao invés de entregas individuais para um único comprador.

g) Nivelar a produção, proporcionando a fabricação de uma variedade de produtos, desta forma os estoques entre processos tendem a diminuir. Nivelar o *mix* de produtos significa distribuir a fabricação de esquadrias de diferentes tipos uniformemente, durante o período de tempo. Quanto maior for o *mix* de fabricação de esquadrias no processo puxador, mais apto o fabricante de esquadrias estará para responder às diferentes solicitações dos clientes. Isto permite também que os tamanhos dos supermercados sejam reduzidos.

A sugestão de implantação de uma célula de produção de esquadrias na obra do cliente foi discutida e concluí-se que esta possibilidade está diretamente vinculada ao volume e a especificidade do projeto encomendado.

O agente ponderou que no caso da obra analisada, nesta não existia um volume considerável de esquadrias para esta implantação, mas poderia considerar esta sugestão no caso de um edifício comercial, se o volume de esquadrias fosse significativo e se houvesse uma padronização mínima dos vãos. Explicou também que em grandes edifícios comerciais que utilizam caixilhos pesados, peles de vidro e especiais, poderia compensar a instalação de uma célula em obra.

Mas, sempre existirá a necessidade de realizar um estudo de viabilidade comparando os custos de produção da fábrica versus fabricação no canteiro (O agente mencionou alguns exemplos de obras que utilizaram células de fabricação de esquadrias “in loco”: BankBoston (Hotchief), Berrini 500 (Método), Torre Norte – Centro das Nações Unidas (Método), Flat Unique (Método) e ENCOL).

Para auxiliar na compreensão das mudanças apresentadas, segue uma tabela comparativa entre os mapas do estado atual e futuro.

¹² FIFO – First In, First Out.

TABELA 4.2 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MFV DO ESTADO ATUAL E MFV DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.

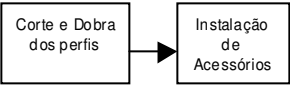
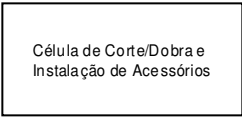
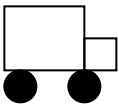
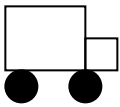
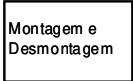

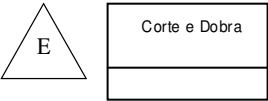
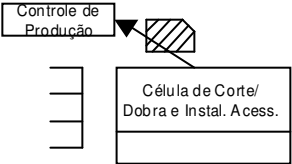
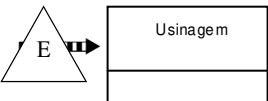
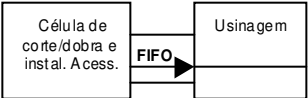
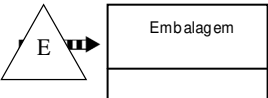
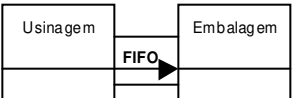
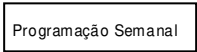
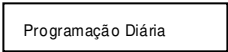
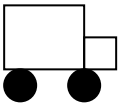
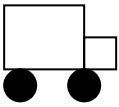
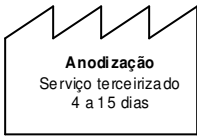


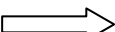
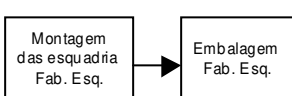

MFV Estado Atual	MFV Estado Futuro	Observações
		Substituição dos processos de Corte e Dobra de perfis e Instalação de Acessórios por uma célula de Corte / Dobra e Instalação de Acessórios.
 <p>2 a 3 vezes por semana</p>	 <p>Entregas diárias</p>	Diminuição do tamanho dos lotes entregues. Aumento da frequência de entrega. (Milk Run)
		Eliminação do processo de montagem e desmontagem de esquadrias, e criação de uma célula no canteiro de obra para realizar esta atividade.
		Substituição do estoque encontrado antes do processo de corte de dobra de perfis por um supermercado antes da célula de corte/dobra e instalação de acessórios através de cartões <i>kanban</i> informando o controle de produção da necessidade de novo pedido de entrega para o fornecedor de perfis.
		Substituição do estoque encontrado antes do processo de usinagem por um sistema FIFO (<i>First In First Out</i>) com o objetivo de criar fluxo entre a célula e o processo de usinagem.
		Substituição do estoque encontrado antes do processo de embalagem por um sistema FIFO (<i>First In First Out</i>) com o objetivo de criar fluxo entre o processo de usinagem e o processo de embalagem.

TABELA 4.2 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MFV DO ESTADO ATUAL E MFV DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO (CONTINUAÇÃO)

MFV Estado Atual	MFV Estado Futuro	Observações
 <p>Programação Semanal</p>	 <p>Programação Diária</p>	A programação do Controle de Produção passaria de semanal para diária, proporcionando uma maior flexibilidade no planejamento da produção.
 <p>3 entregas semanais para clientes</p>	 <p>Entregas diárias</p>	As entregas programadas para os clientes poderiam ser feitas de acordo com o sistema <i>Mik Run</i> , ou seja, as entregas seriam mais frequentes (diárias), onde as caminhões teriam uma rota para o abastecimento de vários clientes e não um único carregamento para um cliente específico.
 <p>Anodização Serviço terceirizado 4 a 15 dias</p>	 <p>Anodização Serviço terceirizado 4 a 15 dias</p>	O processo de anodização realizado em um outro fornecedor poderá ser eliminado, uma vez que o fabricante de perfis de alumínio agregaram esta etapa ao seu processo produtivo.
		Substituição do processo "empurrado" pelo processo "puxado", através das modificações sugeridas.
 <p>Montagem das esquadria Fab. Esq. → Embalagem Fab. Esq.</p>	 <p>Célula de Montagem do Fabricante de Esquadria na Obra</p>	Substituição dos processos de Montagem e Embalagem realizados no Fab. Esquadrias por uma célula de Montagem de Esquadrias instalada no canteiro de Obras.

4.3 AGENTE: FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO

4.3.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO (NOVEMBRO/1997)

A fábrica de extrudados de alumínio estudada, já aplicava os princípios do *Lean Thinking* desde 1997. Durante a entrevista forneceu os mapas do estado em novembro de 1997, o mapa do estado atual e o mapa do estado futuro.

Para a fabricação dos extrudados de alumínio, a fábrica de perfis recebia os tarugos vindo da unidade responsável pela extração de bauxita e produção dos tarugos de alumínio, localizada em Poços de Caldas – MG.

Informações adicionais sobre o processo produtivo da fábrica foram obtidas através de entrevistas semi – estruturadas com o gerente da fábrica de Sorocaba - S.P, coordenador de qualidade, e com os funcionários dos processos mapeados.¹³ Também foram consultados trabalhos apresentados pela empresa no *Lean Summit 2002*¹⁴.

¹³ Outras informações foram obtidas através do site da ALCOA disponível no website: www.alcoa.com.br.

¹⁴ *Lean Summit 2002*, reunião realizada em São Paulo no ano de 2002, onde diversos representantes de empresas participaram expondo de estudos de caso de aplicação dos conceitos *Lean* em seus processos.

4.3.2 MAPA DO ESTADO ATUAL EM NOVEMBRO DE 1997

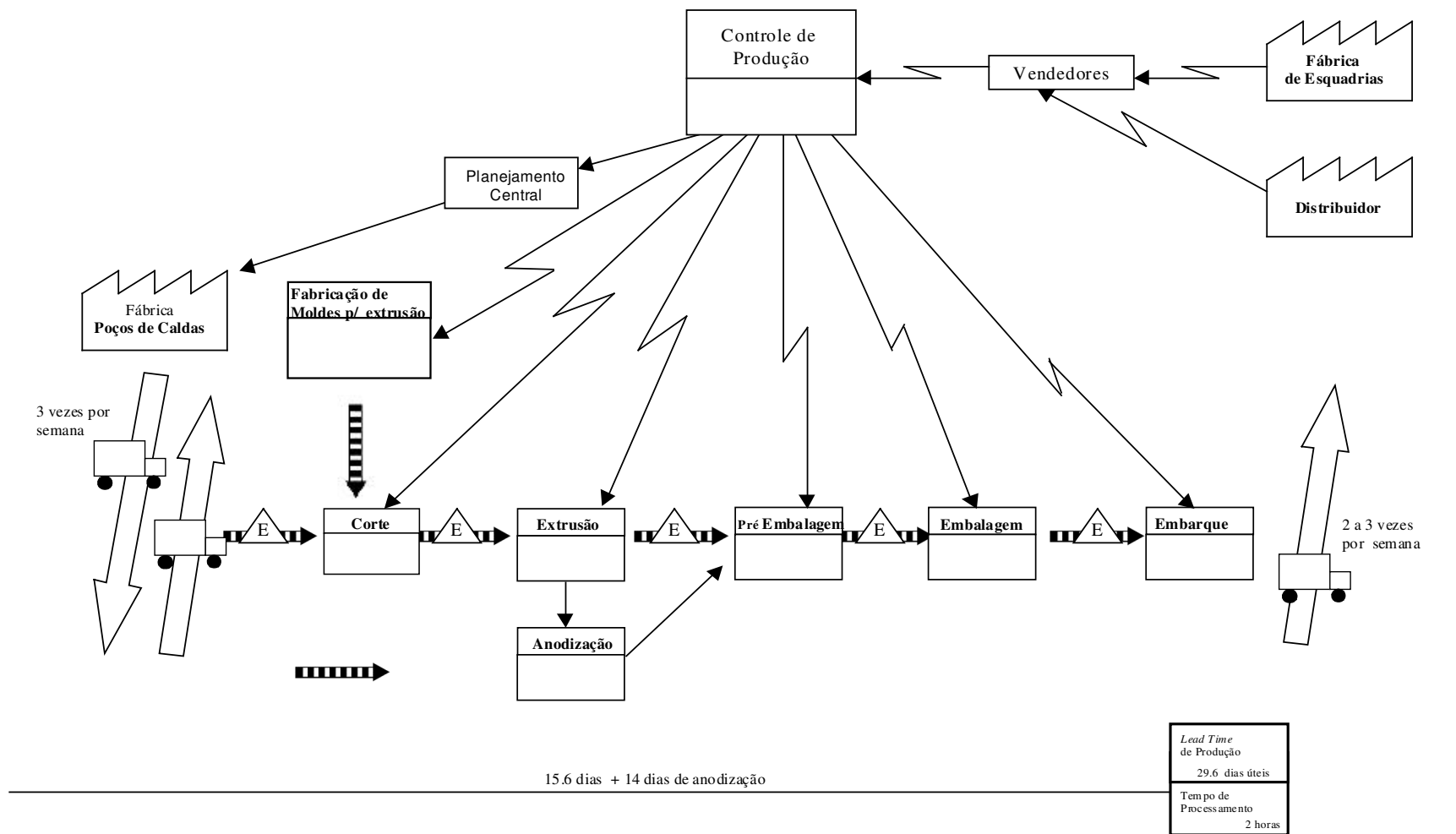
A fábrica de extrusão de alumínio possui inúmeros processos para o processamento dos perfis de alumínio. Entretanto, alguns destes processos são bastante complexos e envolvem a utilização de dois ou mais tratamentos. Portanto, ao desenhar o mapa do estado atual do agente fabricante de perfis, foram adotadas algumas simplificações. Por exemplo, foram resumidas as informações dos processos, para tornar possível seu mapeamento. O primeiro desenho do mapa do estado atual foi realizado em Novembro de 1997 e contemplou os seguintes processos para a fabricação dos perfis de alumínio (FIGURA 4.8):

(1) RECEBIMENTO DE MATÉRIA – PRIMA

A fábrica de perfis recebia o lote de tarugos vindos da fábrica de extração de bauxita, em seu almoxarifado, em carregamentos programados pela fábrica de 2 a 3 vezes por semana. Posteriormente os tarugos eram encaminhados para o processo de corte.

(2) CORTE DOS TARUGOS

Os tarugos passavam por máquinas de corte com serras, e eram cortados de acordo com a especificação do cliente. Antes deste processo foi observado um estoque de tarugos de alumínio. Dentro deste processo também existia o recebimento de moldes para a extrusão.



Obs: O processo de anodização pode ser efetuado neste agente ou no agente fabricante de esquadrias

Situação considerada em Novembro de 1997.

FIGURA 4.8 - DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO EM NOVEMBRO DE 1997

(3) EXTRUSÃO DOS TARUGOS

Após o corte, os tarugos eram encaminhados para as máquinas extrusoras e eram submetidos ao processo de extrusão. Este processo metalúrgico consiste na deformação plástica a quente do tarugo de alumínio fazendo-os passar pela ação de um pistão (equipamento que apresentava um orifício em uma matriz com o contorno da seção do produto que se desejava obter) resultando no perfil de alumínio. Os perfis podem ser fabricados em várias ligas de alumínio, o que possibilita a sua adequação às mais diversas aplicações. Dentro deste processo, ainda foram observados outros dois sub processos, que, dependendo da especificação do cliente, podiam fazer parte do processo de extrusão: o processo de anodização e o processo de pintura eletrostática. Foi observado um estoque antes do processo de extrusão.

(4) ANODIZAÇÃO

O processo de anodização na fábrica transforma a superfície do alumínio, que lhe confere grande resistência à abrasão e estabilidade. Este processo ainda tem como objetivo, manter a cor natural do alumínio ou obter outras cores metálicas (champanhe, bronze e preto). Este processo tem a duração aproximada de 14 dias.

(5) PINTURA ELETROSTÁTICA

O processo de pintura eletrostática na fábrica aplica uma camada uniforme de tinta sobre a superfície do alumínio, possibilitando a obtenção de outras cores. A pintura eletrostática é aplicada no produto conforme especificação do cliente, na fábrica ou no próprio edifício.

(6) PRÉ-EMBALAGEM DOS PERFIS

Após o término do processo de fabricação dos perfis, os perfis eram encaminhados para uma área reservada da fábrica, onde eram verificados (conforme

pedido) e pré-embalados (os perfis eram separados em fardos, amarrados e armazenados). Foi observado um estoque antes do processo de pré-embalagem.

(7) EMBALAGEM DOS PERFIS

Os perfis eram encaminhados para a área de embalagem, onde eram embalados conforme volume e quantidade requisitada pelo cliente. Durante o desenho do mapa foi observado um estoque antes do processo de embalagem. Foi observado pelo agente, que esta etapa de seu macro processo ocasionava um desbalanceamento nas outras etapas da fábrica, ou seja, este processo funcionava como um gargalo dentro do processo da fábrica. Devido a esta constatação foi investigado este processo com mais profundidade, e os próprios funcionários observaram a existência de movimentação mecânica desnecessária e grande tempo de espera, bem como outros problemas foram detectados tais como problemas de saúde e ergonômicos em funcionários da área.

(8) EMBARQUE DOS FARDOS

O embarque dos perfis era realizado em docas, destinadas para o carregamento dos caminhões destinados aos clientes do fabricante de perfis extrudados. Os caminhões eram carregados conforme cronograma 24 horas. Foi observado um estoque antes do processo de embarque.

Após desenhar o mapa do estado atual em Novembro de 1997, foram observados os seguintes tempos: 8.6 dias de estoque, 7.0 de *Lead time* do pedido até a produção e 14 dias de tratamento de anodização, totalizando um *Lead time* total de 29.6 dias. Este foi o primeiro desenho do fluxo de valor do perfil de alumínio dentro do agente. A partir da identificação de vários pontos de desperdícios ao longo do processo produtivo, o agente elaborou o desenho do mapa do estado futuro, que posteriormente se transformou no mapa do estado atual de 2003. Este mapa foi desenhado no mesmo período de Novembro de 1997 e teve sua implementação totalizada em Dezembro de

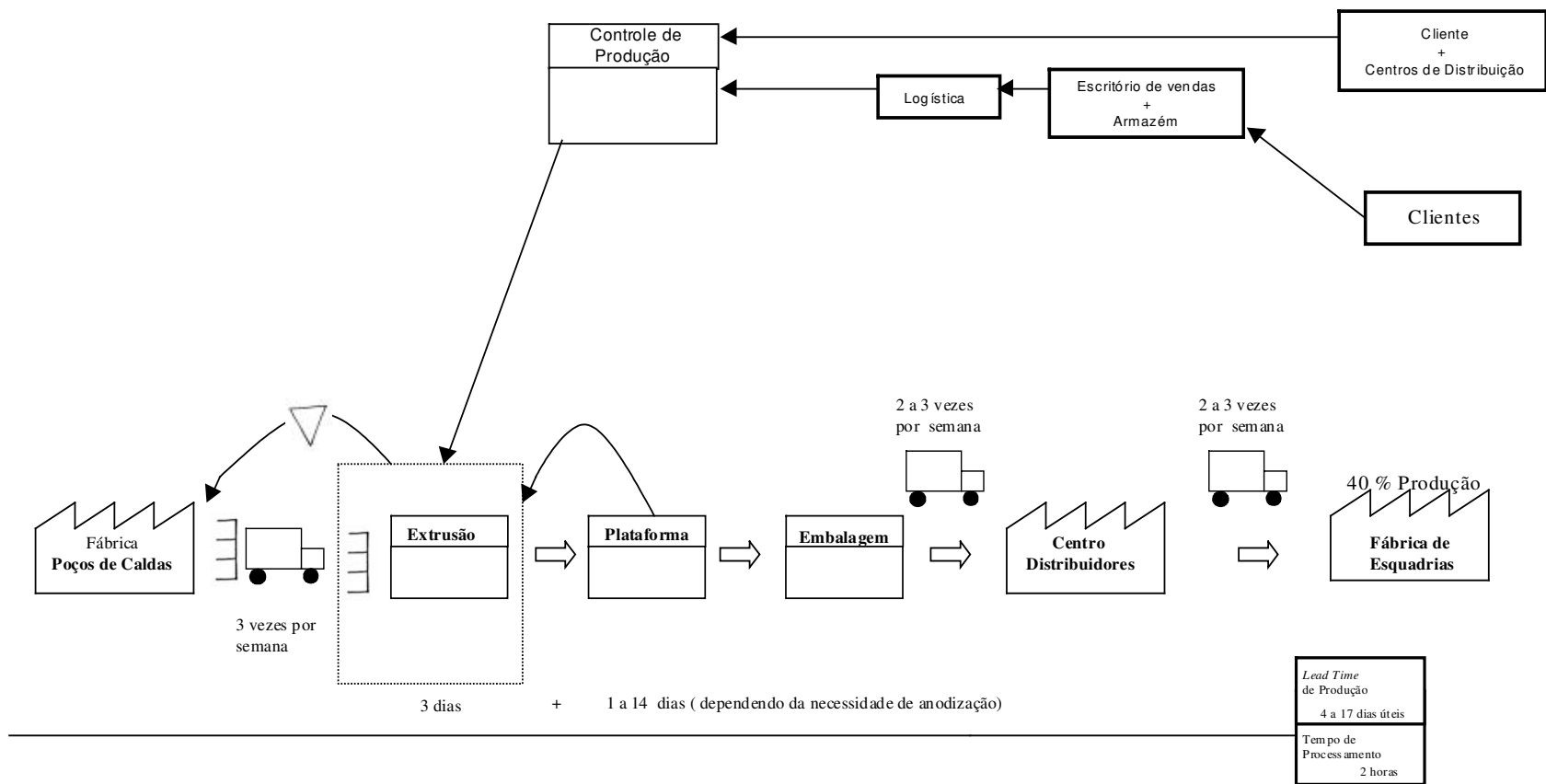
2000. Portanto, este mapa é o desenho do mapa do estado atual do agente fabricante de perfis de alumínio.

4.3.3 MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO

A partir do desenho do mapa do primeiro estado atual da fabricação de perfis de alumínio, o agente fabricante de perfis elaborou o primeiro mapa de estado futuro e implementou suas melhorias na empresa.

Os princípios *Lean* incentivam seus adeptos reverem seus mapas de fluxo de valor periodicamente, principalmente após a implantação do primeiro mapa do estado futuro para novamente elaborar novos mapas de estados futuros, sempre com o objetivo de atingir o mapa do estado ideal (busca da perfeição).

Conforme descrito no primeiro mapa do estado atual, o agente fabricante de perfis de alumínio, localizado em Sorocaba – SP, recebia os tarugos para a produção dos perfis de alumínio. Com as melhorias implementadas a partir do primeiro mapa do estado futuro, o mapa do estado atual apresentou a seguinte configuração (FIGURA 4.9):



Situação considerada em Novembro de 2003

FIGURA 4.9 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO

(1) RECEBIMENTO DA MATÉRIA – PRIMA

A fábrica de perfis recebe, da fábrica extratora, os tarugos de alumínio para a extrusão, conforme pedidos definidos pelo sistema *Kanban*, em seu supermercado, adotando a confecção de cartões para informar:

- Retirada: instalado na expedição da fábrica de Poços de Caldas – MG;
- Recebimento: instalado antes do início do processo de extrusão na fábrica de Sorocaba – SP.

Esta modificação favoreceu a eliminação de estoques elevados antes do processo de extrusão, mantendo apenas as peças solicitadas pelo sistema *Kanban*, entretanto, os carregamentos continuaram sendo realizados três vezes por semana.

(2) PROCESSO DE EXTRUSÃO DOS TARUGOS

Os tarugos são encaminhados para o processo de extrusão.

(3) PLATAFORMA

Uma vez extrudados os tarugos e transformados em perfis, estes são encaminhados para áreas destinadas para acomodação de conjuntos de perfis em carrinhos. Estes carrinhos foram desenvolvidos para auxiliar no deslocamento até o local de embalagem, eliminando o estoque existente entre o processo de extrusão e embalagem. Comparando os dois mapas apresentados, foi observado que muitos estoques foram eliminados devido à implantação do sistema *Kanban*, e a utilização dos carrinhos desenvolvidos para acomodar os lotes de peças.

(4) EMBALAGEM DOS PERFIS

Em seguida os carrinhos são levados para o local onde é realizada a embalagem, de acordo com o pedido de cada cliente. O carregamento nos caminhões “truck” também é realizado nesta mesma área que foi planejada para carregamento dos caminhões com destino aos centros de distribuição.

(5) ARMAZENAGEM DOS FARDOS

Os perfis são armazenados em centros de distribuição, no caso dos perfis necessitarem de anodização, os perfis então encaminhados para este processo que pode chegar a ter uma duração de 10 dias. Uma vez no centro de distribuição, cerca de 10% dos perfis de alumínio eram encaminhados para armazéns, que posteriormente fazem a distribuição para os clientes (esta situação ocorre no estudo de caso escolhido), 40% dos perfis de alumínio do centro de distribuição são encaminhados diretamente para os clientes, os outros 50% restantes da produção de perfis saem diretamente da linha de produção, sem passar pelos centros distribuidores, entregues direto para os clientes. Foi observado no mapa do estado atual, que este fluxo criado para a distribuição, dependendo do caso, poderia ter uma duração de 1 a 14 dias.

O fluxo de informações também teve melhorias, neste mapa os clientes podem entrar em contato com os escritórios de vendas e armazéns para fazer os seus pedidos. Os escritórios de vendas mandam os pedidos diretamente para a área de logística, que repassa as informações para o controle de produção que atualiza diariamente seu sistema *Kanban*, que determina o ritmo da produção, e pedido de tarugos da fábrica fornecedora.

As melhorias observadas no mapa do estado atual com relação ao mapa anterior, são:

- planejamento de produção foi reduzido de três semanas para um dia.
- Modificações que possibilitaram um contato maior com os pedidos fechados pela área comercial.
- Os armazéns foram centralizados em centros de distribuição permitindo que os clientes interajam diretamente com os escritórios de vendas.
- A produção passou a ser planejada em função dos carregamentos dos caminhões e conforme os pedidos dos clientes, de forma que o carregamento dos caminhões foi reduzido de 5 horas para 50 minutos.
- tempo de armazenagem foi reduzido de 13 dias para 5 dias.

O *lead time* de produção das peças extrudadas, dos perfis, foram reduzidos da seguinte forma:

- Um dia quando a especificação estiver disponível no estoque do centro de distribuição;
- Quatro dias quando for feito o pedido;
- Quatorze dias quando o pedido necessitar de tratamento de anodização;

Os tempos medidos dentro da fábrica em Sorocaba – S.P. Foram o *lead time* do pedido até a entrega ao cliente de 17 dias, incluindo tratamento de anodização nos perfis. Houve uma redução de 42.6% do tempo em relação ao primeiro mapa do estado atual. Transformando estes números em custo de produção, temos uma economia de 33% do custo total de extrusão.

4.3.4 MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO

A fábrica de extrudados de alumínio estudada forneceu sua sugestão de mapa do estado futuro durante a entrevista (FIGURA 4.10).

Após o desenho do mapa do estado atual do processo de fabricação de perfis de alumínio, a fábrica vem tentando implementar o Mapa do estado futuro, através dos responsáveis por cada uma das atividades.

As modificações propostas para o mapa do estado futuro foram:

A fábrica extrusora, localizada em Sorocaba, receberia da fábrica extratora os tarugos de alumínio para a extrusão, conforme pedidos definidos pelo sistema *kanban*, em seus supermercados:

- Para retirada: instalado na expedição da fábrica de Poços de Caldas;
- Para recebimento: instalado no almoxarifado da fabrica de extrusão de Sorocaba;
- Para recebimento e retirada: instalado antes da expedição da fábrica de Sorocaba.

Os tarugos seriam encaminhados para o processo de extrusão, conforme a demanda determinada pelo posto *Kanban* antes do processo de extrusão.

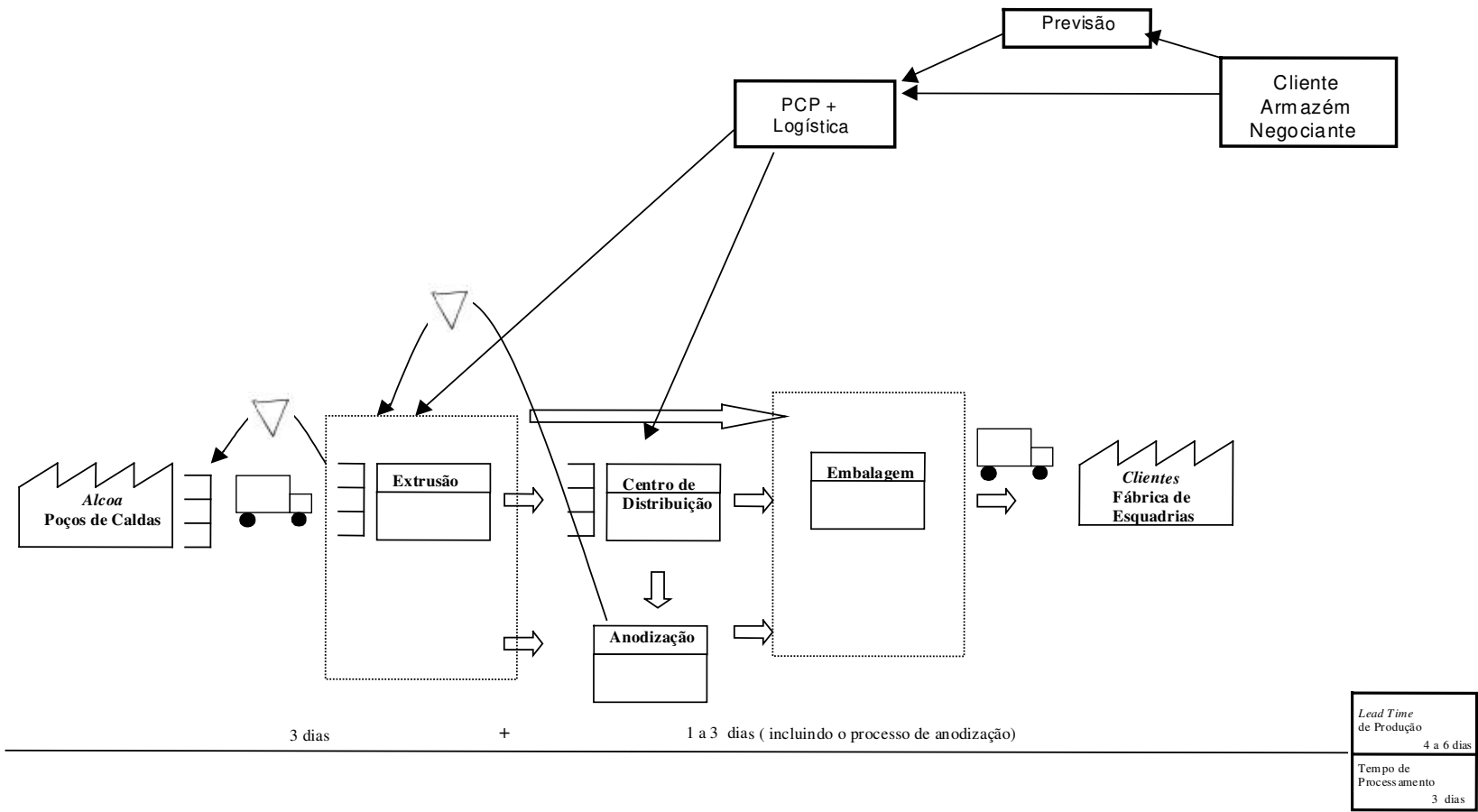


FIGURA 4.10 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE PERFIS DE ALUMÍNIO

Depois de extrudado os tarugos, estes seriam transformados em perfis e logo encaminhados para outro supermercado localizado na entrada da expedição. Entretanto, as peças que necessitassem de anodização seriam encaminhadas diretamente para o local de tratamento dentro da própria fábrica. Este processo de extrusão e anodização teriam a duração de 3 dias.

Após o término do tratamento de anodização, as peças tratadas e as peças sem tratamento seriam encaminhadas para a área dos carrinhos, onde conforme programação dos caminhões determinadas pelos clientes, seriam embaladas.

Os carregamentos nos caminhões “*truck*” também seriam realizados na área de embalagem, que em seguida partiriam com destino aos centros de distribuição e aos clientes.

O fluxo de informações também teria melhorias: a partir dos pedidos dos clientes, feito com uma previsão de produção, estes seriam encaminhados para o PCP e Logística, com estas informações o PCP e Logística informaria a produção (extrusão) e o centro de distribuição, através do sistema *Kanban*.

Espera-se com estas sugestões alcançar uma redução do *Lead time* de processo de 17 dias para 6 dias, incluindo o processo de anodização que estaria sendo realizado dentro do “site” da fábrica. Desta forma haveria uma redução de 64.7% do *Lead time* com relação ao último mapa e de 80% em relação ao primeiro mapa do estado atual.

Outro resultado esperado é a redução do custo total do processo de extrusão em 13% em relação ao último mapa implementado.

4.4 AGENTE: FABRICANTE DE TARUGOS DE ALUMÍNIO

4.4.1 DADOS DO MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO

A fábrica de tarugos de alumínio teve seu processo mapeado pela primeira vez em Janeiro de 1999. Como este agente já aplica dos princípios do *Lean Thinking*, foi apresentado o primeiro mapa do estado atual de janeiro de 1999, o mapa do estado atual e mapa do estado futuro, que foram fornecidos pelo agente durante a entrevista.

A fábrica está localizada na cidade de Poços de Caldas - MG, e é responsável pela extração do minério principal (bauxita) para a fabricação do alumínio e pela produção dos tarugos de alumínio, que são encaminhados para outras fábricas que realizam a fabricação de perfis de alumínio.

4.4.2 MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO EM JANEIRO 1999

O processo de extração do alumínio inicia-se com a limpeza da camada de terra e de vegetação que se encontra sobre o minério a ser extraído. A bauxita encontra-se próxima à superfície, a uma espessura média de 4,5 metros, o que possibilita a sua extração a “céu aberto” com a utilização de retro escavadeiras.

Uma vez removida a camada de terra e vegetação, inicia-se a mineração da bauxita, componente principal para a produção do alumínio. Uma vez extraído o minério de bauxita, este é transportado para a unidade fabril em Poços de Caldas - MG, onde o minério será encaminhado para a armazenagem.

Embora existam numerosos minérios que originam o alumínio, encontrado em grande quantidade no mundo todo, o minério normalmente utilizado na produção de alumínio é a bauxita. Ela é composta de uma variedade de substâncias, com o óxido de alumínio sendo o seu componente dominante. São necessários de quatro à seis toneladas de minério para produção uma tonelada de alumínio, além de uma grande quantidade de energia elétrica para auxiliar esta transformação industrial.

O minério de bauxita é armazenado no pátio do depósito da mineradora, e aguarda o pedido do controle de produção, para que seja novamente carregado e transportado, por navio ou trem, para a localidade requisitante. Após ser transportado, é feito seu descarregamento e é novamente encaminhado para nova armazenagem na filial onde será iniciado seu processo de fabricação, dando origem a vários produtos, no caso deste estudo; foi estudada a aplicação dos perfis na fabricação de esquadrias utilizadas nas edificações.

Os dados relacionados à produção de alumínio foram fornecidos pelo agente produtor de tarugos de alumínio, sendo os números apresentados na FIGURA 4.11.

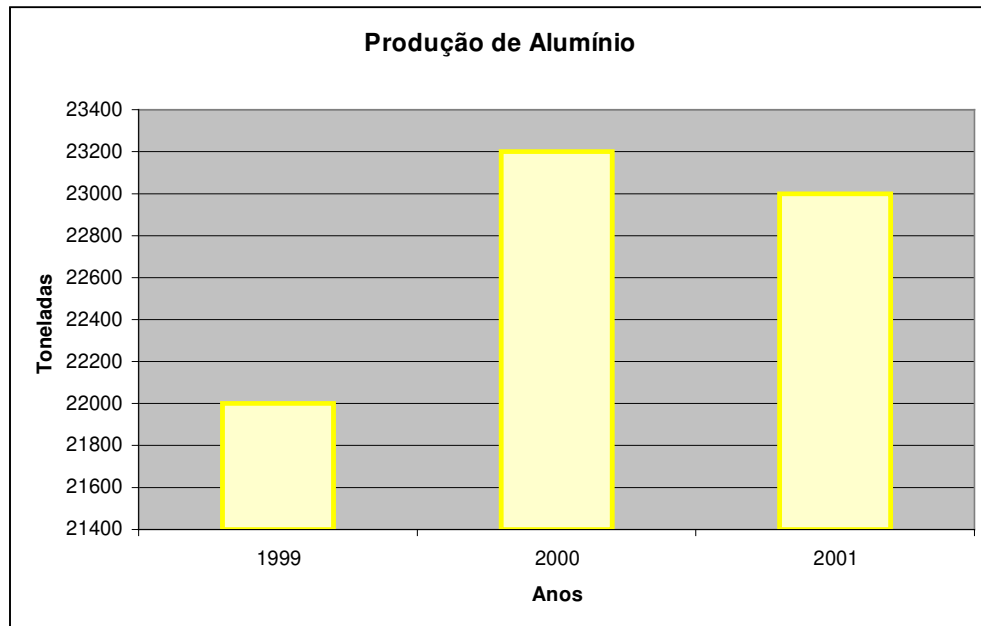


FIGURA 4.11 – PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS (ALCOA, 2004)

Durante este processo, também existiu uma preocupação constante em realizar o reflorestamento das áreas onde foi executada extração para que não sofra desgaste das intempéries e nem prejudique o ecossistema local.

Após a armazenagem da Bauxita, o componente aguarda até que seja solicitada a produção de alumínio. Da mina, a bauxita é enviada à refinaria, onde se tem início a fabricação:

(1) PROCESSO DE DIGESTÃO

Inicia-se a primeira reação química da série que vai viabilizar a obtenção da alumina e do alumínio, isolando o óxido de alumínio por meio da retirada de componentes. A bauxita é moída e misturada a uma solução de soda cáustica que a transforma em pasta.

(2) PROCESSO DE FILTRAGEM

A pasta é aquecida sobre pressão e recebe nova adição de soda cáustica, esta pasta se dissolve formando uma solução que passa por processos de sedimentação e filtragem que eliminam todas as impurezas. Este processo está representado no desenho como filtração.

(3) PROCESSO DE PRECIPITAÇÃO

A solução é tratada, de forma que são retiradas todas as impurezas. Livre de todas as impurezas, a solução está pronta para que se extraia apenas a alumina. Isso é realizado, mais uma vez, através de uma reação química e equipamentos chamados de precipitadores. A alumina contida na solução precipita-se através do processo chamado de cristalização por semente.

(4) PROCESSO DE CALCINAÇÃO

Esse material cristalizado é lavado e secado por meio de aquecimento para que tenhamos o primeiro produto do processo de produção de alumínio: a alumina, um pó branco e refinado de consistência semelhante ao açúcar. A alumina é encaminhada para a célula eletrolítica e depois para o processo do Cadinho e Forno de espera.

(5) PROCESSO DE CADINHO E FORNO DE ESPERA

Neste processo o subproduto obtido até o momento é transformado em linguotes, e em seguida os linguotes são encaminhados para a fundição para a fabricação de tarugos.

(6) FUNDIÇÃO

Os lingotes são encaminhados para os alto-fornos, e transformados em tarugos de alumínio. Os tarugos são produtos de forma geralmente cilíndricos e obtidos por fundição dos lingotes.

Os tarugos posteriormente serão encaminhados para a Fabrica de Perfis de Alumínio, localizada em Sorocaba – S.P, que é a unidade da empresa responsável pela extrusão dos tarugos de alumínio.

Devido à complexidade do mapa desenhado, não foram fornecidos os tempos de processamento, bem como o *lead time* do processo como um todo. O macro processo foi mapeado com o intuito de identificar estoques e problemas no fluxo de informações, favorecendo a implementação de melhorias para a otimização deste fluxo.

Após o primeiro mapeamento do processo de fabricação de tarugos de alumínio, observou-se algumas oportunidades de melhoria a partir de problemas detectados durante o processo produtivo, tais como:

- No departamento de compras observou-se a existência de estoques com zero itens, atrasos no processo de aquisição, compras erradas, processo de compra sem “*follow up*” para as outras áreas.
- No laboratório observou-se grande número de análise não otimizado, análise com grande variabilidade dos resultados, atraso na emissão de resultados, problemas de comunicação.
- No processo de mineração observou-se alta variabilidade na qualidade da bauxita, sistema de amostragem dos minérios devem ser melhorados.

- No processo de digestão observou-se excesso de energia consumida (cerca de 4.8 GJ/ tonelada) e alto consumo de óxido de cálcio (46.6 Kgton. Al_2O_3).
- No processo precipitação observou-se alto volume e variabilidade da solução nos precipitadores e estoque eventual em 4 dos 32 precipitadores.
- No processo de calcinação observou-se geração de 6% de finos, procedimento operacional divergente do ABS, produção desnivelada.
- No tratamento químico observou-se produção desnivelada, carregamento desnivelado, área comercial trabalhando diferente dos procedimentos definidos pelo ABS.

O mapeamento de fluxo de valor também permitiu observar outros problemas como: conhecimento insuficiente (técnico e comportamental), comunicação visual ineficiente, impacto das bombas do reservatório de água são ignoradas, não há a aplicação de uma padronização do trabalho, fluxo e concentração com grandes variações, processo de extração e geração de força com sistema de controle excedido, equipamentos com baixa disponibilidade operacional, manutenção sem um sistema de resposta rápida, sistema para a solução de problemas não implementado, necessidade de gastos com manutenção, necessidade de implementação de um programa de Satisfação do Cliente Interno.

4.4.3 MAPA DO ESTADO ATUAL DA FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO

Em Março de 2001, foi elaborado o segundo mapa do estado atual da fábrica, após a implementação das melhorias sugeridas no mapa do estado futuro, obtido a partir do primeiro mapeamento.

As melhorias observadas, entre o primeiro mapa do estado atual e o segundo mapa do estado atual foram (FIGURA 4.12):

- Criação de um supermercado antes do processo de digestão, para a redução do estoque de bauxita antes do processo.
- Criação de um supermercado antes do processo de precipitação para a redução do estoque de solução.
- Criação de um supermercado, e um sinalizador *Kanban*, para informar a produção da demanda do cliente (fábrica de perfis), desta forma puxando o processo seguinte.

Entretanto, novamente foram observados alguns problemas recorrentes, como:

- No departamento de compras, observou-se descrição de itens errados.
- No processo de digestão, observou-se espaço vazio no processo de 6 sigmas = 80.7 m.

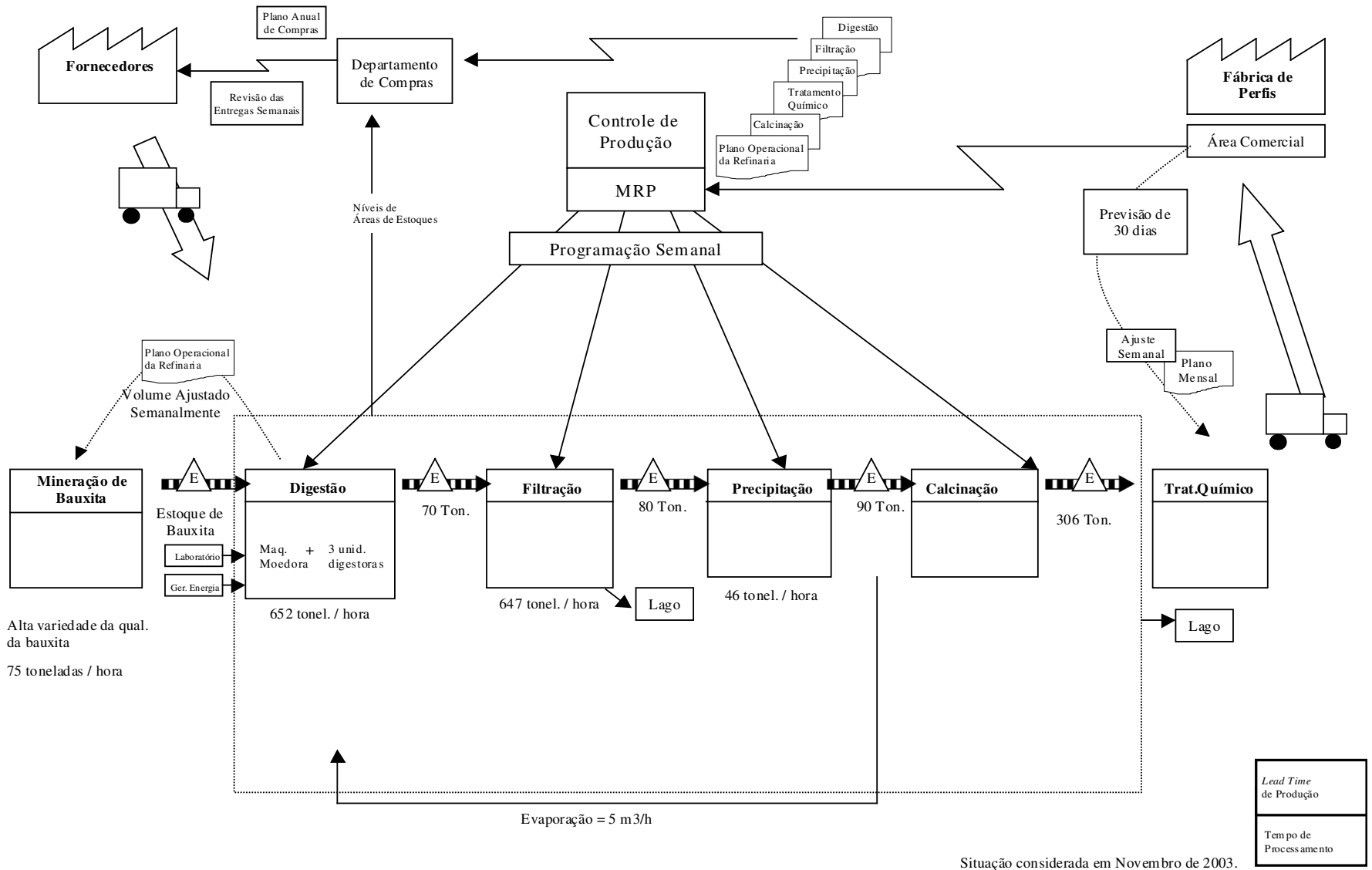


FIGURA 4.12 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ALUMÍNIO

4.4.4 MAPA DO ESTADO FUTURO DA FABRICAÇÃO DE TARUGOS DE ALUMÍNIO

Foi elaborado, pelo agente, um mapa do estado futuro para fábrica após a implementação das melhorias sugeridas, no mapa do estado futuro obtido a partir do primeiro mapeamento.

As principais melhorias sugeridas no mapa do estado futuro foram (FIGURA 4.13):

- Criação de um supermercado antes do processo de filtração, para a redução do estoque de produto.
- Criação de um supermercado antes do processo de calcinação para a redução do estoque de solução.
- Criação de um supermercado, e um sinalizador *Kanban*, para informar a produção da demanda do PCP do Processo de Tratamento Químico, e um *Kanban* para emitir uma ordem de produção para o macro processo da fábrica.

Com a adoção de todas estas melhorias, o estoque da fábrica de Poços de Caldas – MG, apresentaria uma grande redução.

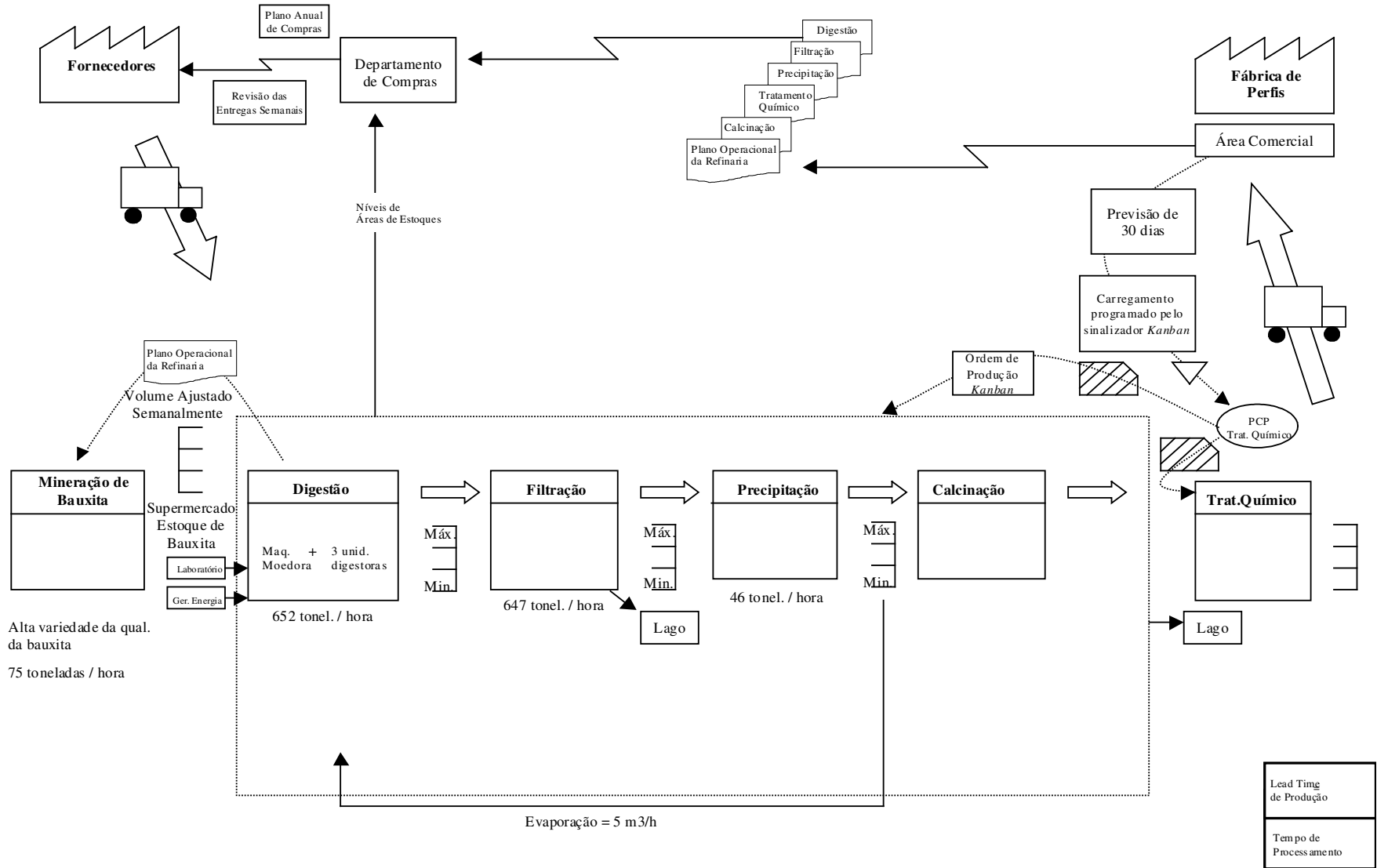


FIGURA 4.13 – DESENHO DO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FABRICANTE DE TARUGOS DE ALUMÍNIO

4.5 MACRO MAPA DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO PARA OBRA

4.5.1 DADOS DO MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Com base nos dados obtidos através dos MFV de cada um dos agentes envolvidos, explicitados neste trabalho, foi elaborado o Macro Mapa do Estado Atual (MMEA) para o fluxo de suprimentos escolhido. Este mapa teve como objetivo evidenciar os agentes e resumir as informações sobre seus processos produtivos. Para elaboração do desenho do MMFV, foi necessário o desenho do MFV do estado atual de cada um dos agentes envolvidos no fluxo de suprimentos de esquadrias.

O MMEA do fluxo de esquadria de alumínio de forma estendida evidenciou um fluxo empurrado, a partir do fabricante de esquadrias de alumínio, conforme já caracterizado por Rother e Shook (2000). Ou seja, a produção e entrega de produtos entre participantes da cadeia é definida a partir de previsões de longo prazo, que resulta em grandes estoques nos agentes pertencentes ao fluxo e elevado risco de falta de materiais demandados pelos clientes. Durante a pesquisa foi evidenciada esta necessidade de estoques elevados, em cada um dos agentes, a medida que tentam conviver com deficiências de processos e problemas de qualidade ao longo do fluxo. Os dados apresentados no MMEA (FIGURA 4.14) se referiram aos estoques observados, e os dados referentes aos mesmos podem ser identificados nas caixas de dados localizadas abaixo de cada ícones das empresas: MP (estoques de matéria-prima), EP (estoques em processo) e PA (estoques de produtos acabados).

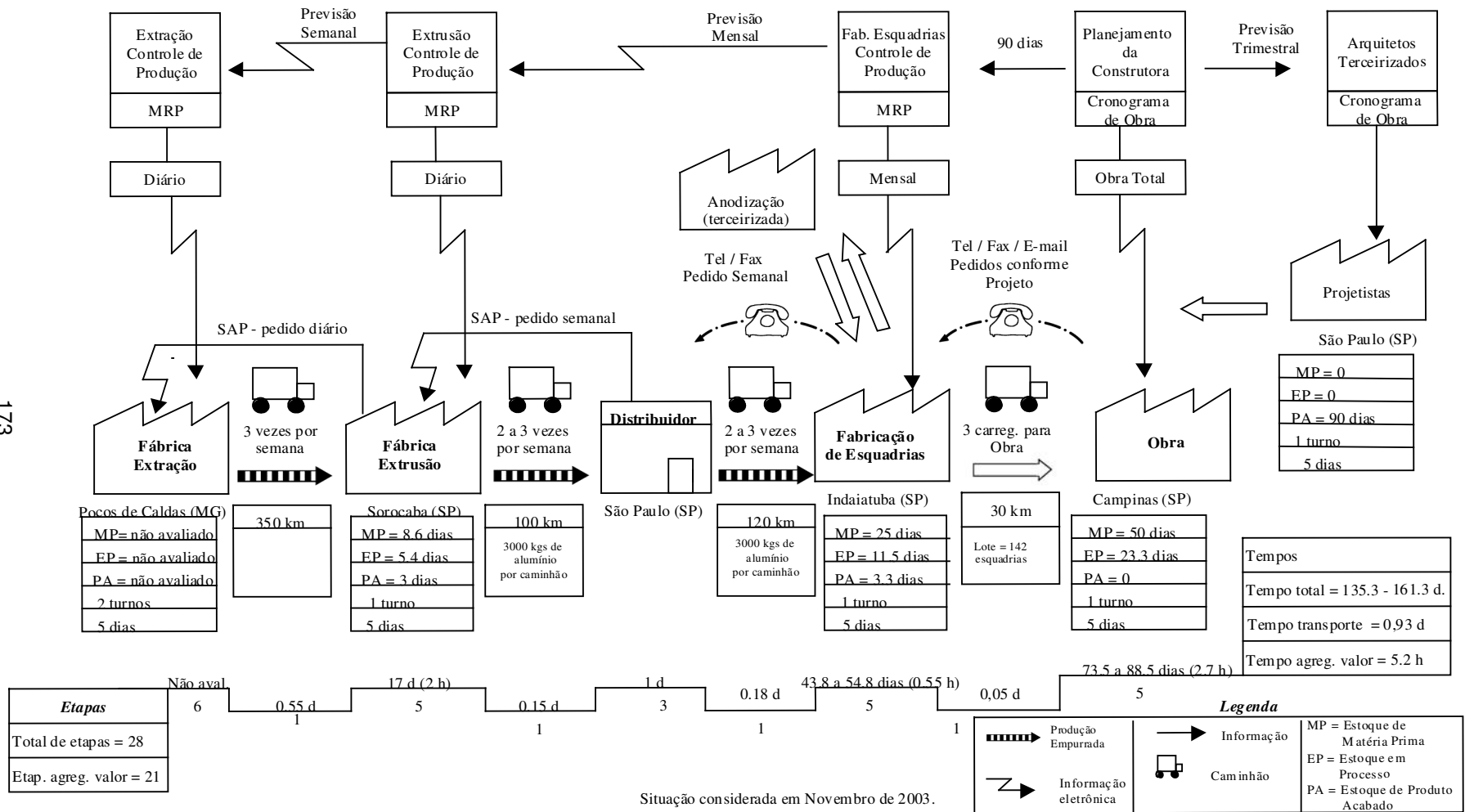


FIGURA 4.14 – DESENHO DO MACRO MAPA DO ESTADO ATUAL DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

A relação entre a construtora e o fabricante de esquadrias ocorre através de uma previsão trimestral, mas a confirmação da necessidade real da esquadria é informada mensalmente, sendo a entrega feita próximo à data de uso na obra, normalmente com algum atraso.

Para grande maioria dos materiais de uma obra, a relação entre a construtora e o fornecedor mais imediato ocorre através de previsões com bastante antecedência, devido a longos tempos de processamento, seja no departamento de compras da empresa, seja no departamento de vendas do fornecedor. As construtoras, normalmente, planejam seus cronogramas com uma grande folga, variando de 15 a 90 dias, dependendo do material. Isto gera uma diferença entre a data planejada e a data real de entrega do material em obra, tendo como resultado o acúmulo de estoques em várias etapas do fluxo de suprimentos.

O MMEA mostrou as relações entre os diversos agentes do fluxo de valor das esquadrias de alumínio, desde sua extração, realizada pelo primeiro agente do fluxo a jusante, a unidade do fabricante de alumínio responsável pela extração de bauxita (Poços de Caldas – MG) até o agente mais montante do fluxo, a construtora. Neste mapa foram apresentados os resumos das informações de cada um dos agentes, dentro das caixas de dados, abaixo de cada ícone, foram registrados os tempos de processamento (tempo que o produto passa por processo de agregação de valor)¹⁵ e o *Lead time* de cada agente. Estes dados apresentados foram obtidos a de cada agente. O macro mapa contemplou também dados como *Lead time* total do processo e estoques intermediários e estoques existentes nos fornecedores.

¹⁵ Este valor é representado entre parênteses, na parte inferior do mapa.

4.5.2 DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS ATRAVÉS DA ANÁLISE DO MMEA DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Analisando o MMEA, percebeu-se imediatamente alguns desperdícios e falhas:

- Existência de um distribuidor, entre o fabricante de perfis de alumínio e o fabricante de esquadrias, que acrescenta uma etapa que não transforma o produto.
- Necessidade de previsão e planejamento com muita antecedência, inferindo pouca flexibilidade no fluxo, no caso de ocorrer mudança de cronograma no fluxo.
- Estoques de matéria-prima (MP) e em processo (EP) elevados em todos os agentes do fluxo de suprimentos.
- Ausência de um sistema de informação integrado entre os agentes do fluxo de suprimentos.
- Ausência de integração entre os agentes do fluxo de suprimentos.

Estes desperdícios tornam-se mais claros, através da utilização do macro mapa de fluxo de valor. Os desperdícios ao longo da cadeia ficam evidentes quando comparou-se o tempo total, que foi de 135.3 – 161.3 dias, com o tempo de agregação de valor total da cadeia, que foi de 5.2 horas, excluindo o agente fabricante de tarugos de alumínio que não informou o seu *Lead time* e volumes de estoques.

Outro problema que não é tão visível, mas latente ao processo é a forma de relacionamento entre os agentes do fluxo de suprimentos. O comprometimento e a

estabilidade não são identificados durante o macro mapeamento deste estudo de caso, uma vez que não existia um histórico de fornecimento anterior entre os agentes. A escolha dos agentes fornecedores não segue um procedimento, já que foram identificados durante entrevista, indícios de que a escolha final do fornecedor é determinada pela alta direção, sem a análise prévia de critérios tais como pontualidade, entrega de produtos com a qualidade especificada, custo e histórico de bons fornecimentos.

Além dos desperdícios já apontados nesta seção, outros focos de desperdícios foram identificados durante a pesquisa, como: o tempo gasto entre a elaboração do planejamento de obra e o pedido de compra do material que foi estimado em 81 dias, conforme o mapa administrativo da construtora (Apêndice D) e também o tempo gasto entre o recebimento do pedido e a ordem para a produção, que foi calculado em 39 dias no mapa administrativo do fabricante de esquadrias de alumínio.

4.5.3 SUGESTÕES PARA O MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

O Macro Mapa do Estado Atual serviu como base para o desenho de propostas de Macro Mapa do Estado Futuro (MMEF), que visou encontrar a melhor maneira de eliminar desperdícios, incorporando os conceitos *Lean*.

O primeiro passo para a eliminação de desperdícios, sugerido por Womack e Jones (2004) seria a implantação de melhorias dentro do “site” do próprio agente, adotando o sistema puxado entre processos, reduzindo o tempo de *Setup* das máquinas, reduzindo os tempo de ciclo dos processos e eliminando os estoques. Este primeiro passo garante uma redução das etapas que não agregam valor e uma diminuição no tempo de processo de cada agente, proporcionando uma redução de desperdício no fluxo como um todo. Tais melhorias puderam ser observadas nos mapas futuros de cada um dos agentes já apresentados, em seções anteriores.

O segundo passo para a otimização do fluxo de suprimentos seria instalar o sistema puxado entre os agentes, de forma que as empresas pertencentes ao fluxo sincronizassem sua produção com a demanda do seu cliente, evitando estoques em fábrica. Na relação entre os demais agentes do fluxo, foi sugerida a adoção da entrega de materiais entre empresas pelo sistema *Kanban*, que foi representada no MMEF (FIGURA 4.15) através da criação de supermercados e criação de cartões para coordenar a produção. A implementação do sistema *Kanban* implica em alterações significativas na forma de trabalho de cada agente envolvido no fluxo de suprimentos, adotando a produção *Just-in-time*, na qual cada empresa necessitaria produzir somente o que foi demandado pelo seu cliente. O sistema *Kanban* é utilizado para informar cada empresa a necessidade de produção, substituindo as previsões feitas com enorme antecedência para cada agente. Monden (1998) e Suzaki (1987) descrevem a metodologia de implantação do sistema. Esta sincronização de entrega reduz consideravelmente o tempo de produção total do produto analisado e elimina a necessidade de encaminhar parte dos produtos para os distribuidores que aguardam o pedido do cliente para a entrega.

Esta estratégia tem também plena possibilidade de ser aplicada entre os agentes da cadeia de fornecimento de esquadrias representada na FIGURA 4.15, a exemplo de estudos já realizados para outros materiais de construção, a exemplo do descrito por Tommelein e Li (1999) e Tommelein e Weisseberger (1999).

O terceiro passo propõe uma reestruturação logística onde cada um dos fornecedores criasse uma célula no próprio canteiro de obras, para a execução do seu processo. No caso do fluxo estudado, esta sugestão poderia se aplicar ao fabricante de esquadrias. Os perfis poderiam ser entregues pelo fabricante diretamente na célula criada para a realização da montagem, conforme o ritmo de colocação na obra. Esta modificação foi representada no mapa do estado futuro da construtora e também é representada no MMEF.

4.5.4 MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Baseado nos passos sugeridos por Womack e Jones (2004), elaborou-se uma proposta do MMEF (FIGURA 4.15), sugerindo possíveis melhorias para a eliminação de desperdícios identificados a partir da implementação dos conceitos do *Lean Thinking* no fluxo de suprimentos como um todo:

- Eliminação do distribuidor localizado entre o fabricante de esquadrias de alumínio e o fabricante de perfis de alumínio, sem prejuízo para o fluxo de valor do produto, uma vez que as etapas dentro deste agente, não agregam valor ao produto. Este item já foi implementado pelo fabricante de perfis de alumínio, sendo que atualmente a fábrica despacha os perfis diretamente para o fabricante de alumínio.
- Redução da necessidade de planejamento e previsões, de longo prazo, sugere-se que o controle de produção dos agentes, bem como da construtora e do escritório de arquitetura, criem um canal de comunicação.
- Adesão da produção puxada, utilizando-se o sistema de supermercados e Kanban entre os agentes à jusante do fabricante de esquadrias.
- Realização de entregas em lotes menores, entre o fabricante de esquadrias e a construtora, entregando um pavimento por semana. No meio da semana, o fornecedor deve ser informado, através do sistema *Kanban*, para programar o carregamento da próxima semana. A entrega deve ser feita em viagens compartilhadas entre os clientes, de forma a otimizar as viagens dos agentes.

- Redução de estoques dentro dos agentes (estoques de matéria-prima, estoques em processo e estoques de produtos acabados). No MMEF, sugere-se que todos os agentes reduzam seus estoques entre processos, aplicando o conceito *Lean* em seus próprios processos internos.
- Criação de um sistema de informação, integrando todos os agentes do fluxo de suprimentos, possibilitando os agentes do fluxo obterem informações do agente do extremo da cadeia se necessário.
- Adicionalmente, pode-se promover a integração entre os agentes do fluxo de suprimentos, através de reuniões periódicas, para a discussão de diretrizes e estratégias para: melhoria de custos para a cadeia como um todo, padronização do fluxo de informação para torná-la mais ágil, para garantir aprendizado mútuo e para a elaboração de planos de ação conjuntos.
- Instalação de uma pequena unidade do fabricante de esquadrias dentro da obra, para realizar o corte e dobra dos contra marcos e esquadrias, criando um fluxo contínuo entre duas etapas da fabricação e instalação.

Conforme apresentado nos MFV de cada um dos agentes, observou-se a existência de desperdícios durante a produção interna de cada empresa: estoques entre processos, etapas executadas que não agregam valor, estoques desnecessários de matéria-prima. Portanto, para iniciar a implantação do *Lean Thinking* dentro do fluxo de suprimentos é necessário garantir o fluxo de produção em cada agente (Construtora, Fabricante de Esquadrias, Distribuidor e Fabricante de Alumínio), a partir da aplicação dos princípios *Lean* internamente em cada empresa.

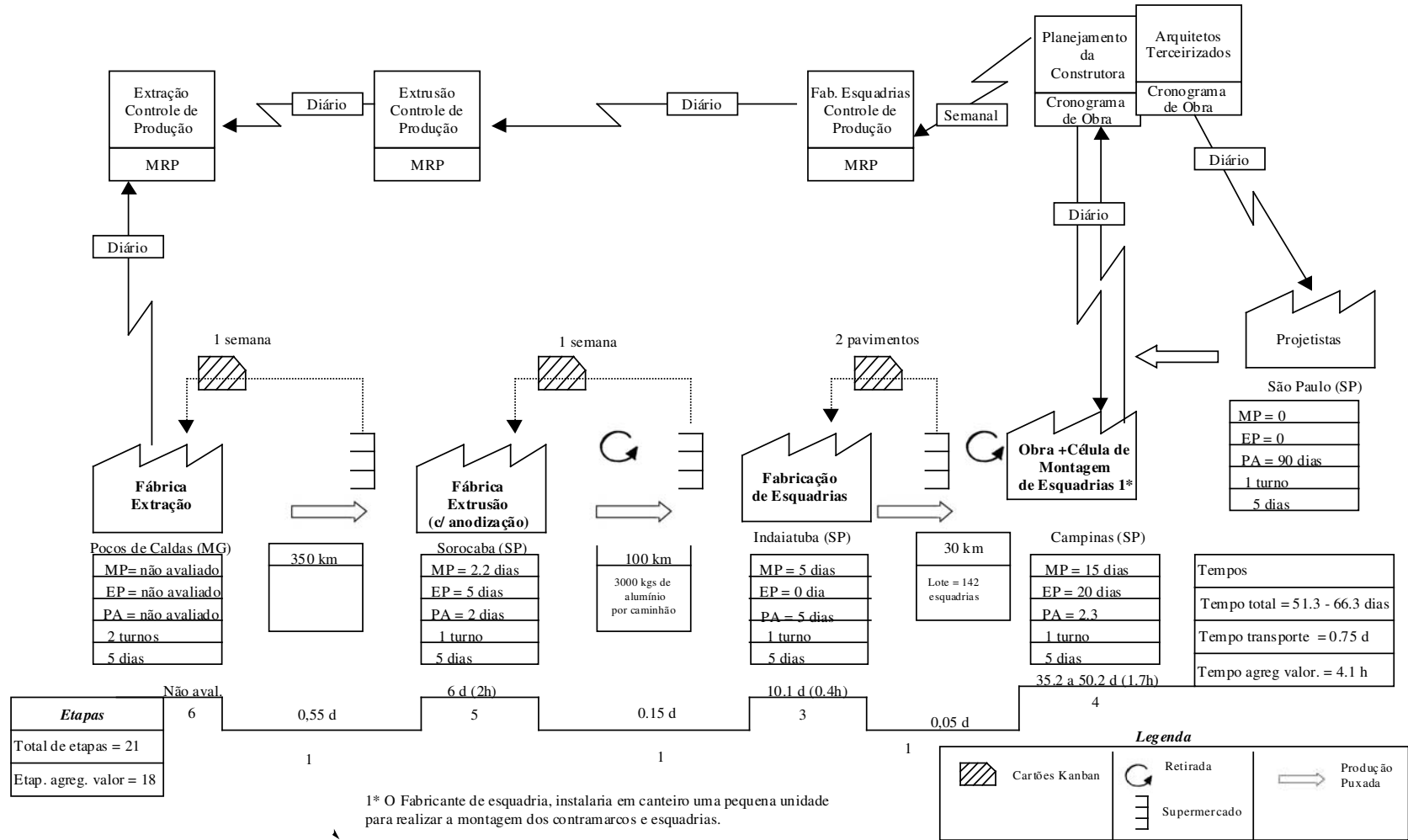


FIGURA 4.15 – DESENHO DO MACRO MAPA DO ESTADO FUTURO DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

No MMEF, apresentou-se um resumo da implantação de mudanças dentro de cada um dos agentes, eliminando os estoques entre processos e reduzindo o estoque de matéria-prima em uma semana, dentro de cada um dos agentes. Desta forma, o macro processo experimental teria uma redução de cerca de 60% do tempo total de produção, reduzindo de 161.3 dias para 66.3 dias, do *lead time* do fluxo de esquadrias. As melhorias que o fabricante de perfis de alumínio implementou recentemente foram consideradas na redução do estoque em processo sugerido na FIGURA 4.15.

Para auxiliar na compreensão das mudanças apresentadas, segue TABELA 4.3, que estabelece comparações entre o macro mapa do estado atual e o macro mapa do estado futuro.

TABELA 4.3 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MMEA E MMEF DO DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO


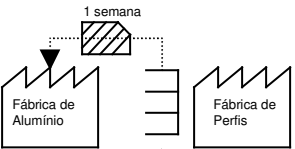
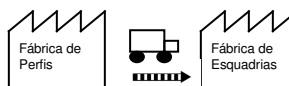
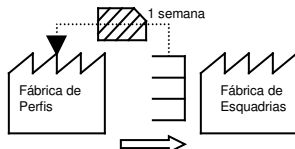
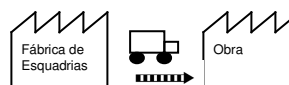
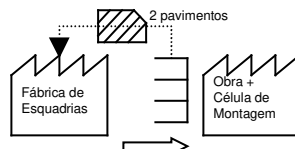


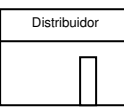
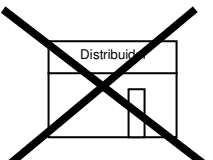
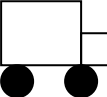
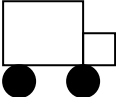
MMEA	MMEF	Observações
		<p>Substituição do fornecimento semanal entre os agentes (Fábrica de Alumínio e Fábrica de Perfis) pela criação de um supermercado no fabricante de perfis, que informa o fornecedor, através do sistema kanban, da necessidade de nova entrega. Supermercado com capacidade de uma semana de matéria-prima.</p>
		<p>Substituição do fornecimento semanal entre os agentes (Fábrica de Perfis e Fábrica de Esquadrias) pela criação de um supermercado no fabricante de esquadrias que informa o fornecedor, através do sistema kanban, da necessidade de nova entrega. Supermercado com capacidade de uma semana de matéria-prima.</p>
		<p>Substituição do fornecimento programado entre os agentes: Fábrica de Esquadrias e a obra, pela criação de um supermercado no canteiro de obras que informa o fabricante de esquadrias, através do sistema kanban, da necessidade de nova entrega. Supermercado com capacidade de dois pavimentos.</p>
		<p>Eliminação do agente responsável pelo processo de anodização, pois este processo será incorporado aos processos do agente fabricante de perfis de alumínio.</p>
		<p>Eliminação do distribuidor em função do fornecimento direto de perfis de alumínio, entre o fabricante de perfis e o fabricante de esquadrias.</p>
 <p>3 entregas semanais de fornecimento</p>	 <p>Entregas diárias</p>	<p>As entregas semanais entre os agentes poderiam ser substituídas por entregas tipo "Milk Run", ou seja, entregas diárias onde seriam abastecidos vários clientes.</p>

TABELA 4.3 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MMEA E MMEF DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO (CONTINUAÇÃO)

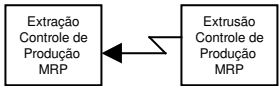
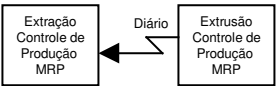
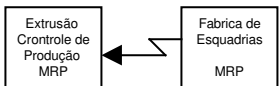
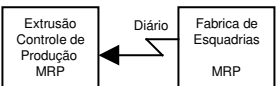
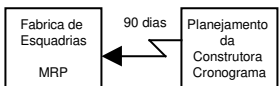
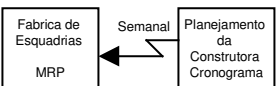
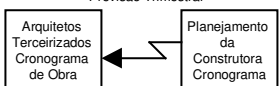


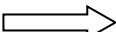
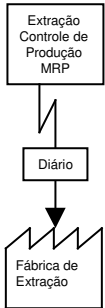
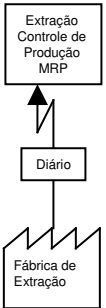
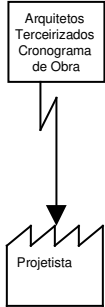
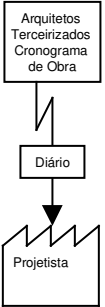
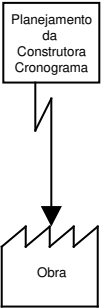
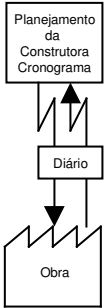
MMEA	MMEF	Observações
<p>Previsão Semanal</p> 	<p>Diário</p> 	<p>A programação do Controle de Produção do fabricante de perfis de alumínio passaria de semanal para diária, proporcionando uma maior flexibilidade no planejamento da produção.</p>
<p>Previsão mensal</p> 	<p>Diário</p> 	<p>A programação do Controle de Produção do fabricante de esquadrias de alumínio passaria de mensal para diária, proporcionando uma maior flexibilidade no planejamento da produção.</p>
<p>90 dias</p> 	<p>Semanal</p> 	<p>A programação do Controle de Produção do fabricante de esquadrias passaria de 90 dias para semanal, proporcionando uma maior flexibilidade no planejamento da produção.</p>
<p>Previsão Trimestral</p> 	<p>Em conjunto</p> 	<p>A programação do Planejamento da Obra e o escritório de Arquitetura poderia ser realizado em conjunto, ao invés da previsão trimestral para a entrega dos projetos executivos.</p>
		<p>Substituição do processo "empurrado" pelo processo "puxado", através das modificações sugeridas.</p>
		<p>Ao invés do Controle de produção do fabricante de alumínio fazer diariamente a programação da produção, o sistema kanban instalado no almoxarifado do fabricante de perfis de alumínio informaria da necessidade de produção de tarugos de alumínio.</p>

TABELA 4.3 – TABELA COMPARATIVA DAS MUDANÇAS ENTRE O MMEA E MMEF DO FLUXO DE SUPRIMENTOS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO (CONTINUAÇÃO)

MMEA	MMEF	Observações
 <p>Arquitetos Terceirizados Cronograma de Obra</p> <p>Projetista</p>	 <p>Arquitetos Terceirizados Cronograma de Obra</p> <p>Diário</p> <p>Projetista</p>	<p>O escritório de arquitetura, ao participar da elaboração do planejamento da obra, forneceria informações diárias para a equipe de projetistas.</p>
 <p>Planejamento da Construtora Cronograma</p> <p>Obra</p>	 <p>Planejamento da Construtora Cronograma</p> <p>Diário</p> <p>Obra</p>	<p>O planejamento da construtora, ao invés de apenas fornecer dados para a execução da obra, deverá fornecer informação e receber informações da obra, com relação ao andamento das etapas, fornecimento de materiais, e problemas durante a execução das atividades, para que o planejamento possa ir sendo reajustado.</p>

4.6 COMENTÁRIOS FINAIS

Ao final da pesquisa foi possível realizar alguns comentários a partir da discussão dos mapas do estado atual e futuro, macro mapa do estado atual e macro mapa dos estado futuro com os agentes.

Foram necessárias algumas adaptações durante a elaboração dos mapas do estado atual dos agente construtora, uma vez que este agente tem processos produtivos bem distintos do setor. Da mesma forma, o desenho do mapa para o agente fabricante de esquadrias, embora seja uma atividade manufatureira, apresenta particularidades como por exemplo a produção sob encomenda de produtos com tempo de processamento bastante diferente, o que exigiu também considerações específicas. As adaptações (apresentadas nos itens 4.1.1. e 4.2.1) possibilitaram levantar dados compatíveis com a realidade apresentada em obra e na fábrica, e desenhando-os no macro mapa do estado atual e possibilitando a identificação do tempo de processamento que não agrega valor ao produto final. Ao aplicar a ferramenta de macro mapeamento de fluxo de valor foi necessária uma análise dos processos individualmente, para posteriormente se elaborar do macro mapa. Cada um dos fluxos de materiais possuem características específicas, portanto deve-se fazer as adaptações necessárias para a definição dos pontos iniciais do mapa, tais como: demanda do cliente final, fornecedores, tempo de ciclo de um lote ou peça, etc.

Os agentes foram unanimes em concordar que a ferramenta *Lean* aplicada possibilita uma visualização mais clara dos desperdícios envolvidos nos processos para a realização de suas atividades. A metodologia utilizada para o mapeamento reúne informações importantes sobre os processos em poucos mapas, que servem de base para a definição de diretrizes e elaboração de planos de ação.

Apesar da aplicação parcial sugerida no desenho dos mapas de estado futuro, as melhorias apresentadas foram consideradas viáveis pelos agentes, tais como: implementar um supermercado no almoxarifado de cada agente com o objetivo de informar a necessidade de recebimento de materiais, instalação de células de trabalho no canteiro e modificações no processo administrativo interno, as já trariam resultados significativos.

O agente responsável pela extração do principal minério (bauxita) e produção de perfis de alumínio, já aplica algumas ferramentas *Lean* e vem progressivamente obtendo resultados satisfatórios em seus processos produtivos através da elaboração periódica de mapas do estado atual e futuro da empresa. A visibilidade proporcionada pelos mapas, também foi comprovada através dos resultados obtidos relatados pelos representantes desta própria empresa.

Na elaboração dos mapas do estado futuro de cada agente, com exceção do agente já adepto a aplicação dos princípios *Lean Thinking* que forneceu seus mapas futuros, foram apresentadas propostas de estado futuro, baseadas em experiências bem sucedidas, já aplicadas em outros setores que já vem adotando os conceitos *Lean Thinking*. A colocação em prática destas propostas depende de iniciativa dos agentes, a qual depende de sua total compreensão dos princípios *Lean*, identificação das necessidades, e diversos outros fatores, como descrito por Womack e Jones (2004). Esta é uma limitação desta pesquisa que deve ser ressaltada, uma vez que não foi possível incluir no escopo da mesma o treinamento e envolvimento dos agentes no desenho dos mapas e proposição de melhorias. Entretanto, após a apresentação dos resultados da pesquisa, os agentes mostraram-se bastante motivados para aplicar esta ferramenta em suas empresas para facilitar a visualização dos desperdícios ao longo do fluxo e dos processos que agregam valor ao produto final.

Os agentes também concluíram que para o aproveitamento total desta ferramenta é necessário desenvolver a sua prática de utilização de forma contínua e conjunta, possibilitando que os integrantes da cadeia possam interagir com seus fornecedores e clientes, através da elaboração periódica de macro mapas do estado atual e futuro para a análise da competitividade da cadeia como um todo.

Com base nos dados, mapas e impressões apresentadas, concluiu-se que o uso do MFV e do MMFV mostrou-se eficiente como uma ferramenta de identificação de desperdícios. Sua completa aplicação, de forma a obter todo o potencial de resultados esperados a partir de aplicações em outros setores, depende de sua utilização em um contexto de cooperação entre agentes da cadeia, e de diversos outros elementos do sistema *Lean* discutidos no item 2.2.1. Estudos futuros foram sugeridos no Capítulo 5.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi analisada a aplicabilidade do macro mapeamento de fluxo de valor, ferramenta *Lean*, no fluxo de suprimentos na construção civil, para a identificação de desperdícios dentro da cadeia de fornecimento, nas interfaces entre os agentes envolvidos a partir da análise do estudo de caso do fluxo de suprimentos das esquadrias de alumínio.

No estudo de caso, após a aplicação da metodologia de macro mapeamento de fluxo de valor, proposta por Womack e Jones (2004), pode-se constatar algumas observações feitas pelos autores no início deste trabalho:

- Macro mapeamento de fluxo de valor possibilitou uma visualização mais completa dos processos que compõem o fluxo das esquadrias de alumínio, bem como a identificação dos principais fornecedores e seus processos produtivos.
- Macro mapeamento auxiliou na identificação de desperdícios inerentes ao fluxo das esquadrias de alumínio.

- Para a elaboração do desenho do macro mapeamento de fluxo de valor, foi fundamental a criação de uma linguagem comum entre os agentes do fluxo das esquadrias de alumínio e valor durante a pesquisa.
- Durante a elaboração do macro mapeamento do fluxo de esquadrias foi possível sugerir a aplicação de técnicas *Lean* dentro do macro mapeamento, pois a visualização do fluxo de esquadrias favoreceu a visualização da necessidade da aplicação dessas técnicas ao longo de toda a cadeia de fornecimento.
- Visualizou-se o fluxo de materiais conjuntamente com o fluxo de informações em um único mapa.
- Elaborou-se mapas do estado atual e futuro de cada um dos agentes envolvidos descrevendo seus principais processos produtivos.

A aplicação do macro mapeamento de fluxo de valor, ferramenta *Lean*, no fluxo de suprimentos na construção civil, identificou desperdícios dentro da cadeia de fornecimento, nas interfaces entre os agentes envolvidos a partir da análise do estudo de caso do fluxo de suprimentos das esquadrias de alumínio. Entretanto, algumas adaptações foram necessárias, mas foi verificado que o método proposto por Rother e Shook (2000) e Womack e Jones (2004) pode ser aplicado, gerando mapas do estado atual e futuros na linguagem padronizada por Womack e Jones (2004).

Além do atendimento ao objetivo proposto, o trabalho gerou dados relevantes sobre cada um dos processos internos de cada agente participante, como levantamento do tempos de ciclo de cada um dos processos, sugestões de melhorias para cada agente e melhorias para a cadeia de fornecimento como um todo.

Portanto, observou-se que o macro mapeamento de fluxo de valor, já aplicado em mapeamento de fluxos de suprimentos no setor automobilístico, pode ser aplicado

com sucesso em fluxo de suprimentos da construção civil, permitindo aos agentes do fluxo de suprimentos “enxergar” o fluxo como um todo, visualizando o estado ideal, e possibilitando enxergar as interfaces necessárias para a composição do estado futuro acrescido de melhorias. Entretanto, para a aplicação de todas as sugestões descritas no mapa existe a necessidade de uma mudança cultural nas organizações, bem como a sincronização dos interesses para a busca de um interesse em comum como, parcerias de longo prazo, aumento da qualidade e redução dos desperdícios inerentes na cadeia de suprimentos.

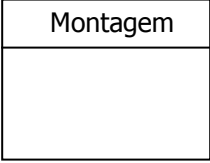
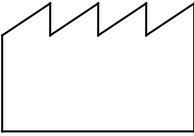
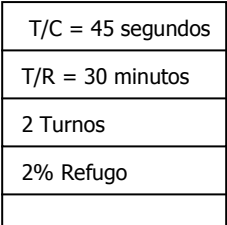
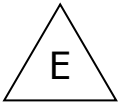
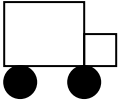

Este trabalho encoraja a realização de estudos posteriores, aplicando em detalhes o macro mapeamento de fluxo de valor à cadeias de diferentes características dentro da construção e também cadeia de suprimentos de diferentes tipologias de esquadrias (madeira e PVC), bem como o envolvimento de diversos agentes na discussão das melhorias possíveis, aplicando-se os princípios de *Lean Thinking*.

ANEXOS

ANEXO A

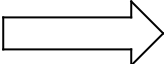


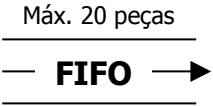

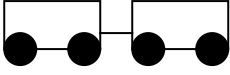
LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPA DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPA DE FLUXO DE VALOR

ANEXO A - LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Ícones de Materiais para Mapeamento de Fluxo de Valor	Representa	Notas
	Processo de Produção	Uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de Controle da Produção.
	Fontes Externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixas de Dados	Usado para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente, etc.
	Estoque	Quantidade e tempo devem ser anotados.
	Entrega por Caminhão	Anotar a frequência de entregas.
	Movimento de materiais da produção por <u>EMPURRADA</u>	Material que é produzido e movido para frente antes do processo seguinte precisar; geralmente baseado em uma programação.

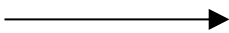
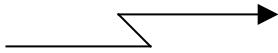

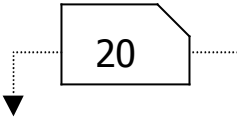
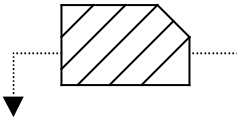
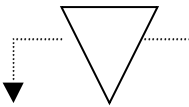
Legendas baseadas em Rother e Shook (2000), Womack e Jones (2004).

ANEXO A - LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Ícones de Materiais para Mapeamento de Fluxo de Valor	Representa	Notas
	Movimento de produtos acabados para o cliente	Uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de Controle da Produção.
	Supermercado	Um estoque controlado de peças que é usado para a programação da produção em um processo anterior.
	Retirada	Puxada de materiais, geralmente de um supermercado.
	Transferência de quantidade controladas de material entre processos em uma seqüência "primeiro a entrar - primeiro a sair"	Indica um dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo de material (FIFO) entre os processos. A quantidade máxima deve ser anotada.
	Entrega por Avião	Anotar a freqüência de entregas.
	Entrega por Trem	Anotar a freqüência de entregas.

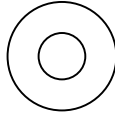
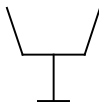
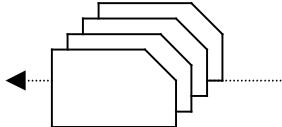
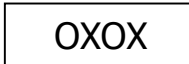


Legendas baseadas em Rother e Shook (2000), Womack e Jones (2004).

ANEXO A - LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Ícones de Informação para Mapeamento de Fluxo de Valor	Representa	Notas
	Fluxo de informação manual	Por exemplo: programação da produção ou programação da entrega
	Fluxo de informação eletrônico	Por exemplo via "Troca Eletrônica de Dados"
	Informação	Descreve um fluxo de informação
	Kanban de Produção (linhas pontilhadas indicam a rota do kanban)	O kanban "um por container". Um Cartão ou dispositivo que avisa um processo quanto do que pode ser produzido e dá permissão para fazê-lo.
	Kanban de Retirada	Um cartão ou dispositivo que instrui o movimentador de material para obter e transferir peças (por exemplo: de um supermercado para o processo consumidor).
	Kanban de Sinalização	Kanban "um por lote". Sinaliza quando o ponto de reposição é alcançado e outrolote precisa ser produzido. Usado quando o processo fornecedor deve produzir em lotes por causa de trocas necessárias.





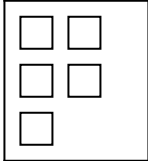
Legendas baseadas em Rother e Shook (2000), Womack e Jones (2004).

ANEXO A - LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Ícones de Informação para Mapeamento de Fluxo de Valor	Representa	Notas
	Bola para puxada seqüenciada	Dá instrução para produzir imediatamente uma quantidade e tipo pré-determinado, geralmente uma unidade. Um sistema puxado para processos de submontagem sem usar um supermercado.
	Posto de kanban	Local onde o kanban é coletado e mantido para transferência.
	Kanban chegando em lotes	
	Nivelamento de carga	Ferramenta para interceptar lotes de kanban e nivelar o seu volume e mix por um período de tempo.
	Programação da produção "vá ver"	Ajuste da programação com base na verificação dos níveis de estoques.
	Informação enviada por telefone	Anotar a freqüência dos pedidos.

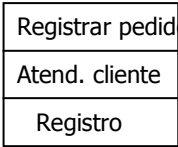
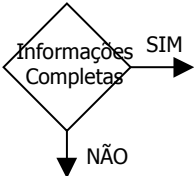
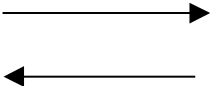

Legendas baseadas em Rother e Shook (2000), Womack e Jones (2004) e Picchi (2002).

ANEXO A - LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Ícones Gerais para Mapeamento de Fluxo de Valor	Representa	Notas
	Necessidade de Kaizen	Destaca as melhorias necessárias em processos específicos que são fundamentais para se chegar ao fluxo de valor desejado. Pode ser usada para planejar os workshops kaizen.
	Estoque de segurança ou Pulmão	"Pulmão" ou "Estoque de segurança" devem ser anotados.
	Operador	Representa uma pessoa vista de cima.
	Expedição	Representa expedição do material para o cliente, ou próxima etapa.
	Obra	

Legendas baseadas em Rother e Shook (2000), Womack e Jones (2004).

ANEXO A - LEGENDAS UTILIZADAS PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR E MACRO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Ícones Gerais para Mapeamento Administrativo	Representa	Notas
	Bloco de atividades: - atividade - quem faz - como faz	No bloco de atividades, as ações devem ser descritas de forma clara, e atribuídas a pessoa ou departamento responsável pela sua execução.
	Bloco de decisão	Dentro deste bloco deve conter a ação que direcionará o encaminhamento do processo.
P = TP = TRA =	Caixa de Informações: Numero de pessoas envolvidas, tempo de permanência, tempo de realização da atividades.	As informações pertinentes a cada uma das atividades devem ser descritas embaixo de cada uma das ca
	Conexões entre atividades	Indicar sempre entradas e saídas, especificar o que sai e como se não óbvio, usar bifurcações se necessário, indicar % nas bifurcações quando relevante, registrar loops.
	Cliente	Indicar a demanda de serviço para o cliente.

Legendas baseadas em Rother e Shook (2000), Womack e Jones (2004).

ANEXO B

PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO DE CONTRAMARCOS SEGUNDO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE DA CONSTRUTORA ANALISADA

ANEXO B - INSTALAÇÃO DE CONTRAMARCO SEGUNDO PROCEDIMENTO DA CONSTRUTORA

1. OBJETIVO DO CONTRAMARCO

A função básica do contramarco é proteger a esquadria dos danos que poderiam ser causados pelas diversas atividades da obra. Mas a função principal do contramarco é servir como gabarito, para o acabamento do vão, o que facilita no trabalho do pedreiro e possibilita a fixação de esquadrias - tipo com as mesmas dimensões.

O contramarco também propicia que, com prejuízos pequenos, possam ser introduzidas alterações de medidas e acabamentos no momento em que as esquadrias começarem a ser produzidas, o que pode acontecer meses depois da colocação do contramarco.

2. LINHA SUPREMA

A linha SUPREMA traz perfis extrudados com novos conceitos de design, peso e desempenho, acessórios inéditos e as melhores soluções estéticas para os mais diversos projetos de Arquitetura e Construção. Associadas a estas características, a linha SUPREMA, usando avançada tecnologia em seu processo de fabricação, proporciona maior produtividade e qualidade assegurada em sua industrialização.

Desenvolvida com base na experiência de muitos anos no mercado de produtos de alumínio para Construção civil, a linha SUPREMA de perfis e acessórios para a construção de esquadrias propicia extrema versatilidade de modelos, flexibilidade de projetos e desempenho superior ao estabelecimento pelas normas.

3. RESPONSÁVEIS PELA INSTALAÇÃO DO CONTRAMARCO

- Encarregado de serviço
- Mestre de obras
- Técnico
- Estagiário

4. PRÉ REQUISITO PARA A INSTALAÇÃO

- Alvenaria concluída
- Pingadeiras devem estar instaladas

5. FIXAÇÃO DE CONTRAMARCO

- Retirar as rebarbas de argamassa da face interna onde será colocado o contramarco;
- Conferir a dimensão do vão, utilizando para isso o próprio contramarco, centralizando-o com a pingadeira;
- Amarrar o contramarco de alumínio ao gabarito metálico em dois pontos;
- Furar as grapas com pregos de aço, deixando-as nos furos feitos;

- Recomenda-se fixar as grapas no contramarco, sendo colocadas nas laterais e na parte superior do mesmo a uma distância aproximada entre eles de 60 cm;
- Distribuir a argamassa colante na parte inferior do contramarco (na face que fica em contato com a pingadeira);
- Aprumar o contramarco (Tolerância = 3 mm) centralizando-o com a pingadeira;
- Contramarco deve ser assentado paralelo à parede, deixando-o sobressalente do mesmo cerce de 5mm (exceto no caso de paredes de concreto) para a execução do revestimento em gesso liso desempenado ou em argamassa;
- Verificar o paralelismo através de régua cruzada (tolerância = 3mm);
- Calçar o contramarco com cunhos de madeira e fixar as grapas na parede com prego de aço, pode-se utilizar pinos de aço ou parafusos e buchas;
- Preencher a totalidade dos espaços restantes do contramarco com a mesma argamassa utilizando anteriormente e retirar as rebarbas de argamassa;
- Limpar o chão e a pingadeira, dando a terminalidade do serviço.

ANEXO C

RELAÇÃO DAS ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

ANEXO C - Relação das Esquadrias Instaladas em Obra

Tipo	Quantidade (unid.)	Peso Contramarco (kg)	Peso Esquadria (kg)	Forma	Dimensões		Metragem Linear (m)	Peso Total	Peso /esq.	Peso	Área	Área Acum. (m ²)	Dimensões Médias (m ²)	
					Lx (m)	Ly (m)								
CA 01	32	99,85	304,72	Retangular	0,90	1,79	172,16	513,91	16,06	513,81	1,61	51,55	28,80	57,28
CA 01	35	109,21	333,29	Retangular	0,90	1,79	188,30	562,09	16,06	561,98	1,61	56,39	31,50	62,65
CA 02	40	58,31	177,93	Circular	0,80	0,80	100,53	300,08	7,50	300,03	0,50	20,11	32,00	32,00
CA 02	32	46,64	142,35	Circular	0,80	0,80	80,42	240,07	7,50	240,02	0,50	16,08	25,60	25,60
CA 03-1	32	157,20	479,74	Retangular	1,54	2,70	271,04	809,07	25,28	808,92	4,14	132,62	49,12	86,40
CA 03-2	32	116,37	355,13	Retangular	1,54	1,60	200,64	598,93	18,72	598,81	2,46	78,59	49,12	51,20
CA 03-3	32	176,32	538,08	Retangular	3,07	1,68	304,00	907,46	28,36	907,29	5,16	165,04	98,24	53,76
CA 04-1	16	59,02	180,12	Retangular	1,58	1,60	101,76	303,76	18,99	303,70	2,53	40,45	25,28	25,60
CA 04-2	16	79,44	242,42	Retangular	1,58	2,70	136,96	408,84	25,55	408,76	4,27	68,26	25,28	43,20
CA 04-3	16	89,83	274,14	Retangular	3,16	1,68	154,88	462,33	28,90	462,24	5,31	84,94	50,56	26,88
CA 05-1	16	79,25	241,85	Retangular	1,57	2,70	136,64	407,88	25,49	407,80	4,24	67,82	25,12	43,20
CA 05-2	16	58,84	179,55	Retangular	1,57	1,60	101,44	302,81	18,93	302,75	2,51	40,19	25,12	25,60
CA 05-3	16	89,46	273,00	Retangular	3,14	1,68	154,24	460,42	28,78	460,33	5,28	84,40	50,24	26,88
CA 06-1	8	29,74	90,77	Retangular	1,61	1,60	51,28	153,07	19,13	153,05	2,57	20,54	12,84	12,80
CA 06-2	8	39,95	121,92	Retangular	1,61	2,70	68,88	205,61	25,70	205,57	4,33	34,67	12,84	21,60
CA 06-3	8	45,38	138,48	Retangular	3,21	1,68	78,24	233,55	29,19	233,51	5,39	43,14	25,68	13,44
CA 07	6	16,40	50,04	Circular	1,50	1,50	28,27	84,40	14,07	84,38	1,77	10,60	9,00	9,00
CA 08	4	8,00	24,43	Retangular	1,13	0,60	13,80	41,19	10,30	41,19	0,68	2,70	4,50	2,40
CA 09	6	21,58	65,84	Retangular	1,60	1,50	37,20	111,04	18,51	111,02	2,40	14,40	9,60	9,00
CA 10	4	21,81	66,55	Retangular	2,60	2,10	37,60	112,24	28,06	112,22	5,46	21,84	10,40	8,40
CA 11-1	19	35,26	107,62	Retangular	0,60	1,00	60,80	181,49	9,55	181,46	0,60	11,40	11,40	19,00
CA 11-2	19	52,90	161,42	Retangular	0,60	1,80	91,20	272,24	14,33	272,19	1,08	20,52	11,40	34,20
CA 12	CANCELADA													
CA 13	5	36,19	110,45	Retangular	3,17	3,07	62,40	186,27	37,25	186,23	9,73	48,66	15,85	15,35
CA 14	1	7,24	22,09	Retangular	3,17	3,07	12,48	37,25	37,25	37,25	9,73	9,73	3,17	3,07
CA 15	1	1,75	5,35	Retangular	0,91	0,60	3,02	9,01	9,01	9,01	0,55	0,55	0,91	0,60
PA 05	1	3,36	10,27	Retangular	0,80	2,10	5,80	17,31	17,31	17,31	1,68	1,68	0,80	2,10
CA 16	1	3,02	9,20	Retangular	2,00	0,60	5,20	15,52	15,52	15,52	1,20	1,20	2,00	0,60
CA 17-1	1	3,62	11,04	Retangular	1,92	1,20	6,24	18,63	18,63	18,62	2,30	2,30	1,92	1,20
CA 17-2	1	2,19	6,69	Retangular	0,69	1,20	3,78	11,28	11,28	11,28	0,83	0,83	0,69	1,20
CA 17-3	1	1,09	3,34	Circular	0,60	0,60	1,88	5,63	5,63	5,63	0,28	0,28	0,60	0,60
CA 18	2	5,47	16,68	Circular	1,50	1,50	9,42	28,13	14,07	28,13	1,77	3,53	3,00	3,00
Total	427	1554,70	4744,51				2680,51	8001,53		7999,99		1155,03	1,53	1,68

Total de esquadrias instaladas em obra = 427 unidades

Área total de esquadrias instalada = 1155,03 m²

Peso Total de contramarcos = 1005,19 kgs

Peso Total das esquadrias sem vidro = 4744,51 kgs

Peso Total das esquadrias com vidro = 9900,00 kgs

ANEXO D

CRONOGRAMA EXECUTADO EM OBRA

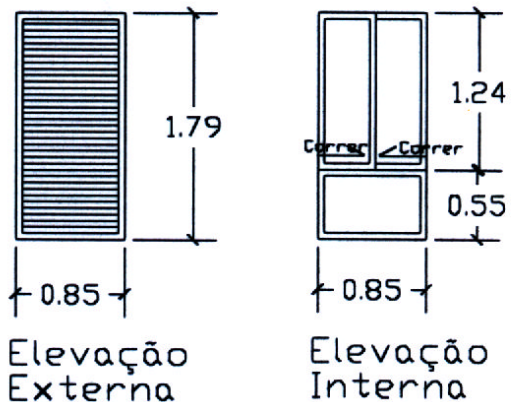
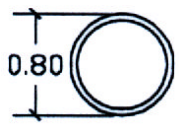
ANEXO D - Cronograma Executado em Obra

	jun/03		jul/03		ago/03		set/03		out/03		nov/03		dez/03	
	01-15	15-30	01-15	15-30	01-15	15-30	01-15	15-30	01-15	15-30	01-15	15-30	01-15	15-30
<i>Instalação de Contramarco</i>														
<i>Emboço Fachada</i>														
<i>Revestimento Fulget Fachada</i>														
<i>Instalação de Esquadrias de Alumínio "vidros"</i>														
<i>Verificação e Reparos</i>														
<i>Limpeza dos Apartamentos</i>														
Primeiro Recebimento de Contramarco														
Segundo Recebimento de Contramarco														
Primeiro Recebimento de Esquadrias														
Segundo Recebimento de Esquadrias														
Terceiro Recebimento de Esquadrias														

ANEXO E

ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.01	Cor Branca	 <p>Elevação Externa</p> <p>Elevação Interna</p>
	Área (m ²) 1.61	
	Peso (Kg) 16.06	
	Quantid. (unid) 67	
CA.02	Cor Branca	
	Área (m ²) 0.64	
	Peso (Kg) 7.50	
	Quantid. (unid) 72	

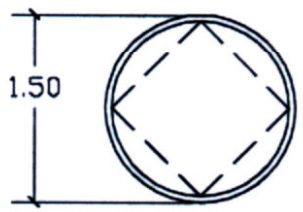
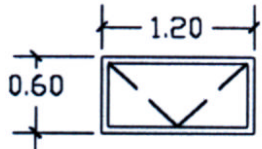
ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.03	Cor	Branca	
	Área (m ²)	11.76	
	Peso (Kg)	72.36	
	Quantid. (unid)	96	
CA.04	Cor	Branca	
	Área (m ²)	12.10	
	Peso (Kg)	73.43	
	Quantid. (unid)	54	

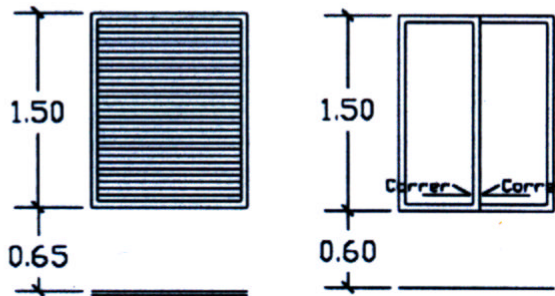
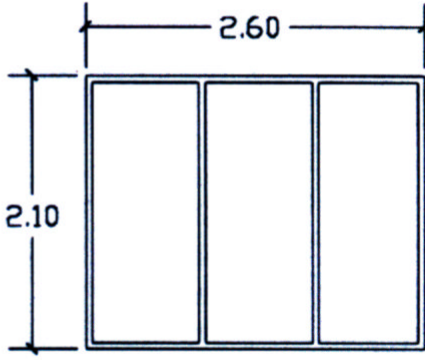
ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.05	Cor Branca	
	Área (m ²) 12.03	
	Peso (Kg) 73.19	
	Quantid. (unid) 54	
CA.06	Cor Branca	
	Área (m ²) CA.01	
	Peso (Kg) 74.03	
	Quantid. (unid) 24	

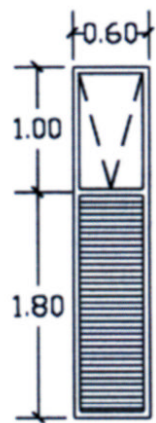
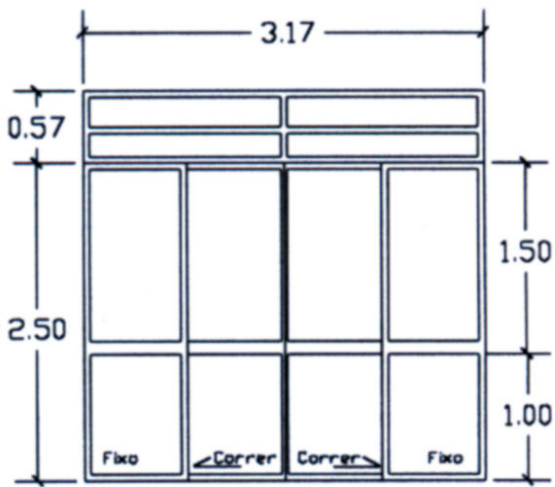
ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.07	Cor Branca	
	Área (m ²) 12.29	
	Peso (Kg) 14.07	
	Quantid. (unid) 6	
CA.08	Cor Branca	 <p style="text-align: center;">Laje Exterior</p>
	Área (m ²) 0.68	
	Peso (Kg) 10.30	
	Quantid. (unid) 4	

ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.09	Cor Branca	 <p>Laje Exterior</p>
	Área (m ²) 2.40	
	Peso (Kg) 18.51	
	Quantid. (unid) 6	
CA.10	Cor Branca	
	Área (m ²) 5.46	
	Peso (Kg) 28.06	
	Quantid. (unid) 4	

ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.11	Cor Branca	
	Área (m ²) 1.78	
	Peso (Kg) 23.88	
	Quantid. (unid) 38	
CA.13	Cor Branca	
	Área (m ²) 9.73	
	Peso (Kg) 37.25	
	Quantid. (unid) 5	


ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.14	Cor	Branca	
	Área (m ²)	9.73	
	Peso (Kg)	37.25	
	Quantid. (unid)	1	
CA.15	Cor	Branca	
	Área (m ²)	0.68	
	Peso (Kg)	9.01	
	Quantid. (unid)	1	

ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.16	Cor Branca	
	Área (m ²) 1.20	
	Peso (Kg) 15.52	
	Quantid. (unid) 1	
CA.17	Cor Branca	
	Área (m ²) 3.49	
	Peso (Kg) 35.54	
	Quantid. (unid) 3	

ANEXO E - ESQUADRIAS INSTALADAS EM OBRA

CA.18	Cor Branca	
	Área (m ²) 2.25	
	Peso (Kg) 14.07	
	Quantid. (unid) 2	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALUMÍNIO - Disponível em:
<<http://www.abal.org.br>>. Acesso em 11 de fevereiro de 2004.

AFEAL - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO – Disponível em: < <http://www.afeal.com.br>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10820** – Caixilhos para Edificação – Janelas – Terminologia. Rio de Janeiro, 1989.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821** – Caixilhos para Edificação – Janelas. Rio de Janeiro, 2000.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10831** – Projeto e utilização de caixilhos para edificações de uso residencial e comercial – Janelas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.

ALCOA – ALCOA ALUMÍNIO S.A. Disponível em: <<http://www.alcoa.com.br>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2004.

ARBULU, J. R.; TOMMELEIN, D. I. Value stream analysis of construction supply chain: case study on pipe supports used in power plants. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado, RS. **Proceedings...** Gramado: UFRGS, IGLC, 2002.

AZAMBUJA, M.M. B. **Processo de projeto e Instalação de elevadores em edifícios: diagnóstico e propostas de melhoria.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

AZAMBUJA, M.M.B; FORMOSO. C. T. Diretrizes para a melhoria dos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores utilizando conceitos da gestão da cadeia de suprimentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 3, 2003, São Carlos, SP. **Anais...**São Carlos: SIBRAGEC, 2003.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2000.

BALLARD, G; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing work flow. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2, 1994, Santiago, Chile. **Proceedings...**Santiago: IGLC, 1994.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Toward Construction JIT. In: ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 1995, Sheffield, England. **Proceedings...**England: ARCOM, 1995.

BERNOLD, L. E.; TRESELER, J. F. Vendor analysis for best buy in construction. **Journal of construction Engineering and Management**, v.117, n.4, 1991, p.645-658. *Apud* PICCHI, F. A. **Sistemas da Qualidade:** uso em empresas de construção de edifício, 1993. 462 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

BERTELSEN, S. Just-in-time logistics in the supply of building materials. In: CONFERENCE ON CONSTRUCTION INDUSTRY DEVELOPMENT: BUILDING THE FUTURE TOGETHER, 1, 1997, Singapore. **Proceedings...**Singapore: IGLC, 1997.

CHILDERHOUSE, P.; HONG-MINH, S. M.; NAIM, M. M. House building supply chain strategies: selecting the right strategy to meet customers requirements. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8, 2000, Brighton, UK. **Proceedings...**Brighton: IGLC, 2000.

CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégias para a Redução de Custos e Melhoria de Serviços. 2.ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1999.

CBA - COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO. Disponível em <<http://www.aluminiocba.com.br>>. Acesso em 11 de fevereiro de 2004.

CONCIMA - CONCIMA CONSTRUTORA S.A. Disponível em <<http://www.concima.com.br/home.asp>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2004.

COOPER, R.; SLAGMULDER, R. Supply Chain Development for Lean Enterprise – interorganizational cost management. 1. ed. Portland, Oregon: Productivity, 1999.

CRUTCHER, C. A.; WALSH, K. D.; HERSHAUSER, J. C.; TOMMELEIN, I. D. Effects of a preferred vendor relationship on na eletrical component supplier and eletrical component supplier and eletrical contractor: a case study. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9, 2001, Singapure, CH. **Proceedings...** Singapure: IGLC, 2001.

CRUZ, A. L. G. Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil: uma abordagem logística. 2002. 401 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DIEESE - DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS – Estudos Setoriais. Disponível em:

<<http://www.dieese.org.br/esp/especial.html>> Acesso em 06 fevereiro de 2004.

DWYER, F.R.; SCHURR, P.H.; OH, S. Developing buyer-seller relationships. **Journal of Marketing**, v. 51, 1987. p.11-27 *apud* ISATTO, E. L. **As relações entre empresas construtoras de edificações e seus fornecedores de materiais**. 1996. 168p., Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

EDIFÍCIO SOHO CAMPINAS - CONCIMA S.A. Disponível em:

<<http://www.sohocampinas.com.br/>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2004.

ENERGY EFFICIENCY IN HOUSING CONSTRUCTION AND DOMESTIC USE IN DEVELOPING COUNTRIES – UNCHS. United Nations Centre for Human Settlements (Habitat), Nairobi, 1991.

FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A. Mentalidade enxuta na cadeia de fornecedores da construção civil: aplicação de macro mapeamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 3, 2003, São Carlos, SP. **Anais...**São Carlos: SIBRAGEC, 2003.

_____. Value Stream Macro Mapping – a case study of aluminum windows for construction supply chain. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, 2004, Copenhagen, DK. **Proceedings...**Copenhagen: IGLC, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

HOLZEMER, M.; TOMMELEIN, I.; LIN, S. Materials and information flows for HVAC ductwork fabrication and site installation. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8, 2000, Brighton, UK. **Proceedings...** Brighton, UK: IGLC, 2000.

IGLC - INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION. Disponível em: <<http://cic.vtt.fi/lean/>>. Acesso em 18 de Agosto de 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 06 fevereiro de 2004.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Disponível em: <http://www.ipt.br/inovacao/exemplos/aluminio/riqueza/>. Acesso em 11 de Agosto de 2004.

INFOHAB - CENTRO DE REFERÊNCIA E INFORMAÇÃO EM HABITAÇÃO. Acervo Bibliográfico. Artigos e publicações de Congressos nacionais e estrangeiras. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/>>. Acesso em: 06 fevereiro de 2004.

INEE - INSTITUTO NACIONAL EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. Disponível em: http://www.inee.org.br/informacoes_imprensa_artigo.asp?id=138&Cat=info . Acesso em 11 de Agosto de 2004.

ISATTO, E. L. **As relações entre empresas construtoras de edificações e seus fornecedores de materiais**. 1996. 168p., Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

ISATTO, E. L; FORMOSO, C. T. A formulação de um modelo decisório para a escolha de fornecedores de materiais de construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1, 1999, Recife, PE. **Anais...** Recife: SIBRAGEC, 1999.

_____. Fatores relevantes na concepção de sistemas de informação voltados à gestão da cadeia de suprimentos na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2002, Foz de Iguaçu, PR. **Anais...**Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002. p. 623-632.

JOBIM, M. S. S.; JOBIM FILHO, H. Proposta de integração das cadeias de suprimentos da indústria da construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 2, 2001, Fortaleza, CE. **Anais...**Fortaleza: SIBRAGEC, 2001.

JOBIM, M. S. S; JOBIM FILHO, H.; MACIEL, V. Integração das Cadeias de suprimentos da indústria da Construção Civil com base na seleção de fornecedores. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...**Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002.

KLOTTER, P. **Administração de marketing**: a edição do novo milênio. Tradução Bazan Tecnologia e Linguística. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new Production Philosophy in Construction**. Stanford: Stanford University, Center for Integrated facility engineering, 1992. (CIFE Technical Report,n.72. XY/N-1)

_____. An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction. 2000. 296f. Thesis (Doctor of Technology) – Technical Research Center of Finland, VTT Building technology, Helsinki, 2000. Disponível em: <<http://www.inf.vtt.fi/pdf/publications/2000/P408.pdf>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2004.

LAMBERT, M.; COOPER, M. C. **Issues in supply chain management**. Industrial Marketing Management, n.29, New York: 2000. pg. 65-83.

LÉXICO LEAN - Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LIMMER, C.V. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: TLC, 1997.

LONDON, K., KENLEY, R. **Clients role in construction supply chains: a theoretical discussion**. Paper. Austrália, 2000.

LOPES, L. S. F. Como tornar sua empresa competitiva e globalizada. São Paulo: Makron Books, 2000.

LUCINI, H. C. **Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2001.

LUMIBOX - LUMIBOX SYSTEM. Disponível em: <<http://www.lumibox.com.br/indexn.html>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2004.

MENDES, R. **Programação da Produção na Construção de Edifícios em Múltiplos Pavimentos**. 1999. 235 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MERLI, G. Co-makership — The new supply strategy for manufactures. Cambridge: Productivity Press, 1995.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. Tradução por Antonia V. P. Costa et al.; Supervisão de Reinaldo A. Moura e Akio Umeda. São Paulo: IMAN, 1998.

O'BRIEN, W. Construction Supply Chain: case study, integrated cost and performance analysis. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 3, 1995, Albuquerque. **Proceedings...**Albuquerque: IGLC,1995.

_____. Construction Supply-Chain Management: A vision for Advanced Coordination, Costing, and Control. In: NSF BERKELEY-STANFORD CONSTRUCTION RESEARCH WORKSHOP, 1999, Stanford, California. **Proceedings...**Stanford, California: 1999.

OHNO, T. **Just-in-time for Today and Tomorrow**. Tradução por Joseph P. Schmelzeis. Productivity Press, 1988 .

OHNO, T.; MONDEN, Y. **Toyota Production System: Beyond Management of Large Scale Production**. Tokyo: Diamond Publishing Co., 1978.

PALACIOS, V. H. R. **Gerenciamento do setor de suprimentos em empresas de construção de pequeno porte**. Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 1995. Capítulo 4, p. 81-126.

PICCHI, F. A. **Sistemas da Qualidade**: uso em empresas de construção de edifício, 1993. 462 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

_____. Lean principles and the construction main flows. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton, UK.

Proceedings...Brighton: IGLC, 2000.

_____. Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza, CE. **Anais...**Fortaleza: ANTAC, 2001a.

_____. Systems view of lean construction application opportunities. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, Singapore. **Proceedings...**Singapore: IGLC, 2001b.

_____. **Oportunidades de Aplicação do Lean Thinking na construção.** Revista da ANTAC, Ambiente Construído, Porto Alegre, v.3, n.1, 2003 a. p.7-23.

_____. O escritório Enxuto. **Revista Exame**, ed. 789, n.7, São Paulo, 2003b. p.60-64.

PICCHI, F.A; BATTAGLIA, A. Lean em Processos Administrativos. Lean Summit 2004, São Paulo, 2004. CD rom

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos e o modelo de consórcio modular.** Revista de Administração. São Paulo, v. 33, n.3, 1998. p.5-15.

POLAT, G.; BALLARD, G. Construction Supply Chains: Turkish Supply-Chain Configurations for Cut and Bent Rebar. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11., 2003, Blacksburg, VA , USA.

Proceedings...Blacksburg: IGLC, 2003

REVISTA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, São Paulo, Editora Abril, ano 20, ed. 01, 2004.

REVISTA CONSTRUÇÃO DO COMEÇO AO FIM 2001, São Paulo, Editora Casa Dois, ano 3, ed. 01, 2001. p. 7.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. Tradução de José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2000.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo**. Tradução de Nilton Marchiori e Carlos Lobo. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas**: nove lições ocultas sobre simplicidade. Tradução de Oswaldo Chiquetto. Coleção Novos Umbrais. São Paulo: Pioneira, 1984.

SHIMIZU, J. Y.; CARDOSO, F. F. Subcontracting and Cooperation Network in Building Construction: a Literature Review. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado, BR.

Proceedings...Gramado: IGLC, 2002.

SILVA, F.B; CARDOSO, F.F. Applicability of logistics management in lean construction : a case study approach in brazilian building companies. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley, CA, USA.

Proceedings...Berkeley: IGLC, 1999.

SINDUSCON/SP - SINDICATO DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://sinduscon.sp.org.br>>. Acesso em 01 de fevereiro de 2004.

SMOOK, R; MELLES, M; E WELLING, D. Co-ordenating the supply chain – Diffussing lean production in construction. In:CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham, UK. **Proceedings...** Birmingham: IGLC,1996.

SLONGO, L.A. Relacionamento fornecedor/cliente: um elemento de diferenciação no marketing industrial. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 16, 1992. **Anais...** v.5, p. 103-115.

SUZAKI, K. The new manufacturing challenge: techniques for continuous improvement. New York: The Free Pres, 1987.

TAYLOR, J.; BJÖRNSSON, H. Identification and classification of value drivers for a new production homebuilding supply chain. In: CONFERENCE OF THE. INTERNATIONAL. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado, Brasil. **Proceedings...** Gramado: IGLC, 2002.

TCPO 2000: Tabelas de composição de preços e orçamentos. São Paulo: Editora Pini, 1999.

TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. (1997). Coordinating specialists. In: Construction Engineering. and Management Program, Civil and Envoreamental Engineering Department, 1997, Univ. of California, Berkeley, CA. **Proceedings...** São Paulo: Logical Systems, 1997.

TOMMELEIN, I.; LI, A.E.Y. Just-in-time concrete delivery: mapping alternatives for vertical supply chain integration. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, CA. **Proceedings...** Berkeley, CA: IGLC, 1999.

TOMMELEIN, I.; WEISSENBERGER, M. More just-in-time: location of buffers in structural steel supply and construction processes. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, CA. **Proceedings...** Berkeley, CA: IGLC, 1999.

UFSC - UNIVERSIDADE DE SANTA CATARINA. Sistema de Biblioteca – BU. Orientação para pesquisa e normalização da informação: tutoriais. Norma ABNT para referências bibliográficas. Disponível em: <<http://www.ufsc.br/>>. Acessado em 06 de fevereiro de 2004.

VRIJHOEF, R. **Co-makership in Construction: Towards Construction Supply Chain Management**.1998. Dissertation (Master of Engineering) Technical Research Center of Filand, Espoo, Filand:, 1998.

VRIJHOEF, R. et al. Understanding Construction Supply Chains: na alternative Interpretation. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9, 2001, Singapura, CH. **Proceedings...**Singapura: IGLC, 2001.

WOMACK, J..P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Tradução de Ivo Korytovski. Campus, Rio de Janeiro, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

_____. **Enxergando o Todo** – Mapeando o Fluxo Estendido. Tradução Paulo Lima e Cleber Favaro. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

ABSTRACT

ABSTRACT

In the construction sector, materials and resources wastes are evident, and can be seen in job sites and administrative activities as well. One major reason for those facts is a lack of an efficient interface among the products and services supply chain, along the main project production processes.

The supply chain flow management has an important impact on the whole project administration, causing a direct repercussion on costs and quality. Nevertheless, this chain is not yet well explored, due to its inherent complexity and diversity, since the supply of each product involves several agents. In this gap might be the explanation for several unnecessary costs consumed during the job site activities.

This Thesis aims wastes visualization and minimization, by using Lean Thinking concepts, using the lean tool: value stream macro mapping, applying it in a case study of aluminum windows supply chain, from raw materials to job site installation. This work concludes analyzing the usefulness of this approach as a means to propose improvements, encouraging future studies of the value stream macro mapping in construction supply chains.

Key Words: Lean Thinking, Value Stream Macro Mapping, Supply Chain, Aluminum Windows.

APÊNDICES

A PÊNDICE A

**ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO
MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA**

APÊNDICE A - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA CONTRUTORA

I	PROCESSOS DE EXPEDIÇÃO	CONSTRUTORA
1	Quem são os clientes do produto final?	Compradores dos apartamentos
2	Qual a frequência de entrega para o cliente?	Uma entrega final, na entrega das chaves para o cliente.
3	Qual a demanda do produto por cliente?	A apartamento é entregue acabado com todas as esquadrias colocadas. Em média foram instaladas 8 esquadrias de tamanhas diferentes em cada apartamento (existem dois tipos de apartamentos).
4	Contar quantas peças existem deste modelo no local.	Dados apresentados nos mapas.
5	Como o operador sabe qual a próxima peça (ou lote) a expedir?	Dados apresentados noas mapas.

APÊNDICE A - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

II	PROCESSOS DE PRODUÇÃO	CONSTRUTORA
	VERIFICAÇÃO E REPARO	CONSTRUTORA
6	Qual o tempo de ciclo? (T/C)	7.27 minutos / esquadria
7	Qual o tempo de troca de ferramentas (setup)? (T/R)	Não aplicável. A verificação de cada uma das esquadrias é feita visualmente, seguindo <i>check list</i> definido pela construtora.
8	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	Não aplicável.
9	Quantas pessoas estão envolvidas no processo?	Estão envolvidas sete pessoas (instaladores da própria construtora).
10	Quantas peças existem antes e depois do processo?	O estoque de esquadrias contadas no local, aguardando instalação era de 110 jogos de esquadrias (4 tipos diferentes).
11	Como o operador sabe o que produzir em seguida?	A construtora possui procedimentos escritos para auxiliar os instaladores na execução de suas tarefas. Inclusive <i>check list</i> para verificar a adequação da instalação da esquadria.

APÊNDICE A - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA CONTRUTORA

	INSTALAÇÃO	CONTRUTORA
12	Qual o tempo de ciclo? (T/C)	30 minutos / esquadria
13	Qual o tempo de troca de ferramentas (setup) ? (T/R)	Não aplicável. A instalação de cada uma das esquadrias é feita manualmente, com os contramarcos já instalados.
14	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	Não aplicável. Instalação manual.
15	Quantas pessoas estão envolvidas no processo?	Estão envolvidas sete pessoas (instaladores da própria construtora).
16	Quantas peças existem antes e depois do processo?	O estoque de esquadrias contadas no local, aguardando instalação era de 110 jogos de esquadrias (quatro tipos diferentes).
17	Como o operador sabe o que produzir em seguida?	A construtora possui procedimentos escritos para auxiliar os instaladores na execução de suas tarefas.

APÊNDICE A - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

	RECEBIMENTO E INSPEÇÃO	CONSTRUTORA
18	Qual o tempo de ciclo? (T/C)	2.18 minutos / esquadria
19	Qual o tempo de troca de ferramentas (setup)? (T/R)	Sem troca de ferramentas, pois o recebimento e inspeção são feitos de forma manual.
20	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	Não aplicável.
21	Quantas pessoas estão envolvidas no processo?	Estão envolvidas sete pessoas (instaladores da própria construtora).
22	Quantas peças existem antes e depois do processo?	Dados apresentados nos mapas.
23	Como o operador sabe o que produzir em seguida?	A construtora possui procedimentos escritos para auxiliar os instaladores na execução de suas tarefas.

APÊNDICE A - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DA CONTRUTORA

III	PROCESSOS DE RECEBIMENTO E INSPEÇÃO	CONSTRUTORA
24	Quem são os principais fornecedores?	O Fabricante de esquadrias.
25	Qual a frequência de entrega?	Foram realizadas 6 entregas programadas durante a obra toda
26	Contar quantas peças estão no almoxarifado.	Após a primeira entrega, o estoque era de 110 jogos de esquadrias, que seriam instalados de acordo com o cronograma de obra.
27	Como o fornecedor recebe as informações/pedidos?	As informações são passadas via <i>e-mail</i> e fax, e na seqüência o fabricante de esquadrias envia um engenheiro responsável para conferir as informações " <i>in loco</i> ".

A PÊNDICE B

**ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO
MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO**

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

I	PROCESSOS DE EXPEDIÇÃO	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
1	Quem são os clientes do produto final?	Construtora
2	Qual a frequência de entrega para o cliente?	No caso edifício escolhido, foram programadas 6 entregas.
3	Qual a demanda do produto por cliente? (apenas da obra escolhida)	Para o edifício SOHO Campinas foram demandas 660 esquadrias para os apartamentos e mais esquadrias de tamanhos diversos para o <i>hall</i> de entrada e área de lazer localizada no térreo, mas para o caso de estudo só foram acompanhadas as esquadrias instaladas nos apartamentos (tipo 1 e tipo 2).

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

II	PROCESSOS DE PRODUÇÃO	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
	EMBALAGEM	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
4	Qual o tempo de ciclo? (T/C)	1.45 minutos / esquadria
5	Qual o tempo de troca de ferramentas (<i>setup</i>)? (T/R)	Sem troca de ferramentas, pois a embalagem é feita manualmente.
6	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	Não aplicável.
7	Quantas pessoas estão envolvidas no processo?	Estão envolvidas 4 pessoas (operadores da fábrica de esquadrias).
8	Quantas peças existem antes e depois do processo?	O processo de embalagem inicia-se após a conclusão do último processo de produção, a montagem. Na análise deste estudo foi identificado um lote de 200 jogos de esquadrias aguardando o processo de embalagem.
9	Como o operador sabe o que produzir em seguida	Existem procedimentos escritos para auxiliar os operadores na execução de suas tarefas.

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

	MONTAGEM	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
10	Qual o tempo de ciclo ? (T/C)	4.35 minutos / esquadria
11	Qual o tempo de troca de ferramentas (setup)? (T/R)	Não aplicável. As montagens dos últimos detalhes das esquadrias são feitos manualmente.
12	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	Não aplicável. Montagem manual.
13	Quantas pessoas estão envolvidas no processo ?	Estão envolvidas seis pessoas (operadores da própria fabrica de esquadrias).
14	Quantas peças existem antes e depois do processo ?	O lote de esquadrias aguardando montagem era de 50 jogos e 200 esquadrias aguardando a embalagem.
15	Como o operador sabe o que produzir em seguida?	Existem procedimentos escritos para auxiliar os operadores na execução de suas tarefas.

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

	USINAGEM	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
16	Qual o tempo de ciclo ? (T/C)	17.70 minutos / esquadria
17	Qual o tempo de troca de ferramentas (setup)? (T/R)	Para efetuar a troca de ferramentas para iniciar a produção de esquadrias com perfis diferentes, o setup das máquinas em média é de 2 horas para cada máquina.
18	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	Neste processo são utilizadas 6 máquinas.
19	Quantas pessoas estão envolvidas no processo?	Estão envolvidas 4 pessoas (operadores da própria fábrica de esquadrias de alumínio).
20	Quantas peças existem antes e depois do processo ?	O lote de esquadrias aguardando usinagem era de 50 jogos e 50 esquadrias aguardando a montagem.
21	Como o operador sabe o que produzir em seguida ?	Existem procedimentos escritos para auxiliar os operadores na execução de suas tarefas.

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

	INSTALAÇÃO DE ACESSÓRIOS	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
22	Qual o tempo de ciclo ? (T/C)	4.35 minutos / esquadria
23	Qual o tempo de troca de ferramentas (<i>setup</i>)? (T/R)	Não aplicável. A instalação de acessórios em cada uma das esquadrias é feita manualmente de acordo com projeto definido pelo arquiteto e verificado pela fábrica.
24	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	Não aplicável. O processo de instalação é feito manualmente.
25	Quantas pessoas estão envolvidas no processo?	Estão envolvidas 6 pessoas (operadores da própria fábrica de esquadrias).
26	Quantas peças existem antes e depois do processo?	O lote de esquadrias aguardando a instalação de acessórios era de 200 jogos e 50 jogos aguardando a usinagem.
27	Como o operador sabe o que produzir em seguida ?	Existem procedimentos escritos para auxiliar os operadores na execução de suas tarefas.

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

	CORTE E DOBRA	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
28	Qual o tempo de ciclo? (T/C)	4.35 minutos / esquadria
29	Qual o tempo de troca de ferramentas (<i>setup</i>)? (T/R)	Para efetuar a troca de ferramentas para iniciar a produção de esquadrias com perfis diferentes, o <i>setup</i> das máquinas em média é de 2 horas para cada máquina.
30	Qual o tempo de disponibilidade do equipamento? (disp.)	No processo de corte e dobra estão envolvidas 3 máquinas.
31	Quantas pessoas estão envolvidas nos processos?	Estão envolvidas 4 pessoas (operadores da própria fábrica de esquadrias de alumínio).
32	Quantas peças existem antes e depois do processo?	Não existem peças antes deste processo, pois os perfis chegam do fabricante de perfis diretamente para a fabrica de esquadrias, depois deste processo existe um estoque com cerca de 200 estruturas prontas para receberem os acessórios.

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL DO FABRICANTE DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

III	PROCESSO DE RECEBIMENTO	FABRICANTE DE ESQUADRIAS
34	Quem são os principais fornecedores?	A fábrica de perfis (Sorocaba-S.P)
35	Qual a frequência de entrega?	As entregas da fábrica de perfis normalmente são conforme programação do fabricante de esquadrias, mas em média é entregue cerca de 2000 toneladas de alumínio em perfis, duas vezes por semana.
36	Contar quantas peças estão no almoxarifado.	Na visita foi verificado um estoque de aproximadamente 3,5 toneladas de perfis de alumínio.
37	Como o fornecedor recebe as informações/pedidos?	As informações são passadas via e-mail e fax para o fabricante de perfis, entretanto existe já uma previsão de demanda, sendo que qualquer alteração nesta previsão é informada a fábrica por meio de e-mail ou telefone.

A PÊNDICE C

CÁLCULO DO TAKT TIME

APÊNDICE C - CÁLCULO DA TAKT TIME

1. TAKT TIME PARA INSTALAÇÃO DE CONTRAMARCOS

Considerando :

- Tempo planejado em cronograma para a instalação de todos os contramarcos = 1 mês (20 dias úteis)
- Peso médio de um contramarco = 4 quilos (conforme Tabela de esquadrias instaladas em obra no anexo)
- 1 mês = 20 dias úteis
- 1 dia = 8.8 horas trabalhadas
- 1 hora = 60 minutos

Tempo estimado para a instalação de todos os contramarcos = 20 dias x 8.8 horas x 60 minutos = 10.560 minutos.

Takt time para a instalação de todos os contramarcos = $10.560 / 427$ contramarcos = 24 minutos / contramarco.

APÊNDICE C - CÁLCULO DA TAKT TIME

2. TAKT TIME PARA INSTALAÇÃO DE ESQUADRIAS

Considerando :

- Tempo planejado para a instalação de todas as esquadrias de alumínio = 2 mês (40 dias úteis)
- Peso médio de um contramarco = 18 quilos (conforme TABELA de esquadrias instaladas em obra no anexo)
- 1 mês = 20 dias úteis
- 1 dia = 8.8 horas trabalhadas
- 1 hora = 60 minutos

Tempo estimado para a instalação das esquadrias de alumínio na obra = 40 dias x 8.8 horas x 60 minutos = 21120 minutos.

Takt time para a instalação de esquadrias = 21120 minutos / 427 esquadria = 49.5 minutos / esquadrias.

Takt time da instalação da esquadria = 1 esquadria instalada a cada 49.5 minutos.

APÊNDICE C - CÁLCULO DA TAKT TIME

3. TAKT TIME PARA A PRODUÇÃO DE ESQUADRIAS

Considerando :

- Tempo planejado para a fabricação de esquadrias = 1 mês (20 dias úteis)
- Peso médio de uma esquadria (Obra) = 18 quilos
- 1 mês = 20 dias úteis
- 1 dia = 8.0 horas trabalhadas
- Horário de almoço = 1 hora

1 hora = 60 minutos

Tempo estimado para a fabricação de todas as esquadrias = 20 dias x 8.0 horas x 60 minutos – 20 x 1 hora x 60 = 9.360 minutos.

Produção estimada do fabricante de esquadrias = 10.000 quilos / mês.

Peso médio de uma esquadria utilizada pela Construtora = 18 quilos.

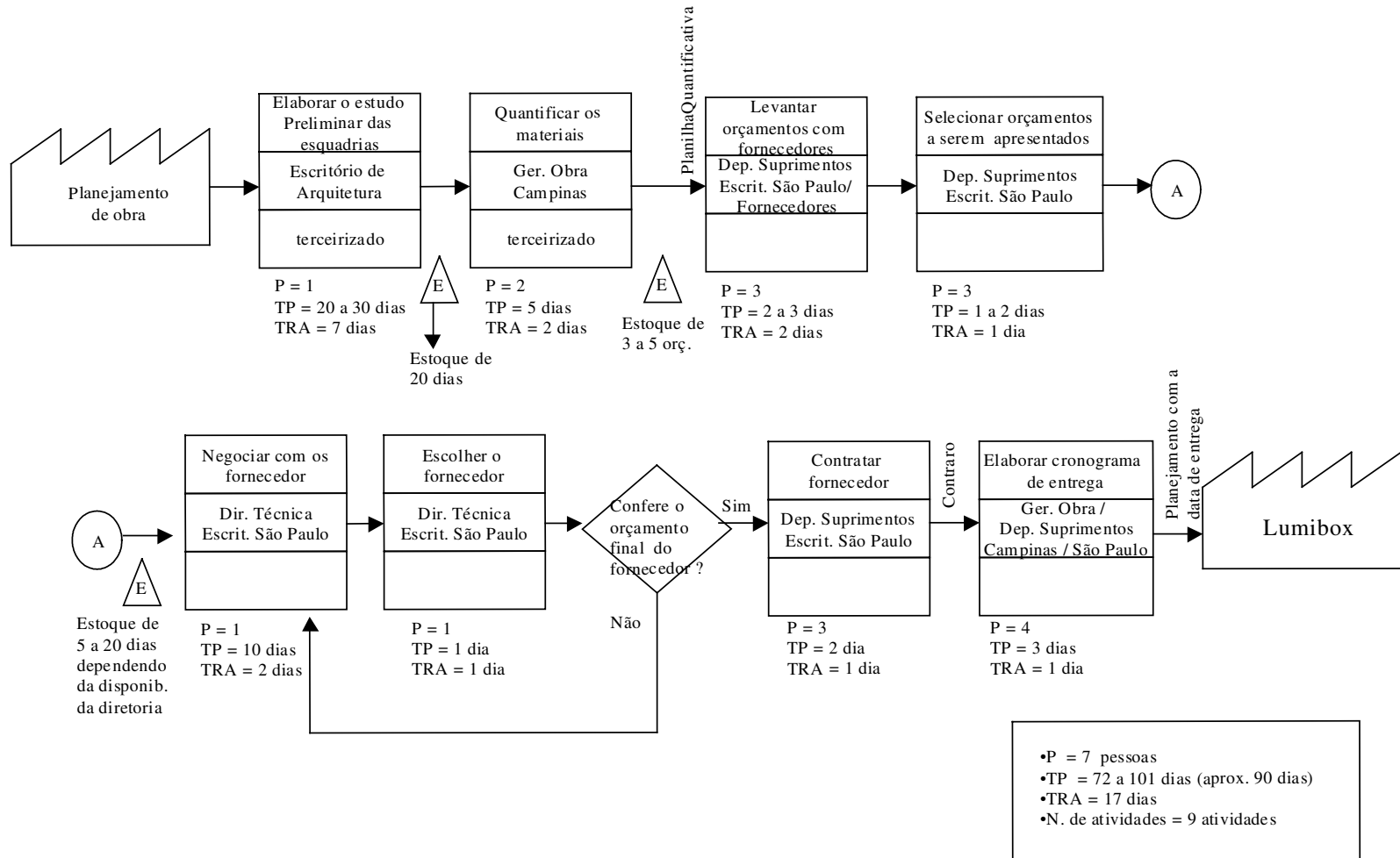
$Takt\ time = 10\ 000\ quilos / 9.360\ minutos = 1.06\ quilo\ de\ alumínio\ processado / minuto.$

$Takt\ time\ para\ a\ fabricação\ de\ uma\ esquadria = 1.08 \times 18\ quilos = 19\ minutos / esquadria.$

A PÊNDICE D

MAPA ADMINISTRATIVO DO ESTADO ATUAL DA CONSTRUTORA

Mapa Administrativo do Estado Atual da Construtora Do Planejamento ao Pedido de Fabricação de Esquadrias



GLOSSÁRIO

TERMOS LEAN PARA O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (LÉXICO LEAN, 2003)

DESPERDÍCIO – Qualquer atividade que consome recurso mas não cria valor para o cliente.

EXCESSO DE PRODUÇÃO - Produzindo mais, ou mais rápido que o requerido pelo processo seguinte.

FAMÍLIA DE PRODUTO - Um grupo de produtos que passam pelo mesmo (ou similar) processo, equipamento ou “montagem”.

FIFO – Quer dizer “Primeiro que entra, primeiro que sai”, o que significa que o material produzido por um processo é usado na mesma ordem pelo processo seguinte. FIFO é uma maneira de regular uma fila entre dois processos desacoplados quando o supermercado ou fluxo contínuo são impraticáveis. Uma fila FIFO se completa, o processo fornecedor deve parar de produzir até que o processo cliente. Quando uma fila FIFO se completa, o processo fornecedor deve parar de produzir até que o processo cliente tenha usado algumas peças de estoque. FIFO é algumas vezes chamado de “CONWIP” ou “Constant Work in Process”.

FLUXO – O objetivo principal de todo esforço enxuto, e um dos conceitos chave que passou diretamente de Henry Ford para Taiichi Ohno (Gerente de Produção da Toyota após a World War II). Ford reconheceu que, idealmente, a produção deve fluir continuamente por todo o caminho desde a matéria-prima até o cliente e imaginou realizar este ideal através do sistema de produção que funcionasse como uma longa esteira.

FLUXO DE VALOR – Todas as atividades que agregam valor ou não, requeridas para fazer um produto desde a matéria-prima até as mãos do cliente, uma demanda do cliente desde o pedido até a entrega e um projeto desde o conceito até o lançamento.

Melhorias no Fluxo de Valor normalmente começam no nível de porta-a-porta na fábrica e então expandem-se para eventualmente atingir o fluxo completo.

GERENTE DO FLUXO DE VALOR – Pessoa responsável pela criação do mapa de estado futuro e liderança na implementação do estado futuro para uma família de produtos particular. Faz as mudanças acontecer além dos limites departamentais e funcionais.

HEIJUNKA - O ato de nivelar a variedade e/ou volume de itens produzidos por um processo em um período de tempo. Usado para evitar lotes excessivos de tipos de produtos e/ou flutuações de volume, especialmente no processo puxador.

JUST-IN-TIME – Produzindo ou transportando somente os itens que são necessários para o processo seguinte quando ele estiver precisando e na quantidade certa.

KAIZEN – Continuamente melhorando em pequenos passos.

KAIZEN DE PROCESSO – Melhorias feitas em um processo individual ou em uma área específica. Algumas vezes chamado de “*Kaizen Popular*”.

KAIZEN DE SISTEMA – Melhoria que visa um fluxo de valor completo.

KANBAN – Um dispositivo sinalizador que fornece instruções para a produção ou transporte de itens em um sistema puxado. Pode também ser usado para realizar um *kaizen* através da redução do número de cartões em circulação, o que realça os problemas na produção.

LOOPS DO FLUXO DE VALOR – Segmentos de um fluxo de valor cujos limites são tipicamente marcados pelos supermercados. Dividir um fluxo de valor em *loops* é uma maneira de dividir a implementação em partes administráveis.

LOTE-E-FILA – Produzir mais do que uma peça de um item e mover esses itens para o próximo operador antes mesmo dele realmente precisar. Assim, os itens esperam em um fila. Também chamada de “Lote-e-empurra”. Contrasta com o fluxo contínuo.

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – Uma ferramenta usando lápis-e-papel em dois estágios:

Siga um caminho de produção de um produto do início ao fim e desenhe uma representação visual para todos os processos do fluxo de material e informação.

Então desenhe o mapa do estado futuro de como o fluxo deveria ser. O mapa mais importante é o mapa do estado futuro.

MILK RUN – Definir a rota de um veículo de entrega para possibilitar retiradas ou entregas em várias localizações em um única rota de viagem, o oposto de fazer viagens individuais para cada localidade.

MOVIMENTADORES DE MATERIAL – Pessoas de suporte à produção que se movimentam repetidamente por rotas planejadas dentro da fábrica para transferir materiais e peças em resposta aos sinais de puxar, e fazer a retirada compassada de produtos acabados no processo puxador.

MRP (*MATERIAL REQUERIMENTS PLANNING*) – Um sistema computadorizado tipicamente usado para determinar a quantidade e o tempo necessários para entrega e produzir itens. Usando o MRP especificamente para programar a produção nos processos em um fluxo de valor resulta em uma produção empurrada, porque qualquer programação predeterminada é somente uma previsão do que o processo seguinte irá precisar.

MRP II (*MANUFACTURING RESOURCE PLANNING*) – Expande o MRP para incluir planejamento da capacidade, uma interface financeira para traduzir o planejamento das operações em termos financeiros e uma ferramenta de simulação para fornecer planos de produção alternativos.

MUDA – palavra japonesa para definir desperdício, veja desperdício.

PROCESSOS DE FABRICAÇÃO – Partes do Fluxo de valor que atendem às necessidades de clientes internos. Processos de Fabricação são geralmente caracterizados por equipamentos não dedicados que se ajustam para fazer uma variedade de componentes para processos posteriores diferentes. Compare ao “processo puxador”.

PRODUÇÃO EM FLUXO CONTÍNUO - Significa que itens são produzidos e movimentados de uma etapa do processo para a próxima uma-peça-de-cada-vez. Cada processo faz somente uma peça que o processo seguinte necessita e o lote de transferência é de uma peça. Também chamado de “fluxo simples de peça” ou “fluxo de uma peça só”. Contrasta com o lote-e-fila.

PRODUÇÃO NIVELADA – Veja o significado de *Heijunka*.

RETIRADA COMPASSADA - Uma seqüência padronizada de retirada do produto acabado do processo puxador. É uma ferramenta para dar ritmo a um processo de montagem e alertar para os problemas de produção em um intervalo “*pitch*”.

SUPERMERCADO - Um estoque controlado de itens usado para programar a produção em um processo anterior.

SISTEMA PUXADO – Uma alternativa para programar processos individuais onde o processo cliente retira os itens necessários de um supermercado e o processo fornecedor produz para recolocar o que foi retirado. Usado para evitar o sistema empurrado. Veja também *kanban*.

TEMPO DE CICLO – Com que frequência um item ou produto é feito por um processo e cronometrado por observação direta. Também, o tempo que o operador leva para realizar todos os elementos do trabalho antes de repeti-los.

TEMPO DE FILA – O tempo que um produto leva esperando em linha pelo próximo passo de processamento.

TEMPO DE PROCESSAMENTO – O tempo que um produto realmente está sendo trabalhado em uma máquina ou área de trabalho

TEMPO DE PRODUÇÃO (*Lead Time*) – O tempo necessário para uma peça percorrer todo o caminho através de um processo ou fluxo de valor, do início ao final. Imagine cronometrar um item marcado se movendo do início ao fim do processo.

TEMPO DE AGREGAÇÃO DE VALOR – tempo dos elementos de trabalho que transformam o produto de uma maneira que o cliente esteja disposto a pagar.

TEMPO *TAKT* – O ritmo da demanda do cliente. Com que frequência o cliente requer um item completo. O tempo *Takt* é usado para projetar processos de montagem e puxadores para avaliar as condições de produção, para calcular o *Pitch*, para desenvolver a dimensão da embalagem e as rotas do movimentador de materiais, para determinar o tempo de resposta a um problema e assim por diante. O *Takt* é a batida do coração do sistema enxuto. Tempo *Takt* é calculado dividindo-se o tempo de produção pela quantidade requerida pelo cliente naquele tempo.

TPTI – Refere-se a “toda-peça-todo intervalo” que é uma medida do tamanho do lote de produção. Por exemplo, se uma máquina é capaz de realizar uma troca e produzir a quantidade solicitada de todos os tipos de peça que ela é dedicada dentro de 3 dias, então o tamanho do lote de produção para cada tipo individual de peça será algo em torno de três dias equivalente em peças. Deste modo, esta máquina está fazendo toda peça todo intervalo de três dias.

TROCA – Quando uma parte de um equipamento deve parar o que está produzindo em função de ajustar-se para fabricar um item diferente. Por exemplo, a instalação de uma ferramenta de processamento diferente em uma prensa, uma cor de tinta diferente num sistema de pintura, uma nova resina de plástico e molde em uma máquina injetora, carregando outro software, e assim por diante.

VALOR – A capacidade de um produto ou serviço de prover para um cliente no tempo certo, num preço apropriado, como definido em cada caso pelo cliente.

WIP – Estoque em processo. Qualquer estoque entre a matéria prima e o produto acabado.