

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

FERNANDA PASQUALINI

**FLUXO DE VALOR NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES
HABITACIONAIS: ESTUDO DE CASO EM UMA
CONSTRUTORA DE PORTO ALEGRE/RS**

Porto Alegre, 2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FERNANDA PASQUALINI

**FLUXO DE VALOR NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES
HABITACIONAIS: ESTUDO DE CASO EM UMA
CONSTRUTORA DE PORTO ALEGRE/RS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak

Porto Alegre, 2005

TRABALHO APRESENTADO EM BANCA E APROVADO POR:

Prof. Dr. Carlos Torres Formoso

Prof. Dr. Antônio Domingos Padula

Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento

Conceito Final:

Porto Alegre, 08 de abril de 2005.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak

Aluna: Fernanda Pasqualini

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida....

...meu esposo, Jean...

.... meus pais, Carmen e Daltro...

.... minha mana e amiga, Mônica...

AGRADECIMENTOS

A vida é feita de momentos. Durante esses dois anos de mestrado foram muitos os momentos vividos e foram muitas as pessoas que de alguma forma contribuíram para somar as alegrias e também para dividir as ansiedades e dificuldades. Em especial gostaria de agradecer:

* Ao professor Dr. Paulo Antônio Zawislak pela orientação, pelas oportunidades de aprendizado e pela amizade;

* Aos professores Dr. Carlos Torres Formoso, Dr. Antônio Domingos Padula e Dr. Luis Felipe Nascimento, por aceitarem participar da minha banca de defesa de dissertação;

* A empresa pesquisada que me deu amplo acesso às informações necessárias para a realização da pesquisa e onde fui muito bem recebida. Em especial, agradeço aos sócios-proprietários Flávio e Cláudio, ao estagiário Diogo e a todo o pessoal da obra, que me ajudaram sempre que preciso;

* Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo subsídio dos meus estudos;

* Ao Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) da UFRGS pela oportunidade, seriedade e qualidade, traduzidas nos seus professores e funcionários;

* A professora Dra. Edi Madalena Fracasso pela inspiração, pelo carinho, pelo sorriso e pelo abraço;

* A todos os colegas da turma PPGA 2003 e em especial aos colegas do mestrado do NITEC pela amizade compartilhada;

* As minhas colegas que se tornaram grandes amigas, Cariza e Mariana. A amizade, as conversas e o apoio de vocês foi essencial durante esses dois anos...e posso dizer de antemão que vou sentir muita saudade!!!

* Aos amigos “adquiridos” nos corredores do PPGA que contribuíram para esta caminhada sem muitas vezes perceberem. Agradeço em especial a Sílvia Poledna e ao Giuliano Marodin;

* Ao Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), em especial ao Prof. Dr. Carlos Torres Formoso e à doutoranda Dayanna pelas dicas de bibliografia e por estarem sempre à disposição para qualquer dúvida. E também ao meu amigo e hoje mestre em engenharia civil, Tiago, pelas conversas, pela ajuda e pelo apoio;

* A minha família querida....agradeço pelo amor, pelo apoio, pela compreensão e pela disposição para me ouvir e ajudar;

* A Deus que esteve ao meu lado em todos os momentos.

“A necessidade é a mãe da invenção”

Taiichi Ohno

RESUMO

Diante do aumento da competição no mercado de edificações habitacionais, o paradigma de produção tradicional da construção apresenta limitações, pois resulta em um elevado índice de desperdícios, com altos custos de produção, baixa qualidade e atrasos na entrega dos produtos. A Produção Enxuta, como um paradigma de produção que busca eliminar os desperdícios para que os custos de produção diminuam, a qualidade dos produtos e a rapidez com que são entregues sejam melhores, apresenta-se com potencial de reduzir as ineficiências da construção. As idéias da Produção Enxuta têm sido introduzidas na construção desde 1993, originando a Construção Enxuta. Apesar de estudos demonstrarem bons resultados na introdução dessas idéias na construção, observa-se que tais esforços têm-se voltado mais para uma implementação isolada e pontual, limitando assim a possibilidade de melhorias ao longo do fluxo de valor. Na tentativa de reverter este quadro, o objetivo principal deste trabalho é visualizar o processo produtivo da construção de modo sistêmico, ou seja, do seu fluxo de valor. E assim, identificar os seus principais problemas e desperdícios e propor ações de melhoria, visando uma implementação sistêmica da Produção Enxuta. Para visualização do fluxo de valor utiliza-se a ferramenta chamada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). Utilizado na manufatura como forma de iniciar a implementação da Produção Enxuta nas empresas, o MFV possibilita uma visualização sistêmica da produção, relacionando o processo produtivo com os clientes e fornecedores, a identificação dos desperdícios e a proposição de melhorias. Devido às diferenças entre construção e manufatura, foram necessárias adequações no MFV para sua aplicação na construção. O estudo foi realizado em uma construtora de edificações habitacionais de Porto Alegre/RS e em função do longo período de construção, a aplicação do MFV ocorreu somente na etapa da alvenaria. A partir da visualização sistêmica da alvenaria foi identificada uma série de problemas e desperdícios e propostas ações de melhorias, almejando a implementação da Produção Enxuta ao longo do fluxo de valor. Entre as melhorias que se mostraram possíveis tem-se a redução do *lead time* de produção, um processo produtivo mais fluido, a redução dos estoques, o melhor aproveitamento da mão-de-obra e a melhor interação com os diversos agentes que fazem parte da construção como, por exemplo, os clientes, os arquitetos e os fornecedores.

Palavras-chave: *Desperdícios, Produção Enxuta, Construção Enxuta, implementação sistêmica, Mapeamento do fluxo de valor*

ABSTRACT

The increasing competition in the housing construction market presents limitations to the traditional production paradigm in construction; it therefore results in high waste levels, high production costs, low quality and delays in product delivery. Lean Production is presented with potential to reduce the inefficiencies of construction, as a production paradigm which aims to eliminate wastes so that production costs can be reduced and product quality and the rapidity with which they are delivered can be increased. The ideas of Lean Production have been introduced in construction since 1993, originating Lean Construction. Although studies have demonstrated good results in the introduction of these ideas in construction, it is observed that such efforts have been directed toward an isolated and punctual implementation, thus limiting the possibility of improvements along the value flow. In attempt to reverse this picture, the main objective of the present work is to visualize the productive process of construction in a more systematic way, considering its value flow, and thus identifying its main problems and wastes, considering improvement actions, aiming a systemic implementation of Lean Production. To visualize the value flow a tool called Value Stream Mapping (VSM) is used. Used in manufacturing to initiate the implementation of Lean Production in companies, VSM makes possible a systemic visualization of production, relating the productive process with customers and suppliers, identifying wastes and proposing improvements. Because of the differences between construction and manufacturing, some adaptations in VSM were necessary for its application in construction. The study was conducted in a housing construction company from Porto Alegre/RS and, because of the long construction period, VSM application occurred only during the masonry stage. Regarding the systemic visualization of the masonry, a series of problems and wastes were identified, and proposals of improvements were made, aiming the implementation of Lean Production along the value flow. Among the possible improvements were reduction of lead time, a more fluid productive process, stock reduction, better use of man power and a more satisfactory interaction with the many agents who are part of the construction such as customers, architects, and suppliers.

Key-words: *Waste, Lean Production, Lean Construction, systemic implementation, Value Stream Mapping*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 1 - | A indústria da construção civil..... | 18 |
| Figura 2 - | Características da construção de edificações habitacionais..... | 24 |
| Figura 3 - | Peculiaridades da produção da construção de edificações habitacionais.. | 29 |
| Figura 4- | O conceito de transformação e conversão..... | 30 |
| Figura 5 - | A construção de edificações habitacionais..... | 31 |
| Figura 6 - | O Sistema Toyota de Produção..... | 35 |
| Figura 7- | Princípios e ferramentas da Produção Enxuta..... | 39 |
| Figura 8 - | O conceito de fluxo..... | 48 |
| Quadro 1 - | Peculiaridades da construção e os desperdícios..... | 49 |
| Figura 9 - | Desperdícios e custos de produção na construção..... | 49 |
| Quadro 2 - | Diferenças entre manufatura e construção..... | 50 |
| Figura 10 - | Esforços de implementação da Produção Enxuta na construção..... | 52 |
| Figura 11 - | Desenho da Pesquisa..... | 54 |
| Figura 12 - | Grandes etapas de uma obra..... | 59 |
| Quadro 3 - | Dados a serem coletados referente à demanda dos clientes..... | 63 |
| Quadro 4 - | Dados a serem coletados referente à produção..... | 63 |
| Quadro 5 - | Dados a serem coletados referente ao fornecimento de matérias-primas..... | 63 |
| Quadro 6 - | Dados coletados referente à demanda dos clientes..... | 71 |
| Figura 13 - | Demarcação alvenaria..... | 72 |
| Figura 14 - | Elevação alvenaria..... | 73 |
| Figura 15 - | Elevação alvenaria usando andaime..... | 73 |
| Figura 16 - | Encunhamento externo..... | 74 |
| Figura 17 - | Encunhamento interno..... | 75 |
| Quadro 7 - | Dados coletados referente à execução da alvenaria..... | 78 |
| Figura 18 - | Andamento da alvenaria ao longo do tempo – Estado Atual..... | 79 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Quadro 8 - | Dados coletados referente à produção da alvenaria..... | 81 |
| Figura 19 - | “Telefone” da obra..... | 82 |
| Figura 20 - | Posto de produção de argamassa – Betoneira..... | 83 |
| Figura 21 - | Estoque de cimento..... | 84 |
| Figura 22 - | Estoque de blocos cerâmicos..... | 85 |
| Figura 23 - | Estoque de tijolos maciços – duplo e simples..... | 86 |
| Figura 24 - | Estoque de areia..... | 86 |
| Quadro 9 - | Dados coletados referente ao fornecimento de insumos – cimento..... | 88 |
| Figura 25 - | Mapa do Estado Atual – alvenaria média por pavimento..... | 89 |
| Figura 26 - | Relação entre T/C médio e <i>takt time</i> demarcação..... | 93 |
| Figura 27 - | Relação entre T/C médio e <i>takt time</i> elevação..... | 93 |
| Figura 28 - | Relação entre T/C médio e <i>takt time</i> encunhamento..... | 93 |
| Figura 29 - | Andamento da alvenaria ao longo do tempo – Estado Futuro “1” | 96 |
| Figura 30 - | Andamento da alvenaria ao longo do tempo – Estado Futuro “2”..... | 101 |
| Figura 31 - | Carrinho com argamassa..... | 103 |
| Figura 32 - | Preenchimento dos furos dos blocos com argamassa..... | 104 |
| Quadro 10 - | Principais problemas e desperdícios e melhorias propostas..... | 105 |
| Figura 33 - | Mapa do Estado Futuro– alvenaria média por pavimento..... | 106 |
| Figura 34 - | MFV na construção de edificações habitacionais..... | 112 |
| Figura 35 - | Supermercado de cimento..... | 115 |
| Figura 36 - | Mini-planta utilizada nos pavimentos..... | 116 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| BNH - | Banco Nacional de Habitação |
| CUB - | Custo Unitário Básico |
| GM - | General Motors |
| IGLC - | International Group for Lean Construction |
| JIT - | Just in Time |
| MFV - | Mapeamento do Fluxo de Valor |
| MIT - | Massachusetts Institute of Technology |
| SFH - | Sistema Financeiro de Habitação |
| STP - | Sistema Toyota de Produção |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| | RESUMO..... | 7 |
| | ABSTRACT..... | 8 |
| | LISTA DE ILUSTRAÇÕES..... | 9 |
| | LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... | 11 |
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2 | A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS..... | 18 |
| 2.1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS..... | 19 |
| 2.1.1 | Empresas..... | 19 |
| 2.1.2 | Clientes..... | 21 |
| 2.1.3 | Fornecedores..... | 22 |
| 2.1.4 | Intermediários..... | 23 |
| 2.2 | PECULIARIDADES DA ATIVIDADE PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS..... | 24 |
| 2.2.1 | Projetos..... | 25 |
| 2.2.2 | O canteiro de obras..... | 26 |
| 2.2.3 | Organização da produção e do trabalho..... | 27 |
| 2.2.4 | Métodos Produtivos..... | 28 |
| 2.3 | O PARADIGMA DE PRODUÇÃO TRADICIONAL DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS..... | 29 |
| 3 | A PRODUÇÃO ENXUTA: PRINCÍPIOS E IMPLEMENTAÇÃO..... | 32 |
| 3.1 | A PRODUÇÃO ENXUTA..... | 33 |
| 3.1.1 | O Sistema Toyota de Produção..... | 34 |
| 3.1.2 | Conceito e Princípios da Produção Enxuta..... | 37 |
| 3.1.3 | Implementação da Produção Enxuta e o MFV..... | 40 |
| 4 | A CONSTRUÇÃO ENXUTA..... | 46 |
| 4.1 | A PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS..... | 47 |

| | | |
|-------|---|------------|
| 4.2 | IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA..... | 50 |
| 5 | METODOLOGIA..... | 53 |
| 5.1 | ESTRATÉGIA DE PESQUISA..... | 53 |
| 5.2 | DELINEAMENTO DO ESTUDO..... | 54 |
| 5.2.1 | Seleção da empresa..... | 55 |
| 5.2.2 | Estudo exploratório..... | 57 |
| 5.2.3 | Coleta de Dados..... | 65 |
| 5.2.4 | Análise dos Dados..... | 67 |
| 6 | FLUXO DE VALOR NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS..... | 68 |
| 6.1 | MAPA DO ESTADO ATUAL..... | 68 |
| 6.1.1 | Clientes..... | 68 |
| 6.1.2 | Produção da alvenaria..... | 71 |
| 6.1.3 | Fornecimento de matérias-primas..... | 81 |
| 6.2 | ANÁLISE DO MAPA DO ESTADO ATUAL..... | 91 |
| 6.2.1 | Clientes..... | 92 |
| 6.2.2 | Produção da alvenaria..... | 95 |
| 6.2.3 | Fornecimento de matérias-primas..... | 102 |
| 6.3 | MAPA DO ESTADO FUTURO..... | 106 |
| 7 | CONCLUSÕES..... | 110 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 119 |
| | ANEXOS..... | 124 |
| | ANEXO A – ÍCONES PADRONIZADOS PARA MFV – ESTADO ATUAL..... | 124 |
| | ANEXO B – ÍCONES PADRONIZADOS PARA MFV – ESTADO FUTURO..... | 125 |
| | ANEXO C - PLANILHAS UTILIZADAS PARA AS MEDIÇÕES..... | 126 |
| | ANEXO D – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA O MFV..... | 127 |

1 INTRODUÇÃO

O aumento da competição entre as empresas pode ser percebido em praticamente todas as indústrias. São diversas empresas disputando mercados cada vez mais restritos, variados e exigentes. Saem vencedoras as empresas que conseguem entregar aos consumidores produtos que se encaixem às suas expectativas em termos de preço, qualidade e disponibilidade. Essa situação também tem sido observada na construção de edificações habitacionais.

A construção de edificações habitacionais é o segmento da indústria da construção civil responsável pela produção de casas e prédios residenciais e, apesar de ser uma indústria extremamente importante ao desenvolvimento econômico e social do país, tem sido amplamente conhecida por uma série de problemas, como os altos índices de desperdícios, resultando em altos custos, baixa qualidade dos produtos e atrasos na entrega dos imóveis. Uma pesquisa realizada pela Folha de São Paulo (2004) mostra que o atraso na entrega das chaves é o campeão de queixas no Procon-SP. Também fazem parte da “lista de reclamações” defeitos como infiltrações e a ausência de itens previstos no Memorial Descritivo do prédio. A pesquisa conclui que o encantamento e a sensação de sonho realizado após o recebimento de um imóvel novo duram, em média, 4,5 meses. Após esse prazo, nada menos do que a metade dos compradores experimenta problemas com a obra.

Esses problemas foram relativamente aceitos como parte do processo de construção e compra de um imóvel numa época em que poucas empresas concorriam por mercados mais amplos e com disponibilidade de recursos. Assim, tanto o mercado consumidor como, conseqüentemente, os construtores aprenderam a conviver com os problemas encontrados na construção, sendo que a situação “apagar incêndios” se tornou parte do dia-a-dia das construtoras.

Essa situação, entretanto, tem mudado. Tanto a escassez de recursos, que financiam o subsetor, quanto a crescente abertura do mercado brasileiro ao capital

estrangeiro, têm acirrado a competição entre as empresas (SOUZA, 2001). Somando-se a isto, desde a entrada em vigor, em 1991, do Código de Defesa dos Consumidores, os clientes da construção habitacional estão cada vez mais exigentes e atentos à qualidade e ao cumprimento dos preços e dos prazos de entrega dos imóveis. Diante desse contexto, torna-se urgente que as empresas que queiram competir nesse mercado adotem atitudes gerenciais capazes de tornar a construção mais eficiente e menos problemática.

Segundo Koskela (1992 e 2000), a origem da maioria dos problemas da construção deve-se, principalmente, ao paradigma de produção tradicionalmente utilizado pelo subsetor. Esse paradigma baseia-se no conceito de transformação e conversão e considera que a produção é um conjunto de atividades de conversão, que transforma os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação). Além dos processos não serem vistos como fluxos, ou seja, de não haver uma visão sistêmica e integrada das atividades que fazem parte da produção, sendo que cada pessoa ou equipe de trabalho focaliza-se somente em suas atividades, nesse paradigma todas as atividades são consideradas agregadoras de valor e os desperdícios resumem-se aos materiais que sobram ao final da obra (ISATTO, 2000). É justamente essa visão míope e isolada das atividades (e, conseqüentemente, dos desperdícios) que tem impedido muitas das melhorias no processo produtivo da construção.

Um paradigma de produção que vem se destacando, principalmente na indústria automobilística, pela sua capacidade de atender e adequar-se às exigências do mercado atual é a Produção Enxuta, ou "*Lean Production*". A Produção Enxuta pode ser considerada uma espécie de "ocidentalização" do Sistema Toyota de Produção (STP) e, como o próprio nome sugere, busca "enxugar" o processo produtivo das empresas para tentar produzir em fluxo somente o que é valor para os clientes. Para tanto, o seu objetivo fundamental é eliminar sistematicamente os desperdícios, porque eles indicam a existência de problemas no processo e aumentam os custos de produção. Embora a busca pela eliminação dos desperdícios não seja uma novidade na área de produção, a novidade está na visão mais ampla que estes passam a ter na Produção Enxuta, sendo entendidos como qualquer atividade realizada pela empresa que absorve recursos, mas não agrega valor, ou seja, não é percebida pelo cliente. Dessa forma, atividades como

tempo de espera, transportes de materiais, retrabalhos, estoques, etc., que ocupam grande parte do tempo de trabalho, passam a ser vistas como desperdícios e, portanto, passam a ser “atacadas”, ampliando a possibilidade de melhorias no processo produtivo (WOMACK e JONES, 1998).

É nesse sentido, pois, que a Produção Enxuta - como um paradigma de produção que considera o fluxo de valor (todas as atividades que agregam valor, ou não, necessárias para se fazer um produto desde a matéria-prima até o cliente), buscando eliminar os desperdícios (atividades que não agregam valor) para desenvolver um fluxo de valor “enxuto”, que produza somente o que o cliente quer (o que é percebido como “valor” por ele) - apresenta-se como um paradigma de produção com potencial de reduzir os problemas da construção habitacional.

As idéias da Produção Enxuta começaram a ser introduzidas na construção a partir dos anos 90, com o pesquisador finlandês Lauri Koskela. Desde então, pesquisadores da área e algumas empresas vêm tentando implementar e adequar a Produção Enxuta às características específicas da construção, que diferem da manufatura desde a relação com o mercado, com os fornecedores até o processo produtivo em si. Apesar dessas implementações e adequações terem demonstrado bons resultados, tem-se observado que elas estão muito mais voltadas para a adoção de algumas idéias e/ou ferramentas isoladas e pontuais do que para uma adoção mais sistêmica (PICCHI, 2003a e SALEM *et al*, 2004). Por não considerar o fluxo de valor, essas implementações não, necessariamente, “atacam” os principais problemas e desperdícios da construção e as melhorias alcançadas acabam sendo isoladas e pontuais. A questão passa a ser: o que fazer para reverter esse fato e conseguir implementar a Produção Enxuta de forma mais sistêmica, de modo a identificar os reais problemas e ineficiências da construção de edificações habitacionais e alcançar melhorias ao longo do fluxo de valor?

A partir desse questionamento, o objetivo geral deste estudo é visualizar o processo produtivo da construção de edificações habitacionais de modo sistêmico.

Para a visualização do fluxo de valor da construção de edificações habitacionais utiliza-se a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). Esta tem sido amplamente utilizada na manufatura como forma de iniciar a implementação da

Produção Enxuta e, por congregar os seus principais princípios, ajuda as empresas a visualizar o processo produtivo de forma sistêmica. A partir de então, é possível identificar os desperdícios, ou atividades que não agregam valor, existentes no processo produtivo e propor ações para reduzi-los ou até mesmo eliminá-los, para então produzir com fluxo somente o que é valor para o cliente (ROTHER e SHOOK, 1998). Dessa forma, o MFV pode ser considerado uma das “portas de entrada”, ou seja, uma espécie de “preparação” para a intervenção prática das demais ferramentas da Produção Enxuta, mostrando onde e como devem ser eliminados os desperdícios do processo. Além da vantagem de identificar os desperdícios e mostrar onde realmente devem ser feitas melhorias, o MFV é uma ferramenta relativamente fácil de aplicar e de baixo custo.

Como o MFV foi desenvolvido em um ambiente de manufatura e a sua aplicação na construção ainda é incipiente, o primeiro objetivo específico é adequar a ferramenta MFV às características da construção habitacional para, então, mapear o seu fluxo de valor; identificar os principais problemas e desperdícios existentes no seu processo produtivo; e, por fim, propor ações de melhoria com base nas idéias da Produção Enxuta.

De forma a dar consecução a este trabalho, o mesmo está dividido em sete capítulos, sendo que o primeiro é esta Introdução. O segundo capítulo apresenta as características gerais da construção de edificações habitacionais, as peculiaridades da sua atividade produtiva e o paradigma de produção tradicionalmente utilizado pelo subsetor. Ao mesmo tempo, aborda os principais problemas relativos a cada um desses tópicos. O terceiro capítulo apresenta o conceito, os princípios e a implementação da Produção Enxuta e, portanto, o MFV. A introdução da Produção Enxuta na construção, ou seja, a Construção Enxuta é discutida no quarto capítulo. O quinto capítulo aborda a metodologia utilizada na pesquisa e as adequações que foram feitas no MFV para a sua aplicação na construção. O sexto capítulo apresenta o caso da empresa pesquisada, o mapeamento do seu fluxo de valor, bem como os principais desperdícios identificados e as melhorias propostas. O trabalho encerra-se com a Conclusão, que é o sétimo capítulo e contém o fechamento do estudo, as limitações do mesmo e propostas de trabalhos futuros.

2 A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

A indústria da construção civil é, na verdade, um conglomerado de vários subsetores, geralmente divididos em edificações habitacionais, edificações comerciais, edificações industriais e construção de engenharia pesada, que embora compartilhem da atividade “construção”, diferem em muitos aspectos, como, por exemplo, o produto final, o mercado em que atuam, os métodos produtivos que utilizam e o nível tecnológico em que se encontram, conforme representado na Figura 1 (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL, 2000).

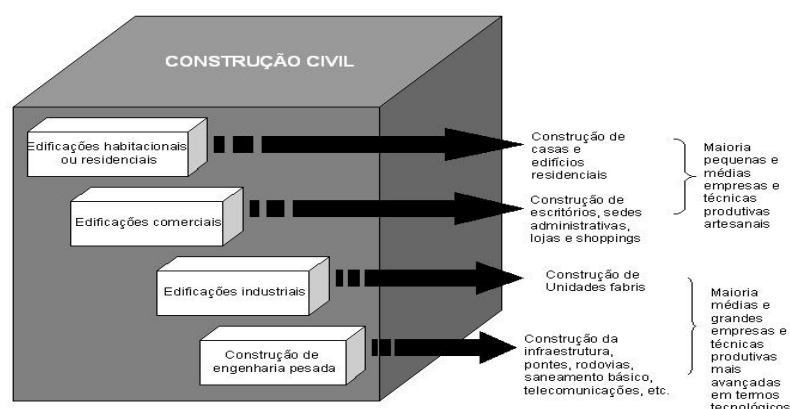


Figura 1 – A indústria da construção civil

Fonte: Elaborado a partir do Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil (2000)

A construção de edificações habitacionais é o segmento da indústria da construção civil que produz um dos bens de primeira necessidade: “a habitação”. Por envolver várias atividades em seu ciclo produtivo e empregar uma grande quantidade de mão-de-obra, principalmente de baixa qualificação, é extremamente importante no desenvolvimento econômico e social do país (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2004). Apesar dessa importância, esse segmento da construção civil possui uma série de

problemas e ineficiências (como os altos índices de desperdícios, resultando em altos custos, baixa qualidade dos produtos e atrasos na entrega dos imóveis) que, diante da atual configuração do mercado, têm comprometido a competitividade das empresas.

Este capítulo aborda as características gerais da construção de edificações habitacionais, bem como as peculiaridades da sua atividade produtiva e o paradigma de produção tradicionalmente utilizado pelo subsetor. Ao mesmo tempo, apresenta os seus principais problemas.

2.1 CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

Para Picchi (2003a), uma das características mais marcantes da construção de edificações habitacionais é a fragmentação, pois são diversas as empresas envolvidas no ciclo do produto, tais como: contratantes, projetistas, construtores, empreiteiros, subempreiteiros, fornecedores, etc. Como as etapas ao longo do ciclo do produto são interdependentes e o nível de gerenciamento global do processo é baixo ou inexistente, tem-se como resultado um processo em que a complexidade, a incerteza e os desperdícios imperam (BERTELSEN, 2002). A seguir, são apresentadas as características dos principais agentes desse subsetor.

2.1.1 Empresas

Atualmente, a construção de edificações habitacionais representa quase 73% das empresas de construção existentes no país (CEE/CBIC, 2002). Possivelmente, isso se deve ao fato de que existem poucas barreiras de entrada para as empresas, pois, além de as atividades produtivas serem amplamente conhecidas, não são altos os investimentos em equipamentos e materiais de escritório necessários para a sua instalação (CORTEZ *et al*, 2002). A maioria das empresas que atuam nesse

subsetor é genuinamente nacional e de pequeno porte (JACOSKI e LAMBERTS, 2002) e, além de construtoras, também são incorporadoras, ou seja, responsáveis pelo desenvolvimento, construção e administração do empreendimento. No entanto, é muito comum que, ao longo do processo, sejam contratadas, por empreitada, outras empresas para a realização de serviços específicos (projetos, serviços elétricos e hidráulicos, sondagens, terraplenagem, etc.) e até mesmo a própria mão-de-obra.

Em geral, existem duas modalidades de incorporação ou comercialização dos empreendimentos imobiliários: uma chamada “a Preço Fechado” e outra “a Preço de Custo”. No caso de “Preço Fechado”, a empresa orça o custo e o valor de venda final do empreendimento e, conseqüentemente, de cada unidade habitacional, assumindo o compromisso de construir pelo valor pré-estabelecido. O pagamento dos clientes não se altera de acordo com o que foi gasto na obra, somente é indexado conforme o CUB (Custo Unitário Básico), que é o índice utilizado pela indústria da construção civil para definir o custo de construção do metro quadrado. Já no caso de “Preço de Custo”, a empresa orça o custo e o valor de venda estimado do empreendimento e, também, de cada unidade habitacional. Nesta modalidade, o pagamento dos clientes varia de acordo com os gastos efetivamente realizados ao longo do processo de construção (OLIVEIRA, 1995).

Ambas as modalidades possuem vantagens e desvantagens. Se, por um lado, no “Preço Fechado” o cliente tem certeza do valor que irá pagar pelo seu imóvel, por outro lado este valor costuma ser um pouco maior. Isso porque o risco assumido pela construtora no “Preço Fechado” é maior, na medida em que quaisquer alterações nos custos orçados ficam por conta dela. Já em caso de “Preço de Custo”, embora o valor final do imóvel possa ser menor, o cliente é quem assume o risco de pagar mais ou menos pelo bem adquirido. A definição é dada pela proximidade entre o orçamento estimado e o orçamento realizado pela empresa.

Devido ao produto “edifício habitacional” ser caro e, portanto, difícil de ser adquirido para a grande maioria da população brasileira, é por meio dos financiamentos governamentais que esse subsetor tem sido historicamente impulsionado. A época áurea da construção habitacional ocorreu no início dos anos 70. Com a criação, em 1964, do Sistema Financeiro da Habitação (SFH) (gerido pelo

Banco Nacional de Habitação - BNH), houve uma grande disponibilidade de financiamentos para a construção de moradias populares e o conseqüente aumento da demanda (BARROS NETO, 1999). Esse ambiente favorável, no entanto, fez com que as empresas construtoras se acomodassem no que se refere a investimentos em melhorias no processo de produção ou em novas tecnologias, uma vez que os ganhos eram praticamente garantidos.

Já em meados dos anos 70, o cenário da construção habitacional brasileira começa a se modificar. A crise econômica mundial, gerada pela crise do petróleo, começa a refletir seus efeitos no Brasil, resultando na diminuição considerável do poder de investimento do Estado e na conseqüente redução dos financiamentos para o subsetor (tanto que, em 1986, houve o colapso do SFH e a extinção do BNH). Desde então, a quantidade de empreendimentos habitacionais que têm como fonte de recursos os financiamentos governamentais tem diminuído drasticamente. Em contrapartida, cada vez mais tem aumentado o número de empresas construtoras que autofinanciam seus empreendimentos. De acordo com pesquisa realizada pelo Jornal Zero Hora (2004), enquanto em 2001 apenas 36,39% dos empreendimentos habitacionais da cidade de Porto Alegre/RS eram financiados com recursos das próprias empresas construtoras, em 2004 este índice passou para 61,59%.

O autofinanciamento acirrou a competição pelo mercado “classe A”, uma vez que esse grupo possui melhores condições de pagamentos. Somando-se a isto e à escassez de recursos financeiros, o nível de exigência dos consumidores tem aumentado, desde a criação, em 1991, do Código de Defesa do Consumidor. O resultado é o aumento da competição entre as empresas de edificações habitacionais, exigindo que estas tomem atitudes gerenciais que as tornem capazes de competir nesse novo ambiente.

2.1.2 Clientes

Por se ocupar de produzir um bem durável e que exige grande quantidade de recursos por um período relativamente longo, a construção habitacional sofre grande

oscilação de demanda em função da conjuntura econômica, uma vez que investimentos dessa natureza são adiados em épocas de crise.

O mercado consumidor da construção de edificações habitacionais pode ser caracterizado como heterogêneo, pois apesar de o produto ser o mesmo, existem diferenças em relação às necessidades específicas de cada cliente. Sobre essa perspectiva, Mascaró e Mascaró (1980) observam que, enquanto uma parte dos clientes vê a habitação como um bem de primeira necessidade, outros a vêem mais como um bem de capital do que de uso, pelo fato de lhes interessar mais seu valor de revenda ou aluguel, ou seja, a rentabilidade do capital de que dispõem para investir.

Além disso, os clientes podem ser divididos em duas categorias, de acordo com a forma de compra do produto: alguns contratam uma construtora para a construção de um imóvel sob encomenda e outros compram um imóvel já em fase de construção ou pronto, como é o caso dos apartamentos produzidos em “série”. Apesar de os imóveis em “série” seguirem as especificações determinadas pela construtora, percebe-se uma crescente busca do mercado por empresas que possibilitam maior personalização do imóvel de acordo com os desejos do comprador.

2.1.3 Fornecedores

Da mesma forma que as empresas construtoras, a grande maioria das matérias-primas e dos insumos demandados pelo subsetor são disponíveis e produzidos no próprio país e podem ser caracterizados, essencialmente, como *commodities* (FLEURY e FLEURY, 2001 e FABRÍCIO, 2003). Em geral, os fabricantes de materiais para a construção podem ser divididos em produtores artesanais (tijolo, madeira, etc.) e produtores industrializados (cimento, aço, etc.). Enquanto o primeiro grupo, geralmente, é formado por muitas pequenas e médias empresas com poucos investimentos em tecnologia, poucas barreiras de entrada e baixo poder de barganha, o segundo grupo configura-se de forma oposta, com

poucas empresas de grande porte, altos investimentos em tecnologia, elevadas barreiras de entrada e alto poder de barganha. Individualmente, entretanto, esse poder de barganha é atenuado devido à homogeneidade dos produtos, de seu preço e ao baixo custo de mudança (CASTANHA *et al*, 2004).

Segundo Nakamura (2004), ao contrário de outros setores, na construção não é comum a gestão da cadeia de suprimentos. O fato de não existir a supremacia de uma empresa sobre os demais membros da cadeia, a falta de uma visão sistêmica da produção e a postura competitiva entre as empresas são algumas das barreiras para a implementação da gestão da cadeia de suprimentos da construção (HONG-MINH *et al.*, 2001 e ISATTO e FORMOSO, 2001). Por isso, Marder (2004) observa que a cooperação mútua e a comunicação são fundamentais para a constituição de uma cadeia de suprimentos no contexto da construção. Tal cooperação vai depender, por sua vez, da percepção, por parte de cada um dos possíveis membros, da possibilidade de ganhos que justifiquem os esforços e comprometimentos necessários a tal integração.

2.1.4 Intermediários

Conforme se observou anteriormente, ao longo de todo o ciclo da construção existem diversas empresas e agentes atuando, fazendo com que, além das empresas e agentes principais do processo (fornecedores, empresas construtoras e clientes), exista uma grande quantidade de intermediários.

Segundo Isatto (1996, *apud* BARROS NETO, 1999), no relacionamento entre construtora e fornecedor pode existir o revendedor de materiais de construção que, apesar de agilizar a aquisição de materiais (em preço e em prazo), representa mais um interveniente na cadeia, dificultando o relacionamento entre as empresas e seus fornecedores. Ainda antes de a construção iniciar, também existem intermediários cuja atividade é primordial para a construção: os projetistas. No decorrer da construção, os intermediários constituem-se em diversos empreiteiros e subempreiteiros, que vão desde empresas contratadas para realizar determinados

serviços específicos na obra (fundações, concretagem, etc.) até a contratação de empreiteiros de mão-de-obra. Por fim, ainda podem existir intermediários no relacionamento entre construtora e clientes, caracterizados pelas corretoras de imóveis.

* * *

A Figura 2 resume as características da construção de edificações habitacionais, mostrando os principais agentes envolvidos e a forma de interação entre eles.

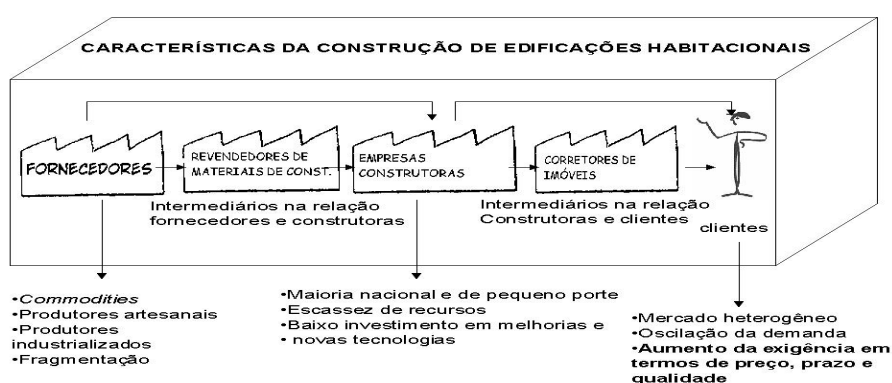


Figura 2 – Características da construção de edificações habitacionais

Fonte: Autora

2.2 PECULIARIDADES DA ATIVIDADE PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

O ambiente produtivo da construção possui várias peculiaridades que o diferenciam da manufatura. De acordo com O'Brien (1996, *apud* FRUTOS, 2000) a produção da construção é única em função da combinação dos seguintes fatores: a produção é baseada em um projeto; a produção acontece no próprio lugar de uso e cada produto é essencialmente único; e para completar a produção é requerida uma grande variedade de funções produtivas especializadas. A seguir, detalham-se as principais características da atividade produtiva tradicional da construção de edificações habitacionais, bem como os seus principais problemas.

2.2.1 Projetos

Os projetos são a base da produção da construção. Geralmente, são liderados pelo arquiteto e envolvem o contratante (identificação de necessidades) e os demais projetistas como principais participantes (PICCHI, 2003a). Para contemplar as várias etapas do processo de construção, são feitos os seguintes projetos: arquitetônicos, estruturais, de infra-estrutura e fundações, hidrossanitários, elétricos, telefônicos e de lógica e, por fim, os projetos urbanísticos e paisagísticos.

Para Picchi (2003a), o projeto tem dois “clientes”, um é o cliente final (pois os projetos refletem as suas necessidades) e outro é a etapa subsequente, ou seja, a produção da construção – a obra. Para o cliente final, o valor é determinado pela proximidade que o projeto chegou dos seus desejos implícitos e explícitos, pelo nível de otimização dos espaços e pelo impacto dos erros do projeto, que são identificados com o uso. Para o cliente “obra”, o valor é determinado pelo grau de requerimentos da construção que foram levados em consideração no seu desenvolvimento e, também, pelo impacto dos erros do projeto detectados durante a construção.

O principal problema relativo ao projeto é que durante a sua concepção as atividades das fases subsequentes (obra) não são levadas em consideração, ou seja, há poucas considerações a respeito das necessidades do cliente interno e, como consequência, os projetos carecem de detalhamentos técnicos construtivos. Isso ocorre devido a pouca ou nenhuma interação entre arquitetos (geralmente responsáveis pelo projeto) e engenheiros (geralmente responsáveis pela obra) durante o desenvolvimento do projeto. Assim, há uma lacuna de liderança e responsabilidade para o projeto como um todo, resultando em inúmeras mudanças e retrabalhos no projeto e na construção (KOSKELA, 1992).

2.2.2 O canteiro de obras

O local onde ocorre a produção da construção é o canteiro de obras, que pode ser considerado como a “fábrica” das construtoras. Essa “fábrica” pode ser classificada como de “ciclo temporário” e cuja produção é única. Nesse sentido, o produto da construção pode ser considerado como um “protótipo”, na medida em que estará sendo produzido, sob determinadas condições, sempre da primeira vez (KOSKELA, 2000). Mesmo que se queria construir o mesmo edifício em diferentes locais, tanto os projetos quanto a construção não serão, necessariamente, os mesmos, pois dependem de uma série de variáveis, como por exemplo, o tipo de solo e as dimensões do terreno, as condições climáticas, etc.

O fluxo do produto nessa “fábrica” é posicional ou fixo (GITAHY Jr. *et al*, 2003), na medida em que o produto permanece estático e para ele convergem os recursos como matérias-primas, operadores e máquinas. O *lay-out* do canteiro de obras normalmente contempla um espaço reservado para a construção propriamente dita do edifício e um espaço reservado para as instalações de apoio para a construção. Segundo Barros Neto (1999), essas instalações sempre sofrem modificações ao longo do processo de produção. Primeiro, elas localizam-se ao redor do espaço reservado para a construção e, depois que a estrutura é levantada e parte da alvenaria executada, parte das instalações é transferida para dentro da construção, aproveitando os futuros espaços da edificação. Por fim, há uma nova transferência das instalações pela necessidade de desocupação das áreas internas para realização das atividades de acabamento. Outra característica referente às instalações de apoio à construção é que estas devem ser desmobilizadas com o término da obra. Tradicionalmente, essas instalações são feitas de madeira e, em sua maior parte, inutilizadas ao final da obra. Existe, no entanto, uma forte tendência de se utilizar instalações mais duradouras, como *containers*. Mas isto ainda se restringe às grandes empresas que possuem alto volume de produção.

Em relação ao canteiro de obras, Barros Neto (1999) aponta como o principal problema a falta de planejamento do *lay-out*. A forma de disposição das instalações de apoio implica nos fluxos de materiais e mão-de-obra, dando mobilidade, ou não,

ao processo produtivo. No entanto, o planejamento do *lay-out*, normalmente, não recebe a devida atenção, sendo que a forma com que as instalações são dispostas no canteiro de obras acontece rapidamente, sem levar em conta os fluxos do processo produtivo. O resultado é um *lay-out* complexo e que gera muitos transportes desnecessários e mudanças ao longo do processo de produção, consumindo tempo que poderia estar sendo utilizado na construção propriamente dita.

2.2.3 Organização da produção e do trabalho

A organização da construção de edificações é a estrutura de ofícios (oriunda dos tempos da Idade Média), na qual a produção organiza-se em torno das especializações profissionais e não em torno do processo ou partes distintas do produto (FARAH, 1992, *apud* BARROS NETO, 1999). O aprendizado desses ofícios baseia-se no acompanhamento, pelo aprendiz, das tarefas desempenhadas pelo mestre, cumprindo funções de servente enquanto evolui na sua capacitação através da observação e da experimentação. De acordo com Barros Neto (p. 31, 1999),

isto requer um domínio do saber fazer, pela mão-de-obra, de cada uma das partes do processo produtivo global, fazendo com que os operários assumam um papel fundamental, tanto na concepção quanto na execução da tarefa. Deste modo, a definição de como executar o trabalho, a formação das equipes, a programação e alocação dos recursos, o estabelecimento do ritmo de trabalho e o próprio controle da produção se dão no interior da força de trabalho, sob a liderança do mestre e do encarregado do ofício, cabendo ao engenheiro, via de regra, o controle meramente administrativo da produção.

Um dos problemas decorrentes do fato de a organização da produção da construção ser baseada na estrutura de ofícios é a falta de qualificação da mão-de-obra. A falta de qualificação está associada aos baixos salários, atraindo somente pessoas com baixo grau de instrução. Por isso, a construção apresenta-se como uma atividade de transição, cujo caráter temporário resulta em desinteresse para os empregados do subsetor, motivando-os a sair dele no prazo mais curto possível. Em função da alta rotatividade, há um desestímulo ao treinamento dos funcionários.

Com isso, quem perde é a própria construtora, pois os empregados exercem uma forte influência no nível de produtividade da construção (MASCARÓ e MASCARÓ, 1980).

Para Barros Neto (1999), outro problema relativo à forma de organização da produção da construção é que as atividades que englobam o processo produtivo são fragmentadas, ou seja, não existe uma equipe responsável pela execução de uma etapa completa de construção, existindo responsáveis apenas por serviços dentro da obra (pedreiros, azulejistas, pintores, etc.). Dessa forma, os subprocessos de construção são melhores controlados do que o processo como um todo, ou seja, não há uma visão sistêmica das diversas atividades.

2.2.4 Métodos Produtivos

A construção de edificações no Brasil caracteriza-se pela utilização de processos construtivos tradicionais, que segundo Barros Neto (1999) são aqueles baseados na produção artesanal, com uso intensivo de mão-de-obra, baixa mecanização, dispersão e subjetividade nas decisões e descontinuidades e fragmentação da obra. Como resultado, a variabilidade ao longo dos processos é muito grande, pois não há uma padronização dos métodos de trabalho. Além disso, o tempo de produção se torna longo, uma vez que a maioria dos processos é manual e as máquinas utilizadas na construção somente auxiliam o trabalho do funcionário, mas não o substituem. Barros Neto (1999) observa, ainda, que os funcionários, normalmente, não se responsabilizam pela qualidade, sendo feito o controle final da qualidade do produto pelos mestres, sob a supervisão dos engenheiros, ao invés de o controle de qualidade ser feito durante o processo. Pelo longo período de construção, muitos problemas relativos à qualidade demoram muito para serem detectados, limitando, inclusive, a sua correção e, geralmente, resultando na baixa qualidade do produto.

Por fim, o baixo grau de instrução, aliado à alta rotatividade da mão-de-obra, tornou-se um fator complicador na introdução de novos métodos produtivos e de

novas tecnologias na construção. O resultado é que são incomuns investimentos em novas tecnologias e no treinamento de funcionários, fazendo com que a construção permaneça distante – em termos de qualidade, produtividade e inovação – de outros setores industriais (CORTEZ *et al*, 2002).

* * *

A Figura 3 resume as peculiaridades da atividade produtiva da construção. Verifica-se a fragmentação tanto entre a fase de projetos e a fase de construção (obra), quanto durante a fase de construção, resultando em descontinuidades ao longo do processo de produção.

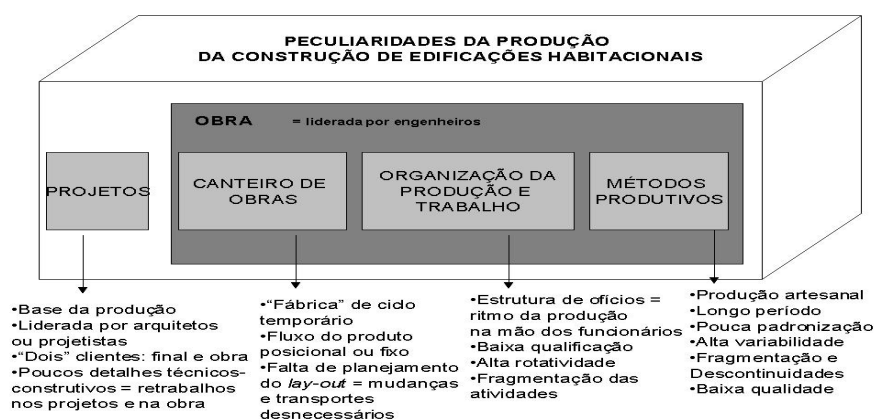


Figura 3 – Peculiaridades da produção da construção de edificações habitacionais

Fonte: Autora

2.3 O PARADIGMA DE PRODUÇÃO TRADICIONAL DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

O paradigma de produção tradicionalmente utilizado pela construção baseia-se no conceito de transformação e conversão. Segundo Isatto (2000, p. 6), esse modelo conceitual "costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transforma os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação)". Esses processos de conversão, por sua vez, podem ser divididos em subprocessos (que também são processos de conversão), conforme representado na Figura 4.

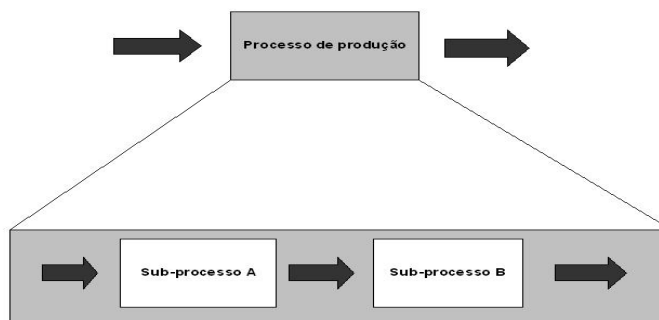


Figura 4 – O conceito de transformação e conversão

Fonte: Adaptado de Isatto (2000).

Assim, todas as atividades são consideradas agregadoras de valor e as atividades como movimentação e espera de materiais e mão-de-obra, que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão - mas não agregam valor ao produto final, do ponto de vista do cliente - não são levadas em consideração (KOSKELA, 1992 e 2000). Somando-se a isso, não existe uma visão sistêmica da produção, de modo que cada etapa é controlada individualmente, gerando descontinuidades ao longo do processo.

Conforme mostra a Figura 5, as características da construção de edificações habitacionais, combinadas às peculiaridades da sua atividade produtiva e ao paradigma de produção baseado no conceito de transformação e conversão, resultam em uma série de problemas e ineficiências. A falta da visão de todo o fluxo de valor gera descompassos, tanto entre os diferentes agentes envolvidos no processo, quanto dentro da própria atividade produtiva. Esses descompassos resultam em desperdícios (como retrabalhos, mudanças, esperas, perdas, etc., que, na maioria das vezes, nem são percebidos como tal), traduzidos nos altos custos de produção, na baixa qualidade e nos atrasos na entrega dos produtos.

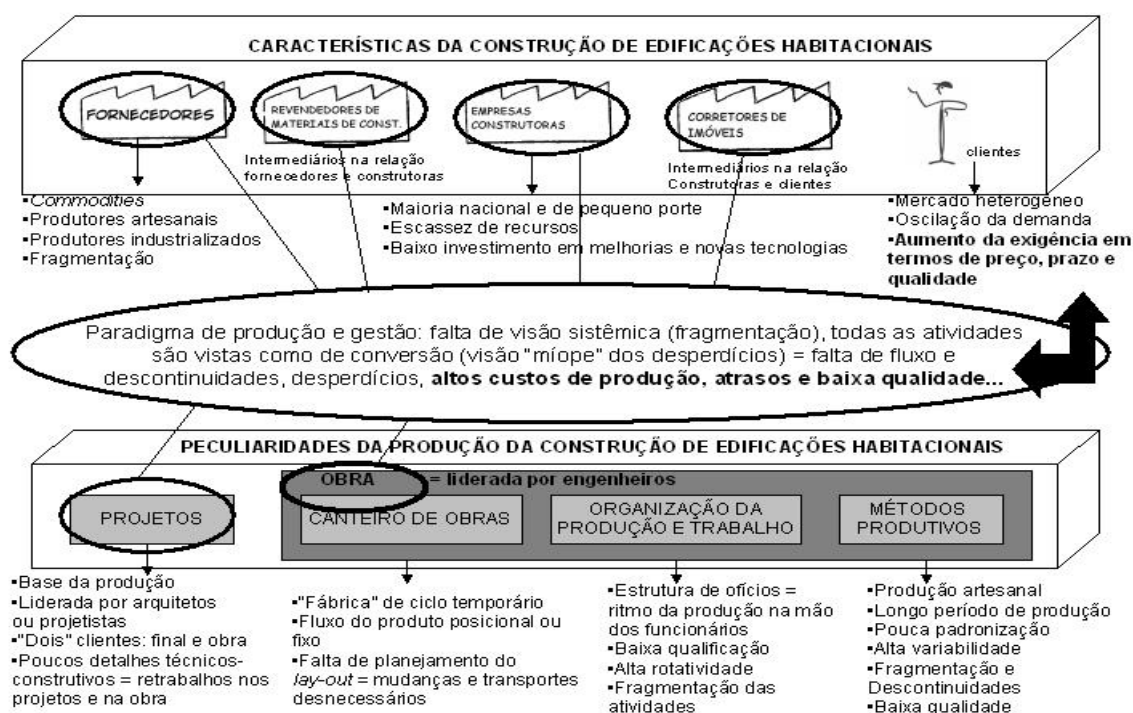


Figura 5 - A construção de edificações habitacionais

Fonte: Autora

Pode-se dizer que, numa época de “mercado constante e amplo” e, conseqüentemente, de baixa competição, esses problemas não eram tão visíveis. As empresas aprenderam a conviver com os descompassos, ou seja, aprenderam a “apagar incêndios” todos os dias. No entanto, diante da atual configuração do mercado de edificações, que apresenta uma crescente competição, caracterizando-se como um “mercado variado e restrito”, esses problemas começam a ser mais visíveis e a comprometer a competitividade das construtoras. Torna-se essencial, então, que as empresas construtoras do subsetor repensem seu paradigma de produção e introduzam melhorias, de forma que este se torne mais fluído, com menos desperdícios e, conseqüentemente, com custos menores, mais qualidade e mais rapidez, capacitando-as a competir neste novo mercado.

A Produção Enxuta, que é o paradigma de produção que vem se destacando pela capacidade de tornar o fluxo de valor das empresas mais “enxuto”, reduzindo os desperdícios para produzir com menos custos, mais qualidade e mais velocidade e, por isso, apresenta-se como capaz de reduzir os problemas da construção, é o tópico do próximo capítulo.

3 A PRODUÇÃO ENXUTA: PRINCÍPIOS E IMPLEMENTAÇÃO

Toda organização tem dentro de si uma função produção, pois gera algum “pacote de valor” (que pode ser expresso em termos de produtos e/ou serviços) para seus clientes. Segundo Skinner (1969), a função produção raramente é neutra e pode ser uma fonte de vantagem competitiva ou um grande problema para a empresa. Autores como Hill (1994) e Slack (1997 e 2002), observam que a produção desempenha melhor seu papel quando se organiza em sintonia com a estratégia corporativa (e, portanto, com as demais funções organizacionais) e com o mercado no qual a empresa atua. Somente dessa maneira o que é produzido na empresa estará de acordo com o que o cliente quer e com o que a empresa quer.

De acordo com Boyer e Freyssenet (2002), é justamente da interação entre os custos de produção e a demanda existente, resultando em coerência de estratégias, práticas e formas de organização, e o ajuste entre estes fatores e o ambiente econômico e social, que emergem os modelos de produção. Embora os modelos de produção sejam específicos de cada organização, quando passam a ser adotados por outras empresas de diferentes setores, transformando a maneira de se produzir e gerenciar, podem evoluir em paradigmas de produção. Dessa forma, um paradigma de produção consiste num conjunto coerente de princípios e práticas que norteiam as diversas atividades da empresa (BARTEZZAGHI, 1999).

No decorrer do século XX, destacaram-se três paradigmas dominantes, nos quais os modelos de produção e gestão das empresas se basearam. O primeiro, conhecido como Produção Artesanal, foi desenvolvido ainda no século XIX e caracterizava-se pela produção de uma ampla variedade de produtos feitos por profissionais autônomos e qualificados, buscando satisfazer a demanda que vinha das classes sociais mais altas. O segundo, conhecido como Produção em Massa, caracterizava-se pela produção em larga escala de produtos padronizados que visavam a atender a um amplo mercado consumidor. Este paradigma se tornou o padrão dominante de produção e gestão em quase todos os países industrializados

durante, praticamente, todo o século XX e foi muito eficaz enquanto o mercado consumidor foi constante e abundante e poucas empresas concorriam neste ambiente, sendo que as empresas podiam produzir à vontade, antecipando às vendas e formando estoques de produtos que, mais cedo ou mais tarde, seriam vendidos (BOYER e FREYSSENET, 2002 e CORRÊA, 2003).

A partir dos anos 70, entretanto, um novo cenário começou a se configurar. Ao mesmo tempo em que a economia mundial crescia a passos lentos, devido à crise do petróleo de 1973, houve uma ampliação da abertura dessas economias e cada vez mais empresas começaram a disputar os mesmos mercados, que devido à ampla disponibilidade de informações, tornaram-se mais exigentes, buscando produtos variados e de melhor qualidade. Com o aumento da oferta de produtos, o tempo de vida útil dos mesmos diminuiu e a disputa passou a ser pelo menor preço, pela rapidez com que são entregues ao mercado e pela melhor qualidade.

Diante da mudança “mercado constante e abundante” para “mercado variado e restrito”, a Produção em Massa começou a apresentar limitações. Para conseguir a variedade de produtos, as empresas tinham de produzir uma grande quantidade de cada tipo de produto, formando enormes estoques. Com as rápidas mudanças nos desejos dos consumidores, esses estoques se tornavam obsoletos e, muitas vezes, só eram vendidos por meio de promoções. Como resultado, os custos de produção aumentaram, evidenciando os altos índices de desperdícios (HENDERSON e LARCO, 1999). Foi na tentativa de reverter esse quadro e de tornar as empresas baseadas na Produção em Massa mais competitivas frente às novas necessidades do mercado que, a partir dos anos 80, a Produção Enxuta surgiu como paradigma de produção. As origens da Produção Enxuta, seu conceito, seus princípios norteadores e sua implementação são apresentados neste capítulo.

3.1 A PRODUÇÃO ENXUTA

A Produção Enxuta pode ser considerada uma espécie de “ocidentalização” do Sistema Toyota de Produção (STP), na medida em que busca trazer seus

princípios e ferramentas para a realidade das empresas ocidentais, a fim de transformar empresas baseadas na Produção em Massa (outrora constância e abundância) em empresas “enxutas”, para sobreviver em tempos de variedade e restrição.

Assim, antes de entender o que é a Produção Enxuta, se faz necessário entender o que é o STP.

3.1.1 O Sistema Toyota de Produção

Nos anos 50, a economia japonesa estava devastada pela guerra e com o mercado interno limitado, demandando por produtos variados e baratos. A percepção de que o paradigma de Produção em Massa, baseado na constância e abundância, não se encaixaria às necessidades de um mercado variado e restrito, levou a empresa automotiva Toyota a desenvolver seu próprio modelo de produção, denominado Sistema Toyota de Produção (STP) (WOMACK *et al*, 1992).

O objetivo principal da Toyota passou a ser a produção de muitos modelos de automóveis em pequenas quantidades e somente quando solicitados, pois assim seriam evitados gastos antecipados e, também, a produção de produtos que os consumidores talvez nem quisessem. Para tanto, foi preciso aumentar a eficiência da produção e, conseqüentemente, eliminar todo tipo de desperdício. Na busca de se eliminarem os desperdícios, Taiichi Ohno, engenheiro de produção da Toyota e um dos criadores do STP, identificou sete tipos de desperdícios: desperdício pela superprodução; desperdício por tempo de espera; desperdício com transportes desnecessários; desperdícios do processo resultantes de procedimentos desnecessários na cadeia de valor; desperdício por estoques; desperdícios de movimentos e de produtos com defeitos (OHNO, 1997).

Percebe-se que, a partir de então, desperdícios passam a ser entendidos como qualquer atividade que absorve recursos (mão-de-obra, materiais, informações, etc.), mas não agrega valor ao produto final, ou seja, não é percebida

pelo cliente. Atividades como transporte de materiais, conserto ou manutenção de máquinas, produtos que voltam à linha de produção por falta de qualidade, estoques (sejam eles de matérias-primas, produtos em processamento ou produtos acabados), etc., que ocupam grande parte do tempo de trabalho, passam, então, a ser vistas como desperdícios e, portanto, a ser “atacadas”.

Com o objetivo de eliminar os desperdícios do processo produtivo para aumentar a sua eficiência (pois só assim seria possível produzir produtos variados, em pequenas quantidades e quando o cliente solicitasse), começam a ser desenvolvidas, por meio de “tentativas e erros”, uma série de técnicas e ferramentas que, ao longo de 30 anos, resultaram no STP, conforme mostra a Figura 6:

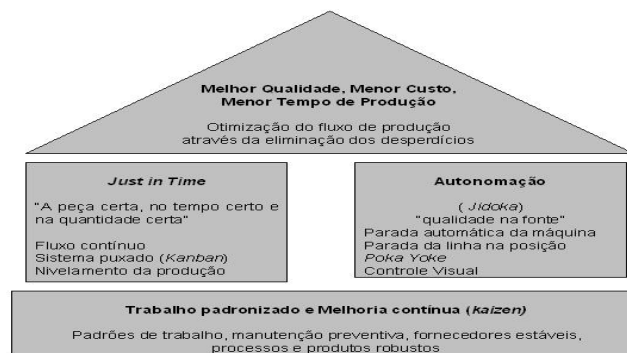


Figura 6 – O Sistema Toyota de Produção

Fonte: Elaborado a partir de Ohno (1997).

Verifica-se, na Figura 6, que para conseguir a melhor qualidade, com o menor custo e no menor tempo, ou seja, para chegar ao “topo”, o STP sustenta-se em dois “pilares”: o *Just in Time* (JIT) e a *Autonomação*.

O *just in time* (JIT) - “a peça certa, no tempo certo e na quantidade certa” - surgiu da necessidade de se produzir somente o que o cliente solicitasse, quando e na quantidade solicitada, já que os recursos eram escassos e o mercado era limitado e variado. Com o JIT, a ordem do processo produtivo foi invertida e os clientes passaram a “puxar” a produção, fazendo com que cada processo só produzisse o que fosse demandado pelo processo subsequente, possibilitando uma produção em fluxo contínuo, ou seja, sem paradas (sem estoques ou com estoques mínimos e controlados - chamados de supermercados) (OHNO, 1997). Para operacionalização

do JIT foi desenvolvido o método *kanban* - “quadro de sinalização” – com o objetivo de indicar o que, quanto e quando era necessário produzir. Além do *kanban*, o JIT só se tornou possível com o rearranjo físico da fábrica, de modo que as máquinas passaram a ser dispostas de acordo com o fluxo do produto; com maior frequência e menor tempo de troca de ferramentas, possibilitando produzir em pequenos lotes produtos variados; e com o nivelamento da produção, buscando a otimização do processo como um todo e não de cada etapa individual (SHINGO, 1996).

A idéia de autonomia, ou automação com um toque humano, foi desenvolvida a partir da necessidade de se ter “qualidade na fonte” (*jidoka*). Para que as máquinas não produzissem produtos defeituosos, foram adicionados a elas dispositivos “inteligentes” (*poka yoke*), que, quando detectavam problemas, paravam a produção, evitando a produção de produtos defeituosos e fazendo com que a qualidade dos produtos fosse assegurada no próprio processo produtivo (na fonte). A idéia de autonomia proporcionou um aumento na produtividade dos trabalhadores, fazendo com que um trabalhador, que antes era necessário para operar apenas uma máquina, passasse a operar várias máquinas ao mesmo tempo, tendo que destinar mais atenção somente àquelas que acusavam algum problema.

Ohno (1997) afirma que a idéia de parar a produção quando surge algum problema é extremamente importante para a efetiva solução do problema, de modo que não mais haja reincidência. Conhecendo-se não somente o problema, mas o seu motivo, é possível solucioná-lo, efetivamente, e estabelecer padrões para que não volte a ocorrer. Essa idéia de resolver o problema pela “raiz” envolve todos os trabalhadores da empresa, sendo que qualquer pessoa que identificar alguma anormalidade tem a obrigação de parar a produção.

Embora o JIT e a autonomia sejam considerados os pilares do STP, ambos só foram possíveis porque foram sustentados pela idéia de melhoria contínua (de buscar sempre o melhor modo de fazer, mesmo a tarefa mais simples) e de trabalho padronizado (focado não só nos padrões exigidos pelas normas governamentais, mas também no local de trabalho, sendo o mais organizado e limpo possível, agilizando as atividades) (ZAWISLAK *et al*, 2004). Também a relação estável com os fornecedores é algo indispensável no STP, já que o atendimento do JIT depende deles. Foi justamente a ação conjunta da “base” com os “pilares” que

permitiu ao sistema produtivo desenvolvido pela Toyota produzir mais (qualidade, variedade, velocidade) com menos (custos), ou seja, chegar ao “topo” (WARD *et al.*, 1995).

O STP foi o responsável pelo sucesso mundial da Toyota na década de 70, justamente quando a grande maioria das empresas passava por sérias dificuldades. A percepção de que o STP se encaixava às necessidades do ambiente competitivo ocidental, que começava a se configurar entre as décadas de 70 e 80, foi o que originou o novo paradigma de produção, chamado de Produção Enxuta ou “*Lean Production*” (WOMACK *et al.*, 1992).

3.1.2 Conceito e Princípios da Produção Enxuta

A Produção Enxuta, não mais vista como um modelo de produção de uma empresa, mas como um paradigma de produção, ou seja, um conjunto de técnicas e ferramentas que podem ser implementadas em qualquer empresa com problemas de falta de eficiência e desperdícios, busca “enxugar” (daí vem o termo “enxuto”) o processo produtivo de empresas, de modo a produzir mais (qualidade, variedade e velocidade) com menos (custos) e capacitá-las a competir em mercados cada vez mais caracterizados pela “variedade e restrição”. Para tanto, o seu objetivo principal é a eliminação total dos desperdícios, que, por absorverem recursos e não gerarem valor, aumentam os custos de produção e escondem problemas do processo, tornando-o ineficiente (HENDERSON e LARCO, 1999).

Segundo Womack e Jones (1998), o conjunto de princípios que orienta este paradigma de produção (e que traduz as idéias fundamentais do STP) são: valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

O primeiro princípio enxuto traz a idéia de se produzir somente o que é valor para o cliente e, portanto, **especificar o valor** a partir do seu ponto de vista. Para Henderson e Larco (1999), a maior dificuldade na especificação do valor é que, embora ele deva ser definido pelo cliente final e só é significativo quando expresso

em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente, a um preço específico, em um momento específico, tradicionalmente ele tem sido especificado pela empresa, ou seja, a partir do que a empresa considera um bom produto, a um bom preço, para um determinado mercado. Essa mentalidade tem levado muitas empresas ao fracasso, pois ao invés de tentarem entender o porquê da queda das suas vendas, elas “culpam” o mercado por não comprar o seu produto. Por isso, ao invés de oferecer ao cliente o que a empresa já tem, a empresa enxuta oferece aos clientes o que eles querem.

Para que a empresa produza somente o que o cliente percebe como valor, é preciso prestar atenção a cada ação necessária para a produção do produto, desde o pedido até a entrega aos clientes, desafiando cada etapa como necessária ou não, ou seja, **identificar a cadeia de valor (fluxo de valor)** do produto. Além de possibilitar a visualização do processo produtivo de forma sistêmica (envolvendo os clientes, a empresa e os fornecedores), a identificação da cadeia de valor possibilita visualizar os três tipos de ações que ocorrem ao longo da sua extensão: ações que criam valor; ações que não criam valor, mas que no momento são inevitáveis e ações que não criam valor e que devem ser evitadas imediatamente (desperdícios) (WOMACK e JONES, 1998).

Depois que o valor tenha sido especificado e a cadeia de valor de determinado produto identificada e, obviamente, as etapas que geram desperdício, reduzidas e/ou eliminadas, o objetivo é fazer com que as etapas restantes, que criam valor, **fluam**. Para tanto, é necessário produzir o valor para o cliente segundo a seqüência das atividades devidamente organizadas para desempenhar suas funções sem interrupções (ZAWISLAK *et al*, 2003).

Suzaki (1987) observa que, para a criação do fluxo contínuo, as empresas (e os processos) precisam parar de focar suas atividades individuais (e a produção feita em grandes lotes) e devem passar a olhar para o processo de modo sistêmico. Assim, ao invés de a produção ser feita em grandes lotes, deve-se buscar o nivelamento da mesma e produzir uma peça de cada vez (“*one piece flow*”, ou o “fluxo de uma peça só”). A vantagem do fluxo consiste na eliminação do tempo de espera entre uma etapa e outra e na maior transparência do processo, sendo mais fácil detectar erros. Também se diminui a necessidade de inspeção dos produtos no

fim da linha, pois como cada produto é feito de uma vez, a sua qualidade já é percebida no próprio processamento.

Assim, a Produção Enxuta é muito mais rápida e a empresa fica mais flexível para atender a demanda e suas variações, podendo, inclusive, deixar o cliente “**puxar**” a produção. Ao contrário da produção baseada em previsões de demanda, que “empurram” os produtos aos consumidores finais, antecipando as vendas, que correm o risco de não se efetivarem, a produção “puxada” pelo cliente só é disparada quando este efetivar a compra. Como resultado, tem-se uma sincronia entre o ritmo da produção e o ritmo das vendas (*takt time*) e a redução do custo e do risco de antecipação das vendas (ROTHER E SHOOK, 1998).

Para a Produção Enxuta sempre há uma maneira melhor de fazer qualquer atividade, pois assim como o mercado muda, a empresa deve mudar para se adequar às novas exigências desse mercado. Assim, a busca da **perfeição**, ou seja, de melhoria contínua, deve ser algo constante nas empresas que queiram se manter no mercado ao longo do tempo.

A Figura 7 mostra como as idéias do STP se traduzem nos princípios e nas ferramentas da Produção Enxuta. Verifica-se que, para se alcançar o valor (“topo”), é preciso ter um processo puxado e em fluxo (“pilares”) a partir da identificação da cadeia de valor e da busca da perfeição (“base”).

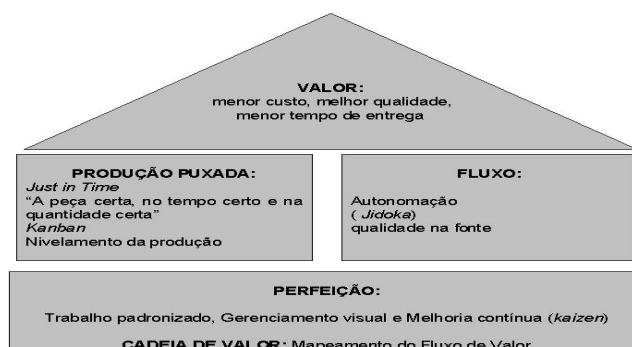


Figura 7 - Princípios e ferramentas da Produção Enxuta

Fonte: Autora

3.1.3 Implementação da Produção Enxuta e o MFV

Apesar de as idéias e os princípios da Produção Enxuta parecerem simples, existem grandes dificuldades no que tange à sua implementação, principalmente em função do paradigma da Produção em Massa já fazer parte da cultura das empresas há anos (HENDERSON e LARCO, 1999). Por isso, Shook (1997) afirma que sua implementação deve estar baseada na real necessidade de mudança como, por exemplo, a necessidade de aumentar a competitividade, a perda de mercado, etc.

Segundo Rother e Shook (1998), embora a noção de fluxo de valor considere todas as atividades necessárias para transformar a matéria-prima em um produto entregue ao consumidor final, a partir da sua demanda e, portanto, cruza os limites organizacionais da empresa, a implementação da Produção Enxuta deve iniciar dentro da própria organização, para depois expandir o processo para toda a cadeia de valor. Os mesmos autores observam, ainda, que, dentro da empresa, o primeiro esforço de implementação deve ser feito no próprio processo produtivo (fábrica), uma vez que essa etapa é a responsável por produzir o “valor” que os clientes compram e interage tanto com eles quanto com os fornecedores. Basicamente, o processo de implementação da Produção Enxuta passa por três grandes fases:

A **primeira fase** tem como função uma mudança estratégica, introduzindo os princípios da Produção Enxuta e transformando a forma de “pensar” e “enxergar” da empresa, preparando-a para uma mudança física. A ferramenta utilizada para isso é o **Mapeamento do Fluxo do Valor (MFV)**. O MFV é considerado uma das “portas de entrada” para a Produção Enxuta justamente porque possibilita a visualização sistêmica do processo produtivo (do fluxo de valor), a identificação dos reais problemas e desperdícios e a proposição de melhorias (ROTHER e SHOOK, 1998). Além disso, o MFV ainda tem a vantagem de ser relativamente fácil de aplicar e de baixo custo, na medida em que se utiliza para o mapeamento somente lápis e papel. O MFV consiste em quatro etapas, conforme segue:

1. Seleção de uma família de produtos

Para Rother e Shook (1998), assim como não se deve começar o MFV em todas as atividades da empresa (mas iniciar pela produção), não se deve começar o mapeamento em todas as plantas (ou fábricas) e nem em todos os produtos produzidos pela empresa, mas sim, selecionar uma planta e desta planta uma família de produtos, baseando-se em produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos posteriores.

2. Mapa do Estado Atual

A partir da seleção da família de produtos, parte-se para o desenho do Mapa do Estado Atual, que, como o próprio nome sugere, é um desenho de como o processo produtivo está acontecendo atualmente. Para que esse desenho reproduza com exatidão o fluxo de valor atual, as informações devem ser obtidas diretamente no chão de fábrica, seguindo a trilha de produção desde o cliente até o fornecedor. Considerando que, na manufatura, geralmente, é possível visualizar a produção do início (produto pronto para ser entregue aos consumidores) ao fim (fornecimento de insumos), em um mesmo dia, a coleta dos dados pode ser feita em um único dia.

Os dados a serem coletados para o desenho do Mapa do Estado Atual dizem respeito ao fluxo de materiais e de informações em relação à demanda dos clientes (como, por exemplo: quantidade de produto solicitado em determinado tempo; turnos de trabalho, se o cliente for outra empresa; necessidades de embalagens; frequência e formas de entregas), às atividades produtivas (como, por exemplo: processos básicos de produção e “informações-chave” de cada processo; número de funcionários, tempo de trabalho da empresa e paradas para descanso; forma e frequência de programação da produção) e ao fornecimento de matérias-primas (como, por exemplo: principal matéria-prima e fornecedor; quantidade comprada em determinado tempo; forma e frequência de entrega dos insumos) (ROTHER e SHOOK, 1998).

Os dados relativos à demanda dos clientes são muito importantes porque, para a Produção Enxuta, são os clientes que “disparam” a produção e, neste sentido, o ritmo da produção deve estar em sincronia com o ritmo das vendas. Essa

relação (ritmo de produção x ritmo das vendas), chamada de *takt time*, é calculada dividindo-se o tempo de trabalho efetivamente disponível por turno pela quantidade (de determinado produto) solicitada pelo cliente por turno.

Segundo Zawislak *et al* (2004), o tempo é um elemento chave no MFV, pois serve para transformar todo o fluxo de valor em uma noção temporal única (segundos, minutos, horas, dias, semanas, etc.), permitindo avaliar o potencial de atendimento à demanda dos clientes. É neste sentido que as “informações-chave” de cada processo da produção devem ser coletadas, obtendo-se assim o tempo de ciclo (T/C) (tempo que leva entre um componente e o próximo para saírem do mesmo processo, ou seja, o ritmo da produção), o tempo de troca (T/R) (tempo que leva para mudar a produção de um tipo de produto para outro) e o tempo útil de operação efetiva das máquinas.

3. Análise do Mapa do Estado Atual

O Mapa do Estado Atual serve, simplesmente, para mostrar como está acontecendo, atualmente, a produção. A sua análise, baseada nas idéias da Produção Enxuta, é o que realmente permite identificar os desperdícios e propor ações de melhoria para a construção de um novo fluxo, mais regular, sem retornos, que gere o menor *lead time* (tempo de produção), a mais alta qualidade e o custo mais baixo. Para desenvolver esse novo fluxo, Rother e Shook (1998) apontam algumas premissas pelas quais as empresas devem se guiar.

A primeira premissa é produzir de acordo com o *takt time*. Como visto anteriormente, o *takt time* é usado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas e é um valor de referência que dá a noção do ritmo em que cada processo precisa estar produzindo. A necessidade de se produzir de acordo com o *takt time* está relacionada à redução dos desperdícios. Quando o ritmo da produção está abaixo do *takt*, significa que a empresa está produzindo mais do que os clientes estão comprando, ou seja, há superprodução. Já quando o ritmo da produção está acima do *takt*, significa que o processo produtivo não consegue responder prontamente aos pedidos dos clientes e, por isso, precisa se antecipar, produzindo antes de os clientes efetivamente comprarem.

A segunda premissa consiste em definir se a empresa deve produzir para expedição ou para um supermercado de produtos acabados. No caso de se produzir um produto específico para determinado cliente e sob encomenda, não há a necessidade de um supermercado final de produtos acabados. Essa noção se faz útil quando o produto é padrão para todos os clientes (ZAWISLAK *et al*, 2004).

A terceira premissa tem como objetivo desenvolver um fluxo contínuo onde for possível, ou seja, em processos que tenham tempos de ciclo similares. A idéia é que se produza uma peça de cada vez, com cada item sendo passado de um estágio do processo para o seguinte sem qualquer parada entre eles. Onde o fluxo contínuo não for possível, como, por exemplo, entre processos que tenham tempos de ciclo muito diferentes, deve-se usar supermercados para controlar a produção (quarta premissa) (ROTHER e SHOOK, 1998).

Com o estabelecimento do fluxo contínuo sempre que possível e com o uso de supermercados quando há descontinuidade no fluxo, é possível estabelecer a quinta premissa e enviar a programação do cliente somente para um processo de produção. Esse ponto é chamado de processo puxador, na medida em que controla o ritmo da produção para todos os processos anteriores.

Por fim, a sexta premissa consiste em distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador, ou seja, nivelar o *mix* de produtos ao longo da produção e ao invés de, por exemplo, produzir todos os produtos tipo “A” pela manhã e todos os produtos tipo “B” à tarde, alternar repetidamente entre menores lotes de “A” e “B”.

4. Mapa do Estado Futuro

O Mapa do Estado Futuro é a quarta e última etapa do MFV. O seu desenho é resultado da análise do Mapa do Estado Atual guiada pelas premissas expostas acima, buscando introduzir as idéias da Produção Enxuta na produção.

Vale destacar que o Mapa do Estado Futuro é o desenho de um “estado ideal” da produção, ou seja, o melhor que ela poderia operar a partir da análise do Estado Atual. As melhorias propostas têm, neste sentido, o objetivo de mostrar para a empresa onde existem os desperdícios e como eles podem ser “atacados” para

serem reduzidos e, se possível, eliminados. Obviamente que a aceitação e conseqüente implementação das melhorias propostas pode não ocorrer integralmente num primeiro momento, mas sim começar pelos pontos mais problemáticos até se chegar no “ideal” que o Mapa do Estado Futuro mostrou.

Após o MFV inicia-se a **segunda fase** da implementação da Produção Enxuta, que envolve uma mudança física, transformando o modo de “agir” da empresa. Essa fase tem como função colocar em prática as melhorias propostas pelo Mapa do Estado Futuro (tornar esse desenho “real”), **criando o fluxo contínuo e puxado** em todo o processo produtivo, de modo a desenvolver um fluxo suave e uma melhor coordenação dos processos em toda a produção.

Por fim, **a terceira fase** consiste na busca de **melhoria contínua**. Para tanto, é necessário que todos os funcionários da empresa estejam envolvidos e entendam o processo produtivo, para que possam detectar problemas e propor soluções. De acordo com Henderson e Larco (1999), só é possível melhorar quando se sabe se está fazendo certo ou errado. Por isso, o entendimento do que se está fazendo e a maior responsabilidade com o que se faz são tão importantes para que os próprios trabalhadores busquem melhorias.

As fases de implementação da Produção Enxuta podem ser visualizadas na Figura 5 (apresentada anteriormente). Inicia-se pela “base” (MFV para identificação da cadeia de valor), passa-se pelos “pilares” (criação do fluxo para deixar o cliente puxar a produção) e, finalmente, chega-se ao “topo” (mais qualidade, velocidade e variedade, com o menor custo). O retorno à “base”, entretanto, é cíclico, já que a busca da perfeição (melhoria contínua) é um princípio desse paradigma. Ressalta-se, ainda, que depois de iniciar a implementação da Produção Enxuta no processo produtivo, passa-se para as demais atividades da empresa e, depois, para toda a cadeia de valor.

A implementação da Produção Enxuta é um processo lento e que exige disciplina. Considerando que a própria Toyota (que foi quem desenvolveu suas idéias norteadoras) demorou anos para se adequar totalmente aos novos conceitos e práticas, a sua implementação em outras empresas e, principalmente, em outros

setores deve estar baseada na real necessidade de mudança (WOMACK e JONES, 1998).

Como se ressaltou no capítulo anterior, a necessidade de mudança é uma realidade para as empresas da construção de edificações habitacionais. Dessa forma, o capítulo a seguir apresenta como a Produção Enxuta começou a ser (e está sendo) introduzida na construção, dando origem à idéia de “Construção Enxuta”.

4 A CONSTRUÇÃO ENXUTA

Conforme visto no segundo capítulo, a atividade produtiva da construção de edificações habitacionais possui uma série de peculiaridades que, combinadas ao paradigma de produção tradicionalmente utilizado pelas empresas do subsetor, apresentam uma série de ineficiências. Como resultado dessas ineficiências, a construção de edificações habitacionais ficou amplamente conhecida pelos altos índices de desperdícios, resultando em altos custos, baixa qualidade dos produtos, baixa capacidade de inovação e atrasos na entrega.

Na tentativa de reverter esse quadro, a partir dos anos 80 começaram a ser introduzidas na construção habitacional uma série de técnicas e ferramentas de gestão. O principal objetivo a ser alcançado com essas técnicas e ferramentas de gestão visava à eliminação dos desperdícios encontrados no processo produtivo, que eram vistos como a principal fonte de ineficiência da construção. Como os desperdícios eram entendidos como sinônimo de entulhos ou restos de materiais que sobravam ao final da obra, a sua visão se restringia às perdas visíveis e facilmente mensuráveis, sendo que uma obra sem entulhos, normalmente, era vista como uma obra sem desperdícios e, portanto, eficiente. Segundo Isatto (2000), devido a essa visão restrita dos desperdícios – de acordo com o paradigma de transformação ou conversão - as tentativas de reduzi-los não tiveram o êxito esperado.

Nesse sentido, a partir dos anos 90, pesquisadores começaram a introduzir na construção uma nova concepção de desperdícios, que passa a ser compreendido, então, como toda atividade realizada pela empresa que absorve recursos, mas não agrega valor, ou seja, não é percebida pelo cliente, utilizada pela Produção Enxuta. A forma como as idéias da Produção Enxuta foram, e estão sendo, introduzidas na construção de edificações habitacionais é o assunto deste capítulo.

4.1 A PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

Embora a atividade produtiva da construção seja completamente diferente da manufatura, na qual foi desenvolvida a Produção Enxuta, Koskela (1992), no seu primeiro estudo, buscou interpretar as idéias e conceitos do novo paradigma para o setor da construção. Assim, uma das primeiras idéias da Produção Enxuta introduzida na construção foi a de que desperdícios não se resumem a perdas ou restos de materiais facilmente visíveis e mensuráveis, como entendido no paradigma de produção tradicional do setor. Desperdícios são, na verdade, todas as atividades que fazem parte do processo produtivo e que não são percebidas pelos clientes, ou seja, não agregam valor ao produto.

A partir dessa nova visão de desperdícios, Koskela (1992) propôs um novo paradigma de produção para a construção, chamado de Construção Enxuta ou "*Lean Construction*". Conforme se representa na Figura 8, a Construção Enxuta propõe que os processos produtivos da construção sejam vistos como um conjunto de fluxos (de materiais, informações e trabalhos) integrados, desde a matéria-prima até o produto final, e que estes fluxos são constituídos por atividades que agregam valor (sendo que o conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente) e por atividades que não agregam valor, que consistem em atividades como movimentação (ou transporte), espera, inspeção, etc., e que geram desperdícios ao processo.

Assim sendo, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos (KOSKELA, 1992 e 2000).

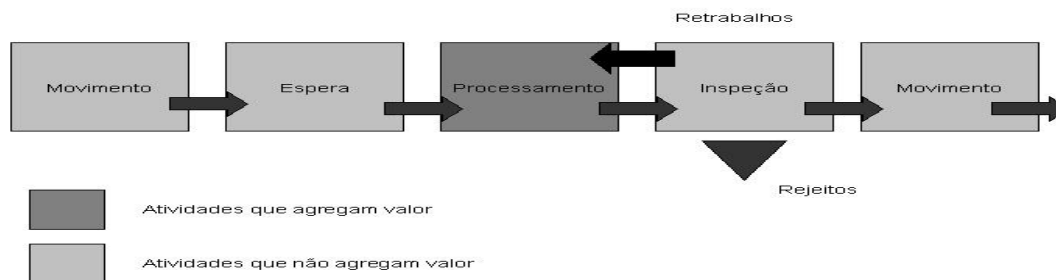


Figura 8 – O conceito de fluxo

Fonte: Elaborado a partir de Koskela (1992 e 2000)

A ampliação da visão de desperdícios na construção, proposta pela Construção Enxuta, tem possibilitado identificar uma série de atividades que não agregam valor. Tais atividades, que no paradigma tradicional nem eram contabilizadas como desperdícios, iniciam-se, muitas vezes, antes mesmo de a produção em si começar, ou seja, na fase de execução dos projetos. Para Formoso *et al* (2002), muitos dos desperdícios da construção se originam fora do canteiro de obras, ou seja, antes da fase de produção. Normalmente, os desperdícios derivam das fases de planejamento do empreendimento e ocorrem, principalmente, por problemas de gerenciamento. O Quadro 1 apresenta, resumidamente, as principais perdas e desperdícios relacionados a cada uma das principais peculiaridades da construção:

| Peculiaridades | Descrição | Desperdícios possíveis |
|-------------------------|--|--|
| Projeto | Falta de interação entre projeto e construção; Carência de detalhamento técnico construtivo. | Produtos com defeitos ou pouca especificação do valor para o cliente final e interno (retrabalhos); etc. |
| Canteiro de Obras | Falta de planejamento do <i>lay-out</i> ; Mudanças de <i>lay-out</i> . | Tempo de Espera; Transportes e movimentos desnecessários; etc. |
| Organização da Produção | Estrutura de ofícios; Fragmentação das atividades; Responsabilidade dispersa; Falta de treinamento dos funcionários; Falta de planejamento das atividades. | Produtos com defeitos (retrabalho); Tempo de Espera (atrasos); Estoques; Superprodução; Desperdícios do processo, etc. |
| Métodos Produtivos | Produção artesanal; Alta variabilidade; Baixa padronização; Baixa qualidade; etc. | Produtos defeituosos (retrabalho); Espera; Movimentos desnecessários; etc. |

Quadro 1 – Peculiaridades da construção e os desperdícios

Fonte: Autora

Pode-se dizer que a vantagem resultante da percepção dos desperdícios como toda atividade que não agrega valor não se resume a sua identificação, mas, principalmente, na possibilidade de sua redução e até mesmo de sua eliminação. De acordo com Koskela (2000) e Isatto (2000), a redução dos desperdícios torna possível reduzir o tempo de produção, reduzir a variabilidade do processo, simplificar o processo, minimizando o número de passos e, ainda, aumentar a flexibilidade e a transparência do processo de produção. Somando-se a isto, pode-se dizer que a redução dos desperdícios diminui os custos de produção, possibilitando maior margem de lucros ao construtor ou, então, uma redução nos preços de venda, aumentando sua competitividade, conforme mostra a figura a seguir:

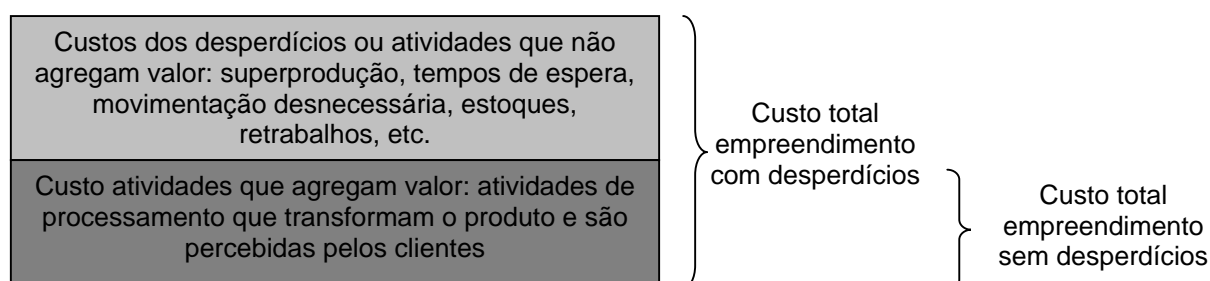


Figura 9 – Desperdícios e custos de produção na construção

Fonte: Elaborado a partir de Koskela (2000).

4.2 IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

De maneira geral, pode-se dizer que os problemas enfrentados, tanto na manufatura quanto na construção, são os mesmos. A falta da visão sistêmica, as descontinuidades entre os processos (traduzidos em estoques de produtos ou em tempo de paradas) e os altos índices de desperdícios resultam nos altos custos, na baixa qualidade e nos atrasos na entrega dos produtos. Confrontando, assim, com o novo ambiente competitivo, mais exigente em termos de preço, prazo e qualidade, em ambos os setores.

Apesar disso, em função das diferenças entre manufatura e construção (conforme brevemente descrito no Quadro 2), a implementação da Produção Enxuta na construção exige uma série de adequações às características específicas do setor (PICCHI, 2003b, HIROTA e FORMOSO, 2003).

| Características | Manufatura | Construção |
|------------------------|--|--|
| Projetos | Os projetos resultam na produção de muitas quantidades do produto. | Os projetos resultam na produção de um único produto, sendo que este produto é sempre uma espécie de "protótipo". |
| Local de produção | Na fábrica, onde podem ser produzidos múltiplos produtos. | No canteiro de obras, onde é produzido somente um produto. A Produção de outro produto exige uma nova "fábrica" (canteiro de obras). |
| Fluxo do produto | Por processo ou produto. O produto vai fluindo ao longo dos processos. | Posicional ou fixo. O produto é fixo e são os trabalhadores que se movem para a sua construção. |
| Processos | Discretos e em sua maioria mecanizados. | Manuais e a mecanização existente são mais para auxiliar os trabalhos dos funcionários do que para substituí-los. |
| Tempo de produção | Curto. | Longo. |

Quadro 2 – Diferenças entre manufatura e construção

Fonte: Autora.

Tais esforços de adequação vêm sendo feitos desde 1993, quando, a partir do trabalho pioneiro de Koskela (1992), formou-se o *International Group for Lean*

Construction (IGLC), que compreende uma rede de pesquisadores e profissionais ligados à Construção Enxuta.

No campo teórico, a Construção Enxuta tem evoluído significativamente ao longo dos anos, com estudos que contemplam diferentes enfoques, que vão desde aspectos técnicos - que incluem o desenvolvimento de métodos de controle da produção ao longo de todo o empreendimento (BALLARD e HOWELL, 2003), etc. - até aspectos político-sociais – como a identificação de barreiras para a introdução da Construção Enxuta (HIROTA e FORMOSO, 2003) e a identificação de aspectos promotores da Construção Enxuta (ALARCON e SEGUEL, 2002), etc.

No campo prático, entretanto, a difusão da Construção Enxuta ainda é limitada. Além de serem poucas as construtoras envolvidas no seu processo de implementação (que normalmente se restringem a empresas parceiras dos grupos de pesquisa), os esforços de implementação estão voltados, em grande parte, à aplicação e/ou desenvolvimento de ferramentas de controle da produção. Entre as ferramentas mais disseminadas, pode-se citar o *Last Planner* (que tem como objetivo principal planejar detalhadamente cada etapa da obra e verificar se o planejado foi realmente cumprido, a fim de reduzir a complexidade da construção) (BALLARD e HOWELL, 2003), o uso de *kanbans* (ARBULU *et al*, 2003), o Gerenciamento Visual e o 5 S's (SALEM *et al*, 2004), entre outros.

Apesar de a aplicação dessas ferramentas demonstrar bons resultados, tanto Vrijhoef *et al* (2002) quanto Salem *et al* (2004) destacam que a forma isolada e pontual como elas têm sido implementadas, além de limitar as possibilidades de melhorias ao longo do fluxo de valor, não necessariamente está “atacando” os principais problemas e desperdícios da construção. Como resultado, a implementação da Produção Enxuta na construção tem sido restrita, na medida em que tem investido mais nos “pilares” que a “sustentam” do que na “base”, comprometendo a chegada ao “topo”, conforme mostra a Figura 10.



Figura 10 – Esforços de implementação da Produção Enxuta na construção

Fonte: Autora

Para Picchi (2003b), uma forma de propiciar a implementação mais sistêmica da Construção Enxuta seria por meio da aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). Como se ressaltou no terceiro capítulo, na manufatura, o MFV é considerado a “porta de entrada” para a implementação da Produção Enxuta, justamente porque possibilita visualizar o processo produtivo como um todo e, assim, identificar os desperdícios existentes, mostrando onde realmente devem ser buscadas melhorias. Assim, a implementação começa de “baixo para cima” e vai evoluindo ao longo do fluxo de valor.

Com o objetivo de visualizar o processo produtivo da construção de forma sistêmica, a fim de iniciar uma implementação sistêmica da Construção Enxuta, foi utilizado neste estudo o MFV. Devido às diferenças entre manufatura e construção e ao fato de a difusão do MFV na construção ainda ser incipiente, foram necessárias algumas adequações para sua aplicação na construção. Essas adequações são apresentadas no capítulo seguinte, que aborda a metodologia deste trabalho.

5 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia de pesquisa utilizada na condução deste estudo. Discute-se a estratégia de pesquisa adotada e o delineamento do estudo. Apresentam-se, também, as adequações do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) que se fizeram necessárias para sua aplicação na construção habitacional.

5.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Segundo Yin (2001), existem muitas maneiras de se fazer pesquisa em ciências sociais. Experimentos, levantamentos, pesquisas históricas, análise de informações em arquivos e estudo de caso são alguns exemplos. Sendo o objetivo principal deste estudo “visualizar o processo produtivo da construção de edificações habitacionais de modo sistêmico” e os objetivos específicos “adequar a ferramenta MFV às características da construção habitacional, mapear o seu fluxo de valor, identificar os principais problemas e desperdícios existentes no seu processo produtivo e, por fim, propor ações de melhoria com base nas idéias da Produção Enxuta”, foi escolhido, como estratégia de pesquisa, o estudo de caso.

De acordo com Godoy (1995), o estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente, ou seja, visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular. Essa concepção é corroborada por Yin (2001), ao afirmar que o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa indicada para questões que lidam com ligações operacionais que necessitam ser traçadas ao longo do tempo, ao invés de serem encaradas como meras repetições ou incidências. Por fim, o mesmo autor observa que, como esforço de pesquisa, o estudo de caso contribui, de forma inigualável,

para a compreensão que se tem dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos.

A escolha da estratégia de estudo de caso também se mostrou adequada devido ao caráter exploratório e qualitativo da pesquisa, à medida que o mesmo esteve vinculado a um contexto ainda não pesquisado, como é o caso da aplicação do MFV na construção de edificações habitacionais.

5.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

A pesquisa foi dividida em quatro grandes etapas, representadas na Figura 11.

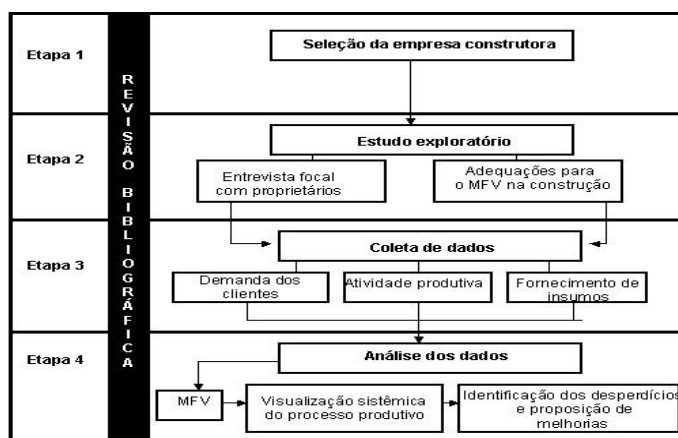


Figura 11 – Desenho da Pesquisa

Fonte: Autora

A primeira etapa consistiu-se da seleção da empresa para o estudo de caso. Para tanto, buscou-se uma empresa construtora que atuasse no segmento de edificações habitacionais e que já estivesse inserida em algum programa de qualidade, de modo a ter um planejamento e controle mais formal, facilitando a coleta dos dados.

A segunda etapa consistiu-se do estudo exploratório. De acordo com Sampieri *et al* (1991), os estudos exploratórios servem para aumentar o grau de familiaridade com os fenômenos relativamente desconhecidos. Além disso, Yin (2001) observa que os estudos exploratórios também servem para o planejamento e a preparação da fase de coleta de dados. Nesse sentido, a fase exploratória da pesquisa buscou identificar como aplicar, ou seja, adequar o MFV à atividade produtiva da construção.

A terceira etapa consistiu-se da coleta de dados. As fontes de evidência utilizadas para a coleta de dados foram: documentação (como cartazes afixados na obra, minutas de reuniões com a programação da produção, documentos administrativos de controle da empresa, etc.); registros em arquivos (como, por exemplo, os Diários de Obras); entrevistas (focal, com os proprietários da empresa estudada, e espontâneas, com os envolvidos na obra); e a observação direta da pesquisadora. A análise dos dados consistiu a quarta e última etapa da pesquisa e foi realizada com a aplicação do MFV.

Ressalta-se que a revisão bibliográfica foi contínua durante a pesquisa, tendo a finalidade de embasar teoricamente o estudo, tanto em sua fase de campo e coleta de dados, como na análise e nas conclusões alcançadas. A seguir, apresentam-se, com mais detalhes, cada uma das etapas da pesquisa.

5.2.1 Seleção da empresa

A empresa selecionada para a pesquisa¹ é uma construtora de Porto Alegre, que se dedica há mais de quarenta anos à construção de edificações residenciais, comerciais e esportivas. Nesse período, a empresa já construiu aproximadamente 330 mil metros quadrados em mais de vinte e sete empreendimentos. Anualmente, a empresa constrói cerca de sete obras, sendo que 95% destas são residenciais.

¹ Atendendo a solicitação da empresa construtora participante da pesquisa, sua razão social foi omitida.

Os principais mercados em que empresa atua são as classes A e B, e a forma de comercialização é exclusivamente pelo “Preço de Custo - Grupo Fechado”, sendo que cada imóvel representa uma “quota” do edifício, compondo, assim, um condomínio. Para que as obras iniciem, o condomínio deve estar fechado, ou seja, todos os imóveis devem estar vendidos.

O tempo médio entre o lançamento de uma obra, o fechamento do grupo e o início da construção é de, aproximadamente, seis meses. Segundo os proprietários da empresa pesquisada, a maior vantagem com o preço de custo é que o imóvel sai mais barato para o cliente e os custos são visíveis, ou seja, sabe-se o que está se gastando com cada item. Além disso, os clientes que compõem o condomínio podem opinar em relação às decisões sobre os materiais empregados na construção, cores, personalização de sua unidade, etc. A empresa não tem problemas com desistência, mas, se houver, é preciso que o desistente encontre um comprador para a sua unidade.

A construtora é uma empresa de porte médio e familiar, sendo que o fundador e três dos seus filhos são os sócios-proprietários. Todos os sócios-proprietários são engenheiros civis e responsáveis pelo gerenciamento das obras e da empresa. Apesar de todos estarem envolvidos com o gerenciamento da empresa, cada um é responsável por uma área específica, como, por exemplo: o planejamento estratégico, o relacionamento com os clientes, a gestão dos canteiros de obra, a gestão ambiental, etc. Além dos sócios-proprietários, trabalham, atualmente, no escritório na sede da empresa, nove funcionários fixos, responsáveis por tarefas como secretaria, contabilidade, recursos humanos, arquitetura e coordenação social. Os funcionários das obras são todos terceirizados e, atualmente, são cerca de 200, distribuídos nos empreendimentos da empresa. Esta também tem investido no trabalho de estagiários dos cursos de engenharia e arquitetura, sendo que, das seis obras em andamento, quatro possuem estagiários.

A escolha dessa construtora para a realização da pesquisa foi motivada por esta já estar inserida em programas de qualidade, tendo sido, inclusive, premiada. Entre os diversos prêmios recebidos estão: o Prêmio Nacional Qualidade (2003), os Troféus Diamante (2003 e 2004) do Programa Gaúcho de Qualidade e Produtividade do Estado do Rio Grande do Sul (PGQP/RS) e o Prêmio CNI de Ecologia (2002).

O primeiro contato com a empresa foi feito em abril de 2004. Na ocasião, foi apresentada a intenção de pesquisa para dois dos sócios-proprietários e, com o aceite da empresa em participar, definiu-se uma obra e, conseqüentemente, uma etapa da construção a ser aplicado o MFV, apresentados na próxima seção.

5.2.2 Estudo exploratório

Como visto no terceiro capítulo, o MFV representa, na prática, uma das “portas de entrada” para a aplicação da Produção Enxuta em processos não-enxutos. Isto porque congrega os principais princípios da Produção Enxuta, possibilitando a visualização do processo produtivo desde o início (pedido dos clientes) até o fim (fornecimento de matérias-primas), ou seja, a identificação da cadeia de valor (ou fluxo de valor). A partir da análise da cadeia de valor são identificados os desperdícios existentes no processo e propostas ações de melhoria, para que o processo produza com fluxo somente o que é valor para o cliente (ROTHER e SHOOK, 1998). Percebe-se, assim, que o MFV vai ao encontro do objetivo geral do presente estudo e, por isso, foi escolhido como meio de visualizar, de forma sistêmica, o processo produtivo da construção de edificações habitacionais.

Embora o MFV tenha sido utilizado com sucesso por diferentes setores industriais, a sua aplicação na atividade produtiva da construção ainda não foi disseminada. Além de serem poucos os estudos encontrados sobre o MFV no setor – e que dizem mais respeito ao fornecimento de insumos da construção do que ao processo produtivo em si (DOS REIS e PICCHI, 2003 e FONTANINI e PICCHI, 2003) - o MFV foi desenvolvido em um ambiente de manufatura e, portanto, leva em consideração as características e necessidades desse ambiente, que diferem do ambiente produtivo da construção.

Nesse sentido, a etapa exploratória da pesquisa teve como objetivo principal a familiarização com a atividade produtiva da construção, a fim de adequar o MFV para a sua aplicação neste setor. Essa etapa iniciou logo após o primeiro contato

com a empresa, em abril de 2004, e terminou na primeira quinzena de julho de 2004, sendo que, durante esse período, visitou-se a obra pelo menos uma vez por semana. As adequações do MFV, necessárias para sua aplicação na construção, são apresentadas a seguir, considerando cada etapa do MFV.

1. Seleção de uma etapa da obra

Conforme já se observou no terceiro capítulo, embora o fluxo de valor envolva todo o fluxo de materiais e informações necessários para produzir um determinado produto e, por isso, ultrapassa os níveis organizacionais, o MFV deve iniciar dentro de uma planta (fábrica) de uma empresa, ou seja, no processo produtivo (ROTHER e SHOOK, 1998). Considerando que o processo produtivo da construção se dá no canteiro de obras, foi selecionada uma obra da empresa para a aplicação do MFV.

A obra na qual este estudo foi realizado é um edifício residencial de grande porte, localizado em um bairro nobre da cidade de Porto Alegre/RS. A escolha dessa obra foi feita pelos proprietários da empresa, já no primeiro contato, quando a intenção de pesquisa foi apresentada.

Rother e Shook (1998) acrescentam, ainda, que não se deve iniciar o mapeamento em todos os produtos que são produzidos pela empresa, mas sim selecionar uma família de produtos com base naqueles que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos posteriores. No caso da construção, entretanto, por cada grande etapa da obra acontecer progressivamente em um longo intervalo de tempo, possuir diferentes processos e produzir diferentes produtos (que, no final, formam o produto “edifício”), cada uma poderia ser considerada uma espécie de “subfábrica” (ou subobra) dentro da fábrica (ou obra). Dessa forma, ao invés de se selecionar uma família de produtos para iniciar o MFV na construção, deve-se selecionar uma etapa do processo produtivo da construção.

De modo geral, a obra consiste nas seguintes grandes etapas (YAZIGI, 1998):

- Serviços iniciais (que compreendem os levantamentos e estudos topográficos e geotécnicos e, também, a limpeza do terreno);

- Instalações provisórias (que são as instalações do canteiro, o almoxarifado e o estabelecimento das regras de segurança);
- Trabalhos em terra (que compreendem as escavações, os aterros e reaterros e as drenagens);
- Fundações (que são a base do edifício);
- Estrutura (que dá a sustentação do prédio, espécie de “esqueleto”);
- Alvenaria (que confere a vedação do prédio);
- Instalações elétricas, telefônicas, hidrossanitárias e mecânicas;
- Esquadrias;
- Revestimentos (rebocos, azulejos, pastilhas cerâmicas); e
- Acabamentos (que consistem nas pinturas, na colocação de vidros, no ajardinamento e, por fim, na limpeza final).

Conforme mostra a figura abaixo, essas etapas seguem uma ordem progressiva, sendo que somente algumas delas podem ocorrer simultaneamente. Após a última etapa de construção (acabamentos), a entrega das chaves (imóvel) é feita aos clientes.

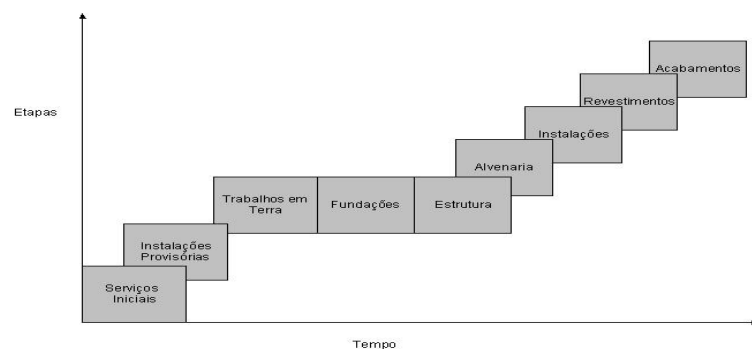


Figura 12 – Grandes etapas de uma obra

Fonte: Elaborado a partir de Yázigi (1998).

Para esta pesquisa foi selecionada a etapa alvenaria do processo produtivo. Essa escolha deu-se por dois motivos principais. Primeiro, porque na época em que se fez o contato com a empresa (abril de 2004), a obra estava na fase de finalização da estrutura do prédio e sendo preparada para iniciar a fase de alvenaria no próximo mês (maio de 2004), o que tornaria possível ver o processo acontecer desde o início. Segundo, porque, apesar de a alvenaria não ser a etapa da construção que mais necessita de recursos (em geral, corresponde de 4% a 6% do valor total da obra, enquanto a estrutura representa em média 14% a 16%), ela tem como objetivo “vedar” a estrutura, ou seja, fazer o fechamento dos imóveis com as paredes externas e internas (dando a “cara” do imóvel), o que implica na “personalização” dos imóveis e, por isso, na relação direta com os clientes.

2. Mapa do Estado Atual

A etapa seguinte à seleção da etapa do processo produtivo a ser aplicado o MFV é a coleta dos dados para o desenho do Mapa do Estado Atual. Conforme apresentado no terceiro capítulo, o Mapa do Estado Atual consiste num desenho de como o processo produtivo está acontecendo atualmente e, para que tal desenho reproduza com exatidão o fluxo de valor atual, é preciso que sejam obtidas as informações diretamente no chão de fábrica, seguindo a trilha de produção desde o cliente até o fornecedor (ROTHER e SHOOK, 1998).

Considerando que o tempo de produção na manufatura, geralmente, é curto, sendo, muitas vezes, possível visualizar todo o processo produtivo acontecendo do início (produto pronto para ser entregue aos clientes) ao fim (fornecimento de matérias-primas) em um mesmo dia, a coleta de dados para o desenho do Mapa do Estado Atual na manufatura pode ser feita em um único dia. Na construção, entretanto, é praticamente impossível visualizar dessa maneira a produção e, portanto, coletar os dados em um único dia. Primeiro, porque a noção de tempo da construção é muito diferente da manufatura, sendo que o produto da construção, geralmente, leva mais de um ano para ficar pronto e, segundo, porque não é possível “voltar atrás” depois que algo foi construído e ver um edifício sendo produzido do início (pronto para ser entregue aos clientes) ao fim (fornecimento de matérias-primas).

Somando-se a isto, percebeu-se uma alta variabilidade de trabalhos e funcionários na construção, sendo que não necessariamente o que estava sendo realizado por um funcionário “ontem” estava sendo realizado por ele “hoje”. Segundo Gitahy Jr. *et al* (2003), essa variabilidade é resultado do fluxo do produto na construção, que, ao contrário da manufatura, é posicional ou fixo, fazendo com que os trabalhadores se movam dentro da obra enquanto o produto é construído em um único lugar.

Verificou-se, assim, que para que o Mapa do Estado Atual da construção reproduzisse com maior exatidão como estava ocorrendo a produção da alvenaria, seria necessário acompanhar praticamente todo o processo, ou seja, desde a execução do primeiro apartamento até o último², a fim de se obter, findo o processo, uma média global dessa etapa por pavimento do prédio. Além disso, analisando-se os dados que são coletados para o MFV na manufatura (que dizem respeito aos fluxos de materiais e às informações relativas a demanda dos clientes, a atividades produtivas e ao fornecimento de matérias-primas) identificou-se a necessidade de operar algumas adequações à realidade da construção de edificações habitacionais.

Em relação à demanda dos clientes, percebeu-se que, ao passo que na manufatura o cliente faz diversos pedidos de determinado produto ao longo do tempo, na construção ele faz um “único pedido”, que é a compra do imóvel. A partir de então, a relação entre cliente e construtora baseia-se, normalmente, em um contrato, que estabelece tanto a forma de pagamento do imóvel quanto o prazo de construção da obra. Esse contrato, por sua vez, gera um cronograma geral da obra, programando o período de produção de cada grande etapa de modo a cumprir o prazo final contratado. Nesse sentido, as diferentes etapas da obra podem ser interpretadas como diferentes pedidos dos clientes.

Essa diferença implicou em uma nova forma de se calcular o *takt time* para a construção, sendo obtido por meio da divisão do tempo de trabalho efetivamente disponível para cada etapa (cronograma) pela quantidade de metros quadrados a serem executados para essa mesma etapa. Como resultado, o *takt* da construção

² Embora a obra tivesse 12 andares – 9 pavimentos tipo (apartamentos) mais subsolo, térreo e cobertura – optou-se por fazer o mapeamento da alvenaria somente nos 9 pavimentos tipo. Isso em função das diferenças das plantas dos pavimentos tipo e os demais andares e, também, devido ao limite de tempo.

indicará o tempo em que se deve executar um metro quadrado, ou seja, o ritmo em que se deve produzir com base na demanda do cliente, estipulada em contrato. Além disso, verificou-se que, quando os processos que fazem parte de cada etapa possuem diferentes metragens quadradas a serem executadas, o *takt time* deve ser calculado por processo.

Também, em relação à atividade produtiva, verificou-se a necessidade de algumas adequações quanto às “informações-chave” de cada processo da produção. Primeiramente, foi necessário adequar o tempo de ciclo (T/C) à construção, que na manufatura é determinado pelo tempo transcorrido entre um componente e o próximo para saírem do mesmo processo. Considerou-se o componente da alvenaria o metro quadrado executado, e o T/C da construção passou a verificar o tempo médio que se leva para executar um metro quadrado. Vale ressaltar que a escolha do metro quadrado como componente de análise deve-se ao fato de que o valor dos imóveis é estabelecido a partir da área construída, ou seja, da metragem quadrada que o imóvel possui.

Por não haver mudanças da produção de um tipo de produto para outro e pela quase inexistência de máquinas que auxiliem os processos, foi desnecessário coletar dados a respeito dos tempos de troca (T/R) e tempo útil de operação efetiva das máquinas. No entanto, foi identificada outra “informação-chave” da produção. Entre o fim de um processo e o início de outro houve dias de “parada”, considerados, então, como uma espécie de estoque de metros quadrados prontos (de um processo para o próximo) ou *wip* (*work in process*).

A respeito do fornecimento de matérias-primas, percebeu-se que os dados a serem coletados são basicamente os mesmos para o MFV na manufatura, uma vez que a relação entre fornecedores e empresa na construção é praticamente a mesma da manufatura (a empresa faz os pedidos de matérias-primas e, ao fornecedor, cabe entregá-las no tempo solicitado).

Os quadros a seguir apresentam os tipos de dados a serem coletados referentes à demanda dos clientes, às atividades produtivas e ao fornecimento de matérias-primas da fase de alvenaria, bem como onde obtê-los e qual o tipo de fluxo (informações ou materiais):

| Informações – cliente | Fonte | Tipo de Fluxo |
|--|-------------------|----------------------|
| Cliente final (classe A, B ou C) | Vendas | Informações |
| Informações gerais sobre o edifício | Projeto | Informações |
| Forma de compra do imóvel | Vendas | Informações |
| Forma de comunicação com a construtora | Vendas | Informações |
| Prazo de execução da obra | Vendas e Produção | Informações |
| Tempo de execução da etapa da obra selecionada | Produção | Informações |
| Cliente interno (etapa subsequente) | Produção | Materiais |

Quadro 3 – Dados a serem coletados referente a demanda dos clientes

Fonte: Elaborado a partir de Rother e Shook (1998).

| Informações – produção | Fonte | Tipo de Fluxo |
|---|-----------------------|----------------------|
| Processos básicos da etapa da produção | Obra (produção) | Materiais |
| Para cada processo: <ul style="list-style-type: none"> • Tempo de ciclo (T/C) • Tempo de Produção (T/Pr.) • Número de pessoas envolvidas • Tempo médio entre fim de um processo e início de outro • <i>Lead time</i> | Obra (produção) | Materiais |
| Existência de máquinas que auxiliem a produção | Obra (produção) | Materiais |
| Programação e controle da produção | Obra (produção) | Informações |
| Tempos de trabalho (dias, horas, turnos) e intervalos | Escritório (produção) | Informações |

Quadro 4 – Dados a serem coletados referente à produção

Fonte: Elaborado a partir de Rother e Shook (1998).

| Informações – fornecimento de matérias-primas | Fonte | Tipo de Fluxo |
|--|---------------------|----------------------|
| Principais matérias-primas | Compras | Materiais |
| Principais fornecedores | Compras | Materiais |
| Comunicação com fornecedores | Compras | Informações |
| Frequência de compras com os fornecedores | Compras | Informações |
| Quantidade média de matéria-prima estocada | Obra (almoxarifado) | Materiais |
| Forma da embalagem da matéria-prima | Obra (almoxarifado) | Materiais |
| Forma de armazenamento da matéria-prima | Obra (almoxarifado) | Materiais |
| Forma de entrega da matéria-prima | Obra | Materiais |

Quadro 5 – Dados a serem coletados referente ao fornecimento de matérias-primas

Fonte: Elaborado a partir de Rother e Shook (1998).

Os ícones utilizados para o desenho do Mapa do Estado Atual da construção são os mesmos utilizados na manufatura (Anexo A). Somente o ícone “cliente” foi modificado, trocando-se o ícone de uma empresa para o ícone de uma pessoa.

3. Análise do Mapa do Estado Atual

Para a análise do Mapa do Estado Atual, com o objetivo de identificar os desperdícios e propor ações de melhoria, utilizaram-se as premissas de análise do

MFV, conforme apresentadas no terceiro capítulo. Algumas premissas foram adequadas à construção, ao passo que outras sequer foram utilizadas, conforme se apresenta abaixo:

1) “Produzir de acordo com o *takt time*” - a adequação dessa premissa diz respeito à modificação no cálculo do *takt time* para a construção, que indica o tempo em que se deve executar um metro quadrado. Apesar disso, o *takt time* da construção continua sendo usado para balizar o ritmo da produção com o ritmo da demanda dos clientes, dando a noção do ritmo em que cada etapa (ou processos, quando as metragens quadradas a serem executadas forem diferentes) deve estar produzindo. Destaca-se, ainda, que, quando a construção acontecer em mais de um pavimento (e por isso a necessidade de se obter a média geral dos pavimentos), é a relação entre o T/C médio e o *takt time* que indicará a necessidade (ou não) de se executar mais de um pavimento por vez.

2) “Produzir para expedição ou para um supermercado de produtos acabados” – no caso da construção, o supermercado de produtos acabados pode ser considerado imóveis prontos para serem vendidos. Quando a empresa constrói sob encomenda ou já vendeu os imóveis antes do término da construção, considera-se que a produção é “para expedição”.

3) “Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível” – essa premissa foi a que exigiu maior adequação. Isto porque a ideia de se produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado de um estágio do processo para o seguinte sem qualquer parada entre eles, é algo difícil de acontecer na construção, pois geralmente um processo precisa estar inteiramente pronto para ser iniciado o próximo (primeiro tem que fazer o piso, para depois fazer as paredes e, por último, fazer o teto, por exemplo). Nesse sentido, T/Cs diferentes entre os processos não impedem o fluxo, pois este se dá quando um processo termina e, em seguida, começa o próximo.

4) “Usar supermercados para controlar a produção” – a ideia dos supermercados pode ser adotada nos estoques de matérias-primas e somente em alguns processos, quando estes não confrontam com a progressão dos processos da construção (por exemplo, não é possível fazer um supermercado entre processos

como “paredes” e “teto”, na medida em que não se pode fazer o teto antes de fazer a parede).

4. Mapa do Estado Futuro

Da mesma forma que na manufatura, o Mapa do Estado Futuro da construção deve ser elaborado a partir do desenho do Mapa do Estado Atual e da análise com base nas idéias da Produção Enxuta, traduzidas nas premissas expostas anteriormente. De maneira geral, os ícones a serem utilizados para o desenho e a forma do Mapa do Estado Futuro da construção são os mesmos do Mapa do Estado Futuro da manufatura (Anexo 2).

5.2.3 Coleta dos Dados

Segundo Yin (2001), é fundamental que a coleta de dados de um estudo de caso faça uso de várias fontes de evidências. A coleta dos dados iniciou ainda durante a fase exploratória da pesquisa, com uma entrevista focal com um dos sócios-proprietários da empresa (e que também era o engenheiro responsável pela obra em que a pesquisa foi realizada). Essa entrevista teve como objetivo conhecer, em linhas gerais, a empresa e obter informações mais específicas em relação à obra e à produção da alvenaria. A fim de se conseguir a maior fidelidade possível, minimizando eventuais erros de interpretação ou esquecimentos do entrevistador, a entrevista foi gravada e transcrita.

Após o estudo exploratório e com o Plano de Coleta de Dados elaborado (conforme apresentado nos Quadros 3, 4 e 5), iniciou-se, na segunda quinzena de julho, a efetiva coleta dos dados para a aplicação do MFV. Devido à necessidade de se acompanhar toda a produção da alvenaria, a fim de se obter uma média dessa etapa, a coleta dos dados ocorreu desde a segunda quinzena de julho até a primeira semana de novembro de 2004. Nesse período, visitou-se a obra pelo menos três vezes por semana, sendo que o total de visitas realizadas foi de quarenta.

As visitas sempre foram feitas no turno da tarde, a fim de verificar a produção da alvenaria do dia. Os dados referentes à produção da alvenaria sempre foram coletados diretamente com os funcionários responsáveis pelos serviços. Para acompanhar o trabalho dos funcionários, facilitar a coleta e conferir a veracidade do que os funcionários estavam fazendo, a empresa disponibilizou uma planta baixa de cada pavimento com os comprimentos de cada parede do apartamento. Verificava-se, assim, em cada visita, que altura da parede havia sido elevada naquele dia e, depois, calculava-se a metragem quadrada diária executada em cada pavimento. Dividindo-se o tempo de trabalho pela metragem quadrada executada do dia, obtinha-se o T/C do dia de cada processo por pavimento. E, ao final das quarenta visitas, obteve-se o T/C médio de cada processo por pavimento.

Os dados referentes ao fornecimento de matérias-primas foram obtidos contando-se a quantidade de insumos estocados a cada visita. Também foram analisados os Formulários de Pedidos de Insumos, para obter a frequência de compra de cada insumo; os Diários de Obra e as minutas de reuniões de programação da produção, para verificar o planejado *versus* o realizado. Todos os dados coletados em cada visita foram anotados em planilhas (para depois gerar os valores médios), que foram especialmente elaboradas para este fim. Tanto o roteiro da entrevista focal com o proprietário quanto as planilhas utilizadas na coleta dos dados podem ser visualizados nos Anexos.

Em algumas visitas foram feitos registros de imagens, com o objetivo de documentar a maneira como os processos eram realizados, como os insumos eram estocados, exemplos de boas práticas da empresa e ações adotadas pela mesma como resultado parcial da pesquisa. Para Yin (2001), as imagens aumentam o poder de comunicação das informações e constituem-se num importante registro das características do estudo de caso. Assim, o objetivo do uso de registros de imagens foi de complementar as demais fontes de evidência utilizadas na coleta dos dados.

É pertinente destacar, ainda, que durante toda a fase de coleta de dados foram realizadas entrevistas espontâneas com os funcionários envolvidos na etapa da alvenaria. Essas entrevistas tiveram diversas funções, desde aprender um pouco sobre a produção da alvenaria até conhecer um pouco da história de cada funcionário, suas motivações, desafios e frustrações.

5.2.4 Análise dos Dados

Segundo Yin (2001), a análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar ou recombinar as evidências tendo em vista as proposições iniciais do estudo. De certa forma, este estudo teve dois grandes momentos de análise, durante os quais se buscou examinar, categorizar e classificar as informações de forma a atingir os objetivos propostos.

O primeiro consistiu em analisar como adequar o MFV à construção de edificações habitacionais. Essa análise foi realizada confrontando-se o que apontava a revisão da literatura (principalmente em termos de problemas da construção, possíveis soluções da Produção Enxuta e aplicação do MFV na manufatura) com o que foi visualizado na obra durante o estudo exploratório.

O segundo momento de análise foi realizado após a coleta dos dados, com a efetiva aplicação do MFV com o objetivo de visualizar de forma sistêmica o processo produtivo da construção (observando os clientes, a produção e o fornecimento de insumos) para, então, identificar seus principais problemas e propor ações de melhoria. Essa análise baseou-se na teoria a respeito do MFV, nas adequações que se fizeram necessárias para sua aplicação na construção (identificadas na fase exploratória da pesquisa, especialmente nas premissas apresentadas no item 5.2.2 - 3) e na revisão teórica geral a respeito da Produção Enxuta e da construção de edificações habitacionais.

6 FLUXO DE VALOR NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

Este capítulo apresenta o fluxo de valor (ou a visão sistêmica) da etapa da alvenaria de uma obra residencial da construtora participante desta pesquisa. Como o fluxo de valor foi visualizado a partir da aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), apresentam-se os dados coletados referentes à demanda dos clientes, à produção e ao fornecimento de matérias-primas (traduzidos no Mapa do Estado Atual), bem como as análises realizadas para identificar os principais desperdícios e problemas e, por fim, as ações de melhoria propostas, almejando uma implementação sistêmica da Produção Enxuta (traduzidos no Mapa do Estado Futuro).

6.1 MAPA DO ESTADO ATUAL

Como visto anteriormente, o desenho do Mapa do Estado Atual contempla informações a respeito do fluxo de materiais e de informações em relação aos clientes, à produção e ao fornecimento de matérias-primas e tem como objetivo mostrar como a produção está ocorrendo. Os dados coletados e o desenho do Mapa do Estado Atual são apresentados abaixo.

6.1.1 Clientes

A obra na qual a pesquisa foi realizada é um edifício residencial de doze andares - distribuídos em subsolo, térreo, nove pavimentos tipo e cobertura -, sendo um apartamento por andar. Cada apartamento possui, em média, 247 m² de área

privativa, composta de duas suítes, dois quartos, banheiro privado, lavabo, sala de estar e jantar, cozinha, lavanderia e dependência de empregada. O valor médio de cada unidade habitacional é de R\$ 670.000,00, o que já define o cliente do imóvel como sendo de classe A.

Segundo os proprietários da empresa pesquisada, o planejamento desse empreendimento imobiliário (edifício) foi focado no tipo de cliente que a empresa busca atingir (classes A e B), unindo variáveis como necessidades dos clientes, coisas que eles valorizam (identificadas no histórico de clientes que a empresa possui e em grupos de referência) com a localização do edifício (bairro nobre da capital gaúcha). Os projetos, entretanto, foram contratados de um escritório de arquitetura que já possui parceria em diversos empreendimentos da empresa.

As vendas do edifício (lançamento no mercado imobiliário) foram feitas pela própria empresa no final de 2002 e os meios de comunicação utilizados foram o *site* da construtora, jornais e exposição da maquete do prédio em *shoppings* de Porto Alegre. Nessa época, já estavam prontos os projetos arquitetônicos do prédio e do pavimento tipo (que é o pavimento “modelo”, ou seja, todos os andares de apartamentos são iguais). No entanto, como a empresa trabalha com uma política de personalização em todos os seus empreendimentos, havia a possibilidade de se fazer modificações conforme o desejo dos compradores, respeitando, porém, os prazos preestabelecidos pela empresa.

Como não há intermediários (corretores de imóveis) na relação da empresa com seus clientes, a compra dos imóveis foi feita diretamente entre os clientes e a construtora. A partir da compra do imóvel, a relação entre construtora e compradores passou a ser regida por um “contrato de compra e venda”. Esse contrato estabelece as características gerais do imóvel, como a metragem quadrada, a área privativa e comum, etc.; as condições e prazos de pagamento e o prazo máximo de entrega do prédio aos clientes, estabelecido para novembro de 2005, determinando o cronograma da obra.

Para o pagamento dos apartamentos foi estipulado um cronograma, ao qual os clientes se adequaram conforme a sua capacidade financeira. Em geral, os clientes pagaram um valor de entrada e diluíram o restante ao longo do período de

construção, sendo que até a conclusão da obra os apartamentos devem estar quitados.

Em função de a empresa trabalhar exclusivamente pelo “Sistema de Preço de Custo – Grupo Fechado”, os compradores dos apartamentos do prédio formaram um condomínio. A fim de facilitar a comunicação entre o condomínio e a construtora, foi formada uma assembléia (composta de alguns condôminos), que durante o período de construção se reúne mensalmente para acordos de contas e decisões gerais sobre a obra. Somente decisões específicas de cada apartamento (como, por exemplo, a personalização) são feitas diretamente entre cada cliente e a empresa.

Com o “fechamento” do condomínio, ou seja, com todos os apartamentos do prédio vendidos, iniciou-se, em maio de 2003, a construção da obra com as fundações do prédio, que levaram cerca de quatro meses para ficarem prontas. Após as fundações, foi iniciada a fase de estrutura do prédio, que ainda estava sendo executada na cobertura quando a pesquisa começou. A equipe de trabalho que iniciou a obra (contando-se o mestre e funcionários) manteve-se a mesma até a conclusão dos serviços da estrutura. Com o término dessa etapa (que se deu mais ou menos no final de agosto), essa equipe passou a trabalhar em outra obra da empresa.

A etapa realizada depois da estrutura é a alvenaria (etapa estudada). Como a alvenaria é a etapa em que se dá a “cara” do imóvel, fazendo a divisão do apartamento com as paredes, implicou na personalização de cada apartamento conforme o desejo de cada cliente. Essa personalização não foi totalmente livre, na medida em que não era possível mudar de lugar a cozinha e os banheiros (em função do encanamento). Em geral, as modificações foram feitas no quarto menor (sendo eliminado para aumentar o tamanho da sala de estar ou mudando a porta de lugar) e na suíte *master* (onde foi colocada uma parede para separar o *closet* do resto do quarto) nos seguintes apartamentos: 4º, 5º, 6º e 7º.

O tempo estipulado para a execução da alvenaria foi de cinco meses, iniciando em maio de 2004 e terminando em setembro do mesmo ano. A alvenaria só iniciou, entretanto, em junho de 2004 (cerca de um mês depois do previsto). Isto ocorreu em função de ser uma outra equipe (mestre e funcionários) a responsável

pela execução da alvenaria e por esta equipe ainda estar terminando outra obra da empresa. O término da alvenaria ocorreu em novembro de 2004 (levando quase seis meses para ser totalmente executada), que foi quando a coleta de dados se encerrou. Segundo os proprietários da empresa, esse atraso nas grandes etapas da obra não deve implicar no atraso da entrega do edifício aos clientes. Primeiro, porque o prazo estabelecido em contrato já prevê uma “folga” para possíveis atrasos. Segundo, porque se a obra estiver muito atrasada, é possível acelerar o seu ritmo colocando mais pessoas para trabalhar nas etapas que ainda faltam.

A etapa subsequente à alvenaria é a fase de revestimentos, iniciada pelo reboco interno dos apartamentos e executada pelos mesmos funcionários da alvenaria. Para que o reboco possa ser feito dentro dos padrões de qualidade, é necessário que a alvenaria esteja no prumo certo. Caso contrário, é possível colocar a parede no prumo por meio do reboco, só que isto exigirá um consumo maior de insumos e, portanto, maiores custos.

O Quadro 6 apresenta de forma resumida os dados coletados referentes à demanda dos clientes.

| Informações – cliente | Dados Coletados |
|-------------------------------------|--|
| Cliente final (classe A, B ou C) | Classe A |
| Informações gerais sobre o edifício | 12 pavimentos, sendo 9 “tipo” e de 1 apartamento por andar |
| Forma de compra | Parcelamento direto com construtora |
| Forma de comunicação | Assembléia e reuniões exclusivas com cada cliente |
| Prazo de execução da obra | Novembro de 2005 |
| Tempo de execução da alvenaria | 5 meses, ou cerca de 100 dias úteis (previsto) e 6 meses, ou cerca de 120 dias úteis (realizado) |
| Cliente interno (etapa subsequente) | Revestimentos (reboco interno) |

Quadro 6 – Dados coletados referentes à demanda dos clientes

Fonte: Autora.

6.1.2 Produção da alvenaria

Embora a produção da alvenaria tenha ocorrido nos doze pavimentos do prédio, somente foram coletados dados referentes à produção da alvenaria nos nove pavimentos “tipo” (apartamentos); a partir desses dados foi calculada a média da alvenaria por pavimento do prédio. Isto porque os apartamentos representavam

quase a totalidade da produção da alvenaria do prédio (no subsolo, somente foram feitos alguns banheiros; no térreo, somente as divisões do *hall* de entrada, o fechamento do poço do elevador, os muros e o salão de festas; e na cobertura, apenas as divisões de sala, quarto e banheiro) e, mesmo tendo algumas diferenças em termos de projetos (em função da personalização de cada apartamento de acordo com o proprietário), no geral, possuíam as mesmas metragens quadradas, facilitando a coleta dos dados.

Basicamente, a alvenaria consistiu em três processos: demarcação, elevação e encunhamento. Esses processos ocorreram em ordem progressiva, ou seja, em cada pavimento do prédio sempre aconteceu primeiro a demarcação, depois a elevação e, por último, o encunhamento.

A demarcação (primeiro processo) tinha como objetivo verificar as linhas horizontais de cada pavimento (nível) e marcar com a primeira fiação de blocos cerâmicos ou tijolos maciços onde seria erguida a parede. A figura a seguir mostra a demarcação de um pavimento da obra pesquisada. Percebe-se que, durante a demarcação, o projeto foi sempre utilizado, pois era fundamental para se saber onde as paredes deveriam ser erguidas. Destaca-se, também, que era somente na demarcação que o mestre acompanhava todo o processo; nos demais processos, as tarefas eram passadas aos funcionários e o mestre fazia a conferência no final.



Figura 13 – Demarcação alvenaria

Fonte: Autora.

Após a demarcação, iniciou-se o segundo processo da alvenaria, que é a elevação e consiste na execução da parede propriamente dita. As figuras abaixo mostram exemplos de paredes sendo elevadas na obra pesquisada. A partir delas, percebe-se que, depois de uma certa altura, se fazia necessária a utilização de andaimes (cavalete com tábua de madeira em cima) para conseguir elevar a parede até o fim.



Figura 14 – Elevação alvenaria

Fonte: Autora.



Figura 15– Elevação alvenaria usando andaime

Fonte: Autora.

Por fim, o terceiro processo foi o encunhamento, que tem como objetivo unir a parede à viga. Segundo o engenheiro da obra, com o encunhamento, as cargas do prédio recaem sobre as paredes e, para que não haja fissuras, é necessário que a parede só seja encunhada pelo menos 15 dias após a elevação da alvenaria no pavimento. Além disso, é preferível que o encunhamento inicie após toda a alvenaria do prédio já ter sido elevada.

Outra característica desse processo é que o encunhamento difere conforme a parede (externa ou interna). Quando o encunhamento é externo, o espaço a ser encunhado é de 18 centímetros e é fechado com tijolo maciço inclinado e a mesma argamassa utilizada nos demais processos da alvenaria. Quando o encunhamento é interno, o espaço a ser encunhado é de 1,5 centímetros e não é utilizado qualquer tipo de bloco (cerâmico ou tijolo), mas somente uma argamassa especial, produzida com um produto chamado expensor. Esse produto possui a característica de “expandir” e fazer o fechamento entre a parede e a viga. As figuras 16 e 17 mostram, respectivamente, o encunhamento externo e interno de paredes do prédio pesquisado:



Figura 16 – Encunhamento externo

Fonte: Autora.



Figura 17 – Encunhamento interno

Fonte: Autora.

Havia, ainda, outro processo que, na verdade, era fornecedor de matéria-prima para os demais processos da alvenaria: a preparação da argamassa. Por ser um processo fornecedor, será abordado no item relativo ao fornecimento de matérias-primas.

Todos os processos e atividades da alvenaria (com exceção da preparação da argamassa, que era produzida na betoneira) foram feitos manualmente pelos funcionários responsáveis por esta etapa. As ferramentas utilizadas serviam somente para auxiliar os trabalhos, como a colher (que servia para pegar a argamassa dos carrinhos e colocá-la na parede para assentar o tijolo), o escantilhão (espécie de “régua” que servia para orientar o pedreiro a deixar a parede no prumo, ou seja, “reta”) e o prumo (que servia para conferir se a parede estava reta).

As especialidades dos funcionários responsáveis pela alvenaria se dividiam entre o mestre de obras (responsável direto pela equipe e cuja função principal era assegurar que as tarefas fossem executadas dentro do prazo estipulado e com qualidade), os pedreiros (que realmente executavam a alvenaria) e os serventes (que como o próprio nome sugere, “serviam” os pedreiros, trazendo o material perto do posto de trabalho, fazendo a limpeza, etc.). Observou-se que os pedreiros dividiam-se por processo, ou seja, havia os pedreiros responsáveis pela demarcação, os pedreiros responsáveis pela elevação e o pedreiro responsável pelo encunhamento. Além disso, verificou-se que os serventes, normalmente,

trabalhavam somente com os pedreiros da elevação (sendo que os pedreiros da demarcação e do encunhamento, geralmente, não contavam com o auxílio de serventes) e que tanto o número de serventes quanto de pedreiros foi bem variável ao longo do tempo. Destaca-se que todos os funcionários utilizavam os equipamentos de segurança necessários para os trabalhos (EPs), como capacete, cinto de segurança, etc.

A programação e controle da produção da construção na obra pesquisada se deu de duas maneiras. Ainda antes do início da construção, foi elaborado, no *software MS Project*, o cronograma geral da obra, com o objetivo de guiar e controlar o andamento da construção em longo prazo. No decorrer da pesquisa, entretanto, ficou evidente que essa forma de controle serviu somente para dar as linhas gerais do andamento da obra, na medida em que a construção estava atrasada em relação ao cronograma geral. Mais tarde, o cronograma geral foi retirado do escritório da obra e passaram a ser utilizadas, para o controle da produção, somente planilhas elaboradas no excel com as atividades de curto prazo.

Essas planilhas eram elaboradas semanalmente (após a reunião entre o engenheiro responsável pela obra, o mestre, o estagiário e o empreiteiro da mão-de-obra, que acontecia todas as terças-feiras à tarde) e continham as tarefas a serem executadas na próxima semana. Após a programação da produção da semana, essas planilhas eram anexadas na parede do escritório (onde os funcionários, como pedreiros e serventes, dificilmente entravam) e o mestre passava as atividades aos funcionários e controlava o seu cumprimento (o que era feito no início de cada semana e diariamente).

O horário de trabalho dos funcionários na obra era de segunda à quinta-feira das 7h30min às 12h (com 15 minutos de intervalo) e das 13h às 17h18min (com 15 minutos de intervalo), ou seja, 8h18min (ou 498 minutos), e nas sextas-feiras das 7h30min às 12h (com 15 minutos de intervalo) e das 13h às 16h18 (com 15 minutos de intervalo), ou seja, 7h18min (438 minutos). Estabeleceu-se, assim, a média diária de trabalho de 8h6min, ou seja, 486 minutos por dia, sendo em média 20 dias úteis por mês.

O estagiário trabalhava na obra quatro horas por dia, pela manhã ou à tarde. E o engenheiro responsável pela obra, como também é um dos sócios-proprietários da empresa, trabalhava no escritório sede, mas visitava a obra, em média, três vezes por semana.

Os dados referentes à produção da alvenaria foram coletados ao longo das quarenta visitas à obra. Nesse período foi executada praticamente toda a alvenaria desde o segundo até o décimo pavimento tipo (correspondendo do primeiro até o último apartamento, totalizando nove unidades). A coleta de dados terminou um pouco antes da finalização total da alvenaria, em função do prazo da pesquisa, sendo que ainda faltava ser executado o encunhamento do oitavo e do décimo apartamentos. Para se obter a média por pavimento, foi considerada como a média do encunhamento desses pavimentos a menor média verificada. Acredita-se, entretanto, que isso não tenha prejudicado a média final, uma vez que os dados começavam a se repetir.

A cada visita, se verificava qual o processo da alvenaria estava sendo executado (demarcação, elevação ou encunhamento), qual era o tempo de ciclo de cada processo (T/C, tempo, em minutos, que se levava para produzir um metro quadrado), quantos e quais funcionários (suas especialidades) estavam trabalhando na alvenaria e quais eram os problemas enfrentados. Também se analisava o Diário de Obras, para conferir o que havia sido feito nos dias em que não se visitou a obra.

O Quadro 7 mostra o resultado dos dados coletados para cada pavimento. Apresenta-se a metragem quadrada total de alvenaria e, também, de cada processo (demarcação, elevação e encunhamento) executada em cada pavimento³; a data de início e fim de cada processo em cada pavimento; o tempo de produção (T/Pr.) de cada processo em cada pavimento; o tempo de ciclo (T/C) de cada processo em cada pavimento; o número de funcionários e suas especialidades e o tempo em que o pavimento ficou “parado” entre o fim de um processo e o início de outro, considerado uma espécie de estoque de metros quadrados prontos ou *wip* (*work in process*).

³ Destaca-se que a metragem quadrada de alvenaria (ou área de parede) não corresponde à metragem quadrada de área privativa do apartamento (área de “piso”).

| PAV. | M² TOTAL ALVENARIA | SUB-PROCESSOS ALVENARIA | M² POR SUB-PROCESSO | DATA DE INÍCIO | DATA DE TÉRMINO | Lead Time (dias úteis) | T/C (min/m²) por funcionário | Média pedreiros | Média serventes | Tempo parado entre processos |
|------|--------------------|-------------------------|---------------------|----------------|-----------------|------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| 2° | 301,75 m² | DEMARCAÇÃO | 24,90 | 8/6/04 | 18/6/04 | 8 | 312,29 | 2 | 0 | 5 |
| | | ELEVAÇÃO | 267,75 | 28/6/04 | 3/8/04 | 27 | 98,02 | 1 | 1 | 10 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,10 | 16/8/04 | 10/9/04 | 19 | 1014,73 | 1 | 0 | |
| 3° | 316,26 | DEMARCAÇÃO | 25,97 | 21/6/04 | 24/6/04 | 4 | 149,71 | 2 | 0 | 2 |
| | | ELEVAÇÃO | 281,11 | 29/6/04 | 6/8/04 | 29 | 100,27 | 1 | 1 | 2 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,18 | 11/8/04 | 3/9/04 | 18 | 952,94 | 1 | 0 | |
| 4° | 301,14 m² | DEMARCAÇÃO | 24,97 | 28/6/04 | 12/7/04 | 11 | 428,19 | 2 | 0 | 0 |
| | | ELEVAÇÃO | 267,05 | 13/7/04 | 16/8/04 | 25 | 90,99 | 1 | 1 | 27 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,12 | 27/9/04 | 8/10/04 | 10 | 532,89 | 1 | 0 | |
| 5° | 316,73 m² | DEMARCAÇÃO | 26,07 | 13/7/04 | 16/7/04 | 4 | 149,14 | 2 | 0 | 12 |
| | | ELEVAÇÃO | 281,45 | 4/8/04 | 8/9/04 | 25 | 86,34 | 1 | 1 | 2 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,21 | 13/9/04 | 24/9/04 | 9 | 474,92 | 1 | 0 | |
| 6° | 311,81 m² | DEMARCAÇÃO | 25,71 | 19/7/04 | 23/7/04 | 5 | 189,03 | 2 | 0 | 10 |
| | | ELEVAÇÃO | 276,99 | 9/8/04 | 4/10/04 | 39 | 136,86 | 1 | 1 | 8 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,11 | 18/10/04 | 26/10/04 | 7 | 373,44 | 1 | 0 | |
| 7° | 315,62 m² | DEMARCAÇÃO | 25,98 | 26/7/04 | 28/7/04 | 3 | 112,24 | 2 | 0 | 12 |
| | | ELEVAÇÃO | 280,51 | 16/8/04 | 8/9/04 | 17 | 58,91 | 1 | 1 | 20 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,13 | 8/10/04 | 15/10/04 | 5 | 266,16 | 1 | 0 | |
| 8° | 315,26 m² | DEMARCAÇÃO | 25,97 | 4/8/04 | 9/8/04 | 4 | 149,71 | 2 | 0 | 7 |
| | | ELEVAÇÃO | 280,11 | 19/8/04 | 28/9/04 | 27 | 93,69 | 1 | 1 | 25 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,18 | 5/11/04 | 11/11/2205* | 5 | 264,71 | 1 | 0 | |
| 9° | 315,40 m² | DEMARCAÇÃO | 25,98 | 24/8/04 | 27/8/04 | 4 | 149,65 | 2 | 0 | 7 |
| | | ELEVAÇÃO | 280,24 | 9/9/04 | 5/10/04 | 18 | 62,43 | 1 | 1 | 12 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,18 | 27/10/04 | 4/11/04 | 6 | 317,65 | 1 | 0 | |
| 10° | 309,90 m² | DEMARCAÇÃO | 25,58 | 3/9/04 | 14/9/04 | 7 | 265,99 | 2 | 0 | 11 |
| | | ELEVAÇÃO | 275,22 | 1/10/04 | 4/11/04 | 23 | 81,23 | 1 | 1 | 5 |
| | | ENCUNHAMENTO | 9,10 | 12/11/2004* | 18/11/2004* | 5 | 267,03 | 1 | 0 | |

Obs. 1) Total alvenaria executada no prédio (considerando os 9 pavimentos tipo): 2.803,87m²;

2) Total de demarcação executada no prédio (considerando os 9 pavimentos tipo): 231,13 m²;

3) Total de elevação executada no prédio (considerando os 9 pavimentos tipo): 2.490,43 m²;

4) Total de encunhamento executado no prédio (considerando os 9 pavimentos tipo): 82,31 m²;

5) Os itens preenchidos com pontilhados (...) são relativos aos dados não coletados em função da coleta de dados ter sido encerrada um pouco antes do término da alvenaria.

* Tempo estimado de acordo com o menor tempo observado.

Quadro 7 – Dados coletados referente à execução da alvenaria

Fonte: Autora

Como complemento ao quadro acima, a figura abaixo mostra o *lead time* de produção da alvenaria em cada pavimento e, também, em todo o prédio. Observam-se os seguintes *lead time* de produção da alvenaria por pavimento: 2° (69 dias úteis); 3° (55 dias úteis); 4° (73 dias úteis); 5° (52 dias úteis); 6° (69 dias úteis); 7° (57 dias úteis); 8° (68 dias úteis); 9° (47 dias úteis) e 10° (51 dias úteis). O *lead time* da alvenaria de todo o prédio foi de cerca de 115 dias úteis.

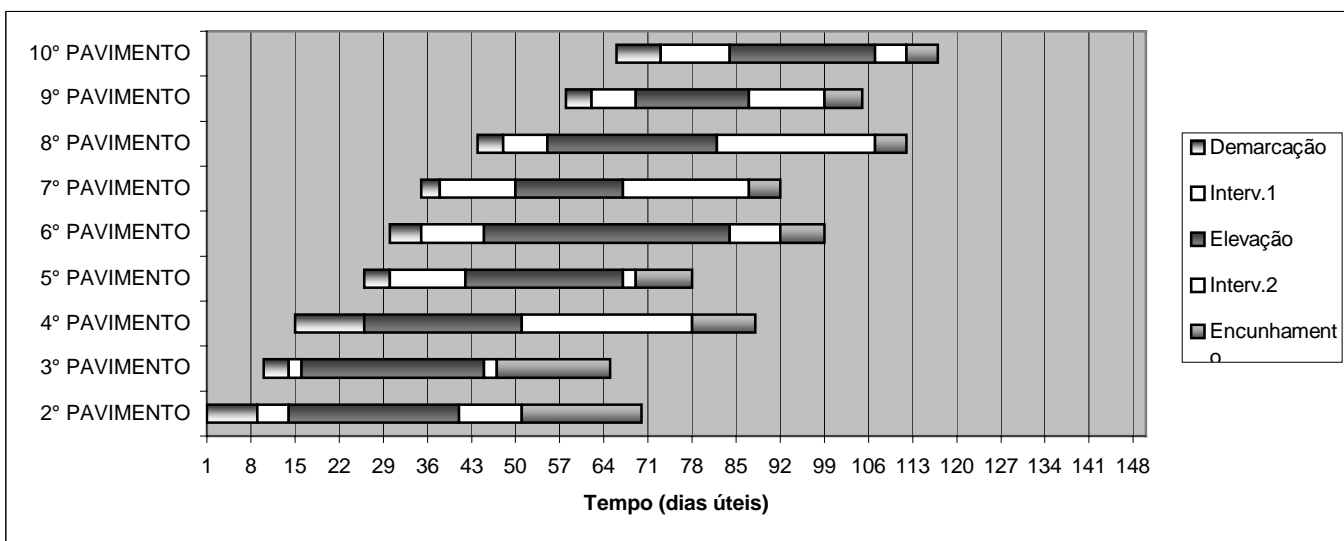


Figura 18 – Andamento da alvenaria ao longo do tempo – Estado Atual

Fonte: Autora

A partir dos dados coletados em cada pavimento, calculou-se a média geral da produção da alvenaria do prédio por pavimento. O primeiro passo foi estabelecer a metragem quadrada média executada em cada processo da alvenaria por pavimento. Para tanto, dividiu-se a metragem quadrada total executada no prédio em cada processo (demarcação, elevação e encunhamento) por nove (pois são nove apartamentos), conforme se demonstra a seguir:

* Metragem quadrada total de demarcação do prédio dividido pelo número de pavimentos, resultando na demarcação média de cada andar:

$$\frac{231,13 \text{ m}^2}{9} = 25,68 \text{ m}^2$$

*Metragem quadrada total de elevação do prédio dividido pelo número de pavimentos, resultando na elevação média de cada andar:

$$\frac{2.490,43 \text{ m}^2}{9} = 276,71 \text{ m}^2$$

*Metragem quadrada total de encunhamento do prédio dividido pelo número de pavimentos, resultando no encunhamento médio de cada andar:

$$\frac{82,31 \text{ m}^2}{9} = 9,15 \text{ m}^2$$

Depois de estabelecida a metragem quadrada média executada em cada processo da alvenaria por pavimento, calculou-se o T/Pr. médio e o T/C médio de cada processo por andar.

Como resultado, obteve-se para a demarcação da alvenaria por pavimento o T/C médio de 211,77 min/m². Foram, em média, 5,59 dias para demarcar uma média de 25,68m² por pavimento. Esse processo foi realizado, em média, por 2 pedreiros, sempre acompanhados do mestre e somente em um pavimento por vez, sendo que foram os mesmos pedreiros que fizeram toda a demarcação do prédio. Mesmo que, com o fim da demarcação, a elevação possa ser iniciada imediatamente, na obra pesquisada o intervalo médio de tempo sem atividade entre esses processos foi de 7,33 dias por pavimento.

Para a elevação da alvenaria por pavimento o T/C médio foi de 89,86 min/m², resultando em uma média de 25,58 dias para executar uma média de 276,62 m². Esse processo foi realizado, em média, por 1 pedreiro e 1 servente por pavimento, sendo que 3 pavimentos foram elevados quase ao mesmo tempo.

Apesar de o engenheiro ter ressaltado que era necessário esperar pelo menos 15 dias para encunhar uma parede elevada e de ser preferível iniciar o processo depois de toda a alvenaria do prédio já ter sido elevada, o encunhamento foi iniciado antes do término total da elevação da alvenaria do prédio. Esse processo foi executado sempre por um pedreiro, na seguinte seqüência: 3°, 2°, 5°, 4°, 7°, 6°, 9°, 8° e, por fim, 10° pavimento). De acordo com o engenheiro, não se esperou o término da elevação total da alvenaria em função do tempo; no entanto, observou-se, para a realização do encunhamento, que pelo menos três andares acima do que estava sendo encunhado já estivesse com as paredes elevadas, a fim de evitar a ocorrência de fissuras. Como resultado, a média do tempo parado entre o fim da elevação e o início do encunhamento foi de 12,33 dias por pavimento, ao invés de 15 dias, conforme apontado como necessário.

Embora o encunhamento difira conforme a parede (podendo ser externo ou interno), este processo foi analisado como um todo. Para o encunhamento, o T/C médio foi de 496,05 min/m², levando, assim, uma média de 9,34 dias para encunhar

9,15 m² por pavimento. O processo foi realizado, em média, por 1 pedreiro, sempre em um pavimento por vez.

Considerando o T/Pr. médio da demarcação, de 5,59 dias; da elevação, de 25,58 dias; e do encunhamento, de 9,33 dias, e, também, a média de dias “parados” entre a demarcação e a elevação, de 7,33 dias, e entre a elevação e o encunhamento, de 12,33 dias, o *lead time* médio de produção da alvenaria por pavimento foi de 60 dias úteis.

O Quadro 8 resume os dados coletados referentes à produção da alvenaria.

| Informações – produção | Dados coletados |
|--|--|
| Processos básicos da produção | demarcação, elevação, encunhamento e prep. Argamassa |
| Para cada processo: <ul style="list-style-type: none"> • T/C médio • T/Pr. médio • N° de pessoas envolvidas (média) • Tempo médio entre fim de um processo e início de outro • <i>Lead time</i> de produção | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Demarcação</u>: T/C (211,77min/m²); T/Pr. (5,59 dias); 2 pedreiros; 7,33 dias entre fim demarcação e início elevação. • <u>Elevação</u>: T/C (89,86min/m²); T/Pr. (25,58 dias); 1 pedreiro e 1 servente. • <u>Encunhamento</u>: T/C (496,05min/m²); T/Pr. (9,34 dias); 1 pedreiro; 12,33 dias entre fim da elevação e início encunhamento (este tempo é necessário). • <u>Lead time da alvenaria por pavimento</u>: 60 dias |
| Existência de máquinas que auxiliem a produção | Betoneira na preparação da argamassa |
| Programação e controle da produção | De todo período de construção e da semana |
| Tempos de trabalho | Média de 20 dias úteis por mês; média de 8hs6min por dia (486 minutos) |

Quadro 8 – Dados coletados referentes à produção da alvenaria

Fonte: Autora.

6.1.3 Fornecimento de matérias-primas

Para a execução da alvenaria – demarcação, elevação e encunhamento - são necessários os seguintes insumos: cimento, areia, aditivos químicos, blocos cerâmicos (com até cinco tipos diferentes) e tijolos maciços (simples e duplo). O cimento, juntamente com a areia, o aditivo químico e a água formam a argamassa, que era preparada na própria obra e era a matéria-prima utilizada pelos pedreiros para o assentamento dos tijolos.

Na obra pesquisada, a argamassa foi preparada por um servente com o auxílio de betoneira. Esse posto de trabalho encontrava-se no pavimento térreo do

prédio, ao lado do elevador de obra, fazendo com que não se perdesse muito tempo transportando a argamassa até os pavimentos onde ela seria utilizada. Os insumos aplicados na preparação da argamassa foram utilizados na seguinte proporção: um saco de cimento (50kg), oito caixas de areia (aproximadamente 0,37 m³), 250 mililitros de aditivo químico (que dá o “traço” à argamassa) e, aproximadamente, 32 litros de água.

Segundo o engenheiro responsável pela obra, uma betoneira (conforme medida dos insumos acima) rende, em média, 0,23m³ de argamassa, o que equivale, em média, a seis carrinhos de mão (que é o meio como a argamassa era transportada até os pavimentos onde estavam trabalhando os pedreiros). Com essa quantidade de argamassa, executa-se, em média, 15,66 m² de alvenaria de bloco cerâmico e 9,54 m² de alvenaria de tijolo maciço duplo. A produção da argamassa era solicitada pelo mestre de obras e/ou pelos pedreiros pelo “telefone”, que consistia em um cano que ia do último pavimento até o primeiro e pelo qual era possível comunicar-se, mesmo não muito claramente, com os demais andares, conforme pode ser verificado na Figura 19.



Figura 19 – “Telefone” da obra

Fonte: Autora

A coleta dos dados a respeito da produção de argamassa foi feita diretamente com o servente responsável pela operação da betoneira. A cada semana, deixava-se com ele uma planilha contendo os dias da semana para que ele anotasse a quantidade de sacos de cimento utilizados e de betoneiras produzidas diariamente.

A partir da produção diária, obteve-se a média de produção de argamassa para o período da alvenaria, que foi de 3,68 betoneiras por dia. Isso equivale a 0,85 m³ de argamassa por dia, quantidade suficiente para executar cerca de 57,87 m² de alvenaria de blocos cerâmicos por dia (a maior parte da alvenaria do prédio foi executada com blocos cerâmicos; os tijolos maciços, por serem mais resistentes, somente foram utilizados nas escadas de incêndio e nas paredes que teriam passagem de gás). Verifica-se, assim, que o T/C médio de produção de argamassa por dia foi de 8,40 min/m².

O T/Pr. médio de cada betoneira era de 8 minutos e 40 segundos (este dado foi obtido com a utilização de um cronômetro e foi verificado várias vezes ao longo da pesquisa) e, das 3,68 betoneiras diárias, geralmente, duas eram produzidas pela manhã e 1,68, à tarde. O tempo médio de vida da argamassa é de três horas; depois disso, o produto seca e não mais serve para o consumo. Durante o tempo em que não estava produzindo a argamassa, o servente responsável pela sua produção operava o elevador da obra. A figura abaixo mostra o servente responsável pela preparação da argamassa retirando-a da betoneira e colocando-a no carrinho, que é o meio pelo qual a argamassa era enviada aos pavimentos onde estava sendo executada a alvenaria.



Figura 20 – Posto de produção de argamassa – Betoneira

Fonte: Autora.

A coleta dos dados a respeito dos principais insumos da alvenaria foi feita a cada visita à obra, contando-se a quantidade de matérias-primas estocadas e observando a sua forma de armazenamento. Além disso, para obter a quantidade e a frequência de compra de cada matéria-prima, foram analisados os Formulários de Pedidos de Insumos da obra.

O cimento, que pode ser considerado o principal insumo da alvenaria (em função de seu alto custo em relação às outras matérias-primas), tinha como principal fornecedor a Cimbagé/Cimpor, de Porto Alegre. A quantidade média comprada era de 30 sacos e o tempo médio de entrega era de dois dias úteis. A quantidade média estocada desse insumo era de 30,73 sacos. Considerando que a cada dia eram consumidos, em média, 3,68 sacos (para 3,68 betoneiras), o estoque médio de cimento era de 8,35 dias. Cada saco continha 50 kg de cimento e era armazenado em cima de palets de madeira e cobertos por uma lona. No decorrer da pesquisa, o local de armazenamento do cimento foi trocado. No início, o estoque desse produto encontrava-se ao lado do estoque de blocos cerâmicos e tijolos maciços e próximo à betoneira. Depois da execução da alvenaria do térreo, o cimento foi transferido para uma peça mais “escondida”, mas ainda ficou perto da betoneira. Segundo o engenheiro da obra, a mudança de local de armazenamento do cimento foi feita com o objetivo de melhor protegê-lo, tanto do tempo (eventuais chuvas) quanto de furtos (tornando-o menos visível). A Figura 21 mostra o estoque de cimento.



Figura 21 - Estoque de cimento

Fonte: Autora.

Depois do cimento, os insumos de maior valor eram os blocos cerâmicos e os tijolos maciços. O principal fornecedor dos blocos cerâmicos era de Santa Maria, denominado Desconzi. Os blocos cerâmicos já vinham paletizados do fornecedor, sendo pedidos, em média, 23 palets, contendo uma média de 154 blocos por palet (esse número variava conforme o tipo de bloco, que, conforme se ressaltou anteriormente, eram até cinco tipos) e o tempo médio de entrega era de três dias úteis. A quantidade média estocada de blocos cerâmicos era de 22,37 palets.

Os tijolos maciços (simples ou duplos) eram fornecidos pela empresa Milton Jorge de Melo Magalhães M.E., situada na grande Porto Alegre. A quantidade média pedida era de dois mil tijolos e o tempo médio de entrega era de três dias úteis. Os tijolos não vinham paletizados do fornecedor, mas a paletização era feita na própria obra assim que os tijolos eram descarregados. A média de tijolos por palet era de 330 (variando conforme o tipo de tijolo, simples ou duplo). A quantidade média estocada de tijolos era de 9,85 palets.

As figuras a seguir mostram, respectivamente, o estoque de blocos cerâmicos e de tijolos maciços.



Figura 22 - Estoque de blocos cerâmicos

Fonte: Autora.



Figura 23 - Estoque de tijolos maciços – duplo e simples

Fonte: Autora.

Notou-se que, em relação à areia, não havia uma forte preocupação com o seu armazenamento. O estoque da areia, feito em baias de madeira cobertas por uma lona, estava localizado ao lado da betoneira, mas fora do edifício, estando, assim, exposto a chuvas. Isso resultava em grande perda do insumo, o que foi presenciado nos dias chuvosos em que se fez a coleta dos dados. Segundo o engenheiro da obra, essa despreocupação com o armazenamento da areia deve-se ao fato de ela ser considerada um insumo barato. A quantidade média de areia estocada era de meia carga, ou seja, de 3 m³. A entrega sempre era feita de uma carga (6m³), pelo principal fornecedor chamado Schreiner, localizado na grande Porto Alegre. O tempo médio de entrega era de dois dias úteis. A Figura 24 mostra o estoque de areia na obra.



Figura 24 - Estoque de areia

Fonte: Autora.

Para todos os insumos não havia uma frequência de compra estabelecida. As decisões de compra eram feitas todas as quintas-feiras, por meio de Formulário de Pedidos de Insumos, conforme norma da empresa. Às quintas-feiras, então, cabia ao estagiário conferir, com o engenheiro e com o mestre, que atividades seriam realizadas na semana seguinte (planejadas nas reuniões às terças-feiras anteriores) e encaminhar o formulário ao escritório sede da empresa. A compra das matérias-primas era, portanto, realizada pelo próprio escritório e a comunicação com o fornecedor acontecia por telefone, fax ou e-mail, dependendo da urgência. Apesar disso, aconteceu de serem feitos pedidos em outros dias da semana e, nesses casos, utilizou-se o telefone celular para falar com o escritório.

Praticamente todas as matérias-primas estavam armazenadas no térreo, devidamente identificadas e próximas ao local de consumo. Somente os blocos cerâmicos e tijolos (colocados em palets) e que também estavam armazenados no térreo, tinham alguns palets distribuídos nos demais pavimentos do prédio.

De maneira geral, observou-se uma preocupação com o planejamento e a organização do *lay-out* do canteiro de obras. Percebeu-se essa preocupação tanto no armazenamento das matérias-primas (estando próximas ao local de consumo e identificadas) quanto nas instalações de apoio (que eram organizadas e bem equipadas). Percebeu-se, também, que a empresa é organizada com o descarte dos resíduos da construção. No subsolo, encontravam-se diversas baias com placas de identificação dos diversos resíduos, como: papel, madeira, plástico, etc. Acredita-se que, em grande parte, essas atitudes são resultado dos programas de qualidade em que a empresa já está inserida e no 5`S, implantado desde 1997. Inclusive um quadro com os princípios do 5`S, compreendidos nos sentidos de utilização, ordenação, limpeza, asseio e disciplina, estava exposto no térreo e era renovado pelo estagiário a cada semana, expondo a situação da obra em relação a tais princípios.

Por fim, salienta-se que, apesar de terem sido coletadas informações de todos os insumos da alvenaria, para fins do MFV, observou-se com mais detalhes os dados relativos ao fornecimento de cimento. Isto porque além de o cimento ser considerado o insumo mais caro, está presente em praticamente todas as etapas da construção. Além disso, os outros insumos, ou eram muito variáveis (como os blocos

cerâmicos e tijolos maciços), ou difíceis de mensurar (como a areia e o aditivo químico).

O Quadro 9 resume os dados coletados referentes ao fornecimento de cimento.

| Informações – fornecimento de cimento | Dados coletados |
|---|--|
| Principal fornecedor | Cimbagé/Cimpor |
| Comunicação com fornecedor | Fone, fax , e-mail (depende da urgência) |
| Freqüência de compras com fornecedor | Conforme a necessidade |
| Quantidade média estocada | 30,73 sacos equivalente a 8,35 dias |
| Forma da embalagem da matéria-prima | Sacos de 50kg |
| Forma de armazenamento da matéria-prima | Em cima de palets e coberto por lona |
| Tempo de entrega do fornecedor (pedido x recebimento) | 2 dias úteis |
| Forma de entrega da matéria-prima | Caminhão |

Quadro 9 – Dados coletados referente ao fornecimento de insumos – cimento

Fonte: Autora

* * *

A partir das informações expostas anteriormente, foi elaborado o seguinte Mapa do Estado Atual:

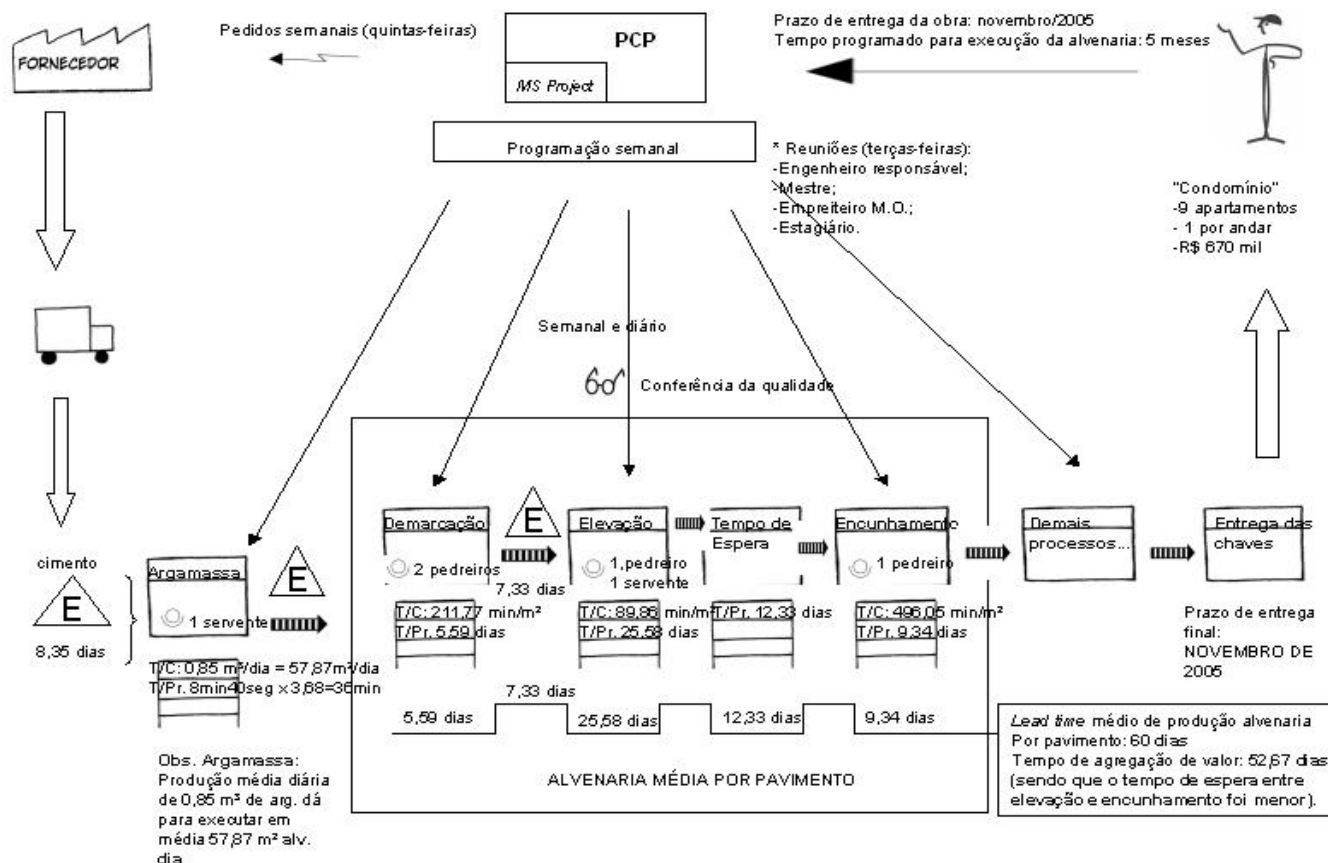


Figura 25 – Mapa do Estado Atual – alvenaria média por pavimento

Fonte: Autora.

O desenho do Mapa do Estado Atual possibilita a visualização sistêmica da produção da alvenaria da construção, na medida em que relaciona o processo produtivo com os clientes e com os fornecedores, seguindo o seu fluxo de valor, conforme brevemente descrito abaixo.

O cliente comprou o imóvel após o seu lançamento pela construtora no mercado imobiliário. Como o período de construção é longo e, portanto, a entrega do bem adquirido será feita a longo prazo, foi estabelecido um contrato de compra e venda que rege a relação entre o cliente e a construtora. Esse contrato contém, entre outras informações, o valor a ser pago pelo apartamento e o prazo de execução. Os compradores de cada apartamento do prédio formaram um condomínio que, no decorrer da construção, reúne-se com a construtora para

decisões gerais a respeito do prédio. No entanto, cada cliente trata individualmente com a construtora a respeito da personalização do seu imóvel.

A partir do prazo de execução do prédio (estipulado em contrato), a construtora elaborou um cronograma (no *MS Project*) explicitando o tempo de execução de cada grande etapa da obra, sendo que para a alvenaria o tempo programado foi de cinco meses (cerca de 100 dias úteis). Esse cronograma, no entanto, serviu somente para dar as linhas gerais do andamento da obra. Com o atraso da obra em relação ao cronograma, ele ficou defasado e foi retirado do canteiro.

A alvenaria iniciou um mês depois do previsto e tinha suas atividades programadas semanalmente nas reuniões realizadas às terças-feiras, das quais participavam o engenheiro responsável, o mestre, o empreiteiro de mão-de-obra e o estagiário. A programação das tarefas feita nessa reunião era repassada, semanal e diariamente, pelo mestre aos pedreiros que executavam a alvenaria e ao servente responsável pela operação da betoneira. Os processos básicos da alvenaria eram a demarcação, a elevação e o encunhamento, sendo que cada um desses processos aconteceu progressivamente em cada pavimento do edifício.

A demarcação foi executada por uma média de 2 pedreiros, sempre em um pavimento por vez. O T/C médio da demarcação foi de 211,77 min/m² e o T/Pr. médio foi de 5,59 dias. Entre a demarcação e a elevação, o tempo médio em que o pavimento ficou “parado” (*wip*) foi de 7,33 dias. A elevação foi executada por uma média de 1 pedreiro e 1 servente, e ocorreu em 3 pavimentos quase simultaneamente. O T/C médio da elevação foi de 89,86 min/m² e o T/Pr. médio foi de 25,58 dias. Entre a elevação e o encunhamento, o tempo médio em que o pavimento ficou “parado” foi de 12,33 dias. No entanto, esse tempo não pode ser considerado estoque de metros quadrados ou *wip*, porque é um tempo necessário para que a elevação esteja “pronta” para receber o encunhamento (na verdade, o tempo necessário é de 15 dias). Por fim, o encunhamento foi executado por uma média de 1 pedreiro, também sempre em um pavimento por vez. O T/C médio do encunhamento foi de 496,05 min/m² e o T/Pr. médio foi de 9,34 dias. O *lead time* médio de produção da alvenaria por pavimento foi de 60 dias. Percebe-se que, desses 60 dias, o tempo real de agregação de valor foi somente 52,67 dias.

A partir dos T/C médio de cada processo, pôde-se calcular a produtividade diária da alvenaria. Para a demarcação, a produtividade média diária foi de 4,59 m², para a elevação foi de 10,82 m² e para o encunhamento foi de 0,98 m². Considerando que a elevação foi executada em 3 pavimentos quase ao mesmo tempo, conclui-se que a produtividade diária do prédio foi de 38,03 m².

Comparando a produção total de alvenaria do prédio por dia (de 38,03 m²) com a produção diária da argamassa (processo fornecedor da alvenaria), que com um T/C médio de 8,40 min/m² produzia o suficiente para executar 57,87m² de alvenaria (bloco cerâmico) por dia, tem-se uma produção de argamassa excedente suficiente para executar 19,84 m² de alvenaria (bloco cerâmico). Isso significa que a cada dia eram produzidos, em média, 0,29 m³ de argamassa a mais do que o necessário, o que equivale a 1,26 betoneiras e 1,26 sacos de cimento consumidos além do necessário. Da mesma forma que a programação da produção era semanal (feita nas terças-feiras), a compra dos insumos necessários era feita semanalmente (nas quintas-feiras), por meio de Formulário de Pedidos ao escritório sede. A comunicação com o fornecedor era, então, feita pelo escritório sede, por telefone, e-mail ou fax, dependendo da urgência. Apesar da possibilidade de se fazer pedidos semanalmente, o estoque médio de cimento era de 8,35 dias.

6.2 ANÁLISE DO MAPA DO ESTADO ATUAL

A análise do Mapa do Estado Atual, com o objetivo de identificar os desperdícios e propor ações de melhoria, guiou-se nas premissas apresentadas no item 5.2.2, número 3 do Método, que se baseiam nas idéias da Produção Enxuta. Tanto a análise para identificação dos desperdícios, quanto a proposição de melhorias, são apresentadas em relação aos clientes, à produção e ao fornecimento de matérias-primas para, finalmente, apresentar o Mapa do Estado Futuro.

6.2.1 Clientes

Já que o objetivo é justamente produzir de acordo com o ritmo dos clientes, a análise dos dados iniciou com o cálculo do *takt time* da alvenaria. Conforme se observou no capítulo referente ao Método, o *takt time* deve ser obtido por meio da divisão do tempo de trabalho efetivamente disponível para cada etapa (conforme o cronograma que, por sua vez, é estabelecido a partir do contrato que prevê o prazo de entrega da obra ao cliente) pela quantidade de metros quadrados a serem executados nesta etapa. E, ainda, se os processos da etapa possuem diferentes metragens quadradas para serem executadas, o *takt time* deve ser calculado por processo.

Considerando que a demarcação tinha 231,13 m² para serem executados em 9 pavimentos, que a elevação tinha 2.490,43 m² para serem executados em 9 pavimentos e que o encunhamento tinha 82,31 m² a serem executados em 9 pavimentos, em um prazo de 5 meses (cerca de 100 dias úteis), foram calculados os seguintes *takt time*: 210,27 min/m² para a demarcação; 19,51 min/m² para a elevação; e 590,45 min/m² para o encunhamento.

Conforme mostram as figuras a seguir, comparando o T/C médio observado para cada processo da alvenaria com seu respectivo *takt time*, percebe-se que tanto a demarcação quanto o encunhamento estavam produzindo praticamente de acordo com o ritmo dos clientes (conforme estabelecido em contrato). Somente a elevação é que estava com o ritmo de produção muito acima do *takt time*. Além disso, tanto a relação entre T/C médio e *takt time* da demarcação quanto do encunhamento mostram que, realmente, não era necessário executar tais processos em mais de um pavimento por vez. Já a relação entre T/C médio e *takt time* da elevação demonstra que, para alcançar produção equivalente ao ritmo dos clientes, deveriam ter sido elevados 4,6 pavimentos por vez, ao passo que foram elevados apenas 3 pavimentos por vez.

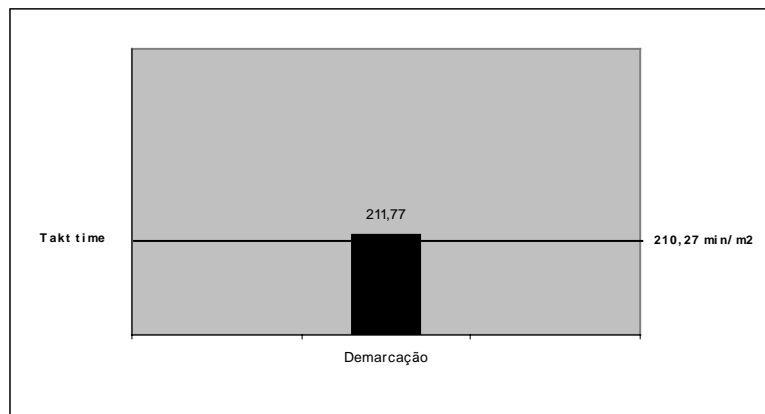


Figura 26 – Relação entre T/C médio e *takt time* demarcação

Fonte: Autora

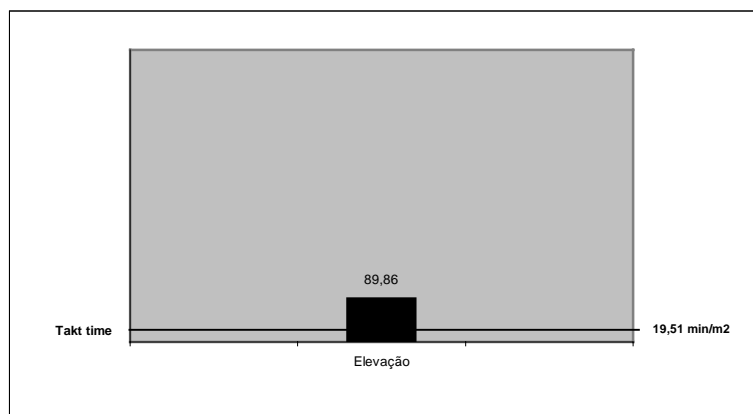


Figura 27 – Relação entre T/C médio e *takt time* elevação

Fonte: Autora

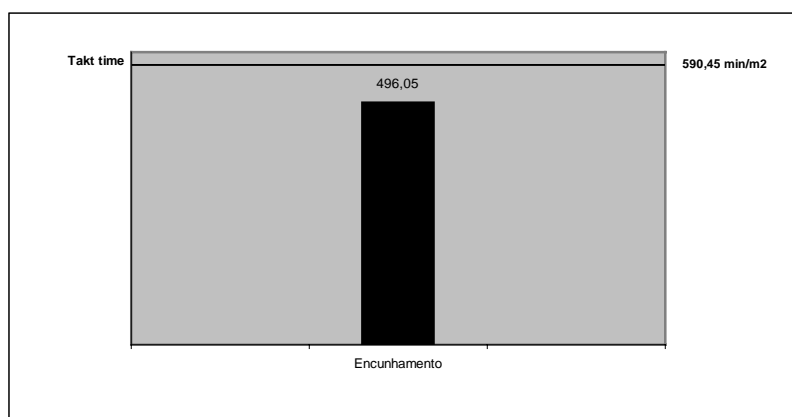


Figura 28 – Relação entre T/C médio e *takt time* encunhamento

Fonte: Autora

Apesar de apenas a elevação não estar produzindo de acordo com o *takt time* (resultando no não cumprimento do prazo estabelecido para a execução da alvenaria), foi identificada uma série de problemas e ineficiências que tiveram origem tanto fora quanto dentro da obra e que influenciaram nos T/C médio observados em todos os processos da alvenaria.

Fora da obra, os principais problemas observados relacionavam-se aos clientes (os compradores dos imóveis) e aos projetos (que, embora não sejam “clientes”, nem da alvenaria nem do edifício, são a base da construção e, por isso, tanto a alvenaria quanto os compradores são clientes dos projetos).

Primeiro, no que diz respeito aos clientes, o principal problema identificado foi uma certa deficiência na relação entre clientes e construtora. Embora a empresa buscasse tratar diretamente com o cliente a respeito do pagamento e da personalização do imóvel, tendo inclusive prazos preestabelecidos para isto, aconteceu de paredes terem sido derrubadas e portas terem sido modificadas de lugar em função da mudança de projeto, até mesmo na fase final da alvenaria. De acordo com a construtora, quando o prazo para a personalização do imóvel é ultrapassado e o cliente decide modificar o seu apartamento, ele paga por isso. Apesar disso, a empresa concordou que a derrubada de uma parede já pronta acarretava, além do retrabalho, a ruptura do fluxo de trabalho, uma vez que os funcionários tinham de parar o que estavam fazendo e retornar a um serviço que já haviam concluído. Por isso, a empresa diz que buscará ser mais rígida em relação ao cumprimento desses prazos.

Obviamente, é muito comum que os compradores mudem de gosto ao longo do tempo (ainda mais durante a construção de um imóvel, que leva muito tempo). No entanto, sugere-se que a empresa procure antecipar-se a essas mudanças, fazendo reuniões mais freqüentes com todos os integrantes do condomínio antes de iniciar uma etapa que implique em “personalização”, como é o caso da alvenaria, evitando, assim, esperas decorrentes de indecisões ou retrabalhos resultantes de mudanças fora de prazo.

Já, no que se refere aos projetos, observou-se que algumas vezes o processo produtivo – principalmente a demarcação – foi interrompido por dúvidas do

engenheiro responsável e do mestre quanto ao projeto. Como os projetos foram elaborados pelo escritório de arquitetura contratado pela construtora, foi preciso esperar o retorno do arquiteto para se resolver a dúvida e continuar a produção, resultando em perda de tempo e na queda do ritmo de trabalho, uma vez que os trabalhadores tiveram que ser removidos para outra atividade.

Para tentar melhorar a interação entre a fase de projetos (geralmente liderada por arquitetos) e a fase de construção (geralmente liderada por engenheiros), propõe-se que a empresa busque estreitar a sua relação com o escritório de arquitetura, que normalmente é o responsável por todas as suas obras, de modo que os arquitetos estejam mais presentes nas obras e saibam o que os engenheiros, mestres e funcionários precisam que, efetivamente, esteja exposto nas plantas.

Por fim, considerando que a empresa trabalha, exclusivamente, pelo “Sistema Preço do Custo – Grupo Fechado” e que antes mesmo de a construção iniciar todos os apartamentos do prédio já estavam vendidos, sua produção pode ser caracterizada como para expedição, na medida em que, quando a obra termina, é automaticamente entregue aos clientes (produto entregue diretamente ao cliente).

6.2.2 Produção da alvenaria

A análise da relação T/C médio e *takt time* da demarcação (211,77 min/m² x 210,27 min/m²), da elevação (89,86 min/m² x 19,51 min/m²) e do encunhamento (496,05 x 590,45) permite dizer que o não cumprimento do prazo estipulado para a produção da alvenaria ocorreu em função do elevado T/C médio da elevação e, também, pelo fato de somente 3 pavimentos terem sido elevados quase ao mesmo tempo. Nesse sentido, o cumprimento do prazo poderia ser alcançado fazendo-se a elevação de quatro pavimentos simultaneamente. Para tanto, sugere-se que o pedreiro responsável pelo encunhamento passe a ser responsável pela elevação de um pavimento. Igualmente, sugere-se que os pedreiros responsáveis pela demarcação também sejam responsáveis pelo encunhamento, já que esses processos ocorrem em tempos diferentes.

Com esse rearranjo de atribuições aos funcionários, a demarcação continuaria a ser executada por uma média de 2 pedreiros, com um T/C médio de 211,77 min/m² e um T/Pr. médio de 5,59 dias. A elevação, por sua vez, continuaria a ser executada por uma média de um pedreiro e um servente, com um T/C médio de 89,86 min/m² e um T/Pr. médio de 25,58 dias. Entretanto, ao invés de 3 pavimentos serem elevados quase ao mesmo tempo, 4 pavimentos seriam elevados quase simultaneamente, sendo que os serventes se revezariam entre os pedreiros. O encunhamento passaria a ser executado por uma média de 2 pedreiros (os mesmos da demarcação) e continuaria com um T/C médio de 496,05 min/m², mas com um T/Pr. médio de 4,67 dias. A Figura 29 mostra como se daria o andamento da alvenaria ao longo do tempo:

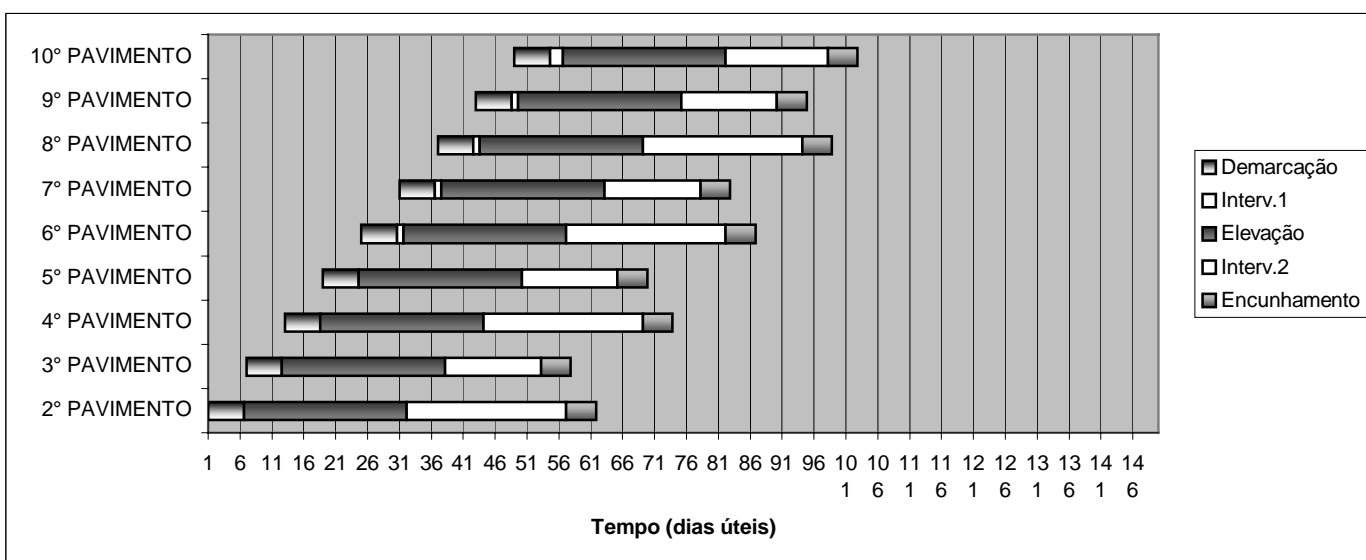


Figura 29 - Andamento da alvenaria ao longo do tempo – Estado Futuro “1”

Fonte: Autora

Verifica-se que o tempo “parado”, ou *wjp*, entre a demarcação e a elevação reduzir-se-ia de uma média de 7,33 dias por pavimento para uma média de 0,67 dia por pavimento. Por outro lado, o tempo de espera médio por andar entre a elevação e o encunhamento aumentaria de 12,33 dias para 19,56 dias, garantindo, porém, que nenhum pavimento fosse encunhado antes dos 15 dias necessários entre estes processos. Destaca-se que, com apenas um rearranjo dos funcionários, já se conseguiria reduzir o *lead time* médio de produção da alvenaria por pavimento, de

60 dias para 56 dias, ao passo que, no prédio como um todo, a redução do *lead time* seria de 115 dias para 101 dias, estando, portanto, mais próximo do cumprimento do prazo estabelecido, que era de 5 meses.

Apesar de esse Estado Futuro já representar uma melhoria em relação ao cumprimento do prazo para produção da alvenaria, acredita-se que tal prazo pode ser ainda menor. Como se ressaltou anteriormente, no decorrer da pesquisa foi identificada uma série de problemas e ineficiências, que tiveram origem tanto fora quanto dentro da obra e influenciaram nos T/C médio de cada processo por pavimento.

Observando-se o Quadro 7 (apresentado anteriormente), verifica-se que os T/C médios de cada pavimento foram bem variáveis. Para a demarcação, cujo T/C médio por pavimento foi de 211,77 min/m², o menor T/C observado foi de 112,24 min/m² (média do 7º pavimento) e o maior foi de 428,19 min/m² (média do 4º pavimento). Para a elevação, cujo T/C médio por pavimento foi de 89,86 min/m², o menor T/C foi de 58,91 min/m² (média do 7º pavimento) e o maior foi de 136,86 min/m² (média do 6º pavimento). Já para o encunhamento, cujo T/C médio por pavimento foi de 496,05 min/m², o menor T/C observado foi de 264,71 min/m² (média do 7º pavimento) e o maior foi de 1.014,73 min/m² (média do 2º pavimento).

Pode-se dizer que parte dessa variabilidade é inerente à construção, na medida em que todos os processos da alvenaria foram feitos manualmente pelos funcionários. Assim, o ritmo da produção foi, em grande parte, influenciado pelo funcionário, sendo maior ou menor conforme a sua motivação ou insatisfação. Como fator de motivação, identificou-se a forma de remuneração dos funcionários, sendo que alguns eram remunerados pelas tarefas executadas (por metro quadrado executado) e outros por um salário fixo. Os pedreiros que recebiam por tarefa mostraram-se muito mais produtivos do que os pedreiros que trabalhavam em troca de salário fixo, obviamente porque a metragem quadrada executada ao final do mês fazia toda a diferença para os chamados “tarefeiros” e nenhuma diferença para os assalariados.

No entanto, o maior motivo identificado para a variabilidade nos T/C foi a existência ou não de fluxo durante os processos. De maneira geral, o fluxo de

trabalho foi interrompido, resultando nos maiores T/C, porque: faltou algum insumo que estava sendo usado no andar de trabalho como, por exemplo, argamassa e/ou blocos e tijolos, fazendo com que os pedreiros ficassem parados esperando que o servente trouxesse o material ou que o material fosse mandado pelo elevador de obra; faltou algum insumo na obra, fazendo com que os pedreiros e serventes tivessem de ser realocados para outro serviço ou ficassem apenas limpando e organizando seu posto de trabalho; no caso da elevação, havia paredes mais difíceis de serem executadas, com mais “amarrações”, ou seja, com vários cantos, o que exigia várias conferências; no caso da demarcação e do encunhamento, a falta de um servente auxiliando o pedreiro, fazendo com que ele mesmo tivesse de organizar seu material; a falta e/ou mudanças de funcionários em geral (ao longo da pesquisa, observou-se que quatro pedreiros foram substituídos, ou por motivo de desentendimento com o mestre ou por problemas de saúde).

Também se percebeu que, muitas vezes, o motivo da falta de fluxo estava intimamente relacionado à flexibilidade característica da construção. Diante de imprevistos como a falta de algum insumo, a falta de algum funcionário, o tempo muito chuvoso, etc., era possível alterar o que estava sendo realizado, realocando os funcionários para outro serviço e interrompendo o que estava sendo feito ou o que havia sido programado. Além de essas interrupções no fluxo de trabalho terem acontecido durante os processos, também aconteceram entre um processo e outro, resultando nos dias de parada entre processos, ou *wip*.

Embora a flexibilidade seja uma característica positiva da construção, na medida em que possibilita contornar as adversidades, se mostrou negativa, na medida em que “estimulava” o pouco planejamento ou o não cumprimento do que havia sido planejado. Aliás, é interessante notar que tanto a flexibilidade quanto a falta de planejamento são características das empresas de construção. Embora a empresa pesquisada tivesse um planejamento formal (expresso tanto no cronograma geral da obra quanto nas planilhas do excel, com a programação da produção da semana), muitas vezes, este não era cumprido. Dessa forma, considera-se importante planejar as atividades com o objetivo de se ter fluxo ao longo do período de construção sem, no entanto, perder a flexibilidade diante das dificuldades.

Já os menores T/C evidenciaram justamente o fluxo entre as diversas atividades, com a programação da produção sendo cumprida, com o material necessário disponível (tanto na obra quanto no andar de trabalho), com o auxílio do servente (sempre disponibilizando o material e organizando o local de trabalho), com paredes mais fáceis de serem executadas (retas e sem muitos cantos). Observou-se, também, que o chamado “efeito aprendido” contribuiu para dar mais fluxo ao trabalho, sendo que, conforme os processos iam-se repetindo nos pavimentos e os pedreiros já estavam habituados com o que deveriam fazer, a produção ficava mais rápida.

Obviamente, em relação à facilidade ou dificuldade na execução das paredes há pouco que se fazer, já que as paredes precisam dos “cantos” e das “amarrações” para formarem as peças do apartamento e para ficarem em “pé”. Entretanto, a disponibilidade das matérias-primas e a ajuda do servente constituem aspectos que podem e devem ser buscados para aumentar a produtividade. Por isso, propõe-se que os serventes que trabalham com os pedreiros da elevação se revezem com os da demarcação e do encunhamento, a fim de deixá-los trabalhando no que realmente é preciso ao invés de ficar buscando o material, organizando e limpando o local de trabalho. Além disso, esses serventes devem ficar mais atentos às necessidades dos pedreiros, evitando que faltem insumos no local de trabalho.

Com o objetivo de reduzir ou eliminar as paradas (durante e entre os processos) e conseguir um fluxo de trabalho mais contínuo ao longo da produção da alvenaria, propõe-se que seja utilizada uma “mini-planta” em cada pavimento, a fim de tornar a programação e o planejamento da obra mais efetivos. A idéia é que a “mini-planta” contenha as datas de início e fim de cada processo, bem como a designação dos funcionários responsáveis pelas atividades, servindo como um *kanban* de sinalização, indicando o que, quando e quem deveria produzir a longo e curto prazos.

A “mini-planta” também teria como objetivo facilitar o trabalho dos funcionários (indicando o que deveria ser feito a cada dia ou semana) e aumentar o comprometimento dos funcionários com as tarefas e prazos estipulados. Conforme observado anteriormente, embora a empresa já utilizasse quadros (5`S), planilhas e cartazes, fazendo uma espécie de gerenciamento visual no canteiro de obras (fruto

do programa de qualidade e do 5`S), havia pouca ou nenhuma interação dos funcionários com esses quadros, planilhas e cartazes.

Embora pareça ser extremamente importante inserir mais os funcionários no controle das atividades, na medida em que a mão-de-obra da construção influencia fortemente o ritmo da produção, esta idéia parece ser uma questão a ser muito discutida. Durante a coleta de dados, que foi feita diretamente com os funcionários, estes se mostraram bastante dispostos a colaborar e queriam mostrar o quanto tinham produzido naquele dia. Quando a produção tinha sido baixa, tentavam justificar porque tinham produzido pouco. Além disso, mostraram-se insatisfeitos por serem conhecidos como “peões de obra”, devido ao sentido pejorativo que a expressão carrega. Conversando com os proprietários da empresa, entretanto, estes se mostraram bastante céticos quanto à motivação dos funcionários, afirmando que estes tinham uma mentalidade difícil de ser mudada.

É pertinente observar também que, para o cumprimento das tarefas programadas, é indispensável que os materiais necessários estejam sempre disponíveis na obra e nos andares onde estão sendo utilizados. Por isso, considera-se importante conciliar o dia da reunião semanal para a programação da produção (terças-feiras) com o dia de fazer os pedidos dos insumos para a próxima semana (quintas-feiras), a fim de resolver a programação da produção toda em um único dia e diminuir a probabilidade de esquecimentos e, conseqüentemente, a falta de matérias-primas.

Acredita-se que seja possível trabalhar em fluxo, eliminando ou, pelo menos, reduzindo as paradas e, assim, reduzindo os T/C médios de cada processo, a partir da adoção das seguintes medidas: utilização da “mini-planta”, para aumentar o planejado *versus* o realizado; melhor aproveitamento da mão-de-obra (fazendo com que os serventes se revezem entre os pedreiros); maior inserção dos funcionários no controle de suas atividades (fazendo com que o mestre de obras não precise repassar todo dia as tarefas a serem realizadas por eles, podendo usar melhor seu tempo acompanhando todos os processos, analisando os problemas enfrentados e buscando melhorias e já almejando a “qualidade na fonte”); disponibilização dos materiais; reduzir as paradas provocadas por dúvidas relativas aos projetos e reduzir retrabalhos decorrentes de mudanças na “personalização” dos imóveis.

A idéia é que os T/C médios de cada processo da alvenaria passem a ser iguais aos menores T/C verificados por pavimentos durante a execução da alvenaria. Assim, o T/C médio da demarcação passaria a ser de 112,24 min/m², o da elevação passaria a ser de 58,91 min/m² e o do encunhamento passaria a ser de 264,71 min/m². Com estes T/C médios e mantendo-se o mesmo número de funcionários para cada processo (lembrando, entretanto, que o servente da elevação passaria a auxiliar os pedreiros da demarcação e do encunhamento quando estivesse “ocioso” no seu pavimento de trabalho), o T/Pr. médio de cada processo da alvenaria reduziria-se de 5,59 dias para 2,96 dias na demarcação (sendo um pavimento demarcado por vez); de 25,58 dias para 16,77 dias na elevação (sendo quase 3 pavimentos elevados por vez) e de 9,34 dias para 4,98 dias no encunhamento (sendo um pavimento encunhado por vez), conforme pode ser observado na Figura 30:

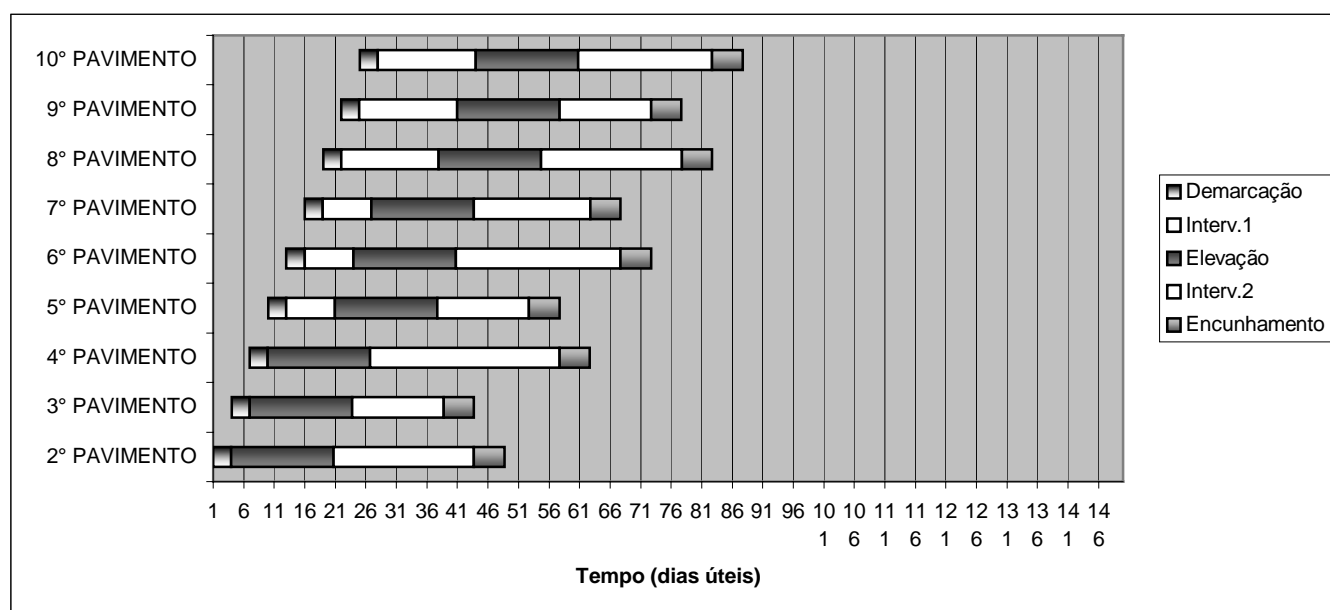


Figura 30 – Andamento da alvenaria ao longo do tempo – Estado Futuro “2”

Fonte: Autora

Verifica-se que a média de tempo de “parado”, ou *wip*, entre a demarcação e a elevação passa a ser de 8 dias, ao passo que a média do tempo de espera entre a elevação e o encunhamento passa a ser de 21 dias, observando que nenhum pavimento será encunhado antes de 15 dias após a elevação. Apesar de a média desses tempos ser maior do que a média do Estado Atual, essas paradas são programadas, ou seja, se sabe porque e quando elas acontecerão. Como resultado

o *lead time* médio de produção da alvenaria por pavimento passaria de 60 dias para 53,71 dias úteis e o *lead time* de produção total da alvenaria no prédio passaria de 115 dias para cerca de 88 dias úteis, ou seja, pouco mais de 4 meses.

É importante salientar que, com a mesma “lógica” de distribuição dos funcionários do Mapa do Estado Atual, mas buscando eliminar ou reduzir as ineficiências identificadas, é possível conseguir uma grande melhoria na produção da alvenaria. Essa melhoria é percebida tanto na redução do tempo de execução da alvenaria quanto na qualidade do trabalho e do produto, à medida que num processo mais fluído os problemas se tornam mais aparentes e, portanto, podem ser solucionados mais rapidamente.

Com isso, percebe-se que é possível trabalhar com menos “folga” nos prazos de construção da obra estabelecidos em contrato, o que se traduz em menos custos (na medida em que se produz a mesma coisa em menos tempo) e na redução do prazo de entrega, ambos elementos-chave para a competitividade neste setor.

6.2.3 Fornecimento de matérias-primas

Apesar de a quantidade de insumos estocada na obra ser relativamente pequena, a partir do MFV pode-se perceber que essa quantidade poderia ser ainda menor, pois há que se considerar a proximidade dos fornecedores em relação à obra (somente um fornecedor, dos blocos cerâmicos, encontra-se fora da grande Porto Alegre).

Percebeu-se que há dificuldade em conseguir que os fornecedores façam entregas diárias dos insumos (principalmente em função do custo do frete). Diante disso, sugere-se a adoção da idéia dos supermercados para os insumos, de modo a reduzir a quantidade de matéria-prima estocada e, também, melhorar o seu controle, indicando quando seria a hora de se pedir mais matéria-prima. No Mapa Atual, a média diária de produção de alvenaria no prédio foi de 38,03 m²/dia. No Mapa Futuro, com os novos T/C médios, esta média passaria para 59,99 m²/dia. Considerando que isto equivale a 0,88 m³ de argamassa, ou seja, 3,83 betoneiras

por dia e 3,83 sacos de cimento por dia, e que o fornecedor do cimento leva até dois dias úteis para efetuar a entrega, foi calculado para o cimento um supermercado de quatro dias (média de 16 sacos).

Para a sinalização da necessidade de pedidos, poderia ser pintada em uma madeira a altura mínima do estoque de cimento (8 sacos, que equivalem, em média, a dois dias de trabalho) e, também, poderiam ser utilizados dois palets, lado a lado, para que quando chegasse a nova carga, a mesma fosse colocada no palet vazio e somente fosse consumida quando o outro palet, com o cimento mais velho, tivesse terminado, conseguindo, assim, um controle do tipo “FIFO” (*first in first out*) do cimento.

Em relação à produção de argamassa, observou-se uma produção em quantidade superior à necessária, sendo que a média de argamassa produzida por dia, de 0,85 m³, serviria para executar uma média de 57,87 m² de alvenaria/dia, ao passo que a média efetiva de alvenaria executada diariamente foi de 38,03 m². Como resultado, observou-se que os pedreiros chegavam ao fim do dia de trabalho com uma caixa cheia de argamassa para, literalmente, gastar. O que se fazia com essa “sobra” de argamassa era o preenchimento dos furos dos blocos cerâmicos, que apesar de ser necessário, não exigiam tanto. As figuras abaixo mostram dois carrinhos de argamassa esperando para serem enviados ao pavimento onde seriam utilizados e o preenchimento dos furos dos blocos cerâmicos com a argamassa que sobrou no final do dia.



Figura 31 – Carrinho com argamassa

Fonte: Autora.



Figura 32 – Preenchimento dos furos dos blocos com argamassa

Fonte: Autora.

Apesar de, em alguns dias, ter-se observado que “sobrava” argamassa ao final do trabalho, observou-se, também, dias em que os pedreiros ficaram parados esperando a argamassa ser produzida. Isso evidenciou a falta de sincronia entre a produção da argamassa e a produção da alvenaria.

Dessa forma, também se propõe a adoção de um supermercado com um *kanban* de produção para a argamassa. Considerando a nova média diária de produção de alvenaria no Mapa Futuro, a sugestão é que o supermercado seja de seis carrinhos (uma betoneira) e quando for consumido o último carrinho seja disparada a produção da segunda betoneira (ou seja, mais seis carrinhos) e assim sucessivamente, até se chegar a quarta e última betoneira.

* * *

Os principais problemas e desperdícios identificados a partir da análise do Mapa do Estado Atual, bem como as melhorias propostas com vistas a encontrar soluções para cada um desses problemas, são apresentados, de maneira resumida, no Quadro 10.

| | PROBLEMAS E DESPERÍCIOS | MELHORIAS PROPOSTAS |
|---------------------|--|--|
| CLIENTES | Deficiência na relação/comunicação construtora e clientes, principalmente no cumprimento dos prazos de personalização dos imóveis, resultando em mudanças de projeto depois da alvenaria já ter sido executada. Como resultado se tem uma série de retrabalhos na obra. | Fazer reuniões mais freqüentes com os clientes, principalmente antes das etapas que implicam personalização do imóvel, buscando se antecipar à possíveis mudanças. |
| | Deficiência na relação/comunicação construtora e escritório de arquitetura (responsável pelos projetos). Os projetos, apesar de completos, ainda carecem de alguns detalhes, resultando na dúvida do engenheiro e mestre na obra. Assim, se tem que esperar o retorno do arquiteto para dar continuidade ao processo. | Estreitar a relação com o escritório de arquitetura, até porque o mesmo escritório é parceiro em outras obras da empresa. Fazer com que os arquitetos visitem mais a obra a fim de identificar as reais necessidades dos engenheiros e mestres em relação às informações das plantas, minimizando as paradas por dúvidas nos projetos. |
| PRODUÇÃO | Ritmo de produção da elevação abaixo do ritmo dos clientes. Apesar do ritmo de produção da demarcação e do encunhamento estarem de acordo com o ritmo dos clientes (estabelecido em contrato e traduzido no cronograma) percebeu-se que este ritmo poderia ser melhor, resultando na redução do prazo de execução da alvenaria e talvez da obra como um todo. | Dar mais fluxo ao processo (ter sempre material disponível, serventes auxiliando os pedreiros, projetos bem explicados, clientes cumprindo prazos, etc.) para reduzir os T/C médios e também reduzir o prazo de execução da alvenaria, o que pode ser considerado já em contrato, mudando assim o <i>takt time</i> . |
| | Pouco cumprimento do que foi planejado. Verificado tanto na defasagem do cronograma geral da obra quanto nas tarefas de curto prazo. A flexibilidade, característica positiva da construção, têm-se mostrado negativa no momento em que estimula o pouco planejamento ou o não rigor com o que foi planejado. O resultado é uma alternância e variabilidade de atividades e funcionários e, conseqüentemente, a falta de fluxo tanto durante os processos quanto entre os processos. | Utilizar uma “mini-planta” em cada pavimento, servindo como um <i>kanban</i> de sinalização das datas de início e fim de cada processo, os responsáveis, etc. O objetivo seria aumentar o planejado <i>versus</i> realizado e buscar o fluxo contínuo entre os processos. |
| | Os funcionários, que influenciam em grande parte o ritmo da produção, não são estimulados a controlar suas atividades. | Ampliar o gerenciamento visual (“mini-planta”) de modo a comprometer mais os funcionários com os prazos e a facilitar o desenvolvimento de suas atividades. |
| | Na demarcação e encunhamento faltaram serventes e na elevação eles ficaram “ociosos”. | Fazer com que os serventes se revezem entre os pedreiros da demarcação, da elevação e do encunhamento. |
| | Tempo de espera por falta de matérias-primas no andar de trabalho. | Responsabilizar mais os funcionários com o cumprimento das tarefas (neste caso os serventes). |
| FORNECIMENTO | Estoque de matérias-primas | Adotar a idéia de supermercados (estoque controlado) a fim de minimizar e controlar a quantidade de matérias-primas estocadas e saber ao certo quando é necessário fazer novos pedidos. |
| | Falta de matérias-primas na obra | A adoção de supermercados para controlar os insumos eliminaria este tipo de problema, já que fica visível quando é preciso comprar o insumo. |
| | Falta de sincronia entre a produção de argamassa e a execução da alvenaria, resultando em superprodução. | Adotar um <i>kanban</i> de produção para sincronizar a produção de argamassa com a execução da alvenaria. |

Quadro 10 – Principais problemas e desperdícios e melhorias propostas

Fonte: Autora.

6.3 MAPA DO ESTADO FUTURO

A partir da análise baseada nas idéias da Produção Enxuta do Mapa do Estado Atual foi identificada uma série de problemas e desperdícios, bem como foram propostas ações de melhorias, traduzidas no seguinte Mapa do Estado Futuro.

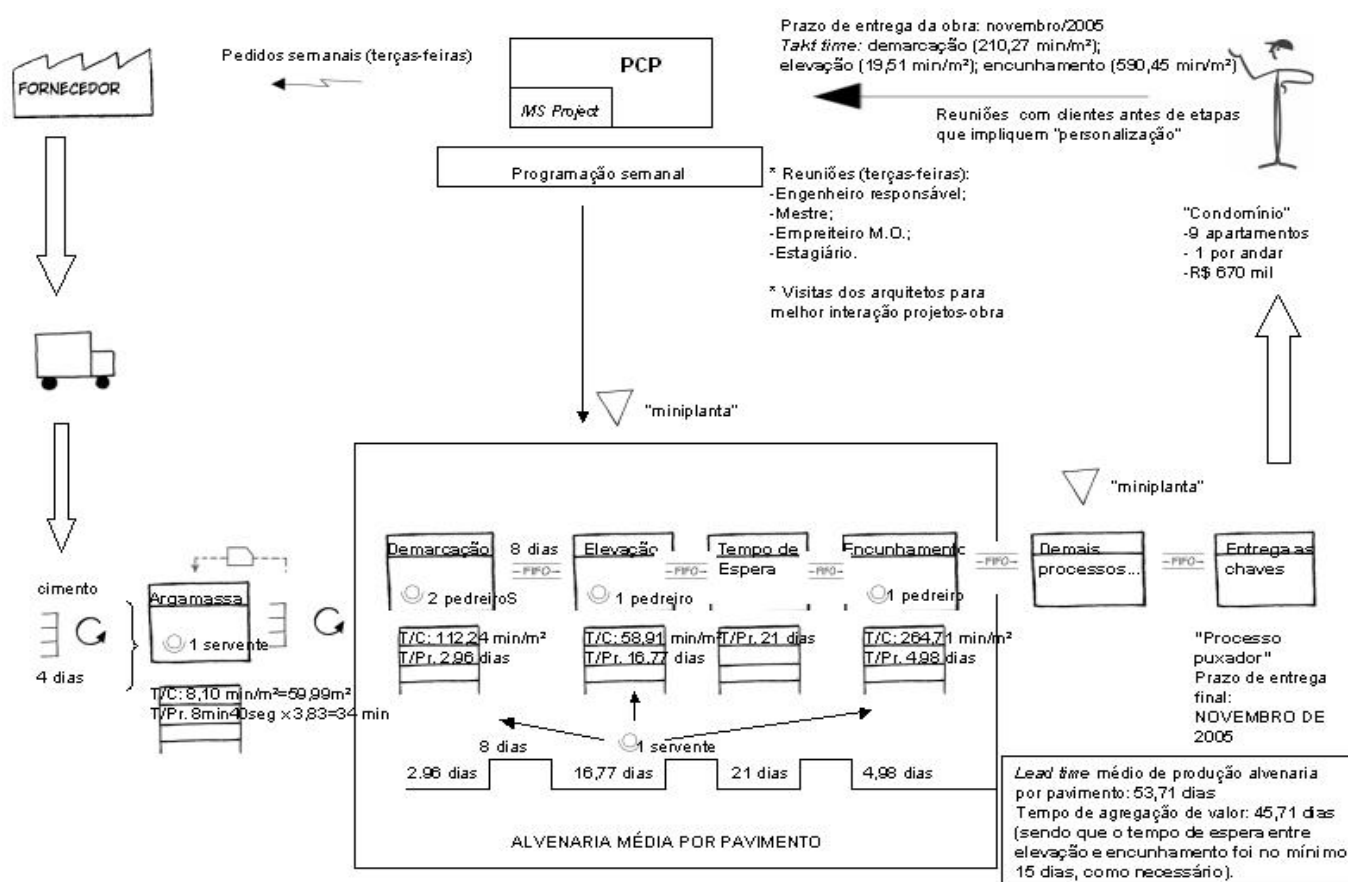


Figura 33 - Mapa do Estado Futuro – alvenaria média por pavimento

Fonte: Autora.

No Estado Futuro, da mesma forma como é feito atualmente, o cliente compra o imóvel após o seu lançamento pela construtora no mercado imobiliário. O contrato de compra e venda continua a reger a relação entre o cliente e a empresa ao longo do período de construção, contendo informações como o valor do apartamento, o prazo de execução, etc. Os compradores de cada apartamento do

prédio continuam formando um condomínio que, no decorrer da construção, se reúne com a construtora para decisões gerais a respeito do prédio. O que se propõe mudar, entretanto, é a relação individual de cada cliente com a construtora, buscando estreitar a comunicação entre ambos, realizando reuniões mais freqüentes, principalmente antes de etapas que impliquem na personalização dos imóveis. O objetivo a partir dessa medida é minimizar o descumprimento de prazos preestabelecidos para definições a respeito da personalização dos apartamentos e, conseqüentemente, a necessidade de retrabalhos na obra.

Da mesma forma, no Mapa Futuro a relação entre construtora e escritório de arquitetura (responsável pelos projetos da obra) é mais estreita. Para que se eliminem dúvidas em relação aos projetos, que resultam em tempos de espera, propõe-se que os arquitetos visitem a obra com mais freqüência, buscando saber quais informações são indispensáveis nos projetos, de modo a facilitar o trabalho na obra.

Tanto a elaboração do cronograma geral da obra (feita no *MS Project* e que contém o tempo de execução de cada grande etapa de construção a partir do prazo de entrega do prédio, estipulado em contrato) quanto das planilhas de programação semanal permanecem no Estado Futuro. Acrescenta-se, entretanto, a idéia da “mini-planta”, sendo anexada em cada pavimento, servindo como um *kanban* de sinalização do que, quando e por quem deve ser feito a longo e a curto prazos. O objetivo principal a partir da “mini-planta” é conseguir maior comprometimento de todos os envolvidos no processo com o cumprimento do que foi planejado, de modo a dar fluxo (se possível contínuo) à produção, eliminando os tempos de parada entre os processos (“estoque”). Outra vantagem da “mini-planta” é a redução da necessidade do mestre de obras ficar passando as tarefas diariamente para cada funcionário, já que ela mesma mostra o que deve ser feito. Assim, o mestre dispõe de mais tempo para acompanhar os processos (almejando ter “qualidade na fonte”), analisar onde estão os problemas e pensar soluções para os mesmos.

No Estado Futuro concilia-se o dia da reunião de programação da produção da semana com o dia de fazer o pedido dos insumos. A idéia é que, conforme sejam programadas as atividades a serem realizadas na semana, já se verifique quais matérias-primas serão necessárias e em que quantidade, para não ocorrer o

problema da falta de insumos na obra. Além disso, os serventes devem estar mais atentos às necessidades do pedreiro que estão auxiliando, de modo a evitar que falte matéria-prima no local de trabalho e, ainda, devem se revezar entre os pedreiros da demarcação, elevação e encunhamento, eliminando a necessidade de alguns pedreiros usarem seu tempo para a busca dos materiais ou a organização e limpeza de seu local de trabalho.

Os estoques de matérias-primas registrados no Mapa Atual seriam substituídos, no Mapa Futuro, pela adoção da idéia de supermercados, a fim de reduzir a quantidade de matéria-prima estocada e, também, melhorar seu controle, indicando quando é a hora de se comprar mais matéria-prima. No caso do cimento (que foi o insumo analisado no MFV), o supermercado de quatro dias úteis (média de 16 sacos) foi calculado considerando-se a média diária de produção da alvenaria de 59,99 m²/dia (o que equivale a 0,88 m³ de argamassa e 3,83 betoneiras por dia e, conseqüentemente, 3,83 sacos de cimento por dia) e os dois dias úteis que o fornecedor pode levar para entregar o produto. Para a sinalização da necessidade de pedidos a idéia é que se pinte em uma madeira a altura do mínimo do cimento (8 sacos, que equivalem, em média, a dois dias de trabalho) e também que se utilizem dois palets, lado a lado, para que, ao chegar a nova carga, a mesma seja colocada no palet vazio e só seja consumida quando o outro palet, com o cimento mais velho, tiver terminado, conseguindo assim um controle do tipo “FIFO” (*first in first out*) do cimento.

Com o objetivo de sincronizar a produção de argamassa com a execução da alvenaria e não produzir mais nem menos que o necessário, no Mapa Futuro utiliza-se um supermercado de argamassa que dispara um *kanban* de produção. Considerando que a produção média diária da alvenaria, de 59,99 m²/dia, necessita de 0,88 m³/dia de argamassa (3,83 betoneiras diárias), o supermercado de argamassa passa a ser de seis carrinhos (uma betoneira) e quando for consumido o último carrinho é disparada a produção da segunda betoneira (ou seja, mais seis carrinhos) e, assim sucessivamente, até completar a produção da quarta e última betoneira.

A utilização da “mini-planta”, aumentando o realizado *versus* o planejado, aliada ao melhor aproveitamento dos funcionários, à melhor comunicação entre a

construtora e os clientes e entre a construtora e o escritório de arquitetura, bem como à melhor disponibilização do material, resulta em um aumento de produtividade de todos os processos da alvenaria. Assim, os T/C médios de cada processo passam a ser de 112,24 min/m² para a demarcação, de 58,91 min/m² para a elevação e de 264,71 min/m² para o encunhamento. Com a redução dos T/C médios de cada processo, os T/Pr. diminuem para 2,96 dias na demarcação por pavimento, 16,77 dias na elevação por pavimento e 4,98 dias no encunhamento por pavimento. A maior produtividade, aliada à “mini-planta” e ao maior cumprimento do planejado *versus* o realizado, resulta em um processo mais fluído, mais rápido e sem paradas (ou com poucas paradas). Dessa forma, o *lead time* de produção da alvenaria por pavimento passa de uma média de 60 dias úteis para uma média de 53,71 dias úteis e, conseqüentemente, o *lead time* total de execução da alvenaria do prédio passa de cerca de 115 dias úteis para cerca de 88 dias úteis. Isso representa uma redução de cerca de 27 dias úteis, ou seja, de mais de um mês.

Essa redução no *lead time* de produção da alvenaria permite reduzir o prazo final da entrega do imóvel. Esta redução já pode ser, inclusive, estabelecida em contrato, fazendo com que a empresa se torne mais competitiva em termos de custos e prazo.

Por fim, conforme exposto no capítulo anterior, o Mapa do Estado Futuro é a representação visual de um “estado ideal” da produção a partir do seu Estado Atual. Cabe à empresa analisar em que aspectos esse “ideal” pode ser atingido imediatamente e quais ainda precisam ser mais bem trabalhados. O que, entretanto, não pode ser esquecido é a noção de que sempre haverá um estado futuro, ou seja, um “ideal” melhor do que se está fazendo atualmente.

7 CONCLUSÕES

Diante da nova configuração do mercado de edificações habitacionais, caracterizado como “variado e restrito” e mais exigente em termos de preço, prazo e qualidade, as empresas construtoras precisam repensar o paradigma de produção tradicionalmente utilizado pelo subsetor. Esse paradigma baseia-se no conceito de transformação e conversão e, devido à falta de visão sistêmica das atividades da construção e à visão míope dos desperdícios (sendo que todas as atividades são consideradas agregadoras de valor), resulta em uma série de problemas e ineficiências, como os altos índices de desperdícios, traduzidos nos altos custos de produção, nos atrasos na entrega dos imóveis e na baixa qualidade dos produtos.

O paradigma de produção que tem se apresentado como capaz de reduzir os problemas da construção de edificações habitacionais é a Produção Enxuta. Originária na manufatura, a Produção Enxuta considera todo o fluxo de valor (todas as atividades, que agregam valor ou não, necessárias para se fazer um produto desde a matéria-prima até o cliente), buscando eliminar os desperdícios (atividades que não agregam valor) para desenvolver um fluxo de valor “enxuto”, que produza somente o que o cliente quer (o que é percebido como “valor” por ele). O paradigma da Produção Enxuta começou a ser implementado e adequado à construção nos anos 1990, originando a Construção Enxuta. Os esforços de implementação e adequação da Produção Enxuta à construção, entretanto, têm-se voltado mais para a adoção de algumas idéias e/ou ferramentas isoladas e pontuais do que para uma implementação mais sistêmica. Como resultado, as melhorias alcançadas, além de não se estenderem ao longo do fluxo de valor, podem não estar solucionando os reais problemas e desperdícios do processo.

Diante disso, o objetivo geral deste estudo foi visualizar o processo produtivo da construção de edificações habitacionais de modo sistêmico. Para a visualização sistêmica, foi utilizada a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), e por

esta ferramenta ter sido desenvolvida e utilizada na manufatura, um dos objetivos específicos foi adequá-la às características da construção de edificações habitacionais. Os demais objetivos específicos foram: mapear o fluxo de valor; identificar os principais problemas e desperdícios do processo e, por fim, com base nas idéias da Produção Enxuta, propor ações de melhoria visando a sua implementação ao longo de todo o processo produtivo.

As adequações do MFV à construção de edificações habitacionais se fizeram-se necessárias em praticamente todas as suas etapas (Seleção de uma família de produtos; Mapa do Estado Atual; Análise do Mapa do Estado Atual; e Mapa do Estado Futuro). Considerou-se a planta ou fábrica da construção a obra e ao invés de selecionar uma família de produtos, iniciou-se o mapeamento com a seleção de uma etapa do processo produtivo da construção, considerada uma espécie de “sub-fábrica” ou “sub-obra”. Dessa forma, a pesquisa foi realizada na etapa da alvenaria de uma obra de uma construtora de edificações habitacionais de Porto Alegre.

Para o Mapa do Estado Atual, a principal adequação diz respeito ao longo período de coleta de dados (que corresponde ao período de execução do processo) e à necessidade de se obter uma média do processo produtivo. Isto em função de o tempo de produção ser longo, da impossibilidade de se “voltar atrás” na produção e da alta variabilidade encontrada na construção. Com o mesmo objetivo do MFV na manufatura, a análise do Mapa do Estado Atual baseia-se em algumas premissas com as idéias da Produção Enxuta e busca identificar os principais problemas e desperdícios do processo produtivo para, depois, propor ações de melhoria. As adequações feitas consistiram, justamente, na interpretação das premissas de acordo com as características da construção de edificações habitacionais. Por fim, o Mapa do Estado Futuro da construção mostrou como as melhorias propostas poderiam melhorar a produção, reduzindo ou eliminando os desperdícios e, conseqüentemente, os custos, obtendo-se um processo mais fluído e com maior agregação de valor.

Pela necessidade de se acompanhar praticamente todo o período de execução de uma etapa da produção, pode-se dizer que o MFV na construção tem uma função de planejamento para obras futuras (na medida em que identifica os principais problemas que aconteceram na obra mapeada e propõe ações de

melhoria). Isso não impede, entretanto, que, conforme os problemas e desperdícios sejam identificados, já se implemente melhorias ainda durante a execução da etapa que está sendo mapeada. A Figura 34 mostra um breve “roteiro” de como o MFV foi (e pode ser) aplicado na construção de edificações habitacionais.

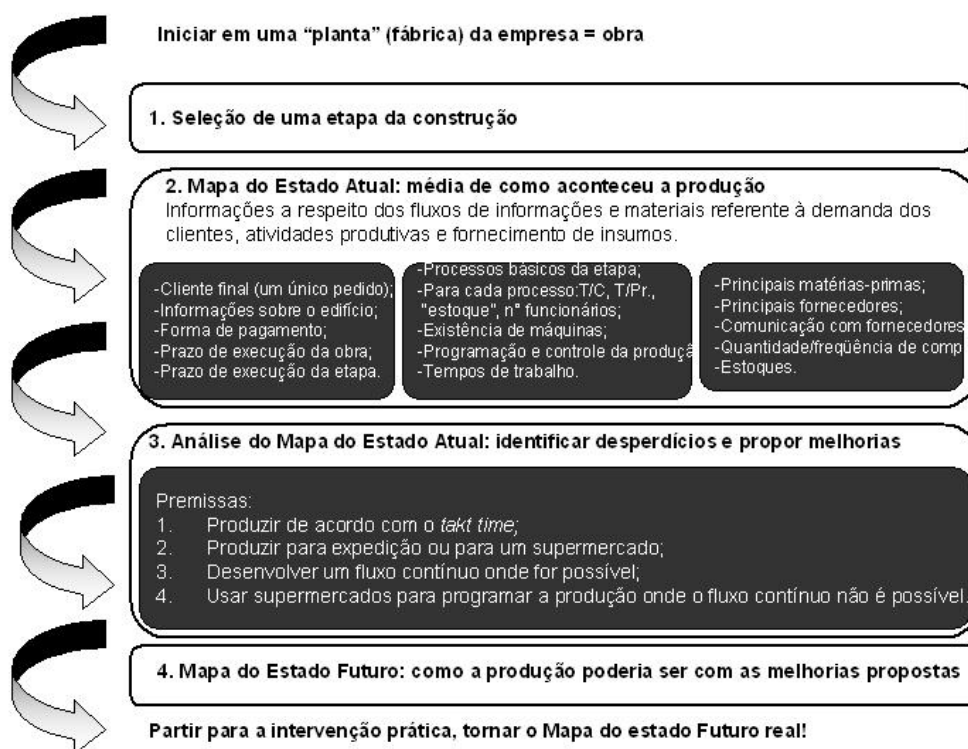


Figura 34 – MFV na construção de edificações habitacionais

Fonte: Autora

O MFV da etapa de alvenaria possibilitou identificar uma série de problemas e desperdícios do processo, conforme segue:

- Deficiência na relação/comunicação entre construtora e clientes, principalmente no cumprimento dos prazos de personalização dos imóveis, resultando em retrabalhos;
- Deficiência na relação/comunicação entre construtora e escritório de arquitetura (responsável pelos projetos). Os projetos careciam de alguns detalhes, resultando em dúvidas do engenheiro e mestre de obra e em conseqüentes paradas esperando o retorno do arquiteto;

- Ritmo da produção do processo de elevação da alvenaria distante do ritmo imposto pelos clientes, resultando no não cumprimento do prazo estipulado para a sua execução;
- Baixo nível de planejado *versus* realizado a longo e curto prazos, sendo que a flexibilidade (que é uma característica positiva da construção) mostrou-se negativa na medida em que estimulou o pouco planejamento ou o não rigor no cumprimento do que foi planejado. O resultado foi uma alternância e variabilidade de atividades e funcionários e, conseqüentemente, a falta de fluxo tanto durante os processos quanto entre os processos;
- Falta de envolvimento e comprometimento dos funcionários com suas atividades, sendo que são eles que influenciam, em grande parte, o ritmo da produção;
- Tempo gasto com movimentação e transporte desnecessários pela falta do auxílio de servente, enquanto em outro processo o servente estava “ocioso”;
- Falta de matérias-primas no andar de trabalho ou na obra, resultando em tempo de espera;
- Estoque de matérias-primas;
- Superprodução de argamassa, processo fornecedor da alvenaria;

Mais do que identificar os principais problemas e desperdícios do processo, o MFV também possibilitou detectar a origem desses problemas e desperdícios e, conseqüentemente, buscar a sua eliminação. As melhorias propostas, com o objetivo de reduzir e/ou eliminar cada um dos problemas detectados, foram as seguintes:

- Fazer reuniões mais freqüentes com os clientes, principalmente antes das etapas que implicam na personalização do imóvel, buscando antecipar-se a possíveis mudanças;

- Estreitar a relação com o escritório de arquitetura, fazendo com que os arquitetos visitem mais a obra, a fim de identificar as reais necessidades dos engenheiros e mestres em relação às informações das plantas, minimizando, assim, a necessidade de paradas por dúvidas nos projetos;
- Buscar o fluxo contínuo nos processos e aproximar o ritmo da produção ao ritmo imposto pelos clientes. Para tanto, aumentar o planejado *versus* o realizado com a adoção de uma “mini-planta” em cada pavimento, servindo como um *kanban* de sinalização das datas de início e fim de cada processo aos responsáveis pelas atividades, etc. Essa mini-planta também teria o objetivo de comprometer mais os funcionários com as atividades a serem realizadas que, por sua vez, estariam mais bem distribuídos nos processos;
- Conciliar o dia da reunião para programação da produção da semana com o dia de fazer os pedidos das matérias-primas;
- Adotar a idéia de supermercados (estoque controlado), a fim de minimizar e controlar a quantidade de matérias-primas estocadas e saber ao certo quando é necessário fazer novos pedidos;
- Adotar um *kanban* de produção para sincronizar a produção de argamassa com a execução da alvenaria.

Percebe-se que, a partir do MFV, foi possível visualizar de forma sistêmica uma etapa do processo produtivo da construção de edificações habitacionais. Essa visualização é sistêmica na medida em que leva em consideração as atividades produtivas, os clientes e os fornecedores do processo, seguindo o fluxo de valor. Nesse sentido, mais do que, simplesmente, identificar desperdícios, a visualização sistêmica mostra o “porquê” dos desperdícios, ou seja, qual a sua origem. Assim, as melhorias propostas visam a solucionar o problema em sua fonte e não apenas “mascará-lo”.

Entre os resultados que se mostraram possíveis têm-se a produção em fluxo contínuo (ou quase contínuo), a redução dos estoques, dos tempos de parada, o melhor aproveitamento da mão-de-obra, etc., possibilitando uma redução no *lead*

time de produção da alvenaria, de modo a executa-la em um prazo ainda menor que o programado. Como o tempo de produção de cada grande etapa da obra é programado a partir do prazo de entrega do edifício estabelecido em contrato, percebe-se ser possível reduzir o tempo de construção já em contrato. Dessa forma, o processo produtivo da construção de edificações habitacionais conseguiria produzir com menos custos, mais qualidade e mais velocidade, atendendo às exigências do seu mercado consumidor (em termos de custos, prazo e qualidade).

É importante salientar que, devido ao longo período da pesquisa e à receptividade da empresa pesquisada, foi possível já ir implementando algumas melhorias propostas ainda durante a realização da pesquisa.

Uma das sugestões adotadas pela empresa foi a de um supermercado para o cimento, o que resultou na diminuição da quantidade de sacos de cimento estocados, fazendo, inclusive, baixar a média de sacos de cimento estocados. A figura abaixo mostra como ficou o supermercado do cimento.



Figura 35 – Supermercado de cimento

Fonte: Autora.

Outra idéia adotada foi a da utilização da mini-planta em cada pavimento, que, conforme mostra a figura abaixo, passou a funcionar como um *kanban* cujo objetivo era facilitar a visualização das paredes que os pedreiros deveriam executar ao longo da semana, conforme mostra a Figura 36:



Figura 36 – Mini-planta utilizada nos pavimentos

Fonte: Autora.

Apesar de nenhuma das idéias ter sido adotada integralmente - já que o supermercado do cimento foi maior que o sugerido (em função do elevado valor do frete e do medo de que o fornecedor falhasse na entrega provocando falta do material) e a utilidade da mini-planta foi reduzida (sendo utilizada somente para mostrar as atividades a serem realizadas na semana) - já se percebeu uma melhora tanto na redução da quantidade de cimento estocada quanto na visualização da produção da semana de cada pavimento.

Outra proposta adotada pela construtora foi a conciliação da reunião semanal com o dia de fazer os pedidos de matérias-primas, sendo que ambos passaram a ser realizados nas terças-feiras. Isso facilitou a programação da necessidade de insumos, sendo que os pedidos passaram a ser mais próximos do real. Além disso, foi desenvolvida pelo estagiário uma planilha no excel que calculava a quantidade de cada insumo, conforme a programação do que seria executado na próxima semana. Acredita-se que essa iniciativa da empresa foi em função dos resultados parciais da pesquisa, que já demonstravam que o consumo de matérias-primas era maior que o necessário. Anteriormente, não se calculava a quantidade de insumos a ser utilizada de acordo com a alvenaria a ser executada; os pedidos de matérias-primas eram feitos baseados na experiência do engenheiro e do mestre. Com relação às idéias de estreitar o relacionamento com o escritório de arquitetura (trazendo os arquitetos para a obra) e com os clientes (buscando reunir o condomínio antes das etapas que impliquem maior personalização do imóvel), a empresa pareceu bastante favorável.

De maneira geral, a empresa foi bem receptiva às idéias propostas. Verificou-se que, entre as melhorias propostas, a maior resistência foi com a redução dos estoques. Não pela redução em si, mas pela necessidade de se ter fornecedores que sejam parceiros para tanto.

Acredita-se, assim, que a visualização sistêmica da produção da construção deva ser o ponto de partida para que a Produção Enxuta seja implementada nas construtoras, de forma sistêmica, ou seja, ao longo do seu fluxo de valor.

Entre as dificuldades encontradas neste estudo, pode-se dizer que a fase de adequação do MFV à construção foi a mais complicada. Mesmo tendo selecionado para o estudo uma empresa construtora que já estava em um patamar superior à média das construtoras de edificações habitacionais no que diz respeito ao planejamento e controle das atividades, houve uma grande dificuldade em determinar quais dados deveriam ser coletados e como, principalmente em função da variabilidade encontrada. Talvez essa dificuldade tenha sido maior em função da pesquisadora não ser formada em áreas afins com a construção, como a engenharia civil e a arquitetura. Assim, além do esforço de adequação do MFV, houve um esforço no sentido de se inserir no contexto e nas práticas da construção civil.

Outra dificuldade enfrentada diz respeito à efetiva implementação da Produção Enxuta nas construtoras. Percebeu-se que, apesar de as melhorias propostas serem de relativa fácil aplicação, a maior dificuldade passa pela necessidade de mudança na forma de pensar e organizar as atividades da construção e mudança de processos fragmentados e baseados na capacidade de flexibilidade para processos em fluxo contínuo (sempre que possível) e baseados em um planejamento e controle mais efetivos (deixando a flexibilidade para os momentos de adversidades).

No tocante às limitações do estudo, como não é possível dissociar as conclusões da visão do pesquisador num trabalho em que a interação com o objeto pesquisado é tão próxima, pode-se dizer que as percepções coletadas ao longo do estudo podem ter constituído fator determinante para algumas das conclusões obtidas. Somando-se a isso, o fato de ter sido realizado somente um estudo de caso,

com a aplicação do MFV em somente uma etapa da construção de única obra de determinada empresa, implica na limitação dos resultados obtidos.

Nesse sentido, tem-se, como proposta de estudos futuros, que o MFV, conforme adequado à construção, seja aplicado em outras etapas da produção da construção, em outras obras e em outras empresas, a fim de validar a forma como foi adequado e aplicado à construção de edificações habitacionais. Outra possibilidade consiste em dar continuidade ao processo de implementação da Produção Enxuta na construção, ou seja, buscar implementar as melhorias propostas no processo produtivo. Certamente que este tipo de estudo requer um tempo de realização maior, já que seria necessário fazer todo o percurso desta pesquisa e, ainda, implementar as melhorias. Os resultados obtidos, entretanto, poderiam confirmar se as melhorias propostas realmente servem como base para a implementação sistêmica da Produção Enxuta na construção de edificações habitacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCON, Luis F., SEGUÉL, Loreto. **Developing incentive strategies for implementation of Lean Construction**. *In: Proceedings of IGLC-10, Gramado, 2002.*

ARBULU, Roberto, BALLARD, Glenn, HARPER, Nigel. **Kanban in Construction**. *In: Proceedings of IGLC-11, Blacksburg, Virginia, 2003.*

BALLARD, Glenn, HOWELL, Gregory A. **An update on last planner**. *In: Proceedings IGLC-11, Blacksburg, Virginia, 2003.*

BARROS NETO, José de Paula. **Proposta de modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. Tese de Doutorado, EA/UFRGS, 1999.

BARTEZZAGHI, Emilio. The evolution of production models: is a new paradigm emerging?. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 19, n° 2, 1999, p. 229-250.

BERTELSEN, Sven. **Bridging the gaps – towards a comprehensive understanding of lean construction**. *In: Proceedings IGLC-10, Gramado, Brazil, 2002.*

BOYER, Robert, FREYSSENET, Michel. **The Productive Models: the conditions of profitability**. New York : Palgrave Macmillan, 2002.

CASTANHA, Anderson L. B., PORTO, Clarice B., FARIAS FILHO, José R. **A indústria da construção civil no Brasil: modelos de gestão alternativos para uma realidade de competitividade das pequenas e médias empresas**. Disponível em: <[http:// www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)>. Acesso em 28 set. 2004.

COMISSÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DA CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CEE/CBIC). **Perfil sócio-econômico do setor da construção civil no Brasil**. Belo Horizonte/MG, Agosto de 2002.

CORRÊA, Henrique Luiz. **Teoria Geral da Administração – Abordagem Histórica da Gestão de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2003.

CORTEZ, Alexandre S., OLIVEIRA, João Hélio R., OLIVEIRA, Luiz Carlos P. **Programa de Integração da cadeia produtiva da construção civil: o caso do Sinduscon de Santa Maria (RS)**. *In: Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.*

DOS REIS, Tathiana, PICCHI, Flávio A. **Aplicação da “Mentalidade Enxuta” ao Fluxo de Negócios na construção civil.** *In:* Anais do III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC), UFSCar, São Carlos, SP, setembro de 2003.

FABRÍCIO, Márcio M. **Construção civil na economia nacional.** *Disponível em:* <<http://www.eesc.usp.br/sap/grad/disciplinas/SAP506/Const.doc>>. Acesso em: 30 de julho de 2003.

FLEURY, A., FLEURY M. T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira.** 2. ed., São Paulo: Atlas, 2001.

FOLHA DE SÃO PAULO. Lua de mel dura em média 135 dias. **Data Folha.** *Disponível em:* <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2004/qualidadeimobiliaria/fi1806200412.shtml>>. Acesso em 20 de junho de 2004.

FONTANINI, Patrícia S. P., PICCHI, Flávio A. **Mentalidade Enxuta na cadeia de fornecedores da construção civil – aplicação de macro-mapeamento.** *In:* Anais do III Simpósio de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC), São Carlos/SP, 2003.

FORMOSO, C. T., SOIBELMAN, L., DE CESARE, C. M. ISATTO, E. L. Material waste in building industry: main causes and prevention. **Journal of Construction Engineering and Management.** New York, ASCE, p. 316-325, 2002.

FRUTOS, Juan D. **Desenvolvimento de um Sistema de Informação para a Interação Ágil entre Clientes e Empresas Incorporadoras e Construtoras de Condomínios Residenciais.** Dissertação de Mestrado, EA/UFRGS, 2000.

GITAHY Jr., Ailton Lannes, FARIAS FILHO, José Rodrigues de, QUELHAS, Osvaldo Luís Gonçalves. **Aplicação da Construção Enxuta (Lean Construction) na orientação do arranjo físico em canteiros de obra da construção civil – sub-setor edificações.** *In:* Anais do X SIMPEP – Simpósio de Engenharia da Produção, UNESP, Bauru, SP, 2003.

GODOY, Arilda S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais.** Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n.3, p. 20 – 29, Maio/Junho, 1995.

HENDERSON, Bruce A., LARCO, Jorge L. **Lean Transformation: How to change your business into a lean enterprise.** Richmond : The Oaklea Press, 1999.

HILL, T. J. **Manufacturing Strategy: Text and Cases.** 2 ° ed., Burr Ridge – IL: Richard D. Irwin, 1994, Cap. 2: Developing a Manufacturing Strategy – Principles and Concepts.

HIROTA, Ercília H., FORMOSO, Carlos T. **Implementação da Construção Enxuta: contribuições da aprendizagem na ação.** *Disponível em:* <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 07 out. 2003.

HONG-MINH, S. M.; BARKER, R.; NAIM, M. M. Identifying supply chain solutions in the UK house building sector. **European Journal of Purchasing & Supply Management**. Netherlands, v.7, n.1, p.49-59, mar. 2001.

ISATTO, Eduardo et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. **Implementação de gestão da cadeia de suprimentos em ambientes de poder equilibrado**. In: Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia da Produção, Salvador, 2001.

JACOSKI, Cláudio A., LAMBERTS, Roberto. **O profissional da construção frente ao uso de T.I. e integração da informação na cadeia produtiva**. In: Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.

JORNAL ZERO HORA. Censo traça perfil do mercado. **Caderno Imóveis**, p. 3, 25 de julho de 2004.

KOSKELA, Lauri. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report n. ° 72, Center for Integrated facility Engineering. Stanford University, 1992.

_____. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Tese de Doutorado, Technical Research Centre of Finland, 2000.

MARDER, Tiago S. **Diretrizes para a gestão da cadeia do aço cortado e dobrado para a construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

MASCARÓ, Lúcia E. A. R. de, MASCARÓ, Juan L. **A Construção na Economia Nacional**. São Paulo : Pini, 1980.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL. **Necessidades de ações de desenvolvimento tecnológico na produção da construção civil e da construção habitacional**. Fórum Construção, 2000.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Ações setoriais para o aumento da competitividade da Indústria Brasileira**. Disponível em:

<<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sdp/acoSetAumComIndBrasileira/asac0513.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2004.

NAKAMURA, Juliana. Quem Compra? **Revista Construção Mercado** 37, agosto, 2004. Disponível em
http://www.piniweb.com/revistas/construcao/index.asp?MATE6_COD=16945. Acesso em: 05 set. 2004.

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

OLIVEIRA, Mariza S. A. de. **Manual dos Condomínios em Edifícios: teoria, prática, modelos**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 1995.

PICCHI, Flavio A. **Lean thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção**. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 07 out. 2003. (a)

_____. **Oportunidades da aplicação do *Lean Thinking* na construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 7-23, jan./mar.. 2003. (b).

ROTHER, Mike, SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. Lean Institute Brasil, 1998.

SALEM, O., GENAIDY, A., LUEGRING, M., PAEZ, O., SOLOMON, J. **The path from Lean Manufacturing to Lean Construction: Implementation and Evaluation of Lean Assembly**. In: Proceedings IGLC-12, Elsinore, Denmark, 2004.

SAMPIERI, Roberto H., COLLADO, Carlos F., LUCIO, Pilar B. **Metodología de Lá Investigación**. México : McGraw-Hill, 1991.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman, 1996

SHOOK, John. Bringing the Toyota Production System to the United States: A Personal Perspective. In: LIKER, J. K. **Becaming lean – inside stories of U.S. manufacturers**. Portland : Productivity Press, 1997.

SKINNER, Wickham. Manufacturing – missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, Número 69312, Maio/Junho, 1969.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine, HARRISON, Alan, JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Eliana A. A de. **O Papel Estratégico da manufatura: Estudo de Caso na Indústria da Construção Civil**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2001.

SUZAKI, Kiyoshi. **The New Manufacturing Challenge – Techniques for Continues Improvement**. New York : Free Press, 1987.

VRIJHOEF, Ruben, CUPERUS, Ype, VOORDIJK, Hans. **Exploring the connection between open building and Lean Construction: defining a postponement**

strategy for supply chain managment. *In:* Proceedings IGLC-10, Gramado, Brazil, 2002.

WARD, Allen, LIKER, Jeffrey K., CRISTIANO, John J., SOBEK II, Durward K. The Second Toyota Paradox: How delaying decisions can make better cars faster. **Sloan Management Review**, Spring, 1995.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas – Elimine o desperdício e crie riquezas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

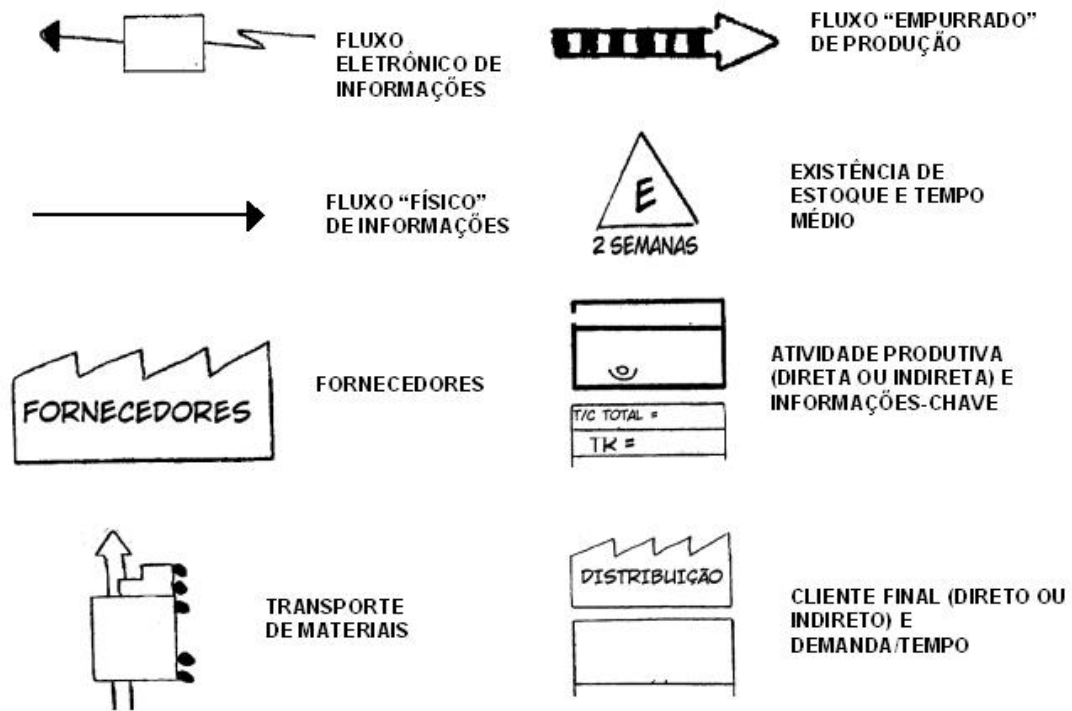
YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar.** São Paulo : Pini : Sinduscon/SP, 1998.

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

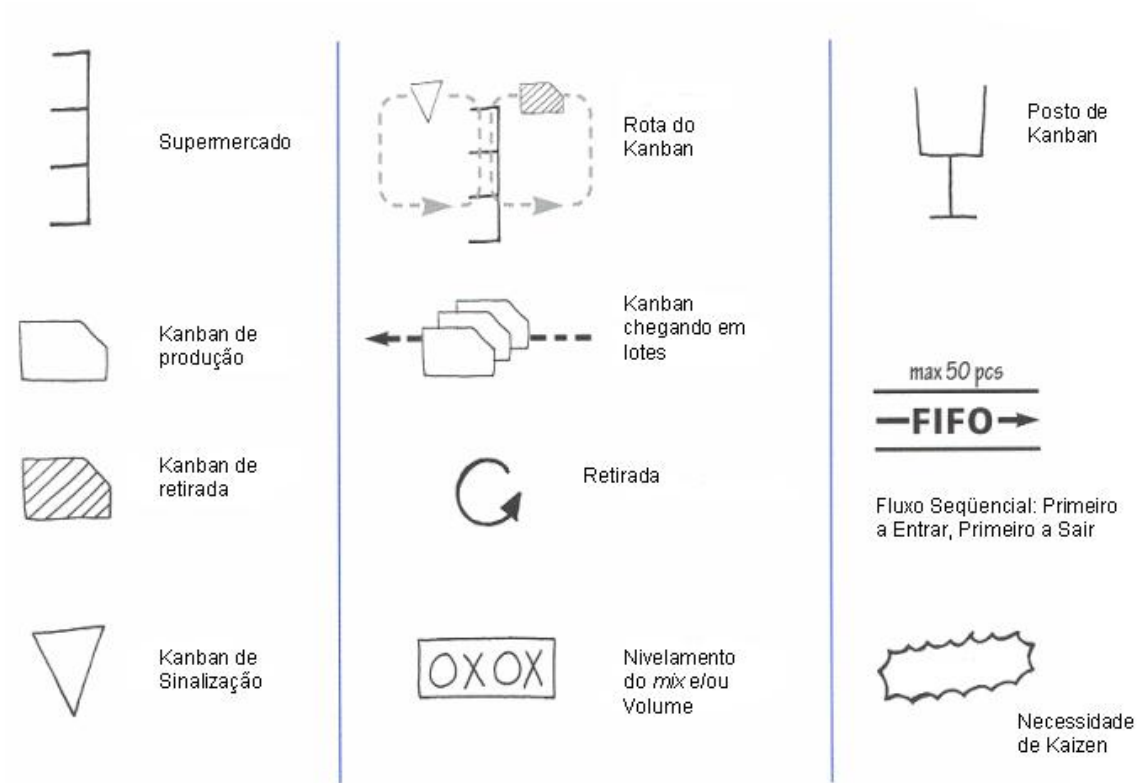
ZAWISLAK, Paulo A., GERBER, Camila de C., MARODIN, Giuliano. **A Produção Enxuta aplicada ao Mc Donald's.** *In:* Anais do VI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), São Paulo, 2003.

ZAWISLAK, Paulo A., SILVEIRA, Rodrigo, MARODIN, Giuliano. **Primeiros passos da implementação da mentalidade enxuta em empresa fornecedora no setor automotivo: em busca da redução de desperdícios e ganhos de eficiência.** *In:* Anais do VII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), São Paulo, 2004.

ANEXO A – ÍCONES PADRONIZADOS PARA O MFV – ESTADO ATUAL



ANEXO B – ÍCONES PADRONIZADOS PARA O MFV – ESTADO FUTURO



ANEXO C – PLANILHAS UTILIZADAS PARA AS MEDIÇÕES

DATA DA COLETA:

HORAS DE TRABALHO:

| PAVIMENTOS | PROCESSOS | | | | FUNCIONÁRIOS | PAREDES E ALTURAS = m ² | T/C (min/m ²) | ARGAMASSA UTILIZADA |
|---------------|-----------|------|-----|--------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| | DEM | ELEV | ENC | OUTRO? QUAL? | | | | |
| TÉRREO | | | | | | | | |
| 2° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 3° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 4° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 5° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 6° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 7° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 8° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 9° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| 10° PAVIMENTO | | | | | | | | |
| COBERTURA | | | | | | | | |

| INSUMO | QUANTIDADE | ÚLTIMO PEDIDO | QUANTIDADE PEDIDA | QUEM PEDIU | TEMPO DE ENTREGA |
|---------|------------|---------------|----------------------|------------|------------------|
| CIMENTO | | | | | |
| BLOCOS | | | | | |
| TIJOLOS | | | | | |
| AREIA | | | | | |
| ADITIVO | | | | | |

MEDIÇÃO DIÁRIA ARGAMASSA PARA ALVENARIA
SEMANA DE A

| DIA | QUANTAS BETORNEIRAS NO DIA | QUANTOS SACOS DE CIMENTO | TEMPO DE PRODUÇÃO |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| SEGUNDA-FEIRA | | | |
| TERÇA-FEIRA | | | |
| QUARTA-FEIRA | | | |
| QUINTA-FEIRA | | | |
| SEXTA-FEIRA | | | |

ANEXO D – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA O MFV

1. Dados gerais

- Nome da empresa
- Ano de fundação
- Breve histórico da empresa
- Número de funcionários fixos
- Número de funcionários total (atualmente)
- Porte da empresa (pequeno, médio, grande)
- Número de obras já executadas
- Metros quadrados já construídos
- Número de obras em andamento
- Principal mercado em que atua

2. Porte da obra e da etapa do processo:

- Obra
- Endereço
- Processo escolhido para aplicação do MFV
- Número de funcionários envolvidos (ver tb se é servente, pedreiro, etc.):
- Tempo de execução programado para a alvenaria total
- Porte da obra
- Metros quadrados total
- Prazo de entrega

3. Dados Clientes

- Cliente final (classe A, B ou C)
- Forma de compra
- Relação com o cliente final
- Cliente interno (etapa subsequente):
- Requisitos de execução do cliente interno:
- Número de pavimentos do edifício
- Número de unidades habitacionais por andar
- Número de variações (1, 2, 3 quartos)

4. Dados Produção

- Processos básicos da produção
- Informações-chave de cada processo
- Existe estoque de material entre as etapas
- Programação da produção (planejamento)
- Frequência da programação da produção
- Turnos de trabalho

5. Dados Fornecimento de Matérias-primas

- Principais matérias-primas
- Principais fornecedores
- Comunicação com fornecedor
- Frequência de compra
- Forma de entrega
- Tempo de entrega
- Tipo de embalagem
- Estoques e forma de estocagem