

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO  
CONVENCIONAL E O SISTEMA CONSTRUTIVO EM  
ALVENARIA ESTRUTURAL SEGUNDO A TEORIA DA  
CONSTRUÇÃO ENXUTA**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
ENGENHARIA CIVIL

Ricardo Bentes Kato

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO DE 2002

# COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL SEGUNDO A TEORIA DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

**RICARDO BENTES KATO**

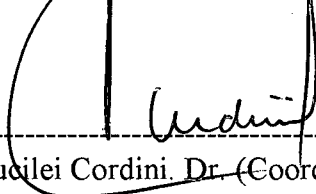
Esta dissertação foi julgada aprovada para a obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA

Especialidade ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

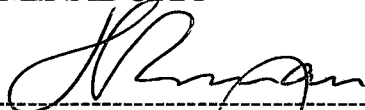


Prof. Humberto Ramos Roman, PhD. (Orientador)

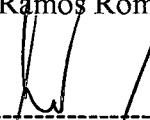


Prof. Jucilei Cordini, Dr. (Coordenador do Curso).

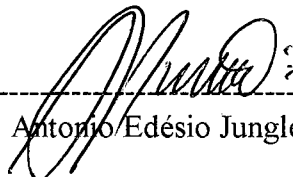
## COMISSÃO EXAMINADORA



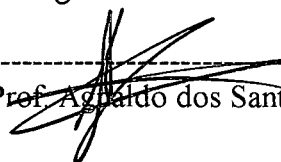
Prof. Humberto Ramos Roman, PhD. (Presidente - UFSC)



Prof. Luiz Fernando (M. Heineck, PhD. (UFSC)



Prof. Antonio Edésio Jungles, Dr. (UFSC)



Prof. Agivaldo dos Santos, Dr. (UFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por sempre se fazer presente em minha vida.

Aos meus pais pelo amor, carinho e respeito que me criaram e guiaram minha vida.

Aos meus familiares que sempre torceram por mim.

Aos meus amigos de Belém, e aos que conquistei em Florianópolis, pelo apoio nas horas difíceis.

Ao orientador Humberto Ramos Roman pela dedicação e orientação ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Ao amigo e professor André Cruz pelo grande apoio e conselhos.

Aos mestres da Universidade Federal do Pará, pelos ensinamentos.

Às empresas que colaboraram com a pesquisa, pela confiança, atenção e contribuição à pesquisa.

A CAPES pelo auxílio financeiro.

Aos que por algum motivo esqueci. Perdão.

## SUMÁRIO

<b>I - LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>II - LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introdução.....	1
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Limitações da pesquisa.....	2
1.4 Objetivos.....	2
1.4.1 Objetivo geral.....	2
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Problema da pesquisa.....	3
1.6 Hipótese.....	3
1.7 Estrutura do trabalho.....	4
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Alvenaria estrutural.....	5
2.1.1 Histórico do tema.....	5
2.1.1.1 Histórico mundial.....	5
2.1.1.2 Histórico brasileiro.....	6
2.1.2 Características da alvenaria estrutural.....	8
2.1.2.1 Características básicas.....	8
2.1.2.2 Modulação.....	9
2.1.2.3 Paginação.....	10
2.1.2.4 Racionalização.....	11
2.1.3 Vantagens da alvenaria estrutural.....	11
2.1.4 Desvantagens da alvenaria estrutural.....	12
2.1.5 Projeto em alvenaria estrutural.....	13
2.1.6 Canteiro de obra em alvenaria estrutural.....	15
2.2 Produção enxuta.....	16

2.2.1 <i>Just in Time</i> .....	19
2.2.2 Gerenciamento para a qualidade total.....	20
2.2.3 Competição baseada no tempo.....	20
2.2.4 Engenharia concorrente.....	21
2.2.5 Re-engenharia.....	21
2.2.6 Gerenciamento visual.....	21
2.2.7 Manutenção total produtiva.....	22
2.2.8 Envolvimento dos funcionários.....	22
2.3 Construção enxuta.....	22
2.4 Gerenciamento enxuto de projetos.....	24
2.5 Planejamento enxuto.....	27
2.6 Fornecedor enxuto.....	29
<b>CAPÍTULO III – METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
3.1 Método de abordagem.....	32
3.2 Método de procedimento.....	32
3.2.1 Técnica.....	32
3.3 Procedimento de pesquisa.....	33
3.4 Caracterização das empresas.....	34
<b>CAPÍTULO IV – ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>35</b>
4.2 Descrição das empresas do sistema construtivo em alvenaria estrutural.....	35
4.1.1 Empresa “AE”.....	35
4.1.2 Empresa “BE”.....	37
4.1.3 Empresa “CE”.....	38
4.1.4 Empresa “DE”.....	40
4.1.5 Empresa “EE”.....	42
4.1.6 Empresa “FE”.....	44
4.1.7 Empresa “GE”.....	45
4.1.8 Empresa “HE”.....	47
4.2 Descrição das empresas do sistema construtivo em alvenaria convencional.....	48
4.2.1 Empresa “AC”.....	48
4.2.2 Empresa “BC”.....	51

4.2.3 Empresa “CC” .....	53
4.2.4 Empresa “DC” .....	55
4.2.5 Empresa “EC” .....	56
4.2.6 Empresa “FC” .....	57
4.2.7 Empresa “GC” .....	59
4.2.8 Empresa “HC” .....	60
4.3 Análise geral das empresas construtoras segundo os dados.....	62
4.4 Comparação entre os sistemas segundo a teoria da construção enxuta.....	70
4.4.1 Comparação teórica.....	70
4.4.2 Comparação da prática segundo as entrevistas.....	71
4.5 As empresas frente à construção enxuta.....	73
4.6 Estratégia para a melhoria dos sistemas segundo a teoria da construção enxuta	75
4.6.1 Medidas organizacionais.....	75
4.6.2 Medidas operacionais.....	78
4.6.2.1 Medidas operacionais de projeto.....	78
4.6.2.2 Medidas operacionais de produção.....	80
4.6.3 Medidas para a melhoria contínua .....	82
<b>CAPÍTULO V – CONCLUSÃO.....</b>	<b>84</b>
5.1 Conclusão sobre os aspectos conceituais dos sistemas.....	84
5.2 Conclusões dos sistemas frente as empresas.....	85
<b>ANEXO A.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO E.....</b>	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>99</b>

**I - LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Informações sobre o projeto das empresas.....	63
Tabela 2- Tipos de detalhamentos utilizados pelas empresas.....	63
Tabela 3- Informações sobre a produção das empresas .....	66
Tabela 4- Tipos de palnejamento utilizados pelas empresas .....	67
Tabela 5- Critério de seleção dos fornecedores das empresas .....	68
Tabela 6- Informação sobre os fornecedores das empresas.....	69
Tabela 7- Peças pré-moldadas utilizadas pelas empresas.....	69

## II – LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Medidas organizacionais.....	78
Quadro 2 - Medidas operacionais de projeto.....	80
Quadro 3- Medidas operacionais de produção.....	82
Quadro 4- Medidas para a melhoria contínua.....	83



## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise do entre o sistema construtivo em alvenaria estrutural e convencional, segundo a visão da produção. O estudo utiliza a teoria da construção enxuta como pano de fundo para fazer tal análise.

A pesquisa foi desenvolvida em oito empresas construtoras que trabalham com alvenaria estrutural na cidade de Florianópolis-SC, e oito empresas construtoras que trabalham com o sistema construtivo convencional na cidade de Belém-Pa. Utilizou-se para isso a técnica da entrevista.

Os resultados foram apresentados em forma de tabelas, e mostraram que apesar do sistema em alvenaria estrutural apresentar maior potencialidade *lean* em seus aspectos conceituais, quando verificado sua aplicação prática demonstrou que a habilidade gerencial é o fator principal para o sucesso de um sistema.

Foi apresentada também uma proposta para melhoria dos sistemas segundo a teoria da construção enxuta.

## **ABSTRACT**

This dissertation presents a comparative study between structural masonry building system and a conventional system from the point of view of production. The study uses the theory of lean construction as the analytical baseline.

The research was carried out within eight construction firms which operate with structural masonry in Florianópolis-SC, and eight firms of construction which work with conventional masonry technology in Belém-Pa, Brazil. This research project adapted the interview technique as the main datacollection.

The results was showed by tables, and showed that, in spite of lean characteristics of structural masonry, in conceptual aspects, when verified in practice the results showed that the main factor to the success of a system is the management skill.

A propose to improve the system were developed.

## CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

### 1.1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil representa um dos mais importantes setores da economia nacional, respondendo com cerca de 7% do PIB (Produto Interno Bruto). Além disto desempenha papel social de como amenizadora do déficit habitacional. Logo a construção civil é parte essencial do crescimento nacional, pois para que um país cresça obras são necessárias, e com elas é acompanhada toda uma cadeia produtiva, sem falar na intensa geração de empregos, pelo seu caráter manívoros (MASCARÓ e MASCARÓ, 1981).

Porém a indústria da construção civil brasileira apresenta um atraso muito grande se comparada a outros setores da economia, principalmente pelos processos e produtos tradicionais que incorporam em sua essência métodos construtivos já ultrapassados em países desenvolvidos.

A partir da década de 70 consolidou-se no Brasil a busca, entre as propostas formuladas para o setor da construção, da racionalização da construção. Este conceito é tido como algo intermediário entre a maneira tradicional de se construir e a construção industrializada, que requeria uma mudança brusca na maneira de se construir. Procura-se, portanto reduzir a ocorrência de erros, minimizar perdas e diminuir tempos ociosos, aumentando a produtividade, através da antecipação das atividades nas fases de projeto e planejamento (FARAH, 1990).

Neste contexto de racionalização, a alvenaria estrutural encaixa-se perfeitamente pela maior facilidade que se aplicam medidas de racionalização construtiva neste processo, como a introdução de elementos pré-fabricados, por exemplo. Porém para que estas medidas surtam efeito, devem ser aplicadas à todas as etapas do empreendimento, desde a concepção (FRANCO e AGOPYAN, 1994).

Caso a racionalização seja deixada em segundo plano, perdas irão ocorrer, seja ela de material ou fluxo da mão-de-obra. Neste contexto torna-se importante o planejamento das

obras, que tentam visualizar situações antes que elas ocorram, reduzindo incertezas e tirando assim decisões das mãos de pessoas que nem sempre estão aptas a tomá-las.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Tem-se como justificativa para a pesquisa:

- A filosofia da produção enxuta revolucionou outras formas de manufatura como a indústria automobilística, por exemplo;
- Acredita-se que a alvenaria estrutural tenha um potencial muito grande de desenvolvimento e crescimento no país;
- O estabelecimento de um paralelo de duas tecnologias diferentes busca apontar melhorias para ambas.

## 1.3 LIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é limitada ao setor de construção civil em alvenaria estrutural não armada da cidade de Florianópolis, e ao setor de construção civil em tecnologia de alvenaria convencional na cidade de Belém.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GERAL

Tem-se como objetivo geral desta dissertação elaborar uma comparação entre o sistema construtivo em alvenaria estrutural e o sistema construtivo convencional segundo a perspectiva da filosofia da construção enxuta, sendo esta comparação ficando restrita à alvenaria e suas interferências nos demais serviços em ambos os sistemas.

Com base nesta comparação analisar-se-á se os sistemas utilizam a teoria da *lean construction* na prática.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Têm-se como objetivos específicos desta dissertação os seguintes tópicos:

- a) Verificar se a utilização da alvenaria estrutural possui características da construção enxuta em sua base conceitual;
- b) Elaborar tópicos de verificação por meio de entrevista englobando o projeto, o fornecimento de material e a produção, segundo a visão enxuta;
- c) Apontar pontos positivos e negativos em ambos os sistemas;
- d) Verificar qual dos sistemas é mais *enxuto*;
- e) Elaborar uma lista do que é *Lean*.

### 1.5 PROBLEMA DA PESQUISA

Como se apresentam o sistema construtivo em alvenaria estrutural e o sistema em alvenaria convencional sob a ótica da produção (Construção enxuta), nas empresas construtoras?

### 1.6 HIPÓTESE

Apesar do sistema construtivo apresentar características da construção enxuta em sua base conceitual, quando confrontado na prática com o sistema convencional o mesmo apresenta desempenho semelhante, ou em alguns casos inferior. Portanto o fator determinante para o sucesso de um sistema construtivo é a habilidade gerencial de quem os manipula.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo I (Introdução) é apresentada uma pequena introdução ao trabalho, a justificativa da pesquisa, as limitações do tema, objetivos e hipótese de trabalho.

O capítulo II (Revisão Bibliográfica) traz um pequeno histórico da alvenaria estrutural, além de aspectos de sua correta utilização, sempre tentando relacionar com os conceitos da construção enxuta. O capítulo traz também um pequeno histórico da teoria da construção enxuta.

No capítulo III (Metodologia de obtenção dos dados) são mostrados os passos para realização da pesquisa, desde a caracterização inicial das empresas para a aplicação da metodologia, até a elaboração das fichas de entrevistas.

O capítulo IV (Análise dos dados) apresenta uma análise individual de cada empresa, e posteriormente uma análise global. Faz-se também uma proposta para melhoria dos sistemas segundo a teoria da construção enxuta.

No capítulo V (Conclusões) é feito o fechamento do trabalho juntamente com as observações adicionais.

## CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

#### 2.1.1 HISTÓRICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

##### 2.1.1.1 Histórico Mundial

O tijolo é o produto manufaturado para construção mais antigo que existe até hoje. Escavações em Jericó revelaram a existência de tijolos desde seis mil anos antes de Cristo, onde outros desta época tinham o comprimento de oito a dez polegadas. Duas condições contribuíram para a permanência deste material na sociedade: a facilidade de obtenção e a demanda pelo mesmo (BROCK, 1994).

SCHNEIDER e DICKEY (1994), citam que a característica estrutural da alvenaria já é empregada desde a sua aparição.

O tijolo evolui para a forma de tijolo queimado, onde as primeiras referências de sua utilização podem ser vistas na Bíblia em Gênesis 11, onde descendentes de Noah, migrando para a nova terra, dizem: "Venham, vamos fazer tijolos e queimá-los". Esta prática nasceu provavelmente com a observação de que tijolos próximos ao fogo do fogão se tornavam mais duráveis (BROCK, 1994).

Segundo BROCK (1994), os tijolos tinham a vantagem de ser mais leves do que as pedras, mas seu estabelecimento perante a sociedade só se deu em 532 d.C. onde um dos maiores engenheiros e arquitetos da época, *Anthemius of Tralles*, foi escolhido para o projeto de reconstrução da Hagia de Sophia, em Constantinopla. Nas colunas foi utilizado granito, mas necessitava-se de um material mais leve para vencer a abóbada ou cúpula de 34 a 66 metros de altura, utilizando-se então o tijolo queimado.

O mundo começa a empregar a alvenaria estrutural mais fortemente a partir do século XIX na Europa, onde o tijolo começa a ter importância própria, pois resumia em si mesmo todo o processo de industrialização da época. Começava com isto o processo de

*padronização*, onde pouco a pouco, abandonavam-se as antigas proporções quadradas, iniciando-se a unificação de formas e tamanhos até a se estabelecer, no código de Madri, uma normalização com a proporção de *comprimento igual ao dobro da largura* (ARGILÉS, 1994).

ARGILÉS, 1994, durante o século XIX, devido ao fato do tijolo ter adquirido proporções fixas, o assentamento de peças relativamente irregulares cede lugar a um processo construtivo mais racionalizado. Paralelamente a este fato os sistemas tradicionais de peso e medidas são submetidos a um processo de unificação, onde as sogas, as varas, os pés e palmos dão lugar ao Sistema Métrico Decimal. No final do século XIX toma-se consciência de que a denominação genérica de que *aparelho tijolo*, referido a adequada disposição dos tijolos na alvenaria, adquire um valor concreto em cada caso. Como resultado de todas estas mudanças o tijolo vem a ser considerado como um novo material de características *modular*.

ARGILÉS (1994), cita ainda que surgem várias publicações na Europa especificando algumas *leis combinatórias*, em que se desenham possíveis arranjos. Com isso a arquitetura de tijolos ganha força, destacando-se a madrilenha, que inova deixando a mostra as faces de tijolos e o máximo de juntas, de acordo com a modulação da peça; utilizando ainda arcos; torres e diversos arranjos arquitetônicos.

No século XIX foi também onde se conseguiu grandes avanços no aumento da capacidade portante das alvenarias, e com isto diminuir a espessura das paredes, contribuindo para o seu desenvolvimento.

No século XX o aço revolucionou as construções, e, juntamente com o concreto mudaram o estilo das edificações que eram realizadas em alvenaria. Apenas na metade deste século é que o mundo volta a perceber o verdadeiro valor da alvenaria estrutural.

### **2.1.1.2 Histórico Brasileiro**

A história brasileira registra que a técnica da utilização da *taipa*, aqui chegada nos primórdios da colonização, difundiu-se largamente para as construções de prédios, onde a durabilidade era a maior exigência. Porém para se conseguir a rigidez necessária era requerida uma elevada espessura das paredes, possibilitando então a evolução para a estrutura de *pau-a-pique*, onde não se necessita uma espessura tão alta. (ABCI, 1990).



Segundo ABCI (1990), as cidades, principalmente São Paulo, se modernizavam e exigiam que as edificações acompanhassem esta modernização, pois a preocupação com o tempo e a capacidade de incorporar outros elementos à estrutura, já naquele tempo, ganhava força. A partir de 1870 começaram várias mudanças. Em 1875 o código de posturas paulistano proibia as construções de ranchos de palha, capim ou sapé, abrindo caminho para o desenvolvimento do bloco de argila.

AZEREDO *apud* ABCI (1990), cita que os tijolos eram concebidos na dimensão exata do trabalho manual do pedreiro, onde a largura era de aproximadamente 15cm, partindo-se daí para a relação de largura igual a metade do comprimento. Posteriormente, na década de 40, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou normas fixando a produção de tijolos de barro cozido com dimensões de 5,5; 11 e 22 cm respectivamente espessura, largura e comprimento.

ROMAN (1996), relembra que a década de 70 é marcada pelo surgimento da *moderna alvenaria estrutural*, com a construção de edificações habitacionais notadamente em São Paulo, onde dezenas de prédios com doze e até dezesseis pavimentos foram construídos.

Em dezembro de 1977 o Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), fundado em 1972, realizou um colóquio reunindo os principais projetistas, calculistas, fabricantes de blocos e construtoras dedicados ao assunto. A temática foi abrangente, com artigos que cobriam tópicos relativos às produções de blocos, controle de qualidade, normalização, processo construtivo, métodos de dimensionamento, entre outros (SÁNCHEZ, 1994).

Cabe ressaltar o intenso desenvolvimento da tecnologia de blocos de concreto na mesma época, fazendo com que nos anos 80 a mesma postura fosse adotada pelo setor cerâmico, sentindo a necessidade de se modernizar e recuperar o terreno perdido para os blocos de concreto, firmando-se convênios entre várias entidades, como o IPT, por exemplo, com objetivo de desenvolvimento de novos produtos e elaboração de textos normativos.

No campo das pesquisas, diversas dissertações de mestrado e artigos foram publicados nos anos 80, possibilitando uma análise crítica de casos específicos e fornecendo

subsídios para uma normalização brasileira em todos os segmentos do sistema de alvenaria estrutural (SANCHEZ, 1994).

Segundo o mesmo autor, na USP foi onde surgiu o maior número de pesquisas sob a forma de dissertações de mestrado, principalmente sobre blocos vazados de concreto e sílico-calcáreos, fato este explicável por São Paulo ser o maior centro industrial do país e o surto de unidades habitacionais em alta escala. No Rio de Janeiro as publicações praticamente inexistiram, com um pequeno número publicações sobre alvenaria de blocos cerâmicos, fato este devido a existência de elevado número de indústrias cerâmicas na região da baixada fluminense.

Na década de 90, observou-se uma disseminação do sistema em alvenaria estrutural pelo país. Porém a área ainda é muito carente de trabalhos científicos, principalmente na parte que diz respeito ao gerenciamento de obras em alvenaria estrutural.

## **2.1.2 CARACTERÍSTICAS DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

### **2.1.2.1 Características Básicas**

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que se utilizam as paredes da construção para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira (ROMAN; MUTI; ARAÚJO, 1999).

O sistema em alvenaria estrutural utiliza paredes não apenas como elementos de vedação, mas também como elementos resistentes às cargas verticais de lajes, ocupação e peso próprio e às cargas laterais resultantes da ação do vento sobre a edificação e de desvios de prumo. Logo as paredes estruturais devem apresentar as seguintes funções:

- Resistir às cargas verticais;
- Resistir às cargas de vento;
- Resistir à impactos e cargas de ocupação;
- Isolar acústica e termicamente os ambientes;
- Prover estanqueidade à água da chuva e do ar;
- Apresentar bom desempenho a ação do fogo.

Portanto, como visto anteriormente surgem as primeiras características relevantes da alvenaria estrutural, sob o ponto de vista da produção: *a redução do número de etapas e a pacotização.*

Tanto a redução do número de etapas, quanto a pacotização das atividades se dão devido a possibilidade de simplificar em uma só atividade (elevação da alvenaria) as atividades de estrutura e vedação nos sistemas de construção tradicional de concreto armado.

### **2.1.2.2 Modulação**

A coordenação modular é a técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência (ABCI, 1990).

A modulação é a base do sistema de coordenação dimensional utilizado nos edifícios de alvenaria estrutural. O arquiteto, desde a elaboração dos primeiros traços, deverá trabalhar sobre uma malha modular, cujas medidas são baseadas no tipo de componente utilizado na alvenaria (ROMAN; MUTI e ARAÚJO, 1999).

Segundo FRANCO (1992), a facilidade com que se implanta a coordenação modular em alvenaria estrutural é um dos principais motivos que tornam o processo favorável a implantação de medidas de racionalização.

O mesmo autor cita ainda que no caso da alvenaria estrutural a coordenação modular está baseada no componente bloco que compõe todas as paredes estruturais. Dentre as vantagens proporcionadas pela adoção da coordenação dimensional, tem-se as seguintes:

- Simplificação das atividades de elaboração do projeto;
- Padronização dos materiais e componentes;
- Possibilidade de normalização, tipificação, substituição e composição entre os componentes padronizados;
- Diminuição dos problemas de interface entre os componentes, elementos e subsistemas;

- Facilidade na utilização de técnicas pré-definidas, facilitando inclusive o controle da produção;
- Redução dos desperdícios com adaptações;
- Maior precisão dimensional;
- Diminuição de erros da mão-de-obra, com conseqüente aumento da qualidade e produtividade.

A coordenação dimensional reflete também na facilidade de utilização de elementos pré-fabricados, como janelas, portas, escadas, vergas, contravergas.

### 2.1.2.3 Paginação

É de consenso comum no meio técnico de que a modulação das edificações em alvenaria estrutural não deve ficar restrita apenas ao plano horizontal, sendo representada as particularidades de cada parede também no plano vertical. A está representação se dá o nome de *paginação*.

Para ROMAN; MUTI; ARAÚJO (1999), a paginação é o detalhamento das paredes uma a uma, onde são representadas: janelas (com vergas e contravergas), portas, instalações, etc.

Surge então uma característica significativa da alvenaria estrutural, levando-se em consideração a modulação e paginação: *a transparência do processo*. Esta transparência é vista como a característica que *clareia* a produção, tirando as decisões das mãos de pessoas que podem não estar aptas a tomá-las.

Outro ponto importante é que através da transparência do processo pode-se buscar maior *participação* dos operários, visto que os mesmos passam a ter maior intimidade com que estão fazendo, tirando o poder centralizador, que as vezes é prejudicial, das mãos do mestre de obra.

#### **2.1.2.4 Racionalização**

FRANCO (1992), em sua tese de doutorado, cita vários autores que definem racionalização como:

*“Racionalização é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade sócio-econômica própria.”* (SABBATINI *apud* FRANCO, 1989).

*“Aplicação mais eficiente de recursos para obtenção de um produto dotado de maior efetividade possível”.* (ROSSO *apud* FRANCO, 1980).

*“Baseia-se no esforço para aumento do desempenho e produtividade pela aplicação de todas as possíveis medidas para incrementar a produção, para garantir a melhor utilização dos materiais, equipamentos e mão-de-obra, no canteiro de obras e no processo de produção”.* (TESTA *apud* FRANCO, 1972).

Segundo FRANCO e AGOPYAN (1994) a alvenaria estrutural tem grande potencialidade de racionalização, principalmente pelos aspectos pela facilidade de absorção de um sistema de coordenação modular e padronização de seus processos.

Para ROMAN (1996), a alvenaria estrutural permite uma racionalização total, desde a fase de projeto até os procedimentos de obra.

#### **2.1.3 VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

A utilização de alvenaria estrutural vem sendo difundida no país, nas últimas décadas, principalmente devido às vantagens econômicas que este processo construtivo apresenta em relação aos tradicionais (FRANCO; AGOPYAN, 1994).

ROMAN (1990), cita que a principal vantagem da alvenaria estrutural está no fato de que o mesmo elemento pode responder por diversas funções.

ROMAN (1996) cita as principais vantagens da alvenaria estrutural, com relação ao método construtivo:

- Ser apropriado a uma grande variedade de usos funcionais;
- Concorrer técnica e economicamente com estruturas em aço ou concreto;
- Apresentar facilidades de projeto e detalhamento;
- Ser usualmente mais fácil de construir que prédios de concreto ou aço;
- Reduzir o número de subcontratados e tipos de material em obra;
- Facilitar supervisão em obra;
- Ser extremamente durável, exigindo pequena manutenção;
- Ter boas características de isolamento térmico e acústico;
- Permitir grande flexibilidade ao projetista, por ser baseado em uma unidade de pequena dimensão (tijolo ou bloco);
- Facilitar a contratação de mão-de-obra qualificada.

ROMAN; MUTI e ARAÚJO (1999) complementam ainda que a alvenaria estrutural facilita a compreensão dos projetos pela mão-de-obra; é normalmente mais econômica que prédios de aço e concreto, não só por executarem alvenaria e estrutura numa só etapa, mas também pela redução da quantidade de madeira e aço e concreto, menor espessura de revestimentos, e maior rapidez de execução.

#### **2.1.4 DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

ROMAN e MOHAMAD (1999) citam as principais desvantagens do sistema construtivo em alvenaria estrutural:

- Ausência ou deficiência do ensino de alvenaria estrutural;
- Resistência à compressão usada no projeto de paredes em alvenaria é geralmente menor do que as usadas para aço ou concreto armado, fazendo com que seja necessária uma maior área da seção da parede;
- Quando existem grandes aberturas, vigas de concreto ou aço são geralmente mais econômicas. Entretanto quando a carga for em arco e as reações horizontais do arco puderem ser acomodadas, a alvenaria pode se tornar mais econômica.

ROMAN; MUTI e ARAÚJO (1999), complementam ainda que pode ser caracterizada uma desvantagem a falta de flexibilidade em se retirar paredes da edificação, por motivo destas desempenharem funções estruturais. Os mesmos sugerem ainda que este inconveniente pode ser superado se no projeto forem definidas algumas paredes removíveis.

Os mesmo autores citam ainda a desvantagem econômica do caso de projetos mais arrojados, com detalhes específicos e grandes vãos.

### **2.1.5 PROJETOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

GRIFFITH *apud* MACIEL e MELHADO (1998), cita que o projeto é uma das etapas iniciais da produção de uma edificação, onde as soluções definidas no projeto devem buscar facilitar a execução e atender requisitos de desempenho, qualidade e custo do produto. Devem ser adotados no projeto medidas de racionalização que permitam melhor aproveitamento dos recursos, qualidade e eficiência no trabalho, além de qualidade do produto.

PAULSON (1976), cita que as decisões de projeto têm uma enorme influência nos custos da construção. Tais influências podem ser maléficas devido as incertezas introduzidas durante esta fase. Logo, o autor defende a injeção de conhecimento por parte da construção no processo de projeto.

O projeto de uma edificação tem uma forte interface com o sistema de produção. A desconsideração desta interface durante a fase de desenvolvimento do produto pode gerar muitos problemas de ordem operacional no canteiro de obras (NASCIMENTO e FORMOSO, 1998).

O projeto de edificações é um processo de resolução de problemas, cujo escopo não pode ser determinado de forma totalmente clara no seu início, em função de diferentes interesses envolvidos que devem ser satisfeitos (GRAY *apud* TZORTZOPOULOS; FORMOSO; LIEDTKE e GUS, 1998).

O desempenho do projeto durante a fase de execução dos serviços está associado à forma como este é interpretado pela produção, e, além disso, ao nível de comunicação que o mesmo possui (NASCIMENTO e FORMOSO, 1998).

O processo de projeto dos edifícios é marcado, via de regra, por uma série de indefinições, quer das características do produto, quer das atividades produtivas, repercutindo em uma elevada improvisação em obra, para a qual são delegadas importantes decisões que poderiam ser estudadas e elaboradas durante a fase de projeto do empreendimento (MELHADO e FABRÍCIO, 1998). Segundo os mesmos autores os escritórios de projetos têm desempenhado vínculos apenas comerciais com as construtoras, gerando projetos para atendimento de requisitos meramente burocráticos.

No processo convencional a estrutura e vedação são consideradas separadamente, fato este que não ocorre com a alvenaria estrutural, onde a parede exerce as duas funções. Este fato faz com que a interação estrutura e vedação tenham uma ligação mais íntima do que no projeto convencional.

ROMAN (1996), afirma que por ser um processo diferente com filosofias distintas, os projetistas devem pensar *alvenaria estrutural*.

O primeiro passo para o desenvolvimento do processo de projeto em uma empresa é a definição ou explicitação da estratégia competitiva, pois assim se define o segmento de mercado onde se pretende atuar e os seus clientes. As primeiras definições de projeto devem sempre levar em consideração os clientes da empresa e suas necessidades, seu poder de compras entre outros (TZORTZOPOULOS; FORMOSO; LIEDTKE e GUS, 1998).

Como no sistema convencional, o projeto arquitetônico é o ponto de partida para os demais projetos em alvenaria estrutural. Porém surge a impossibilidade de se executar cortes nas paredes estruturais, sob o risco de comprometer o desempenho estrutural da edificação. Este fato exige uma interação entre os diversos projetistas, o que, de um certo modo, força a uma possível redução de desperdício e aumento de produtividade na futura execução.

Neste contexto a coordenação entre projetos torna-se fundamental, para o sucesso da execução do processo construtivo em alvenaria estrutural. FRANCO e AGOPYAN (1994), citam que a coordenação de projeto pode ser entendida como a atividade que dá suporte ao desenvolvimento dos mesmos.



Segundo ROMAN; MUTI e ARAÚJO (1999), o processo construtivo em alvenaria estrutural deve ser concebido a partir da coordenação de projetos, que visa:

- Promover a integração entre os participantes do projeto, garantindo a comunicação e a troca de informações entre os integrantes e as diversas etapas do empreendimento;
- Controlar as etapas do desenvolvimento do projeto, de forma que ele seja executado conforme as especificações e requisitos previamente definidos (custos, prazos, especificações técnicas);
- Coordenar o processo de forma a solucionar as interferências entre as partes do projeto elaboradas pelos distintos projetistas;
- Garantir a coerência entre o produto projetado e o modo de produção, com especial atenção para a tecnologia do processo construtivo utilizado.

Neste contexto surge a necessidade do estabelecimento de parcerias entre os projetistas e as construtoras, que, segundo FABRÍCIO e MELHADO (1998), caracteriza-se por um intercâmbio de informações, e o preço do projeto fica relativizado pelo potencial de melhoria no processo produtivo e qualidade do produto.

De acordo com o observado acima, a fase de projeto de edificações em alvenaria estrutural está intimamente ligada com o conceito de *Engenharia Simultânea*, que será abordado posteriormente.

#### **2.1.6 CANTEIRO DE OBRA PARA ALVENARIA ESTRUTURAL**

O canteiro de obra para a construção civil é tido como a fábrica para a indústria. É lá onde os materiais serão armazenados, transportados, processados e sairão na sua forma final.

Segundo ROMAN; MUTI e ARAÚJO (1999), a organização do canteiro deve ser feita através de um projeto cuidadosamente elaborado, envolvendo a execução do empreendimento como um todo, prevendo as necessidades e condicionantes das diversas fases da obra.

O planejamento de plantas de *layout* é fundamental para a identificação de problemas relacionados ao arranjo físico propriamente dito, permitindo que se evite, por exemplo, a localização equivocada de algumas instalações ou excesso de cruzamento de fluxo em determinada área (SAURIN e FORMOSO, 1998).

Devido a menor diversidade de materiais utilizados pela alvenaria estrutural em relação ao processo convencional, a fase de organização do canteiro fica relativamente mais *simplificada*. Necessita, porém, de maior atenção no planejamento de fluxo da material, pois a vedação e estrutura estão condensadas em um único processo.

## 2.2 PRODUÇÃO ENXUTA

No passado a produção era vista de maneira abstrata, até o século XVIII quando a agricultura, junto com algumas formas simples de manufatura, introduziu a idéia de *conversão*, onde há a entrada de recursos, sofre-se a conversão e há a saída do produto. Este modelo se estabilizou na economia difundindo-se por outros campos de aplicação, inclusive na engenharia, pela forma de produzir da época ter basicamente poucas etapas de conversão. (KOSKELA, 1992).

O modelo de conversão, também chamado modelo convencional, sofreu modificações como o reducionismo, onde se dividia o processo total em partes menores para facilitar o seu gerenciamento. Porém as idéias estavam sempre focadas na conversão. Esta filosofia imperou no mundo até o surgimento da *Lean Production* ou Produção Enxuta nos anos 50 (KOSKELA, 1996).

KOSKELA (1998), cita que o modelo convencional não considerava o valor da saída de acordo com o cliente, e sim associado com a conversão.

A *Lean Production*, ou Nova Filosofia de Produção, foi desenvolvida pelo engenheiro Ohno da Toyota, onde o termo *lean* é utilizado para refletir a redução das perdas em comparação as outras formas de produção. Ohno queria produzir carros de acordo com a demanda dos clientes, reduzindo o tempo de *set up* (preparação para a produção), e influenciado pelo TQM ("*Total Quality Management*"), produzir para clientes específicos, entregas instantâneas e sem estoques intermediários (HOWELL, 1999).

KOSKELA (1993) e MELLES (1994), citam que a *Lean Production* é a combinação de conceitos já existentes, generalizando o campo de aplicação.

Ohno buscava a perfeição na Toyota, onde o *zero defeito* requeria a coordenação entre o progresso do carro na linha de montagem e o suprimento das partes. Retrabalhos devido a erros não eram tolerados e a linha de produção era parada para se descobrir a origem dos erros, descobrindo-se assim a variabilidade injetada no processo (HOWELL, 1999).

Segundo o mesmo autor, Ohno descentralizou o gerenciamento do chão de fábrica, fazendo com que todos os envolvidos tivessem uma visão da produção (transparência), possibilitando tomada de decisão pela produção e não pela gerência central.

A base da Produção Enxuta é a consideração de que a produção tem três aspectos fundamentais: *fluxo, conversão e valor*. Todos consomem custo e tempo, mas só a conversão é que agrega valor e parte da informação que é transformado em produto. No modelo convencional não se leva em consideração o fluxo, fazendo com que o processo fique complexo, incerto e confuso. Na Nova Filosofia da Produção ambos são considerados, fluxo e conversão (KOSKELA, 1992).

Outra diferença fundamental entre o Modelo Convencional e a Nova Filosofia da Produção é que na produção convencional as melhorias são feitas implementando uma nova tecnologia, e não controlando a parte que não agrega valor, fazendo que esta tenda a crescer e tornando a produção mais complexa. Na Produção Enxuta as atividades que não agregam valor são eliminadas ou reduzidas, com medições e aplicação de controle de fluxo, as atividades que agregam valor são melhoradas, reduzindo-se assim a variabilidade do processo, para só então promover um investimento em tecnologia (KOSKELA, 1993).

SANTOS (1999), cita que o conceito de fluxo deveria ser entendido e considerado na elaboração dos projetos, orçamentos e planejamento, buscando sempre eliminar as atividades de fluxo. Porém nem sempre isto é possível, logo, na medida do possível, deve-se tentar reduzi-lo ao máximo.

Ao se falar em fluxo automaticamente a palavra transporte surge em nossas mentes. SHINGO (1989), cita que transporte, ou movimento de materiais, é um custo que não adiciona valor ao produto. Muitas pessoas tentam melhorá-lo, porém a real melhoria seria a sua eliminação.

A Nova Filosofia de Produção é baseada em uma série de princípios, que visam melhorar o fluxo do processo na atividade de produção, podendo ser rapidamente e eficientemente melhorada. Tais princípios são citados abaixo (KOSKELA, 1992):

- Reduzir a parte que não agrega valor às atividades;
- Aumentar o valor de saída, considerando a necessidade do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar pela minimização do número de passos, partes e ligações;
- Incrementar flexibilidade de saída;
- Incrementar o processo de transparência;
- Foco do controle no processo completo;
- Melhoria contínua do processo;
- Balanço na melhoria no fluxo com a melhoria na conversão;
- *Benchmark*.

Os princípios são aplicáveis tanto ao processo total, quanto aos subprocessos, e implicitamente tratam dos problemas de fluxo no processo, complexibilidade, falta de transparência e controle segmentado (KOSKELA, 1993).

Os princípios estão ligados a conceitos ou técnicas para alcançá-los, relacionadas abaixo (KOSKELA, 1992):

- *Just in Time*;
- Gerenciamento da Qualidade Total;
- Competição Baseada no Tempo;
- Engenharia Simultânea;
- Reengenharia;
- Gerenciamento Baseado no Valor;

- Gerenciamento Visual;
- Manutenção Total Produtiva;
- Envolvimento dos Empregados.

Em seguida apresentam-se algumas definições pertinentes a pesquisa de tais conceitos e técnicas.

### 2.2.1 *Just in Time*

Para o japonês a expressão *Just in Time* significa: exatamente no tempo, porém na Produção Enxuta esta expressão também significa *estoque zero* ou *sem estoque*, isto quer dizer que cada processo tem que ser executado com os itens requeridos, na quantidade certa e no tempo exato, sem acumulação. (SHINGO, 1989).

MARKHAM e McCART (1995), citam cinco das principais razões para se implantar o JIT (*Just in Time*):

- Reduz o tempo de atravessamento da produção;
- Reduz o trabalho em processo;
- Melhora o desempenho quanto aos erros;
- Reduz a quantidade de material envolvida;
- Melhora a qualidade.

As relações entre clientes-fornecedores ganham força, com o objetivo da eliminação ou diminuição dos estoques de segurança, passando aos fornecedores a importância deste fato juntamente com a entrega dos produtos no tempo, qualidade e quantidades certas. (CHEN e CHEN, 1997).

Na construção, apesar de suas diferenças em relação a indústria, os objetivos da utilização do JIT são os mesmos: reduzir ou eliminar as reservas de produção, implementando assim mais flexibilidade e confiança a mesma. (BALLARD e HOWELL, 1995).

### 2.2.2 Gerenciamento para Qualidade Total

Ter qualidade significa que as características do produto condizem com as necessidades do cliente, ou seja, quanto melhores são estas características, maior será a qualidade agregada ao produto. (JURAN, 1997)

Segundo o mesmo autor a qualidade pode ser definida pela ausência de deficiência do produto, sendo o resultado alcançado a satisfação do cliente, que é sinônimo de satisfação com o produto e por sua vez aumenta a sua facilidade de venda.

Interpretada de forma mais ampla qualidade significa: qualidade de trabalho, qualidade de serviço, qualidade de informação, qualidade de processo, qualidade de divisão, qualidade de pessoal, ou seja, estender a toda a empresa. (ISHIKAWA, 1993).

O gerenciamento para a qualidade total nasceu no Japão e envolve todas as partes do processo (os clientes, o processador e os fornecedores), seus objetivos são controlar o processo implementando melhorias, para posteriormente aplicar inovações, e se conseguir vantagens tecnológicas. (CII, 1990)

### 2.2.3 Competição Baseada no Tempo

Durante os anos 80 muitas empresas deram importância à qualidade como uma maneira de obter vantagens competitivas, crescendo neste período modelos de melhorias contínuas como o Gerenciamento da Qualidade Total. Nos anos 90 a qualidade ainda se mantinha crítica para o sucesso, mas não mais como a única vantagem competitiva, as atenções eram dadas à *velocidade e competição baseada no tempo*. (CARTER; MELNYK e HANDFIELD, 1995).

Segundo os mesmos autores, a competição baseada no tempo é definida como uma estratégia para o desenvolvimento de vantagens competitivas sustentáveis, caracterizada por: redução do *lead time*, para àqueles apenas necessárias aos clientes; redução da variância e atingir as causas dos excessos do *lead time*.

A competição baseada no tempo facilita a introdução de novas tecnologias e enfatiza a velocidade em termos da resposta à demanda do cliente. A essência da CBT envolve compressão do tempo em todas as fases do projeto e tempo de entrega. (HUM e SIM, 1994).

HOUT (1996), cita que muitas empresas têm desenvolvido novos produtos com cerca de metade a um terço do tempo antes utilizado devido à utilização do CBT, conseguindo assim:

- Satisfação do consumidor;
- Redução dos custos;
- Energizar a empresa com tarefas claras, quebrando a inércia da velha organização.

#### **2.2.4 Engenharia Concorrente**

A engenharia concorrente foi empregada primeiramente na indústria serial do Japão, com o intuito de reduzir tempo, custo e obter maior conformação do produto final com a expectativa do cliente. (MELHADO, 1998).

Também conhecida como simultânea ou integrada, a engenharia concorrente leva em consideração os múltiplos projetos de forma paralela, ao invés da forma seqüencial do modelo tradicional, além do elevado grau de detalhamento que os projetos são apresentados. (BALLARD e KOSKELA, 1998).

#### **2.2.5 Re-Engenharia**

A re-engenharia envolve a identificação, análise e simplificação da organização, com o objetivo da redução de tempo, redução de custo e melhoria da resposta ao cliente. Ela está no foco da organização, mais do que o da produção, tendo como desafio a simplificação das palavras (re)fazer, (re)descobrir e (re)presentar em uma só: *re-engenhar*. (JACKSON, 1996).

#### **2.2.6 Gerenciamento Visual**

O modelo tradicional tem contribuído para a falta de transparência da construção, onde o se tem a conversão da entrada em saída e a redução dos custos se daria pela redução dos custos das atividades de conversão. (KOSKELA, 1992).

A transparência pode ser entendida como a habilidade do processo de produção em se comunicar com as pessoas, pode ser dita também como a separação do suporte do sistema físico da produção e a produção em si. Na literatura existem citações de várias vantagens com a aplicação deste princípio como: motivação, simplificação e rápido entendimento das informações. (SANTOS; POWELL; SHARP e FORMOSO, 1998).

O Gerenciamento Visual depende muito do grau de transparência do processo, que pode ser elevado pela: diminuição do número de interdependências, controle visual, fazer dos processos e operações diretamente observáveis, incorporar informações nos processos e operações e manter limpo e ordenado o local de trabalho.

### **2.2.7 Manutenção Total Produtiva (MTP)**

A MTP refere-se a manutenção do maquinário da produção por um pequeno grupo de funcionários habilitados, conseguindo-se o máximo de saída em condições ideais de produção. (KOSKELA, 1992).

### **2.2.8 Envolvimento dos Funcionários**

Para o sucesso de toda e qualquer implementação de nova idéia ou melhoria do processo depende do grau de envolvimento que os funcionários terão, logo a motivação e observação da força de trabalho se tornavam vital para o processo. (KOSKELA, 1992).

## **2.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA**

A Construção Enxuta é a aplicação dos princípios e teorias da *Lean Production* à construção.

Para HORMAN e KENLEY (1996), dois são os conceitos de sustentação para a teoria: o *Just in Time* e o Controle da Qualidade Total.

Assim como na manufatura a construção tem sua base de engenharia e gerenciamento no controle das atividades de conversão. O processo construtivo é visto como



um conjunto de atividades que são controladas e melhoradas isoladamente (KOSKELA, 1993).

Segundo o mesmo autor, as atividades de fluxo historicamente vem sendo negligenciadas, e métodos convencionais como a utilização do CPM (*Critical Path Method*), violam o princípio de fluxo no processo de projeto e melhoria.

Levando a idéia de fluxo para a construção, existem dois processos principais (KOSKELA, 1992):

➤ *Processo de projeto*: onde as necessidades e desejos são transformados em informações, e simultaneamente há a detecção e resolução de problemas;

➤ *Processo de construção*: onde se tem o fluxo de material, e o fluxo material e espacial dos times de construção, geralmente andam próximo ao fluxo de material.

Cabe ressaltar que a Produção Enxuta foi criada para ser aplicada em ambientes industriais, onde não se tem as mesmas características da construção, onde tais características geralmente são usadas como desculpas para a não implementação de princípios da manufatura na construção.

KOSKELA (1993), cita que tais características realmente diferenciam a construção da manufatura. Contudo estas peculiaridades podem ser estabilizadas, como discutido a seguir:

➤ *Um produto único*: Normalização, coordenação modular e parceria com fornecedores;

➤ *Dificuldades do local de produção*: Pré-fabricação e times multifuncionais;

➤ *Relações temporárias entre organizações*: Encorajamento de longos termos de alianças estratégicas.

O mesmo autor considera que a redução ou eliminação das peculiaridades apenas traz a construção para o mesmo nível da manufatura, ou seja, apenas estabiliza a produção.

O grande mérito da Construção Enxuta, é que esta ataca a variabilidade (apontado por muitos o grande problema da construção) enquanto as práticas correntes atacam a velocidade de produção. Logo o objetivo é ter o fluxo sob controle, porém isto acarreta nova organização na estrutura do trabalho, principalmente nas áreas de projeto e planejamento. (HOWELL, 1999).

## **2.4 O GERENCIAMENTO ENXUTO DOS PROJETOS**

No processo convencional de projeto as tarefas são divididas em seqüências temporárias, dadas diferentes especialistas para realização. Os clientes primeiramente selecionam um arquiteto, que prepara o projeto arquitetônico e especificações, para então serem encaminhados ao projetista estrutural e de instalações. Um construtor é responsável pela execução (KOSKELA, 1992).

Os desenvolvimentos de novos produtos tinham longos tempos de ciclo, retrabalho e alto risco de não conformizar com os desejos dos clientes, negligenciando a produção, o que prejudicava o gerenciamento do fluxo e geração de valor (BALLARD, 2000).

TZORTZOPOULOS e FORMOSO (1999), citam que as principais causas do pobre desempenho do processo de projeto da construção se dá devido: falta de comunicação e especificações adequadas, inexistência de comunicação entre projetos, falhas nas áreas de planejamento e controle para reduzir as incertezas e complexibilidade.

KOSKELA, BALLARD e TANHUANPÄÄ (1997), citam ainda que essas causas geram conseqüências como: a vagarosa aprovação dos clientes e atraso na designação de consultores.

A Nova Filosofia da Produção muda a maneira de se pensar, produzir e projetar da maneira tradicional e da produção em massa. Foca-se no sistema ao invés de nos componentes do processo, aproximando o projeto da produção. A produção tem que ser concebida no projeto (BALLARD, 2000).

BALLARD (1993) cita que a qualidade do projeto e a aquisição dos recursos são os dados de entrada críticos para o processo de produção.

TZORTZOPOULOS e FORMOSO (1999), citam que existem três visões para o projeto:

- *Conversão*: O processo de projeto é dividido em subprocessos onde cada especialista transforma sua percepção nos desejos do cliente, é abstrato e nem todos os desejos dos clientes estão explícitos. Há atividades que não contribuem para a conversão como a espera e inspeção das informações. A excessiva ênfase na visão da conversão é apontada como uma das maiores causas da persistência dos problemas dos projetos de construção;

- *Fluxo*: O projeto é visto como um fluxo de informações, onde as atividades que não agregam valor devem ser explícitas e eliminadas ou reduzidas;

- *Geração de valor*: Alcançar o melhor valor possível do ponto de vista do cliente. Ainda não está claro na literatura o que é requerido para alcançar a efetiva geração de valor. A qualidade pode ser melhorada incrementando as necessidades e desejo do cliente. Além do desejo do cliente a geração de valor depende das condições de trabalho do time de projeto, significando que se o projeto é gerenciado pobremente o produto tende a ser inadequado.

O desejo do cliente deve servir como entrada de dados no processo de projeto, principalmente nas fases iniciais, utilizando ferramentas como coleta de dados e pesquisa de mercado (TZORTZOPOULOS e FORMOSO, 1999).

HORMAN e RUSSEL (1996) abrangem a conceito de projeto diferenciam o projeto de gerenciamento e gerenciamento do projeto da seguinte forma:

- *Projeto de gerenciamento*: dá ênfase no processo de eficiência, e é descrito como um processo. O processo de gerenciamento tem uma visão geral do projeto focando em custo, tempo e qualidade;

- *Gerenciamento do projeto*: identificam os fatores que afetam o projeto, como o projeto interage com ele e os impactos destes fatores o mais cedo possível.

Segundo os mesmos autores o gerenciamento *Enxuto* do projeto deve agregar a *eficiência* do projeto de gerenciamento com a *eficácia* do gerenciamento do projeto.

KOSKELA, BALLARD e TANHUANPÄÄ (1997), sugerem a aplicação do PCP (Percentual Completado do Planejado) ao projeto, como forma de planejar e controlar sua execução, procurando evitar possíveis atrasos na entrega dos projetos.

TZORTZOPOULOS e FORMOSO (1999), sugerem a aplicação de alguns princípios da Nova Filosofia de Produção ao desenvolvimento de um modelo de projeto, com o objetivo de melhorar sua eficácia de planejamento e controle:

- *Redução da parte que não agrega valor*: reunir as pequenas tarefas em uma única atividade. É muito eficiente para atividades muito fragmentadas como a coleta de dados e inspeção. Uma outra alternativa seria a identificação de pontos no processo onde há uma interação forte entre os projetistas;
- *Incrementar o valor de saída em uma sistemática consideração das necessidades do cliente*: Através da coleta de dados e pesquisa de mercado ter conhecimento dos verdadeiros desejos do cliente. Alguns modelos dão ênfase a um estágio inicial de projeto onde os clientes são consultados;
- *Redução da variabilidade do processo*: Definição do processo incluindo precedências, regras, responsabilidade e fluxo principal da informação. Há a característica de negociação entre os grandes setores da companhia e os projetistas;
- *Simplificação pela redução dos números de passos, partes ou ligações*: Pacotização das tarefas;
- *Flexibilidade de saída*: De acordo com o setor esta flexibilidade deve existir para que o cliente não interrompa o processo de produção;
- *Transparência no processo*: Representação simples e explícita do processo de projeto;
- *Foco no processo completo*: Estágios de aprovação com o foco no futuro;
- *Melhoria contínua do processo*: Melhoramento do modelo por ele mesmo como a utilização de ferramentas como o *feedback*;
- *Balanço das melhorias de fluxo com as melhorias de conversão*: integração da visão de fluxo com a de conversão

## 2.5 O PLANEJAMENTO ENXUTO

No modelo de conversão o planejamento expressa o que se espera da coletividade (o que *deveria* ser feito), e após a execução e controle se conforma o que deveria ser feito com o que foi feito. Tudo corre bem até um dos fatores (projeto, fornecedor ou mão de obra) falhar. Estas falhas requerem um aumento da produção para cumprir o programado, estimulando assim a formação de folgas para proteger a produção (BALLARD e HOWELL, 1994).

A utilização de ferramentas como o CPM (Método do Caminho Crítico) para o planejamento de obras de construção contribui para o não entendimento das atividades de fluxo (início - fim). O CPM não mostra a verdadeira lógica das atividades (HOWELL e BALLARD, 1994).

Segundo os mesmos autores, muitas são as incertezas no início de um projeto, sendo esta a principal característica que diferencia a construção da manufatura, e admitir estas incertezas é o primeiro passo para negociar sua redução. A Nova Filosofia da Produção visa justamente conferir mais estabilidade à construção, segundo seus princípios.

BALLARD E HOWELL (1994), citam que os planejamentos tradicionais consideram que os materiais estejam 100% no local de trabalho, o que geralmente não ocorre. A Nova Filosofia da Produção defende a visão do planejamento *Look Ahead* (médio prazo) e o planejamento semanal, ao invés de planejamento de longo prazo.

O planejamento enxuto estabiliza a produção protegendo-a das incertezas e variações, selecionando e conferindo às tarefas condições para sua realização, com materiais e pré-requisitos prontos. Para isto é fundamental a figura do *último planejador*, que faz a ligação do que *será* com o que *deveria* ser feito, segundo alguns critérios: (BALLARD e HOWELL, 1994)

- Seleção do trabalho na seqüência certa;
- Seleção do trabalho na quantidade certa;
- Seleção do trabalho que tem condições de ser realizado.

O *último planejador* produz diretrizes para o trabalho direto, não é outro processo de planejamento (BALLARD, 1993).

A medição e controle enxuto do planejado são feitos através do PCP (Porcentagem completada do Planejado), onde se tem a relação do que *deveria* ser feito com o que *foi* feito. No planejamento enxuto além dos números demonstrados pelo PCP, deve-se analisar as causas responsáveis pela diferença entre o planejado e o executado (BALLARD e HOWELL, 1994).

Atuando sobre as causas (replanejamento, diminuição das distâncias físicas dos recursos, ferramentas e materiais), as porcentagens do PCP crescem (BALLARD, 1993).

Após a produção ter sido estabilizada, o planejamento enxuto considera que pode se passar para o próximo passo que é a redução das variações, esta variação pode ser dada pela progressiva redução das folgas da produção (HOWELL e BALLARD, 1994).

Estabilizada e reduzida às variações da produção é que podem ser feitas algumas melhorias em seu desempenho. Estas melhorias têm que ser alimentadas pelas causas das falhas do PCP, e o planejamento têm que ser alimentado pelas atividades diárias da obra (BALLARD e HOWELL, 1994).

Segundo os mesmos autores, grandes melhorias são conseguidas com a participação dos funcionários, demonstrando os PCPs aos mesmos, fixando-os em local de fácil visualização. A participação dos chefes de equipes na programação semanal é tida também como muito benéfica na melhoria de desempenho.

A engenharia simultânea também tem influência fundamental no PCP, visto que decisões erradas, na fase de projeto, geram atrasos que são absorvidos pela construção.(BALLARD, 1993).

HOWELL e BALLARD (1994), citam que 80% dos atrasos são devidos a falta de material, surgindo então a necessidade de entrar mais a fundo no setor de fornecedor.

## 2.6 O FORNECEDOR ENXUTO

O fornecimento de material é um dos gargalos de qualquer sistema de produção, porém até pouco tempo atrás não era dada muita importância a este fato. A aquisição de material era feita pelo menor preço, onde a qualidade e o tempo de entrega eram deixados para segundo plano; pouca informação era repassada aos fornecedores e vice-versa; e existia uma forte desconfiança entre cliente e fornecedor (PRIDA e GUTIÉRREZ, 1996).

Segundo os mesmos autores, por volta da metade da década de 70 algumas mudanças ocorridas no mundo como: o excesso de capacidade de algumas indústrias; a pressão por maior variedades de produtos, melhores serviços e menores preços; elevados custos financeiros promoveram algumas mudanças no cenário acima citado. Medidas como a compra de grandes quantidades de materiais e melhoria nos sistemas de inspeção visando melhor qualidade foram tomadas, porém o principal problema que era a falta de comunicação entre cliente e fornecedor ainda permanecia sem solução.

Nos anos 80 os clientes percebem a importância de uma relação de parceria com seus fornecedores, crescendo em relevância a questão do tempo de entrega e da qualidade dos produtos. As companhias automotivas do oeste adotaram práticas de entrega justo a tempo e longos termos de contratos com os fornecedores, tornando o fluxo de informação tanto no sentido fornecedor-cliente, quanto cliente-fornecedor. Todavia ainda existiam pressões sobre os fornecedores com relação aos preços praticados (SMITH e GREENWOOD, 1998).

Nos anos 90 houve uma corrida mundial com o objetivo de copiar o modelo japonês de fornecimento de material que deu certo, onde a cooperação e total troca de informações entre cliente-fornecedor é essencial para o seu sucesso. Longos termos de contrato são premiados com exclusividade de fornecimento, fornecimento justo a tempo era praticado, ênfase na melhoria da qualidade, os clientes proviam assistência direta a melhoria dos processos e sistemas dos fornecedores. Redes de fornecedores emergiam em muitas indústrias, criando uma complexa relação de fluxo de materiais e serviços (SMITH e GREENWOOD, 1998).

Estas relações mais modernas entre cliente-fornecedor já eram praticadas no Japão, mais especificamente na *Toyota Motor Corporation of Japan*, desde os anos 50 com o nome

de *Toyota Production System* ou *Lean Production*, onde sua principal característica é justamente a intensiva cooperação entre cliente-fornecedor.

Em um cenário ideal a rede de fornecimento de material tem que agir como uma entidade única, focando a necessidade do consumidor final e assegurando que o produto ou o serviço seja entregue com a mais alta qualidade, menor custo e no tempo mais curto possível (BARKER; MINH e NAIM, 1999).

NAIM, NAYLOR e BARLOW (1999), definem rede ou cadeia de fornecedores como um sistema que é constituído de partes que inclui fornecedores de materiais, facilidades de produção, serviços de distribuição e clientes ligados via fluxo de material, fluxo de informação e fluxo de recurso. Esta definição pode ainda ser expandida em outros constituintes de fluxo como os de recursos humanos e equipamentos.

Neste contexto surge a definição parceria como longo termo de comprometimento entre duas ou mais organizações para ser alcançados objetivos específicos maximizando a eficácia dos recursos de cada participante. Esta relação é baseada em confiança dedicação e entendimento das expectativas e valores um do outro. Os benefícios esperados incluem melhoria na eficiência e eficácia nos custos, aumentando a oportunidade para inovação e melhoria contínua da qualidade dos produtos e serviços (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE TASK FORCE *apud* MINH; BARKER e NAIM, 1999).

Clientes e fornecedores devem trabalhar juntos e desenvolver uma relação de cooperação, alcançando assim melhores benefícios do que individualmente. As recomendações citadas abaixo tem o objetivo de aperfeiçoar esta relação (CHEN e CHEN, 1997):

- **Seleção de fornecedores:** A seleção de um pequeno número de fornecedores é a chave para o sucesso, o número ideal é um. A utilização de muitos fornecedores aumenta a dificuldade de gerenciar a coordenação da produção.
- **Longos termos de contrato:** Esta relação com os fornecedores aumenta a lealdade e reduz os riscos de interrupção no fornecimento.



- **Critério para avaliação dos fornecedores:** A avaliação e seleção de fornecedores devem ser baseadas na qualidade e desempenho de entrega, assim como o preço e qualidade.
- **Qualidade total dos fornecedores:** A qualidade total elimina a necessidade de inspeção. Para isto cliente e fornecedores devem trabalhar juntos como um time.
- **Entrega:** Com a redução das folgas de produção o sistema de entrega de materiais é vital. Para isto deve se ter total confiança nos fornecedores. Com a redução dos lotes de entrega, há um conseqüente aumento na sua freqüência, tornando essencial o transporte ágil dos produtos.
- **Transporte e empacotamento:** Deve se ter cuidado quanto às distâncias que os fornecedores tem em relação a ponto de entrega e a confiança em seu meio de transporte. O empacotamento e precisa especificação do produto promove um conveniente recebimento e distribuição interna do mesmo.
- **Pequenos lotes de entrega:** Este processo deve ser dado somente quando já se tem confiança em seus fornecedores, com isto reduz as folgas de produção.
- **Troca de informações:** A troca de informações é essencial, pois deixa ambos a par de suas necessidades e possibilidades.

A engenharia da rede de fornecedores é a conceitualização, projeto e subsequente implementação, operação e re-engenharia da rede. Portanto a engenharia da rede de fornecedores pode também ser focada do ponto de vista do controle e gerenciamento dos processos chaves como o fluxo de informação e desenvolvimento de produtos ao cliente final. (BARKER; MINH e NAIM, 1999).

A gerência de fornecedores por parte da construção tende a promover melhorias tanto de qualidade, tempo e custo; quanto de flexibilidade às empresas. A interligação entre os diversos fornecedores, devido ao elevado número de insumos, é outro fator a ser explorado segundo a filosofia enxuta. (SMOOK, MELLES e WELLING, 1996).

## CAPÍTULO III - METODOLOGIA

### 3.1 MÉTODO DE ABORDAGEM

O método de pesquisa adotado nesta pesquisa é o método indutivo, que se caracteriza pela formulação de uma hipótese e, pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese. A pesquisa apresenta-se sob a forma de estudo de caso.

### 3.2 MÉTODO DE PROCEDIMENTO

#### 3.2.1 TÉCNICA

As técnicas são o conjunto de preceitos ou processos que serve a uma ciência, corresponde, portanto a parte prática da coleta de dados. Nesta pesquisa utilizou-se a **documentação direta intensiva** com a técnica da **entrevista**.

A técnica da entrevista foi escolhida pelo seu caráter de interação, havendo uma atmosfera de influência recíproca entre quem pergunta e quem responde. Outra característica da entrevista é a captação imediata e corrente da informação desejada, proporcionando também correções, esclarecimentos e adaptações a partir do momento que se inicia o diálogo entre o entrevistado e o entrevistador.

Existem três tipos de entrevistas:

- Não-Estruturadas ou não-padronizadas: há uma liberdade de percurso;
- Estruturada ou padronizada: o entrevistador tem que seguir muito de perto um roteiro de perguntas feitas a todos os entrevistados de maneira idêntica e na mesma ordem;
- Semi-estruturada ou semipadronizada: desenvolve-se a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente, permitindo que o entrevistador faça necessárias adaptações.

Com base no que foi dito anteriormente o tipo de entrevista aplicada nesta pesquisa é a semi-estruturada, por apresentar um caráter intermediário entre a padronizada e a não-padronizada, permitindo certa flexibilidade na aquisição dos dados sem fugir a um esquema básico.

### **3.3 PROCEDIMENTO DE PESQUISA**

Para realização das entrevistas foi feito um roteiro (Anexo A), com questões pertinentes à revisão bibliográfica, contando também com o apoio de um gravador, que serviria para auxiliar na aquisição dos dados.

O primeiro contato com as empresas era feito por telefone, explicando o caráter da pesquisa e perguntando se haveria o interesse da participação da empresa. Esta etapa era de grande dificuldade, pois, pelo caráter das questões, as entrevistas teriam que ser marcadas com diretores técnico ou proprietários das empresas, e estes eram de difícil acesso.

Caso a empresa aceitasse participar era então deixado uma pequena carta na empresa explicando a pesquisa de um modo geral (Anexo B). Esta carta continha também o endereço e telefone para contato com o pesquisador, caso houvesse necessidade de adiamento da entrevista.

Após esta etapa era então marcada a data, hora e local da entrevista, que seguia um roteiro retirado da literatura básica de construção enxuta.

Após as entrevistas marcava-se então uma visita nas obras das empresas com o objetivo de verificar os pontos principais notadas nas mesmas. Esta visita era acompanhada de uma ficha de verificação (Anexo C), com quesitos retirados da literatura básica da construção enxuta. Utilizou-se a ficha para buscar uma maior homogeneidade na aquisição dos dados, e comprovar os dados obtidos nas entrevistas.

### **3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS**

A pesquisa abrange oito empresas construtoras que trabalham com alvenaria estrutural em Florianópolis-SC, e oito empresas construtoras em Belém-PA que trabalham com o sistema convencional. Com isso buscou-se uma boa representatividade dos mercados das referidas cidades.

As empresas caracterizam-se por trabalharem no ramo de edificações residenciais multifamiliares, tendo seus nomes já estabelecidos no mercado local. O sistema convencional pesquisado em Belém é similar ao existente em Florianópolis.

Todas as empresas que representam o sistema convencional participam do PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação).

## CAPÍTULO IV - ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados se dará em três etapas:

**1ª Etapa:** Descrição das empresas que trabalham com os sistemas construtivos em alvenaria estrutural e alvenaria convencional.

**2ª Etapa:** Análise das empresas que trabalham com os sistemas construtivos em alvenaria estrutural e alvenaria convencional.

**3ª Etapa:** Estratégia de melhoria dos sistemas através da construção enxuta.

### 4.1 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

#### 4.1.1 EMPRESA “AE”

A empresa “A” caracteriza-se por ser de médio porte, atua há 19 anos no mercado e é uma das pioneiras em alvenaria estrutural na cidade de Florianópolis. Este início se deu após um prédio ser orçado duas vezes, uma pelo sistema construtivo tradicional e outra utilizando alvenaria estrutural, sendo verificado que a obra em alvenaria estrutural seria consideravelmente mais viável. A empresa trabalha atualmente apenas com mão-de-obra terceirizada

Antes de lançar um empreendimento a empresa realiza uma pesquisa de mercado para tentar atingir determinada faixa da população.

Na elaboração dos projetos o entrevistado relatou que a experiência é o que prevalece na hora da contratação dos projetistas, sendo que sempre vem procurando trabalhar com a mesma equipe ao longo do tempo.

Os projetos arquitetônicos e estruturais são desenvolvidos sob a coordenação do próprio engenheiro de obra, que posteriormente promove a compatibilização dos mesmos. Os

projetos possuem também certa flexibilidade (remoção de certas paredes) para obras de maior padrão, o que fica inviável em obras de menor porte.

A empresa possui normalizações próprias transmitidas aos projetistas para estes levarem em consideração em sua produção. A realização da fase de projeto dura em média 25% do tempo do empreendimento. Terminado o empreendimento a empresa procura selecionar informações, para que erros ocorridos não se repitam.

Quanto aos detalhamentos, além da coordenação modular, a empresa trabalha com as paginações de todas as paredes, planta de primeira fiada, possuindo também projeto executivo determinado para a produção. Por fim é realizado um manual pós-ocupação para o cliente final.

Quanto ao planejamento e programação da produção a empresa trabalha com gráfico de *Gant*, justificando tal utilização como sendo de mais fácil entendimento tanto por parte do engenheiro, quanto por parte do mestre de obra e dos empreiteiros.

São realizadas reuniões periódicas para identificação das atividades que serão realizadas futuramente, além da análise e providências a serem tomadas com as causas dos possíveis atrasos. Contudo este planejamento não é compartilhado com todos os participantes da produção, limitando-se ao nível do chefe dos empreiteiros.

Foi relatado ainda que a empresa trabalha com planta de *layout* de canteiro, sendo levado em consideração em sua elaboração o fluxo de material e mão-de-obra. Os locais de armazenagem dos materiais já vão pré-determinados para a obra, retirando o máximo possível a possibilidade de uma improvisação ou tomada de decisão por uma pessoa menos capacitada.

Quanto aos fornecedores de blocos a empresa leva em consideração, na hora de selecioná-los, a confiança no produto e na fábrica, relacionando-se apenas com um fornecedor. São realizadas ainda avaliações periódicas dos fornecedores, quanto à qualidade do produto e pontualidade das entregas. Foi afirmado que a empresa confia plenamente em seu fornecedor de blocos.

São utilizados apenas os blocos como peças pré-moldadas, sendo seu planejamento de compra realizado no início da obra. O material deve estar na obra com pelo menos sete dias de antecedência do realmente necessário. Os pedidos são feitos apenas com a confirmação ou não do planejamento repassado ao fornecedor.

A descarga dos blocos é feita por meio dos paletes, porém para o transporte ao local de aplicação as peças são retiradas dos mesmos e levadas com carrinho, o que deixa a paletização sem sentido.

Não é medida a produtividade em obra, porém a empresa vem realizando programas de qualidade e treinamento de mão-de-obra.

#### **4.1.2 EMPRESA “BE”**

A empresa “B” caracteriza-se por uma empresa de médio porte com 32 anos no mercado, sendo seu primeiro ano trabalhando com alvenaria estrutural. A mão-de-obra da produção é totalmente empreitada, no momento da pesquisa, trabalhando com cerca de 100 funcionários.

Foi verificado que antes de lançar um empreendimento é realizada uma pesquisa de mercado, e na escolha dos projetistas a empresa trabalha sempre com a mesma equipe, pois esta já conhece as características da mesma.

A empresa despense cerca de 10% em tempo de projeto em relação ao tempo total da obra, sendo destacado que primeiramente é realizado o projeto arquitetônico, já concebido para alvenaria estrutural, e posteriormente realizado os demais projetos. Os projetos sofrem então um processo de compatibilização realizado pelo próprio dono da empresa.

Os projetos em alvenaria estrutural não possuem nenhum tipo de flexibilidade, e juntamente com os projetos tradicionais são realizadas as paginações e coordenação modular. A empresa ainda não possui o manual do usuário. O entrevistado afirmou que este é um projeto da empresa para o futuro.

No campo da produção a empresa realiza seu planejamento através de cronogramas físico-financeiros, sendo suas revisões realizadas quinzenalmente, por meio dos percentuais completados da produção e com isso tenta-se recuperar os atrasos atuando nas causas que também são objeto de análises. Este planejamento não fica exposto para a produção, sendo restrito ao engenheiro, escritório e chefes dos empreiteiros.

A empresa não trabalha com planta de *layout* de canteiro, sendo os locais de armazenagem de materiais decididos pelo apontador da obra.

Quanto seu relacionamento com fornecedores de blocos a empresa relatou que a escolha foi realizada através de consulta à amigos construtores, permanecendo fiel a este fornecedor, e não havendo nenhum tipo de avaliação dos mesmos.

As peças pré-moldadas utilizadas são os blocos, vergas e lajes, sendo o pedido planejado semanalmente e entregue na mesma semana de sua utilização.

A empresa nunca realizou nenhum tipo de programa de qualidade, porém recentemente sua mão-de-obra passou por um processo de treinamento em alvenaria estrutural. Quanto ao cliente final a empresa também não sabe sua opinião sobre seu produto, pois não realiza pesquisa pós-ocupação.

Perguntado sobre sua sugestão para a melhoria do processo ou os entraves que o mesmo ainda possui, o entrevistado destacou a qualificação da mão-de-obra como sendo o principal desafio a ser superado.

#### **4.1.3 EMPRESA “CE”**

A empresa é composta por um grupo de três empresas responsáveis pela construção, realização dos projetos e fornecimento de aço dobrado e cortado para as obras. Para isto possui tanto mão-de-obra própria quanto terceirizada. Antes de lançar um novo empreendimento, a empresa costuma fazer uma pesquisa de mercado para saber as reais necessidades da classe que pretende atingir.



Os projetos são realizados dentro da empresa, onde em média tem-se um número em torno de 20% do tempo consumido com os mesmos em relação com o total do empreendimento. Tais projetos são desenvolvidos por departamentos como o arquitetônico, estrutural e elétrico, por exemplo, sendo a coordenação entre os mesmos realizada pelo próprio dono da empresa. Apesar desta coordenação ainda houve diversos problemas de compatibilização entre os projetos, sendo necessário quebrar diversas paredes para correção.

Com os projetos sendo desenvolvidos na empresa a execução fica facilitada, pois os projetistas têm maior afinidade com a maneira da empresa trabalhar. Os projetos possuem paginações de todas as paredes, resistência à compressão por andar, modulação e detalhamento dos blocos elétricos e hidráulicos, além de apresentarem flexibilidade na remoção de paredes previamente selecionadas.

Após o seu término os projetos são arquivados para serem utilizados posteriormente na prevenção de erros e problemas ocorridos. A empresa ainda não possui o manual para o cliente, mas relatou que o mesmo está em desenvolvimento.

A empresa admitiu não utilizar nenhuma técnica de planejamento e controle de obra, porém trabalha com planta de *layout* de canteiro. Quanto aos fornecedores de blocos o critério utilizado para seleção e compra é o da qualidade, tempo de entrega e histórico do fornecedor. Trabalha-se apenas com a família de blocos e laje como peças pré-moldadas.

Os contratos de fornecimento dos blocos são fechados por obra com apenas um fornecedor, e o planejamento de compra é realizado com dois meses de antecedência através de pedido em aberto. A compra propriamente dita é feita com duas semanas de antecedência da real necessidade do produto, com a confirmação do pedido. O produto é paletizado.

Periodicamente são realizadas reuniões para avaliação dos fornecedores, o que solucionou problemas que houve em entregas de blocos. A empresa afirma que confia em seu fornecedor de bloco, e promove intensa troca de informação com o mesmo.

A empresa não possui nenhum programa de qualidade desenvolvido ou em desenvolvimento, nem acompanhamento da produtividade da mão-de-obra. Porém promove

pesquisas pós-ocupação principalmente com relação às fissuras proveniente da dilatação da última laje.

Perguntado sobre as dificuldades encontradas para o desenvolvimento da alvenaria estrutural, o entrevistado apontou a qualificação da mão-de-obra como sendo o ponto chave para tal.

#### 4.1.4 EMPRESA “D”

A empresa “D” caracteriza-se por ser de pequeno porte, dividida em cinco setores: compra, engenharia, projeto, orçamento e planejamento. A empresa realiza sempre uma pesquisa de mercado antes de se lançar um novo empreendimento.

Todos os projetos são desenvolvidos na própria empresa, exceto o estrutural. Foi relatado que 50% do tempo do empreendimento é despendido nesta fase. A coordenação entre os projetos fica por conta do setor de projetos onde dois engenheiros são responsáveis pela compatibilização dos mesmos. A empresa não possui ainda uma padronização para o processo de projeto, mas segundo o entrevistado esta padronização está em andamento para obtenção da ISO.

Os projetos realizados pela empresa “D” são dotados dos seguintes detalhamentos: as paginações de todas as paredes, detalhamento das interferências entre os projetos, projeto executivo, além da coordenação modular. Segundo palavras do entrevistado: “*O projeto fala por si*”.

Outro ponto positivo na empresa é a existência do manual pós-ocupação para o cliente há bastante tempo, inclusive da parte externa do apartamento como bombas e corredores, entregue ao síndico.

A flexibilidade dos projetos em alvenaria estrutural ainda não é objeto de estudo pela empresa, pois não existe a possibilidade de remoção de nenhuma parede em seus projetos.

Quanto ao planejamento e programação das obras a empresa utiliza três ferramentas para fazê-los: cronograma físico-financeiro, planejamento de materiais e a linha de balanço,

sendo esta última aplicada na última obra em alvenaria estrutural, e por ser a primeira foram utilizadas apenas as atividades mais comuns.

Mensalmente o planejamento é atualizado em relação ao inicial através dos percentuais que deveriam ser realizados no período, sendo analisadas as causas dos atrasos para que os mesmos não ocorram mais. Foi identificado que o planejamento não é repassado à produção, ficando nos níveis hierárquicos mais altos, porém a intenção nas futuras obras é atingir os operários.

A empresa relatou que em todas as suas obras há um projeto de canteiro onde são levados em consideração o número de funcionários e o fluxo de materiais que a obra sofrerá. Todos os locais de armazenagem são definidos pelo projeto, onde nada é decidido em obra.

A empresa se relaciona com apenas um fornecedor de bloco, sendo fiel ao mesmo e fechando contratos por obra. Sua seleção foi realizada pela qualidade do produto, pontualidade no fornecimento e o preço. O planejamento de compra de blocos é realizado no início da obra, emitindo ao fornecedor as datas que irá necessitar do produto. Os pedidos são realizados com uma semana de antecedência do realmente necessário, sofrendo ajustes do inicialmente planejado de acordo com o andamento da obra.

No sistema construtivo em alvenaria estrutural a empresa utiliza blocos estruturais, laje, vergas e contravergas como peças pré-moldadas (todos pelo mesmo fornecedor). Os blocos são entregues paletizados. Seu fornecedor não sofre nenhum tipo de avaliação quanto ao seu produto e seus serviços.

Quanto a produção a empresa possui elaborada uma norma de execução em conjunto com os empreiteiros, com quem também desenvolveu um programa de implementação de melhoria no canteiro e o programa 5's .

A empresa não promove medições de produtividade, nem pesquisa de pós-ocupação com seus clientes.

Questionado sobre suas sugestões para um maior incentivo para o desenvolvimento da alvenaria estrutural, o entrevistado relatou que três são os fatores que prejudicam tal

desenvolvimento. O primeiro é a pouca quantidade de fornecedores de blocos, fazendo com que a concorrência de preços praticamente inexistia, e conseqüentemente o bloco ainda seja um produto caro. A segunda seria a falta de qualificação da mão-de-obra, e a terceira a falta de compatibilização entre os projetos.

#### **4.1.5 EMPRESA “EE”**

A empresa “E” é de médio porte com mais de trinta anos no mercado, sendo que suas atividades em alvenaria estrutural iniciaram há apenas um ano. Atualmente possui obras na grande Florianópolis em Coqueiros, Trindade e Barreiros. A empresa possui cerca de 25 funcionários, sendo totalmente terceirizada a mão-de-obra da produção. Antes do início de um empreendimento a empresa costuma fazer uma pesquisa de mercado por bairro.

Foi identificado que a empresa trabalha em alvenaria estrutural em apenas obras de padrão mais baixo, definindo inicialmente um anteprojeto, e posteriormente o projeto arquitetônico. Nesta etapa ocorre a definição do sistema a ser adotado (alvenaria estrutural ou convencional). Definido o sistema, são realizados os demais projetos. Neste processo de projeto ainda não há nenhuma forma de modelagem, sendo estimado que 20% do tempo despendido no empreendimento seja gasto em projeto.

Na contratação dos projetistas a empresa leva em consideração a experiência do profissional e a o tipo de obra a ser executada. A compatibilização entre os projetos é realizada pelo engenheiro chefe da empresa. Os projetos não possuem nenhuma flexibilidade quanto a possíveis remoções de paredes e mudanças de ambientes.

A empresa não trabalha com a coordenação modular, nem com detalhamentos como as paginações das paredes em todas as obras. Foi relatado que apenas em obras que a diretoria define como importante para a empresa, é que são realizados tais detalhamentos. Um ponto positivo é a identificação da entrega do manual pós-ocupação para o cliente final, indicando a correta utilização do produto.

Após a realização dos edifícios a empresa relatou que arquiva os projetos, e em obras semelhantes, os consulta para evitar que problemas ocorridos se repitam.

A empresa admitiu que não realiza nenhum tipo de planejamento ou programação de suas obras. Segundo o diretor que concedeu a entrevista, empreendimentos de porte médio “*não tem grandes mistérios*” e não requerem grandes estudos.

Outro ponto negativo é o fato da empresa não trabalhar com planta de *layout* de canteiro, relatando que a armazenagem dos materiais é definida na hora pelo mestre e engenheiro de obra.

Neste contexto a empresa dispõe de um depósito central, para onde é emitido o pedido pela obra, segundo o diretor da empresa busca-se manter o menor estoque possível em obra.

A empresa se relaciona com dois fornecedores de blocos, fechando contratos por obra e tendo como critério de compra o preço. Como peças pré-moldadas são utilizadas apenas os blocos e lajes. Porém no futuro há a intenção de utilizar vergas, contravergas e sistemas de portas prontas.

O planejamento de compra de blocos é realizado com dez dias de antecedência, sendo a entrega efetivada com dois dias de antecedência do realmente necessário. Foi relatado que os fornecedores executam suas entregas pontualmente, quase de imediato ao pedido. Os blocos são entregues paletizados.

Não há nenhum tipo de parceria estabelecida com os fornecedores, porém a empresa afirma que confia plenamente em seus fornecedores de blocos, não realizando nenhum tipo de avaliação em relação aos mesmos.

Indagado sobre sugestões para tentar melhorar o sistema o entrevistado ressaltou a questão da flexibilidade dos projetos em alvenaria estrutural, que ainda provocam dificuldade na venda aos clientes.

#### 4.1.6 EMPRESA “FE”

A empresa “F” caracteriza-se por ter um percentual de cerca de 90% de seus trabalhos desenvolvidos com o setor público. Foi constatado que a empresa não tem interferência nenhuma no processo de projeto em alvenaria estrutural, visto que os projetos já vêm prontos dos órgãos públicos e só cabe à mesma executá-los.

O entrevistado relatou que a empresa não utiliza nenhuma forma de planejamento ou programação de suas obras. Segundo o mesmo: *“o planejamento está na cabeça do engenheiro, o engenheiro é quem conduz a obra”*.

Outro ponto negativo da empresa é o fato da mesma não trabalhar com estudo prévio do canteiro de obra, sendo identificado que os locais de armazenagem são definidos pelo engenheiro na hora em que os materiais chegam.

Quanto aos fornecedores de blocos a empresa se relaciona com dois, sendo o critério de compra o menor preço. Estes fornecedores não sofrem nenhuma avaliação quanto ao seu desempenho, porém a empresa relatou que confia plenamente nos mesmos. Os contratos são fechados por obra, e não há nenhum programa de parceira com os fornecedores, inclusive o entrevistado não acredita em parceria.

A empresa trabalha apenas com blocos e lajes como peças pré-moldadas, sendo seu planejamento e compra feito via fax com uma semana de antecedência do realmente necessário em obra. Os pedidos são feitos semanalmente, sem a possibilidade dos pedidos em aberto, visto que a empresa não está organizada para tal.

A entrega é feita por meio de paletes. Porém ao chegar na obra os blocos são retirados dos mesmos e colocados em jericas para o transporte ao local de aplicação.

Quanto às sugestões para um maior desenvolvimento e melhoria da alvenaria estrutural, o entrevistado destacou a falta de qualificação e rotatividade da mão-de-obra que dificulta a qualidade e extração da maior potencialidade do sistema.

#### 4.1.7 EMPRESA “GE”

A empresa “G” é uma empresa de construção e incorporação de médio porte, que trabalha com alvenaria estrutural desde 1994. Sua mão-de-obra é totalmente terceirizada, desde a parte de engenharia e operários, até o setor jurídico e contábil, sendo as contratações feitas pelos históricos de construção junto às outras empresas.

Em relação ao projeto a empresa estima que cerca de 25% do tempo do empreendimento é gasto nesta fase, onde primeiramente elabora-se uma pesquisa de mercado para posteriormente definir-se o sistema construtivo a ser adotado. Definido o sistema elabora-se o projeto arquitetônico junto com o estrutural, para depois serem realizados os demais projetos. A empresa relatou que não trabalha com a flexibilidade em projetos em alvenaria estrutural pela dificuldade da mesma no sistema.

Para a elaboração dos projetos a empresa leva em consideração a experiência e o histórico de trabalhos já realizados, sendo fiel a um grupo constante de escritórios de projetos. A compatibilização dos projetos é feita pelo próprio dono da empresa.

Quanto aos detalhamentos os projetos possuem a paginação de todas as paredes, coordenação modular e plantas de primeira e segunda fiada. A empresa ainda não possui o manual para o cliente final. O que há é uma placa na entrada do prédio dizendo que o mesmo é em alvenaria estrutural, e que a retirada de paredes só poderá ser realizada com a autorização do engenheiro. Um regimento interno é entregue na primeira reunião de condomínio.

Quanto à padronização do processo os projetos não possuem nenhuma. Os projetos são apenas arquivados após o seu término para serem utilizados em obras futuras com o objetivo de não se repetirem erros ocorridos nos mesmos.

A empresa planeja suas obras com cronogramas físico-financeiros. Segundo o entrevistado, o engenheiro já sabe tudo de cabeça, e a produção não iria entender, além de não ter necessidade de perder tempo com isso.

Mensalmente a empresa analisa o desempenho do planejado em relação ao concluído, analisando as causas dos possíveis atrasos. Os resultados são repassados apenas para o mestre de obra e o engenheiro de obra. Quanto ao planejamento de canteiro a empresa sempre realiza projetos de *layout*, analisando a quantidade de funcionários e o fluxo de materiais que a obra irá sofrer.

Com o fornecedor de blocos há uma relação de fidelidade, sendo relatado que a empresa mantém o mesmo fornecedor desde do início de seus trabalhos em alvenaria estrutural. A qualidade do produto e a fidelidade são os critérios de compra dos blocos.

As compras são planejadas com dois meses de antecedência, onde o cronograma da obra é repassado para o fornecedor e atualizado mês a mês, sendo as entregas realizadas com dois dias de antecedência do realmente necessário em obra, apenas com a confirmação do planejado.

A empresa utiliza como peças pré-moldadas os blocos, laje e quadros de janela, todas do mesmo fornecedor. A entrega é feita por meio de paletes até a entrada da obra, e por meio de carrinhos próprios para o transporte dos paletes, os blocos são levados ao local de aplicação.

O fornecedor possui total confiança da empresa, além da mesma acreditar na parceria para superar dificuldades que venha a ter. *“Hoje o fornecedor tem que ser um parceiro teu. Te ajudar num momento difícil, se ajustar ao mercado e prazos. Nós dificilmente trocamos de fornecedor”*.

Quanto as principais dificuldades encontradas pela empresa com o sistema o entrevistado ressaltou a rotatividade da mão-de-obra como o principal problema.



#### 4.1.8 EMPRESA “HE”

A empresa é caracterizada como uma empresa pequena, porém exerce suas atividades em construção e incorporação desde 1972. Há quatro anos trabalha com alvenaria estrutural, tendo em seu quadro tanto mão-de-obra própria quanto terceirizada.

Na etapa de projeto a empresa despende cerca de 25% do tempo em relação ao tempo total do empreendimento, iniciando pelo projeto arquitetônico para posteriormente serem realizados os demais projetos. Após, sob a responsabilidade do diretor técnico, promove a compatibilização dos mesmos. Não há nenhuma espécie de pesquisa de mercado antes do lançamento do empreendimento.

A experiência é o fator que a empresa leva em consideração na hora da contratação dos projetistas, mantendo-se fiel a uma mesma equipe desde o início dos trabalhos em alvenaria estrutural. Em seus projetos não é considerada a flexibilidade do sistema, pela falta de capacitação dos projetistas em trabalhar com o assunto.

Os projetos geralmente possuem coordenação modular e são compostos por detalhamentos como a paginação de todas as paredes e o projeto executivo. Após o encerramento de cada projeto os erros e problemas ocorridos são analisados e repassados ao projeto executivo para não se repetirem.

Quanto ao planejamento e programação das obras a empresa utiliza apenas um cronograma físico-financeiro, ressaltando que quando são identificados atrasos há a injeção de recursos na produção. As atividades não são analisadas por seu percentual completado, e sim por sua totalidade. Este planejamento é repassado até o nível de contramestre.

A empresa não trabalha com planejamento de canteiro, sendo os locais de armazenagem decididos na hora da chegada do material, ou em casos especiais decididos em escritório, sem muita atenção.

São utilizadas vergas, lajes e blocos como peças pré-moldadas em obras de alvenaria estrutural, todas do mesmo fornecedor, utilizando como critério de compra o preço e a qualidade do produto.

O planejamento de compra é realizado no início de cada obra, de acordo com o cronograma, e ajustado com o andamento da obra. A entrega é feita com uma semana de antecedência do realmente necessário em obra. Periodicamente é realizada uma avaliação do fornecedor, porém a empresa afirma que confia plenamente no mesmo.

A empresa nunca realizou programa de qualidade, nem dispõe de dados de produtividade de sua mão-de-obra. Outro ponto negativo é o fato da empresa não realizar pesquisa pós-ocupação para saber sobre a satisfação do usuário quanto ao seu produto.

Perguntado sobre as dificuldades encontradas para trabalhar com a alvenaria estrutural, o entrevistado destacou a falta de preparo dos projetistas para se trabalhar com a simultaneidade que a alvenaria estrutural exige.

## **4.2 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL**

### **4.2.1 EMPRESA “AC”**

A empresa em questão é considerada de médio porte, com cerca de cento e cinquenta funcionários, entre terceirizados e não terceirizados. A mesma atua no mercado há três anos, tendo entregado três obras. No momento da pesquisa encontraram-se em execução quatro edificações residenciais no sistema convencional.

A empresa não desenvolve nenhum tipo de pesquisa de mercado para o lançamento de um novo empreendimento. Apenas o diretor que desenvolve o projeto arquitetônico procura se informar sobre a procura na cidade e com isso obter dados para um próximo lançamento.

Em relação ao projeto a empresa leva em média seis meses na elaboração dos mesmos. O projeto arquitetônico é desenvolvido pela própria empresa, tendo também a mesma recebido a certificação ISO 9001.

Para os demais projetos são contratados projetistas que já trabalham com a empresa há anos num ambiente de parceria. Foi relatado que os mesmos já conhecem a maneira da empresa trabalhar, e este fato é fundamental na hora de fechar o contrato.

Existe na empresa uma pessoa encarregada especificamente para a coordenação entre os projetos, tendo os mesmos flexibilidade total de acordo com a vontade do cliente, tanto no arranjo arquitetônico, quanto no acabamento.

Para a execução da alvenaria a empresa elabora projetos de modulação, paginações e detalhamentos. A empresa trabalha também com manual pós-ocupação e pesquisa de satisfação do cliente final.

São realizadas medições de produtividade mensalmente nas obras. Porém não é feita nenhum estudo em relação as perdas em obra, e os indicadores de qualidade são obtidos somente para o processo de projeto. As medições de produtividade são sempre utilizadas na retroalimentação do orçamento e no processo de melhoria contínua da empresa.

Com relação ao planejamento das obras é utilizado um cronograma geral de toda a obra, e os engenheiros de obra utilizam um cronograma mensal e um semanal. Todo o mês é realizado uma reunião para discutir as possíveis falhas do mês anterior e re-programar o mês seguinte.

O planejamento semanal tem a participação do engenheiro, encarregado e mestre, sendo que após sua realização é repassado para os demais ramos da produção. As equipes são dimensionadas no início das obras de acordo com o padrão que a empresa trabalha.

A empresa trabalha de forma peculiar no quesito da produção, possuindo três equipes rotativas: fundação, estrutura e obra fina e bruta. Estas equipes “atacam” a obra de acordo com a fase da mesma.

Quanto à padronização a empresa possui mais de cinquenta serviços controlados e padronizados, sendo reavaliados sempre que os trabalhadores reivindicam, pois os próprios primam pela qualidade do serviço devido ao fato da empresa trabalhar por produtividade. Este fato deve-se à condição na qual o mesmo leva três “não conformidades” será multado.

O *layout* de canteiro prevê cinco fases para a obra, e nele já vem definido todos os locais de armazenamento. Quanto aos blocos, os mesmos não vem paletizados, sendo seu transporte feito em carrinhos próprios para tal. A argamassa também é transportada em equipamentos próprios para este fim (argamasseiras).

Os treinamentos da mão de obra são realizados periodicamente, sendo a rotatividade da mesma baixa, porém sem uma medição metodológica.

A empresa trabalha com o fornecimento pronta entrega de materiais básicos (tijolo, seixo, areia, argamassa), não tendo grandes estoques em obra, para isto é seguida a programação semanal, de onde é retirado os dados para a semana de produção e sua compra é planejada no início de cada obra.

A seleção dos fornecedores é feita por meio de uma avaliação do setor de suprimentos, onde o preço é importante, porém o que define a compra é a qualidade do mesmo. Esta avaliação permanece sempre que o produto chega na obra, sendo preenchida uma ficha pelos almoxarifes.

Atualmente são dois os fornecedores de blocos. Quando o produto recebe uma “não conformidade” o fornecedor recebe uma carta explicando o problema com o seu produto e após três “não conformidades” o fornecedor é descredenciado da empresa.

Poucas são as peças pré-moldadas incorporadas ao sistema, ficando restrita as vergas e contravergas. A parceria com o fornecedor fica restrita aos prazos de pagamento.

Quando perguntado se a empresa confia em seu fornecedor de tijolos a resposta foi não, pela grande variabilidade de qualidade e dimensão, sendo cogitado até a retirada do mesmo da lista de materiais controlados.

Quando perguntado sobre a sugestão para a melhoria do processo, a resposta recaiu sobre a melhoria dos fornecedores de tijolos, pois seus produtos ainda são muito variáveis, prejudicando os projetos de alvenaria.

#### **4.2.2 EMPRESA “BC”**

A empresa em questão é caracterizada como uma empresa de médio porte, com cerca de onze anos de atuação no mercado. Atualmente a empresa está executando três obras e possui cento e cinquenta funcionários.

No quesito de projeto a empresa não promoveu nenhuma pesquisa de mercado antes de lançar um novo empreendimento, deixando a questão a cargo da corretora responsável pelas vendas.

A realização da fase de projetos consome cerca de 30% do tempo total do empreendimento. Os projetistas são sempre os mesmos por trabalharem em um sistema de parceria com a empresa, ficando a coordenação dos projetos sob a responsabilidade do arquiteto. Nenhum programa de qualidade nem padronização para a fase de projeto foi desenvolvido pela empresa.

Os projetos possuem flexibilidade quase que total para o cliente, sendo que custos adicionais gerados são repassados aos mesmos. No entanto empresa não possui paginações, coordenação modular nem detalhamentos para o processo de alvenaria o que aumenta bastante a variabilidade do mesmo.

Quanto ao cliente final a empresa não promove nenhum tipo de pesquisa pós-ocupação, porém começou a trabalhar com o manual de utilização do imóvel.

Sistematicamente são realizadas medições de perdas de materiais, produtividade e indicadores de qualidade, porém para um número ainda reduzido de serviços.

A forma de programação utilizada pela empresa é o cronograma físico da obra, sendo que mensalmente são feitas sua reavaliação e reprogramação, analisando as causas dos atrasos ocorridos. Este planejamento fica restrito ao engenheiro e mestre da obra, não sendo repassados os objetivos ou buscada participação dos operários.

A empresa desenvolveu um programa de qualidade (PBQP-H), tendo, portanto cerca de trinta serviços padronizados. Estes padrões são reavaliados quando a produção acha necessário, não tendo um prazo determinado.

Os locais de armazenagem são previamente definidos em layout, sendo que no mesmo são previstas três fases para o canteiro.

Os tijolos não vêm paletizados, sendo esta atividade feita na obra. Após isto os paletes são transportados em um equipamento próprio chamado de transpalete. A argamassa também dispõe de equipamento próprio para o seu transporte.

O estoque de tijolos é para três dias, sendo sua compra planejada com cerca de dois meses de antecedência. A empresa trabalha basicamente com dois fornecedores, tendo como critério de seleção o preço e a qualidade, porém a definição da compra é dada pelo preço.

Estes fornecedores sofrem avaliações sempre que o produto chega na obra. Caso o produto apresente problemas é feita uma advertência por telefone, e, persistindo o fato, o fornecedor é chamado para uma reunião. Atualmente apenas vergas e contraverga são utilizadas como peças pré-moldadas agregadas ao sistema.

Quando perguntado se há a confiança da empresa em seus fornecedores a resposta foi que não completamente. A parceria ainda é uma realidade distante, pois as relações ficam apenas no campo comercial, pois, por exemplo, se há a necessidade de desenvolvimento de uma peça pré-moldada especial não há cooperação do fornecedor.

Para a empresa o maior problema do sistema são os fornecedores, onde seus produtos ainda são muito variáveis, há muitos atrasos na entrega e seus funcionários encarregados pela descarga dos tijolos precisam de uma qualificação melhor.

### 4.2.3 EMPRESA “CC”

A empresa caracteriza-se por ser uma empresa de porte pequeno e familiar, atuando no mercado há trinta e dois anos exclusivamente no setor de edificações ramo imobiliário, com a estratégia de construir uma obra de cada vez.

No projeto a empresa despende em média 25% do tempo em projeto em relação ao tempo total da obra, sendo a equipe de projeto a mesma em todas as obras, pois os projetistas já sabem a maneira com que a empresa trabalha, ficando mais fácil o trabalho.

Antes de lançar o empreendimento a empresa verifica junto a ADEMI o que está sendo construído em cada bairro, para depois definir o padrão de seus lançamentos de acordo com a necessidade de cada bairro.

A empresa não desenvolveu nenhum programa de qualidade para o setor de projeto, sendo esta uma meta para este ano. A padronização ainda é de forma empírica, não havendo ainda uma formalização.

Ainda no projeto a coordenação é realizada pela diretora técnica da empresa, onde no início é realizada uma reunião com todos os projetistas, e passado as diretrizes gerais do empreendimento. No decorrer da obra novas reuniões são marcadas para a compatibilização dos projetos. Foi relatado que o fato da equipe ser sempre a mesma, facilita bastante o diálogo.

A empresa apresenta ao cliente três *layouts* do apartamento tipo, sendo que para o acabamento é dada total flexibilidade. Já é entregue junto com a obra o manual pós-ocupação, e posteriormente feita uma pesquisa sobre a satisfação do cliente final.

Para o projeto de alvenaria a empresa ainda deixa muito a desejar, não possuindo paginações, detalhamentos nem coordenação modular da mesma. Não há também nenhuma medição de produtividade, perdas e indicadores de qualidade.

Quanto ao planejamento a empresa utiliza o cronograma físico, realizando reuniões semanais onde são planejados os serviços da semana. As possíveis causas de atrasos e erros

são discutidos para que não se repitam. O planejamento não é repassado aos trabalhadores de obra, ficando restrito ao coordenador de obra.

A equipe produção é composta de 8 funcionários polivalentes (2 pedreiros, 1 carpinteiro, 1 encanador, 1 eletricista e 3 serventes), onde os mesmos são mantidos em todas as obras, sendo a rotatividade da mão-de-obra quase nula de uma obra para outra.. Quando há a necessidade é contratada mão-de-obra terceirizada.

A empresa possui todos os seus métodos relacionados a alvenaria padronizados, sendo reavaliados de obra para obra. A descarga dos tijolos é feita manualmente e paletizado na obra. O transporte dos mesmos é feito pelos carrinhos transpaletes, e da argamassa pelo carrinho porta argamasseira.

A empresa trabalha com o planejamento de *layout* de canteiro, porém este prevê somente uma fase, o que a própria empresa admite que não é o ideal.

Os estoques de tijolos são para uma semana em média, sendo a compra feita com cinco dias de antecedência. Os fornecedores selecionados através de um cadastro que a empresa possui, onde os mesmos se inscrevem e apresentam uma amostra de seus produtos, onde o critério de decisão para a compra é escalonado na seguinte ordem: qualidade, preço e tempo de entrega. Apenas as vergas são utilizadas como peças pré-moldadas.

Selecionado o fornecedor, seus produtos sofrem inspeção toda vez que chegam na obra, e trimestralmente é realizada uma reunião sobre os resultados das avaliações. Perguntado se a empresa confia no seu fornecedor a resposta foi negativa. A parceria entre cliente-fornecedor ainda está em um horizonte distante, ficando as relações apenas no campo comercial. Atualmente a empresa se relaciona com dois fornecedores de tijolos.

Na opinião da empresa o principal problema do setor ainda é a questão do fornecedor, pois os mesmos apresentam produtos muito variáveis, e grande atraso nas entregas. Foi relatada também a falta de união entre empresas para uma maior pressão sobre os mesmos.



#### 4.2.4 EMPRESA “DC”

A empresa caracteriza-se por ser construtora e incorporadora. No momento da entrevista estava com seis empreendimentos. Trabalham na empresa cerca de trezentos funcionários, sendo todos próprios.

Antes de lançar um novo empreendimento a empresa costuma realizar pesquisa de mercado, ficando este a cargo do departamento comercial. Na fase de projeto a empresa despende cerca de dois meses, sendo os projetistas sempre mantidos de obra para obra, tendo em média quatorze anos de trabalho em parceria com os mesmos.

Não foi realizado nenhum programa de qualidade para a fase de projeto, sendo a coordenação entre os projetos inexistentes, pois não há nenhuma pessoa específica para a sua realização. Ainda na questão do projeto, a flexibilidade é apresentada sob a forma de quatro *layouts* diferentes. Entretanto fica um arquiteto a disposição para outras modificações que o cliente desejar fazer.

A empresa não possui projeto para a alvenaria, sendo a mesma realizada de maneira convencional. Foi relatado que a empresa trabalha com o manual para o cliente final, e com uma pesquisa de satisfação dos seus produtos.

No que se refere ao planejamento da produção das obras, a empresa utiliza o cronograma e a técnica da linha de balanço. Foi relatado que não há uma reavaliação periódica do planejamento, sendo seu ajuste feito de acordo com a inclinação das barras. Este planejamento fica restrito ao nível do mestre.

Periodicamente também são feitas medições de produtividade e perdas em obra. Tais dados são utilizados para alimentar o setor de orçamento da empresa. A empresa no momento está participando de um programa de qualidade, tendo vinte e oito métodos padronizados.

A descarga dos tijolos é feita manualmente para posterior paletização em obra, sendo seu transporte para o local de aplicação feito por carrinhos apropriados. A armazenagem dos mesmos é previamente decidida em layout desenvolvido em conjunto do mestre com o engenheiro de obra, sendo que o layout prevê três fases para a obra.

Periodicamente são promovidos treinamentos para o pessoal que trabalha com alvenaria, utilizando para isto os padrões que a empresa adota para executar suas obras.

Normalmente os estoques de tijolos das obras da empresa são para vinte dias, sendo o seu planejamento de compra de quinze em quinze dias. A empresa não possui um critério de compra definido, podendo comprar tijolos pela qualidade, preço, tempo de entrega ou até por permuta de tijolos por apartamentos. A avaliação é feita sempre que o material chega na obra.

Não existe parceria entre a empresa com seus fornecedores. A empresa se relaciona apenas com um fornecedor de tijolo. Porém quando perguntado se a mesma confia no fornecedor a resposta foi negativa, principalmente com respeito a qualidade.

Para a empresa o fornecedor ainda é o que causa o maior entrave para o desenvolvimento do setor, faltando ainda padronizar melhor seu produto, pois o mesmo ainda se encontra com qualidade muito variável.

#### **4.2.5 EMPRESA “EC”**

A empresa em questão é de porte médio e atua no mercado há quatorze anos. No momento da entrevista estavam sendo executadas três obras, e possuindo cem funcionários próprios e nenhuma mão-de-obra terceirizada.

A empresa não desenvolve pesquisa de mercado antes de lançar um novo empreendimento, e nem desenvolveu nenhum programa de qualidade para a fase de projeto. Normalmente leva-se em torno de seis meses em projeto, e a equipe de projetista está sendo mantida de obra para obra.

A coordenação entre os projetos é realizada pelo próprio dono da empresa, que é engenheiro, e pelo engenheiro responsável da obra. O projeto de alvenaria inexistente na empresa.

A flexibilidade dos projetos não é oferecida ao cliente pelo motivo de atrasar o andamento da obra. Além da flexibilidade nem o manual nem a pesquisa pós-ocupação são realizados pela empresa.

A forma de programação utilizada pela empresa é o cronograma físico-financeiro, sendo que este não sofre nenhuma reavaliação até o fim da obra. Este planejamento fica restrito ao engenheiro, portanto não sendo repassadas as metas e objetivos à produção.

A empresa periodicamente promove medições de produtividade, perdas de material e qualidade do serviço. No início de cada empreendimento reuni-se os operários e aplica-se um treinamento de como executar os serviços de acordo com os procedimentos padronizados da empresa. Estes padrões não são reavaliados.

A descarga de tijolos é feita manualmente, sendo paletizados em obra. A armazenagem dos tijolos é realizada segundo layout de canteiro, previamente definido, sendo o mesmo prevendo duas fases.

O estoque de tijolos é para uma semana, sendo a seleção feita pelas características do produto, e o critério de compra utilizado pela empresa o conjunto de preço, qualidade e prazo de entrega. Não são utilizadas peças pré-moldadas no sistema de alvenaria da empresa.

A avaliação dos fornecedores é feita sempre que o produto chega na obra. A empresa se relaciona apenas com um fornecedor de tijolos. O entrevistado relatou que não confia no prazo do fornecedor, portanto sempre procura fazer os pedidos com folga de prazo. O planejamento e compra do material é feito com vinte dias de antecedência.

Segundo a empresa, o maior problema que a empresa observa como entrave para a alvenaria a falta de qualificação dos funcionários, sendo para isto a necessidade de uma maior participação de órgãos como o SENAI para o treinamento dos mesmos.

#### **4.2.6 EMPRESA “FC”**

A empresa em questão é uma empresa familiar de porte médio, que atua no mercado há quarenta anos, e exerce suas atividades apenas na área imobiliária. Atualmente duzentos

funcionários fazem parte do quadro da empresa, não trabalhando com mão de obra terceirizada. No momento da pesquisa encontravam-se em execução três obras.

Antes de lançar um novo empreendimento a empresa realiza pesquisa de mercado, desde a compra do terreno até a definição das características do empreendimento. Para a elaboração dos projetos é despendido cerca de 20% do tempo de execução da obra, sendo os projetistas considerados como parceiros, mantendo-se os mesmos de obra para obra.

Não há nenhum programa de qualidade para a fase de projeto, porém o processo é padronizado pela empresa, contendo ainda dois membros da diretoria responsáveis pela compatibilização dos mesmos. Os projetos possuem também flexibilidade, de acordo com o gosto do cliente. A empresa não possui projeto de alvenaria.

O emprego do manual pós-ocupação ainda não é praticado, porém há sempre uma pesquisa de satisfação do cliente para com o empreendimento realizada seis meses após a entrega da obra.

A empresa promove medições de produtividade, perdas de materiais e indicadores de qualidade periodicamente, sendo estes dados utilizados para retroalimentação do sistema de orçamento.

O cronograma é a forma de programação utilizado, sendo reavaliado de três em três meses, ficando os objetivos e metas para o período fixado no quadro da obra para a ciência da produção.

A empresa possui mais de trinta métodos padronizados, sendo reavaliados sempre que se inicia uma nova obra. Em todas as suas obras são realizados planejamentos de *layouts* de canteiro, prevendo estes três fases. Periodicamente são desenvolvidos treinamentos para a mão-de-obra, utilizando os padrões da empresa, estes treinamentos são tanto internos quanto externos.

A descarga dos tijolos se dá de maneira manual, e posteriormente paletizados em obra. O estoque de tijolos era para uma semana de trabalho, sendo os critérios de seleção a

qualidade do produto. A parceria entre cliente-fornecedor ainda é uma realidade distante para a empresa.

A empresa se relaciona com apenas um fornecedor de tijolos, sendo constante a troca de informação com o mesmo em relação as não conformidades do seu produto.

Com a relação a sugestão da empresa para melhorar o sistema a questão do fornecedor foi a que apresentou maiores problemas. A qualidade e variabilidade do produto (tijolo) ainda são dispersas, juntamente com a resistência a paletização de sua carga.

#### **4.2.7 EMPRESA “GC”**

A empresa “G” é de porte médio, atuando no mercado há dezesseis anos no setor imobiliário residencial. Atualmente a empresa está executando oito obras, possuindo em seu quadro cerca de quinhentos funcionários entre terceirizados e próprios.

Antes de lançar um empreendimento a empresa sempre realiza pesquisa de mercado, através de empresas especializadas na área. No projeto é despendido cerca de 20% do tempo de execução dos empreendimentos. Os projetistas são sempre os mesmos de obra para obra, desde o início da empresa, os quais, segundo o entrevistado, são tidos como parceiros.

A empresa já possui um certificado de qualidade na área de projeto, possuindo o processo padronizado e com pessoal próprio para a coordenação dos mesmos. O manual do cliente final e a pesquisa pós-ocupação já são aplicados na empresa.

Os projetos sempre são acompanhados de flexibilidade, sendo esta livre para a adequação as necessidades do cliente. Para isto a empresa dispõe de um setor de atendimento ao cliente, com arquiteto de plantão, para este fim.

A empresa trabalha sempre com projeto de alvenaria, estes contendo paginações, detalhamentos e coordenação modular, sendo esta última de difícil execução pela má qualidade dos tijolos.

Periodicamente a empresa promove medições de produtividade, indicadores de qualidade e perdas, servindo estes dados para retroalimentação do sistema. Para o planejamento das obras é utilizado o cronograma, sendo este reavaliado de três em três meses, e os objetivos e metas repassados à produção por meio de quadro fixado na obra.

Quanto à produção a empresa possui todos os serviços padronizados, o que juntamente com as medições de produtividade, perdas e indicadores de qualidade faz com que a empresa busque a redução de variabilidade de seus processos.

A empresa trabalha sempre com projeto de *layout* de canteiro, prevendo este 5 fases. A descarga de tijolos ainda é feita de maneira manual, não paletizando em obra. Estes estoques são para sete dias, devido a não confiabilidade de entrega do produto por parte da empresa, que também não utiliza peças pré-moldadas no sistema. Os fornecedores são constantemente avaliados, sempre que o produto chega em obra.

Quanto a sugestão para a melhoria do processo o entrevistado destacou a melhor qualificação da mão-de-obra e dos fornecedores de tijolos que ainda entregam produtos muito variáveis, e com atrasos constantes.

#### **4.2.8 EMPRESA “HC”**

A empresa atua no mercado há vinte e três anos no mercado, possuindo cerca de duzentos e cinquenta funcionários. Atualmente a empresa está executando cinco obras, totalmente com mão-de-obra própria.

Antes de lançar um novo empreendimento a empresa utiliza uma pesquisa de mercado para buscar direcionar seus lançamentos para o que o mercado necessita. Posteriormente são realizados os projetos, que consomem cerca de 35% do tempo do empreendimento total, para isto a empresa trabalha sempre com os mesmos projetistas desde seu início, ressaltando que os mesmos são considerados parceiros.

Para a fase de projeto a empresa já possui um programa de qualidade para esta fase, tendo as etapas padronizadas. A coordenação dos projetos fica a cargo do gerente técnico, que

se reúne com os projetistas para compatibilizar os diversos projetos. A empresa possui projeto de alvenaria com detalhamentos, paginações e coordenação modular.

A empresa trabalha atualmente com lajes nervuradas, o que acaba gerando a possibilidade de muito mais flexibilidade ao cliente final. Foi constatado que há oito anos a empresa já trabalha com manual do cliente final, e aplica pesquisa de satisfação dos mesmos para com suas obra há um ano.

Periodicamente são realizadas medições de produtividade, porém indicadores de qualidade e perdas não são abrangidos pela empresa.

A empresa utiliza o cronograma como meio de programar suas obras, sendo este planejamento ficando restrito ao setor técnico, e, portanto não repassado à produção.

Quanto à produção os métodos da empresa são todos padronizados, sendo reavaliados de acordo com a sugestão da própria produção. Periodicamente a mão-de-obra recebe treinamento de acordo com os padrões.

A empresa sempre trabalha como planejamento do *layout* de canteiro, sendo o mesmo prevendo duas fases. Os tijolos não chegam paletizados, sendo paletizados em obra. Os estoques de tal de material é para quinze dias, e a empresa utiliza o critério de prazo de entrega e a qualidade do produto, pois segundo o entrevistado os fornecedores ainda são falhos nestes pontos.

Nenhuma peça pré-moldada é agregada ao sistema. Os fornecedores e o cliente não possuem nenhum tipo de troca de informação.

Para o entrevistado os fornecedores ainda são os grandes responsáveis para o entrave do sistema, principalmente no quesito de prazo e qualidade do produto.

### 4.3 ANÁLISE GERAL DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS SEGUNDO OS DADOS

Com base nas entrevistas e visitas às obras é possível traçar um perfil das empresas que trabalham com alvenaria estrutural na cidade de Florianópolis e do sistema em alvenaria convencional na cidade de Belém.

Inicialmente abranger-se-á a etapa de projeto, que para o sistema em questão requer uma atenção muito especial, pelo mesmo representar tanto a vedação quanto à estrutura da obra no sistema em alvenaria estrutural.

A Tabela 1 apresenta dois pontos positivos quanto à questão do projeto: o bom número de empresas que realizam pesquisa de mercado, e, portanto, procuram construir de acordo com a necessidade do cliente; e a contratação de projetistas com base na experiência dos mesmos, o que era esperado por se tratar de um sistema que foge ao convencional.

Já no sistema convencional as próprias empresas entrevistadas mostraram-se um pouco perdidas no que diz respeito ao que o cliente deseja comprar, fato este demonstrado no pequeno número que realizam pesquisa de mercado na cidade. Muitas admitem que lançam um novo empreendimento com base no sentimento, sem um estudo técnico.

O tempo despendido em projeto para o sistema em alvenaria estrutural ainda é baixo, principalmente levando em consideração a necessidade do sistema em detalhamentos. Parte deste tempo é consumido pela compatibilização dos projetos.

O que poderia ser um ponto positivo a questão da compatibilização dos projetos, deixa de ser se for considerado a condução dos mesmos em paralelo, segundo a engenharia simultânea, logo a compatibilização, acrescentando assim um novo passo ao processo ao invés de conduzi-los de forma paralela.

As empresas mostram-se perdidas na questão da padronização do processo de projeto, tendo algumas entrevistas mostrado que seus diretores nem fazem idéia do que se trata, possuindo, portanto pouco domínio sobre os mesmos. A padronização é de grande valia para reduzir a variabilidade do processo.



A questão da flexibilidade das edificações em alvenaria estrutural vem sendo negligenciada pelas empresas, o que pode refletir na insatisfação do cliente final, pois suas necessidades podem variar, mesmo com a realização de pesquisa de mercado. Já o sistema em alvenaria convencional, pelas suas próprias características, esta questão está muito melhor resolvida, sendo apresentadas flexibilidades dos projetos tanto na forma de *layouts*, quanto deixando-a livre para o cliente final.

Tabela 1 – Informações sobre o projeto das empresas.

Item	Estrutural	Convencional
Realização de pesquisa de mercado	75%	50%
Consideração na hora de contratar um projetista	100% experiência	100% experiência
Padronização para a fase de projeto	12%	38%
Projetos que contém flexibilidade	12%	88%
Compatibilização dos projetos	88%	88%
Tempo médio despendido em projeto	25%	20%
Utilização de projeto de alvenaria	100%	38%

Ainda na Tabela 1, o que poderia ser um bom resultado o fato de todas as empresas trabalharem com projeto de alvenaria do sistema em alvenaria estrutural, não o é pelo fato destes projetos não possuírem as quantidades de detalhamentos que o sistema necessita, ficando restrito a praticamente a coordenação modular e paginação, segundo Tabela 2. Este fato se repete no sistema convencional.

Os resultados desta deficiência podem ser observados nas figuras 1, 2 e 3 (Anexo D), onde a falta destes detalhamentos, juntamente com a má coordenação entre os projetos faz com que a produção realize quebras nas paredes, o que é inadmissível para o sistema.

Tabela 2 – Tipos de detalhamentos utilizados pelas empresas.

Tipos de detalhamentos utilizados pelas empresas	Estrutural	Convencional
Coordenação modular	100%	38%
Paginação	75%	38%
Projeto executivo	28%	12%
Planta de 1ª fiada	28%	12%

A Tabela 3 demonstra fatos interessantes quanto às características das empresas que trabalham com o sistema em alvenaria estrutural estudadas. Considerando que o canteiro de obra para a construção é como a fábrica para a indústria, o fato de que apenas 50% das empresas realizam um projeto de *layout* significa que as restantes enfrentam problemas quanto ao fluxo e armazenagem de materiais, visto que os entrevistados relataram que quando não há o projeto previamente realizado a decisão fica sob a responsabilidade do mestre de obra ou do engenheiro, que toma decisões quanto à armazenagem quando o material já está na obra.

Ainda na Tabela 3 nota-se um número relativamente baixo no que diz respeito à realização de programas de qualidade, sendo esta a explicação para o pouco interesse que as empresas tem em saber se seus clientes estão satisfeito com seus produtos, notado pela falta de realização de pesquisas pós-ocupação. A utilização de manual pós-ocupação reflete o grau de serviço agregado ao produto, sendo realizado por apenas 50% das empresas, apesar da sua importância ainda maior para obras em alvenaria estrutural.

A primeira vista pode-se ter otimismo, ao se observar que 100% das empresas do sistema em alvenaria estrutural promovem treinamento da mão-de-obra, porém as mesmas trabalham com mão-de-obra terceirizada, o que acaba diminuindo o efeito do treinamento. Além disto, as mesmas foram praticamente obrigadas a realizar treinamento por uma exigência da Caixa Econômica Federal para a aprovação de projetos.

Outro ponto negativo é o baixo índice de empresas que possuem seus métodos padronizados, agregando muita variabilidade ao processo. Além disso, nenhuma empresa do sistema em alvenaria estrutural promove medições de produtividade, perdas ou indicadores de qualidade, prejudicando o processo de melhoria contínua, pois sem dados fica difícil realizá-lo.

Com relação à produção as empresas do sistema convencional mostram um cenário melhor do que o setor de projetos. Boa parte deste mérito se dá pela participação das mesmas no PBQP-H (Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade na Habitação). Este fato fez com que todas as empresas pesquisadas já possuíssem um programa de qualidade realizado, e boa parte de seus métodos padronizados.

Com seus métodos padronizados e seus operários treinados com os mesmos padrões, as empresas do sistema convencional podem conseguir considerável redução da variabilidade no processo produtivo. Este fato é reforçado com a redução da mão de obra terceirizada utilizada pelas empresas. Segundo as mesmas, o trabalho com trabalhadores próprios facilita bastante a qualificação dos mesmos segundo as características de cada empresa.

Foi constatado que todas as empresas trabalham com planejamento de *layouts* de canteiro, sendo os mesmos prevendo três fases em média. Este fato, se bem executado, facilita a questão do fluxo em obra, minimizando as distâncias reduzindo então os tipos de perdas agregadas a este fator. Sabe-se que o canteiro é um local mutante, portanto necessitando de mais de uma fase, onde algumas empresas possuem até cinco fases para o *layout* do mesmo.

Para poder criar um ambiente de melhoria contínua as empresas necessitam ter dados para avaliar desempenhos. Este fato se reflete no bom número de empresas do sistema convencional que realizam medições periódicas de produtividade e indicadores de qualidade, sendo a cultura de medir perdas ainda pouco disseminada. Estes dados precisam agora ser utilizados para buscar um melhor desempenho do processo, o que ainda não é feito, ficando restrito a alimentação dos orçamentos, das empresas que orçam suas obras.

Infelizmente para o sistema convencional há ainda grande resistência dos fornecedores à paletização dos tijolos, sendo esta feita em obra, juntamente com o cimento, como pode ser visto na figuras 4 e 5 (Anexo D). Algumas empresas utilizam equipamentos de transporte racionalizados usando os próprios paletes para isto, figuras 6 e 7 (Anexo D).

Com a participação das empresas do sistema convencional no PBQP-H cresceu perante as mesmas a preocupação com o cliente final, fato este representado pela preocupação das mesmas com o quesito de pesquisa e manual pós-ocupação, juntamente com o aumento da flexibilidade dos projetos, que no fundo visa à satisfação do cliente.

Tabela 3 – Informações sobre a produção das empresas.

Item	Estrutural	Convencional
Possui planejamento de <i>layout</i> de canteiro	50%	100%
Realizou treinamento da mão-de-obra	100%	100%
Realiza ou realizou algum programa de qualidade	38%	100%
Possui seus métodos padronizados	12%	100%
Realiza pesquisa pós-ocupação de seus empreendimentos	12%	75%
Possui manual pós-ocupação	50%	75%
Utiliza mão-de-obra terceirizada	100%	38%
Realiza medição de produtividade	0%	88%
Realiza medições de perdas	0%	62%
Realiza medições de indicadores de qualidade	0%	75%
Recebe blocos paletizados dos fornecedores	100%	0%
Utiliza alguma forma de programação ou planejamento de obra	62%	100%

No tocante ao planejamento ou programação de obra, 62% das empresas do sistema em alvenaria estrutural os realizam, porém este número não pode ser observado com muito otimismo, pois nenhuma empresa promove medições de produtividade de seus funcionários alegando que os mesmos são terceirizados, logo os dados utilizados para o planejamento são empíricos ou retirado de alguma literatura que, normalmente, não condiz com sua realidade.

A Tabela 4 demonstra os tipos de planejamento que as empresas utilizam, juntamente com as percentagens de empresas de utilização os mesmos. Estes dados deixam a desejar quanto aos tipos de planejamento, demonstrando que a maior parte das empresas utiliza o cronograma e o gráfico de *Gant*, métodos que negligenciam a questão do fluxo.

Apesar do caráter repetitivo das obras, apenas uma empresa utiliza a linha de balanço para programá-las, porém ainda se encontra em estado de implantação com poucas atividades programadas.

Tabela 4 – Tipos de planejamento utilizado pelas empresas.

Tipos de planejamento ou programação utilizado pelas empresas	Estrutural	Convencional
Cronograma físico	50%	88%
Gráfico de <i>Gant</i>	12%	12%
PERT	0%	12%
Linha de balanço	12%	12%

Os fornecedores estão bem mais organizados e estruturados que as empresas construtoras que trabalham com alvenaria estrutural, sendo que em alguns casos estes cedem mão-de-obra para auxiliar as empresas no planejamento de compra de peças pré-moldadas. Outro ponto positivo nos fornecedores é o fato das entregas serem todas paletizadas.

Destaca-se também o suporte dados às empresas construtoras por parte dos fornecedores no início das obras em alvenaria estrutural, seja com manuais, seja na marcação e elevação das primeiras fiadas em obra.

Falta aos fornecedores um empenho maior no desenvolvimento de parcerias com as empresas construtoras, como programas de desenvolvimento de novos produtos pré-moldados, por exemplo, pois os encontrados em mercado ainda são insuficientes diante do potencial que a alvenaria estrutural permite nesta área.

As empresas construtoras que trabalham com alvenaria estrutural estão menos organizadas do que os fornecedores no que tange a organização de seu setor de compra de materiais. Nota-se na tabela 5 que 50% das empresas ainda utilizam o preço como critério de seleção de seus fornecedores.

As empresas do sistema convencional buscam a seleção dos fornecedores segundo a qualidade do produto, mas segundo as mesmas a qualidade dos tijolos ainda deixa muito a desejar, principalmente àquelas que utilizam projetos de alvenaria.

Tabela 5 – Critério de seleção dos fornecedores das empresas.

<b>Critério de seleção do fornecedor</b>	<b>Estrutural</b>	<b>Convencional</b>
Preço	50%	12%
Qualidade do produto	50%	75%
Histórico do fornecedor	25%	0%
Tempo de entrega	25%	12%
Fidelidade	12%	0%

Na Tabela 6 nota-se também que os fornecedores transmitem confiança às empresas do sistema em alvenaria estrutural, pois todas relataram que confiam plenamente em seus fornecedores, apesar de que somente 50% realizam algum tipo de avaliação dos mesmos.

Já no sistema convencional os fornecedores de tijolos, para as empresas construtoras, são objeto das maiores reclamações, e segundo as entrevistas os que mais entravam a melhoria do sistema. Ao término de cada entrevista sempre era feita uma pergunta sobre a sugestão dos entrevistados para a melhoria do sistema, unanimemente as queixas recaíram sobre os fornecedores, principalmente sobre a qualidade do produto e a resistência dos mesmos em paletizar os tijolos.

Estas constantes reclamações refletem a inexistência de um ambiente de parceria do sistema, tão pouco a confiança por parte das empresas por seus fornecedores. Este fato gera um clima de constante controle pelas empresas do sistema convencional dos tijolos recebidos o que, segundo as mesmas, é indispensável, inclusive com a ocorrência de várias devoluções dos produtos por não conformidades técnicas.

Juntamente a esta falta de confiança agrega-se ao fato a existência de grandes estoques de tijolos em obra, que segundo as empresas seria praticamente inviável um sistema de abastecimento justo a tempo.

Ainda pode ser visto na tabela 6 demonstra que em média as empresas planejam sua compra de blocos com 1 mês de antecedência para o sistema em alvenaria estrutural e 15 dias para o sistema convencional, e este produto está na obra em média com 7 e 9 dias de antecedência da sua aplicação respectivamente. Estes dados demonstram a falta de habilidade

## CAPÍTULO IV – ANÁLISE DOS DADOS

da empresas de lidar com a produção justo a tempo. O que é mais grave no sistema em alvenaria estrutural, pois foi constatado que os fornecedores geralmente não atrasam a entrega, e há confiança das empresas para com os mesmos.

Tabela 6 – Informações sobre os fornecedores das empresas.

Item	Estrutural	Convencional
Confiança no fornecedor	100%	0%
Promove avaliação periódica do fornecedor	50%	100%
Possui alguma parceria com os fornecedores	28%	0%
Quantos fornecedores de blocos se relaciona	1	1
Tempo médio de antecedência para o planejamento de compra	1 mês	15 dias
Tempo médio em que o produto está na obra antes do realmente necessário	7 dias	9 dias

A Tabela 7 expressa os tipos de peças pré-moldadas utilizadas pelas empresas, juntamente com a percentagem das empresas que as utilizam. Ainda é muito pouco para o grau de racionalização que a alvenaria estrutural é capaz de absorver. Para isto é necessário um maior entrosamento entre as construtoras e os fornecedores, para de um lado saber-se quais as reais necessidades, e de outro se ter percepção de que o sistema não pode ficar restrito a este pequeno número de peças.

Tabela 7 – Peças pré-moldadas utilizadas pelas empresas.

Peças pré-moldadas utilizadas pelas empresas	Estrutural	Convencional
Bloco	100%	100%
Laje	100%	0%
Vergas	38%	38%
Contravergas	0%	38%
Quadros de janela	12%	0%

As empresas entrevistadas ressaltaram como pontos prejudiciais ao sistema à má qualidade da mão de obra e a pouca habilidade dos projetistas em lidar com a simultaneidade que o sistema exige, refletindo em projetos conflitantes, ou em perda de tempo para compatibilizar os mesmos.

## **4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS SEGUNDO A TEORIA DA CONSTRUÇÃO ENXUTA**

### **4.4.1 COMPARAÇÃO TEÓRICA**

A pacotização em uma só etapa da estrutura e vedação contrasta com a necessidade de execução da estrutura, e elevação da vedação do sistema convencional, sem mencionar os prazos tecnicamente exigidos para isto. Este fato se reflete no tempo de execução que cada sistema gasta.

A questão do projeto é outro ponto que distância os dois sistemas, conceitualmente falando, onde no sistema construtivo em alvenaria estrutural exige-se projetos bem mais coordenados e detalhados, agregando maior transparência ao processo do que no sistema convencional.

O próprio sistema em si é de maior facilidade de execução do que o sistema convencional, além de absorver com muito mais facilidade peças pré-moldadas, fazendo com que se torne também mais racionalizado. Este fato, juntamente com projetos detalhados, faz com que o sistema construtivo em alvenaria estrutural tenha menos desperdício do que o convencional.

Pelo fato da não necessidade da estrutura em concreto a alvenaria estrutural se utiliza menos tipos de materiais do que o sistema convencional, tornando mais fácil o seu gerenciamento.

Portanto pode-se afirmar que a alvenaria estrutural possui características da construção enxuta em sua base teórica bem mais marcante do que o sistema convencional de estrutura de concreto e vedação em tijolos cerâmicos.



#### 4.4.2 COMPARAÇÃO DA PRÁTICA SEGUNDO AS ENTREVISTAS

Apesar de teoricamente a alvenaria estrutura ser mais *lean* do que o sistema convencional, a análise das entrevistas mostra as obras em alvenaria estrutural com desempenho equivalente ao do sistema convencional. Tal desempenho foi bem abaixo do esperado para os dois sistemas, evidenciando a negligência de boa parte das características da construção enxuta.

As semelhanças de desempenho da fase de projeto dos dois grupos foram muitas, ressaltando a falta de padronização para esta fase, que ficou latente nas entrevistas para ambos. Foi constatado também que os dois sistemas em questão compatibilizam seus projetos. Porém este fato não é de total satisfação, pois isto gera mais um passo ao processo, visto que o ideal seria a simultaneidade do processo.

A flexibilidade dos projetos é um fator positivo no sistema convencional, onde apenas uma empresa não a utiliza, agregando assim maior satisfação ao cliente final. Já quanto as empresas que trabalham com alvenaria estrutural, apenas uma apresenta flexibilidade aos seus clientes.

Ambos os sistemas dependem praticamente o mesmo tempo em sua fase de projeto, o que ainda é pouco levando em consideração que esta fase é onde os erros devem ser identificados e corrigidos.

Ainda na fase de projetos nota-se uma grande diferença na questão da utilização de projeto de alvenaria entre os sistemas. Este fato é explicado pelo maior número de detalhes que alvenaria estrutural necessita, porém os detalhes usados são insuficientes, resumindo-se quase que praticamente em coordenação modular e as paginações.

Na questão da produção as empresas que trabalham com sistema convencional apresentaram um desempenho (qualitativo) superior ao das empresas que trabalham com o sistema em alvenaria estrutural. Estes resultados podem ser atribuídos ao fato de todas as empresas do sistema convencional estarem participando do PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação).

Alguns números foram marcantes em favor do das empresas que trabalham com o sistema convencional, como a questão do *layout* de canteiro, e padronização dos métodos. Juntamente com estes, a quase não utilização de mão-de-obra terceirizada e treinamento da mesma contribui para a redução da variabilidade do processo. Já nas empresas que trabalham com o sistema em alvenaria estrutural a prática do treinamento da mão-de-obra é diluída pela utilização de mão-de-obra terceirizada.

Outro ponto díspare entre os dois sistemas é a falta de medições nas obras das empresas de alvenaria estrutural, o que já não ocorre no sistema convencional. Este fator faz com que haja a falta de dados para, além de ter o controle do processo, implantar a melhoria contínua, pois sem dados não se têm parâmetros.

Um ponto positivo das empresas que trabalham com o sistema em alvenaria estrutural é a entrega dos blocos paletizados, o que racionaliza a questão do fluxo em obra. Porém foi constatado que parte das empresas não estavam preparadas, despaletizando os blocos para transporte.

A preocupação com a satisfação com o cliente final parece estar mais disseminada nas empresas do sistema convencional, talvez pelo maior tempo de atuação no mercado, fato este demonstrado pelos índices de utilização de manual e pesquisa pós-ocupação. Isto se deve em parte pela participação das empresas no PBQP-H.

A paletização parece um horizonte ainda distante para o sistema convencional, devido a produção de tijolos de maneira artesanal, o que dificulta a introdução desta forma de entrega pelos fornecedores. O que ocorre é a paletização em obra, que minimiza o efeito, porém gera mais uma etapa ao processo.

Todas as empresas do sistema convencional possuem alguma forma de planejamento ou programação de suas obras, o que já não ocorre com o sistema construtivo em alvenaria estrutural. Entretanto isto não pode ser tido como um ponto positivo, visto que praticamente só se utiliza o cronograma como forma de planejamento, o que negligencia a questão do fluxo. Apenas uma empresa em cada sistema utiliza a linha de balanço, de forma ainda experimental, método que, acredita-se, agregar mais informações no caso de obras repetitivas.

Quanto às relações com os fornecedores as empresas que trabalham com alvenaria estrutural demonstram estar mais bem servidas. Um dado que chama a atenção é o fato de todas as empresas deste sistema terem total confiança em seus fornecedores. Caso contrário ocorre com as empresas do sistema convencional. Entretanto somente duas empresas possuem alguma relação de parceria com os mesmos.

O parágrafo acima demonstra a diferença existente entre os dois fornecedores dos dois sistemas. Enquanto os fornecedores de bloco para as empresas de alvenaria estrutural fornecem até mesmo a assessoria às empresas no planejamento de compra, entregam seus blocos paletizados, e possuem um rígido controle de qualidade; os fornecedores do sistema convencional são de características artesanais e objeto de constantes críticas quanto a qualidade de seus produto e relutância a paletização.

Ambos os fornecedores falham no ponto de agregação de peças pré-moldadas aos seus sistemas. Neste ponto o equívoco maior é cometido pelas empresas que trabalham com alvenaria estrutural, pela maior facilidade do mesmo em absorver tais peças, conforme revisão bibliográfica.

Como pode ser visto na comparação teórica o sistema construtivo em alvenaria é mais *lean* do que o sistema convencional. Entretanto se comparados, qualitativamente, a melhor empresa do sistema convencional, com a pior do sistema construtivo em alvenaria estrutural, verifica-se que a do sistema convencional tem um desempenho muito superior. Este fato permite tirar uma conclusão: o sistema utilizado ajuda, porém o fator preponderante para o bom desempenho é a capacidade gerencial dos usuários.

#### 4.5 AS EMPRESAS FRENTE À CONSTRUÇÃO ENXUTA

As empresas podem ser analisadas segundo os conceitos da construção enxuta, de acordo com a análise feita pela pesquisa. A seguir apresenta-se essa análise.

- **Just in time:** Como ressaltado na revisão bibliográfica, para se atingir o JIT é necessário uma intensa interação com os fornecedores, fato este não observado entre as empresas construtoras e os fornecedores de tijolos e blocos, pela falta de relações de parceria entre as partes. Um ponto positivo da pesquisa é a confiança

que os fornecedores transmitem aos clientes, no sistema em alvenaria estrutural. Já no sistema convencional a relação com fornecedores se restringe ao comércio entre as partes.

- **Gerenciamento para a Qualidade Total:** Apesar de 75% das empresas do sistema em alvenaria estrutural desenvolverem pesquisa de mercado antes de lançar um empreendimento, questões da qualidade ainda são deixadas em segundo plano, pois a preocupação com a satisfação do cliente ainda não foi atingida, visto que as empresas não se preocupam em realizar uma pesquisa pós-ocupação para verificar se as reais necessidades dos clientes foram atingidas. Outro ponto negativo diz respeito a qualidade da produção, pois apenas 38% das empresas desenvolvem ou desenvolveram algum programa de qualidade. Entretanto as empresas que trabalham com o sistema convencional demonstraram estar mais desenvolvidas neste quesito, principalmente pelo fato de todas participarem do PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação).
- **Competição Baseada no Tempo:** As empresas ainda deixam muito a desejar neste quesito, visto que pobres são ainda o planejamento e a programação das obras, sem contar que a medição da produtividade dos serviços inexistem, fazendo com que melhorias com respeito a prazos sejam tomadas de maneira ainda muito empíricas. Outro reflexo negativo é a falta de dados para a programação e orçamento das obras.
- **Engenharia Concorrente:** As empresas encontram-se ainda muito distante de atingir este conceito. Cerca de 88% das empresas ainda executam compatibilização em seus projetos após serem realizados, o que demonstra que as mesmas não elaboram os projetos de forma paralela. Se isto ocorresse não seria necessária a introdução de um novo passo no processo.
- **Gerenciamento Visual:** A falta de detalhamento dos projetos reflete que os mesmos ainda transmitem pouca transparência à produção, portanto o gerenciamento visual fica prejudicado.
- **Envolvimento dos Funcionários:** Foi constatado que as empresas não transmitem aos funcionários as metas e resultados do planejamento da produção, prejudicando assim a motivação dos funcionários para a produção.

Portanto quatro são os pontos que primeiramente merecem atenção no que tange a melhoria da produção de obras em alvenaria estrutural:

- Projetos desenvolvidos para alvenaria estrutural, com a questão da engenharia simultânea envolvida;
- Planejamento e programação de obra mais adequados ao caráter repetitivo das obras;
- Organização do espaço para produção;
- Desenvolvimento de parcerias com os fornecedores.

#### **4.6 ESTRATÉGIA DE MELHORIA DOS SISTEMAS ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA**

Com base no trabalho de campo realizado, que permitiu o levantamento das condições operacionais das empresas, na teoria da construção enxuta, é possível estabelecer uma estratégia para melhoria do processo construtivo em alvenaria estrutural e convencional das mesmas. No anexo E segue uma lista de atividades que auxiliam as empresas a se tornarem *lean*.

A estratégia se divide em três etapas: medidas organizacionais, medidas operacionais e medidas para a melhoria contínua.

##### **4.6.1 MEDIDAS ORGANIZACIONAIS**

As medidas organizacionais devem ser as primeiras a serem tomadas. É importante primeiramente organizar o cenário para então partir para a produção. Caso contrário o resultado podem não ser satisfatórios.

Dentre as primeiras medidas organizacionais destaca-se a organização do setor de projeto. Esta organização deve se dar pela definição clara das regras e precedências exigidas pela empresa para elaborar os projetos, ou seja, a elaboração de uma documentação para o setor.

As regras ou responsabilidades exigidas pela empresa junto aos projetistas dizem respeito principalmente aos prazos de entrega dos projetos, ao nível de detalhamento que a empresa trabalha, em conjunto com a cultura construtiva da empresa.

As precedências fazem referência a condições necessárias para a realização de uma atividade. Por exemplo, para o detalhamento completo de uma parede se faz necessário que os projetos complementares estejam prontos, logo se tem aí uma precedência.

A padronização ou normalização dos métodos de trabalho é também outra medida organizacional importante a se tomar antes de passar à produção. Esta medida pode ser refletida pela elaboração de um projeto executivo.

Inicialmente a empresa pode começar com os serviços mais comuns em obras como: alvenaria, revestimento, instalações elétricas, instalações hidráulicas, piso, forro, esquadrias, colocação de portas, colocação de vidros, pintura. Esta fase inicial serve para treinar tanto quem produz os projetos quanto quem vai trabalhar com os mesmos. Porém o objetivo é estender a padronização para todos os serviços da empresa.

Os projetos executivos devem conter basicamente: as ferramentas utilizadas na execução, equipamentos de segurança, o passo a passo de cada serviço em obra e o nível de qualidade exigido para os mesmos.

Quanto aos fornecedores uma importante medida é a fixação de parceria entre as empresas e os mesmos. Para isso a empresa deve primeiramente selecionar um pequeno número de fornecedores, segundo critérios de qualidade, preço e tempo de entrega.

A parceria não deve ficar atrelada a um pequeno número de produtos, e sim estendida ao maior número possível para que a empresa tenha condições de gerenciar. Contudo, devido às dificuldades iniciais, selecionar um pequeno número de produtos. Destacam-se aí os blocos, revestimento e materiais elétricos e hidráulicos, pelos maiores gargalos que os mesmos representam.

A entrega em obra deve ser definida segundo a confiança que as empresas tem em seus fornecedores, além da capacidade de armazenagem do material. Porém deve-se sempre buscar reduzir este tempo.

A empresa deve ter estruturado também indicadores de qualidade do produto para serem verificados no momento do recebimento do mesmo. Tais indicadores dizem respeito basicamente ao nível de defeito, quebras e prazo de entrega (atrasos).

A parceria pode ser firmada através de um termo de comprometimento ou de intenções, onde deve ser exaltado o trabalho em conjunto entre as partes e a confiança, fundamental para o sucesso da parceria.

Este trabalho em conjunto pode ser estendido para o desenvolvimento de novos produtos, segundo a necessidade da empresa. A empresa deve buscar passar ao fornecedor a importância da entrega do produto no tempo, qualidade e quantidade certa, fatores fundamentais para o sucesso do *Just in Time*.

Reuniões periódicas com seus fornecedores são fundamentais para a continuidade da parceria, pois nas mesmas podem ser realizadas avaliações entre as partes, sempre com o objetivo de melhorar a relação.

A agilidade com que as informações fluem internamente na empresa é fundamental para o sucesso de qualquer implantação de melhoria. Sendo assim a empresa deve fazer uma autocrítica quanto a sua velocidade de transmissão das informações. Medidas que diminuem a burocracia são de grande valia para a empresa, principalmente no que diz respeito a compra de materiais, destacando-se o enxugamento de setores.

Tais medidas têm o objetivo de reduzir a variabilidade inerente ao setor da construção civil. Esta redução de variabilidade também tem o papel de incrementar mais transparência ao processo, visto que se tem assim uma visão mais clara das relações, principalmente com os projetistas e fornecedores.

A seguir apresenta-se uma tabela resumo com as medidas organizacionais, e os objetivos que as mesmas pretendem atingir.

Quadro 1 – Medidas organizacionais.

<b>Medidas Organizacionais</b>	<b>Objetivo</b>
Padronização do processo de projeto.	Reduzir variabilidade
Padronização ou normalização dos métodos de trabalho.	Reduzir variabilidade
Seleção de um pequeno número de fornecedores	<i>Just in Time</i>
Relações de longo prazo com fornecedores	<i>Just in Time</i>
Estabelecimento de parceria com os fornecedores.	<i>Just in Time</i>
Diminuir a burocracia e aumentar a velocidade com que a o fluxo da informação se dá na empresa.	Agilidade da empresa

#### 4.6.2 MEDIDAS OPERACIONAIS

As medidas operacionais são as de maior proximidade com a produção. Tais medidas podem ser subdivididas em: medidas operacionais de projeto, medidas operacionais de produção e medidas operacionais quanto aos fornecedores.

##### 4.7.2.1 Medidas operacionais de projeto

Dentre as medidas operacionais de projeto destaca-se primeiramente a execução de uma pesquisa de mercado, com o objetivo de se obter uma maior geração de valor ao cliente final, pois com a pesquisa busca-se desvendar os reais desejos do consumidor que se esta tentando atingir com a edificação.

A pesquisa deve abordar o que o cliente realmente necessita ou deseja, como, por exemplo, o número de quartos, vagas de garagem, área condominial, flexibilidade no projeto e, também quanto ele está disposto a pagar por isso. Ou seja, perguntas que guiem a empresa na hora de elaborar o projeto.



Com a pesquisa e a padronização (medidas organizacionais) em mãos, passa-se então à fase de projeto levando-se em consideração os dados da pesquisa. Esta fase tem que se caracterizar pela simultaneidade que os projetos em alvenaria estrutural exigem.

Os projetos devem que ser levados de forma paralela e não seqüencial como no modelo tradicional. Recomenda-se a designação de um engenheiro ou arquiteto qualificado para ficar a frente da coordenação dos projetos. Reuniões semanais são de grande valia para se expor às incompatibilidades entre os mesmos, e buscar soluções. As decisões unilaterais geralmente travam o processo.

Os projetos devem ser sujeitos a um planejamento quanto a sua execução. Na literatura destaca-se a aplicação do PCP (Percentual Completado do Projetado) ao projeto, onde se planeja a execução de etapas do projeto (cortes, detalhamentos, entre outras), que seriam completadas em um período de tempo pré-estabelecido. Nas mesmas reuniões acima descritas pode-se avaliar se tais metas foram cumpridas ou as causas para o seu não cumprimento.

Durante a elaboração dos projetos a empresa deve engajar-se para a produção do maior número de detalhamentos possíveis. Esta medida é de grande importância para a produção, visto que confere transparência ao processo. Dentre os detalhamentos destacam-se: modulação, paginações, planta de primeira fiada e o projeto executivo. Este último destaca-se pelo fato da produção ser concebida na fase de projeto.

A utilização de peças pré-moldadas é uma característica do sistema construtivo em alvenaria estrutural, pois as mesmas conferem mais racionalização à produção. A utilização destas peças é sempre defendida, bem como a interação com os fornecedores para o desenvolvimento de novas.

O *layout* do canteiro é uma medida de fundamental importância no que diz respeito a movimentação e armazenagem dos materiais envolvidos no processo. Logo, durante sua execução deve-se trabalhar levando-se em consideração aspectos de fluxo que o canteiro irá ser submetido, lembrando-se, que principalmente nas fases iniciais das obras, os canteiros são mutantes, portanto isto deve ser previsto no projeto.

A execução do manual para o usuário final é uma medida que demonstra a importância do cliente para a empresa. Com o manual o cliente pode fazer uso da edificação com maior eficácia.

A seguir apresenta-se um quadro resumo com as medidas operacionais de projeto, e os objetivos que as mesmas pretendem atingir.

Quadro 2 - Medidas operacionais de projeto.

Medidas operacionais de projeto	Objetivo
Pesquisa de mercado	Satisfação do cliente final
Projetos levados em paralelo	Reduzir variabilidade
Coordenação dos projetos	Simultaneidade
Planejamento do processo de projeto	Reduzir variabilidade
Produção concebida no projeto	Reduzir variabilidade
Utilização de peças pré-moldadas	Racionalização
Gerar o máximo de detalhamentos	Transparência
<i>Layout</i> de canteiro	Reduzir variabilidade
Manual para o cliente final	Satisfação do cliente

#### 4.6.2.2 Medidas operacionais de produção

Planejar significa tentar antever o que irá acontecer, logo o planejamento é fundamental para o sucesso de qualquer empreendimento. Técnicas ultrapassadas como o CPM (Método do Caminho Crítico), ou técnicas que “*falam*” pouco à produção como os cronogramas de barras não são indicados como principais ferramentas. O primeiro por negligenciar o aspecto de fluxo no seu desenvolvimento, e o segundo por pouco se expressar quanto às dependências e seqüências das operações.

Considerando o aspecto repetitivo das obras, a linha de balanço é uma das ferramentas mais adequadas para o emprego. Porém o seu emprego pura e simplesmente pode não surtir o efeito desejável. É aconselhável juntamente com ela o planejamento das atividades a médio prazo, onde atividades das cinco semanas subsequentes seriam selecionadas, controladas e ao seu término analisadas quanto aos problemas ocorridos.

Por fim o planejamento a curto prazo, onde atividades daquela semana iriam ser selecionadas e controladas. Para isso o PCP (Percentual Completado de Planejado) é de grande valia para o controle.

A participação dos funcionários, representada pelos chefes de equipes, é fundamental para o sucesso do planejamento, visto que a seleção das atividades de curto prazo tem que ter o aval quanto a possibilidade de execução dos mesmos. Caso isto não ocorra o planejamento pode cair em descrédito.

É de grande importância a divulgação das metas aos funcionários, visando sua motivação e envolvimento. Esta divulgação pode ser feita explicando e expondo os gráficos e as metas em local visível e de fácil acesso aos mesmos.

Foi constatado na pesquisa que nenhuma empresa mede a produtividade de seus funcionários. A medição é de grande importância ao processo, visto que além de alimentar o planejamento, ela serve como medida de desempenho das equipes. Neste contexto a medição por ciclo dá uma visão ampla do processo, podendo este ciclo ser um andar ou um apartamento, por exemplo.

O fluxo é a parte do processo que consome tempo, custo, mas não agrega valor. Sua medição também ganha força na construção enxuta, pois antes de se introduzir qualquer melhoria deve-se primeiro controlá-lo. A paletização é uma importante ferramenta no processo.

Como demonstrou a pesquisa os fornecedores já entregam os blocos devidamente paletizados, porém algumas empresas quebram o processo retirando-os dos paletes e transportando-os ao local de aplicação. Logo, a introdução de um equipamento próprio para o transporte do palete seria a melhor solução.

A redução da rotatividade dos operários e manutenção das equipes próximas uma das outras, trás benefícios ao trabalho, como o aumento da produtividade.

A seguir apresenta-se um quadro resumo com as medidas operacionais de produção, e os objetivos que as mesmas pretendem atingir.

Quadro 3- Medidas operacionais de produção.

Medidas operacionais de produção	Objetivo
Planejamento de longo prazo	Reduzir incertezas
Planejamento de médio prazo	Reduzir incertezas
Planejamento Curto prazo (semanal)	Reduzir incertezas
PCP para o controle	Reduzir incertezas
Participação dos funcionários no planejamento de curto prazo	Envolvimento dos funcionários
Divulgação de metas	Motivação dos funcionários
Divulgação dos resultados	Motivação dos funcionários
Medir produtividade por ciclo	Visão ampla do processo
Medir atividades de fluxo	Posterior intervenção nessas atividades
Paletização	Reduzir fluxo
Reduzir a rotatividade	Aumento de produtividade
Manter as frentes de trabalho próximas	Aumento de produtividade

#### 4.6.3 MEDIDAS PARA MELHORIA CONTÍNUA

Estas medidas visam atingir um conceito básico da construção enxuta, que é o de sempre buscar melhorar o processo.

Na área de projeto, o registro das incompatibilidades e problemas ocorridos é uma das maneiras de possibilitar que esses mesmos erros não se repitam no futuro. O registro pode ser arquivado, para que quando a empresa for executar um empreendimento de mesma natureza possam ser consultadas.

A avaliação e atuação das causas dos atrasos dos PCP (Percentual Completado do Projetado) dos projetos, buscando que erros não se repitam.

A avaliação periódica do desempenho dos fornecedores, quanto aos prazos de entrega e qualidade do produto, juntamente com as parcerias pré-estabelecidas, busca no futuro, com a confiança nos fornecedores, a redução dos estoques de reserva.

A atuação nas causas dos atrasos do PCP da produção também visa eliminar falhas no processo.

Com os ciclos de produção e fluxos medidos pode-se então buscar reduzir estes tempos, como a introdução de equipamentos de transporte adequados à maneira que a empresa trabalha. Na pesquisa foi constatado que algumas empresas recebiam os blocos em paletes, e os retiravam dos mesmos transportando-os ao local de produção em carrinhos ou jericas.

A pesquisa pós-ocupação tem o objetivo de obter informações quanto ao desempenho do produto em relação ao cliente, para que medidas possam ser tomadas visando sempre a satisfação do mesmo. A seguir apresenta-se um quadro resumo com as medidas para a melhoria contínua, e os objetivos que as mesmas pretendem atingir.

Quadro 4- Medidas para a melhoria contínua.

<b>Medidas para a melhoria contínua</b>	<b>Objetivo</b>
Registro de incompatibilidades e problemas nos projetos	Evitar que erros se repitam no futuro
Avaliação e atuação nas causas dos atrasos do PCP para o projeto	Evitar que erros se repitam no futuro
Avaliação e atuação nas causas dos atrasos do PCP para a produção	Evitar que erros se repitam no futuro
Avaliação dos fornecedores e redução dos estoques	<i>Just in Time</i>
Reduzir os tempos de fluxo e ciclo	Aumento de produtividade
Introdução de equipamentos que melhorem o transporte	Redução das atividades de fluxo
Pesquisa pós-ocupação	Satisfação do cliente

## CAPÍTULO V - CONCLUSÃO

Ao longo desse trabalho, mais precisamente no capítulo 4, algumas conclusões e sugestões foram apresentadas. Nesse capítulo, o objetivo é sistematizar e discutir essas idéias, além de acrescentar outras.

### 5.1 CONCLUSÃO SOBRE OS ASPECTOS CONCEITUAIS DOS SISTEMAS

Como demonstrado no capítulo de revisão bibliográfica, a alvenaria estrutural apresenta muitas características da teoria da construção enxuta, sendo as principais ressaltadas abaixo:

- Agregar em uma só etapa (elevação da alvenaria), as fases de estrutura e vedação;
- Pelo motivo da alvenaria ter importância estrutural, necessita de projetos muito bem coordenados entre si, ressaltando a necessidade da engenharia simultânea;
- Adequar-se perfeitamente aos conceitos de racionalização;
- Externalização das atividades através da possibilidade de introdução com facilidade de produtos pré-fabricados;
- Pelo menor número de materiais envolvidos facilita o gerenciamento;
- Pela necessidade de detalhamentos exigidos pelo sistema, torna a produção mais transparente e fácil de executar.

Portanto conclui-se que a alvenaria estrutural é um sistema construtivo potencialmente mais *lean* do que o sistema em alvenaria convencional. No entanto esta vantagem teórica não garante o desempenho superior da alvenaria estrutural frente ao sistema convencional, como demonstrado no capítulo quatro.

Pode-se afirmar também que a filosofia da construção enxuta se prestou bem para a avaliação dos sistemas, principalmente com a sistematização de: projetos, planejamento, produção e fornecedores.

## 5.2 CONCLUSÕES DOS SISTEMAS FRENTE ÀS EMPRESAS

De uma maneira geral o desempenho das empresas perante a filosofia da construção enxuta foi fraco para ambos os sistemas.

Apesar do sistema construtivo em alvenaria estrutural apresentar maior potencialidade de se tornar enxuto em seus aspectos conceituais, na prática observou-se que algumas empresas que trabalham com o sistema convencional apresentaram melhores resultados do que as que trabalharam com a alvenaria estrutural, qualitativamente. Logo, conclui-se que a capacidade gerencial de cada empresa é o fator principal para o bom desempenho do sistema.

Pode ser observado que não se consegue atingir a plenitude da *lean construction* apenas com soluções tecnológicas, se as pessoas que manipulam o sistema não estão preparadas para tal, o que torna a prática mais perigosa e gera mais perdas.

Este fato pode ser comprovado pelo desempenho superior, no quesito produção, das empresas que trabalham com o sistema convencional em relação as empresas que trabalham com alvenaria estrutural.

Algumas empresas de ambos os sistemas obtiveram resultados satisfatórios, apesar da aplicação da filosofia da construção enxuta ser empírico. Estas empresas são, em geral, as que atuam a mais tempo no mercado, o que faz com que seja possível dizer que as empresas mais maduras absorveram mais conhecimento o que fez com que melhorasse seu desempenho. Porém es resultado é ilusório quando se aprofundam as questões da construção enxuta.

Ambos os tipos de empresas estão muito carentes em seus planejamentos ou programações de obras. A grande maioria utiliza cronograma para tal, o que negligencia a questão do fluxo, pois todas as obras em questão são de caráter repetitivo, o que privilegiaria a aplicação da técnica da linha de balanço.

No sistema construtivo em alvenaria estrutural a questão do projeto foi a que recebeu maior número de críticas por parte dos entrevistados, fato este pelo maior grau de detalhamento que o sistema exige. Portanto este setor merece mais atenção, principalmente na questão da coordenação dos mesmos.

Apesar do desempenho superior ao do sistema convencional, a questão do projeto ainda está bem abaixo das reais necessidades da alvenaria estrutural, principalmente com relação ao grau de detalhamentos, que se pôde observar ser baixo.

A capacitação de mão-de-obra mais qualificada para conduzir os projetos em paralelo, ou simultâneos, foi um dos pontos mais criticados pelos entrevistados. Logo a exigência do sistema de concorrência entre os projetos vem sofrendo pela inabilidade dos projetistas e engenheiros em lidar com tal assunto.

Nos sistema convencional o problema dos fornecedores é o fator mais crítico, principalmente na qualidade do produto e resistência dos fornecedores em paletizá-los. Isto se deve principalmente ao fato do sistema em alvenaria estrutural os blocos provêm de industrias modernas e com conceitos de produção bem estabelecidos. Já no sistema convencional os tijolos são de origem artesanal, com profundas dificuldades tecnológicas de produção e empresariais.

Pode-se afirmar que o melhor desempenho das empresas que trabalham com alvenaria estrutural em relação às do sistema convencional é atribuído principalmente à capacidade e qualificação dos fornecedores das mesmas, muito mais do que o próprio empenho delas em obter tal desempenho.

Este fato ficou latente em dois momentos: o primeiro quando foi confirmado que os fornecedores de blocos assessoram tecnicamente quase todas as empresas que constroem em alvenaria estrutural com pessoal na execução do planejamento de compra. Este assessoramento visa facilitar a produção da fábrica, pois as empresas não possuíam o mínimo controle da necessidade de suas compras, o que dificultava o planejamento para a produção da fábrica.



O outro momento foi a observação da falta de preparo das empresas que trabalham com alvenaria estrutural, pois as cargas de blocos vindo paletizadas, eram retiradas dos paletes para serem transportadas, em algumas empresas. O que contrasta com as empresas do sistema convencional em que a carga era paletizada em obra.

Apesar do sistema agregar facilmente peças pré-moldadas as empresas que trabalham com alvenaria estrutural negligenciaram tal oportunidade, mostrando mais uma vez o despreparo em tirar os benefícios do sistema.

Não se quer com estas conclusões ser rígido na fixação da superioridade de um sistema frente ao outro. Logo se recomenda a escolha de um ou outro sistema de acordo com as características de cada empresa, o que se não ocorrer pode acarretar prejuízo para o sistema, e até gerar condições perigosas em obra.

Por fim pode-se afirmar que não adianta a utilização pura e simples de um sistema tecnológico mais moderno, se as pessoas que vão lidar com ele não estão preparadas, o que ressalta a questão da qualificação da mão-de-obra desde os projetistas, fornecedores, passando pelos engenheiros de escritório e de obra, até chegar no chamado chão de fábrica (canteiro).

## **ANEXO A - ROTEIRO PARA ENTREVISTA**

---

### **1 DADOS GERAIS**

- 1.1 Caracterização da empresa
  - 1.2 Há quantos anos a empresa atua no mercado?
  - 1.3 Qual o porte da empresa (pequena, média ou grande)?
  - 1.4 Qual o número de funcionários (Terceirizados ou não)?
  - 1.5 Quantas obras a empresa está executando no momento?
- 

### **2 PROJETO**

- 2.1 Qual o tempo despendido no projeto em relação ao total da obra?
- 2.2 O que a empresa leva em consideração na hora de contratação dos projetistas?
- 2.3 É feito algum tipo de pesquisa de mercado antes de lançar um empreendimento?
- 2.4 A empresa desenvolve ou desenvolveu algum programa de qualidade?
- 2.5 Há coordenação entre os projetos? Quem coordena os projetos?
- 2.6 Há algum tipo de padronização para o processo de projeto (redução de variabilidade): precedências, regras, responsabilidades?
- 2.7 Há Feedback para melhoria contínua?
- 2.8 Há flexibilidade no projeto?
- 2.9 São realizadas as paginações?
- 2.10 Há coordenação modular?
- 2.11 Há detalhamentos? Quais?
- 2.12 Existem especificações para o cliente final (manual pós-ocupação)?
- 2.13 A empresa promove algum tipo de pesquisa sobre a satisfação do cliente com o produto?

---

### **3 PLANEJAMENTO**

- 3.1 A empresa promove medições de produtividade, perdas e indicadores de qualidade sistematicamente?
  - 3.2 Qual a forma de planejamento ou programação utilizada pela produção?
  - 3.3 O planejamento semanal é praticado?
  - 3.4 Pratica-se o PPC (Porcentagem do Planejado Completado) e analisam-se suas causas?
  - 3.5 Atua-se nas causas das falhas do PPC?
  - 3.6 O planejamento e os resultados são colocados em local visível?
  - 3.7 Nestas reavaliações são buscadas contribuições dos operários?
  - 3.8 Há participação dos operários no planejamento?
- 

### **4 PRODUÇÃO**

- 4.1 A empresa desenvolve ou desenvolveu algum programa de qualidade?
- 4.2 A empresa possui seus métodos padronizados? Quais?
- 4.3 Estes padrões são reavaliados de quanto em quanto tempo?
- 4.4 Há algum dimensionamento das equipes? Qual?
- 4.5 Como é feita a descarga dos blocos?
- 4.6 Quem decide o local de armazenagem de material?
- 4.7 Quais os equipamentos de transporte utilizados em obra?
- 4.8 São promovidos treinamentos para a mão-de-obra? Quais?
- 4.9 Quais os equipamentos de segurança utilizados em obra?
- 4.10 Qual a rotatividade da mão-de-obra de uma obra para outra?
- 4.11 Há planejamento do layout do canteiro? (visão de fluxo, minimização das distancias)
- 4.12 Quantas fases de projeto o layout prevê?

---

## 5 FORNECEDORES

- 5.1 Os estoques de blocos são para quantos dias?
- 5.2 Como é feita a seleção de fornecedores?
- 5.3 Qual o critério de compra?
- 5.4 São utilizadas peças pré-moldadas? Quais?
- 5.5 Existe alguma avaliação dos fornecedores?
- 5.6 Você confia em seus fornecedores?
- 5.7 Planeja e compra-se material com antecedência? Quanto?
- 5.8 Você acredita na parceria? Qual a sua opinião?
- 5.9 Existe algum programa de *codesign* entre o fornecedor e a empresa?
- 5.10 Longos termos de contrato em troca de exclusividade?
- 5.11 Como é feito o pedido de blocos ?
- 5.12 Existe a troca de informação entre cliente-fornecedor?
- 5.13 Como é feita?
- 5.14 Quantos fornecedores de blocos você se relaciona?
- 5.15 Qual a sua sugestão para melhorar o processo?

## ANEXO B - CARTA DE APRESENTAÇÃO

**Objetivo Geral:** Tem-se como objetivo geral desta pesquisa elaborar uma comparação entre o sistema construtivo em alvenaria estrutural e o sistema construtivo convencional segundo a perspectiva da filosofia da construção enxuta.

### **Objetivos Específicos:**

- ✓ Verificar se a alvenaria estrutural possui características da construção enxuta em sua base conceitual;
- ✓ Elaborar tópicos de verificação por meio de entrevista englobando o projeto, o fornecimento de material e a produção, segundo a visão enxuta;
- ✓ Apontar pontos positivos e negativos em ambos os sistemas;
- ✓ Verificar qual dos sistemas é mais *enxuto*;
- ✓ Elaborar uma lista do que é *Lean*.

**Resultados esperados:** Busca-se com a pesquisa obter informações de como o projeto, o planejamento, a produção e a relação com os fornecedores estão sendo tratados pelas empresas. A partir daí analisar os dados obtidos confrontando-os entre os dois sistemas pesquisados. Com isso espera-se que as melhores empresas do sistema convencional tenham um melhor desempenho do que algumas empresas do sistema construtivo em alvenaria estrutural, fortalecendo a tese de que o fator preponderante para o bom desempenho de um sistema construtivo é a habilidade gerencial dos que o manipula.

## ANEXO C - LISTA DE VERIFICAÇÃO EM OBRA

ITENS	SIM	NÃO
<b>1. Projeto</b>		
- Há algum programa de qualidade implantado em obra?		
- Houve ou há alguma incompatibilidade nos projetos?		
- Há a possibilidade de flexibilidade no projeto?		
- Há paginações das alvenarias?		
- Há detalhamentos nos projetos de alvenaria?		
- Há coordenação modular das alvenarias?		
<b>2. Planejamento</b>		
- Há a medição de produtividade, perdas e indicadores de qualidade sistematicamente?		
- Qual a forma de planejamento utilizada em obra?		
- O PCP é praticado?		
- São realizadas reuniões para atuar nas causas do PCP?		
- Este planejamento é repassado aos operários?		
- O planejamento semanal é praticado?		
- O planejamento e os resultados são colocados em local visível?		
- Há a participação dos operários no planejamento?		
<b>3. Produção</b>		
- A empresa trabalha com métodos padronizados?		
- Há a participação da produção nas revisões dos métodos?		
- Os blocos são entregues paletizados?		
- São utilizados equipamentos de segurança?		
- Existe projeto de layout de canteiro?		
- É prevista no layout a <i>mudança</i> do canteiro?		
- Os postos de trabalho são limpos seguros e ordenados?		
- Os equipamentos de descarga dos blocos são adequados?		
- Os equipamentos de transporte são adequados?		
- Há a utilização de rampas adequadas para vencer desníveis?		
- O trânsito de materiais flui de maneira satisfatória?		
- Os locais de armazenagem são isolados da umidade?		
- Há a possibilidade de acesso aos locais de armazenagem por ambos os lados?		
- A armazenagem permite rápida conferência dos materiais?		
- A betoneira fica próxima ao transporte vertical?		
- A armazenagem de cimento, areia e argamassa ficam perto da betoneira?		
- Há indicação de dosagens próximo a betoneira?		
<b>4. Fornecedores</b>		
- São utilizadas peças pré-moldadas?		
- Existe avaliação dos fornecedores?		
- Planejam-se e compram-se blocos com antecedência?		
- Existe troca de informação entre cliente-fornecedor?		

**ANEXO D – FOTOS**

Figura 1- Deficiência de coordenação e detalhamentos dos projetos em alvenaria estrutural (Projeto Elétrico)



Figura 2- Deficiência de coordenação e detalhamentos dos projetos em alvenaria estrutural (Projeto Hidráulico)





Figura 3- Quebras realizadas nas paredes do sistema convencional devido à falta de detalhamentos dos projetos.



Figura 4- Paletização dos sacos de cimento em obra.





Figura 5- Paletização dos tijolos em obra.



Figura 6- Transporte dos tijolos com os transpaletes.





Figura 7- Transporte dos tijolos com os transpaletes.

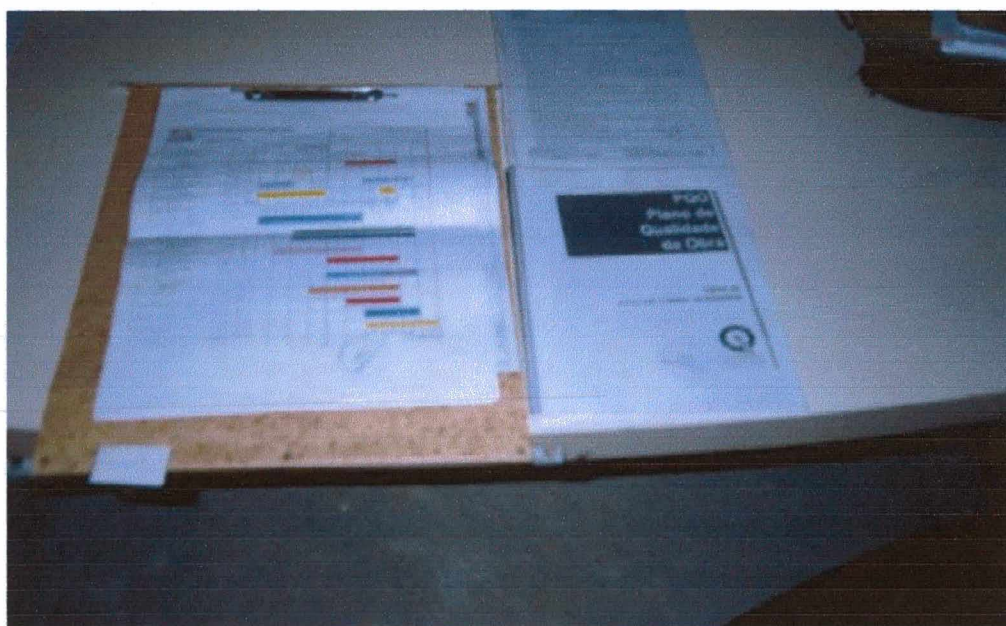


Figura 8- Cronograma e padronização dos métodos de trabalho.

## ANEXO E - LISTA DE ATIVIDADES QUE AUXILIAM AS EMPRESAS A SE TORNAREM *LEAN*

- ✓ Contratação do projetista levando em consideração sua capacidade e experiência no mercado, ao invés do preço;
- ✓ Realizar uma pesquisa de mercado antes de lançar um empreendimento, visando a tender as reais necessidades dos clientes;
- ✓ Projetos elaborados em paralelo (engenharia concorrente), com alguém hábil para coordena-los;
- ✓ Padronizar o processo de projeto (regras, precedências, responsabilidades), buscando reduzir assim a variabilidade do processo;
- ✓ Planejar o processo de projeto e controla-lo através do PCP;
- ✓ Introduzir o máximo de transparência à produção através de detalhamentos, coordenação modular, paginações;
- ✓ Introduzir flexibilidade ao projeto para o cliente final;
- ✓ Buscar experiências anteriores para que erros ocorridos no passado não voltem a acontecer;
- ✓ Manual pós-ocupação para o cliente final;
- ✓ Pesquisa sobre a satisfação do cliente com o produto, e utilizar estes dados para a melhoria contínua.
- ✓ Medir sistematicamente os processos (perdas, produtividade, indicadores), para utilizar estes dados na melhoria contínua;
- ✓ Programar a produção com técnicas que enfatize o fluxo (linha de balanço no caso de obras de caráter repetitivo);
- ✓ Buscar a participação da produção no planejamento;
- ✓ Controlar a produção com o PCP;
- ✓ Atuar nas causas dos atrasos do PCP;
- ✓ Repassar à produção as metas, resultados e eventuais atrasos no PCP;
- ✓ Padronizar os métodos;
- ✓ Revisar periodicamente as padronizações com o objetivo de sempre melhorar;
- ✓ Buscar opiniões na produção sobre as padronizações;
- ✓ Dimensionar as equipes de trabalho;
- ✓ Utilizar equipamentos de transporte leves e próprios aos materiais transportados;
- ✓ Treinar a mão de obra periodicamente, com a visão de fluxo do processo;
- ✓ Utilizar equipamentos de segurança;
- ✓ Diminuir a rotatividade da mão de obra, tanto na obra quanto de uma obra para outra, ou seja, buscar manter as equipes;
- ✓ Buscar levar as atividades em paralelo;
- ✓ Planejar o *layout* do canteiro com a visão de fluxo do processo, buscando as mínimas distancias possíveis;
- ✓ O *layout* deve ser mutante;
- ✓ Selecionar os fornecedores com critérios de qualidade, pontualidade na entrega e preço;
- ✓ Buscar a formação de parcerias com os fornecedores;
- ✓ Reduzir o estoque de material em obra;
- ✓ Paletizar a entrega dos materiais;



- ✓ Utilizar o maior número de peças pré-fabricadas possível;
- ✓ Externalizar a produção das atividades que não agregam valor;
- ✓ Avaliar periodicamente o desempenho dos fornecedores, juntamente com o pessoal que recebe e inspeciona o material em obra;
- ✓ Desenvolver longos termos de contrato em troca de exclusividade;
- ✓ Planejar a compra de material com antecedência, para que o fornecedor também possa se planejar;
- ✓ Trabalhar com os pedidos em aberto;
- ✓ Troca constante de informações (assiduidade da entrega, adequação do produto, necessidades que venham a surgir de ambas as partes) entre cliente e fornecedor;
- ✓ Buscar se relacionar com um número mínimo possível de fornecedores;
- ✓ Redução dos postos de trabalho;
- ✓ Aproximação das frentes de trabalho;
- ✓ Investimento em tecnologia;
- ✓ Diminuição do número de visitas aos postos de trabalho;
- ✓ Redução do tempo de *set up*;
- ✓ Isolar atividades que agregam valor das demais;
- ✓ Controle visual das atividades;
- ✓ Postos de trabalho limpos, seguros e ordenados;
- ✓ Utilizar rampas com no máximo 10% de inclinação para vencer desníveis;
- ✓ O transito de materiais deve ser dado de forma limpa, segura e sem barreiras;
- ✓ O transporte deve ser dado linha reta;
- ✓ Definição prévia dos locais de armazenagem;
- ✓ O acesso aos locais de armazenagem deve ser dado por ambos os lados;
- ✓ Locais de armazenagem devem ser isolados de umidade;
- ✓ Deve haver ventilação e iluminação nos locais de armazenamento;
- ✓ O transporte deve ser dado de forma que não danifique ou inutilize os materiais;
- ✓ A armazenagem deve ser feita de modo que permita a rápida conferência das quantidades de materiais;
- ✓ Identificar os postos de trabalho e armazenagem;
- ✓ Armazenagem de areia, cimento e argamassa próximas da betoneira;
- ✓ A betoneira deve ser fixada próximo ao equipamento de transporte vertical;
- ✓ Evitar o duplo manuseio de materiais;
- ✓ Deve haver a indicação da dosagem das diversas argamassas próxima a betoneira;
- ✓ Transportar a exata quantidade de argamassa necessária à produção;
- ✓ Separar e sinalizar os diferentes tipos de blocos;
- ✓ A armazenagem dos blocos deve estar próxima do equipamento de transporte vertical;
- ✓ Os blocos devem ser supridos em pequenas quantidades;
- ✓ O transporte vertical e horizontal deve ser utilizado em sua capacidade total;
- ✓ Observar a altura máxima recomendada para as pilhas de materiais;
- ✓ O transporte vertical deve estar fixado no centro da obra;
- ✓ Deve haver equipamentos de segurança nos elevadores de obra;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCI - Associação Brasileira de Construção Industrializada. Manual Técnico de Alvenaria. 1ª edição. São Paulo: ed. Projeto Editores Associados Ltda., 1998. 275p.
- ARAÚJO, H. N. Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural: Um estudo de caso. 1995. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ARGILÉS, J. Nineteenth century brick architecture: rationality and modernity. In: PROCEEDING OF INTERNATIONAL BRICK AND BLOCAK MANSORY CONFERENCE, 10, 1994, Calgary - Canada. Anais... Calgary: 1994, Vol 2, p. 885-894.
- ARGILÉS, Josep M<sup>a</sup> Adel. La arquitetura de ladrillos del siglo XIX: Racionalidad y Modernidad Tradução por Walter Caiaffa Hehl. Revista Técnica. São Paulo. nº07, p. 20-23, Nov./Dez. 1993.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: Improving downstream performance. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON LEAN CONSTRUCTION, 2. 28 - 30 de setembro de 1994, Santiago do Chile - Chile. Anais... Santiago do Chile: 1994, p. 111-125.
- BALLARD, G. Lean construction and EPC performance. In: LEAN CONSTRUCTION WORKSHOP, 1. 11-13 de agosto de 1993, Espoo – Finlândia. Anais... Espoo: 1993, p. 79-91.
- BALLARD, G. HOWELL, G. Toward Construction JIT. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 3. 16-19 de outubro de 1995, Albuquerque. Anais... Albuquerque: 1995, p.291-300.
- BALLARD, G. HOWELL, G. Implementing lean construction: Stabilizing work flow. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON LEAN CONSTRUCTION, 2. 28 - 30 de setembro de 1994, Santiago do Chile - Chile. Anais... Santiago do Chile, 1994, p. 101-110
- BALLARD, G. Managing work flow on design projects. In: CIB W96. 19-20 de outubro de 2000, Atlanta - EUA.
- BALLARD, G.; KOSKELA, L. On the agenda of design management research. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6. 1998, Guarujá – Brasil.



- BARKER, R.; HONG-MINH, S.M.; NAIM, M. Terrain scanning methodology for construction supply chains. 1999. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7. 26-28 de agosto de 1999, Berkley - EUA. Anais... Berkley: 1999, p.195 - 206
- BROCK, L. The contemporary brick wall. . In: PROCEEDING OF INTERNATIONAL BRICK AND BLOCAK MANSORY CONFERENCE, 10. 1994, Calgary - Canadá. Anais... Calgary: 1994, Vol 2, p. 857-865.
- CARTER, P.; MELNYK, S.; HANDFIELD,R. Identifying the basic process strategies for time-based competition. Production and Inventory Management Journal. First quarter, 1995. p. 65-70.
- CCI. Total quality management: the competitive edge. University of Texas at Austin. Publication 10-4, april 1990.
- CHEN, S.; CHEN, R. Manufacturer-supplier relationship in a JIT environment. Production and Inventory Management Journal. Jan./Abr.1997. The educational Society for resource Management. V. 38, n. 1. p. 58-64.
- FABRÍCIO, M.; MELHADO, S. A importância do estabelecimento de parcerias construtora-projetistas para a qualidade na construção de edifícios. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abr. 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 453 – 459.
- FARAH, M.F. Formas de racionalização do processo de produção na indústria da construção. Em: ENCONTRO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 10. 9 a 12 de novembro de 1990, Gramado – RS. Anais... Gramado: 1990, p. 735-745.
- FRANCO, L. S. Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. 1992. 319f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FRANCO, L.S.; AGOPYAN, V. Racionalização dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MANSORY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5. 21 - 24 ago. 1994, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina e University of Edinburgh, 1994, p. 497 - 508.
- HORMAN, M.; KENLEY, R. The aplication of lean production to project management. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4. Birmingham - Inglaterra.
- HONG-MINH, S.M.; BARKER, R.; NAIM, M. Construction suply chain trend analysis. 1999. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7. 26-28 de agosto de 1999, Berkley - EUA. Anais... Berkley: 1999, p. 207-217.

- HOUT, T. Time-Based Competition is not enough. Industrial Research Institute. Jul – Ago 1996. p. 15-17.
- HOWELL, G. A. What is lean construction-1999. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7. 26-28 de agosto de 1999, Berkley - EUA. Anais... Berkley: 1999, p. 1-10.
- HOWELL, G; BALLARD, G. Lean production theory: Moving beyond “can do”. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON LEAN CONSTRUCTION, 2. 28-30 de setembro de 1994, Santiago do Chile - Chile. Anais... Santiago do Chile: 1994, p. 17-23.
- HOWELL, G; BALLARD, G. Implementing lean construction: Reduction inflow variation. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON LEAN CONSTRUCTION, 2. 28-30 de setembro de 1994, Santiago do Chile - Chile. Anais... Santiago do Chile, 1994, p. 93-100.
- HUM, S.; SIM, H. Time-based competition: literature review and implications for modeling. International journal of operation & production management . 1994. Vol.1. p.75-90.
- ISHIKAWA, K. Controle de qualidade total. 6ª edição. São Paulo: Campos, 1993.
- JACKSON, B. Re-engineering the sense of the self: the manager and the management guru. Journal of Management Studies. Setembro 1996. Vol.3, Nº 5.
- JURAN, J. M. A qualidade desde o projeto. 3ª edição. São Paulo: Pioneira, 1997.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. 1997. 75f. Technical report #72. Center integrated facility engineering department of civil engineering, Stanford University.
- KOSKELA, L. Lean Construction. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abril de 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 3–10.
- KOSKELA, L. Lean production in construction. LEAN CONSTRUCTION WORKSHOP, 1. 11-13 de agosto de 1993, Espoo – Finlândia. Anais... Finlândia: VTT, 1993, p. 1-9.
- KOSKELA, L. LAHDENPERA, P. TANHUANPAA, V. Sounding the potencial of lean construction: a case study. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4. Birmingham - Inglaterra.



- KOSKELA, L. Toward the theory of (lean) construction. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4. Birmingham - Inglaterra.
- KOSKELA, L. BALLARD, G. TANHUANPÄÄ, V. Toward lean design management. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5. Gold Coast – Austrália. Anais... Gold Coast: 1997, p. 1-12.
- MACIEL, L.; MELHADO, S. A qualidade no processo construtivo através do projeto: aplicação aos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abril de 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 423–430.
- MARKHAM, I.; MACCART, C. The road to successful implementation of just in time systems. Production and Inventory Management Journal. Set/dez. 1995. The educational Society for resource Management. V. 36, n. 3, p. 67-70.
- MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. A Construção na Economia Nacional. 2ª edição. São Paulo: ed. Pini Ltda., 1981. 112p.
- MELHADO, S. Design for lean construction. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6. 1998, Guarujá – Brasil.
- MELHADO, S.; FABRÍCIO, M. Projetos da produção projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abril de 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 731–737.
- MELLES, B. What do we mean by lean production in construction. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON LEAN CONSTRUCTION, 2. 28-30 de setembro de 1994, Santiago do Chile - Chile. Anais... Santiago do Chile, 1994, p. 11-22.
- NAIM, M.; NAYLOR, J.; BARLOW, J. Developing lean and agile supply chains in the UK housebuilding industry. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7. 26-28 de agosto de 1999, Berkley - EUA. Anais... Berkley: 1999, p. 150-170.
- NASCIMENTO, C.; FORMOSO, C. Método para avaliar o projeto do ponto de vista da produção. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abril de 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 151–158.



- PAULSON, B. Design to reduce construction costs. Journal of construction division. 1976. Proceedings of America society of civil engineers. Vol.102, No. C04. p. 587 - 592.
- PRIDA, B.; GUTIÉRREZ, G. Supply Management: From Purchasing to External Factory Management. Production and Inventory Management Journal. Set./dez. 1996. The educational Society for resource Management. V. 37, n. 4, p. 38-43.
- ROMAN, H.R.; ARAÚJO, H.N.; MUTTI, C.N. Construindo em alvenaria estrutural. 1ª edição. Florianópolis: editora da UFSC, 1999. 83p.
- ROMAN, H.R.; MOHAMAD, G. Alvenaria Estrutural. Florianópolis, 1999. Notas de aula. Programa de pós-graduação em engenharia civil. Universidade Federal de Santa Catarina. 84p.
- ROMAN, H. R. Alvenaria Estrutural. Revista Técnica. São Paulo: nº24, set./out. 1996.
- ROMAN, H. Alvenaria estrutural: vantagens, teoria e perspectivas. . Em: ENCONTRO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 10. 9 a 12 de novembro de 1990, Gramado – RS. Anais... Gramado: 1990, p. 903-912.
- SANCHEZ , E. Histórico sobre pesquisas e elaboração de novas normas no Brasil sobre alvenaria estrutural. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MANSORY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5. 21 - 24 ago. 1994, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina e University of Edinburgh, 1994, p. 368 - 374.
- SANTOS, A. Application of production management flow principles in construction sites. 1999. 449f. Tese (Doutorado em engenharia) – School of Construction and Propert Management. University of Salford, Salford, UK.
- SANTOS, A.; POWELL, J.; SHARP, J.; FORMOSO, C. Principle of transparency applied in construction. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6. 1998, Guarujá – Brasil.
- SAURIN, T.; FORMOSO, C. Método para diagnóstico de canteiros de obra de edificações. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abril de 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 749–756.
- SCHNEIDER, R.; DICKEY, W. Reinforced Mansory Design. 3ª edição. New Jersey: ed. Prentice-Hall, 1994. Capítulo 1. p. 1-13.
- SHINGO, S. A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. 1ª edição. Cambridge: ed. Productivity Press, 1981. 257p.

- SMITH, K.; GREENWOOD, M. Developing co-operative buyer-supplier relationships: A case study of Toyota. Journal of Management Studies. Maio 1996. Vol.35, Nº 3. p. 331-353.
- SMOOK, R.; MELLES, B.; WELLING, D. Co-ordinating the supply chain – Diffussing Lean Production in Construction. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4. Birmingham - Inglaterra.
- TZORTZOPOULOS, P. FORMOSO, C. T. Consideration of application of lean construction principles to design management. In: ANUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7. 26-28 de agosto de 1999, Berkley - EUA. Anais... Berkley: 1999, p. 207-217.
- TZORTZOPOULOS, P; FORMOSO, C. T.; LIEDTKE, R; GUS, M. Diretrizes para modelagem do processo de desenvolvimento de projeto de edificações. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abril de 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 627-634.