

Viviany Melchior Albuquerque

**DETERMINAÇÃO DOS PROBLEMAS E PROPOSTA PARA
INTEGRAÇÃO DOS DIVERSOS SETORES DA CADEIA
CONSTRUTIVA:
ESTUDO DE CASO ALVENARIA ESTRUTURAL**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Federal de Santa
Catarina para obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Dr.. Roberto Caldas
Pinto

Florianópolis

2012.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Albuquerque, Viviany Melchior

Determinação dos problemas e proposta para integração dos diversos setores da cadeia construtiva [dissertação] : estudo de caso alvenaria estrutural / Viviany Melchior Albuquerque ; orientador, Roberto Caldas Pinto - Florianópolis, SC, 2012.

143 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Cadeia produtiva. 3. Alvenaria estrutural e racionalizada. 4. Construtibilidade. 5. Construção Civil. I. Pinto, Roberto Caldas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Viviany Melchior Albuquerque

**DETERMINAÇÃO DOS PROBLEMAS E PROPOSTA PARA
INTEGRAÇÃO DOS DIVERSOS SETORES DA CADEIA
CONSTRUTIVA: ESTUDO DE CASO ALVENARIA
ESTRUTURAL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Florianópolis, 10 de agosto de 2012.

Prof. Roberto Caldas Pinto, Dr. Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Humberto Ramos Roman, Ph.D. (UFSC) – Orientador

Prof. Dr. Antonio Edésio Jungles (UFSC)

Prof. Dr. Luis Alberto Gómez (UFSC)

Prof. Dr. Fernanda Marchiori (UFSC)

Prof. Dr. Eduardo Rizzatti (UFSM)

*A Ricardo Albuquerque de Oliveira,
Ao meu filho Bruno Melchior
Sacomori,
E à minha mãe Odila Zanetti.*

AGRADECIMENTOS

A Deus que com certeza me guiou e me protegeu!

Ao Ricardo Albuquerque, obrigada pelo apoio, desde o principio e em todo o trajeto, pelo companheirismo suporte técnico, psicológico, afetivo enfim foi fundamental em todas as etapas dessa dissertação sendo a minha base forte.

Ao Professor Humberto Ramos Roman, pelo incentivo, pela confiança, pela orientação, pela amizade, parceria e principalmente por me ensinar a acreditar na minha capacidade.

Ao meu filho Bruno Melchior Sacomori que teve que seguir sua via com a minha ausência e soube compreender e me apoiar.

A toda minha família em especial a minha mãe Odila Zanetti que mesmo em Portugal estava sempre ao meu lado dando força e amigos por sempre torcer por mim.

As amigas Cleila Cristina Navarini por todo o apoio incondicional para que eu pudesse ingressar neste sonho, a Rudiele Schankoski que sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis que não foram poucos sempre com uma palavra amiga e dedicação, a Daniele Gavazzoni que mesmo a distância estava sempre me encorajando a continuar a minha batalha com seu impressionante ombro amigo.

Ao amigo Marcelo Lopes e Ana Maria de Aguiar pela paciência e grande incentivo.

A meus companheiros da UFSC – Ronaldo Pilar, Márcio Nascimento, César Casagrande, Jefferson Jacob, Lidiane Jochem, Glêdes Vioti, Ana Maria Santana e Giovana Collodetti.

A Leslie Roman por todo o carinho, apoio, preocupação e dedicação.

Aos professores Dr. Edinaldo Beserra (UDC), José Teodoro Oliveira (UDC) e Dr. José Luiz Faraco (UEL) pela atenção e dedicação ao ajudar com algumas dúvidas.

A CAPES, ao CNPq pelo apoio financeiro.

Todos vocês tem participação especial nesse trabalho!

MUITO OBRIGADA!

*“Podemos escolher recuar em direção à
segurança ou avançar em direção ao
crescimento. A opção pelo crescimento tem
que ser feita repetidas vezes. E o medo tem
que ser superado a cada momento.”*

Abraham Maslow

RESUMO

ALBUQUERQUE, Viviany M.. *Determinação dos problemas e proposta para integração dos diversos setores da cadeia construtiva: estudo de caso alvenaria estrutural*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis 2012, 143 páginas.

A elaboração de um empreendimento no setor da construção civil é caracterizada por ser altamente fragmentada por inúmeros processos e diferentes agentes envolvidos. Estes mesmos agentes (construtor/empreendedor, projetista, fabricante de insumos, fornecedores, empreiteiro/mão-de-obra e usuário) geralmente trabalham focando principalmente suas demandas isoladamente e com quase nenhuma interação, separado de qualquer processo integrado, com pouca coordenação e com dificuldade de comunicação dentro do processo construtivo. Neste contexto, a presente dissertação tem por objetivo determinar os problemas e condições necessárias para a integração da cadeia produtiva tendo como estudo de caso a alvenaria estrutural. Foram usados como estudo de caso os componentes de uma parede de alvenaria tais como: verga, contra-verga, instalações complementares e esquadrias em seu processo de desenvolvimento. Para um melhor aproveitamento destes setores, foi desenvolvida uma proposta para integrar os agentes e processos de maneira colaborativa, no intuito de possibilitar um sistema coordenado modularmente, voltado para os princípios de racionalização, construtibilidade, conectividade, eficiência, e sustentabilidade. Tais princípios foram estudados e analisados, explicitando como alteram o processo de projeto, execução e aumentam a eficiência da produção no setor da construção civil. A metodologia proposta pretende mostrar uma maneira de minimizar a falta de integração entre os agentes da cadeia produtiva, possibilitando identificar conceitos e procedimentos que prejudicam ou favorecem a integração da cadeia produtiva em alvenaria estrutural racionalizada.

Palavras-chave: Cadeia Produtiva, Alvenaria estrutural e racionalizada. Construtibilidade e Construção civil.

ABSTRACT

The development of a civil construction enterprise is characterized by being highly fragmented by many processes and different agents involved. These same agents (builder / developer, designer, input manufacturer, suppliers, contractor / hand labor and user) usually work focusing their demands singly and with almost no interaction, separate from any integrated process, with little coordination and hard communication in the construction process. In this context, this work aims to determine problems and necessary conditions for the integration of supply chain having as study the structural masonry.

As a case study, the components of a masonry wall such as lintel, frames and complementary facilities were used in their development process. For a better improvement of these sectors, it was developed a proposal to integrate the agents and processes in a collaborative manner, in order to promote a coordinated system modular, focused on the principles of rationalization, constructability, connectivity, efficiency, and sustainability. The principles of rationalization, constructability and connectivity were studied and analyzed, explaining how to alter the design process, execution and increase production efficiency in the civil construction. The proposed methodology is intended to show a way to minimize the lack of integration among the productive chain, making it possible to identify concepts and procedures that hinder or favor the integration of supply chain in rationalized structural masonry.

Keywords: Supply Chain, Structural Masonry and rationalized. Construction and constructability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo tradicional da cadeia produtiva da construção civil....	20
Figura 2: Alvenaria não Armada.....	50
Figura 3: Alvenaria Armada ou Parcialmente Armada.....	51
Figura 4: Exemplo de Blocos Cerâmicos e estrutural.....	53
Figura 5: Blocos cerâmicos estruturais blocos de 12, 14 e 19.....	53
Figura 6: Diferentes tipos de blocos estruturais de concreto.....	54
Figura 7: Shopping em Montevideo, obra EládioDieste.....	57
Figura 8: Relação proposta da cadeia da construção.....	92
Figura 9: Esquema de análise do problema.....	99
Figura 10: Exemplo de detalhes de projetos de primeira fiada, elétrica e hidráulica.....	101
Figura 11: Esquadrias.....	102
Figura 12: Ferramentas tradicionais.....	103
Figura 13: Fundação e locação de instalações.....	105
Figura 14: Bloco Chave.....	106
Figura 15: Passagem de tubulação.....	107
Figura 16: Posicionamento de escantilhões e blocos para elevação das paredes.....	107
Figura 17: Colocação de batentes metálicos.....	108
Figura 18: Índice de Tolerância no serviço de marcação.....	108
Figura 19: Grauteamento do primeiro lance.....	109
Figura 20: Exemplo de elevação das paredes.....	110
Figura 21: Respaldo.....	111
Figura 22: Índice de Tolerância no serviço de elevação.....	112
Figura 23: Transpasse insuficiente para dentro das paredes.....	114
Figura 24: Quebra de contra-verga para passagem de tubulação elétrica.....	115
Figura 25: Prática inaceitável se tratando de alvenaria estrutural, e ainda existente, de rasgos horizontais nas paredes para execução de instalações.....	116
Figura 26: Fissura no interruptor da campainha.....	117
Figura 27: Mancha de umidade causada por infiltração no peitoril.....	119
Figura 28: Fissura peitoril da parede interna.....	120
Figura 29: Exemplo de Peitoril eficiente (deflete a água para fora) e peitoril deficiente.....	120
Figura 30: Alvenaria inadequada quesito prumo em abertura de porta...	122
Figura 31: Agentes diretamente ligados às soluções.....	124
Figura 32: Diagrama de Diretrizes.....	128

LISTA DE QUADROS

Quadro1: Cadeia de Suprimentos – Conceitos	29
Quadro 2: Quadro síntese - Construtor	69
Quadro 3: Quadro síntese projetista.....	75
Quadro 4: Quadro síntese/fabricante.....	79
Quadro 5: Quadro síntese empreiteiro/mão-de-obra.....	82
Quadro 6: Quadro síntese Fornecedor	86
Quadro 7: Tabela síntese da problemática - verga e contra-verga.	115
Quadro 8: Tabela síntese da problemática - instalações	117
Quadro 9: Tabela síntese da problemática – Esquadrias.....	122

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	19
1.1 OBJETIVOS.....	22
1.1.1 Objetivo Geral	22
1.1.2 Objetivos Específicos.....	22
1.2 MÉTODO.....	23
2 REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1 VISÃO SISTÊMICA.....	25
2.1.1 Processos	26
2.1.2 Cadeia Produtiva.....	27
2.1.3 Cadeia de Suprimentos	28
2.1.4 <i>Supply Chain Management</i> – SCM.....	31
2.1.5 Gestão da Cadeia de Suprimentos	33
2.1.6 Gerenciamento Sustentável da Cadeia de Suprimentos.....	35
2.1.7 Cadeia Produtiva da Construção Civil.....	36
2.2 RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA	37
2.2.1 Sistema Construtivo	39
2.2.2 Sistema Fechado	41
2.2.3 Sistema Aberto.....	42
2.2.4 Conectividade e Compatibilidade nos Sistemas Abertos	43
2.2.5 Construtibilidade.....	45
2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	47
2.3.1 Definição.....	47
2.3.2 Tipos de Alvenaria.....	49
2.3.3 Materiais e Componentes	51
2.3.4 Unidades de Alvenaria	52
2.3.5 Argamassa de Assentamento	54
2.4 PROJETO ARQUITETÔNICO EM ALVENARIA ESTRUTURAL.....	55
2.4.1 Condicionantes de Projeto Arquitetônico para Alvenaria Estrutural.....	55
2.4.2 Projeto Arquitetônico Conceito.....	57
2.4.3 Projeto Arquitetônico e sua Importância.....	58
3 ANÁLISE DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO	61
3.1 INTRODUÇÃO	61
3.2 RACIONALIZAÇÃO E A ESTRUTURA DA CADEIA CONSTRUTIVA.....	63
3.3 AGENTES DA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	66
3.3.1 O Construtor.....	66

3.3.2 Os Projetistas.....	70
3.3.3 Os Fabricantes.....	77
3.3.4 Empreiteiros e Mão-de-obra	80
3.3.5 Os Fornecedores.....	84
3.4 A ESTRUTURA IDEALIZADA DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO	89
3.5 ANÁLISE E PROPOSTA PARA INTEGRAÇÃO DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO	92
3.5.1 Histórico da pesquisa em construção	92
3.5.2 Proposta de trabalho para integração da cadeia.....	94
3.5.2.1 Definição das etapas dos processos construtivos	94
3.5.2.2 Ações possíveis para integração da cadeia.....	95
3.5.2.3 Workshop interno em cada setor da cadeia	96
3.5.2.4 Workshops entre os membros da cadeia	96
3.5.2.5 Ações para implementar mudanças.....	96
3.5.2.6 Envolvimento de agentes catalisadores:.....	97
3.5.2.7 Participação de agentes financiadores: governos, Finep, CNPq, Sebrae.....	97
4. ESTUDO DE CASO: EXEMPLO DE DESENVOLVIMENTO DA ALVENARIA ESTRUTURAL	99
4.1 DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS QUE COMPÕEM A EXECUÇÃO DE PAREDES EM ALVENARIA ESTRUTURAL	99
4.2 DISCRETIZAÇÃO DOS SERVIÇOS (MATERIAIS, COMPONENTES, FERRAMENTAS, EQUIPAMENTOS E MÃO DE OBRA	100
4.2.1 Unidades de alvenaria (blocos)	112
4.3 IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS POSSÍVEIS	113
4.3.1 Verga e Contraverga.....	113
4.3.2 Instalações.....	116
4.3.3 Esquadrias	118
4.4 DEFINIÇÃO DOS MEMBROS DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO QUE PODEM AJUDAR A RESOLVÊ-LO	123
4.5 DEFINIÇÃO DE POSSÍVEIS FORMAS DE INTERAÇÃO ENTRE OS MEMBROS DA CADEIA	125
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
6 REFERÊNCIAS	135

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A cadeia produtiva da construção civil se caracteriza por processos fragmentados, com pouca ou nenhuma integração entre seus agentes, bem como pela variabilidade e diversidade tanto de seus insumos como de suas atividades produtivas.

Entre as dificuldades geradas em consequência dessa fragmentação e falta de cooperação entre os envolvidos nos processos está abaixo produtividade nas atividades (NITITHAMYONG e SKIBNIEWSKI, 2004), atrasos nos prazos e elevação dos custos (DAWOOD, AKINSOLA e HOBBS, 2002).

A construção civil vem evidenciando a necessidade de aprimoramento de seu sistema de planejamento e controle da produção. E este aprimoramento, necessariamente, deve envolver toda a cadeia produtiva. Esta cadeia difere bastante dos demais setores produtivos industriais de onde surgiram e se desenvolveram os conceitos de gestão. Com isso, a indústria da construção civil vem tendo pouco avanço no que tange a sistematização de seus processos e controle de sua produção. Na construção civil, o produto é fixo e geralmente único diferente da produção de manufatura de outros setores industriais.

A indústria internacional da construção civil, em meados dos anos 90, apresentou um crescimento no desenvolvimento de sistemas (MURRAY, NKDO e LAI, 2001). A princípio estes sistemas foram desenvolvidos de forma isolada, cada um atendendo a uma finalidade específica (SOIBELMAN e CALDAS, 2000).

Segundo Aouad (1996) a necessidade de integração como habilidade de partilhar conteúdos através da informação é reconhecida há muito tempo pelo setor industrial como fator decisivo para aprimorar as comunicações entre as diversas partes dos processos construtivos. O setor tem tido avanços, mas grande parte de suas ações ainda ocorrem de forma improvisada, intuitiva e reativa, sendo um dos setores tecnologicamente mais atrasados no que relaciona a utilização de tecnologia da informação (LIMA, 2005). Este fato contribui para a baixa produtividade, os custos elevados de produção, a falta de qualidade e os altos índices de desperdício.

Segundo a autora, o diagrama geral do modelo tradicional da cadeia produtiva da construção civil, desenvolvido pela mesma, apresenta fluxos quase que diretos e individualizados, com pouca ou nenhuma relação entre os agentes e seu meio, dificultando os diversos processos da cadeia. Como consequência observa-se processos

desarticulados por falta total de integração. Esta desarticulação pode ser mostrada esquematicamente conforme diagramado na figura 1. Esta figura mostra que mesmo o construtor (empreendedor) não consegue criar fluxos de contato com os diversos agentes da cadeia.

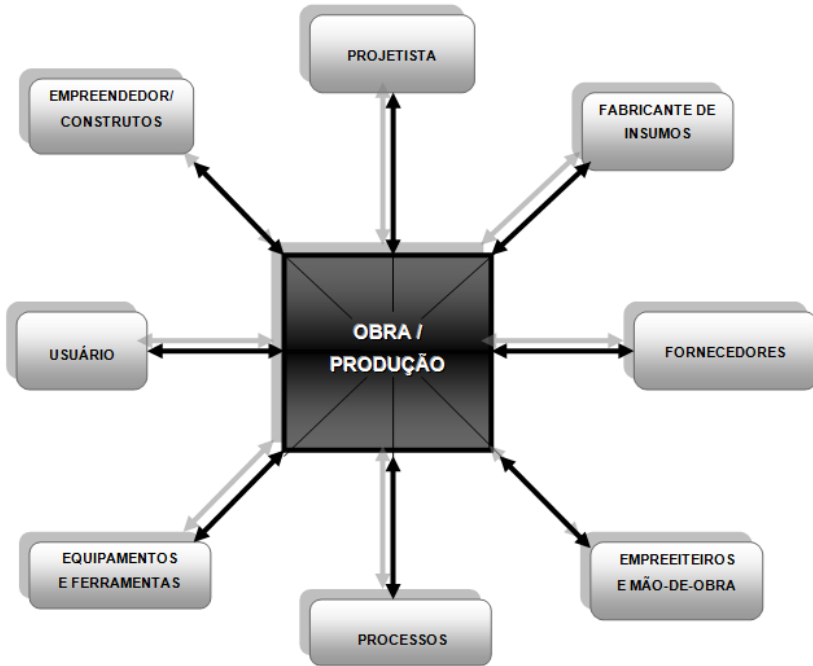


Figura 1: Modelo tradicional da cadeia produtiva da construção civil.

O modelo tradicional da construção civil é baseado em um conjunto de atividades de conversão que transformam insumos (materiais e informações) em produtos intermediários (por exemplo, uma parede de alvenaria) ou produto final (edificação)(FORMOSO,2002). Nesta situação processo de conversão é obtido da transformação de matérias primas em produtos, negligenciando outras atividades envolvidas na conversão, tais como inspeção, transporte e espera (KUREK, et al.,2005) (KOSKELA, 1992). O diagrama conceitual do modelo tradicional demonstra que os processos de produção e a interação dos agentes tende a ser focado no

controle de sub-processos individuais em detrimento do processo como todo e isto faz com que se obtenham resultados não efetivos no contexto global e com pouca ou nenhuma interação entre os meios e agentes da cadeia produtiva.

Pelas razões acima, surge como necessidade a criação de métodos e ferramentas que possam contribuir para a melhoria da qualidade da construção através da integração dos diversos segmentos da cadeia. Para tal, deve-se ter pleno domínio de cada serviço de uma construção e ser capaz de estabelecer os elos deste serviço com os diferentes setores envolvidos no processo. Uma vez conhecidas estas etapas e elos, pode-se avaliar os problemas que impedem que haja a integração entre estes e, posteriormente, estudar e desenvolver ações que permitam a efetiva integração da cadeia. Assim, pretende-se com esta dissertação pretende avaliar a construção sob a ótica de cada agente da macro cadeia da construção e, a partir desta ótica, propor formas que viabilizem a integração efetiva dos diversos agentes , visando dar uma contribuição inovadora na filosofia de gestão de produção, para que haja aumento da produtividade através da interação da cadeia produtiva. Como estudo de caso será abordada a alvenaria estrutural racionalizada.

A presente proposta é a primeira parte de um projeto FINEP que propõe o desenvolvimento de um software integrador de todo o processo construtivo em alvenaria estrutural ou racionalizada. O software terá uma biblioteca de componentes previamente trabalhados para terem conectividade com os demais e fornecerá output tanto para os fornecedores quanto para os executores da obra. O modelo sistêmico a ser proposto deverá ser entendido como uma mudança conceitual do processo tradicional de produção, visando aperfeiçoar, acima de tudo, o processo de integração entre os diversos agentes e os seus processos de gestão da produção. O modelo poderá atuar como um filtro dos principais problemas da cadeia produtiva do sistema de alvenaria estrutural e racionalizada, consolidando os princípios de construtibilidade, racionalização, conectividade, eficiência e sustentabilidade.

Conceitos apenas não contribuem para mudanças efetivas se não tiverem uma metodologia adequada para que seja possível implantar como ação o que foi pretendido pelas definições teóricas. Sendo assim a fixação das bases teóricas científicas que devem direcionar a produção devem estar bem definidas e organizadas na forma de diretrizes de integração entre os meios e agentes, visando alinhar o sistema produtivo ao modelo desejado. A principal mudança do modelo de produção

tradicional para uma nova filosofia consiste no modo de se entender os processos de forma integrada através de uma visão global, estabelecendo medidas corretivas e de interação entre os diversos processos e componentes da cadeia produtiva levando em consideração os acontecimentos durante o processo, desde a escolha da matéria prima até o produto final.

Essa dissertação foi, portanto, elaborada concomitantemente com o projeto de desenvolvimento de um sistema integrador (*software*) para projeto e execução de sistemas construtivos em alvenaria coordenada modularmente. Como parte do projeto, visa avaliar as necessidades de cada agente da cadeia e estabelecer possíveis formas de ação para dar suporte ao desenvolvimento de diretrizes para a integração dos agentes nos processos de construção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a estrutura da cadeia da construção civil e avaliar a sua integração entre seus agentes. A partir daí determinar os fatores que dificultam a integração entre os agentes e propondo alternativas para que possa haver efetivamente conectividade e integração da cadeia.

1.1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos desse trabalho têm-se:

- Identificar os vínculos entre as bases teóricas que contribuam para a compreensão dos modelos sistêmicos com foco na cadeia produtiva da construção civil;
- Definir fatores que geram dificuldades para a integração e suas consequências;
- Avaliar as consequências da falta de conectividade entre os atores da cadeia e de seus processos em estudo de caso para o processo construtivo em alvenaria estrutural;
- Propor alternativas de ações para que possa efetivamente haver integração entre os elos da cadeia construtiva.

1.2 MÉTODO

Este trabalho é qualificado por um método de pesquisa teórico-conceitual, com abordagem do tipo qualitativa. Segundo BERTO e NAKANO (1998), este método envolve a compilação de discussões conceituais a partir de uma revisão bibliográfica, a fim de elaborar modelos conceituais baseados na percepção e no entendimento do pesquisador. Ainda, conforme os mesmos autores, a abordagem qualitativa busca reduzir a distância entre a teoria e os dados, entre o contexto e a ação. E isso ocorre quando o pesquisador utiliza a lógica da análise fenomenológica, a qual objetiva compreender os fenômenos em questão através da sua descrição e interpretação.

A pesquisa foi eminentemente teórica e qualitativa.

Com base na revisão bibliográfica foram levantadas as necessidades técnicas de cada agente da cadeia construtiva, desde o construtor/empreendedor, passando pelos projetistas até a execução. A partir destas necessidades se estudou quais as dificuldades de cada elo e quem poderia ajudá-lo a resolvê-las.

O próximo passo foi definir quais os elos necessários e possíveis da cadeia da construção e a elaboração de um diagrama com uma proposta das interações e as informações necessárias para cada elo a fim de viabilizar a efetiva integração da cadeia. Na sequência, uma proposta de ação para atingir este objetivo foi formulada.

Por fim, foi feito um estudo de caso da integração da cadeia para a execução de paredes em alvenaria estrutural. Este serviço foi escolhido por ser aquele mais razoavelmente integrado entre todos os serviços da cadeia. Para tal foi feito um levantamento bibliográfico sobre todas as etapas deste processo construtivo.

1.2.1 Delimitação do Trabalho

A delimitação de uma pesquisa, Segundo Vergara (2000), refere-se à moldura que o autor coloca em estudo, explicando o que fica dentro e o que fica fora do estudo em questão, estabelecendo e demarcando o foco de análise. Devido à multiplicidade de aspectos que abrange a análise deste tema e por ser a realidade ampla e complexa, torna-se difícil analisar tal realidade em seu todo.

Neste sentido, buscou-se, na literatura, a abordagem de diversos pesquisadores, notadamente os que discorrem sobre os aspectos que ajudaram a fazer um painel abrangente da cadeia construtiva e, em

particular do projeto e execução de paredes de alvenaria estrutural, para subsidiar a formulação e proposição de soluções para o problema. Assim, o trabalho se limita a analisar dados da literatura relacionados com o objeto de estudo e partir daí proceder à análise e obtenção dos resultados esperados.

Para o estudo de caso com uma parede de alvenaria estrutural foi observada sua interação com os elementos chaves definidos pela pesquisadora, sendo eles:

- a) Verga, contra-verga
- b) Instalações complementares (hidráulica e elétrica);
- c) Esquadrias (portas e janelas).

Esta análise tem como objetivo correlacionar a problemática existente na parede de alvenaria estrutural e sua relação com os elementos chaves, bem como a influência dos agentes e processos da cadeia produtiva da construção civil.

Da mesma forma, o autor reconhece a importância da gestão da logística na construção, e embora a mesma seja mencionada ao longo do trabalho não foi objeto de estudo mais aprofundado. Portanto, apenas os aspectos técnicos construtivos (componentes, soluções técnicas e mão de obra) foram abordados com mais detalhes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 VISÃO SISTÊMICA

Para Castro e Lima (2001), segundo a teoria dos sistemas, o todo (ou o sistema) é o produto de partes interativas, cujo conhecimento e estudo deve acontecer sempre relacionando o funcionando dessas partes em relação ao todo.

Como observa Bernardes (1982), a palavra “sistema” é uma expressão verbal de uma ideia de grande extensão. Contudo fica difícil a sua compreensão com base em uma definição simples do termo, razão pela qual são também apresentadas considerações a respeito deste conceito além da breve definição do termo.

Segundo Haga *et al* (2005), a primeira consideração é sobre “limite de sistema”, ou seja, uma abstração que é aplicada pelos estudiosos para separar determinado sistema de seu particular interesse, de todos os demais que compõe o universo. Deve-se atentar que, embora muitas vezes não seja de interesse de um determinado estudioso, a ideia de estabelecer limites, o mesmo permite a apreciação de conjuntos menores de componentes interativos, facilitando o entendimento do seu funcionamento.

Do conceito de limite deriva-se outro considerado também importante apontado por Castro e Lima (2001), que é o de “hierarquia”. Enquanto o conceito de limite está relacionado com os objetivos a alcançar, o conceito de hierarquia decorre de existirem na natureza sistemas dentro de sistemas, numa ordem decrescente, onde um determinado sistema passa a ser um subsistema numa escala hierárquica mais alta e contém outro subsistema numa escala mais baixa.

Uma última consideração pode ser colocada a respeito deste conceito, que é sobre a “caracterização” ou análise de um sistema. Um sistema está caracterizado quando se definem os seus objetivos (razão pela qual ele opera); os seus insumos (elementos entrando no sistema); os seus produtos (elementos saindo do sistema); os seus limites; os seus componentes (elementos internos que transformam insumos em produtos); os fluxos (movimento de elementos entre os seus componentes), definindo as variáveis de estado e as taxas de fluxo, que podem ser utilizadas para se medir o comportamento dinâmico do sistema.

A visão sistêmica se relaciona a essa visão de sistemas, assim como o enfoque sistêmico. Este termo é frequentemente confundido

com sistemas de qualquer natureza, que por sua vez são interpretados como sistemas de gerenciamento e até como sistemas de produção. Também se confunde com o termo sistemático, que na verdade significa uma abordagem organizada de algum processo ou fato (HAGA *et al* 2005).

2.1.1 Processos

Segundo Uhlmann (2002), Processo é a meta de uma determinada produção em atingir um determinado produto, com determinadas características físicas (design, modelo), qualidade e quantidade (numero de ciclos programados). Novamente percebe-se a ação administrativa para revestir estes processos da característica da eficiência, ou seja para aumentar a saída (output) a custos menores (energia, materiais empregados pelo processador), ou nas palavras de H. Haken (1998) ao se referir a sistemas sócio técnicos “concebidos pela mente humana e pelas mãos humanas transformadas em ações” sendo aqueles não influenciáveis pelo homem atribuídos aos fatores da auto organização.

Essa percepção destes processos remete a visão sistêmica, pois constituem-se, estes processos, de diversas atividades, sub-processos ou ‘fornecedores internos’ que se agregam e dos quais emergem propriedades agregativas.

O enfoque sistêmico aplicado pela ação administrativa aos sistemas sócio técnicos procura, por conseguinte o aperfeiçoamento destes processos no intuito de obter maior eficiência (Visão da administração clássica) e eficácia (Visão da administração contemporânea). Esta visão atrelada à percepção das necessidades, ou seja, a demanda dos demais sistemas (clientes, por exemplo) acarreta nas múltiplas e amplamente aplicadas atividades de análise de sistemas (administrativos, produção, informação etc.), cujo fito, em análise ultima, é melhorar o desempenho destes processos Uhlmann (2002).

O mesmo autor acredita que nos processos destacam-se:

- Clientes: internos e externos aos quais se destina o produto (saída) do sistema.
- Atividades: as ações que compõe um processo para poder elaborar os produtos e ou serviços.
- Entradas ou Input: representam os recursos físicos/materiais/pessoas (“mão de obra”) e não físicos, como

serviços e informações, ou seja trata-se da importação de energia do ambiente.

- Fornecedores: são os sistemas do ambiente que fornecem os recursos ao sistema. Tipicamente são representados por empresas fornecedoras de bens e serviços, governo, sistema financeiro etc.

2.1.2 Cadeia Produtiva

Conceitua Jobim Filho (2002) cadeia produtiva, cadeia de valor, cadeia de suprimentos, gerenciamento de suprimentos e gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos são analisados sob diferentes abordagens pelos estudiosos do assunto ao longo dos últimos anos embora, em alguns casos, persistam conceitos poucos esclarecedores. Verifica-se ainda, que o tema é bastante estudado por áreas distintas como marketing, engenharia civil, engenharia de produção, sistemas de gestão e gerenciamento da construção, entre outras.

No conceito de Haguenuer *et al* (2000), cadeia produtiva é como o conjunto das atividades que participam das diversas etapas de processamento ou montagem que transformam matéria- prima básica em produtos finais. Para o autor, os complexos industriais constituem conjuntos de cadeias produtivas que têm origem nas mesmas atividades ou convergem para as mesmas indústrias e mercado, sendo que a extração de minerais não metálicos deu origem ao complexo da construção civil.

Na cadeia de valor (*Suppy Chain*), esclarece Lopes (2000) ela é formada por todas as atividades ligadas à empresa iniciadas com as propriedades dos atributos de futuro, detectadas pelas necessidades dos clientes consumidores até o estabelecimento das competências essenciais (incluindo as etapas dos colaboradores do sistema de distribuição dos produtos, administração da empresa e fabricação de seus produtos e seus fornecedores de matéria-prima). Esse autor questiona a visão fragmentada da cadeia de valores e sugere uma visão ampla e integrada.

Contudo, Lambert & Cooper (2000) informam que recentemente vários autores apontam diferenças significativas entre gerenciamento de cadeias de suprimentos e gerenciamento da logística, sendo a logística apenas a parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja implementa e controla o fluxo efetivo e o estoque de bens, serviços e informações, enquanto o gerenciamento da cadeia de suprimentos é a integração dos processos chaves do negócio, a partir do usuário final e

através dos fornecedores de produtos, serviços e informações que agregam valores aos clientes e a todos os envolvidos direta e indiretamente.

Verificaram London & Kenley (2000) que os clientes e as organizações precisam “compreender” as cadeias produtivas dos materiais e componentes, uma vez que, deste entendimento pode-se promover resultados positivos em cada etapa da cadeia, no projeto e finalmente no cliente. Segundo os autores, a natureza temporária e a incerteza nas abordagens teóricas sobre o assunto precisam ser muito discutidas.

Constatou Jobim Filho (2002) que alguns autores analisam as cadeias sob a perspectiva da logística ou sob o enfoque da interação de componentes interdependentes. Outras definições focalizam a distribuição física ao longo da cadeia ou, ainda, conceituam as cadeias em dois níveis distintos: estratégicos e táticos. Possivelmente as divergências nos conceitos emergiram do estudo da logística, a literatura de marketing discute amplamente o assunto.

Os conceitos de cadeia de suprimentos para que sejam aplicados em macro-complexo da construção civil, frequentemente caracterizado como atrasado por vários analistas das mais variadas áreas, pela sua fragmentação e baixa produtividade, é necessário ser analisada quanto ao gerenciamento da cadeia sob uma óptica estratégica, valor ao cliente e efetiva economia para a organização.

Conforme Rodrigues & Pires (1997), um dos objetivos básicos da gestão das cadeias de suprimentos é maximizar e tornar realidade os potenciais sinergias entre as partes da cadeia, de forma a atender um cliente mais eficazmente.

2.1.3 Cadeia de Suprimentos

O sucesso da organização individual esta cada dia mais relacionado à sua habilidade em competir desempenhando diferentes papéis nas cadeias de suprimentos dinâmicas e virtualmente conectadas em nível global, e não pela sua atuação como organização isolada e estática (GULATI, NOHRIA & ZAHEER, 2000).

Elucida Jobim Filho (2002) que a estrutura da cadeia de suprimentos é representada por todas as empresas, desde a matéria prima até o cliente final. O número de cadeias depende de vários fatores, incluindo a complexidade do produto, o número de fornecedores disponíveis e a disponibilidade de matérias primas. A dimensão das

cadeias inclui o seu tamanho e o número de fornecedores e clientes em cada nível.

O quadro1 demonstra os principais conceitos relacionados.

Quadro1: Cadeia de Suprimentos – Conceitos

CADEIA PRODUTIVA	<p>É o conjunto de atividades econômicas que se articulam progressivamente, desde o início da elaboração de um produto até o produto final, a distribuição e comercialização. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO/2001</p>
	<p>É o conjunto das atividades que participam das diversas etapas de processamento ou montagem que transformam matérias-primas básicas em produtos finais. HAGUENAUER /2000</p>
CADEIA SUPRIMENTOS	<p>É o conjunto de processos inter/intra-empresarial que produz e entrega bens e serviços aos clientes. Abrange atividades tais como obtenção da matéria prima, programa de produção e o sistema de distribuição física, apoiados pelo fluxo de informações. BOVET & MARTHA/2000</p>
	<p>São redes de empresas que se sucedem desde a extração dos recursos naturais, sua transformação em materiais primários, fabricação de componentes, subconjuntos, conjuntos, montagens finais, armazenagem e distribuição até a chegada do produto nas mãos do cliente final e que, após o seu ciclo de vida útil, se ocupam da sua reciclagem; responsáveis pelo fluxo inverso de materiais e informações e pela redução dos custos de transação a um mínimo indispensável. MARTINS & ALT/2002.</p>
	<p>É a rede de organizações que estão interligadas através de links nos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços nas mãos do cliente final. CHRISTOPHER/1992</p>
	<p>É o fluxo de materiais, informações e capital entre as diferentes partes ou funções organizacionais.</p>

	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT)/1998
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	Visão expandida, atualizada e sobretudo holística da administração de materiais tradicional, abrangendo a gestão de toda a cadeia produtiva de uma forma estratégica e integrada. PIRES/1998
	É a integração dos processos chaves do negócio, a partir do usuário final e através dos fornecedores de produtos, serviços e informações que agregam valor aos clientes e a todos os envolvidos direta e indiretamente. LAMBERT & COOPER/2000
	É o conjunto de atividades funcionais que é repetido muitas vezes ao longo do canal de suprimentos, através do qual as matérias primas são convertidas em produtos acabados e o valor é adicionado aos olhos dos clientes. BALLOU/2001
	É a administração do sistema de logística integrada da empresa. Seu objetivo é satisfazer rapidamente o cliente, criando um diferencial com a concorrência e minimizar os custos financeiros, pelo uso do capital de giro, e os custos operacionais, diminuindo desperdícios e evitando ao máximo atividades que não agregam valor ao produto, tais como as esperas, armazenamentos, transportes e controles. MARTINS & ALT/2001
GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS	Para alguma organização, o gerenciamento sustentável das cadeias de suprimentos representa a integração e o gerenciamento dos aspectos sociais, éticos, ambientais e econômicos através das cadeias de suprimentos. CHARTER ET AL./2001

Fonte: (adaptada de JOBIM FILHO, 2002)

Deve possuir conhecimento e entendimento de como funciona a estrutura da cadeia de suprimentos. A sugestão de Lambert *et al* (2000) é que a estrutura tenha três aspectos primários: os agentes da cadeia, a dimensão estrutural e os diferentes tipos de processos interligados através da cadeia.

Quando se refere aos agentes da cadeia incluem-se todas as empresas com as quais a empresa foco interage diretamente através dos fornecedores ou clientes, desde o ponto de origem até o ponto de consumo.

Os agentes primários da cadeia de suprimentos são todas as empresas autônomas ou negócios estratégicos. Já os agentes de suporte são as empresas que fornecem recursos, conhecimentos, serviços ou bens para os agentes primários.

Consoante Jobim Filho (2002) a definição dos agentes primários e agentes suportes possibilita definir o ponto de origem e o ponto de consumo da cadeia de suprimentos. O autor acredita que todos os fornecedores dos agentes no ponto de origem são suportes e o ponto de consumo é onde o produto é consumido e não há mais adição de valor.

2.1.4 *Supply Chain Management* – SCM

O conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimento (em inglês, *Supply Chain Management*) surgiu como uma evolução do conceito de Logística. Entre as décadas de 50 e 70, havia pouco interesse pelas empresas na questão logística, que tinham como as suas áreas de interesse a compra e venda do produto. Entre 1970 e 1990, com as ideias de Qualidade Total sendo imposta nas empresas, a Logística conseguiu estabelecer os seus princípios básicos e começou a colher os seus benefícios, passando neste período por um estado, definido pelos autores, de semimaturidade (Ballou, 1993 e Ching, 1999).

Com o advento da globalização, da customização e a terceirização, a partir de 1990, Logística virou o principal elo entre a administração de materiais e a distribuição física, com o objetivo de passar para as empresas uma vantagem competitiva, sem a redução dos seus níveis de serviços. Esta abertura econômica trouxe algo a muito perdido: parâmetros. Não se sabia o que era caro ou barato. Com a expansão das importações, o grande ganho do consumidor foi à comparação.

Ambientes de negócios mudam de forma muito rápida. Por isso, os gerentes de logística precisam regularmente adaptar seus sistemas logísticos e precisam fazê-lo rapidamente. Segundo Dornier (2000), quatro forças dirigem as mudanças do ambiente do negócio:

- **O mercado:** muda sob influência de produtos, necessidades de clientes, expectativa de serviços logísticos, mudança de localização geográfica, etc.

- **A concorrência**: ela incita as companhias a modificarem suas cadeias logísticas de suprimentos de forma contínua. A gestão de logística pode ser o meio de diferenciação para uma empresa em particular.
- **A evolução tecnológica**: frequentemente oferece novos recursos. As mudanças de tecnologia afetam a logística sob a forma de inovações de manufatura que permitem meios mais eficientes de mudar o mix de produção. A tecnologia de informação, em particular, transformou a forma como funciona a gestão de operações e logística. A maior revolução tecnológica na área dos transportes foi a utilização de containers com a compactação de cargas em grandes caixas, otimizando sua movimentação e diminuindo a estadia de navios nos portos e, conseqüentemente, gerando economias de escala para armadores, operadores logísticos, transportadoras e clientes.
- **A regulamentação governamental**: frequentemente, têm impactos significativos nas atividades logísticas. Por exemplo, regulamentações governamentais na Europa exigem que os fabricantes recolham os materiais de embalagens em seus clientes. Isto se chama logística reversa. Essas regulamentações criaram redes logísticas inteiras ao redor da gestão dos fluxos reversos das embalagens usadas.

Esses quatro fatores levam as empresas a ajustar suas estratégias e táticas de logística continuamente.

Segundo Ballou (2001) as atividades Logísticas dividem em dois grupos: as essenciais e as de apoio. As atividades essenciais para a função Logística, também chamada de atividades primárias, são divididas em: gestão de estoques, processamento de pedidos e transporte. As atividades que dão o apoio às atividades primárias, denominadas de atividades secundárias, incluem a armazenagem, manuseio de materiais, embalagens de proteção, programação de produtos e manutenção de informação.

Uma visão detalhada, proposta por Ballou (2001), com relação à missão da Logística, é a da disponibilidade de mercadorias e/ou serviços certos, no lugar certo, no tempo certo e nas condições ambientais desejadas, fornecendo paralelamente uma maior contribuição à empresa.

Aclara Christopher (1997) dizendo que a logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informação correlatada) através da organização e seus canais de marketing, de modo

a poder maximizar as lucratividades presentes e futuras através do atendimento de pedidos a baixo custo.

O salto da Logística para o *Supply Chain Management* surge no momento em que ocorre a integração da companhia para a parte externa, com os seus fornecedores e clientes, passando a existir à troca e o compartilhamento de informações e ações, para se alcançar um relacionamento estratégico e duradouro, criando um benefício competitivo para todos.

No que se refere à integração, ela só é possível com recursos tecnológicos: **hardware e software** e redes de comunicação.

A transferência e o gerenciamento eletrônico de informações proporcionam uma oportunidade de reduzir os custos logísticos mediante sua melhor coordenação, além de permitir o aperfeiçoamento do serviço baseando-se principalmente na melhoria da oferta de informações aos clientes.

Desta forma, Martins & Alt (2001) afirmam que o gerenciamento da cadeia de suprimentos, ou *supplychain management*, nada mais é do que administrar o sistema de logística integrada da empresa e o seu objetivo é satisfazer rapidamente o cliente, criando um diferencial com a concorrência, e minimizar os custos financeiros pelo uso do capital de giro, e os custos operacionais, diminuindo desperdícios e evitando ao máximo atividades que não agregam valor ao produto, tais como as esperas, armazenamentos, transportes e controles.

2.1.5 Gestão da Cadeia de Suprimentos

Sua definição é administrar o sistema de logística integrada da empresa, envolvendo o uso de tecnologias avançadas (como pesquisa operacional), planejar e controlar uma difícil rede de fatores visando produzir e distribuir produtos e serviços para satisfazer o cliente.

O interesse no gerenciamento da cadeia de suprimentos está crescendo rapidamente entre as empresas em todo o mundo. Atrás deste desenvolvimento estão o aumento da pressão da competitividade e a crença que o relacionamento cooperativo dentro das cadeias de suprimentos se possam criar uma vantagem competitiva. As empresas abandonaram a abordagem antagonista entre os atores do negócio em favor de um estilo de gerenciamento integrativo, focado na coordenação das atividades ao longo da cadeia de suprimentos na busca do aumento da eficiência organizacional, com o objetivo de alcançar ou manter sua

posição competitiva, melhorar o tratamento ao cliente e aumentar a lucratividade (GUNASEKARAN; PATEL; TIRTIROGLU, 2001).

Dentro de uma cadeia de suprimento é importante a sua coordenação, entretanto, é difícil. Os entraves são devidos à complexidade induzida pelo amplo número de atividades relacionadas e interdependentes na cadeia de suprimentos e pelo número de elos e atores em cada elo (HOLMBERG, 2000).

Os efeitos de certas ações devem ser separados da sua causa, tanto no tempo quanto no espaço, e a divisão funcional da responsabilidade ao longo da cadeia de suprimentos aumenta a sua complexidade. O entendimento das interdependências e das complexas relações causais na cadeia de suprimentos é crucial para o gerenciamento bem sucedido destas atividades (HOLMBERG, 2000).

Aliado a isso, é válido salientar que o conceito de gestão ou gerenciamento da cadeia de suprimentos enfoca o cliente como destaque principal, pois todo o processo deve partir do mesmo, procurando equacionar a cadeia para atendê-lo na forma por ele esperada.

O Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT- *Massachusetts Institute of Technology*) define gerenciamento integrado da cadeia de suprimentos, um enfoque integrado, orientado para o processo, visando adquirir, produzir e entregar produtos e serviços ao cliente. Submerge subfornecedores, fornecedores, operações de transformação, estocagem, distribuição, atacadista, varejista e cliente finais.

Asseguram Martins & Alt (2000) que o benefício do gerenciamento da cadeia de suprimentos é gerar vantagem Competitiva, reduzindo custos na cadeia de distribuição e aumentando o relacionamento entre clientes e fornecedores.

Assim, a Gestão da Cadeia de Suprimentos é o processo que visa alinhar todas as atividades de produção de forma sincronizada, reduzindo custos, minimizando ciclos e maximizando o valor percebido pelo cliente final por meio do rompimento das barreiras entre departamentos e atores intra e interfirmas (WOOD JR.; ZUFFO, 1998). A busca de sintonia entre os atores da cadeia de suprimentos é o objetivo fundamental da sua gestão, de forma a gerar valor ao cliente final. Entretanto, a grande questão com que se defrontam atualmente as empresas é como construir essa sintonia, de forma a utilizar adequadamente os recursos disponíveis e aumentar a competitividade de toda a cadeia (BATALHA; SILVA, 2001).

2.1.6 Gerenciamento Sustentável da Cadeia de Suprimentos

A definição de cadeia de suprimentos sustentável evolui a partir dos conceitos de logística, cadeia de suprimentos e sustentabilidade. O gerenciamento sustentável das cadeias de suprimentos representa, para algumas organizações, a integração e o gerenciamento dos aspectos sociais, éticos, ambientais e econômicos através das cadeias de suprimentos (CHARTER *et al* 2001). Considera-se, contudo, que as cadeias representam a produção e o consumo sustentável e envolvem empresas, governo, comunidade e usuários que contribuem com a qualidade ambiental e, conseqüentemente, com a produção e o uso eficientes de recursos naturais, minimizando os desperdícios e otimizando os produtos e serviços.

A peça principal que deve influenciar o sucesso do gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos está no poder das empresas foco, que deve exigir de seus fornecedores maior controle e eficiência no uso dos recursos naturais na fabricação de seus produtos.

A maioria das empresas considera que o termo “sustentável” no gerenciamento da cadeia de suprimentos representa apenas o aspecto de sobrevivência econômica e não a abrangência global do termo. Já outras, porém, considera a sustentabilidade uma perspectiva de desenvolvimento e perpetuação do negócio para futuras gerações.

A indústria da construção civil possui vários fatores que impactam diretamente no meio-ambiente. Estes impactos advêm de diferentes áreas, incluindo extração de matéria-prima, montagem de componentes, transporte e construção. Em pesquisa na Grã-Bretanha, constatou-se que 10% da emissão de CO₂, provém da produção de materiais de construção (*The Sigma Project* 2002). Por outro lado, a construção civil está associada a um grande número de insumos sociais, incluindo o desenvolvimento de casas populares a preços adequados, obras públicas com envolvimento de insumos locais promovendo o desenvolvimento do trabalho regional.

Na política ambiental requer uma maior integração entre todos os elos das cadeias, visando os problemas ambientais e pressupondo que os resultados almejados serão alcançados através da tomada de múltiplas decisões em nível micro. O responsável pela especificações dos materiais e componentes na construção civil precisa entender sua posição com ator relevante no processo de redução dos impostos ambientais dos matérias e componentes ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima utilizada na produção, as emissões

durante a produção, os processos, uso, reciclagem/reutilização e, finalmente, o impacto ambiental que os resíduos produzem na natureza. Desta forma, a cadeia de suprimentos sustentável pode ser descrita, em termos técnicos, como a avaliação e a qualificação que ocorre durante os vários estágios do ciclo de vida de um produto e, em termos sociais e econômicos, a abordagem das relações entre todos os atores envolvidos na cadeia (JOBIM FILHO, 2002).

A ênfase na produção sustentável é apenas parte da análise da cadeia e focaliza a melhor do desempenho ambiental, enquanto o consumo sustentável dirige-se à demanda e abordam os bens e serviços requeridos, satisfazendo as necessidades básicas, melhorando a qualidade de vida dos usuários. O consumo sustentável implica na conscientização das gerações atuais sobre a necessidade de melhoria da qualidade de vida das gerações futuras.

2.1.7 Cadeia Produtiva da Construção Civil

Segundo a versão final do documento Fórum Construção do Ministério da Ciência e Tecnologia (2000), “a cadeia produtiva da construção civil no Brasil é composta por um grande número de indústrias e setores prestadores de serviços, cada qual com sua estrutura setorial própria e de naturezas bastante distintas entre elas, do ponto de vista econômico e industrial.” Na estrutura básica de composição da cadeia sugerida no referido documento, o foco da cadeia é o produtor de bens finais (edifícios, sistemas de infra-estrutura e estruturas de processos industriais), enquanto que os produtores de matérias primas básicas e os produtores de materiais e componentes e sistemas construtivos são fornecedores dos primeiros.

Já especificamente no complexo de materiais de construção, Souza *et al* (1993) seleciona as seguintes cadeias produtivas: 1. extração e beneficiamento de minerais não-metálicos (areia, pedra britada, amianto, calcário, argila, gesso, pedras para revestimento); 2. insumos metálicos (extração e beneficiamento de ferro, alumínio e cobre, aço estrutural, esquadrias de ferro fundido e alumínio, tubos de aço e cobre, fios e cabos elétricos de alumínio e cobre, pregos, parafusos e ferragens para esquadrias); 3. madeira (extração vegetal, beneficiamento, chapas, componentes); 4. cerâmica e cal (cerâmica vermelha, cerâmica para revestimentos, louças sanitárias, cal, vidro); 5. cimento (cimento amianto, concreto pré-misturado, argamassas industrializadas, elementos e componentes pré-fabricados, artefatos de

cimento) e 6. insumos químicos (materiais plásticos, tintas e vernizes, aditivos e adesivos, materiais betuminosos, materiais isolantes).

Destaca Jobim Filho (2002) certo grau de dificuldade no estudo, em função das diferenças de complexidade dos materiais e componentes numa única cadeia. É o caso, por exemplo, da cadeia da cerâmica e cal, que envolve desde a cal hidratada, blocos e telhas cerâmicas, até as louças sanitárias e os vidros planos.

2.2 RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Acredita Cesar (2007) que o significado de racionalização, até mesmo em dicionários pode ser facilmente entendido tanto pelo meio técnico como coloquialmente, no mais usado dicionário brasileiro, o significado de racionalização é “ação ou efeito de racionalizar”, sendo que o mesmo conceitua o termo racionalizar como “tornar racional ou reflexivo; tornar mais eficiente; aprimorar, aperfeiçoar; (processos e métodos), para que se evitem perda de tempo e desperdício”. Com este significado bastante elucidativo, pode-se ter uma visão bastante abrangente em relação a todos os conceitos já relatados por diversos autores, e no final todos tem um mesmo sentido, que como vemos acima se resume em apenas uma palavra “racionalizar”.

A partir da definição citada Barros (1996) acrescenta que, ao se transferir este conceito para a área específica de construção, pode-se entender a racionalização como o esforço para tornar mais eficiente à atividade de construir, o esforço para se buscar a solução ótima para os problemas da construção.

Para alguns autores, este conceito é muito abrangente e extrapola a aplicação de medidas de otimização às fases dos empreendimentos da construção civil. Sendo assim, a mesma passa pela mudança de todo o setor da construção e depende de muitas ações institucionais, como adoção por todo o setor de normalização e padronização.

Nas palavras de Rosso (1990) “racionalização é o processo mental que governa a ação contra os desperdícios temporais e materiais dos processos produtivos, aplicando o raciocínio sistemático, lógico e resolutivo, isento do influxo emocional”. Sendo assim pode-se entender por racionalização de um processo de produção, um conjunto de ações reformadoras que substituem as práticas convencionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, eliminando a causalidade nas decisões.

Consoante Sabatini (1989) existe um contraste entre os conceitos de racionalização a racionalização construtiva e racionalização da construção:

- “Racionalização da construção é um 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.”
- “Racionalização construtiva é um processo composto pelas ações que tenham como finalidade aperfeiçoar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.”

A racionalização construtiva pode ser alcançada através da aplicação de alguns princípios, como os de projeto integral, construtibilidade, desempenho e ferramentas de qualidade, entre outros. Tais princípios são ferramentas básicas para nortear ações que buscam o aumento do nível organizacional do empreendimento, e podem ser aplicados desde sua concepção até as intervenções pós-venda. (VALLE, 2006).

Ressalta Melhado (1994) que a racionalização é tão abrangente que suas diretrizes podem ser aplicadas a qualquer técnica e método a qualquer circunstância tecnológica, dessa forma, percebe-se a importância da racionalização construtiva como uma fundamental "ferramenta" em programas de melhoria da qualidade, com aplicação direta e resultados significativos mesmo em curto prazo.

O processo construtivo tradicional, por sua vez, significa a implantação de medidas de padronização de componentes, simplificação de operações e aumento da produtividade com redução de desperdícios pela eliminação de procedimentos corretivos e de ajustes de componentes. No entanto, a maior parte destas medidas tem que ser adotadas ainda na etapa de projeto, pelas suas implicações quanto a dimensões, especificações e detalhes que são incorporados (MELHADO, 1994).

Informa Silva (1991) que as condicionantes que determinam à racionalização são o planejamento e as decisões tomadas à concepção de projeto de um produto. Esses fatores fazem com que o potencial de racionalização do sistema adotado seja aproveitado em sua íntegra, pois o projeto funcionando como idealizador do empreendimento apresenta as condições ideais para a implantação da estratégia construtiva, devido

ao seu potencial de agregar todos os condicionantes do processo produtivo.

Alguns autores, também entendem a racionalização como parte ou instrumento da industrialização (FRANCO, 1992).

Sugere Silva (1991) que quanto menor for à incidência de atividades de ajuste e transporte e menor for o tempo destinado a estas atividades, e quanto mais o sistema se direcionar para a predominância de operações de associação e montagem maior será o índice de racionalização.

Nesse contexto pode-se citar como um exemplo de racionalização construtiva a alvenaria estrutural, pois transforma a execução da obra em um processo de montagem, uma vez que a mesma é concebida sob os princípios da coordenação modular, o que traz maior otimização à construção e confere maior racionalização ao sistema construtivo. Ressalta-se também a importância da integração desta cadeia, objetivo deste trabalho, para que a racionalização seja feita de modo eficiente evitando os problemas existentes.

2.2.1 Sistema Construtivo

No sistema construtivo é necessário definir precisamente alguns termos comumente empregados no contexto da construção civil. Estas definições serão apresentadas para os seguintes termos: técnica, método, processo, sistema, elemento e componente construtivos.

Define-se técnica construtiva como “um conjunto de operações empregadas por um ofício particular para produzir parte de uma construção” (SABBATINI, 1989).

Já o método construtivo é “um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação” (SABBATINI, 1989). No processo construtivo se constitui em um conjunto de métodos construtivos determinados e específicos, ou ainda, “é organizado e bem definido modo de se construir um edifício” (SABBATINI, 1989).

Contudo, o sistema construtivo é considerado um processo mais complexo, de melhor definição e tecnologicamente mais avançado. Sabbatini (1989) o define como “um processo construtivo de elevados níveis de organização e industrialização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente interligados pelo processo”.

Completa-se essa definição de sistema construtivo com a seguinte descrição:

A edificação é observada como um conjunto de partes agrupadas compondo uma unidade. Este conjunto de partes é definido como um sistema construtivo e cada uma das partes como um subsistema elaborado individualmente, porém em coordenação com os demais para, coletivamente, atenderem os requisitos previamente determinados para a edificação (BONIN, 1987).

Considerando as partes da edificação, subsistema, elemento e componente, adotam-se os conceitos da ISO 6241 (1984 *apud* CÉSAR, 2002):

- Subsistema é a parte de um edifício composta por vários elementos construídos, preenchendo uma ou várias funções necessárias ao cumprimento das exigências do usuário.
- Elemento é o conjunto de componentes utilizados juntamente, montados, fixados e acabados no canteiro.
- Componente é o produto manufaturado em unidades de pré-fabricação como uma unidade distinta para servir a uma função específica ou várias funções.

Especificados estes termos, especialmente o relativo ao sistema construtivo, remete-se a construção ao grau de industrialização. A industrialização está essencialmente associada aos conceitos de organização e de produção em série. Seu objetivo é implementar a escala da produção através de técnicas mais avançadas, com um resultado econômico e qualitativo.

No primeiro momento histórico a industrialização, foi incluída ao progresso tecnológico através do ingresso da mecanização, ou seja, de ferramentas e máquinas mais evoluídas para a produção de bens. Já em seu segundo momento, transformaram-se os mecanismos no sentido de ajustá-los à execução de determinadas tarefas. Nessa fase, a máquina substituiu o homem na capacidade de repetir um ciclo sempre igual, focando a montagem em série apesar disso, a máquina ainda depende da ação do operário. Desta forma na próxima fase da industrialização, a máquina é acionada pelo homem, mas funciona por conta própria, pois o seu controle é automatizado, funcionando através de programas operacionais (BRUNA, 2002).

A contribuição da industrialização é significativa nas modificações substanciais da arte e da técnica construtiva. Os componentes da construção passaram a ser manufaturados e então montados no canteiro. No entanto, explica Bruna (2002) que não se deve confundir industrialização com pré-fabricação. A pré-fabricação é uma fase de um processo de industrialização mais amplo e complexo, e pode ser entendida como uma racionalização do sistema de construção. Enquanto a industrialização envolve a organização e a produção em série, de acordo com uma mecanização no processo, a pré-fabricação consiste na fabricação industrial, fora do canteiro, de partes da construção que podem ser montadas no canteiro.

O sistema de produção da construção é classificado como sistema fechado ou sistema aberto.

2.2.2 Sistema Fechado

A primeira ideia a se disseminar foi à ideia dos sistemas fechados no processo da introdução da industrialização na construção. Nestes sistemas, os componentes produzidos por uma empresa não são intercambiáveis e compatíveis com componentes de outra empresa. A compatibilidade existe apenas entre componentes, elementos e subsistemas de uma mesma indústria. O uso dos princípios dos sistemas fechados não é muito aceito, pois sua rigidez é conflitante com a situação do mercado de edificações que busca a aplicação da variedade de produtos disponíveis comercialmente (DORFMAN, 2002).

Alude Rosso (1976) que a industrialização fechada está estritamente vinculada à continuidade de mercado, pois a relação entre edificação e produto não pode se beneficiar da função estoque. Na industrialização fechada não é possível a escolha de componentes variados ou a permutabilidade destes. Comumente, quando um produto é composto por peças específicas e exclusivas, o consumidor depende do mesmo fornecedor para executar possíveis trocas de peças, limitando assim o ciclo de vida do produto. Enquanto há demanda do produto, os seus componentes são fornecidos pela indústria, no entanto, quando há redução na demanda ou quando o produto sai do mercado, os componentes se tornam escassos, prejudicando os clientes que adquiriram o produto, e conseqüentemente todo o produto é descartado e substituído por um novo.

Geralmente, os sistemas fechados de construção, não trabalham com a independência dos componentes pré-fabricados de cada

subsistema. Dessa maneira, a edificação reduz suas possibilidades de flexibilidade e intervenção, na manipulação de volumes, o rearranjo espacial e a manipulação dos componentes dos subsistemas.

2.2.3 Sistema Aberto

Os sistemas abertos caracterizam-se pela flexibilidade da construção. Nestes sistemas, a produção de componentes para o edifício não está limitada a um único fabricante e os componentes de diferentes fabricantes são intercambiáveis entre si. (SABBATINI, 1989). Em outra definição, diz-se que o sistema aberto consiste no encaixe de componentes que não foram concebidos por uma mesma pessoa (BLACHÈRE, 1977 *apud* CÉSAR, 2002).

Após a 2ª Guerra Mundial, o sistema aberto apresentou-se como solução racional para habitações mínimas. Consistia em pré-fabricar elementos, aumentando as possibilidades de especialização, de padronização e de produção em massa. As características básicas de um sistema aberto são definidas por: peças substituíveis por outras de diferentes origens; peças intercambiáveis, podendo assumir diferentes posições na composição espacial arquitetônica de uma mesma obra; peças combináveis entre si, formando conjuntos múltiplos e maiores; e peças permutáveis por uma peça maior ou por um conjunto de peças menores (BRUNA, 2002).

A flexibilidade de um sistema construtivo é a capacidade de compatibilizar o maior número possível de combinações de componentes, elementos e subsistemas. Avalia Bonin (1987), “o conceito de flexibilidade está relacionado com a possibilidade de se produzir diferentes edificações a partir de um conjunto de subsistemas e com a possibilidade de se alterar a edificação facilmente durante o tempo de sua utilização”. Além da satisfação do usuário pela composição espacial adaptada a sua necessidade, a flexibilidade é também interessante para possibilitar a aplicação de materiais disponíveis regionalmente.

Sobre a flexibilidade de um conjunto de subsistemas, o *Educational Facilities Laboratories – EFL* (1963 *apud* BONIN, 1987) descreve quatro aspectos a serem enfocados:

- variedade espacial: utilizar os mesmos conjuntos de subsistemas para a produção de diferentes edificações ou de diferentes espaços funcionais que atendam uma larga faixa de necessidades dos usuários;

- mudança imediata: relacionado com a realização de pequenas alterações na edificação, necessárias em sua operação diária.
- variabilidade a longo prazo: realização de consideráveis rearranjos dos espaços funcionais durante o tempo de utilização da edificação. Este aspecto permite o planejamento prévio de uso futuro da edificação prevendo a possibilidade de se alterar os espaços através de desmontagem e remontagem dos subsistemas sem a necessidade de ajustes especiais.
- expansão: aumento da capacidade funcional da edificação através de acréscimos que não demandam custos elevados em demolições e interrupções da atividades dos usuários.

Acrescentar as características da flexibilidade dos sistemas abertos às construções de habitações sociais permitirá aos moradores adequarem os espaços construídos às exigências de suas novas situações. Este fator é importante, pois “para a maioria da população, as condições financeiras não permitem a aquisição de uma habitação que atenda, desde o início, todas suas necessidades” (INO, 1992).

A produção e a composição dos subsistemas, elementos e componentes da construção padronizados estão diretamente relacionados com a capacidade de cumprir os requisitos de flexibilidade, permutabilidade, compatibilização e conectividade nos sistemas abertos.

2.2.4 Conectividade e Compatibilidade nos Sistemas Abertos

Cada vez mais a indústria da construção está modificando a forma de construir em canteiro usando elementos básicos para um processo de montagem: partes completas e complexas de edifícios são manufaturadas nas fábricas e montadas no canteiro de obras. Esse desenvolvimento tem resultado em processos construtivos mais eficazes, reduzindo o tempo de construção e aumentando a qualidade das partes. Contudo, a qualidade global do edifício não é verificada somente pela qualidade das partes componentes, mas principalmente pela maneira com a qual elas são unidas (PEREIRA, 2005).

A versatilidade e a intercambiabilidade dos sistemas abertos dependem da viabilidade de união e conexão entre subsistemas, elementos ou componentes. As interconexões entre as partes são as áreas de contato, união ou interferência entre estas. A ênfase da coordenação, em alguns países, que anteriormente era focada apenas na posição e na dimensão das partes da edificação, agora é focada também na conectividade delas. Na coordenação conectiva, segundo a

denominação de Cuperus (2001), a importância não está apenas na quantidade de elementos construtivos a serem utilizados, mas também na possibilidade de conectividade entre os diversos elementos e subsistemas. Usando essa ótica, a qualidade da edificação em geral não é apenas determinada pela qualidade das suas partes, mas também pela forma com a qual estas são reunidas e conectadas entre si. Para conservar elevado o nível de qualidade, tais conexões devem estar bem decididas e coordenadas, pois só assim dois ou mais componentes serão posicionados na edificação sem a necessidade de adaptações ou retrabalho.

Os sistemas abertos devem seguir regras de dimensionamento, posicionamento e interface de elementos. Os elementos produzidos, inclusive quando de indústrias distintas, podem se relacionar e gerar diversas combinações entre si, desde que estes respeitem um padrão dimensional e qualitativo. Este critério de coordenação dimensional possibilita a utilização polivalente dos elementos, e, conseqüentemente, uma diversidade de composição espacial arquitetônica com qualidade. A aplicação da coordenação modular é requisito essencial nos sistemas abertos (BRUNA, 2002; CÉSAR, 2002).

Conforme Espíndula (2010), a adoção da coordenação dimensional e a normalização de elementos e de componentes visam organizar as dimensões da construção, de maneira a reduzir a variedade de tamanhos de componentes produzidos, permitindo seu uso sem modificações no canteiro-de-obra e garantindo flexibilidade de composição arquitetônica.

No entanto, a maioria das indústrias de materiais de construção limita-se a produção de suas unidades sem a menor preocupação em oferecer um produto que seja coordenado em relação aos demais. Não há preocupação com a pesquisa dimensional e com a oferta de material de catálogo, ou seja, de material aplicado aos sistemas abertos. Cada empresa, ou grupo de empresas, orienta-se segundo critérios próprios, direcionadas à fabricação dos produtos finais e não à fabricação de componentes coordenados (BRUNA, 2002).

Afirma Rosso (1976), a normalização dos componentes se propõe à obtenção de produtos idênticos que adotam uma linguagem comum e características básicas definidas por uma norma de uso e desempenho, a fim de permitir sua permutabilidade. A normalização constitui-se em: simplificação, tipificação, unificação, padronização e integração. Pela ótica do autor a simplificação é a otimização e a eliminação dos supérfluos do componente. A tipificação é a redução dos tipos e a classificação de tipologias através da análise de suas características

funcionais, construtivas e morfológicas. A unificação reduz os tipos através da combinação de duas ou mais classes de elementos. A padronização consiste na aplicação da simplificação, da tipificação e da unificação, acrescentando a permutabilidade.

Padronizar significa uniformizar, criar um modelo. E, por último, a integração é a associação de produtos de categoria e de procedência distintas, idênticos ou não, propiciando a unidade, a continuidade e a harmonia do produto final.

A integração de um ou mais elementos ou subsistemas é sustentada pelo conceito de compatibilidade. No pensamento de Bonin (1987), a compatibilidade envolve os aspectos funcionais, dimensionais, físicos e simbólicos que são a **compatibilidade funcional**: é a integração entre subsistemas que satisfaçam um determinado requisito funcional da edificação; **compatibilidade dimensional**: está relacionada com a coordenação modular das dimensões físicas dos subsistemas, considerando suas tolerâncias. Estuda as condições de se unir, justapor ou traspasar dois subsistemas sem a necessidade da realização de ajustes especiais; **compatibilidade de material**: estuda os efeitos das interações físicas, químicas e biológicas existentes na interface dos subsistemas, identificando processos de degradação e perda da qualidade dos materiais constituintes dos subsistemas; **compatibilidade simbólica**: está relacionada à reação perceptiva dos usuários ao conjunto integrado de subsistemas.

A integração das partes pode ser conseguida através de três condições de compatibilidade: **geométrico-dimensional**, mediante a aplicação dos princípios da coordenação modular; **associativa ou mecânica**, através da normalização das juntas; e **funcional**, relacionada ao desempenho da edificação como um todo e de suas partes (ROSSO, 1976).

2.2.5 Construtibilidade

Em meados dos anos 80 surgiu o conceito no Reino Unido, conhecido como “*buildability*”, considerado como o estágio em que a etapa de concepção procura facilitar os processos construtivos, e nos Estados Unidos como “*constructability*”, que é a integração do conhecimento e da experiência construtiva em todas as fases do empreendimento. No Brasil, os dois conceitos são entendidos como um só (VALE, 2006).

Tradicionalmente, os projetos são elaborados pelos projetistas e a obra executada pelos engenheiros, muitas vezes há dificuldade de comunicação entre esses profissionais durante as diferentes etapas do empreendimento. A falta de experiência em execução das obras pelos projetistas pode afetar diretamente a qualidade do projeto. É justamente a integração entre experiência em obra e elaboração dos projetos que se busca ao se aplicar conceitos de construtibilidade (NAVARINI, 2010).

Assinalam Saffaro, Santos e Heineck (2004) e Roman (2000) que a construtibilidade refere-se à conexão do conhecimento com a experiência construtiva, ou seja, o emprego adequado do conhecimento e da experiência técnica, em vários níveis, para racionalizar a execução dos empreendimentos, é a habilidade das condições de projeto para permitir à utilização ótima dos recursos da construção ressaltada a inter-relação entre as etapas de projeto e execução, com objetivo de simplificar as operações construtivas.

Entretanto, a construtibilidade pode ser alcançada como a aplicação da experiência e conhecimento de execução de obra, pela integração entre projetista e executor, durante o desenvolvimento dos projetos.

Indica Oliveira (1994) que alguns princípios da construtibilidade são:

- **Simplificação do projeto:** Utilização de um número mínimo de componentes sejam eles elementos ou peças, concentrando o trabalho em um só tipo de material ou profissão, através da incorporação de vários componentes ou funções em um só elemento; utilização de materiais simples e facilmente disponíveis no mercado, com tamanhos e configurações comuns; fáceis de serem conectados, uso de componentes que cubram grandes áreas, volumes ou metragens lineares; respeito a prumo, nível e esquadro - evitar ângulos e superfícies curvas.
- **Padronização:** permite acréscimo da construtibilidade, aumentando assim a produtividade, pois reduz a variedade e melhora a eficiência dos componentes construtivos. Devido à padronização de plantas, detalhes em elevação, dimensões, detalhes de execução e também pela repetição de tamanho de ambientes (padronização de tamanho de quartos, salas, etc.).
- **Comunicação projetos/obra:** Pode ser obtida por um detalhamento de todas as informações imprescindíveis, através da organização dos projetos e detalhes construtivos em locais acessíveis e com referências claras para uso; comunicação rápida

aos projetistas, sobre alterações realizadas durante a execução da obra e sobre mudanças realizadas nos projetos; revisão detalhada das especificações e detalhes, antes do início de cada serviço, realizada por todos os envolvidos no processo (cliente, projetista, construtor).

- **Redução de componentes do produto ou processo:** Em geral, o gerenciamento é mais complicado quando há uma grande variedade de componentes na edificação. Contudo, a elevada repetição de um componente pode reduzir o custo e aumentar a produtividade. Deste modo, a repetitividade e a pouca variedade de componentes podem servir como parâmetros para avaliar a qualidade do projeto de um processo ou produto na construção (PEREIRA, 2005).
- **Modulação:** Na alvenaria estrutural, é um dos fundamentos do projeto arquitetônico, pois esta técnica permite relacionar as medidas de projeto com as demais medidas modulares, por meio de um reticulado espacial de referência. Um componente só é modular quando o seu emprego permite a adoção de um projeto integralmente modulado, que possa ser implantado sobre um reticulado, sem adaptações (SABATINI, 1989).

Para Sabbatini (1989) a adoção de uma metodologia de projeto que incorpore o conceito de construtibilidade constitui-se em uma ação voltada ao aperfeiçoamento da capacidade do projeto em ser construído. Sendo assim, é entendida como uma ação direcionada à racionalização da construção. O mesmo autor afirma que o conceito de construtibilidade atua como um agente de integração dos trabalhos desenvolvidos em todas as fases, permitindo a obtenção de um produto de alto nível de coerência.

2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL

2.3.1 Definição

A alvenaria estrutural é empregada a milhares de anos, em edificações monumentais de pedras e tijolos, como as pirâmides do Egito, o Farol de Alexandria, o Coliseu Romano, as catedrais da Idade Média como a catedral de Reims construída entre 1211 e 1300 d.C.. Essas obras comprovam o potencial, a qualidade e a durabilidade desse

sistema construtivo, pois permanecem até hoje em bom estado de conservação (RAMALHO & CORREA, 2003).

Explica Sabbatini (1989) que a Alvenaria Estrutural é um processo que não propõe grandes mudanças nos modos de produção tradicionais empregados, seus princípios não precisam de tecnologias avançadas, apenas medidas que altere a postura e a forma de trabalhar de todos os envolvidos no processo de construção, o que proporciona um aumento na produtividade e redução no desperdício de recursos.

Informa Franco (1992) que a alvenaria estrutural pode ser conceituada como um sistema construtivo que se caracteriza pelo emprego de paredes de alvenaria e lajes enrijecedoras, como principal estrutura de suporte dos edifícios, apresenta como benefícios à redução de custos de construção e a facilidade de execução. É um processo construtivo em que as paredes são utilizadas, simultaneamente, como elementos de vedação e como elementos resistentes às cargas, essa dupla função da alvenaria tem como consequência a diminuição de especialidades de mão-de-obra e a redução de tipos de componentes.

Até o final do século XIX, o conhecimento existente levava as construções de edificações em alvenaria estrutural a terem paredes com espessuras excessivas. No entanto, no início da década de 50, novas pesquisas e novos métodos de cálculo tornaram o sistema construtivo competitivo para construção de prédios de até 16 pavimentos. Atualmente, em países como Estados Unidos, Inglaterra e Alemanha, a alvenaria estrutural atinge níveis de cálculo, execução e controle similares aos aplicados nas estruturas de aço e concreto, constituindo-se em um econômico e competitivo sistema construtivo (RAUBER, 2005).

No Brasil os primeiros prédios construídos nesse sistema surgiram em São Paulo no final da década de 60, e no início da década de 90 surgiu com grande expressividade no Sudeste e no Sul do país. Nessa mesma década, apresentou maiores e mais visíveis avanços, do que qualquer outra forma de estrutura usada na construção, devido aos extensos trabalhos de pesquisa e à grande melhoria da qualidade dos materiais. (ROMAN, MUTTI & ARAÚJO, 1999).

Atualmente a alvenaria estrutural, para prédios de vários pavimentos tornou-se opção de construção largamente empregada no mundo, devido a vantagens tais como flexibilidade de construção, economia, valor estético e velocidade de construção e racionalização.

Aponta Franco (1993) as características deste sistema, que levam à racionalização são:

- Maior simplicidade do processo, eliminando vários problemas de interface entre os subsistemas;

- Maior potencial para implantação da coordenação modular;
- Melhor definição dos detalhes construtivos, bem como das técnicas de execução na fase de projeto, proporcionado por uma sistemática de projeto que o torna mais confiável;
- Maior precisão geral na execução da obra;
- Melhor definição da sequência de técnicas para a execução dos subsistemas e diminuição da incerteza quanto ao planejamento de cada atividade;
- Melhor controle das atividades executadas, pois com uma maior definição na etapa de concepção, passa a ser possível ou mais efetiva a existência de um controle de execução.

Um dos principais motivos que tornam o sistema favorável à implantação de medidas de racionalização é a eficiência com que se implanta a coordenação modular nos edifícios em alvenaria estrutural. Isso ocorre não só pelas facilidades construtivas, mas também por eliminar problemas que surgem nas interfaces entre os subsistemas (FRANCO, 1992).

Apesar disso, alvenaria estrutural no Brasil ainda não é o sistema construtivo mais utilizado, uma vez que a falta de informação sobre as técnicas construtivas próprias do sistema e o receio de abandonar as relacionadas ao concreto armado por muitos profissionais e construtores é um grande empecilho para o desenvolvimento do sistema construtivo no país. Dessa forma, esse trabalho pretende contribuir para o desenvolvimento da alvenaria estrutural no país de uma forma racionalizada e eficiente.

2.3.2 Tipos de Alvenaria

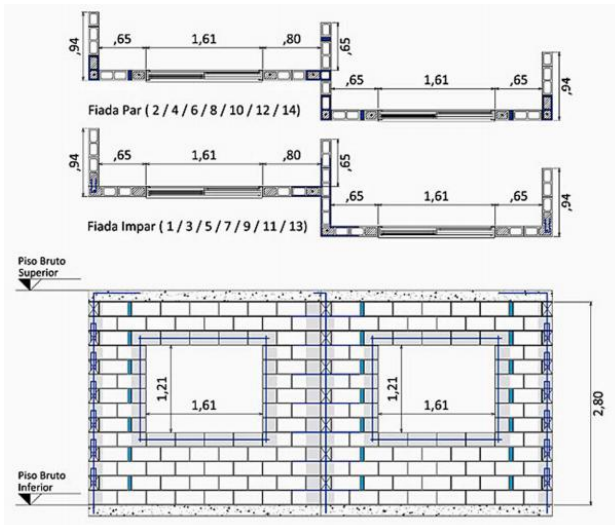
Esclarecem Tauil e Nesse (2010) dizendo que em alvenaria estrutural não se utilizam pilares e vigas, pois as paredes chamadas de portantes compõem a estrutura da edificação e distribuem as cargas uniformemente ao longo das fundações. Em geral, as paredes resistentes são formadas somente por blocos e argamassas, contudo pode-se optar pela colocação de graute e/ou armadura para reforço dos painéis. De acordo com a presença de armadura a alvenaria pode ser classificada da seguinte maneira:

Alvenaria Não Armada – Tipo de alvenaria que não é grauteada, contudo podem ser utilizados reforços de aço (barras, fios e telas) apenas por razões construtivas, em vergas de portas, vergas e

contra-vergas de janelas e outros reforços construtivos para aberturas, e também é para evitar certas patologias ao longo do tempo como trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura, movimentação por efeitos térmicos, de vento e concentração de tensões. Na Figura 02 podem-se observar cortes e uma elevação de uma parede não armada.

Figura 2: Alvenaria não Armada

Fonte: TAUIL e NESSE (2010).



Alvenaria armada ou parcialmente armada - tipo de alvenaria que recebe reforços em algumas regiões, devido a exigências estruturais. São utilizadas armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e posteriormente grautea dos, além do preenchimento de todas as juntas verticais (TAUIL e NESSE, 2010). Na Figura 03 pode ser observada a alvenaria com reforços de armadura.

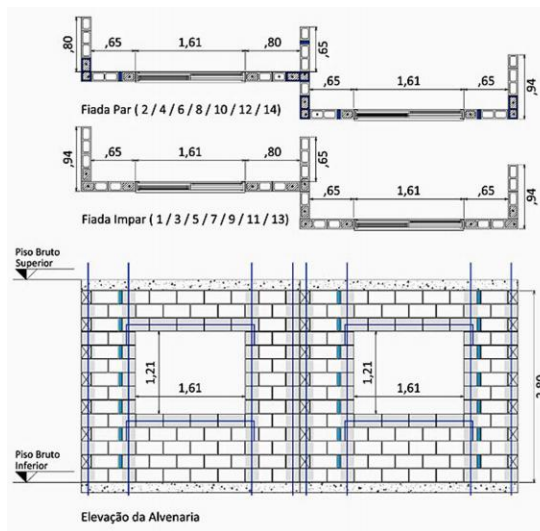


Figura 3: Alvenaria Armada ou Parcialmente Armada.
Fonte: TAUIL e NESSE (2010).

2.3.3 Materiais e Componentes

Rauber (2005) define que materiais, na Alvenaria Estrutural, são os constituintes dos componentes básicos utilizados, como cimento, cal, areia, pedrisco, argila e seus compostos no estado fresco, como a argamassa, o graute (micro-concreto), além de constituintes inseridos entre ou nos componentes, como o aço.

O mesmo autor afirma que a Alvenaria Estrutural possui, basicamente, dois componentes, que constituem os elementos do sistema:

- Unidades de alvenaria: blocos ou tijolos industrializados e modulados, de formato externo de paralelepípedo, facilmente manuseáveis, podendo ser vazados, perfurados ou maciços, fabricados com diversos materiais e processos;
- Junta de argamassa: lâmina ou cordão de argamassa endurecida, intercalado e aderente às unidades de alvenaria, que garante a monoliticidade do conjunto.

2.3.4 Unidades de Alvenaria

As unidades de alvenaria são fabricadas com diversos materiais e processos, os mais empregados são as cerâmicas e de concreto. Podem ser classificadas em blocos e tijolos RAUBER (2005). Segundo Cavalheiro (1995), os blocos diferenciam-se dos tijolos, basicamente, por terem maiores dimensões que as máximas destes (250 x 120 x 55 mm, de comprimento, largura e altura, respectivamente). Santos (1998) esclarece a diferenciação pela prática na obra: “o tijolo pode ser manipulado facilmente, com apenas uma das mãos, quando do seu assentamento; já o bloco, não. Os blocos, devido a suas dimensões e peso, normalmente, são assentados com a ajuda de ambas as mãos”.

A unidade cerâmica segundo a NBR 7171 (ABNT, 1992) denomina bloco cerâmico o componente de alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares à face que os contém. Também define que os blocos portantes (estruturais) são unidades vazadas com furos na vertical, isto é, perpendiculares à face de assentamento, sendo classificados de acordo com sua resistência à compressão.

A qualidade das unidades cerâmicas está intimamente relacionada à qualidade das argilas empregadas na fabricação e também ao processo de produção (ROMAN, MUTTI & ARAÚJO, 1999). Além disso, a conformação do bloco desempenha papel fundamental para a obtenção de diversas resistências à compressão: pode-se obter resistências muito elevadas até muito baixas.

Ressalta Rauber (2005) que os blocos cerâmicos não devem apresentar trincas, fraturas ou quaisquer outros defeitos que possam prejudicar seu assentamento ou afetar a resistência e durabilidade da construção. Já os blocos destinados a receber revestimento devem ter superfície suficientemente áspera para garantir uma boa aderência.

Existem no mercado diversos tipos de blocos, com diferentes funções, formando o que se chama de “família de blocos”. Contudo se obtêm variados acabamentos, de acordo com a utilização desejada (bloco à vista ou revestido, etc.).

Na (figura 4 A) apresenta tipos de blocos cerâmicos de furos verticais. Suas utilizações são: Alvenaria convencional Vedação e Estrutural (casas térreas, assobradadas e prédios). Quanto ao seu acabamento: Reboque, Gesso e Alvenaria aparente. Já se tratando de cargas paletizadas tem vantagens: Colunas e vigas Embutidas (Graute, Verga e Contra Verga), Tubulações Embutidas (Hidráulica, Elétrica e Gás). Já a (figura 4 B) demonstra os Blocos Estruturais por

apresentarem furos na vertical, possibilitam a passagem de tubulações e instalações elétricas sem necessidade de quebras posteriores, suas paredes lisas possibilitam a aplicação direta de gesso ou textura direto dispensando o chapisco e reboco. As Canaletas "U"(vergas), Canaletas "J" e Canaletas compensadoras proporcionam o perfeito acabamento no respaldo (cinta) para receber o apoio da laje.

a) Blocos Cerâmicos Furo Vertical b) Alvenaria Estrutural

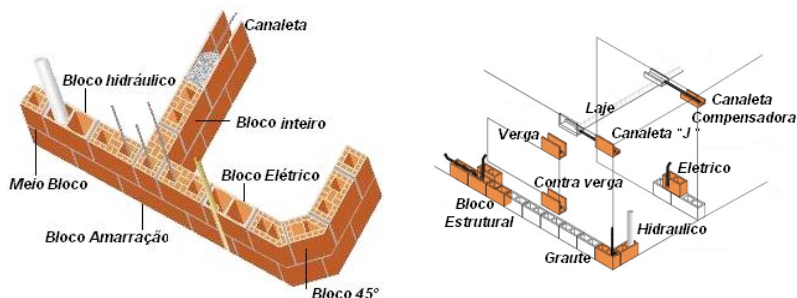


Figura 4: Exemplo de Blocos Cerâmicos e estrutural.

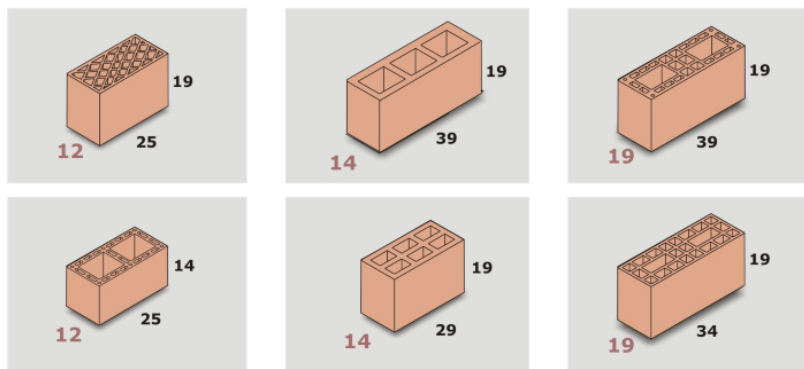


Figura 5: Blocos cerâmicos estruturais blocos de 12, 14 e 19.
Fonte: ROMAN (2000).

Se tratando de unidades de concreto os blocos vazados de concreto, ou simplesmente blocos de concreto, de acordo com a norma NBR 6136 (ABNT, 1994), são elementos prismáticos, com dois ou três

furos verticais dispostos ao longo da altura, em sua seção de assentamento, com área útil (área líquida) igual ou inferior a 75 % da área total da seção normal aos furos das peças (área bruta). Se essa condição não for satisfeita, o bloco é considerado maciço. Os blocos de concreto podem ser produzidos em diferentes geometrias e com resistências à compressão variáveis, de acordo com a proporção das matérias-primas que os constituem RAUBER (2005). Os blocos devem ter aspecto homogêneo e arestas vivas. Já trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar seu assentamento ou afetar a resistência e durabilidade da construção, são indesejáveis. Sua superfície deve ser suficientemente áspera para garantir uma boa aderência quando destinados a receber revestimento.

Segundo Roman (2000) quanto ao uso dos blocos de concreto pode-se dividir em duas classes: classe AE e Classe BR. A classe AE compreende em blocos aparentes já os blocos BE não poderão ser usados em fachadas se não receberem revestimento com argamassa.

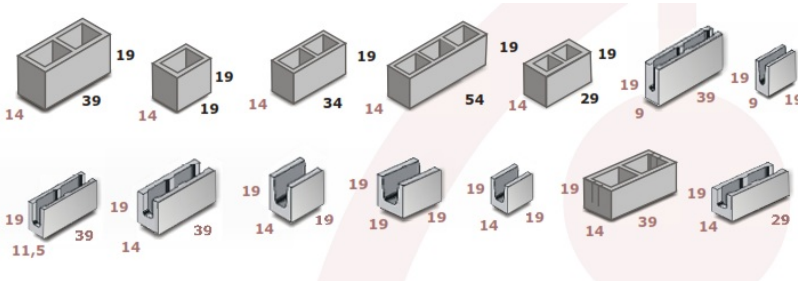


Figura 6: Diferentes tipos de blocos estruturais de concreto.
Fonte: ROMAN (2000).

2.3.5 Argamassa de Assentamento

A argamassa é o elemento de ligação das unidades de alvenaria em uma única estrutura. Os tipos de argamassa utilizados no assentamento das unidades podem ser à base de cal, cimento, cimento com aditivos, cimentos de alvenaria, de cal e cimento (mistas). As argamassas mistas (constituídas de cimento, cal e areia) são as mais adequadas para o uso em alvenaria estrutural. O tipo de argamassa a ser utilizado depende, principalmente, da função que a parede exercerá, das condições de exposição da parede e do tipo de bloco empregado (RAUBER, 2005).

Pozzobon (2003) ressalta que, em detrimento do concreto e argamassas conterem os mesmos componentes principais, ensina-se, equivocadamente, que a boa prática do concreto é também a boa prática das argamassas. O mesmo autor ainda afirma que nem sempre uma argamassa mais resistente é a mais indicada. E mais: não há uma relação direta da resistência da argamassa com a resistência da parede. “Para cada resistência de bloco existe uma resistência ótima de argamassa. Um aumento desta resistência não aumentará a resistência da parede” (POZZOBON, 2003).

2.4 Projeto Arquitetônico em Alvenaria Estrutural

O sucesso de um empreendimento, principalmente em Alvenaria Estrutural, inicia-se por um projeto adequado. Os projetos arquitetônicos em Alvenaria Estrutural se distinguem em alguns aspectos em relação aos sistemas tradicionais. Além das condicionantes habituais, o projeto, nesse sistema construtivo, estabelece algumas restrições, tais como: volumetria, simetria, dimensões máximas dos vãos e a flexibilidade da planta.

Quando o sistema construtivo escolhido for o de alvenaria estrutural, esta opção deve ser apurada desde o início do empreendimento, para que se obtenha a total racionalização do sistema. Deste modo, todas as diferentes possibilidades projetuais devem ser estudadas pelo arquiteto, o que requer ciência dos princípios básicos desse sistema construtivo (RAUBER, 2005).

Ressalta Sabbatini (1984) que o emprego de processos construtivos inovadores, sem o domínio da tecnologia apropriada e sem a observância de requisitos mínimos de desempenho, conduz, de maneira geral, a edifícios com sérios problemas patológicos.

2.4.1 Condicionantes de Projeto Arquitetônico para Alvenaria Estrutural

Levando em consideração o ponto de vista técnico há restrições quanto ao uso da alvenaria estrutural. Alguns profissionais rejeitam o sistema, por não conhecerem seus princípios e acreditarem que só gera formatos ortogonais. Contudo é possível a criação de obras arrojadas usando formas curvas e também paredes chanfradas, que vão desde residências a grandes arranha-céus, mais há a necessidade um aprofundado estudo com relação custo benefício, pois obras muito

arrojadas, ou que possuam grandes vãos, muitas vezes podem se tornar menos viáveis economicamente nesse sistema estrutural (MACHADO, 1999).

É de suma importância que o arquiteto tenha conhecimento básico sobre certas propriedades geométricas, mecânicas e estéticas dos componentes da alvenaria estrutural, e suas uniões, além de utilizar o sistema de forma racionalizada. Com essas informações, o projetista pode criar novos arranjos e ousar mais em seus projetos. (RAUBER, 2005)

Afirma Franco (1993) que as condicionantes impostas pelo sistema em alvenaria estrutural possuem grande influência no partido arquitetônico. Várias pesquisas estão sendo desenvolvidas nessa área, a fim de contribuir para a diminuição do grau de restrição dessas condicionantes, e proporcionar maior diversificação do uso das alvenarias.

No que se refere aos edifícios, o projeto deve ser encarado, sob a ótica do processo, no caso, a atividade de construir. Roman *et AL*(2000) afirmam que os projetos da indústria da construção civil são únicos e de aplicação particular, o que permite vislumbrar a complexidade do processo e a necessidade da contemplação, no projeto e na etapa construtiva.



Figura 7: Shopping em Montevideo, obra EládioDieste.

Fonte: (<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=398976> acesso em 18/06/2011)

Cabe ao arquiteto, utilizar todos os recursos técnicos cabíveis, e ao mesmo tempo em que maximiza o desempenho da estrutura, explorar as possibilidades formais e estéticas da alvenaria.

2.4.2 Projeto Arquitetônico Conceito

No entender de Rauber (2005) o projeto arquitetônico é a representação por meio de desenhos e de especificações técnicas dos arranjos dos ambientes, dimensões, tamanho e posição das aberturas, especificações da cobertura, previsão de instalações (elétricas, hidrosanitárias, prevenção contra incêndio, etc.), e equipamentos (elevadores, bombas, etc.), e acabamentos (pisos, revestimentos, cores, etc.) além da tecnologia construtiva a ser adotada. Tais determinações de projeto são condicionadas por fatores, tais como legislação, normalização, recomendações técnicas, fatores ambientais, limitações orçamentárias, durabilidade e disponibilidade de materiais, dificuldades de manutenção e reposição.

Assim, é necessária na elaboração do projeto arquitetônico a implicação conjunta dos aspectos científicos, tecnológicos, econômicos, sociológicos, estéticos e artísticos para que se possa embasar a proposição e a análise de alternativas.

Assevera Franco (1992) que o alcance de resultados satisfatórios em um empreendimento dependerá da elaboração do projeto arquitetônico, pois este estabelece o partido geral do edifício, condicionando o desenvolvimento de todos os demais projetos. O autor salienta também que o projeto arquitetônico além de solucionar os aspectos estéticos, deve principalmente se preocupar com materiais e novas tecnologias construtivas a serem adotadas.

Desta forma, a qualidade do projeto arquitetônico possui fundamental importância sobre a edificação, visando sua influência na concepção dos demais projetos, já que os projetos complementares são elaborados a partir deste. Aliado a isso tem grande influência na execução, na manutenção do edifício, nos custos e, conseqüentemente, na sua vida útil.

Para Nakanishi e Fabrício (2005) as diretrizes concebidas no projeto arquitetônico interferem diretamente nos índices de desperdício, impacto ambiental, economia e funcionalidade. Todavia a tecnologia construtiva adotada deve estar definida detalhadamente na etapa de

projeto, para isso é necessário que o projetista possua o domínio da tecnologia aplicada na edificação. Não só em alvenaria estrutural, qualquer que seja o sistema construtivo adotado, para que as suas vantagens sejam aproveitadas na íntegra, é necessário conhecer todo o seu potencial, agregando a sua eficiência por meio do emprego dos recursos técnicos específicos. Diante disso, é perceptível que o projeto seja concebido para o sistema escolhido (RAUBER, 2005).

2.4.3 Projeto Arquitetônico e sua Importância

Uma das primeiras etapas do processo de construção é a na elaboração do projeto, pois constitui uma importante ferramenta para a obtenção da qualidade na realização do empreendimento.

Asseguram Alarcón e Mardones (1998) que essa etapa é fundamental, pois é durante a mesma que as necessidades dos clientes são identificadas, são avaliadas a viabilidade técnica e econômica do empreendimento, e são acentuados os detalhamentos construtivos.

Comenta Cambiaghi (1992) que um projeto deve compor o máximo possível de dados para que possa permitir a verificação, coordenação, identificação dos processos e métodos construtivos, além de explicitar, qualificar e quantificar todos os elementos que constituem a edificação.

Sendo assim o projeto além de ser um instrumento com capacidade para aumentar a satisfação dos usuários finais, tem a função de otimização do processo de construção devido à capacidade de influenciar nas características físicas do empreendimento (OLIVEIRA, 2005).

Salienta Melhado (1994) que as possibilidades de influenciar os resultados de um empreendimento são maiores nas etapas de projeto. À medida que avançam as etapas de um empreendimento, as possibilidades de influência vão ficando na escassez e, ao mesmo tempo, aumentam as despesas para os casos de intervenções. Durante as etapas de projeto, as opções podem ser estudadas e alteradas inúmeras vezes sem que implique em custos significativos, pois as modificações feitas no projeto são mais simples de serem realizadas.

Apontam Melhado e Oliveira (2006) que a ausência de detalhamentos e informações nos projetos, tanto com relação às características do produto, quanto às definições que envolvem o sistema de produção, faz com que os executores sejam responsáveis pela tomada de decisões no canteiro de obras, muitas vezes sem possuir o conhecimento necessário que pode potencializar erros e acarretar

retrabalho para todos os envolvidos, constituindo dessa forma, uma fonte de desperdício, com reflexos negativos sobre a qualidade do produto final.

Por outro lado, um projeto contendo as informações necessárias pode proporcionar produtos com mais qualidade, aumentando a possibilidade de lucros, além de gerar redução de desperdícios e retrabalho (OKAMOTO, 2006).

Abaliza Garcia Meseguer (1991) que 35% a 50% das falhas em edifícios têm origem na etapa de projeto, 20% a 30% têm origem na execução, de 10 a 20% são originadas nos materiais, e em torno de 10% das falhas são devidas ao uso.

Ressaltando as afirmações, a real importância de o projetista ter conhecimento aprofundado sobre as características do sistema de alvenaria estrutural, consiste em usufruir ao máximo o seu amplo potencial sem que haja futuros problemas.

3 ANÁLISE DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

Há muito se fala e se discute sobre uma visão sistêmica para a construção. O problema todo a ser avaliado é o porquê da dificuldade de implantação desta visão nos empreendimentos da área. Conforme Castro e Lima (2001), enquanto os limites definem os objetivos a alcançar, existe uma hierarquia que leva a existência de sistemas dentro de sistemas com ordem hierárquica decrescente.

Assim, para caracterizar um sistema devemos definir seus objetivos, seus insumos, o produto que resultará dele, seus limites, os componentes que transformam os insumos e o fluxo de produção.

Desta forma, a visão sistêmica se relaciona com esta visão do todo.

Já processo é a forma como se atua para se atingir determinado produto com eficiência e custos menores. Este processo é constituído de vários sub-processos, o que remete a uma visão sistêmica como forma de obter maior eficiência e eficácia.

Para tal, devem-se cuidar dos clientes internos e externos, das atividades que compõem o processo, dos recursos físicos (insumos e pessoal) e não físicos (serviços e informações) e dos fornecedores que fornecem os recursos ao sistema.

Entre os clientes externos é grande a importância da cadeia de suprimentos. E dentro desta cadeia há ainda uma divisão entre gerenciamento da cadeia de suprimentos e gerenciamento da logística. Enquanto esta última é apenas parte do processo que planeja, implementa e controla o fluxo e o estoque de bens, a primeira trata da integração dos processos-chaves. Torna-se, portanto, importante à observação de London & Kenley (2000) de que os clientes e as organizações precisam “compreender” as cadeias produtivas dos materiais e componentes.

Conforme Jobim Filho (2002), a estrutura da cadeia de suprimentos é representada por todas as empresas, desde a matéria-prima até o cliente final. O número de cadeias depende de vários fatores, incluindo a complexidade do produto, o número de fornecedores disponíveis e a disponibilidade de matérias-primas. A dimensão das cadeias inclui o seu tamanho e o número de fornecedores e clientes em cada nível. Assim, para desenvolver um sistema, deve-se possuir conhecimento e compreender como funciona a estrutura da cadeia de

suprimentos. Pode-se adotar a sugestão de Lambert *et al* (2000) de dividir esta em três aspectos primários: os agentes da cadeia, a dimensão estrutural e os diferentes tipos de processos interligados através da cadeia.

Os agentes da cadeia são todas as empresas com as quais a empresa interage diretamente através dos fornecedores ou clientes, desde o ponto de origem até o ponto de consumo. Estes agentes, ainda segundo Lambert podem ser agentes primários, ou seja, as empresas autônomas ou negócios estratégicos e os agentes de suporte, que são as empresas que fornecem recursos, conhecimentos, serviços ou bens para os agentes primários.

De acordo com o Fórum Construção do Ministério da Ciência e Tecnologia (2000), “a cadeia produtiva da construção civil no Brasil é composta por um grande número de indústrias e setores prestadores de serviços, cada qual com sua estrutura setorial própria e de naturezas bastante distintas entre elas, do ponto de vista econômico e industrial.” Nesta estrutura, o foco da cadeia é o produtor de bens finais (edifícios, sistemas de infra-estrutura e estruturas de processos industriais), enquanto que os produtores de matérias primas básicas e os produtores de materiais e componentes e sistemas construtivos são fornecedores dos primeiros.

Especificamente as atividades da construção civil envolvem, sempre, o uso de materiais de construção e de serviços para a transformação destes materiais em produto acabado. Neste particular, Souza *et al* (1993) seleciona as seguintes cadeias produtivas:

1. Extração e beneficiamento de minerais não-metálicos (areia, pedra britada, amianto, calcário, argila, gesso, pedras para revestimento);
2. Insumos metálicos (extração e beneficiamento de ferro, alumínio e cobre, aço estrutural, esquadrias de ferro fundido e alumínio, tubos de aço e cobre, fios e cabos elétricos de alumínio e cobre, pregos, parafusos e ferragens para esquadrias);
3. Madeira (extração vegetal, beneficiamento, chapas, componentes);
4. Cerâmica e cal (cerâmica vermelha, cerâmica para revestimentos, louças sanitárias, cal, vidro);
5. Cimento (cimento amianto, concreto pré-misturado, argamassas industrializadas, elementos e componentes pré-fabricados, artefatos de cimento) e

6. Insumos químicos (materiais plásticos, tintas e vernizes, aditivos e adesivos, materiais betuminosos, materiais isolantes).

Observa-se que os insumos são muito diversificados e com origens das mais variadas fontes da indústria. Algumas destas fontes são extrativas, outras são de empresas em estágio primitivo de organização e outras de setores mais avançados de produção e organização. O projetista primeiro e o construtor logo após tem que lidar com estas disparidades e, como consequência, tem-se a estrutura da cadeia já referenciada no capítulo 1.

Como não há conectividade entre os agentes, torna-se praticamente impossível uma visão sistêmica da construção, especialmente na construção convencional de sistema aberto. A obra a ser executada é vista sob um ângulo diferente por cada um dos atores e, como consequência, os improvisos, os erros de construção e o desperdício aparecem como regra.

Os trabalhos que tratam da cadeia sempre lidam com questões pontuais da mesma. Para uma abordagem mais ampla é necessário um esforço mais abrangente e o envolvimento conjunto de diferentes setores da indústria, desde o projetista até, quem sabe, o consumidor final, ou seja, o usuário da edificação.

Este trabalho propõe uma avaliação do papel de cada um dos agentes. Quais as suas necessidades e quais os entraves que encontra ou que impõe no fluxo de informações da cadeia.

3.2 RACIONALIZAÇÃO E A ESTRUTURA DA CADEIA CONSTRUTIVA

Racionalizar é tornar um processo mais eficiente, ou seja, aprimorá-lo para que se evitem perda de tempo e desperdício. Assim, a racionalização pode ser vista como o esforço para tornar mais eficiente a atividade de construir, ou o esforço para se buscar a solução ótima para os problemas da construção. Uma solução ótima, como se viu, passa pela otimização de todo o setor da construção civil, o que significa a adoção de ações institucionais, como por exemplo, adoção por todo o setor de normalização e padronização.

A racionalização construtiva, mais restritiva, pode ser obtida através da adoção de princípios tais como os de projeto integral, construtibilidade, materiais e ferramentas de qualidade e de desempenho

adequado. Tais princípios são ferramentas básicas para nortear ações que buscam o aumento do nível organizacional do empreendimento, e podem ser aplicados desde sua concepção até as intervenções pós-venda. (VALLE, 2006).

Para otimizar o processo construtivo tradicional é necessário a implantação de medidas de padronização de componentes, simplificar operações e aumentar a produtividade com redução de desperdícios pela eliminação de procedimentos corretivos e de ajustes de componentes. Parece evidente que grande parte destas medidas tem que ser adotadas ainda na etapa de projeto. É o projeto que deve funcionar como catalizador de todas as ações que acabem em resultar em uma edificação. Se isto ocorrer, a implantação da estratégia de construção torna-se bem mais eficiente com resultados finais melhores.

No ato de construção, podem-se identificar etapas importantes e de complexidade crescente. A mais simples é a técnica construtiva definida como um conjunto de operações empregadas por um ofício particular para produzir parte de uma construção. Já o método construtivo é “um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação”. O processo construtivo, por sua vez, se constitui em um conjunto de métodos construtivos determinados e específicos, ou ainda, “é organizado e bem definido modo de se construir um edifício”. Por fim, sistema construtivo é “um processo construtivo de elevados níveis de organização e industrialização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente interligados pelo processo” (SABBATINI, 1989).

Não é simples encontrar-se este grau de racionalização e de integração em sistemas de produção aberto. Neste sistema, os componentes são fabricados por diversos fabricantes e deveriam ser intercambiáveis. As premissas do sistema aberto são a de existência de peças substituíveis por outras de diferentes origens; peças intercambiáveis, podendo assumir diferentes posições na composição espacial arquitetônica de uma mesma obra; peças combináveis entre si, formando conjuntos múltiplos e maiores; e peças permutáveis por uma peça maior ou por um conjunto de peças menores (BRUNA, 2002). Um sistema será mais flexível quanto mais combinações podem ser feitas entre seus componentes.

A versatilidade e a intercambialidade dos sistemas abertos dependem da viabilidade de união e conexão entre subsistemas, elementos ou componentes. As interconexões entre as partes são as

áreas de contato, união ou interferência entre estas. A ênfase da coordenação, em alguns países, que anteriormente era focada apenas na posição e na dimensão das partes da edificação, agora é focada também na conectividade delas.

Os sistemas abertos devem seguir regras de dimensionamento, posicionamento e interface de elementos. Os elementos produzidos, inclusive quando de indústrias distintas, podem se relacionar e gerar diversas combinações entre si, desde que estes respeitem um padrão dimensional e qualitativo.

No entanto, a maioria das indústrias de materiais de construção limita-se a produção de suas unidades sem a menor preocupação em oferecer um produto que seja coordenado em relação aos demais.

Esta ocorrência é percebida nos problemas, encontrado por muitos, na combinação no canteiro por produtos provenientes de diferentes fábricas. Para solucionar estes constantes conflitos, é necessário estabelecer critérios e condicionantes que assegurem a conectividade e compatibilidade das partes da edificação, onde este trabalho pretende chegar. Apesar dos produtos serem fabricados a partir de diferentes materiais, processos, técnicas e precisões dimensionais, deve haver uma normalização destes para permitir sua permutabilidade na construção.

A integração de um ou mais elementos ou subsistemas é sustentada pelo conceito de compatibilidade. Como se viu na revisão bibliográfica a compatibilidade envolve os aspectos funcionais, dimensionais, físicos e simbólicos que são: a compatibilidade funcional, a compatibilidade dimensional, a compatibilidade de material e a compatibilidade simbólica.

Por fim, outro aspecto que afeta a integração da cadeia e a abordagem sistêmica é a construtibilidade. A construtibilidade está relacionada à união do conhecimento com a experiência. Se houver uma maior comunicação entre o projetista e o construtor, poderá ocorrer um aumento de construtibilidade a partir das consequências possíveis desta comunicação, ou seja: simplificação do projeto, padronização, melhor comunicação projetos/obra, redução de componentes do produto ou processo e uso da modulação.

3.3 AGENTES DA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Com base no descrito acima se partiu para a avaliação da cadeia da construção e dos problemas causados e/ou enfrentados pelos diferentes agentes do processo.

3.3.1 O Construtor

No caso desta dissertação, entende-se como construtor aquele que é o responsável financeiro e ou técnico pelo empreendimento, podendo ou não ter mão de obra própria.

Diversos setores industriais passam por profundas transformações em suas organizações, principalmente a Indústria da Construção Civil, mais especificamente em sua estrutura de produção. Estas mudanças têm gerado grandes preocupações dos construtores, tanto em relação a sua capacidade de acompanhar as modificações da sociedade (globalização dos mercados) quanto com o próprio avanço tecnológico que contribui para a transferência da produção em massa para uma produção mais flexível. Estas mudanças levam a aumentar a importância do relacionamento entre as empresas. O construtor, como elemento que inicia o processo da construção, na medida em que banca ou busca os recursos para a viabilização de um empreendimento, deve ter bem claro, além do modelo do empreendimento propriamente dito, as soluções técnicas que tornem o empreendimento mais atraente e mais rendoso. Estas soluções estão além das limitações legais vindas de parâmetros construtivos definidos por lei (taxa de ocupação, gabarito de pavimentos, etc.). Tratam essencialmente de respostas necessárias para algumas questões chaves, tais como:

1. Quais são os processos construtivos disponíveis na região?
2. Quais entre os processos disponíveis é o mais adequado tecnicamente para o tipo de empreendimento a ser desenvolvido?
3. Qual o grau de industrialização de cada um destes processos?
4. Qual a disponibilidade de materiais, componentes, equipamentos e mão de obra para cada uma das soluções disponíveis?
5. Qual o custo de cada uma das soluções?
6. Qual o tempo mínimo de execução para cada solução viável?

7. Qual o tipo de solução que proverá mais flexibilidade para o empreendimento em estudo?
8. Quem poderá fornecer as resposta para cada uma das questões acima?

Obviamente, quanto mais respostas estiverem disponíveis, mais segurança terá o construtor para definir o que fazer como fazer e quem chamar para obter as diferentes soluções necessárias.

O que se observa, no entanto, é o construtor encomendar um projeto muitas vezes sem mesmo definir inicialmente qual o processo construtivo a ser usado. Ou, se o sabe, sem um estudo para saber se aquela solução a ser utilizada é a melhor.

Quais são os motivos para que os procedimentos mais corretos não sejam adotados pelo construtor? Quais são os entraves que fazem com que este procedimento do construtor seja recorrente na construção brasileira?

Após definição do tipo e detalhes do empreendimento a ser construído, o construtor deveria ter dados sobre os processos construtivos existentes e potenciais soluções para o empreendimento.

Um resumo das necessidades do construtor pode ser visto no QUADRO 02 abaixo. Pode se observar que existem itens relevantes em relação aos materiais, processos construtivos, normas e regulações, detalhamentos e gerenciamento da obra.

O quadro mostra que muitas destas informações necessárias ou não estão disponíveis ou são precárias. Além disto, as possíveis fontes de informação são variadas e difusas dentro da cadeia.

Na tabela também podem ser vistas algumas das razões para a não existência ou pequena disponibilidade das informações. As principais causas são: normalização deficiente de materiais e processos construtivos, despreocupação dos fabricantes com a inserção dos seus materiais dentro de um sistema construtivo aberto e a pouca preocupação dos projetistas em fazer projetos integrados, especialmente em relação ao uso de componentes modulados.

Podem-se citar alguns exemplos para que se tenha esta situação:

Em relação aos materiais cerâmicos para alvenarias as empresas são geralmente de muito pequeno porte e sem corpo técnico adequado. Assim, os produtos muitas vezes saem sem a qualidade mínima necessária e sem atender mesmo as normas de dimensão, resistência à compressão, etc.

O projetista, por sua vez, não estando “preso” à normas dimensionais de componentes e processos dimensiona a edificação apenas procurando otimizar a área possível de ser edificada conforme os parâmetros urbanísticos da legislação de uso e ocupação do solo urbano e do Código de Obras Municipal.

O construtor, por seu turno, não tendo um empreendimento com base em um sistema construtivo modular e integrado, preocupa-se mais no gerenciamento, com a compra de materiais de menor custo, não se importando muito com as características físicas e com a qualidade dos mesmos.

Quadro 2: Quadro síntese - Construtor

Agente	Itens Relevantes	Aspectos necessários para decisão sobre empreendimento	Nível atual de informação disponível	Onde pode ser obtido?	Quem poderia suprir esta necessidade?	Por que não está disponível?
Construtor	Materiais	Tipo e padrão; Disponibilidade e custo na região;	- Muito precário - Falha nas exigências dos ensaios e certificação dos produtos;	Sites dos fabricantes e fornecedores Catálogo do Fabricante	Fornecedor/ Fabricante	- Muitas construtoras estão adquirindo os novos materiais e aplicando-o de maneira pontual, sem o enfoque sistêmico, o que não constitui uma inovação do produto;
	Processos Construtivos	Processos existentes; Custos de cada processo; Tipos de processo adequado para diferentes empreendimentos; Disponibilidade de equipamentos e Mão de obra.	- Sistema de informação dos diversos processos muito precário; - Necessidade de um sistema de informação com a descrição dos tipos de processos, executores e procedimentos para realiza-los.	Manual operacional das empresas Descrição técnica	Projetista Integrado ao construtor	Não há grande variedade de sistemas construtivos industrializados disponíveis hoje no mercado.
	Normas e regulações	- Legislação de uso e ocupação do solo - Códigos de Obras, postura e sanitário; - Legislação ambiental - Normas de combate e prevenção de incêndio - Normas das concessionárias de Infraestrutura urbana; - Normas técnicas - Código de defesa do Consumidor	- Recomendações normativas são desconsideradas por falta de revisão e atualização e fora da realidade do mercado; - Carencia de Normas que tratem aspectos importantes do projeto e da construção; - Necessidade de aprofundamento da legislação vigente pertinente ao processo de construção, bem como do direito e das obrigações comerciais;	- Sites - Banco de dados	ABNT Órgãos públicos Concessionárias	- Necessidade de padronização e modernização das normas e da legislação pertinente a construção civil.

		<p>- Níveis de detalhamento gráfico suficiente para que as atividades operacionais ocorram dentro de Parâmetros bem definidos;</p> <p>- Definição dos detalhes técnicos e Especificações criteriosas de acordo com o padrão previsto;</p> <p>- Discriminação técnica; descrição do tipo de material, como e onde será aplicado.</p>	<p>- Falta de detalhes e especificações suficientes em projeto, deixando a decisão a cargo dos engenheiros e mestre de obra;</p> <p>- Dificuldade de informação por limitada participação do construtor e fornecedor de materiais no desenvolvimento dos projetos;</p>	<p>Projeto Arquitetônico e Complementar Memorial Descritivo Discriminação Técnica</p>	<p>Projetista</p>	<p>- Necessidade de aprofundamento dos conhecimentos quanto a construtibilidade na construção civil, por parte dos projetistas.</p>
<p>Cerenças:</p>	<p>- Coordenação e compatibilização de projetos;</p> <p>- Plano do canteiro de obras com medidas de segurança.</p>	<p>- Baixo nível de relacionamento com clientes externos, as empresas tendem a focar seus relacionamentos aos clientes internos.</p>	<p>-Documento de referência para execução dos serviços na obra - Documento de verificação da aplicação dos serviços na obra -Matrizes de responsabilidades e relatório produtividade</p>	<p>Projetista integrado ao Construtor</p>	<p>- Carência de empresa que atuam com gerenciamento de projeto e processos;</p> <p>- Falta de controle através de indicadores de (indicadores de desempenho), só é possível melhorar aquilo que é medido.</p>	

3.3.2 Os Projetistas

Os projetistas são responsáveis pela elaboração dos projetos de arquitetura e dos projetos complementares. E também com a compatibilização destes projetos. São também o grande elo entre as necessidades do construtor e o produto final a ser obtido.

Um projeto de construção normalmente é produzido por mais de um profissional. Geralmente a concepção do mesmo é de responsabilidade de um arquiteto e, após, outros profissionais fazem o projeto estrutural e os demais projetos complementares. Até muito recentemente estes projetos eram feitos de forma desconexa e a resolução dos conflitos era deixada para o momento da execução. De certa forma, isto continua acontecendo em boa parte das construções.

Aos projetistas cabe a responsabilidade técnica da concepção e formalização do produto edifício, seguindo os objetivos do construtor, definindo e especificando materiais e processos construtivos de forma a atender ao programa de necessidades e ao orçamento inicial. Os projetistas, como autores da concepção e do detalhamento devem ir além do aspecto técnico na especificação de materiais e componentes. Devem também atentar para outros aspectos tais como os legais, econômicos sociais e ambientais de toda a cadeia de suprimentos.

Esses atores são responsáveis pela especificação do produto e de materiais que estão diretamente ligados com o ciclo de vida do elemento especificado.

Dentre as diversas etapas do processo de construção de um empreendimento, desde a viabilidade até a sua utilização, identifica-se a etapa de projeto, segundo OHASHI (2001) como a grande responsável por problemas no transcorrer da obra e após o término pelo surgimento de patologias significativas. É recorrente encontrar projetos com baixo nível de detalhamento, falta de rigor na compatibilização e incoerência entre suas partes.

Os projetistas devem ir além dos critérios normativos e seus atributos técnicos na concepção dos projetos. Devem também buscar a facilidade na execução (construtibilidade) e a interação adequada entre os elementos e componentes do processo promovendo uma coerência organizacional e tecnológica para aquilo que se pretende construir. Dentro desta visão, um dos problemas dos projetistas é a falta de definição clara por parte do construtor, do tipo de sistema construtivo a ser adotado na fase inicial do processo projetual. Esta falta de definição terá consequências no desenvolvimento do projeto e, mais ainda,

durante a execução da edificação, sendo uma das mais conhecidas o aparecimento do processo de retrabalho e de adaptações posteriores.

Um processo construtivo é adequado quando forem bem definidos os seus limites e as suas exigências. Entre estes, pode-se citar:

1. Para quais tipos de edificação o processo é mais adequado e para quais não é recomendado?
2. Qual a viabilidade técnica e econômica de utilizar o processo em estudo na região?
3. Quais são os materiais e componentes para a utilização do processo?
4. Qual a disponibilidade destes materiais, componentes, equipamentos e mão de obra para o processo na região?
5. Quais os fornecedores destes insumos na região?
6. Quais as características mecânicas e físicas (dimensionais) dos componentes que fazem parte do processo em estudo?
7. Qual o tipo de solução que proverá mais flexibilidade para o empreendimento em estudo?

Para que o projeto possa ser elaborado com a qualidade exigida e esperada, é necessário, portanto, que os projetistas tenham informações técnicas suficientes e de qualidade sobre todos estes itens. Para tal, depende de dados fornecidos pelo construtor, mas principalmente, pelos outros agentes da cadeia, notadamente os fornecedores de insumo, de mão de obra e de equipamentos. Da mesma forma, deve ter um banco de dados com detalhamento de soluções construtivas para todas as situações possíveis de ocorrerem numa obra. Por exemplo: quais os componentes disponíveis para execução de vergas e contravergas no mercado e qual a forma de utilizá-los.

A situação atual, não é favorável ao projetista. Observa-se que há uma total falta de padronização dos elementos e componentes disponíveis no mercado e, com raras exceções, os fabricantes não produzem componentes coordenados modularmente. Até por esta razão, o arquiteto, responsável pela criação do projeto arquitetônico da edificação, não prioriza a coordenação modular nos seus projetos, definindo as dimensões do mesmo mais em função dos aspectos legais, tais como taxas de ocupação do terreno e dos recuos exigidos pela legislação vigente.

A falta de informações precisas sobre os fatores descritos acima levam a que, ao final da elaboração dos projetos haja necessidade de compatibilização destes antes da inicialização da execução da obra. Esta compatibilização é extremamente necessária para identificar não

conformidades e inconsistências nos documentos, e para minimizar soluções improvisadas durante a fase executiva da obra.

Como consequência tem-se improvisação nas obras e desperdícios de todo o tipo, materiais, de mão de obra e temporais.

O quadro 03 mostra um resumo das necessidades do projetista, com relação a alguns itens relevantes como materiais, processo construtivo, normas técnicas, representação gráfica e coordenação e compatibilização dos projetos.

O quadro mostra que muitas destas informações necessárias são inexistentes, estão fora de padrão, são inacessíveis, ou são precárias. Além disto, as possíveis fontes de informação são variadas, difusas e desconectas dentro da cadeia.

Abaixo mostra alguns exemplos de problemas para os projetistas.

Em muitos casos os projetos se tornam difíceis de entender na obra, pelos profissionais que a executam, visto não terem a linguagem própria para obra. Ou seja, não contém todas as informações necessárias para a execução, tais como indicação correta de caixas e aberturas em elementos estruturais e assim por diante. Por isto pode-se dizer que os projetos se tornam complexos ou de difícil execução.

Em se tratando de gerenciamento do projeto ou da edificação em si, poucas empresas estão dispostas a arcar com este custo, pois consideram que este não traz retorno ao investimento para que a compatibilização dos projetos funcione é necessário às vezes fazer ajustes em alguns dos projetos seja ele o estrutural, arquitetônico ou até mesmo nos complementares. Mas nem sempre quem executou este projeto pode concordar com a decisão de alterar o seu projeto por considerar a sua ideia melhor. Isto pode gerar conflitos entre os projetistas e causar problemas a execução da edificação

Assim como o gerenciamento em muitos casos é deficiente o mesmo ocorre com o planejamento da obra como um todo. Na verdade em muitos casos os problemas vão sendo resolvidos à medida que surgem sem o planejamento adequado. Assim, ocorre em muitas obras o que se chama de mudança de escopo, ou seja, alterações no projeto com a obra em andamento, e em alguns casos até mesmo com o serviço já executado, o que gera gasto desnecessário com materiais, mão de obra e também os atrasos que estas modificações podem causar ao andamento da obra, que muitas vezes nem são mensurados.

A ausência de padronização nos processos é comum. A ideia não é padronizar os projetos, ou seja, construir apenas obras modulares, mas

sim padronizar as técnicas ou processos construtivos isso faz com que a obra seja mais ágil e eficiente.

A falta de conhecimento da existência de boas práticas de gerenciamento de projetos, por fim o maior dos problemas quando se fala em projetos é o desconhecimento sobre as ferramentas para este gerenciamento, entre elas a compatibilização de projetos. Esta falta de conhecimento leva a muitos dos problemas que descritos a cima e sintetizado no quadro 03.

Quadro 3: Quadro síntese projetista

Agente	Itens Relevantes	Aspectos necessários para a Elaboração dos Projetos	Nível atual de informação disponível	Onde pode ser obtido?	Quem poderia suprir esta necessidade?	Por que não está disponível?
Projetista	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Tipos - Disponibilidade - Normas - Forma de usar 	<ul style="list-style-type: none"> - Para alguns materiais e precário ou inexistente (exemplo bloco cerâmico de vedação), para outros baseia-se em catálogos de fornecedores; - especificações complexas de difícil execução; 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricante - Banco de dados 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricante - ABNT 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de um Banco de dados, com um conjunto de informações essenciais, critérios e restrições relativos às materiais.
	Processos Construtivos	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimento dos processos existentes; - Conhecimento dos métodos, processos e sistemas construtivos; - Viabilidade de execução na região (existência de fornecedores, Mão de obra e equipamentos). - Conectividade dos diferentes componentes para sistemas de construção aberto 	<ul style="list-style-type: none"> - Cada vez esta desconectada - Não existe informação sistematizada com diretrizes para elaboração de projeto das diversas especialidades; - Falta de um Banco de Tecnologia Construtiva (BANTEC), com um conjunto de informações essenciais, critérios e restrições próprias dos diversos sistemas construtivos; - Falta de planejamento na fase de projeto para redução de números de operações na construção; 	<ul style="list-style-type: none"> - Em alguns casos nos manuais dos fabricantes; - Banco de dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricante integrado ao construtor 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de uma experiência construtiva em grande parte dos projetistas, - dificultando a construtibilidade; - Falta de troca de informações entre projetista e fabricante para verificação de pontos comuns.
	Normas Técnicas e representação gráfica	<ul style="list-style-type: none"> - Genérico - Padronização e Modulação - Normas técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de interpretação da representação gráfica dos diversos projetos; - Falta de padronização da nomenclatura e do layers dos arquivos em DWG; - Detalhamento gráfico insuficiente; - Diversificação de metodologias de desenvolvimento de projeto de cada projetista; 	<ul style="list-style-type: none"> - ABNT - Normas de projeto - Normas internas de cada escritório (customização de seus processos) 	<ul style="list-style-type: none"> - ABNT - Gerente ou Coordenador de projetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de padronizar vocabulários, nomenclaturas e expressões, via extranets (Interoperabilidade); - o arquiteto de modo geral atua com reduzida interação com os demais projetista e o pessoal da obra;

	Coordenação e compatibilização dos projetos	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Necessidades (briefing) - Característica do terreno, formato, dimensões, relevo e geologia; - Requisitos funcionais, estimativa de dimensões e área construída; - Requisitos espaciais a partir da tipologia do sistema estrutural construtivo; (forma). - Avaliação dos recursos disponíveis; - Padrão de acabamento; - Restrições da legislação pertinentes; - Instalações; Natureza e finalidade, posição dos elementos, especificações e detalhes técnicos; - Compatibilização em cada etapa do processo projetual, iniciando na fase de estudo preliminar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de soluções tecnológicas compatíveis entre projetistas; - Dificuldade de disponibilidade de informação através da tecnologia de comunicação, principalmente empresas de médio e pequeno porte; - Aumento da especialização das diferentes áreas dificultando uma visão comum; - Falta de informações consistentes para a tomada de decisão durante o processo de desenvolvimento de projetos; - Incompatibilidade entre projetos são detectados em fases avançada, causando retrabalho; - Falta de revisão de projetos (design review), retorno e reutilização de lições aprendidas. 	<p>-Software Tipo AutoCAD (Projeto em 2D)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integração modelo 3D, software com ferramentas de compatibilização de projetos sistema BIM (Building Information Modeling) Modelo de informação do edifício. -Sistemas colaborativos da Websites para gerenciamento de projetos (extranet projetos). 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente ou Coordenador de projetos - Gestor ou Compatibilizador de projetos (próprio ou consultoria contratada). 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de padronização do tipo de software entre projetistas, que permita além da modelagem do projeto a gestão automática de informações e documentos. - Necessidade constante de atuação do coordenador para verificar a atuação e as respostas do usuário do sistema extranet.
--	--	---	---	---	---	---

3.3.3 Os Fabricantes

Os fabricantes são responsáveis pela manufatura com qualidade assegurada, desenvolvimento de produtos novos e pela gestão a montante da cadeia da construção civil. Eventualmente o fabricante também é o responsável pela distribuição do produto e, neste caso tem todas as necessidades de gestão do fornecimento aos clientes, conforme descrito abaixo no item 3.3.5. Fornecedores.

Cabe ao construtor e aos projetistas com maior ênfase conhecer o fabricante, o produto especificado, bem como a opinião do mercado em relação aquele produto, sendo essencial para a garantia de qualidade e de fornecimento.

Com exceção de alguns poucos insumos, tais como aço, cimento e alguns fabricantes pontuais dos demais materiais e equipamentos, a cadeia de fabricantes de produtos para a construção é formada por pequenos empresários com pequena ou nenhuma capacidade de desenvolvimento de produtos e de investimentos na produção. As empresas são geralmente familiares e com produção praticamente artesanal. Como consequência, a maioria dos produtos são fabricados fora de normas técnicas, sem emprego da coordenação modular e com qualidade bastante duvidosa. Esta situação reflete-se na atividade dos projetistas, que não tem parâmetros para desenvolverem projetos modulados, e, portanto produzem projetos incompletos e pouco detalhados. Reflete-se também na execução, pois projetos incompletos combinados com materiais de baixa qualidade e equipamentos inadequados causam má execução e, portanto, desperdícios e custos mais altos.

Parece evidente que o principal ponto a ser atacado para a integração da cadeia da construção e o desenvolvimento de sistemas construtivos de qualidade é o dos fabricantes. Para tal é importante uma avaliação geral e também setorizada dos principais problemas que impedem a produção de melhores produtos e o fornecimento de melhores informações.

As principais questões a serem respondidas são:

1. Existem normas técnicas suficientes para os insumos produzidos?
2. Se não existem, quem deveria ser o indutor da criação destas normas?
3. Os produtores de pequeno porte tem acesso a estas normas?
4. Os produtores tem acesso a setores técnicos que ajudem a melhorar a qualidade do produto que fabricam?

5. Se estes não tem acesso às normas nem aos técnicos quem deveria ser o agente a facilitar este acesso? Como poderia isto ser feito?

6. Os produtores sabem o que o mercado exige em termos de componentes para a construção?

7. Se sabem, o que impede que produzam de acordo com as exigências do mercado?

8. Se não sabem, quais os melhores mecanismos para fazer com que as necessidades do mercado cheguem até os produtores?

O quadro 4 apresenta uma síntese da situação do fabricante de insumos para a construção no Brasil.

Quadro 4: Quadro síntese/fabricante

Agente	Itens relevantes	Aspectos necessários para produção e aquisição de materiais e equipamentos	Nível atual de informação disponível	Onde pode ser obtido?	Quem poderia suprir esta necessidade?	Por que não esta disponível?
Fabricante	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de Materiais e Insumos; - Especificações Claras e objetivas (matéria-prima e Insumos); - Tipos de equipamentos serão necessários para a produção; 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande variabilidade no fornecimento de matéria prima e insumos; - Falta de produtos e materiais com coordenação modular; - Falta de especificações claras com critérios definidos geram desenendimento entre construtor, fornecedor e fabricante; - Falta de padronização e simplificação de elementos e componentes; 	<ul style="list-style-type: none"> - ABNT-NBRs - Manual e Catálogo de fabricante - Registro de calibração dos equipamentos; 	<p>Projetistas e o SINAT – Sistema Nacional de Avaliação Técnica de produtos inovadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de troca de informações entre projetista e fabricante para verificação de pontos comuns e encaminhamento ao SINAT.
	Processos	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de Novos produtos - Informações que demonstre as limitações físicas e operacionais para elaboração do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de integração do fornecedor no processo de elaboração dos projetos e das especificações; - Dificuldade de controle do processo operacional na elaboração do produto e de programação de entrega, por falta de um sistema de informações compatíveis entre fabricante e fornecedor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Descriminação Técnica em Catálogo de fabricante - Documento do tempo de produção, compatível com o sistema de informações dos fornecedores. 	<p>Projetista e Fornecedor</p> <p>Sistema interno de produção</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de investimento e aprofundamento de pesquisa para produção de novos produtos, tanto da esfera pública como da iniciativa privada - Falta de um sistema integrado de informação entre fabricante e fornecedor
		<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controle mais rigoroso no fornecimento e na entrega de insumos e matéria-prima, atualmente análise amostral e superficial; - Falta de Inspeções regulares para análise de conformidade na produção do produto no andamento e na saída do produto; 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de aquisição e inspeção de materiais (Ficha especificação e Inspeção de materiais) 	<p>Sistema interno de produção</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de procedimentos adequados por parte do fabricante visando a qualidade do produto final; 	

3.3.4 Empreiteiros e Mão-de-obra

As construtoras desde a década de 70, quando o processo de terceirização iniciou no Brasil, preferiram repassar as responsabilidades de contratação de operários às fornecedoras de mão-de-obra especializada. A principal desvantagem da contratação direta é o custo de investimento inicial, tanto em razão da necessidade de capacitação de novos funcionários quanto da menor produtividade apresentada nas primeiras semanas de trabalho, além dos problemas trabalhistas decorrentes dos custos sociais ocasionados pela legislação brasileira.

Assim, a mão de obra geralmente é terceirizada e, neste caso, o empreiteiro passa a ser o responsável pela execução da obra. Muitas vezes, além da execução o empreiteiro também faz a gestão técnica da obra. A dissociação entre os interesses do empreendedor, geralmente uma empresa construtora, e o empreiteiro, geralmente é um impeditivo para a implantação de ações que visem aumentar a qualidade e a produtividade da construção. Geralmente o preço acordado é fechado e, isto causa desinteresse ao construtor em propor ações de melhoria na obra. A empreiteira, por seu turno, geralmente é de porte menor e não tem capacidade ou mesmo interesse em investir em tecnologia e na capacitação de seus operários. Desta forma, toda e qualquer tentativa de integração da cadeia da construção, deve buscar resolver esta aparente contradição entre os objetivos da construtora e das empreiteiras contratadas para construir seus empreendimentos imobiliários.

Também aqui algumas questões podem ser formuladas e devem ser respondidas:

1. É possível transferir para o canteiro de obras melhorias observadas no início da cadeia da construção?
2. Se for possível, como isto poderia ser feito e por quem?
3. Construtor e empreiteiros podem ser vistos em uma relação de parceria ao invés de cliente-fornecedor?
4. Quais as ações que podem levar a que a implantação de novas tecnologias possam ser vistas como benéficas e interessantes para os dois lados desta relação?
5. O treinamento da mão de obra deve ser assumido inteiramente pelo empreiteiro?

O Quadro5 mostra uma síntese da situação do empreiteiro de mão de obra para a construção.

Quadro 5: Quadro síntese empreiteiro/mão-de-obra

Agente	Itens relevantes	Aspectos necessários para atividade de mão de obra	Nível atual de informação disponível	Onde pode ser obtido?	Quem poderia suprir esta necessidade?	Por que não esta disponível?
Empreiteiros e Mão-de-Obra	Materiais e Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de Materiais e Insumos disponíveis; - Especificações claras e objetivadas insumos e materiais a serem utilizados; 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade do entendimento da visão do todo e não somente da tarefa específica; - Dificuldade de entendimento dos detalhes e de especificações por falta de integração do projeto e o método construtivo; 	<ul style="list-style-type: none"> - Projetos - Detalhamento 	Projetista	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de conhecimento técnico em representação gráfica de todos os projetos
		<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de equipamentos serão necessários para a execução da tarefa; - Limitações físicas e operacionais para execução do serviço; 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade do material e equipamento necessário para a execução do serviço; - Condições de deslocamento de materiais no canteiro até a estação de trabalho; - Falta de dedicação de um tempo maior para escolha criteriosa de empreiteiros; 	<ul style="list-style-type: none"> - Cronograma de obra; -Planimilha de execução de tarefas; -Avaliação de fornecedores de serviços e materiais. 		Construtor
	Processos	<ul style="list-style-type: none"> - Critérios bem definidos para seleção de mão de obra contratada ou terceirizada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em ampliar as alternativas de fornecedores de mão de obra em função das mudanças bruscas do setor, preferindo se apoiar em poucos fornecedores de confiança, ao invés de selecionar novas alternativas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Banco de Dados com informações de empresas selecionadas de fornecimento de mão-de-obra; 	Representantes dos construtores (sinduscon) em parceria com as universidades;	<ul style="list-style-type: none"> - Falta balancear a qualidade e a produtividade dos serviços executados, especialmente aqueles em que o empreiteiro trabalha por medição. -Falta de estabelecer uma rotina de término dos serviços, podendo recusar frentes de serviço com pendências. -Não adianta terceirizar a mão de obra sem o envolvimento direto do contratante na gestão dos trabalhos;
		<ul style="list-style-type: none"> - Cursos ocorrem fora do horário de expediente de trabalho ou sábados, dificultando a adesão; 	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento focado em sistemas de gestão, procedimentos internos e segurança. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construtor independente se a mão de obra é contratação direta ou terceirizada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construtor independente se a mão de obra é contratação direta ou terceirizada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento focado em sistemas de gestão, procedimentos internos e segurança.

	Normas Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos normatizados internos das tarefas e serviços - Normas reguladoras (NR) de segurança do trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de informações relevantes para o início e desenvolvimento das tarefas; - Disponibilidade de materiais e equipamentos que facilitem a execução das tarefas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de procedimentos interno da empresa 	Construtor	<ul style="list-style-type: none"> - Porque falta estabelecer metas executáveis para o empreiteiro; -Falta uma programação de execução com medições preferencialmente por ambientes ou unidades que são mais fáceis de controlar do que por m²
	Gerenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos normatizados de recebimento e inspeção de materiais e equipamentos, junto ao almoxarifá; 	<ul style="list-style-type: none"> - Almoxarifé de modo geral confere a quantidade requisitada e a nota fiscal com requisitos do produto, deixando a qualidade dos materiais a cargo do mestre ou do engenheiro responsável. 	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento humano qualitativo de pessoal de recebimento de materiais, tanto do produto como de informática; 	Construtor	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de união do segmento e carência nos apoios governamentais para desenvolvimento e pesquisa; - Os Construtores devem se unir com as empreiteiras para superar os problemas de formação; - qualificação, motivação da mão de obra, gestão da força de trabalho e valorização do setor.

3.3.5 Os Fornecedores

O papel dos fornecedores é o de fazer a ligação entre o fabricante e o construtor, através da venda e entrega dos produtos para a construção. É importante lembrar que um fornecimento interrompido por descumprimento de algum ponto acordado entre os envolvidos, traz transtorno para toda a cadeia produtiva. Por exemplo, a entrega de um produto é interrompida por falta de produção. O fornecedor se prejudica, pois deixa de entregar e receber pelo material ou componente; o contratante paralisa a obra, atrasando o cronograma; a mão de obra contratada pelo construtor fica ociosa gerando perdas para ambos.

Ressalta-se que falhas acumuladas desta natureza podem chegar ao final da cadeia produtiva atingindo o cliente/usuário que tem sua obra atrasada por conta de seqüências de erros e falhas dentro processo produtivo. Para Rodrigues & Pires (1997), um dos objetivos básicos da gestão das cadeias de suprimentos é maximizar e tornar realidade as potenciais sinergias entre as partes da cadeia, de forma a atender um cliente mais eficientemente. O autor propõe a reestruturação e consolidação do número de fornecedores e clientes, construindo e aprofundando as relações de parceria com o conjunto de empresas com as quais se deseja estabelecer um relacionamento colaborativo e com resultado sinérgico.

Conforme Lambert & Cooper (2000), o gerenciamento de todos os fornecedores a partir do ponto de origem e de todos os produtos/serviços a partir do ponto de consumo envolve certo grau de complexidade. Ainda, segundo os autores, nos últimos 30 anos, muitas pesquisas em marketing ignoraram dois pontos críticos: primeiro não houve contribuição pela inclusão de fornecedores da manufatura e, portanto, foi negligenciada a importância da perspectiva de cadeia total de suprimentos; segundo, focou-se nas atividades de marketing sem a percepção da necessidade de integrar e gerenciar os múltiplos processos chaves entre e através das empresas.

Este trabalho considera para o caso de fornecedores de materiais primordialmente aquelas relações diretas com o construtor, por entender que é o cenário de relacionamento que realmente afeta positivamente e negativamente a cadeia produtiva junto ao usuário final.

Dentro deste foco do fornecimento de recursos deve-se entender melhor os aspectos conceituais aplicados a indústria da construção civil, que mobiliza inúmeros processos que vão além do setor de produção da obra. Pode-se salientar que as a divisão da logística aplicada às empresas construtoras, podem ser divididos em dois tipos de logística:

Uma ligada diretamente ao setor de produção junto ao canteiro de obra (interna) e outra fora do setor de produção (externa). Segundo CARDOSO (1996) o autor apresenta uma subdivisão para a Logística aplicável às empresas construtoras classificando-a, quanto ao seu alcance, em Logística de suprimento (fluxo externo) e Logística de canteiro (fluxo interno). Com ênfase o autor subdivide as principais atividades associadas á logística em uma obra:

Logística de suprimentos (Gestão dos recursos e das informações até a obra)

- a) Planejamento e processamento das aquisições;
- b) Interfaces com os fornecedores;
- c) Transporte de recursos até a obra;
- d) Manutenção dos materiais e equipamentos previsto até a sua entrega;

Logística de canteiro (Gestão dos fluxos físicos e de informações associadas ao processo produtivo)

- e) Gestão dos fluxos físicos ligados ao controle e execução dos serviços;
- f) Gestão da Interface entre os agentes que interagem no setor produtivo;
- g) Gestão física da estação de trabalho com interação quanto à movimentação interna, área de armazenagem, setores de pré-fabricação e atendimento dos requisitos de segurança;

O problema de fornecimento de materiais envolve aspectos extremamente complexos de logística, que não serão abordados neste trabalho.

O Quadro6 mostra a situação do fornecedor dentro da cadeia da construção.

Quadro 6: Quadro síntese Fornecedor

Agente	Itens relevantes	Aspectos necessários para aquisição de materiais e equipamentos	Nível atual de informação disponível	Onde pode ser obtido?	Quem poderia suprir esta necessidade?	Por que não está disponível?
Fornecedor de Materiais e equipamento	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Tipos e Volume de Materiais e componentes; - Tipos de equipamentos serão necessários para a aquisição;- Especificações Clara e objetiva (materiais e equipamentos); - Grau de industrialização dos materiais e componentes; -Planejamento do layout do canteiro de obras para distribuição e armazenagem adequada de matérias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pouca preocupação com o planejamento dos estoques de materiais levando a movimentações desnecessárias; - Falta de utilização dos materiais e componentes evitando o excesso manuseio e perdas de tempo e de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de suprimentos -Relatório de controle de fluxo de materiais e de estoque -orçamento e caderno de encargos 	<ul style="list-style-type: none"> - Construtor e Empreiteiro (operador logístico) - Construtor e Empreiteiro (engenheiro da obra) - Projetista 	<ul style="list-style-type: none"> - Por falta de um operador específico de logística na obra que possa interagir com o setor de compra da empresa, visando compras globais; - Por falta de maior interação entre o operador logístico, o engenheiro residente e os projetistas. - Falta de integração do fornecedor no processo de elaboração dos projetos e das especificações
		<ul style="list-style-type: none"> - Grande diversificação do fornecimento de materiais e equipamentos;- Carência nas informações de recomendação para o manuseio do material e dos equipamentos necessários para o processo de estocagem na obra.(paletização) -Dificuldade de aquisição de materiais especiais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de manuseio e calibração dos equipamentos; -Manual e Catálogo do fabricante -Aquisição de materiais especiais através de análise de amostra ou protótipos 	<ul style="list-style-type: none"> - Construtor e Empreiteiro (operador logístico) - Empreiteiro (engenheiro da obra) 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de sistematização das informações através de um banco de dados (memória da empresa) para a realização de procedimentos padronizados - Por falta de planejamento de suprimento,ausência de coordenação entre compra e contratações entre as diversas obras da empresa. 	

Processos					
<p>-Gestão de fornecimento de materiais e equipamentos; - Aquisição de Novos produtos ou produtos substitutos; Padronização dos processos de aquisição de materiais e equipamentos.</p>	<p>-A Falta de especificação criteriosa dificulta a comparação objetiva entre fornecedores de materiais similares.</p>	<p>Sistemas de informações para gerenciamento de fornecedores, de estoque, de distribuição de documentos.</p>	<p>- Construtor e Empreiteiro (engenheiro da obra)</p>	<p>-Falta de utilização de ferramentas computacionais como e-business (negócio eletrônico) - Falta de sistema de compra on-line - Falta de padronização dos processos evitando o retrabalho e o desperdício de materiais. -Carência de integração do setor de compra com o setor de produção, efetuando compra de materiais em excesso ou compra de materiais em desacordo; - Falta de integração nas necessidades de suprimentos e entre o financeiro na gestão do fluxo de caixa. - Falta de integração da área de suprimentos com os orçamentos das obras.</p>	
<p>- Limitações físicas e operacionais</p>	<p>- Dificuldade de controle do processo operacional na aquisição do material e equipamento e de programação de entrega, por falta de um sistema de informações compatíveis entre construtor e fornecedor.</p>	<p>- Documento do tempo de duração da etapa, sequência da trajetória de execução e estratégias de suprimento. (plano de suprimento)</p>	<p>Construtor e Empreiteiro (operador logístico)</p>	<p>-Falta substituir o modelo empírico de administração de materiais por modelos científicos; -Falta de disposição racional dos materiais e equipamentos na estação de trabalho no momento certo.</p>	
<p>- Sistema de Controle da qualidade da aquisição dos materiais e equipamentos;</p>	<p>-Fornecedores mais especializados em função do avanço tecnológico e o aumento da competitividade global;</p>	<p>Planejamento da aquisição dos materiais, estratégia de pré-pedido, processamento e controle de requisição e recebimento -Indicadores de desempenho</p>	<p>Construtor e Empreiteiro (operador logístico)</p>	<p>- Falta de registro de procedimentos realizados (Memória da empresa).</p>	

		<p>- Transporte, manuseio e descarga programada de materiais e equipamentos;</p> <p>- Distância geográfica, tempo necessário para aquisição e entrega.</p> <p>- Característica do empreendimento: localização, tipo de ocupação do bairro, vias do entorno a obra e seus acessos.</p>	<p>- Fragilidade na programação de aquisição de materiais;</p> <p>- Falta de Utilização de materiais e componentes que facilitam a movimentação e a armazenagem, bem como a necessidade de utilização de equipamentos compatíveis.</p> <p>- Normas muito detalhadas de difícil aplicação rotineira ou outras simples e genéricas, porém, muito extensas não servindo a finalidade da empresa;</p> <p>- Normas que exigem avaliação sofisticada e onerosa em produto que a empresa não considera essencial;</p>	<p>- Pedidos de Compra com base no Plano Mestre de produção(tempo, informação de demanda e estoque disponível)</p> <p>- Plano de descarregamento nas unidades da obra.</p>	<p>Construtor e Empreiteiro (operador logístico)</p>	<p>- Falta de planejamento criterioso tais como suprimento e armazenamento de materiais, transporte e circulação no canteiro, evitando os pontos de estrangulamentos da produção</p>
<p>Normas Técnicas</p>	<p>- Especificação baseado em Normas Técnicas</p> <p>- Especificação técnicas para compra de materiais e equipamentos</p>		<p>ABNT</p> <p>Desenvolvimento de formulários padronizados FVM/-</p> <p>Ficha de verificação de Materiais</p>	<p>Construtor</p>	<p>- Por falta de modernização e simplificação das normas técnicas</p>	
<p>Gerenciais</p>	<p>Critérios e parâmetros de seleção de empresas de fornecimento de materiais e equipamentos</p> <p>Disponibilidade de armazenagem de materiais e equipamentos (logística do canteiro)</p> <p>-Planejamento dos fluxos físicos (logística do canteiro)</p> <p>-Planejamento dos fluxos de informações (logística do canteiro)</p>	<p>- Carência nas informações sobre frequência de atraso de entregas de materiais e equipamentos</p> <p>-Dificuldade nos procedimentos de troca de materiais e equipamentos com diletito ou avaria no transporte.</p> <p>- Falta da percepção do fornecedor da importância da entrega programada e que seja considerada como parte essencial da responsabilidade contratual.</p> <p>- Escolha do fornecedor em função do preço, qualidade do material e velocidade de entrega.</p>	<p>- Registro de cumprimento de prazos anteriores;</p> <p>- Cadastro de fornecedores qualificados.</p>	<p>Construtor e Empreiteiro</p>	<p>Por falta de aquisições padronizadas, com redução da variabilidade nos processos de compra, na variedade dos materiais comprados, no nº de fornecedores e no nº de pessoas que intermediam as compras e comunicação com o canteiro.</p> <p>- Falta de elaboração de uma classificação hierárquica de materiais para a flexibilização dos relacionamentos entre construtor e fornecedor de acordo com a disponibilidade e a importância do produto.</p> <p>- Falta de equipamentos de armazenagem adequados para facilitar tanto o armazenamento quanto a movimentação das cargas no local da obra</p>	

3.4 A ESTRUTURA IDEALIZADA DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO

A estrutura da cadeia da construção e as questões levantadas em 3.3. mostram que efetivamente muitas respostas e soluções ainda são necessárias para transformar a indústria da construção em uma cadeia efetivamente integrada.

É importante que haja conexões entre os diversos agentes da cadeia e que as informações resultantes destas conexões tenham mobilidade entre as partes.

Assim o construtor precisa necessariamente de informações dos projetistas, dos fabricantes de insumo e dos fornecedores de materiais, equipamentos e de mão de obra. Estas informações vão desde aspectos legais que podem afetar o empreendimento até detalhes sobre componentes e materiais disponíveis, ferramentas e equipamentos necessários para cada processo construtivo e tipo de mão de obra necessária para a construção das edificações.

Já o projetista precisa receber informações do empreendedor/construtor das necessidades da obra para viabilização do projeto e principalmente informações dos fabricantes de insumos e de mão de obra para dar suporte no desenvolvimento dos projetos, quanto às informações de soluções construtivas atreladas a situações prática de execução de obra. O projetista arquiteto deve repassar todas as necessidades da obra aos demais projetistas iniciando um processo colaborativo de desenvolvimento projetual já no estudo preliminar, e posteriormente, passar informações precisas, legíveis e com foco na execução para os fornecedores de insumos e mão de obra.

Quanto aos fabricantes de insumos, este precisa de informações proveniente dos projetistas quanto à utilização de materiais com dimensões coordenadas para que possam rever seus processos produtivos e para que haja uma mudança paulatina dos componentes, mas voltada à racionalização e sistematização e integração dos materiais entre si. Os fabricantes devem obter informações dos fornecedores relativos à necessidade do mercado e de sua transformação quanto a novos materiais ou até mesmo materiais substitutos.

Do construtor o fornecedor deve ter informações relativas ao andamento da obra através de sistemas de informações integrados que possa fazer uma programação e controle de pedidos, podendo se organizar quanto aos pedidos de compra ao fabricante, ao controle de estoque com menor ociosidade possível, bem como programar e entregar os materiais e componentes no prazo adequado,

concomitantemente, de acordo com o andamento da obra. Do fabricante de insumos o fornecedor deve ter elementos de caráter mais técnico do produto, de informações relativas à disponibilidade dos materiais e componentes na formação dos lotes produzidos e de sua entrega para disponibilização dos mesmos para os construtores, bem como requisitos técnicos de transporte, de manuseio e carga e descarga, evitando o aumento do custo em função da não observação de critérios mínimos de fornecimento.

Quanto aos empreiteiros e mão de obra precisam de informações dos projetistas com nível de detalhamento gráfico suficiente para as atividades operacionais ocorram dentro de parâmetros bem definidos. O embasamento técnico da mão de obra é fundamental para que haja um entendimento do sistema e dos processos operacionais, tanto na mão de obra contratada como na terceirizada. Do construtor deve ter informações do andamento e programação das diversas fases que compõem a obra, bem como seus processos operacionais e quais técnicas, métodos e equipamento utilizar em uma tarefa específica. Já do fornecedor as informações obtida deve ser aquela relativa a entrega dos materiais de acordo com as etapas de obra, do tipo de armazenamento em obra, dos processos de manuseio e de cuidado no deslocamento dos materiais em obra seguindo os requisitos mínimos de proteção e segurança. Fica claro na construção civil que a integração das informações apresenta-se como instrumento potencial para promover a melhoria de fatores críticos tais como a diversificação dos processos, a fragmentação do processo projetual, a baixa qualidade verificada nos produtos e serviços, além de favorecer a redução de prazos e custos dos empreendimentos. O gerenciamento do fluxo de informação é, pois fundamental, particularmente quando os empreendimentos de construção estão cada vez mais sofisticados, com soluções técnicas e econômicas sendo buscadas e implementadas em escala global, demandando o uso de sistemas capazes de integrar o grande volume de dados gerados.(BOUCLAGEM; KIMMANCE; ANUNBA, 2004).

Portanto, a cadeia da construção civil de modo geral caracteriza-se pela grande complexidade, uma vez que mobiliza um amplo conjunto de atividades, que tem impacto em outras cadeias produtivas, sendo que o segmento de edificações no Brasil apresenta-se com baixa produtividade, em que pese os avanços recentes, com ainda ocorrências de problemas de qualidade de produtos, bem como os elevados custos de correção e manutenção pós-entrega. O setor carece de um estímulo maior para o desenvolvimento e uso de componentes industrializados, bem como a própria falta de conhecimento do mercado consumidor

pelos agentes da cadeia produtiva, no que diz respeito aos produtos ofertados, refletindo a falta de capacitação técnica para gerenciar a produção com base nas novas ferramentas que incorporem as exigências do mercado. Sendo assim é notória a importância de uma visão sistêmica da cadeia produtiva e uma interação entre seus agentes e seu meio a fim de identificar os pontos críticos comuns e propor ações necessárias para superá-las. O pensamento sistêmico pode contribuir para atingir uma consistente mudança de cultura a partir da mudança de atitudes entre os diversos agentes, pautado no estímulo e desenvolvimento de novos valores essenciais, éticos, socioeconômicos e socioambientais. As mudanças devem priorizar as pessoas, ou seja, os agentes e não somente mudanças de processos ou dos meios. Há necessidade de eliminar procedimentos diretos entre os agentes e o processo produtivo. Assim, propõe-se a construção de inter-relações entre os agentes da cadeia na forma esquematizada na Figura 08. Nesta os agentes se interagem conforme a sua maior proximidade de relacionamento, antes de se envolverem com o anel de informações integradas em que estão contidas as diretrizes necessárias de ajuste para a execução focada na qualidade do produto final. Todas as atividades do processo de produção da obra devem ter diretrizes e informações integradas entre os diversos agentes e seus meios, que explicitam o planejamento, as condições, os meios e ferramentas para uma execução adequada e com qualidade.

A Figura 08 abaixo mostra de forma esquemática como deveria ser a relação da cadeia da construção.

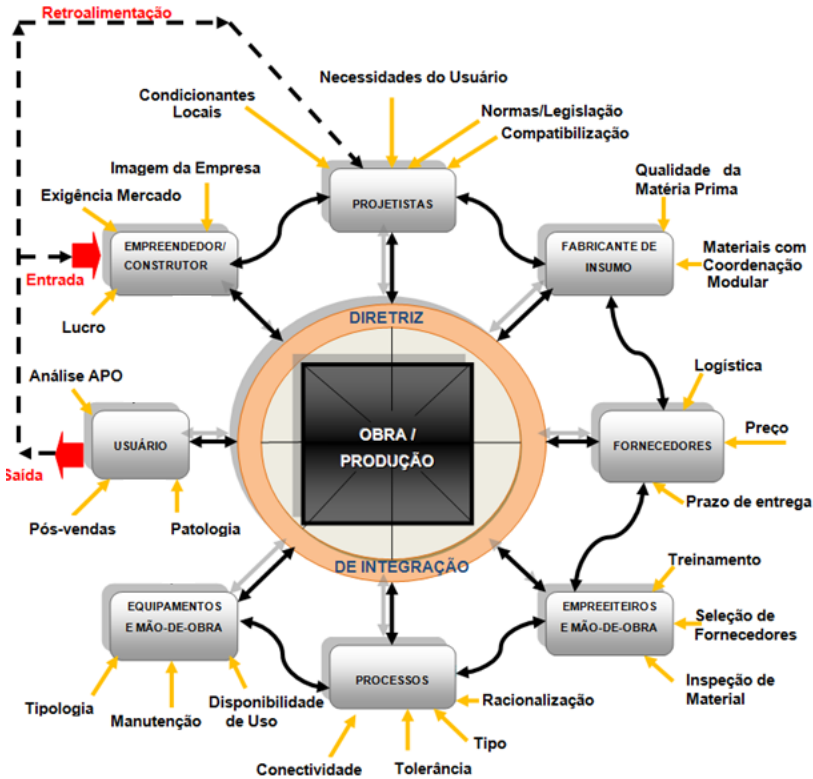


Figura 8: Relação proposta da cadeia da construção.

3.5 ANÁLISE E PROPOSTA PARA INTEGRAÇÃO DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO

3.5.1 Histórico da pesquisa em construção

A Construção Civil, historicamente sempre foi um dos setores com menos investimentos em pesquisas, seja por parte das empresas de construção, seja por parte dos órgãos governamentais de fomento. Da parte das empresas, talvez a única ação de desenvolvimento constante de tecnologia para a construção foi a realizada pela Construtora Encol no início dos anos 90. Várias inovações lançadas pela empresa, como o processo Poli-Encol de alvenaria estrutural, alvenaria racionalizada, sistema porta-pronta, etc. foram copiados por outras empresas e até hoje

são parte do cotidiano de algumas destas. Neste caso da Encol, configurou-se o trabalho de uma empresa buscando otimizar os processos montando a sua própria cadeia de integração da construção.

Outras grandes empresas ainda hoje buscam parcerias com projetistas e fornecedores buscando padronizar suas construções. Novamente, no entanto, se verifica ações pontuais e desconectadas.

De parte dos órgãos de fomento, o principal programa de pesquisa, se não o único, visando a melhoria da construção civil foi o Programa Habitare. Lançado pela FINEP consistia do financiamento de projetos de pesquisa apresentados geralmente por universidades brasileiras mediante editais com frequência aproximadamente anual.

Até pouco tempo atrás, os projetos aprovados pelo Programa Habitare eram individuais e não havia, necessariamente, conexão entre os projetos aprovados. Dados dos projetos desenvolvidos e dos principais resultados alcançados foram publicados em uma coleção de 8 volumes denominada Coletânea Habitare. Estes volumes podem ser encontrados em www.habitare.org.br e são os seguintes:

1. Volume 1: Inserção Urbana e a Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social; (referencia)
2. Volume 2: Inovação, Gestão de Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional;
3. Volume 3: Normalização e Certificação na Construção Habitacional;
4. Volume 4: Utilização de Resíduos na Construção Habitacional;
5. Volume 5: Procedimentos de Gestão Habitacional para População de Baixa Renda;
6. Volume 6: Inovação Tecnológica Habitacional;
7. Volume 7: Construção e Meio Ambiente.
8. Tecnologias Construtivas Inovadoras e Gestão da Cadeia Produtiva

A análise dos projetos e dos resultados comprova que não havia uma ação indutora para a convergência dos projetos em um tema maior. Assim, estas pesquisas, embora tenham fornecido resultados bastante interessantes e importantes, por conta desta falta de integração do projeto, poucos ajudaram para a evolução da indústria da construção na direção da integração da cadeia.

Mais recentemente, uma mudança de estratégia da FINEP resultou em editais para pesquisas em rede, com um tema central a ser desenvolvido por todas as instituições participantes da rede. Assim, uma rede estudou a coordenação modular na construção e o resultado foi a revisão das normas de coordenação modular que existiam no Brasil. Uma nova norma, mais moderna e condizente com a normalização internacional foi o principal resultado da rede. Alguns projetos paralelos mostraram como poderiam ser melhorados os processos construtivos a partir do uso da coordenação modular para projetar e para produzir os componentes.

Este e outros projetos em rede já mostram uma maior preocupação com a integração da cadeia construtiva.

Com base no exposto acima, e nas necessidades prementes da indústria da construção em aumentar a eficiência, seja para diminuir gastos, seja para atender aspectos de sustentabilidade propõe-se uma forma de ação que permita a efetiva integração da cadeia ao longo do tempo. Os principais aspectos desta forma estão propostos abaixo.

3.5.2 Proposta de trabalho para integração da cadeia

3.5.2.1 Definição das etapas dos processos construtivos

Esta fase é importante para que se possa ter uma visão sistêmica dos processos. Para cada tipo de construção, convencional em concreto armado, alvenaria estrutural, painéis pré-fabricados, etc., deve ser feita uma discretização dos serviços e de tudo que o compõe (materiais necessários, equipamentos, tipo de mão de obra, etc.)

A partir desta discretização pode ser feita uma avaliação de cada item e verificar a situação deste dentro do processo.

Por exemplo: para cada material deve-se verificar se este é normalizado, se as normas que existem são atuais e de acordo com as exigências do sistema, se os produtores são de grande ou pequeno porte, se são organizados, se possuem mecanismos de divulgação da qualidade técnica do produto, se estes mecanismos quando existentes são eficientes e outras particularidades que possam ser relevantes.

Podem-se avaliar os equipamentos e ferramentas necessários e o peso de cada um no processo. A facilidade de serem encontrados no mercado. A acessibilidade aos mesmos.

Já em relação à mão de obra devem ser definidos quais os requisitos necessários para que possam fazer o serviço de forma mais

adequada. Estes requisitos incluem desde escolaridade até experiência e formação.

Uma vez definidos os materiais, componentes, ferramentas e mão-de-obra de cada parte do processo, será possível a identificação de possíveis problemas e levantadas as suas causas e as possíveis soluções.

De posse destes dados, determinam-se quais são os agentes da cadeia que podem interferir no processo de maneira a melhorá-lo. Determina-se também quais são as interconexões entre estes agentes.

Desta forma, para cada serviço é possível definir ações e possíveis responsáveis capazes pela otimização deste e consequente melhoria no processo, na qualidade e na produtividade.

Também é importante nesta etapa avaliar as formas possíveis de interação entre os diferentes elos da cadeia.

Assim, a proposta pode ser sistematizada da seguinte forma:

1. Escolha de um processo construtivo;
2. Definição dos serviços que o compõem;
3. Discretização de cada serviço (materiais, componentes, ferramentas, equipamentos e mão de obra;
4. Identificação de problemas possíveis;
5. Definição dos agentes da cadeia da construção que podem ajudar a resolvê-lo;
6. Definição de possíveis formas de interação entre os agentes da cadeia.

3.5.2.2 Ações possíveis para integração da cadeia

A experiência tem mostrado que ações isoladas não solucionam os graves problemas da construção civil. O problema é estrutural da cadeia da construção e soluções pontuais, se ajudam não levarão a resultados concretos e duradouros.

A amplitude do problema também permite antever que a solução passa pela ação de um ou mais agentes catalisadores e pelo envolvimento de instituições de pesquisa, empresários e órgãos financiadores.

Assim, definidos os problemas de cada processo da construção e suas possíveis causas, propõem-se as seguintes ações para resolvê-los com a participação integrada dos agentes da cadeia:

3.5.2.3 Workshop interno em cada setor da cadeia

Estes workshops teriam a função de avaliar as condições de avanço tecnológico e de interação de cada setor com os demais agentes da cadeia da construção.

Pontos importantes tais como as normas técnicas, capacidade de produção, qualidade do pessoal envolvido e outros seriam levantados para definir melhor as necessidades. Esta avaliação permitiria a qualificação e quantificação dos problemas de cada setor e a proposição de ferramentas e ações para resolvê-los.

Alguns workshops deste tipo já foram realizados por Jobim Filho (2002) e mostraram ser um caminho correto e viável para início de processo de melhoria dos setores mais carentes.

3.5.2.4 Workshops entre os agentes da cadeia

Muitas vezes um produtor de insumos ou de equipamentos e ferramentas não sabem quais são as reais necessidades do cliente. Preocupado com a produtividade de sua empresa, prioriza a otimização do seu meio de produção do que atender as reais necessidades do usuário dos produtos à jusante da cadeia. Pode-se usar como exemplo a produção de blocos de concreto para alvenaria estrutural no Brasil. Para otimizar sua produção, a grande maioria dos fabricantes produz o bloco estrutural base nas dimensões de 14 cm x 19 cm x 39 cm (largura, altura, comprimento). Esta dimensão é comprovadamente ruim para o acerto da paginação e, como regra, os projetos exigem o uso de compensadores (bolachas) para fechamento completo da parede.

Assim, reuniões entre representantes dos diversos elos da cadeia serviriam para o melhor entendimento das necessidades de cada um, com consequentes desdobramentos na definição das características dos produtos a serem fabricados.

3.5.2.5 Ações para implementar mudanças

Diagnósticos são importantes para estabelecer os problemas, mas de nada servem se não forem usados para resolvê-los. Assim, os workshops internos e os workshops entre os agentes da cadeia devem ter como resultado também a proposição de ações para mudanças na estrutura da cadeia da construção.

Estas ações passam por definição de formas de transferência de informações entre os diferentes elos da cadeia, correção de problemas de

produção de insumos e equipamentos, realização de pesquisas para desenvolvimento de novos produtos e processos, levantamento das normas existentes e descrição das que necessitam ser feitas e todas as demais ações que venham a serem propostas e consideradas úteis para o efetivo desenvolvimento do setor.

3.5.2.6 Envolvimento de agentes catalisadores:

Os workshops, no entanto, não terão eficácia se não contarem com agentes catalisadores que, ao mesmo tempo em que possam indicar caminhos, atendam aos anseios e necessidades dos agentes da cadeia da construção.

Assim, possíveis instituições a serem envolvidas no projeto são:

1. Sindicatos patronais: em tese sabem quais são as necessidades dos seus associados e conhecem mecanismos possíveis de serem acionados para a resolução dos problemas. São importantes também na realização de ações políticas para obtenção de recursos que viabilizem os trabalhos que levarão às melhorias.
2. Sindicatos de trabalhadores: especialmente os sindicatos dos operários da construção poderão exercer papel importante no estabelecimento de diretrizes e de prioridades para a capacitação da mão de obra da construção.
3. CREA e CAU: Os Conselhos regionais de engenharia e arquitetura também teriam um papel importante não só na conscientização de seus profissionais como também na articulação política para a obtenção de recursos para os desenvolvimentos necessários.
4. Universidades e institutos de pesquisa: estas instituições tem grande número de pesquisadores com experiência além de equipamentos apropriados para desenvolvimento de pesquisas com novos materiais, novos componentes e novos processos de construção. Também são capazes de avaliar e homologar produtos novos e os já existentes.

3.5.2.7 Participação de agentes financiadores: governos, Finep, CNPq, Sebrae

Nenhuma pesquisa ou ação pode ser realizada sem recursos financeiros. Assim, para que efetivamente haja o desenvolvimento do setor, além dos recursos das empresas interessadas é importante a

participação financeira dos governos estaduais, através de suas fundações de apoio à pesquisa e do governo federal através de seus órgãos de fomento tais como FINEP, CNPq e outros. A criação de um fundo setorial próprio e exclusivo para a construção seria uma medida de grande eficácia para o sucesso da integração da cadeia. Da mesma forma, considerando as características do setor da construção, onde predominam micro e pequenas empresas, a participação do SEBRAE e de seus programas seria de grande valia.

4. ESTUDO DE CASO: EXEMPLO DE DESENVOLVIMENTO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

O processo de construção de paredes em alvenaria estrutural, dentro da construção convencional é, provavelmente, o mais racionalizado e o mais próximo de uma efetiva integração da cadeia. Mesmo assim, ainda apresenta lacunas. Foi escolhido como exemplo exatamente por estes dois motivos: representa um serviço razoavelmente integrado e, no entanto, ainda carece de integração.

4.1 DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS QUE COMPÕEM A EXECUÇÃO DE PAREDES EM ALVENARIA ESTRUTURAL

A Figura 09 mostra esquematicamente como deve ser feita a análise do problema. Deve-se primeiramente definir passo a passo como se executa uma parede em alvenaria estrutural, levantar as necessidades para executá-la corretamente e avaliar se há problemas que impedem que isto ocorra.

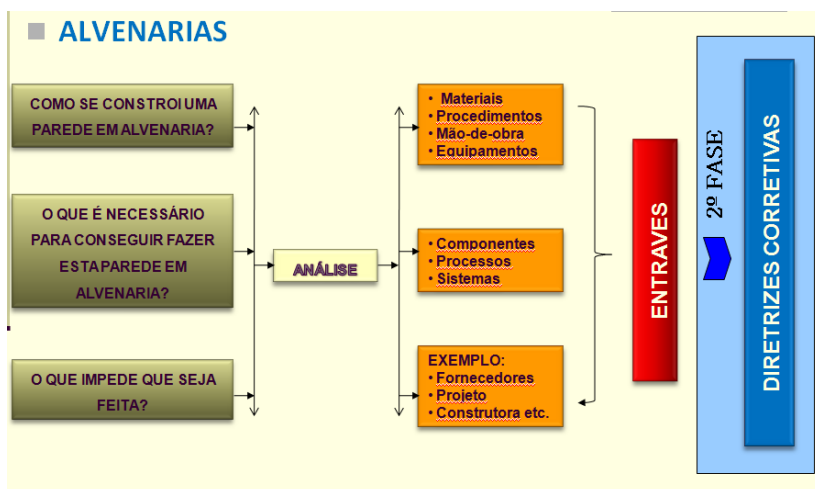


Figura 9: Esquema de análise do problema

A execução de uma parede de alvenaria estrutural envolve a análise dos materiais e equipamentos a serem usados, da qualidade da mão de obra e do estabelecimento de procedimentos adequados. Esta

análise passa pelo conhecimento de componentes a serem usados e dos processos e sistemas da construção relacionados com a execução.

Da mesma forma, nesta etapa da análise se levanta quais agentes da cadeia da construção estão relacionados com cada material a ser usado e com cada serviço a ser executado.

Os materiais usados em uma parede de alvenaria estrutural são os blocos e a argamassa e, eventualmente o graute. Os blocos, dentro de um sistema racionalizado e integrado passam a ser componentes, uma vez que têm função bem definida. Em paredes com aberturas, aparecem ainda como componentes as vergas e contra-vergas, que podem ser moldadas in loco ou pré-moldadas. Também podem fazer parte da parede de alvenaria as instalações elétricas (quase sempre) e as instalações hidráulicas. Estas últimas, sempre que possível, devem ser executadas fora da parede. Também fazem parte da parede as portas e janelas.

4.2 DISCRETIZAÇÃO DOS SERVIÇOS (MATERIAIS, COMPONENTES, FERRAMENTAS, EQUIPAMENTOS E MÃO DE OBRA

Segundo Roman (2000) para os projetos em alvenaria estrutural, deve-se atentar para os cuidados necessários na execução das obras. Sabe-se que a qualidade da obra depende da forma de execução e que, por conseguinte, de nada adiantará um projeto apurado e correto se a mão-de-obra não for suficientemente qualificada para executá-lo.

Para Franco (2010) a verificação do projeto de estrutura segue os seguintes passos:

- Planta de locação da primeira fiada;
- Planta de eixo;
- Furação de elétrica e hidráulica;
- Especificações de materiais e componentes.

A Figura 10 abaixo mostra detalhes de projetos de primeira fiada e das instalações elétricas e hidráulicas.

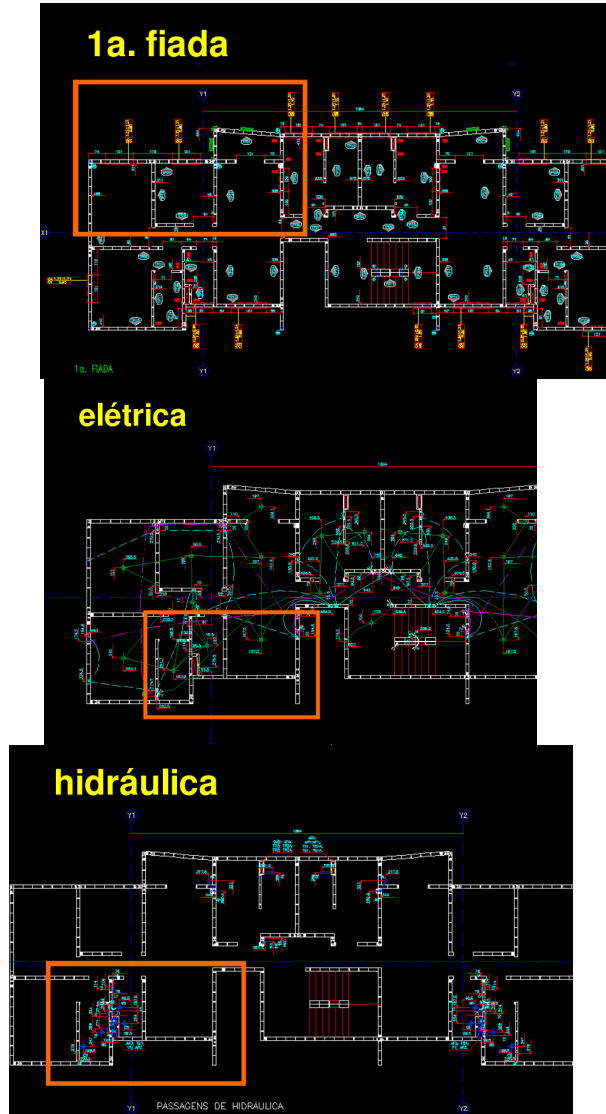


Figura 10: Exemplo de detalhes de projetos de primeira fiada, elétrica e hidráulica.

Fonte: FRANCO (2010).

O mesmo autor diz que a verificação do projeto de arquitetura e sistemas prediais são:

- Definição de batentes;
- Esquadrias
- Vergas e contra-vergas;
- Contramarcos de concreto;
- Peitoril;
- Elétrica;
- Hidráulica, etc.

A Figura 11 mostra um exemplo de esquadrias usadas em alvenaria estrutural.



Figura 11: Esquadrias.
Fonte: FRANCO (2010)

O emprego de materiais, ferramentas e recursos humanos adequados é condição essencial para o prosseguimento das operações (ROMAN, 2000).

As principais Ferramentas utilizadas na alvenaria estrutural são:

- Escantilhão Metálico;
- Esticador de linha
- Régua de prumo e de nível;
- Nível alemão;
- Nível a laser;
- Argamassadeira metálica;
- Andaime metálico;
- Carrinho de garfo;

- Carrinho porta-palet;
- Bisnaga;
- Canaletas;
- Palhetas;
- Argamassadeira de pavimento.

Além das ferramentas acima especificadas, devem ser utilizadas as ferramentas tradicionais para a execução de alvenarias conforme Figura 12.

Colher de pedreiro;
Prumo de face;
Linha de nylon n 100;
Nível de bolha 30cm;
Lápis estaca;
Brocha (trincha);
Talhadeira;
Marreta;
Marreta de borracha pequena;
Trena de aço 3m ou 5m;
Espátula 2. 1/2”;
Vassoura com cabo;
Enxada com cabo;

Pá de bico com cabo;
Balde plástico ou metálico;
Esquadro metálico;
Máquina de corte manual (makita);
Furadeira manual tipo martetele;
Brocas tipo wídia;
Discos para makita;
Tambor metálico 200 litros;
Extensão: 30m de fio torcido # 2,5mm² para ligar máquinas manuais, com plug de ligação em uma ponta e duas tomadas na outra ponta

Figura 12: Ferramentas tradicionais.
 Fonte: ROMAN (2000).

A qualidade está diretamente relacionada com os procedimentos de construção e com o uso de ferramentas certas utilizadas na elevação das paredes.

EXECUÇÃO

A execução da alvenaria estrutural com blocos de concreto é definida em duas etapas básicas a marcação e a elevação.

Marcação

Alguns procedimentos preliminares são necessários para amarração da alvenaria que corresponde ao assentamento da primeira fiada de todas as paredes que compõem um andar da obra. Esta fiada servirá de referência para todo o restante, devendo, portanto ser confeccionado com todo o cuidado possível ROMAN(2000).

- Os projetos estruturais e complementares devem estar dispostos na obra, já compatibilizados e com todas as possíveis interferências analisadas e detalhadas
- A programação de entrega dos blocos deve estar definida com o fornecedor;
- O local para armazenagem dos blocos deve ser preparado: os blocos não podem ter contato com o solo, sempre que possível, uma parte do estoque deve permanecer em local aberto;
- Deve-se criar mais planilha com a quantidade de blocos por palets e com o numero de blocos utilizados em cada parede;
- Deve-se manter na obra os traços utilizados para graute, argamassa e concreto;
- A laje de apoio da fiada de marcação deve estar totalmente pronta e desimpedida;
- O esquadro da laje de apoio deve ser verificado, comparando-se as medidas das duas diagonais (quando a diferença entre as medidas for inferior a 5mm, o esquadro da laje será aceita);
- Os blocos necessários para o início da marcação devem ser dispostos na laje, tomando-se o cuidado para manter livre o eixo das paredes;
- Deve-se conferir a posição dos dutos deixados na laje, corrigindo-os se necessário, para que eles não prejudiquem posteriormente a adaptação dos blocos;
- Deve-se efetuar a limpeza da superfície que receberá a fiada de marcação, a fim de promover a boa aderência entre argamassa e substrato;
- Deve-se definir em projeto o posicionamento dos escotilhões.

A marcação da primeira fiada:

- Verificar a disposição dos palets de blocos;
- Transferir os eixos de referência dos pavimento;
- Verificar o nivelamento da laje:
 - Espessuras da junta de marcação .0,5 cm;
 - Espessura da junta de marcação , 3,0 cm.



Figura 13: Fundação e locação de instalações.

Fonte: FRANCO (2010).

- Iniciar a marcação pelas paredes periféricas e terminar pelas paredes internas;
 - Iniciar pelas paredes principais:
 - extremidade do edifício;
 - que servem de referência para as demais;
 - paredes de divisão entre apartamentos;
 - parede de divisão com as áreas comuns.
 - paredes das caixas de elevador e escadas
 - Circulação dos materiais e equipamentos;
 - Intersecção de alvenarias;
 - Posição de aberturas;
 - Locação dos blocos chaves (Figura 14)
 - encontro de paredes;
 - posição das portas e aberturas das paredes;
 - com a trena metálica, a partir dos eixos construtivos;
 - nivelamento alemão ou laser;
 - verificar alinhamento da fase dos blocos (linha)
 - verificação do aprumamento de cada bloco-chave (nível de bolha)

- verificar o esquadro entre os ambientes (esquadro de alumínio)
- prumo em relação ao primeiro bloco do pavimento inferior.



Figura 14: Bloco Chave

Fonte: Franco 2010

- Distribuir os demais blocos
 - entre os blocos chaves
 - assentador com referência aos blocos chaves;
- Verificar:
 - passagens de tubulações elétrica e hidráulicas
 - barras de aço e grauteamento



Figura 15: Passagem de tubulação.

Fonte: Franco 2010

- Posicionamento dos escotilhões:
 - planejamento prévio indicativo da sequência das paredes;
 - circulação de pessoas e materiais;
 - esticamento de linha.



Figura 16: Posicionamento de escantilhões e blocos para elevação das paredes.

Fonte: Franco 2010

o Posicionamento de batentes metálicos envolventes



Figura 17: Colocação de batentes metálicos

Fonte: Franco 2010

Para garantir uma alvenaria bem executada e possibilitar a avaliação dos trabalhos durante todas as etapas da obra, devem ser observados os índices de tolerância para a marcação conforme a Figura 18.

Tolerâncias no serviço de marcação		
Etapa	Conferir	Tolerância
Blocos assentados nos quatro cantos do pavimento	Prumo Nível Diagonais	2,0 mm 2,0 mm 10,0 mm
Marcação das paredes	Prumo Nível Alinhamento Medidas	2,0 mm 2,0 mm 1,0 mm/m 1,0 mm/m
Colocação dos escantilhões	Prumo Nível	3,0 mm 1,0 mm

Figura 18: Índice de Tolerância no serviço de marcação.

Fonte: Roman (2000).

Elevação da Alvenaria

Inicia-se com o assentamento da segunda fiada e prossegue até o ressalto da parede. O assentamento da alvenaria deve ser executado conforme os projetos de elevação de cada parede.

- Deve ser considerado:
 - Prumo;
 - Nível;
 - Alinhamento;
 - Plasticidade.
- Execução das fiadas até meia-altura ou altura do peitoril
 - Posicionar os blocos com pontos elétricos
 - Contravergas
- Grauteamento do primeiro lance dos grautes verticais



Figura 19: Grauteamento do primeiro lance.

Fonte: Franco 2010

- Preparação para a execução das demais fiadas:
 - Posicionamento dos contramarcos de argamassa armada;
 - Montagem dos andaimes ou cavaletes;
 - Aumento da altura das caixas de argamassa.



Figura 20: Exemplo de elevação das paredes.

Fonte: Franco 2010

- Execução da segunda metade das paredes:
 - Vergas;
 - Posicionar os blocos com pontos de elétrica;
 - Grauteamento da segunda metade das paredes.
- Execução da cinta de respaldo (canaleta ou jota).



Figura 21: Respaldo.
Fonte: Franco 2010

Para Roman (2000) o acompanhamento constante dos trabalhos e a avaliação dos mesmos são de fundamental importância para a manutenção da qualidade da alvenaria realizada. O mesmo autor salienta que para garantir uma alvenaria bem executada e possibilitar a avaliação dos trabalhos durante todas as etapas da obra, sugere-se que os índices de tolerância da Figura 22, sejam observados.

TOLERÂNCIAS NO SERVIÇO DE ELEVAÇÃO			
Nº	Etapa	Conferir	Tolerância
1	Alvenaria até a altura das janelas	Prumo	1,0 mm/m
		Nível*	3,0 mm
		Alinhamento	1,0 mm/m
		Planicidade	2,0 mm/m
		Espessura da junta horizontal	3,0 mm
2	Blocos "J" e compensadores – antes da concretagem	Nível*	3,0 mm
		Alinhamento	1,0 mm/m

* Em relação aos blocos estratégicos.

Figura 22: Índice de Tolerância no serviço de elevação.

Fonte: Roman 2000

4.2.1 Unidades de alvenaria (blocos)

As unidades de alvenarias, assunto já abordado no item 2.3.4, são normatizadas em diferentes tipos de blocos, chamados de “família de blocos”, que possuem dimensões diferentes para atender vários tipos de soluções arquitetônicas. A importância da escolha da família de blocos em um projeto é fundamental, sendo que esta escolha deve ser considerada o ponto de partida para um projeto.

Para Heineck (1992), a utilização de blocos maiores, nas modulações, pode melhorar a produtividade, pois mesmo que haja redução na velocidade de movimentação dos blocos, devido ao aumento do peso, ainda assim a produtividade aumenta. Isso resulta da redução na quantidade de blocos movimentados e no número de juntas verticais, acarretando diminuição da quantidade de argamassa necessária para preenche-las e reduzindo o número de operações que o pedreiro realiza para levantar a alvenaria de uma parede.

Além do tamanho das peças, o treinamento das equipes, a adoção de uma modulação adequada, o detalhamento dos projetos, entre outros elementos, influenciam na produtividade dos operários e no tempo total da obra. No entanto, vale salientar, que o tamanho do bloco é, sem dúvida, o parâmetro de maior interferência.

Sabe-se que o tamanho da peça, não apenas influencia na produtividade, mas também, o treinamento das equipes, adoção de uma modulação adequada, detalhamento dos projetos, entre outros. Porém, o tamanho do bloco é, sem dúvida, um fator importante na produtividade, porque o aumento do primeiro acarreta aumento do segundo, desde que o peso do bloco não seja inviável para o manuseio humano.

Segundo alguns autores, tais como Tomaz e Helene (2000), as paredes de alvenaria poderão ser executadas somente com blocos inteiros, não admitindo corte e quebra de blocos para obtenção de “peças de ajuste”, e sim o emprego de unidades específicas para o fim. Contudo é comum encontrar o uso de famílias de blocos incompletas e projetos com paginações que não utilizam adequação de família de blocos, criando assim ajustes inadequados, uma vez que se torna inevitável o uso de blocos quebrados.

Esse procedimento incorreto resultará em um custo maior e uma racionalidade menor para a obra. Isso se verifica, não só em relação à mão-de-obra para execução dos enchimentos propriamente ditos, mas também pelo seu efeito negativo no próprio dimensionamento da estrutura como um todo.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS POSSÍVEIS

4.3.1 Verga e contraverga

Segundo Costa (2010), as patologias observadas em apartamentos pesquisados em Belo Horizonte, predominaram as fissuras nos cantos das aberturas de vãos de portas e janelas, causadas por falta de vergas e contra-vergas.

Para Ripper e Souza (1998), em termos de durabilidade, a fissura é das manifestações patológicas mais nocivas, pois facilita o acesso de agentes agressivos às barras das armaduras nas alvenarias armadas, propiciando a corrosão, também facilitam a entrada de umidade, causando desconforto para o usuário da edificação.

CANO (2005) em sua investigação de um condomínio em alvenaria estrutural na cidade de São Paulo, ressalta a falta ou uso de peças muito esbeltas (de pequena seção), ou apenas a colocação de uma barra de aço entre os blocos, é a principal causadora de anomalias, presente em grande parte das portas e janelas por ele investigadas, onde seu mau dimensionamento causa trincas e fissuras.

Contudo Alexandre (2008), observou a principal falha no transpasse insuficiente para o interior das paredes. Estas falhas foram devido ao não atendimento das recomendações técnicas para a concretagem das mesmas ou por comprimento da armadura ser de tamanho inferior ao comprimento das vergas e contra-vergas ou por falha na concepção do projeto. Também se constatou falta de esperas embutidas para a passagem de eletrodutos ou incompatibilidade de projeto gerando a quebra da contra-verga para passagem dos eletrodutos conforme (figura 23). Já no emprego de elementos pré-fabricados, como verga e contra-verga, notou-se o aparecimento de fissuras nas obras, pelo mau armazenamento ou falta de controle no recebimento do material ao chegar ao canteiro de obra.



Figura 23: Transpasse insuficiente para dentro das paredes
Fonte: Alexandre (2008).



Figura 24: Quebra de contra-verga para passagem de tubulação elétrica.
Fonte: Alexandre (2008).

Quadro 7: Tabela síntese da problemática - verga e contra-verga.

Elementos	Possíveis Falhas	
Verga e Contra-verga	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Incompatibilidade de projetos, falta de detalhamento e compatibilização; • Inexperiência por parte do projetista quanto ao uso do sistema (falha projetual).
	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de materiais fora das normas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Mão-de-obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Mão-de-obra não treinada; • Falta de fiscalização no serviço de mão-de-obra.
	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento da obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de organização no armazenamento dos materiais pré-fabricado, levando a fissuras ou falta de controle no recebimento de materiais avariados; • Falta de recomendações

		técnicas para a concretagem; <ul style="list-style-type: none"> • Falta de acompanhamento da obra em sua execução, para esclarecimento de dúvidas.
--	--	---

4.3.2 Instalações

Em um sistema construtivo racionalizado é inconcebível a hipótese de se rasgar paredes, improvisar na obra, etc. Essas práticas, correntes em alvenarias de vedação e, infelizmente, ainda encontradas em obras alvenaria estrutural (figura 25), significam retrabalho, desperdício, maior consumo de material e mão-de-obra e, principalmente, insegurança estrutural, uma vez que a parede, cuja seção resistente é reduzida, constitui o elemento estrutural (RAUBER, 2005).

O projetista deve sempre ter a preocupação e a iniciativa de promover a integração dos projetos, criando soluções para a coexistência harmônica da arquitetura, estrutura e instalações, pois muito se fala mais até os dias atuais isso não tem acontecido segundo diversos autores.



Figura 25: Prática inaceitável se tratando de alvenaria estrutural, e ainda existente, de rasgos horizontais nas paredes para execução de instalações.
Fonte: SANTOS (1998).

Em estudo de um condomínio em alvenaria estrutural, CANO (2005) também detecta a problemática apresentada na figura 26, e

ressalta que esse tipo de anomalia pode ser evitada com a colocação das instalações em paredes sem função estrutural, que portanto não receberá carga, ou com uso de componentes para transpor esses espaços, como barras de aço.



Figura 26: Fissura no interruptor da campainha.
Fonte: CANO (2005).

Para Thomas e Helene (2000), para as prumadas de água e esgoto devem ser previstos shafts e os ramais de água e esgoto devem ser embutidos em paredes sem funções estruturais. Espaços no dorso de batentes podem ser utilizados para fios elétricos e para instalarem tomadas e interruptores.

Quadro 8: Tabela síntese da problemática - instalações

Elementos	Possíveis Falhas	
Instalações Complementares (hidráulica e Elétrica)	• Projeto	• Inexistência de projetos adequados ou falha de detalhamento de projeto e compatibilização;
	• Materiais	• Falha na compra ou uso de toda a família de blocos;
	• Mão-de-obra	• Mão-de-obra não treinada.

	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento da obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Não organização do posto de trabalho, falta de integração entre os pedreiros e a equipe de apoio. Falha no fornecimento de blocos na quantidade e no local correto; • Falta de gerenciamento de etapas – colocações posteriores de eletrodutos.
--	---	--

4.3.3 Esquadrias

De acordo com RIPPER (1996), infelizmente não são tomados os cuidados necessários na instalação das esquadrias para evitar que nas chuvas fortes, acompanhadas de vento, a água penetre pelos caixilhos ou janelas, provocando assim prejuízos e reclamações.

A manifestação de umidade em regiões com presença de caixilhos normalmente é causada pela inadequação do caixilho por falhas de projeto ou execução das juntas constituídas entre o caixilho e a alvenaria (THOMAZ, 1990). Ainda, de acordo com o mesmo autor, a presença de esquadrias numa fachada origina descontinuidades da parede, e conseqüentemente, pode alterar os fluxos de água que escorrem nesta fachada. Essas aberturas fazem com que o fluxo de água muitas vezes concentre-se em regiões particularmente críticas, que são as proximidades do vão. E, caso o peitoril não tenha sido bem executado surgirão manchas na fachada (carreamento da poeira depositada no peitoril).

Segundo Ripper (1996) é muito importante a previsão de peitoris externos, e que esses tenham sua execução correta para evitar infiltração de água sob os caixilhos, pois esta infiltração causa manchas de aspecto desagradável no interior das paredes (Figura 28), além de causar estragos no revestimento. Ainda, de acordo com Ripper (1996) existem algumas regras básicas para a execução correta de peitoris que são:

- o peitoril deve passar por baixo do caixilho ou janela, a fim de evitar uma junta vertical entre a esquadria e o peitoril;
- o peitoril deve ter um bom caimento para fora, com o propósito de facilitar o afastamento rápido da água;
- o peitoril deve se projetar de 3 a 4 cm para fora da face externa da parede, e ainda, prever nesta saliência uma

pingadeira perfeita para que a água ao cair não atinja o revestimento externo e conseqüentemente, manche-o. Essa água lava a poeira que se acumulou em cima do peitoril.



Figura 27: Mancha de umidade causada por infiltração no peitoril.
Fonte: Adaptada de ANTUNES (2011).

Antunes (2011) recomenda que qualquer descontinuidade no peitoril, independentemente do seu material de fabricação, não deva ser rejuntado com argamassa de cimento e areia, que é um material rígido e sujeito a fissuras e trincas, dado suas movimentações de qualquer origem. Para tal, aconselha-se o uso de massa plástica especial para uso externo.

Dos diversos materiais (cerâmica, concreto pré-moldado, pedras de mármore ou granito, chapa de alumínio dobrado e cimentado) que podem ser utilizados para fabricação de peitoris, Ripper (1996) acredita que o peitoril perfeito é o de concreto pré-moldado ou feito “*in loco*”. O autor tem essa opinião por que esse material não possui juntas, que são ponto de vulnerabilidade em relação à penetração de água. Os arredores em torno das aberturas são uma região altamente sujeita à presença de fissuras, devido à concentração de tensões, e de destacamentos ou falhas de rejuntamento entre o peitoril e a janela, como pode ser visualizado na Figura 28.



Figura 28: Fissura peitoril da parede interna.
Fonte: Adaptada de ANTUNES (2011).

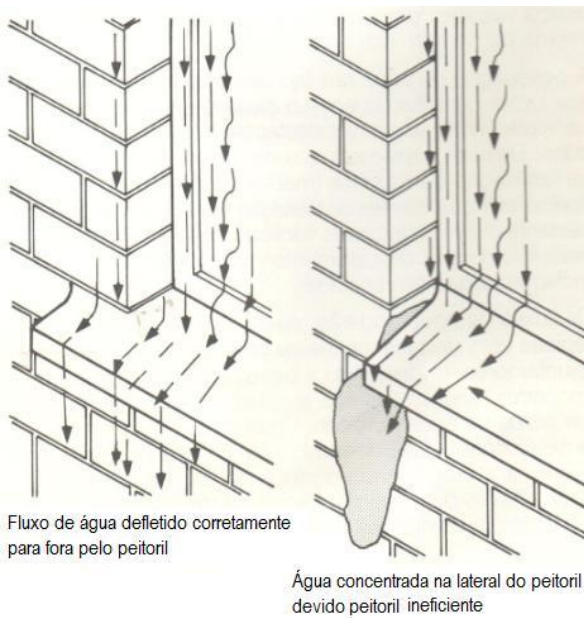


Figura 29: Exemplo de Peitoril eficiente (deflete a água para fora) e peitoril deficiente (água concentrada na lateral)
Fonte: Sabbatini 1989.

Segundo ANTUNES (2011) outro ponto vulnerável à penetração de água em janelas, particularmente nas de correr, é o encontro entre a travessa vertical e horizontal do caixilho. Nessa região costuma se acumular água nas canaletas em dias de chuva, mesmo com a presença dos furos de drenagem, e se a mesma não for bem executada e impermeabilizada ocorrerá infiltração. A água penetra na alvenaria pelos cantos inferiores do caixilho e causa manchas de umidade na parede interna e externa (THOMAZ, 1990). O uso de quadros de janelas pré-moldadas resolveria o problema, pois quadros já vêm prontos com pingadeira e batentes, são muito vantajosos por economizar tempo e por serem mais precisos. Muitas vezes a falta de conhecimento destes ou a indisponibilidade no mercado faz com que esse uso não aconteça.

Em se tratar de desvio do vão em relação ao esquadro, que é umas das causas dos problemas gerados na hora de instalar portas e janelas, em estudo em uma obra, SOUZA(2011) constatou que ainda existem obras que não fazem o uso de gabaritos de aberturas, elemento imprescindível, que verifica-o esquadro dos vãos. De acordo com o autor, os responsáveis pela obra admitiram que nenhum dos esquadros foi conferido, e mostraram desconhecimento em relação a tolerância de erro, que corresponde a, no máximo, 10 mm. A negligência desse quesito resultou em um erro em quase toda a obra. O mesmo autor ressalta sobre a falta de detalhamento em projeto de aberturas também foi um problema frequente encontrado na obra estudada.

Em estudo de campo feito em Fortaleza em quatro torres construídas em alvenaria estrutural Sousa 2011 registrou a frequência de paredes com desaprumo considerável, principalmente nas aberturas de portas como mostra a Figura 30.



Figura 30: Alvenaria inadequada quesito prumo em abertura de porta.

Fonte: Adaptada de SOUSA 2011.

Quadro 9: Tabela síntese da problemática – Esquadrias.

Elementos	Possíveis Falhas	
Esquadrias (Portas e Janelas)	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de projeto no detalhamento ou na modulação necessária para o sistema. • Falta de conhecimento dos componentes existentes para a o sistema utilizado. • Falta de conhecimento do sistema utilizado. • Falta de conhecimento dos componentes a ser utilizado existente no mercado.
	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de materiais que atendem a norma; • Falta de quantidade de material para uma obra de grande ou pequeno porte. •
	<ul style="list-style-type: none"> • Mão-de-obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de qualificação e inspeção de mão-de-obra;

		<ul style="list-style-type: none"> • Falta verificação de vão, ou uso de gabaritos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento da obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de verificação do projeto em obra para cada etapa a ser feita; • Falta de acompanhamento da mão-de-obra nas instalações das esquadrias de um modo geral; • Falta de conhecimento das tolerâncias exigidas pela norma.

4.4 DEFINIÇÃO DOS AGENTES DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO QUE PODEM AJUDAR A RESOLVÊ-LO

No item anterior foi detectado os possíveis problemas que ainda persistem, através de estudo de vários autores que relatam a problemática em suas pesquisas em campo.

Os componentes de uma parede de alvenaria analisada são: verga contra-verga, instalações complementares (hidráulica e elétrica) e esquadrias (portas e janelas).

Quanto à definição dos agentes das cadeias que possam ser interligado e possa resolver os problemas tabelados são: o projetista, fabricante de insumos, fornecedor e empreiteiro (figura 31).

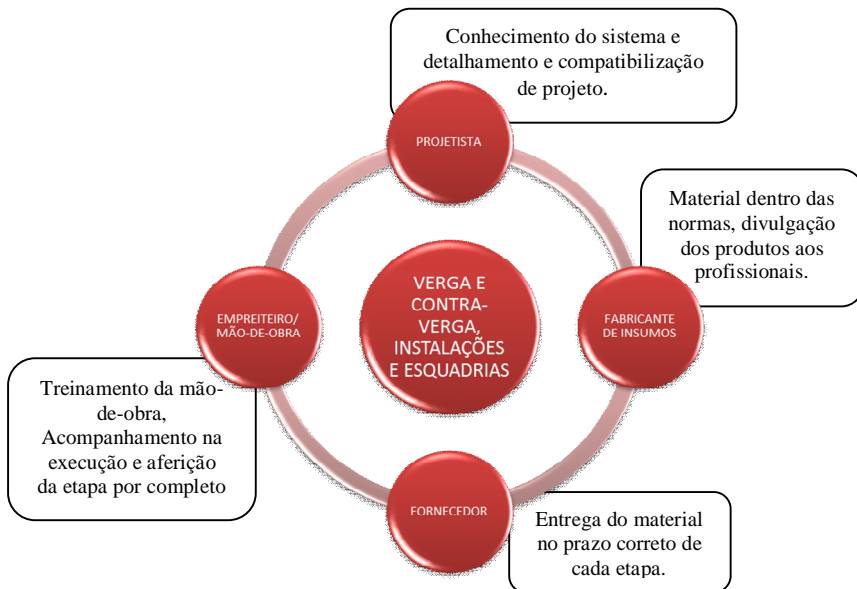


Figura 31: Agentes diretamente ligados às soluções.

Estes devem fazer um workshops interno primeiramente para que possa levantar seus problemas e necessidade pertinente a seu setor assim como, por exemplo, no caso do fabricante de insumos quanto as normas as tolerâncias e as necessidades do sistema.

Em relação aos agentes, deve ser explicitada a necessidade de cada um deles e a relação destes entre si. As necessidades levantadas pelo projetista seria o real conhecimento do sistema utilizado no qual o fabricante poderia expor toda sua complexidade de dados que darão subsídios ao projetista quanto à normatização e qualidade dos materiais. Já o fornecedor também poderá expor suas dificuldades e entender as necessidades dos materiais que devem chegar ao local da obra na etapa certa e sem avaliações, para que o empreiteiro possa controlar o estoque na hora e local correto, fazendo assim que este produto seja aplicado corretamente, com mão-de-obra já treinada e usando o material necessário, já discorrido neste trabalho, contudo, vale salientar que o gerenciamento desta obra deve ser constante.

Deste workshop devem compilar todas as necessidades e exigências de cada membro da cadeia que possa dar um diagnóstico da real situação global da problemática, criando assim algumas “diretrizes

corretivas” devido a troca de informações. Para a correção de problemas ainda recorrentes em relação aos elementos analisados, um exemplo seria na concepção do projeto, o projetista ter interação com os fabricantes de insumos e conhecer os diversos componentes existentes e suas tolerâncias e, também, os fabricantes conhecerem as necessidades deste projeto.

A integração entre estes agentes faz com que a obra tenha uma sintonia como um todo e não seja analisada como partes como acontece.

Quantos aos agentes construtor/empreendedor e usuário, são os agentes secundários e são diretamente atingidos quando não há integração entre os demais agentes, pois eles retroalimentam a cadeia de uma maneira informativa. O Construtor quando a obra não sai a contento perde em sua imagem e lucro, e o usuário em sua aquisição, portanto é fundamental a integração entre os agentes de primários e secundário em uma segunda instancia.

4.5 DEFINIÇÃO DE POSSÍVEIS FORMAS DE INTERAÇÃO ENTRE OS AGENTES DA CADEIA

A nova conjuntura do mercado da construção civil faz emergir a necessidade do construtor/empreendedor de buscar novos modelos de gestão, novos produtos e insumos, como mecanismos de se manter competitivo frente aos constantes avanços tecnológicos, bem como atender os interesses, necessidades e expectativas dos clientes/usuários cada vez mais exigentes. Sendo assim, um dos principais fatores do novo ambiente organizacional é a necessidade das empresas envolvidas no setor da construção civil atuarem de forma conjunta e associada, compartilhando recursos, informações e conhecimento, dentre outras variáveis, tomando como referência o conceito e os princípios de redes.

Os princípios de uma rede demonstram que a eficiência do setor produtivo não deve ser um objetivo em si mesmo, mais um meio para alcançar um objetivo final e essencial, a eficácia. Não deve ser mais uma busca singela e simples da eficiência, ou apenas uma melhoria pontual, sobretudo dos critérios qualidade e produtividade e, sim como estratégia permanente de parceria, considerada como iniciativas relacionadas ao sistema de informações numa cadeia de suprimentos com fluxo integrado, proporcionando um vínculo estreito entre os diversos agentes da cadeia da construção civil e conseqüentemente o desenvolvimento de uma metodologia que permita à empresa da construção civil melhor organizar e administrar suas parcerias, tratando

principalmente dos temas avaliação, seleção, contratação e controle dos recursos.

O desenho das novas estruturas organizacionais tendem a uma mudança, deixando de lado as relações diretas como se fosse uma reta, e passando a se cruzar com outros, construindo um verdadeiro panorama de rede de relacionamento como se fosse uma “Teia de Aranha” tendo relações tanto horizontais como radiais. A estrutura da “Teia de Aranha” é de uma representação feita com maestria pela natureza. Mas, quando se transporta esse conceito para visualizar as relações dentro da organização, pode-se entender a complexidade que é a gestão da cadeia da construção civil. Importante salientar que o modelo de “Teia de Aranha” possui uma relação direta com a Engenharia visto que suas principais propriedades é o poder de resistência e de elasticidade dos seus fios em relação a rede como um todo. Desta mesma forma queremos transportar estes conceitos da natureza para a realidade do presente trabalho demonstrando a necessidade das relações entre os diversos agentes da cadeia que se mantenham firme nas suas parcerias (resistência) e que esteja aberto a novas mudanças de acordo com os interesses comuns (elasticidade).

A proposta do diagrama sistêmico da cadeia da construção civil, busca contribuir para uma visão macro dos problemas e refletir sobre uma possível modificação dos conceitos atuais de interação da cadeia.

Segundo Ausubel (2003), o ser humano constrói significados de maneira mais eficiente quando considera inicialmente a aprendizagem das questões mais gerais e inclusivas de um tema, ao invés de trabalhar inicialmente com as questões mais específicas desse assunto.

Seguindo nesta linha Ausubel (2003) diz que é menor a dificuldade de aprendizagem dos aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas, bem como a organização que o indivíduo faz do conteúdo de um determinado tema, distribuído numa estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas ocupam uma posição mais privilegiada dentro da própria estrutura.

A construção deste diagrama na maneira proposta considera uma estruturação em camadas anelar hierarquizada, que considera em suas relações horizontais a conciliação integrativa e no seu sentido radial os fatores primordiais e seus aspectos relevantes de modo progressivo e sucessivamente do que se julgam que possam evidenciar a possível integração total da cadeia.

A busca de uma proposta organizacional que priorize os atores, que dissemine e integre as informações antes e durante o processo

produtivo, que crie anéis de prioridades, bem como evidencie os fatores primordiais em cada setor e seus aspectos relevantes para integração global da cadeia produtiva da construção civil, é fundamental.

Segundo Vekiri (2002) relata que os elementos gráficos em uma pesquisa, podem transmitir informações factuais tão bem quanto os textos. Esses organizadores gráficos são mais efetivos que os textos para ajudar o pesquisador a construir inferências complexas e integrar as informações, sendo marcas visuais-espaciais que podem guiar uma seleção de elementos ou uma categorização.

Sendo assim, o diagrama conceitual é proposto como uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos e elementos imersos numa rede de grande complexidade. É sabido que não se resolve um problema complexo com elementos conceituais, o que se deseja é contribuir na busca de caminhos que convirjam para um entendimento dos problemas e propor ações integradas que resulte na melhoria significativa de toda a cadeia produtiva. Ele pode ser entendido como uma representação gráfica visual utilizada para partilhar significados. O diagrama proporciona o entendimento das peculiaridades evidenciando e facilitando o debate, a compreensão clara das posições pessoais, e a possibilidade de uma reestruturação cooperado do próprio diagrama.

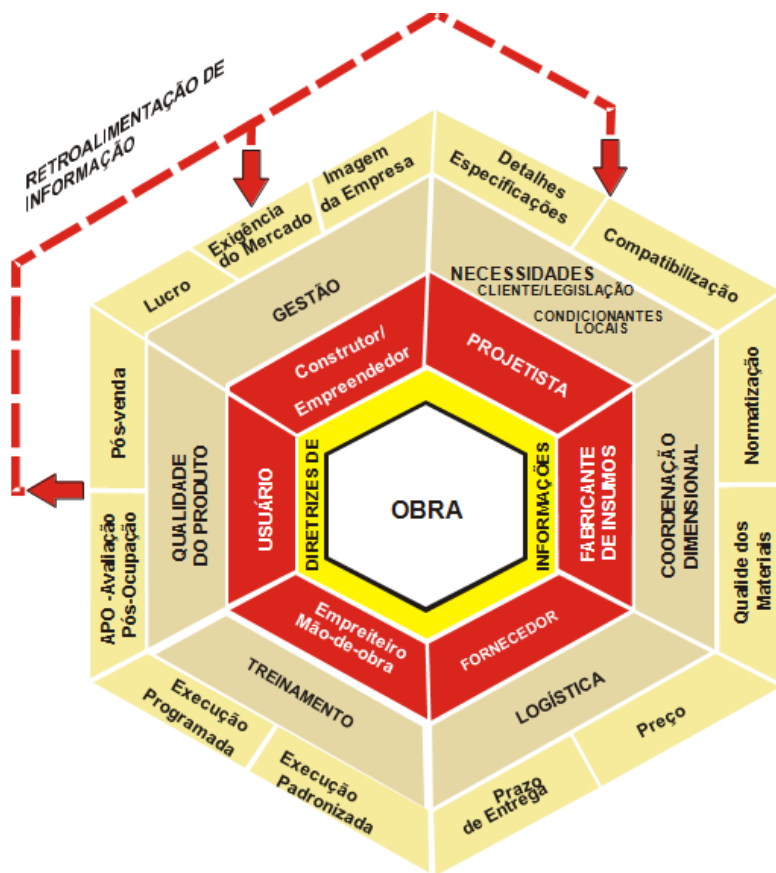


Figura 32: Diagrama de Diretrizes.

Dentro do Diagrama as diretrizes de informações devem estar circundando o elemento central (a obra) e interagindo a todos os agentes como prioridade no primeiro nível. Não há possibilidade de obtenção de um processo que vise sua integração sem a participação colaborativa em primeira estância dos agentes da cadeia produtiva da construção civil. De nada adianta melhoria dos produtos, processos e dos seus meios se não houver uma predisposição entre os agentes que compõem a cadeia produtiva. O processo de melhoria inicia-se pelos seus agentes com foco no que julgam como fator primordial para o um sistema integrado organizacional. A proposta coloca como fatores primordiais em um outro anel de integração distribuídos da seguinte forma:

1. Empreendedor/ Construtor	» Gestão
2. Projetista	» Necessidades (cliente, legislação e condicionantes locais)
3. Fabricantes de Insumos	» Coordenação Dimensional
4. Fornecedor	» Logística
5. Empreiteiro/ Mão de Obra	» Treinamento
6. Usuário	» Qualidade do produto

E no último anel estão alocados os aspectos relevantes que serão linhas mestras para o poder de decisão com foco nos fatores primordiais do setor onde está inserido cada agente do processo produtivo. Os aspectos ditos relevantes foram assim distribuídos:

»**EXIGÊNCIA DO MERCADO**

1. Empreendedor/ Construtor	» Gestão » Lucro » Imagem da Empresa
2. Projetista	» Necessidades (cliente, legislação e condicionantes locais) » Especificações/ Detalhes » Compatibilização
3. Fabricantes de Insumos	» Coordenação Dimensional » Qualidade dos Materiais » Normatização
4. Fornecedor	» Logística
5. Empreiteiro/ Mão de Obra	» Treinamento
6. Usuário	» Qualidade do produto

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a estrutura da cadeia da construção civil, avaliar a integração entre os agentes, bem como determinar quais os fatores que dificultam essa integração. O estudo foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica sobre cadeia da construção civil enfatizando os conceitos das teorias sistêmicas e posteriormente alguns métodos de gestão da cadeia de suprimentos, principalmente da cadeia produtiva da construção civil.

Para a realização da pesquisa, contudo há necessidade de novas observações para um aprofundamento da matéria, visto a complexidade de uma análise global. Segundo Spengler et. al.(1999) é necessário e importante saber lidar com dados de problemas anteriores e aproveitá-los em vez de simplesmente reunir uma grande quantidade de informações.

O produto principal desta dissertação foi levantar e analisar os principais fatores que dificultam a integração entre os meios e os agentes da cadeia da construção civil e propor alternativas que possibilite uma efetiva conectividade e integração da cadeia para melhoria dos processos como um todo.

Do trabalho, resultou um que consiste em uma visão e uma análise sistêmica das relações entre os meios e os agentes envolvidos na cadeia da construção civil, priorizando quais os fatores são primordiais para integração da cadeia e quais aspectos são mais relevantes para uma aproximação de interesses comuns, visando desencadear um processo permanente de integração.

Fica clara a necessidade de uma visão sistêmica na atividade de construção, destacando a importância de desenvolver organizações integradoras, que tenha a capacidade de projetar, planejar, e gerir as diversas interfaces de toda a cadeia produtiva.

Para que tal conceito seja desencadeado é necessário que os agentes priorizem os fatores que julgam primordiais para o início desta integração.

O estudo de caso explorado pelo presente trabalho foi o levantamento e análise do processo de construção de paredes em alvenaria estrutural, sabendo que dentro da construção convencional é o mais racionalizado e o mais próximo de uma efetiva integração da cadeia.

Dentro deste enfoque analisaram-se as principais interferências do que foram denominados como elementos chaves e suas relações com

o componente da parede de alvenaria estrutural. Os elementos chaves (verga e contra-verga, instalações complementares e esquadrias) fazem parte da parede de alvenaria, tema escolhido para análise, foram retirados de várias diferentes referências bibliográficas. Foi concluído que os problemas convergem em conhecimento do sistema de alvenaria estrutural como um todo para fazer um projeto que contenha detalhamentos, modulação, componente e escolha de família de blocos compatíveis e principalmente a compatibilização deste projeto acarretando para o agente “projetista” um sério papel nesta cadeia se não o primeiro deles. Quanto ao agente “fabricante de insumos” é importante salientar que mesmo com tanta pesquisa feita até hoje não foi resolvido o problema da coordenação dimensional dentro da norma que possa gerar um material de qualidade. O empreiteiro/mão-de-obra tem um papel fundamental em primeiro lugar no treinamento dos operários para que possa ser feita uma execução programada e padronizada, e acompanhar cada etapa da obra, ficou claro que em nenhum caso dos elementos chaves estudados isto não ocorreu.

Através da análise conclui-se que cada etapa é fragmentada e não há interação entre elas. Portanto propõe-se workshops tanto internos quanto entre os agentes da cadeia para que se possa melhor definir o problema e identificar as ações prioritárias para resolvê-lo. Só a integração entre os agentes da cadeia pode dar a visão para que possa acontecer uma cadeia produtiva conectada e isso faz com que o processo de racionalização que é a ideia principal não se perca durante a etapa desta construção.

Somente os workshops não terão eficácia se os agentes catalizadores não envolverem as instituições de interesse como: sindicatos patronais, sindicato dos trabalhadores, conselhos regionais CAU e CREA e Universidades e instituto de pesquisas. Para que funcione é necessária também a participação de agentes financeiros como: governos, FINEP, CNPq e SEBRAE, assim todos juntos com um mesmo objetivo poderíamos trilhar para uma solução viável e efetiva.

Embora ainda existam muitos aspectos a serem explorados referente a maneira de como podemos integrar a cadeia da construção civil, tanto no que se refere a seus meios e seus agentes, o relacionamento entre as organizações apresenta-se como uma das mais importantes garantias de sobrevivência no atual ambiente global e competitivo em que estas organizações estão inserida.

SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento desta pesquisa permite que sejam propostas sugestões para novos estudos relativos na integração da cadeia produtiva, conforme citados a seguir:

- Estudar a implementação das recomendações técnicas a partir dos problemas apontados como medidas preventivas e verificar o seu impacto na melhoria da construção;
- Aplicar os workshops internos e entre os agentes da cadeia antes do início da obra;
- Discutir sobre as transferências de informações entre os diferentes elos da cadeia e transformar em ação para melhoria;
- Criar diretrizes corretivas para cada membro da cadeia, para que ela possa ter interação.
- Elaborar estudos propondo medidas ou ações a serem providenciadas quando for identificadas não conformidades entre os agentes de uma mesma cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, I. F. (2008); **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causas e efeitos.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ANTUNES, ELIANE GUGLIELMI PAVEI. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina.** Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Sc 2011.
- AOUAD, G. Managing Construction Information Effectively Using Integrated Databases. In: Proceedings of CIB W65 International Symposium for the Organization and Management of Construction, 1996, London. **Proceedings...** London, CIB, vol. 3.
- BAILEY, S. F.; SMITH, I. F. C. **Case-based preliminary building design.** *Journal of Computing in Civil Engineering.* V. 8, out. 1994.
- AUSUBEL, D.P.. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003
- BARROS, M. M. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** São Paulo, 1996. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. D. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas.** In: BATALHA, M. O. et al (Ed.). *Gestão Agroindustrial.* 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. v. 1.
- BERNARDES M. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção.** Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2001.

BERNARDES, Cyro. **Sistemas Hierarquizados na administração e culturas organizacionais**. Tese (doutorado), Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo. 1982.

BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. (1998). **Metodologia de pesquisa e a Engenharia de Produção**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Niterói: UFF / ABEPRO.

BLACHÈRE, G. (1977). **Tecnologias de La construcción industrializada**. Barcelona: Gustavo Gilli S.A.

BONIN, L. C. (1987). **A abordagem sistêmica da produção de edificações**. Dissertação (mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRUNA, P. (2002). **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva.

CALDAS, C.H., SOIBELMAN, L. Avaliação da logística de informações em processos inter-organizacionais na construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA CASTRO, Jorge Azevedo. **Invento e inovação tecnológica na construção**. Tese (doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1993.

CAMBIAGHI, H. **Projeto e obra no difícil caminho da qualidade**. SINDUSCON – Sindicato da construção civil: planejamento e construção, ano 4, jun. 1992.

CASTRO, A. M.; LIMA, S. M. V. **Curso de capacitação de equipes para estudos prospectivos de cadeias produtivas industriais**. MDIC/STI, 2001.

CAVALHEIRO, O. P. **Fundamentos de alvenaria estrutural**. Santa Maria: UFSM, 1995.

CESAR, C. G. **Desempenho estrutural de painéis pré-fabricados com blocos cerâmicos**. Florianópolis, 2007. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

CÉSAR, S. F. (2002) **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente: projeto conceitual**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CHARTER, M., KIELKIEWICZ, A., YOUNG, A., HUGHES, A. **Supply chain strategy and evaluation**. The sigma project. Financial Times Professional Limited, London 1992.

CHRISTOPHER, M. **Logistics and supply chain management – strategies for reducing cost and improving service**. Financial Times Professional Limited, London, 1992.

CHRISTOPHER, Martin – **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhora dos serviços** – São Paulo: Editora Pioneira, 1992.

COSTA, A. O. (2010); **Patologia nas edificações do par, construídas com alvenaria estrutural na região metropolitana de belo horizonte**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CUPERUS, Y. (2001). **An introduction to open building**. In proceedings International Group for Lean Construction Annual Conference, 9a, Singapura, NUS.

DAWOOD, N.; AKINSOLA, A.; HOBBS, B. Development of automated communication of system for managing site information using internet technology. **Automation in Construction**, v.11, n.5, ago. 2002.

DORFMAN, G. (2002). **Flexibilidade como balizador do desenvolvimento das técnicas de edificação no século XX**. Paranoá Periódico Eletrônico de Arquitetura e Urbanismo. Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília. Disponível em: http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/paranoa.htm Acesso em: 18/06/2011.

FLEURY, Paulo Fernando et al – **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira** – São Paulo: Atlas, 2000.

FORMOSO C. **Lean Construction: Princípios básicos e exemplos** Relatório – Núcleo Orientado para inovação da Edificação. Porto Alegre, 2002

FRANCO, L. S. **Parâmetros utilizados nos projetos de alvenaria estrutural**. Texto Técnico – Escola Politécnica da universidade de São Paulo, São Paulo. 1992.

FRANCO, L.S. (1992) **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GALLE, P. **Towards integrated, “intelligent”, and compliant computer modeling of buildings**. *Automation in Construction*. V. 4, n. 3., p. 189 – 211, out. 1995.

GARCIA MESEGUER, A. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Trad. de Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Filho e Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991.

GULATI, R., NOHRIA, N., ZAHEER, A. **Strategic Networks**. *Strategic Management Journal*, v.21, 2000.

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; TIRTIROGLU, E. Performance measures and metrics in a supply chain environment. **International Journal of Operations and Production Management**, Brandford, v. 21, 2001.

HAGA, H.C.R.; CARDOSO, L.R.A.; ABIKO, A.K. **Proposição de um modelo de estruturação dos setores de insumos da cadeia produtiva da construção habitacional**: O primeiro passo para a realização de estudos prospectivos. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção. Porto Alegre – RS, 2005.

HAKEN, Hermann Synergetik: **Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft In Komplexen Systemen und Nichtlinearer Dynamik in Natur und Gesellschaft**, Klaus Mainzer (Hrsg.): Heidelberg, 1998.

HOLMBERG, S. A systems perspective on supply chain measurements. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, Bradford, v. 30, n. 10, 2000.

INO, A. (1992). **Sistema Estrutural Modular em Eucalipto Rolíço para Habitação, Concepção e Desenvolvimento**. In: IV Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 1992, São Carlos - SP. Anais do IV EBRAMEM.

JOBIM FILHO, H. **Cadeia de suprimentos da construção civil: uma proposta para avaliação e seleção de fornecedores de materiais e componentes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) 2002, Santa Maria, RS.

KOSKELA L. **Application of the new production philosophy to construction**, Technical Report. Finland VTT Building Technology. Finland, 1992.

LAMBERT, M., COOPER, M.C. **Issues in supply chain management**. Industrial Marketing Management, n° 29, New York, 2000.

LIMA, C. Interoperabilidade no setor da construção – experiências européias. In: TIC2005 - II Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2005, São Paulo. **Anais do TIC2005**. São Paulo: EPUSP, 2005.

LONDON, K., KENLEY, R. **Clients role in construction supply chain: a theoretical discussion**. Paper. Austrália, 2000.

LOPES, L.S.F. **Como tornar sua empresa competitiva e globalizada**. Makron Books, São Paulo, 2000.

MANZIONE, L. **Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios**. Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2006.

MARTINS, P.G., ALT, P.R.C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. Editora Saraiva. São Paulo, 2001.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY – texto capturado do site: <http://web.mit.edu> em novembro de 2001.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**, São Paulo 1994.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO – texto capturado do site: <http://mdic.org.gov> em março de 2002.

MURRAY, M.; NKADO, R.; LAI A. The integrated use of information and communication technology in the construction industry. In: CONSTRUCTION IT AFRICA, 2001, Mpumalanga. Proceedings Mpumalanga: CIB-International Council for Building Research Studies and Documentation, 2001.

NAKANISHI, Tatiana Midori; FABRÍCIO, Marcio Minto (2005). **A técnica construtiva no processo de projeto arquitetônico: estudo de caso Marcos Acayaba**. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção/ I Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre.

NITITHAMYONG, P. e SKIBNIEWSKI, M. J.; Web-based construction project management systems: how to make them successful. **Automation in Construction**, Vol. 13, No 4, jul 2004.

OHASHI, E. A.M. **Sistema de informação para coordenação de projetos de alvenaria estrutural**. 2001.122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação da Escola politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, O.J.; MELHADO, S.B. **Como Administrar Empresas de Projeto de Arquitetura e Engenharia Civil**. São Paulo: PINI, 2006.

OKAMOTO, P.S. **Teoria e prática da coordenação de projetos de edificações residenciais na cidade de São Paulo**. 2006. 182p.

Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da USP. São Paulo.

PEREIRA, A. C. (2005). **Diretrizes para a implantação de sistemas construtivos abertos na habitação de interesse social através da modulação**. Dissertação (mestrado). Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos e o modelo de consórcio modular**. Revista de Administração. São Paulo, v. 33, n.3, julho/setembro 1998.

POZZOBON, M. A. **O processo de monitoramento e controle tecnológico em obras de alvenaria estrutural**. 2003. 305 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2001. CD-ROM

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S (2003). **Projeto de Edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini.

RAUBER, C. R. (2005) **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Santa Maria.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção civil**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1996.

RODRIGUES, S. A., PIRES S. R. I. Gestão da cadeia de suprimentos como um novo modelo competitivo: um estudo empírico. In: 17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENEGEP 1997. Gramado, RS.

ROMAN, H. R., et al. **Alvenaria estrutural** – programa de capacitação empresarial. Módulo 1: administradores de obras, CD, Florianópolis, 2000

ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. (1999) **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: Ed. da UFSC.

ROSSO, T. (1976). **Teoria e prática da coordenação modular**. São Paulo: FAUUSP

SABBATINI, F. H. (1989). **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, M. D. F. dos. **Alvenaria estrutural: contribuição ao uso**. 1998. 143 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

SILVA, A. M. M. (1991), **Diretrizes para o projeto de alvenaria de vedação**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUSA MICHEL WENDELL SILVA. **Levantamentos de erros executivos em edifícios em alvenaria estrutural de bloco cerâmico**. Monografia apresentada a Universidade Federal do Ceará. Fortaleza 2011.

SOUZA, JULIO HUMBERTO DA SILVA COELHO. **Identificação de causas para os problemas recorrentes na execução de parede em alvenaria estrutural: Estudo em uma obra de Porto Alegre**. Trabalho de graduação apresentado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rs 2011.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

SPENGLER, A; STANTON.M; ROWLANDS, H. Expert Systems Quality Tools for Quality Improvement. **Mechatronics Research Centre**, University of Wales College. P.955-952, 1999

TAUIL, C. A; NESSE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo Pini, 2010.

THE SIGMA PROJECT – texto capturado do site:
<http://www.projectsigma.com> em maio de 2002.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenaria de vedação em edifícios**. Boletim técnico. São Paulo/SP: USP, 2000

THOMAZ, Ércio. In: Manual Técnico de Alvenaria. **Patologia**. ABCI - Associação Brasileira da Construção Industrializada, 1. ed. São Paulo, 1990.

UHLMANN, G. W. . Teoria Geral dos Sistemas - Do Atomismo ao Sistemismo. São Paulo: - versão Pré-Print -, 2002. v. 1. 66 p.
Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo.

VALLE, S. M. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do retrofit**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Rio de Janeiro, 2006.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas, 2006.

VEKIRI, I. **What Is the Value of Graphical Displays in Learning?** Ed. Psychol. 2002. Rev., 14, 261.

VIANNA, I. O. A. **Metodologia do trabalho científico**: um enfoque didático da produção científica. São Paulo: E. P. U. 2001.