



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  

---

Escola Politécnica

# **ESTUDO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL OBJETIVANDO GANHOS DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**

Paulo de Azevedo Branco Calçada

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Jorge dos Santos

RIO DE JANEIRO – RJ –BRASIL

AGOSTO de 2014

**ESTUDO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL  
OBJETIVANDO GANHOS DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**

Paulo de Azevedo Branco Calçada

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

---

Jorge dos Santos  
Prof. Adjunto, D.Sc., EP/UFRJ (Orientador)

---

Ana Catarina Jorge Evangelista  
Prof<sup>a</sup>. Associada, D.Sc., POLI/UFRJ

---

Wilson Wanderlei  
Prof<sup>o</sup>. Convidado, EP/UFRJ

---

Isabeth da Silva Mello  
Prof<sup>a</sup>. Convidada, EP/UFRJ

RIO DE JANEIRO – RJ - BRASIL

AGOSTO de 2014

Calçada, Paulo de Azevedo Branco

Estudo dos Processos Produtivos na Construção Civil Objetivando Ganhos de Produtividade e Qualidade/ Paulo de Azevedo Branco Calçada – Rio de Janeiro: POLI/UFRJ, 2014.

XIII, 77 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Monografia (Graduação) – POLI/ UFRJ/ Curso de Graduação em Engenharia Civil, 2014.

Referencias Bibliográficas: p. 68-77.

1. Introdução, 2. Processos Construtivos Convencionalmente Utilizados na Construção Civil- Contextualização, 3. Produtividade e Qualidade, 4. Novas Tecnologias Construtivas, 5. Padronização Gerando Produtividade e Qualidade, 6. Processos Construtivos Industrializados, 7. Indicadores de Produtividade e Qualidade, 8. Conclusões. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Curso de Graduação em Engenharia Civil. Título.

*Dedico este trabalho a toda a minha família e amigos, que sempre me deram força para vencer os obstáculos desta jornada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, que sempre torceram pelo meu sucesso, me incentivando e me dando a estrutura necessária para continuar crescendo. O apoio em todos os momentos difíceis foi essencial para me trazer a tranquilidade necessária e me dar forças para enfrentar cada desafio desta longa caminhada.

A minhas avós, que sempre rezaram por mim, acreditando sempre no meu potencial.

A minha irmã, meu cunhado e meu sobrinho, que sempre me enviaram energias positivas e torceram pelo meu sucesso.

A todos os meus parentes, que sempre me incentivaram e torceram por mim.

A todos os meus amigos e colegas da UFRJ, que me ajudaram e me acompanharam durante toda a faculdade. As milhares de recordações boas (e ruins) que tenho desta fase da minha vida com eles ficarão guardadas para sempre.

A todos os meus amigos, que compartilharam cada momento de alegria e tristeza durante a faculdade.

Ao professor Jorge Santos, que me ajudou e orientou nesta última etapa e fez com que este projeto pudesse ser concluído.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para eu chegar até aqui.

Resumo do projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

## ESTUDO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL OBJETIVANDO GANHOS DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE

Paulo de Azevedo Branco Calçada

Agosto de 2014

Orientador: Jorge dos Santos

Curso: Engenharia Civil

### RESUMO

A indústria da construção civil vem crescendo no Brasil nos últimos anos devido a diversos fatores como o crescimento da própria economia, programas de habitação do governo e maior facilidade de financiamento com redução de juros.

Embora estejamos vivenciando este cenário positivo para o setor, ainda existe um grande déficit habitacional no Brasil. A crescente competitividade do mercado, aliada ao aumento do preço dos terrenos e a formalização e qualificação da mão-de-obra que aumenta o custo das empresas, acaba reduzindo a margem de lucros das mesmas.

Para dar continuidade ao crescimento sustentável, um dos caminhos é aumentar a produtividade e a qualidade das obras a partir do aperfeiçoamento dos processos construtivos atuais (que são considerados demasiadamente artesanais) e do investimento em processos construtivos mais modernos, com tecnologia e industrialização aplicados.

Este estudo tem como objetivo identificar meios para aperfeiçoar os processos produtivos nas obras, aliando tecnologia e uma visão industrialista, para se obter ganhos de produtividade e qualidade nas obras.

Abstract of final Graduation Project presented to Escola Politécnica/ UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Civil Engineer.

STUDY OF PRODUCTION PROCESSES IN CONSTRUCTION AIMING  
PRODUCTIVITY AND QUALITY GAINS

Paulo de Azevedo Branco Calçada

August, 2014

Advisor: Jorge dos Santos

Department: Civil Engineering

ABSTRACT

The construction industry is growing in Brazil in recent years due to several factors such as the growth of the economy itself, government housing programs and easier financing with lower interest rates.

Although we are experiencing this positive scenario for the sector, there is still a large housing deficit in Brazil. The competitive market coupled with increasing land prices and the formalization and qualification of labor which increases the cost of companies, eventually reduce the profit margin of the same.

To continue sustainable growth, one way is to increase the productivity and the quality of works from the improvement of current construction processes (which are considered too artisanal) and investment in more modern construction processes with technology and industrialization applied. This study aims to understand how it is possible to improve the production processes in the works, combining technology industrialist and a vision to provide productivity gains and quality in the works.

## Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE SIGLAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Importância do tema.....	1
1.2 Objetivos e Justificativa.....	2
1.3 Metodologia .....	3
1.4 Estrutura do trabalho .....	3
2 PROCESSOS CONSTRUTIVOS CONVENCIONALMENTE UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	5
2.1 Locação da obra por gabarito .....	5
2.2 Fôrmas para concreto armado.....	8
2.3 Alvenaria de vedação .....	13
2.4 Instalações hidráulicas .....	17
2.5 Instalações elétricas .....	19
2.6 Esquadrias .....	20
2.7 Revestimentos.....	21
3 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE .....	24
3.1 Conceituação geral.....	24
3.2 Conceituação na construção civil.....	26
3.3 Aspectos históricos.....	28
3.4 Situação atual na construção civil.....	31
3.5 Programas de produtividade e qualidade.....	32
3.5.1 QUALIHAB - Programa da Qualidade na Habitação Popular.....	32
3.5.2. PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat .....	32
4 NOVAS TECNOLOGIAS PRODUTIVAS .....	34
4.1 Contextualização .....	34
4.2 Inovações no mercado da construção civil .....	35



4.2.1 Argamassa polimérica DunDun .....	35
4.2.2 Colunas de brita com vibrocompactação .....	37
4.2.3 Steel Deck .....	38
4.2.4 BubbleDeck .....	39
5 PADRONIZAÇÃO GERANDO PRODUTIVIDADE E QUALIDADE.....	41
5.1 O conceito de padronização.....	41
5.2 Vantagens da padronização .....	41
5.3 Desvantagens da padronização.....	43
5.4 A padronização conferindo produtividade e qualidade as obras .....	43
5.5 Casos de padronização e resultados alcançados .....	46
6 PROCESSOS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS.....	49
6.1 Conceituação na construção civil.....	49
6.2 Principais processos industrializados .....	50
6.2.1 Light Steel Framing.....	50
6.2.2 Concreto-PVC .....	51
6.2.3 Estrutura de concreto pré-fabricado.....	52
6.2.4 Drywall.....	53
6.2.5 Estruturas de aço.....	54
6.3 Ganhos de produtividade e qualidade através da industrialização .....	55
7 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE.....	57
7.1 Conceituação geral.....	57
7.1.1 Conceito de indicador de produtividade.....	58
7.1.2 Conceito de indicador de qualidade .....	58
7.2 Evolução do uso de indicadores.....	58
7.2.1 Projeto SISIND – Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade na Construção Civil .....	59
7.2.2 Projeto Sisind-Net – Sistema de Indicadores Para Benchmarking na Construção Civil ...	60
7.3 Situação atual no Brasil e resultados obtidos com indicadores.....	62
8 CONCLUSÕES.....	65

8.1 Considerações finais extraídas do trabalho .....	65
8.2 Sugestões para trabalhos futuros .....	67
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Materialização dos eixos principais no gabarito (CONSTRUCAOCIVILTIPS,2011).....	6
Figura 2- Locação das estacas referentes aos elementos de fundação (CONSTRUCAOCIVILTIPS,2011). .....	7
Figura 3- Forma para pilar (UEPG,2014) .....	10
Figura 4- Formas para viga (UEPG,2014).....	11
Figura 5- Forma da laje (UEPG,2014) .....	12
Figura 6- Primeira fiada de alvenaria (TIJOLOSOLOCIMENTO,2013) .....	14
Figura 7- Aspecto da alvenaria, vergas e contravergas (SELECTABLOCOS,2014) .....	15
Figura 8- Quebra de material para fixação de caixas de luz (PAULUZZI,2014) .....	17
Figura 9- Infiltração por vazamento em conexão (OLIVEIRA,2013) .....	18
Figura 10- Esquadria de madeira com e sem tratamento (LAVERDE,2007). .....	21
Figura 11- Fissuras devido à alta retração (THOMAZ,2014).....	22
Figura 12- Evolução da qualidade (BACOVIS,2010).....	29
Figura 13- Aplicação da massa DunDun (GONÇALVES et al.,2013) .....	36
Figura 14- Metodologia executiva (BRASFOND,2014). .....	38
Figura 15- Esquema das lajes Steel Deck (GEMNEXUS,2014) .....	39
Figura 16 - O sistema BubbleDeck (BUBBLEDECK,2014) .....	40
Figura 17- Estrutura de concreto pré-moldado (MODULAR,2014) .....	45
Figura 18- Estrutura do T30 - crescimento muito rápido (VEJA, 2012) .....	47
Figura 19- Fachada do Civil Towers - conclusão em 45 dias (CIVIL,2014) .....	48
Figura 20- Casa estruturada em Light Steel Framing (CAMPOS, 2014).....	50
Figura 21- Construção com o sistema concreto-pvc (CIMENTO ITAMBÉ,2011) .....	51
Figura 22 - Construção de um edifício em concreto pré-fabricado (VTN,2014). .....	52
Figura 23- Vedação em Drywall (PLANEJADOS EM DRYWALL,2012) .....	53
Figura 24- Edifício estruturado em aço (METÁLICA,2014) .....	54
Figura 25- Indicadores de produtividade mais utilizados (EY,2014). .....	63

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1-Tipos de forma de acordo com o material e tipo de obra (UEPG,2014) .....	9
Tabela 2– Indicadores do SISIND (COSTA,2005) .....	60
Tabela 3– Indicadores do SISIND-NET (COSTA,2005).....	61

## LISTA DE SIGLAS

<b>CBIC</b>	CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
<b>EY</b>	ERNST & YOUNG
<b>FCC</b>	FORÇA, CAPACIDADE, COMPROMISSO
<b>FGV</b>	FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
<b>ISSO</b>	INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
<b>NBR</b>	NORMA BRASILEIRA REGULAMENTADORA
<b>NORIE</b>	NÚCLEO ORIENTADO PARA INOVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO
<b>PBQP-H</b>	PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT
<b>PVC</b>	POLICLORETO DE POLIVINILA
<b>QUALIHAB</b>	PROGRAMA DA QUALIDADE NA HABITAÇÃO POPULAR
<b>SISIND</b>	SISTEMA DE INDICADORES DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL
<b>SISIND-NET</b>	SISTEMA DE INDICADORES PARA BENCHMARKING NA CONSTRUÇÃO CIVIL
<b>UEPG</b>	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
<b>UFRGS</b>	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
<b>UFRJ</b>	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
<b>USP</b>	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
<b>VTN</b>	VIAGENS E TURISMO LTDA.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Importância do tema

A construção civil agrega um conjunto de atividades com grande importância para o desenvolvimento econômico e social brasileiro, influenciando diretamente na qualidade de vida da população e na infraestrutura física e econômica do país, sendo um bom exemplo disso os grandes eventos como a copa do mundo e as olimpíadas que já deixaram legados importantes para o país. Além disso, o setor apresenta forte relacionamento com outros setores industriais (madeireiro, da mineração, metalúrgico, entre outros) na medida em que demanda vários insumos em seu processo produtivo, absorvendo direta ou indiretamente uma parcela significativa da mão de obra com menor qualificação. Essas características da cadeia da construção civil trazem grande complexidade, uma vez que ela movimenta amplo conjunto de atividades, que têm impactos em outras cadeias produtivas (FILHA *et al.*,2010).

Além do impacto que provoca em várias cadeias produtivas, o desenvolvimento desse setor é crucial para o Brasil superar seus déficits habitacionais históricos qualitativos e quantitativos. Para se ter ideia, é necessário a construção de 5.792.508 de novas moradias no país e hoje existem 883.777 habitações em situação precária e 382.926 com adensamento excessivo (CBIC,2014).

A indústria da construção civil vem crescendo ao longo dos anos, mas a alta competitividade aliada a qualificação e formalização da mão-de-obra (recebendo salários maiores) vem limitando esse crescimento e reduzindo as margens de lucros das empresas, que buscam através do aumento da produtividade e qualidade das obras, alterar este cenário (EY,2014).

Os processos construtivos praticados nas obras atualmente são considerados de baixa produtividade, qualidade, e pouco industrializados, piorando ainda mais a situação das empresas. Desta forma, o estudo dos processos produtivos atuais da construção civil e as inovações que estão sendo criadas em torno destes se torna fundamental para entender como

alcançar níveis de produtividade, qualidade e redução de custos cada vez maiores e por isso são uma parcela importante em termos de investimento no setor.

## **1.2 Objetivos e Justificativa**

O presente trabalho tem como objetivo ilustrar o cenário atual da construção civil no Brasil, no que diz respeito aos processos produtivos mais utilizados (suas limitações e problemas) e buscar soluções para o aumento da produtividade e qualidade a partir do entendimento destes processos e das inovações do mercado para novos processos produtivos.

A ideia central é entender todos os mecanismos por trás dos principais processos produtivos atualmente inseridos no mercado, conhecer as novas tecnologias que vem transformando a dinâmica dos processos além de discorrer sobre a nova tendência de industrialização da construção civil e assim obter informações suficientes para compreender quais etapas dos processos produtivos podem ser aprimoradas ou alteradas de modo a obter maiores ganhos de produtividade e qualidade.

O tema foi escolhido por se tratar de um assunto de extrema importância para o futuro da construção civil no Brasil, uma vez que o setor, salvo as devidas exceções, ainda engatinha. Com relação a sistemas e processos construtivos mais modernos, enfrenta-se muitos problemas relacionados a aceitação de novas tecnologias. Embora haja esforços das empresas para trazer inovações e automatização para o canteiro de obras, a visão industrial ainda é pouco difundida no mercado, necessitando de investimentos em inovações e formação de profissionais qualificados (AMARAL; JÚNIOR,2008).

Como a construção civil é um setor muito grande e complexo, contendo diversas ramificações e milhares de processos e técnicas construtivas diferentes, este trabalho terá como foco as edificações.

### **1.3 Metodologia**

A primeira etapa do trabalho consistiu na pesquisa de bibliografias referentes ao assunto, de modo a obter a maior quantidade de informação possível e assim organizá-la em tópicos, para posterior abordagem nas seções específicas. Após essa etapa, foi desenvolvida análise das bibliografias identificadas tendo como três principais focos:

- a) Entender todo o conceito de processo produtivo e sua importância para a construção civil, dando ênfase aos desafios que são encontrados dentro dos próprios processos para alcançar ganhos de produtividade e qualidade.
- b) Buscar o aprofundamento do conhecimento das novas tecnologias empregadas aos processos produtivos, que vem mudando a dinâmica construtiva das construtoras brasileiras ao longo dos últimos anos.
- c) Entender como a visão de industrialização da construção civil está interferindo nos antigos e novos processos produtivos e procurar saber o que os especialistas do setor estão prevendo para os próximos anos.

Por fim, o conteúdo do trabalho foi analisado para destacar os meios mais utilizados para solucionar ou minimizar problemas relacionados a produtividade e qualidade dos processos, que interferem no produto final da construção civil.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

O projeto se inicia com esta introdução sobre o tema escolhido, falando sobre a importância do mesmo no contexto atual da construção civil e explicitando os objetivos do presente estudo, bem como a justificativa da escolha do tema. Estes tópicos, juntamente com essa descrição da estrutura do projeto, compõem o capítulo um.

No capítulo dois, são apresentados os principais processos produtivos utilizados atualmente na construção civil, sendo descritas as diferenças e peculiaridades de cada um, bem como a sua importância dentro do processo de construção. Ainda no capítulo dois, serão



descritos os problemas inerentes a esses processos quando executados no Brasil, as consequências de se adotarem processos demasiadamente artesanais, o pouco investimento em planejamento e controle de produção nas obras brasileiras e a filosofia que o país sempre teve de resistir a novas tecnologias e mudanças na gestão de projetos de construção civil.

Passando para o capítulo três, são introduzidos os conceitos de produtividade e qualidade, do ponto de vista do mercado em geral e especificando também para o setor da construção civil. Ainda sobre esses dois conceitos, serão analisados os aspectos históricos, a evolução desses elementos ao longo do tempo e a situação no contexto atual da construção civil. São apresentados os programas de qualidade e produtividade existentes, quais são os mais usados pelas construtoras e são feitos comentários a respeito dos indicadores de qualidade e produtividade em obras civis.

No capítulo quatro são vistas as novas tecnologias disponíveis no mercado em um período de cinco anos e de que forma essas inovações contribuíram para aumentar a qualidade do ambiente de trabalho e a produtividade e qualidade dos processos como um todo.

Chegando ao capítulo cinco, o conceito de padronização foi abordado, fazendo uma ligação entre a mesma e o aumento de qualidade e produtividade nas obras, bem como as consequências para fiscalização dos serviços. As vantagens e desvantagens e os resultados alcançados em casos reais de padronização são apresentados também.

O capítulo seis fala sobre as mesmas questões do capítulo cinco, agora focado na padronização dos processos produtivos.

No sétimo capítulo, são mostrados os principais indicadores de qualidade e produtividade e sua importância para obras atuais e futuras, bem como suas limitações e as consequências de uma coleta de dados equivocada.

Por fim, o oitavo e último capítulo traz uma conclusão sobre o estudo realizado e busca esclarecer de que forma é possível alcançar ganhos significativos em produtividade e qualidade focando na melhoria e inovação dos processos produtivos utilizados na construção civil.

## **2 PROCESSOS CONSTRUTIVOS CONVENCIONALMENTE UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A construção civil, assim como a maioria das indústrias, evoluiu bastante ao longo do tempo e hoje existem muitas técnicas construtivas que utilizam tecnologia de ponta aliada a uma boa gestão de recursos. Porém, ainda nos dias de hoje é possível encontrar muitas obras utilizando processos construtivos defasados, de produção altamente artesanal e improvisada. (SANTIAGO,2008)

Neste capítulo são descritos alguns dos principais processos construtivos utilizados atualmente nas diferentes etapas de uma obra tradicional de edificação, bem como os problemas inerentes a esses processos.

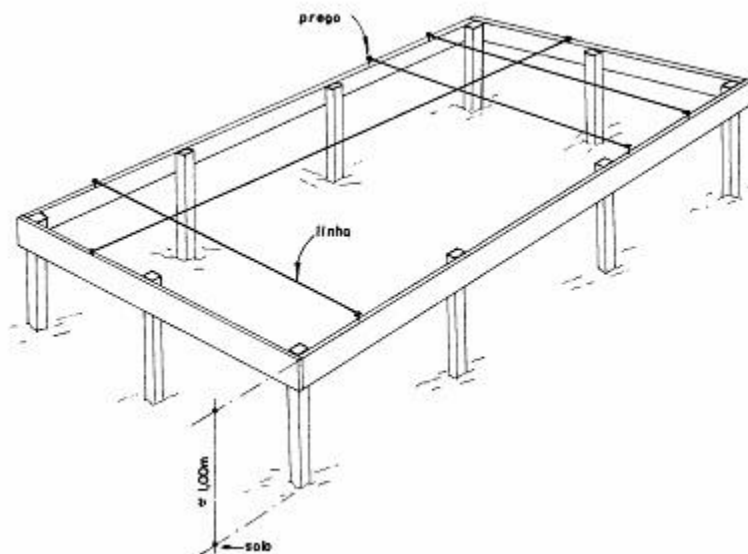
### **2.1 Locação da obra por gabarito**

A locação da obra faz parte dos serviços preliminares de uma obra e é o primeiro processo executivo importante de uma edificação. Seu objetivo é a correta transferência do projeto em papel para o terreno. As principais técnicas utilizadas são a locação por gabarito ou cavalete, sendo esta última recomendada apenas para obras de menor porte como: garagens, barracões, ampliações ou obras com poucos elementos a serem locados. Esses processos costumam ter o auxílio de equipamentos topográficos como o teodolito ou estação total para assegurar a precisão na locação dos elementos principais.

Tais processos são extremamente artesanais, gerando diversos focos de erro. Em uma etapa tão importante como esta, um erro na locação poderá resultar em problemas estruturais, diminuição de dimensões internas e/ou externas entre outros problemas que fazem a obra ficar mais cara ou em casos extremos causa a sua demolição.

No processo de locação por gabarito, crava-se no solo cerca de 50cm, pontaletes de pinho de (3"x3" ou 3"x4") ou varas de eucalipto a uma distância entre si de 1,50m e a 1,20m das paredes da futura construção, que posteriormente poderão ser utilizadas para andaimes. Nos pontaletes serão pregadas tábuas na volta toda da construção (geralmente de 15 ou 20cm), em nível e aproximadamente 1,00m do piso. Pregos fincados nas tábuas com

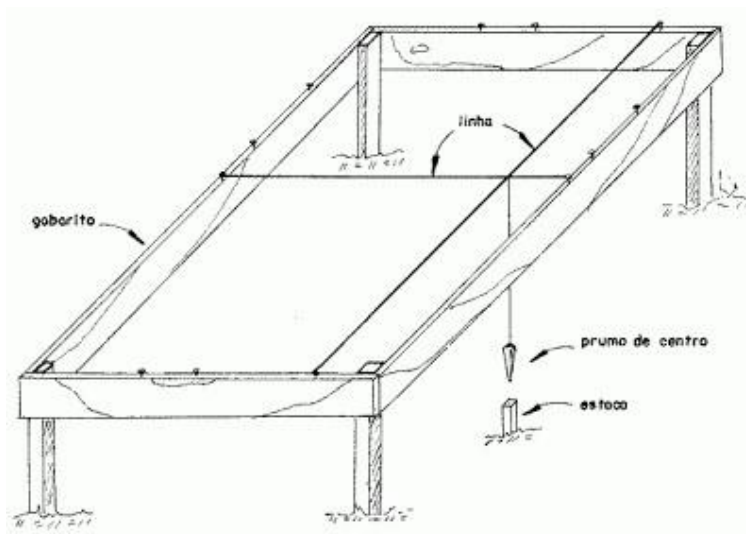
distâncias entre si iguais às interdistâncias entre os eixos da construção, todos identificados com letras e algarismos respectivos pintados na face vertical interna das tábuas, determinam os alinhamentos. Conforme ilustrado na figura 1, nos pregos são amarrados e esticados linhas ou arames, cada qual de um nome interligado ao de mesmo nome da tábua oposta. Em cada linha ou arame está materializado um eixo da construção.



**Figura 1- Materialização dos eixos principais no gabarito (CONSTRUCAOCIVILTIPS,2011)**

Após a materialização e garantia de esquadro do gabarito e dos eixos principais, é possível locar os elementos de fundação através de trena, medindo as distâncias desses elementos para os eixos de acordo com o projeto de locação das fundações. Posicionam-se pregos nas tábuas, após medida a distância para o eixo, indicando a nomenclatura de cada elemento de fundação abaixo do prego na própria tábua. Por fim, da mesma forma que os eixos principais foram materializados os eixos dos elementos de fundação serão criados através dos pregos colocados, pendurando um prumo de centro no encontro das linhas para fincar a estaca referente ao eixo da fundação.

A figura 2 exibe o esquema de locação das estacas através do gabarito.



**Figura 2- Locação das estacas referentes aos elementos de fundação (CONSTRUCAOCIVILTIPS,2011).**

Existem diversos tipos de situações que podem gerar erros nesse processo, a começar por um mal planejamento ou a ausência deste. É necessário estudar o projeto de fundação antes de iniciar a locação da mesma, antecipando potenciais riscos de retrabalho.

Deve-se levar em conta as diferenças de cota dos blocos de fundação na hora de escolher o tipo de processo que será executado. Muitas vezes acaba-se por trocar para o processo de cavalete no meio da locação por causa do maior alcance dos níveis dos blocos que este confere. Em alguns casos acabam sendo usados equipamentos de topografia na locação de grande parte ou toda a fundação, quando o gabarito e o cavalete não conseguem alcançar toda a área e todos os níveis a serem locados

Além disso, muitas vezes há a necessidade de um acesso para escavadeiras e equipamentos em geral durante a locação, o que acaba não sendo previsto e ocorre o retrabalho para a criação deste acesso, que foi impedido pelo gabarito.

Deve-se ter em mente que os elementos de locação deverão permanecer na obra por um tempo razoável, até que se possa transferir para as edificações pontos de referência definitivos.

Este processo é praticamente todo manual, por isso a produtividade e a qualidade final da locação acabam se tornando altamente dependentes da capacidade de interpretação de medidas por parte do ser humano, o que acaba gerando repetidos problemas como fundações localizadas de forma imprecisa, gabarito fora de esquadro e nível, linhas de eixo não perpendiculares entre si, entre outros.

O treinamento da mão-de-obra quanto ao processo como um todo, bem como a interpretação das ferramentas de medida é obrigatório e imprescindível, pois como já foi esclarecido, a locação errada de elementos estruturais podem comprometer a viabilidade da obra.

## **2.2 Fôrmas para concreto armado**

As fôrmas são as estruturas provisórias, geralmente de madeira, destinadas a dar forma e suporte aos elementos de concreto até a sua solidificação. Além da madeira, que pode ser reutilizada várias vezes, tem sido difundido, ultimamente, o uso de fôrmas metálicas e mistas, combinando elementos de madeira com peças metálicas, plásticos, papelão e pré-moldados (UEPG,2014).

Em geral as fôrmas são classificadas de acordo com o material e pela maneira com que são utilizadas, levando em conta o tipo de obra. Na tabela 1 são mostradas as possibilidades de uso das fôrmas.

**Tabela 1-Tipos de forma de acordo com o material e tipo de obra (UEPG,2014)**

<b>Tipos de fôrmas</b>	<b>Material</b>	<b>Indicação (tipo de obra)</b>
Convencional	Madeira	Pequenas obras particulares e detalhes específicos
Moduladas	Madeira e mistas	Obras repetitivas e edifícios altos
Trepantes	Madeira, metálicas e mistas	Torres, barragens e silos
Deslizantes verticais	Madeira, metálicas e mistas	Torres e pilares altos de grande seção
Deslizantes horizontais	Metálicas	Barreiras, defensas e guias

A execução das fôrmas começa basicamente com a transferência dos eixos principais e do nível para a correta locação dos pilares. Os pilares são locados através da fixação dos ganchos na laje e então os painéis de fôrmas com tamanhos pré-definidos pelo projeto de fôrma serão encaixados formando o corpo do pilar. A armadura do pilar é colocada juntamente com os espaçadores que irão garantir o cobrimento e a dimensão correta do pilar. O último painel é fechado e as formas são então alinhadas, niveladas e travadas.

A figura 3 ilustra o esquema de forma de pilar de madeira:

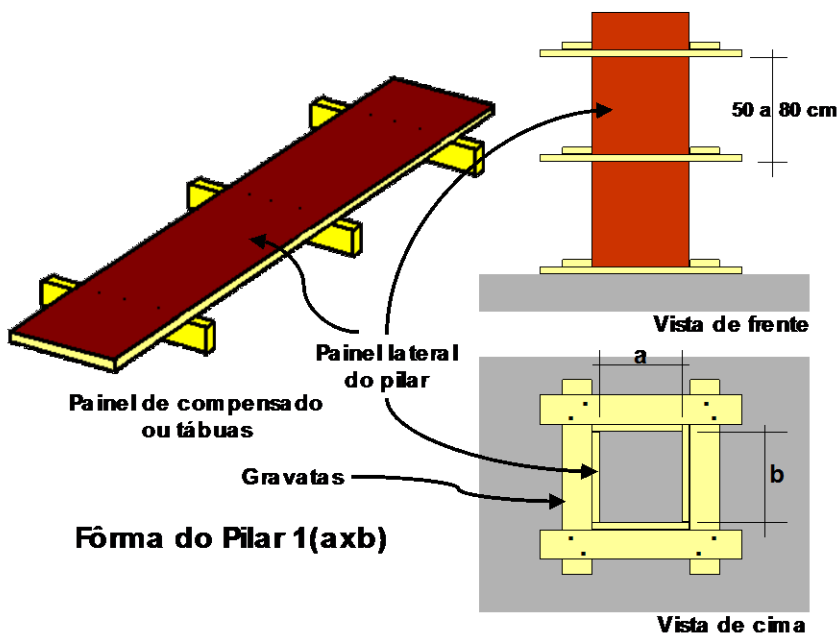


Figura 3- Forma para pilar (UEPG,2014)

As fôrmas das vigas podem ser lançadas após a concretagem dos pilares ou no conjunto de fôrmas pilares, vigas e lajes para serem concretadas ao mesmo tempo. O usual é lançar as fôrmas de vigas a partir das cabeças dos pilares com apoios intermediários em garfos ou escoras.

Em geral, os painéis de fundo de viga são colocados primeiro, apoiando-se sobre a cabeça do pilar ou sobre a borda da fôrma do mesmo. Como já dito, os painéis de fundo de viga serão então apoiados sobre garfos ou escoras e nivelados para a posterior fixação dos painéis laterais. Após essa etapa, a armadura das vigas é posicionada e a forma é travada e alinhada.

A figura 4 mostra o esquema de forma de viga:

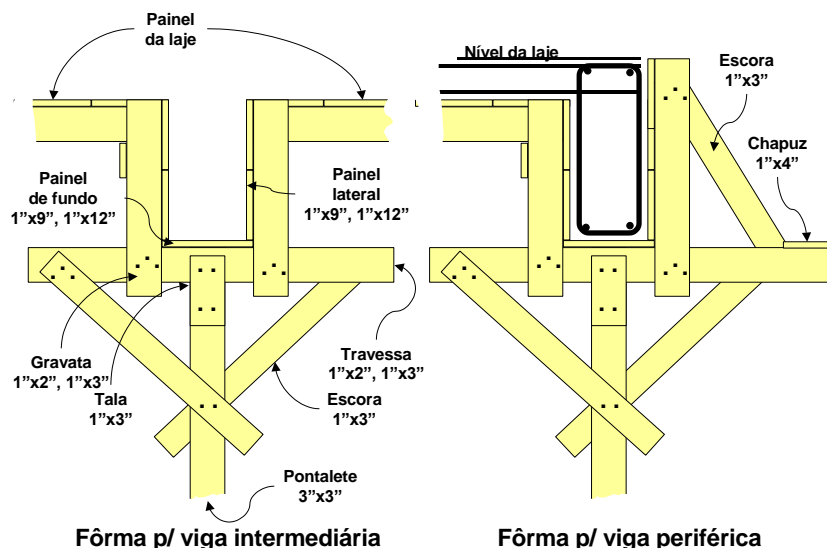


Figura 4-Formas para viga (UEPG,2014)

Os procedimentos para lançamento das fôrmas das lajes dependem do tipo de laje que vai ser executada e geralmente fazem parte do conjunto de atividades da execução das fôrmas de vigas e pilares. A exceção de lajes pré-moldadas que são lançadas *a posteriori* da concretagem das vigas é usual, nos demais casos, (pré-fabricadas, moldadas *in loco*, celulares etc.) providenciar a execução dos moldes em conjunto com as vigas, para serem solidarizadas na concretagem.

Para a fôrma da laje deve-se posicionar primeiramente o escoramento e em seguida lançar o assoalho, verificando o seu nivelamento e travando nas vigas e na periferia, locando e fixando em seguida as caixas de passagem.



A figura 5 apresenta um esquema de forma de laje :

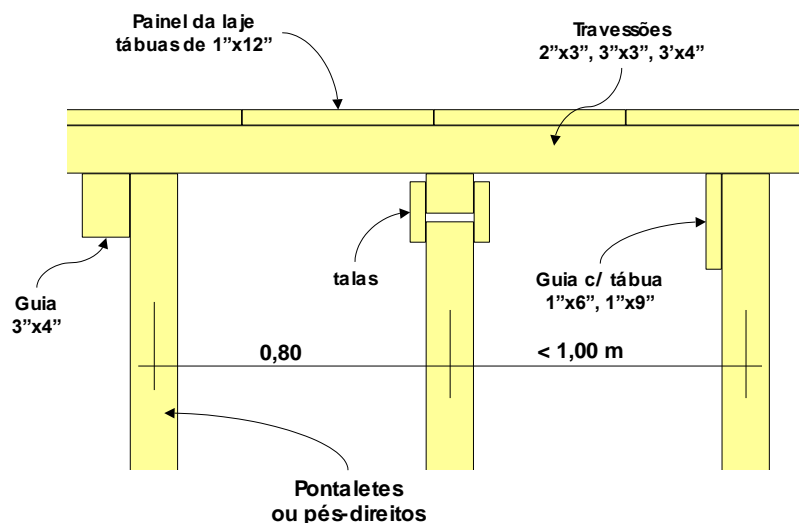


Figura 5- Forma da laje (UEPG,2014)

Antigamente a montagem das formas ficava a cargo da experiência dos mestres e encarregados de obra, que solicitavam o material e sabiam aonde fazer o escoramento e como fazer uma montagem segura das formas apenas pelo tempo de prática.

Atualmente existe um projeto de forma e escoramento contendo todas as especificações de materiais a serem utilizados bem como o modo de montagem das fôrmas, com o objetivo de organizar o espaço de trabalho e a logística de entrega e armazenamento de material. Os projetos também têm a finalidade óbvia de otimizar a produtividade da execução bem como a qualidade final da fôrma que receberá o concreto.

Na prática, assim como antigamente, ocorrem diversos problemas no processo construtivo das fôrmas. Peças com dimensionamento errado devido a interpretação equivocada do projeto resultando em peças com fissuras, formas desalinhadas devido a problemas de corte dos painéis de madeira, falta de peças de travamento causando abertura das formas e conseqüente desperdício de concreto na hora do lançamento são alguns dos problemas intrínsecos a execução de formas.

O fato de operários ainda hoje serrarem peças de madeira para conseguir “encaixalas” na estrutura da forma e ocorrer abertura de fôrmas por falta de pregos ou travamento mostra o quão artesanal e improvisado ainda é o processo construtivo que é utilizado em grande parte das obras de edificação no Brasil.

O Brasil tem um alto conhecimento a respeito das estruturas de concreto armado e faz uso constante deste tipo de sistema construtivo em obras de edificações. Existem hoje edifícios construídos com peças de concreto armado pré-fabricadas, onde existe um alto grau de industrialização no processo, conferindo maior produtividade e qualidade ao produto final. O que chama atenção é a utilização ainda intensiva de estruturas de concreto armado moldadas *in loco*, pois trata-se de um sistema que traz alto desperdício de forma, armação e concreto, baixa produtividade e grandes problemas de logística de estocagem e transporte de material.

Na visão moderna da industrialização dos processos, esse tipo de sistema acaba se tornando ultrapassado e estruturas como as metálicas ou as de concreto pré-fabricadas acabam ganhando força mundo afora. Esses tipos de estrutura conferem maior agilidade a todo o processo de produção, com menores índices de desperdício e garantem uma qualidade superior ao produto. O Brasil acaba esbarrando em uma barreira cultural, onde existe uma resistência a mudanças e novas tecnologias, além de possuir pouca estrutura para formar profissionais qualificados e em quantidade suficiente para suprir a demanda cada vez mais alta de processos industrializados.

### **2.3 Alvenaria de vedação**

Entende-se por “alvenaria” a associação de um conjunto de unidades (tijolos, blocos, pedras, etc.) e ligante (s) que resulta num material que possui propriedades mecânicas intrínsecas capaz de constituir elementos estruturais. Nas alvenarias antigas, as unidades de alvenaria eram, vulgarmente, a pedra ou o tijolo cerâmico, eventualmente reforçadas com estrutura interna de madeira (VALLE,2008).

A alvenaria pode ter função estrutural ou apenas de vedação, sendo que a primeira não será tratada neste tópico pois se restringe a projetos estruturais arquitetônicos específicos e quantidade limitada de andares, além de exibir basicamente os mesmos problemas da alvenaria de vedação.

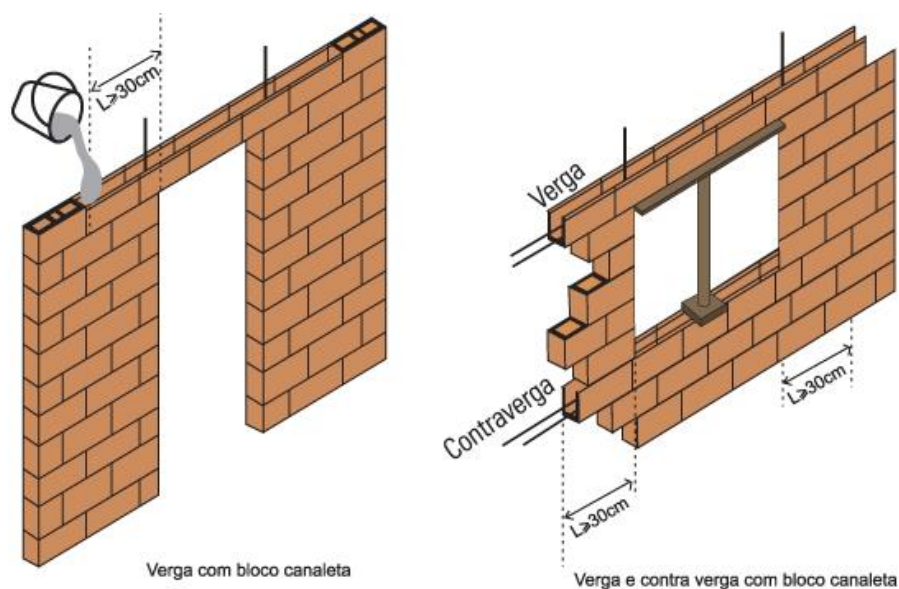
Tem um papel fundamental no isolamento térmico e acústico dos ambientes, além de conferir estanqueidade. A alvenaria também deve apresentar boa resistência mecânica para absorver potenciais impactos e o peso de suportes como estantes, armários, etc. O seu desempenho no cumprimento dessas funções está ligado diretamente ao processo executivo, quantidade e qualidade do material e da mão-de-obra empregados.

O processo construtivo da alvenaria de vedação é simples, porém requer alguns cuidados para não serem produzidas paredes desniveladas e desalinhadas, fora de esquadro ou sem resistência mecânica. A marcação da primeira fiada, como é conhecida a primeira linha de blocos, deve ser feita com cuidado e profissional qualificado pois irá determinar o esquadro e as dimensões corretas dos cômodos. Os blocos são alinhados e recebem a argamassa para o assentamento, tendo como referência uma linha de nylon presa ao escantilhão, conforme ilustrado na figura 6.



**Figura 6– Primeira fiada de alvenaria (TIJOLOSOLOCIMENTO,2013)**

Os blocos das próximas fiadas são empilhados da mesma forma, recebendo argamassa para o assentamento. Para ocorrer uma melhor fixação entre a alvenaria e a estrutura, são colocadas telas de aço a cada 2 ou 3 fiadas que são presas nos blocos e nos pilares. Por fim, é deixada uma última camada de cerca de 3 centímetros que receberá argamassa posteriormente (é necessário carregar 2 pavimentos acima primeiro para não ocorrem trincas na alvenaria), etapa denominada de aperto da alvenaria. Onde haverá uma abertura para a fixação das esquadrias, são colocadas as vergas e contravergas, blocos compridos de concreto que tem a finalidade de distribuir e absorver as tensões criadas pela abertura, conforme ilustrado na figura 7.



**Figura 7- Aspecto da alvenaria, vergas e contravergas (SELECTABLOCOS,2014)**

O processo construtivo da alvenaria de vedação é um dos processos onde ocorre maior desperdício de recursos. A produtividade e qualidade deste processo está intimamente ligada a logística de armazenamento e transporte de materiais e a racionalização desse processo tem sido um dos focos de investimento do setor da construção civil nos últimos anos.

Além disso, a capacitação de profissionais se tornou um diferencial para as empresas que prestam esse serviço, uma vez que o processo construtivo em si é completamente manual. Outro ponto importante é o fato de que a alvenaria depende de outros serviços como instalações elétricas e hidráulicas e a própria estrutura.

A logística do canteiro de obras deve ser muito bem estudada pois são diversos materiais que chegam e saem e devem ser armazenados em locais de fácil acesso para o posterior transporte e execução do serviço. Seguindo na mesma linha, a produção da alvenaria esbarra muitas vezes na falta de material para produção da argamassa ou até mesmo blocos no local do serviço. Esse tipo de problema é causado por falha na logística, onde o material pode não ter sido entregue, está em local de difícil acesso ou não pode ser transportado por falta de equipamentos no momento.

O armazenamento e transportes incorreto pode causar a quebra de blocos, outro grande problema desse processo construtivo. A busca por soluções econômicas faz com que muitas empresas comprem material de qualidade inferior, o que também acaba causando desperdício como quebra de blocos e excesso de argamassa.

Contudo, existem outros motivos para o desperdício de material e mão-de-obra e isso passa diretamente pelo controle da produção. Muitas empresas resolvem economizar na parte de gestão do processo e soluções como a utilização de projetos de arquitetura ao invés de projetos próprios de alvenaria para realizar o serviço ainda são encontradas no mercado. Informações importantes contidas em um projeto de alvenaria como a modulação dos blocos, espessura da argamassa, quantidade de telas, espessura do aperto e blocos com entradas para instalações acabam não sendo fornecidas, gerando improvisos com quebra de blocos para “encaixa-los” nas paredes de alvenaria ou instalação de caixas de luz e espessuras excessivas de argamassa, além de quantidade excessiva de telas.

Junto a isso, existem muitas empresas que não tem encarregados qualificados para fazer uma boa gestão da equipe e da quantidade de material utilizado, sem falar da falta de pedreiros e ajudantes de qualidade no mercado. O resultado se reflete no já citado alto índice de desperdício de material e baixa produtividade e qualidade do serviço. Outro problema com

a falta de mão-de-obra qualificada é o retrabalho gerado pela péssima qualidade do serviço executado em muitas obras.

Esse desperdício é visto na figura 8, onde a alvenaria é quebrada para a fixação das caixas e eletrodutos.



Figura 8- Quebra de material para fixação de caixas de luz (PAULUZZI,2014)

## 2.4 Instalações hidráulicas

As instalações hidráulicas segundo MIGOTT *et al* (2014), dizem respeito as instalações de dutos condutores de fluídos, o tipo de instalação varia dependendo do fluído e de sua finalidade. Os casos mais comuns e erroneamente considerados como sendo os únicos tipos de instalações hidráulicas são: o abastecimento de água e o sistema de esgoto, mas a variedade é muito maior, existem ainda o sistema de prevenção de incêndio, o recolhimento de águas pluviais e a distribuição de gás.

Esse processo construtivo sofre uma grande interferência de outros subsistemas como a alvenaria, instalações elétricas, ar-condicionado e até a própria estrutura. Além disso,

existem problemas referentes ao uso incorreto pós-ocupação e problemas inerentes ao material utilizado. As falhas de execução das instalações são o outro gerador de problemas e podem causar sérios atrasos na obra, com um alto grau de retrabalho e mudanças no projeto já com a execução em andamento.

O processo construtivo envolve muitos cuidados a respeito da conexão entre a tubulação, a fixação desta a estrutura bem como a disposição em relação aos outros elementos como instalações elétricas, alvenaria e ar-condicionado. A fixação provisória das prumadas é feita muitas vezes com o auxílio de arame, que quando não é retirado após a fixação definitiva, sofre corrosão ao longo do tempo e danifica a tubulação. A fixação em alturas diferentes das previstas em projeto também são uma grande fonte de retrabalho e influenciam na produtividade do processo. Outro grande problema é a colagem incorreta ou incompleta das conexões causando vazamentos nos testes de pressão e até mesmo após a ocupação do proprietário, gerando infiltrações e conseqüentemente grandes prejuízos materiais, conforme ilustrado na figura 9.



**Figura 9– Infiltração por vazamento em conexão (OLIVEIRA,2013)**

## 2.5 Instalações elétricas

Uma instalação elétrica é definida pelo conjunto de materiais e componentes elétricos essenciais ao funcionamento de um circuito ou sistema elétrico. As instalações elétricas são projetadas de acordo com normas e regulamentações definidas, principalmente, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. A legislação pertinente visa a observâncias de determinados aspectos, bem como, Segurança, Eficiência e Qualidade Energética, etc (FERREIRA,2010).

A maior complexidade do projeto comparado a outros subsistemas, bem como os riscos inerentes a esse processo, fazem com que as instalações elétricas exijam profissionais com boa qualificação técnica. Porém, a falta de mão-de-obra especializada na construção civil faz com que muitas empresas disponham apenas da experiência prática de seus funcionários na execução deste serviço.

O processo construtivo das instalações elétricas se faz presente em diferentes etapas da obra e a falta de fiscalização ao longo do processo pode causar diversos transtornos para a construtora.

Na primeira etapa, onde são colocadas as tubulações secas antes da concretagem, deve-se ter cuidado para não danificar o material antes da concretagem, o que pode acarretar na obstrução da tubulação. Na segunda etapa, a passagem na alvenaria é um dos maiores focos de desperdício de material e retrabalho. O rasgo muitas vezes não é feito de forma correta (talhadeira a cerca de 45° ou serra circular) e danifica uma região da alvenaria muito maior que a prevista inicialmente. As caixas muitas vezes não são posicionadas no local correto, gerando retrabalho. Após o revestimento e antes da pintura ocorre a enfição dos cabos que devem ter o caminho através dos eletrodutos desobstruído e devem ser lubrificados para a passagem correta, o que muitas vezes não ocorre ocasionando na perda de produtividade desta etapa. Após a pintura, a fixação de tomadas, interruptores e espelhos deve ser feita de forma a não danificar os cabos.



## 2.6 Esquadrias

As esquadrias são os elementos de fechamentos de vãos nas edificações, fornecendo segurança e permitindo a circulação de pessoas, iluminação e ventilação (QUALHARINI,2014).

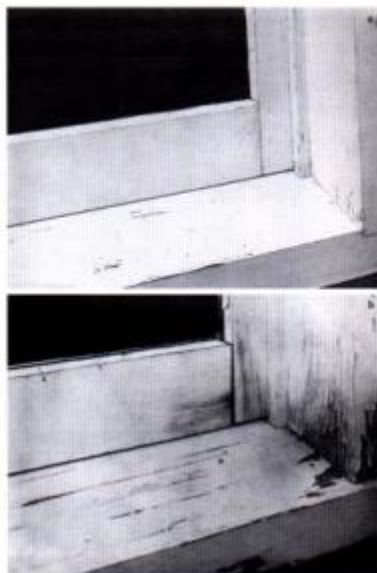
Os problemas no processo construtivo de esquadrias começam ainda na fase de produção do material, que deve ter uma fiscalização adequada pois se as peças não forem suficientemente precisas podem acarretar problemas de infiltração de água. O armazenamento na obra muitas vezes não é feito de forma correta, causando danos ao material. É recomendável não empilhar o material, manter fora de contato com o chão e materiais como a madeira, que ainda vão receber algum tipo de tratamento, devem ser estocados longe de qualquer agente agressor.

Em relação ao processo de execução, ocorrem muitos erros de alinhamento e nivelamento do contramarco por fixação insuficiente antes do chumbamento e erros de leitura de nível e régua, o que acaba causando retrabalho e perdas na produtividade. A consequência de uma execução incorreta desta etapa é uma fachada com janelas tortas ou desalinhadas e espessura de revestimentos internos e externos não compatíveis com a da esquadria.

Uma das funções primordiais das esquadrias é a estanqueidade ao ar e a água. Problemas desta natureza costumam ocorrer nas junções entre esquadria e contramarco, peitoril e contramarco ou esquadria e vidro. Nesses locais, o material selante deve ser de qualidade e a aplicação feita em todas as regiões tradicionalmente problemáticas. A falha nessa etapa do processo pode causar problemas sérios de infiltração ou ruídos devido ao vento (LAVERDE,2007).

Existem esquadrias de materiais que não precisam de um tratamento contra agentes biológicos (como o PVC). Entretanto, materiais como alumínio e a madeira devem receber algum tipo de tratamento e se este não for bem feito causará a degradação prematura do material e consequente prejuízo ao proprietário.

A figura 10 apresenta uma comparação entre uma esquadria de madeira com tratamento e sem tratamento após 5 anos de utilização:



**Figura 10- Esquadria de madeira com e sem tratamento (LAVERDE,2007).**

## **2.7 Revestimentos**

Revestimentos são todos os procedimentos utilizados na aplicação de materiais de proteção e de acabamento sobre superfícies horizontais e verticais de uma edificação ou obra de engenharia, tais como: alvenarias e estruturas. Nas edificações, consideraram-se três tipos de revestimentos: revestimento de paredes, revestimento de pisos e revestimento de tetos ou forro (ZULIAN *et al.*,2002). Este tópico tratará sobre o revestimento de paredes.

O revestimento de paredes tem por finalidade nivelar e regularizar toda a superfície após o término da alvenaria. Além disso exerce um papel importante na isolamento térmica e acústica e na resistência mecânica da parede.

Nos revestimentos argamassados, a composição da argamassa deve ser precisa e sua preparação deve ser feita por um profissional qualificado, pois diversos problemas como

fissuras, descolamento do revestimento e manchas na superfície da parede podem ser consequência de um preparo incorreto da argamassa. Na figura 11, é possível enxergar fissuras em um revestimento argamassado, causadas por alta retração.



**Figura 11- Fissuras devido à alta retração (THOMAZ,2014)**

A execução de revestimento argamassado é um processo que apresenta muito desperdício de material e problemas de fixação a superfície, que acabam por influenciar na produtividade deste serviço. Para evitar esse tipo de problema, algumas práticas são importantes dentro do processo construtivo: deve-se molhar e limpar toda a superfície antes da aplicação da argamassa para evitar descolamento, aplicar em camadas de espessuras não maiores que 1,5 centímetros e esperar o total assentamento da argamassa de alvenaria antes do início da aplicação do revestimento (ZULIAN *et al.*,2002).

Além dos revestimentos argamassados existem os do tipo não-argamassados, que vem a ser a cerâmica, pastilha, mármore, entre outros. A execução de assentamento ou fixação são específicos para cada tipo de material. Um dos grandes problemas deste tipo de revestimento é o correto armazenamento e transporte do material, pois a cerâmica e o

mármore, por exemplo, têm um alto custo e não podem ser danificados ou furtados (como ocorre frequentemente) durante o processo. Deve existir um controle rigoroso sobre esse tipo de material, que deve permanecer em local seguro e somente transportado para o pavimento na hora da aplicação.

O projeto de paginação é sempre recomendado para a economia de material e otimização da produtividade. As juntas entre as peças devem ser feitas com argamassa específica, com espessuras de acordo com o tipo e dimensão do material empregado, para absorver as tensões entre as peças e compor de forma homogênea toda a superfície da parede.

## **3 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**

### **3.1 Conceituação geral**

O conceito de produtividade é definido genericamente como uma relação entre os bens produzidos e os fatores utilizados na sua produção, designadamente, tempo, trabalho, matérias-primas, e significando a quantidade de produto, enquanto resultado do processo de produção, que é gerada por uma unidade de fator produtivo, isto é, a relação entre o que se obtém por unidade económica (fator, organização, região, país) e os recursos que essa produção consumiu (CAPUL; GARNIER,1996).

A produtividade vai além dos aspectos restritos ao processo de produção, pois a geração de valor também depende fundamentalmente das demais etapas do processo produtivo: a compra de e serviços intermediários e a venda dos bens e serviços que a empresa produz. Se a estratégia de compras da empresa (quantidade, qualidade, relação com fornecedores, logística de suprimentos, etc) é inadequada e/ou a sua estratégia e resultados de mercado (logística de distribuição, volume de vendas, relação com clientes, etc) são problemáticos, a eficiência de seu processo produtivo pode ficar comprometida, apesar da excelência que possa ter no seu processo de produção.

No Brasil, a gestão da produtividade nas empresas vem se tornando cada vez mais crucial em um ambiente de crescente abertura externa e globalização dos negócios. Atualmente, sem produtividade ou sem a eficiência do processo produtivo, dificilmente uma empresa vai ser bem sucedida ou até mesmo sobreviver no mercado (MACEDO,2012).

A produtividade é um conceito intuitivo, uma vez que a lógica que está à frente da gestão de qualquer tipo de sistema é, em princípio, a da otimização da eficiência, o que se traduz parcialmente numa melhoria da produtividade.

Qualidade, enquanto conceito, é um valor conhecido por todos e no entanto definido de forma diferenciada por diferentes grupos ou camadas da sociedade – a percepção dos

indivíduos é diferente em relação aos mesmos produtos ou serviços, em função de suas necessidades, experiências e expectativas (LONGO,1996).

Segundo ALLEMAND (2012), existem várias possíveis definições de qualidade, que seguem:

- a) - Satisfação das necessidades e expectativas dos clientes.
- b) - Conformidade com as especificações.
- c) - Adequação ao uso.
- d) - Zero defeito.
- e) - Fazer mais, melhor e mais rápido.
- f) - Melhor relação custo x benefício.
- g) Todas elas estão certamente relacionadas à definição de qualidade. No entanto, cada uma delas se relaciona a cada aspecto empresarial, ou seja, podemos de certa forma agrupá-las, nas seguintes categorias ou abordagens:
- h) - Transcendental: a qualidade é “sentida” pelas pessoas, mas não pode ser totalmente definida;
- i) - Centrada no produto: para produtos ou serviços significa maior produção e produtividade com qualidade ainda maior;
- j) - Centrada no valor: relaciona-se ao que o cliente percebe e aceita em pagar, ou seja, correlaciona o preço e sua qualidade;
- k) - Centrada no processo: busca atingir as características desejadas, de forma que a qualidade desejada esteja assegurada;
- l) - Centrada no cliente: obedece ao paradigma de que quem julga um produto ou serviço é o cliente.

## 3.2 Conceituação na construção civil

Com o crescimento do setor da construção civil nos últimos anos, a busca pelo aumento da produtividade se intensificou e as construtoras tem feito grandes investimentos em sistemas de gestão e novas tecnologias empregadas em processos construtivos com o a finalidade de aperfeiçoar seu sistema produtivo.

Esse sistema produtivo engloba três fatores de entrada:

- a) Mão-de-obra;
- b) Materiais;
- c) Equipamentos.

Em qualquer serviço de uma obra, esses fatores interagem entre si, materializando o produto, gerando o processo de execução do serviço e dando origem ao produto final, ou seja, a saída do sistema produtivo.

O processo de execução é a ligação entre a entrada e a saída do sistema produtivo e tem um papel fundamental na otimização da produtividade dos serviços. A escolha do processo de execução a ser utilizado, seu planejamento e gerenciamento, são fatores determinantes para que esse processo de execução seja realizado dentro das condições de prazo, custo, qualidade e segurança pré-estabelecidos (SILVA,2013).

Para que se possa medir produtividade na construção civil, é necessário que se tenha um processo de execução desenvolvido dentro de uma metodologia de trabalho bem definida. A partir daí, são coletados e analisados diversos dados como:

- a) Número de funcionários envolvidos no serviço;
- b) Tempo de execução do serviço;
- c) Tempo de transporte do material;
- d) Fatores externos;
- e) Definição do material usado;

f) Definição e uso de equipamentos empregados.

A otimização da produtividade passa pela capacidade de gestão desses dados, de forma a possibilitar a uma empresa saber qual material e/ou equipamento é mais produtivo para um tipo de serviço específico ou qual é o número ideal de homens para executar um serviço em certo prazo, por exemplo. Esses dados são indicadores de produtividade e serão tratados em um capítulo posterior.

Com a estabilização econômica e o aumento da competitividade gerada pela globalização, tornou-se visível um problema que se escondia: a falta de qualidade na construção civil. As empresas que se anteciparam a esse panorama e começaram a lançar produtos pensando não só no lucro mas também na satisfação plena das necessidades dos clientes saíram na frente e implantaram sistemas de gestão da qualidade em seu processo organizacional.

De acordo com SILVEIRA *et al.* (2002) a implantação do sistema de qualidade nas empresas da construção civil tem como objetivo:

- a) Regulamentar e documentar;
- b) Controlar e planejar as atividades do projeto;
- c) Controlar e planejar as atividades de construção;
- d) Assegurar a adequação dos recursos necessários à construção, que incluem equipes, materiais, equipamentos e outros insumos;
- e) Melhorar a produtividade e a qualidade dos serviços;
- f) Reduzir os custos do empreendimento;
- g) Otimizar as relações com os clientes;
- h) Melhorar a imagem da empresa, obtendo maiores e melhores participações no mercado;



### 3.3 Aspectos históricos

A engenharia civil era fundamentada no método empírico, ou seja, era baseada em processos de aprendizagem, que consiste numa acumulação de conhecimentos a partir de ideias construtivas que eram postas em prática, sendo compostas em alguns casos, por noções de equilíbrio de forças, centro de gravidade, dentre outros.

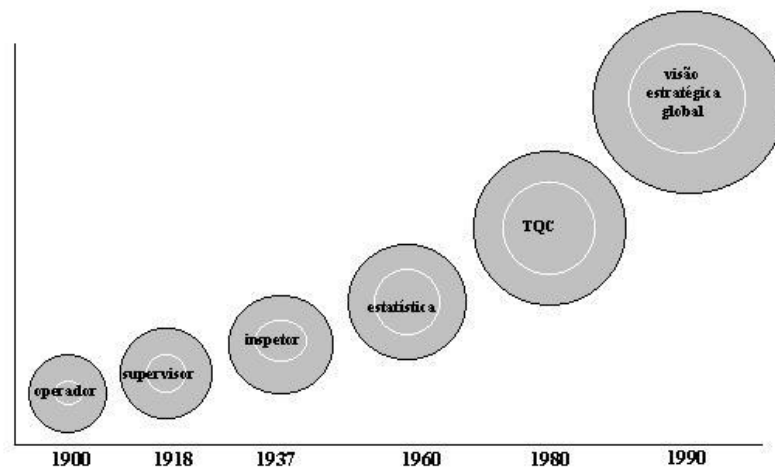
Essa engenharia empírica tinha como principal aspecto negativo, o fato dos responsáveis pela coordenação e orientação da obra não terem capacitação fundamentada em bases matemáticas e físicas, que a partir desses preceitos pudessem possibilitar construções de mecanismos que auxiliassem os métodos construtivos para um maior aproveitamento da mão de obra (FLORES,2010).

Na idade média a construção civil utilizava processos produtivos artesanais, mas em obras como construções de estradas eram utilizados máquinas e artifícios que auxiliavam o processo artesanal, reduzindo o esforço empregado pelos operários, proporcionando uma redução do tempo de execução dessas construções.

A revolução industrial iniciada no século XVIII trouxe um novo modelo de produção que buscava maior produtividade, pois proporcionou em seu pioneirismo a mecanização dos sistemas de produção, sustentada por uma ávida possibilidade de ascensão de lucros pela burguesia, que trouxe alternativas de melhoramento da produção, proporcionando maiores demandas dos bens a serem produzidos. No Brasil, esse novo modelo de produção começou a ganhar força no final do século XIX, com uso na produção do café e a necessidade de construção de linhas férreas.

As recentes inovações tecnológicas introduzidas no setor da Construção Civil modificaram, sobremaneira, a sua tradicional forma de organização do trabalho. As tarefas reduziram-se, subdividiram-se e suas execuções tornaram-se, razoavelmente, simples.

Segundo (FEIGENBAUM ,1994), a evolução da qualidade pode ser analisada sob várias etapas, conforme a figura 12, tais como:



**Figura 12– Evolução da qualidade (BACOVIS,2010)**

1ª etapa (1900)

#### CONTROLE DA QUALIDADE PELO OPERADOR

Um trabalhador ou um grupo pequeno era responsável pela fabricação do produto por inteiro, permitindo que cada um controlasse a qualidade de seu serviço.

2ª etapa (1918)

#### CONTROLE DA QUALIDADE PELO SUPERVISOR

Um supervisor assumia a responsabilidade da qualidade referente ao trabalho da equipe, dirigindo as ações e executando as tarefas onde fosse necessário e conveniente em cada caso.

3ª etapa (1937)

#### CONTROLE DA QUALIDADE POR INSPEÇÃO

Esta fase surgiu com a finalidade de verificar se os materiais, peças, componentes, ferramentas e outros estão de acordo com os padrões estabelecidos. Deste modo seu objetivo é detectar os problemas nas organizações.

4ª etapa (1960)

#### CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

Esta etapa ocorreu através do reconhecimento da variabilidade na indústria.

Numa produção sempre ocorre uma variação de matéria-prima, operários, equipamentos etc. A questão não era distinguir a variação e sim como separar as variações aceitáveis daquelas que indicassem problemas. Deste modo surgiu o Controle Estatístico da Qualidade, no sentido de prevenir e atacar os problemas.

5ª etapa (1980)

#### CONTROLE DA QUALIDADE

A qualidade passou de um método restrito para um mais amplo, o gerenciamento. Mas ainda continuou com seu objetivo principal de prevenir e atacar os problemas, apesar de os instrumentos se expandirem além da estatística, tais como: quantificação dos custos da qualidade, controle da qualidade, engenharia da confiabilidade e zero defeitos.

Segundo FERREIRA (1994), a qualidade passa para outra etapa, a Visão Estratégica Global, com o objetivo da sobrevivência da empresa e competitividade em termos mundiais para atender as grandes transformações que vêm ocorrendo no mercado.

A criação da ISO família 9000 em 1987 foi resultado da percepção do mercado da necessidade de normas para a gestão da qualidade. Apenas no final dos anos 90, a indústria da construção civil começou a colocar essas normas em prática de fato. O aumento do volume de obras e conseqüentemente da concorrência fizeram com que as empresas buscassem o diferencial na comprovação da qualidade de suas obras.

Programas de gestão da qualidade como o QUALIHAB e PBQP-H foram criados e adotados pelas construtoras, com o intuito de nortear o aperfeiçoamento da qualidade de seus processos.

### **3.4 Situação atual na construção civil**

Com a obtenção de taxas expressivas de crescimento, as empresas passaram a encontrar maiores dificuldades na contratação de mão de obra qualificada ou, em menor grau, na aquisição de determinados bens de capital. Tornou-se consenso que para sustentar o ciclo atual o setor precisa elevar sua produtividade, ou seja, utilizar de maneira mais eficiente os recursos disponíveis.

No período de 2003 a 2009 foi registrado um crescimento médio das empresas de todos os segmentos da construção civil de 1,2% ao ano. Em outras palavras, com a mesma combinação de capital e trabalho, as empresas da Construção em 2009 geraram um valor adicionado 7,2% maior em relação a 2003(FGV,2012).

Após a crise econômica mundial de 2009 a construção civil sofreu uma queda em investimentos resultando em perda de produtividade, cenário que vem se alterando e atualmente o setor se encontra novamente em crescimento. O crescimento para os próximos anos deve ser afetado pelo aumento de salários e da formalização de empregos ligados a construção civil e a tendência das empresas é investir na qualificação da mão-de-obra para aumentar a produtividade (FGV,2012).

Em relação a qualidade, embora tenha havido uma grande evolução ao longo da última década com a criação de programas de gestão da qualidade, estes são muitas vezes adotados apenas para atender exigências imediatas e se prepararem para auditorias para receberem certificados, não sendo aproveitados de forma definitiva para melhorar a qualidade dos processos das empresas. O resultado é encontrado justamente nos processos construtivos ainda demasiadamente artesanais e improvisados encontrados nas obras brasileiras com altos índices de perdas e retrabalho (SANTOS,2012).

## **3.5 Programas de produtividade e qualidade**

### **3.5.1 QUALIHAB - Programa da Qualidade na Habitação Popular**

Foi criado em 1996 e trata-se de um sistema de certificação dos sistemas de garantia da qualidade idealizado a partir das diretrizes definidas pela série de normas NBR/ISO 9.000, estando em conformidade com o Sistema Brasileiro de Certificação.

O mesmo visa atribuir níveis de Certificação da Conformidade a tais empresas, e que assim o solicitarem, tendo como base um referencial de requisitos estabelecido (CARDOSO *et al.*,1998). O QUALIHAB foi concebido de forma evolutiva, estruturado em quatro níveis de implantação que deveriam ser respeitados pelas empresas que aderissem ao programa dentro de um cronograma pré-estabelecido.

Esse programa deu muita força para o movimento da qualidade no Estado de São Paulo e foi extremamente positivo para a indústria da construção civil, podendo ser reconhecido como o primeiro grande passo para a disseminação da filosofia da gestão pela qualidade para esse segmento.

Apesar de o QUALIHAB ter cumprido o seu papel como mobilizador para a qualidade, em virtude dos seus requisitos não abrangerem a totalidade dos requisitos da NBR ISO 9002:1994, o fato da empresa alcançar o nível evolutivo máximo, o nível A, não significava que a mesma já estivesse preparada para ser auditada para a certificação NBR ISO 9002:1994. Dessa forma, poucas empresas avançaram e efetivamente conquistaram a certificação (SANTOS,2012).

### **3.5.2. PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat**

É coordenado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU/PR e tem por objetivo a melhoria da qualidade, o aumento da produtividade e a redução dos custos da construção, por meio de mobilização e articulação dos segmentos da cadeia produtiva do setor.

Dentre as ações do Programa está à implementação do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ-Construtoras) no País, atual SiAC. O Sistema garante às empresas um atestado do seu grau de qualificação em cada etapa do processo produtivo, conforme seu nível de evolução, em 2 estágios: B e A, denotando grau crescente de qualificação.

O SiAC foi elaborado com base na NBR ISO 9001:2000 com abrangência a todos os seus requisitos e em 2005 atualizado com base na revisão 2008 da ISO 9001. Contém na forma de anexos requisitos complementares específicos para os segmentos edificações, obras de arte especiais e saneamento básico.

Como a abrangência é total a todos os requisitos da NBR ISO 9001, ao obter a qualificação no nível A do PBQP-H a construtora estará apta a solicitar a auditoria do Organismo de Certificação para obter a certificação NBR ISO 9001:2008 (SANTOS,2012).

## **4 NOVAS TECNOLOGIAS PRODUTIVAS**

### **4.1 Contextualização**

De modo geral, a produção de novos conhecimentos tecnológicos começa com a percepção e a identificação de problemas ou oportunidades de ordem técnica ou econômica. Depois são realizadas pesquisas para encontrar conhecimentos capazes de resolver esses problemas, projetos que incorporem esses conhecimentos e, por fim, inicia-se a produção e comercialização, bem como as modificações para que o produto, serviço ou processo tenha aceitação comercial (BARBIERI, 1990).

Ainda de acordo com BARBIERI (1990), a inovação tecnológica corresponde a toda mudança numa dada tecnologia. É pela inovação que se introduz efetivamente um novo produto ou processo ou se aperfeiçoam os já existentes por intermédio das seguintes ações: criação de novo processo produtivo ou alterações nos processos existentes; modificações no produto existente, ou a substituição de um modelo por outro; introdução de novos produtos integrados verticalmente aos existentes; e a introdução de um novo produto que exige novas tecnologias.

A indústria da construção civil apresenta uma série de peculiaridades que a distingue das demais indústrias, as chamadas indústrias seriadas e já foi, inclusive, chamada de uma “indústria de protótipos” (AMORIM, 1995). Este conceito sugere a ideia de um processo aberto a inovações, que entretanto não é a situação observada na prática.

No caso brasileiro encontramos uma grande semelhança entre os canteiros de obra, baseados numa mesma estrutura organizacional e com pequena variabilidade das soluções técnicas adotadas com pequena variedade de insumos e soluções de projeto facilitando o seu controle (AMORIM, 1995).

O emprego de produtos, métodos e sistemas construtivos inovadores acabam esbarrando na falta de interesse dos próprios empresários da construção civil no Brasil em investir em infraestrutura e treinamento da mão de obra e conhecer a fundo as potencialidades apresentadas por essas novidades.

Desta forma, as inovações acabam sendo inseridas a partir de tecnologias anteriormente já utilizadas e testadas por projetistas e construtores. Não há uma mudança drástica nos processos, caracterizando-se por conseguinte em inovações incrementais.

## **4.2 Inovações no mercado da construção civil**

Embora esse cenário de poucas mudanças ainda seja realidade nos dias de hoje, todos os anos empresas de tecnologia ligadas ao setor da construção civil tentam implementar novos produtos e processos no mercado brasileiro.

A tecnologia empregada na construção civil tem por objetivo alcançar uma redução de custos e prazos com aumento de produtividade e diminuição da mão-de-obra, conferindo ainda uma maior qualidade ao ambiente de trabalho e ao produto final.

Além disso, existe uma preocupação cada vez maior em se realizar obras sustentáveis, com índices de desperdício de material cada vez menores. A tecnologia consegue muitas vezes de forma simples e criativa, alcançar resultados significantes. Nesse sentido, serão apresentadas algumas inovações ligadas ao setor da construção civil que foram surgindo ao longo dos últimos anos.

É importante salientar que muitas tecnologias consideradas recentes no mercado da construção civil na verdade já são usadas há décadas em outros países ou até mesmo no Brasil mas em escala muito pequena. A viabilidade do emprego dessas tecnologias passa pelo investimento em equipamentos, fábricas, material, qualificação de profissionais entre outros fatores como tipo de empreendimento, filosofia estratégica das empresas e parcerias nacionais e internacionais buscando compartilhamento de conhecimento.

### **4.2.1 Argamassa polimérica DunDun**

A Massa DunDun é um novo conceito de argamassa polimérica para o assentamento de tijolos ou blocos na construção de paredes. Sua formulação à base de resinas sintéticas e



agregados minerais incorpora nanotecnologia e é resultado de uma extensa pesquisa desenvolvida em conjunto com diversos parceiros tecnológicos.

Ao contrário do método tradicional, que necessita de cimento, cal, areia e água, a argamassa DunDun vem pronta para o uso. Seu rendimento é em média 20 vezes superior ao da argamassa comum. Outra vantagem é a redução significativa do desperdício, que pode passar de 20% utilizando o método construtivo tradicional.

Em relação a produtividade, os impactos positivos são ainda maiores. Estudos práticos mostram que enquanto no sistema de argamassa convencional são necessários um pedreiro e dois assistentes para assentar 800 tijolos em um dia, com a Massa Dundun, um pedreiro e um assistente conseguem erguer 2.500 tijolos no mesmo tempo, um rendimento mais de três vezes maior (FCC,2013).

A figura 13 ilustra a economia de material com a aplicação da massa DunDun para o assentamento de blocos cerâmicos:



**Figura 13– Aplicação da massa DunDun (GONÇALVES et al.,2013)**

## **4.2.2 Colunas de brita com vibrocompactação**

É um método para tratamento de solos moles, consiste na introdução de colunas de brita por vibro compactação, através de equipamentos especiais desenvolvidos na Alemanha, que penetram no solo introduzindo uma coluna de brita vibrada, cuja compactação é controlada eletronicamente, com diâmetros que variam de 0,70 até 1,2 metros.

O dimensionamento adequado desta solução substitui com grandes vantagens os métodos convencionais de estabilização de solos moles. A primeira delas é expressiva redução no prazo da realização de obras desta natureza, uma vez que o processo permite a execução de até 200 metros de colunas, por equipamento, por turno. Isto significa o dobro de velocidade, quando comparado aos métodos convencionais.

Além disso, a execução de colunas de brita por vibro compactação, proporciona grande aceleração dos recalques do terreno, previstos no projeto. A altíssima permeabilidade das colunas as transforma em grandes drenos verticais, acelerando a expulsão da água existente no solo. As colunas de brita também podem ser utilizadas, em muitos casos, como apoio para fundações diretas de futuras construções.

O controle de qualidade da execução é feito eletronicamente, em tempo real, do início ao fim, conferindo total transparência ao processo. Através dele, é possível acompanhar a construção de cada coluna, sua profundidade final, o tempo de execução, a energia de compactação desenvolvida ao longo do corpo da coluna e o consumo e distribuição da brita, por meio de relatórios individuais, dando uma maior qualidade final ao serviço (CRAFT,2008).

A metodologia executiva do processo de vibrocompactação é exibida na figura 14:



Figura 14– Metodologia executiva (BRASFOND,2014).

### 4.2.3 Steel Deck

O Steel Deck é um sistema construtivo inovador que ainda está engatinhando no Brasil. Leve, prático e de rápida montagem, o steel deck atua como forma do concreto e armadura positiva da laje ao mesmo tempo, reduzindo o tempo de montagem da armadura.

O sistema funciona como plataforma de serviço e suporte para o concreto e dispensa parcial ou totalmente os escoramentos, permitindo agilidade na etapa de execução e reduzindo custos com mão de obra e com aluguel, montagem e desmontagem de equipamentos. Por serem leves, as peças podem ser transportadas manualmente, ou com o auxílio de pequenos equipamentos.

O steel deck deve ser previsto ainda na fase de projeto para ter suas vantagens potencializadas e alcançar ganhos de produtividade e economia viáveis (CONSTRUÇÃO MERCADO,2010).

A figura 15 traz o esquema das lajes steel deck:

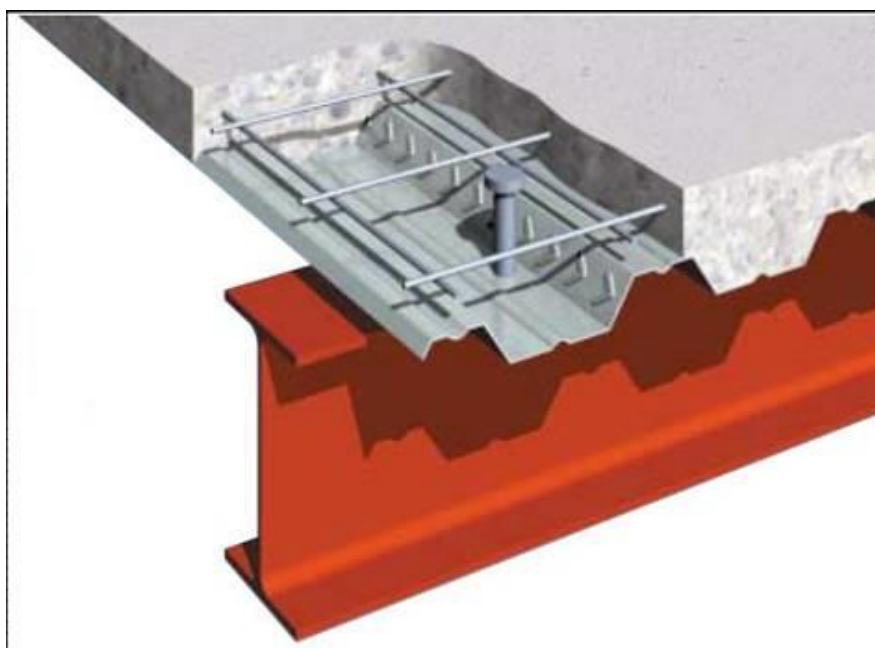


Figura 15– Esquema das lajes Steel Deck (GEMNEXUS,2014)

#### 4.2.4 BubbleDeck

A empresa dinamarquesa BubbleDeck, criou um sistema construtivo que utiliza esferas de plástico com objetivo de reduzir o peso próprio das lajes, proporcionando maior agilidade em obras, menor custo e impacto ambiental. Conhecida como tecnologia BubbleDeck®, este sistema construtivo é composto por esferas de polipropileno inseridas de forma uniforme entre duas telas de aço. As esferas são introduzidas de forma a ocupar a zona de concreto que não desempenha a função estrutural. Dessa forma, é possível construir lajes com a mesma resistência de uma laje plana maciça, porém mais leves. Isso proporciona uma redução considerável de materiais, aumento da produtividade e, conseqüentemente, redução dos impactos ambientais.

Quando se trata de economia de insumos, o sistema economiza, em geral, até 35% de concreto. A título de exemplo, uma laje BubbleDeck de 280mm de espessura reduz o

consumo de  $0,09 \text{ m}^3$  de concreto por  $\text{m}^2$  de laje, que corresponde a aproximadamente 216 kg do material. Desta forma, ao utilizar o Bubbledeck pode-se deixar de emitir até 23,5 kg de  $\text{CO}_2$  equivalente por  $\text{m}^2$  de laje.

Com o uso das esferas não há necessidade de utilização de vigas e o número de pilares é reduzido, permitindo vãos maiores, estrutura ideal para grandes construções, como estacionamentos. O sistema também proporciona isolamento acústico e térmico e, em caso de incêndio, as esferas carbonizam sem emitir gases tóxicos (BRASKEM,2013). A figura 16 mostra a disposição das esferas entre as telas metálicas, diminuindo a quantidade de concreto lançada na laje.



**Figura 16 – O sistema BubbleDeck (BUBBLEDECK,2014)**

## 5 PADRONIZAÇÃO GERANDO PRODUTIVIDADE E QUALIDADE

### 5.1 O conceito de padronização

Para entender com clareza as vantagens e desvantagens da padronização bem com sua aplicabilidade dentro dos processos produtivos da construção civil, se faz necessário compreender previamente o conceito de padronização. Este conceito é tratado de diferentes ângulos por autores diferentes:

Segundo GERMON e TASSEY (2000):

**Padrão:** “(...) uma construção que resulta de escolhas coletivas e fundamentadas e que permite acordo acerca de soluções para problemas recorrentes. Visto dessa forma, um padrão pode ser encarado como um equilíbrio entre os requisitos dos usuários, as possibilidades tecnológicas e os custos dos produtores, e restrições impostas pelo governo para o benefício geral da sociedade” (tradução Taynah Lopez de Souza, UFRJ, 2012)

Segundo ROSSO (1966), a padronização é definida como “a aplicação de normas a um ciclo de produção ou a um setor industrial completo com objetivo de estabilizar o produto ou o processo de produção”.

Pode-se ainda citar HOPP e SPEARMAN (1996), para os quais a definição do padrão refletia a busca pela melhor forma de executar cada tarefa, eliminando movimentos lentos ou desnecessários e preconizava a utilização de mão de obra pouco qualificada, a qual competia simplesmente o cumprimento daquilo que estava prescrito.

### 5.2 Vantagens da padronização

As vantagens e desvantagens de se padronizar processos produtivos se aplicam a qualquer indústria, inclusive a da construção civil. Esse conceito deve ser direcionado, pois

na estrutura organizacional de uma empresa existem diferentes elementos que são influenciados pela padronização de maneiras diferentes.

De acordo com MEEGEN (2002), do ponto de vista do cliente a grande vantagem da padronização é a certeza da previsibilidade. A certeza que estarão sempre recebendo um produto ou serviço com as mesmas características de qualidade e prazo de entrega. A garantia de que uma vez escolhido e aprovado determinado serviço ou produto, podem continuar comprando este produto, pois irão receber sempre a mesma coisa. Se a expectativa foi atendida da primeira vez, quando se escolhem fornecedores, se tem a garantia de que podem continuar usando este mesmo serviço ou produto com a mesma satisfação.

Já para a empresa, MEEGEN (2002) diz que os principais benefícios são, de um lado, o mesmo que para o cliente, tornar os produtos e serviços previsíveis e de outro lado, o fato importantíssimo de assegurar o domínio tecnológico da organização. Isso significa que a empresa está retirando o conhecimento da mente de quem sabe fazer e colocando no papel. Além de passar a contar com mais gente que também sabe, garantindo que, amanhã se por uma razão qualquer aquela pessoa sair da empresa, o mesmo bem ou serviço continuará a ser produzido da mesma forma e com a mesma qualidade.

Quanto ao gerente, MEEGEN (2002) diz que a padronização beneficia seu trabalho de várias maneiras: facilita o treinamento de novos funcionários; elimina a interferência frequente no trabalho do subordinado; elimina o esforço de procurar a solução do mesmo problema repetidas vezes e facilita o planejamento do trabalho diário.

Finalmente, conforme relata MEEGEN (2002), para o funcionário a padronização também traz muitas vantagens, como: capacidade de executar as tarefas sem a necessidade de ordens frequentes da chefia; maior segurança no ambiente de trabalho; maior motivação pela participação e envolvimento na elaboração do padrão e ainda, a possibilidade de fazer o melhor com o menor esforço. Mesmo com tantas vantagens, ainda existem pessoas que resistem a tendência de padronização, entendendo que existem certas desvantagens neste conceito.

### **5.3 Desvantagens da padronização**

Segundo MEEGEN (2002), a padronização é incompatível com a motivação, dado que ela limita a criatividade que poderia ser usada pelas pessoas que estão envolvidas com o trabalho.

Ainda de acordo com o mesmo autor, as pessoas muitas vezes têm as suas maneiras de fazer as coisas e sentem dificuldades em seguir um processo já definido. Assim, mesmo os padrões tendo sido elaborados após cuidadosa observação e com a participação de todos, é questionável se um padrão único possa ser de fato o mais eficiente para todas as pessoas.

A padronização também age como um fator que pode restringir a sua gama de clientes, reduzindo a margem de lucro das empresas, uma vez que limita o seu processo de produção a certos conceitos, fazendo com que produtos com características consideradas essenciais para certas pessoas na hora da compra, deixem de ser fabricados.

### **5.4 A padronização conferindo produtividade e qualidade as obras**

De acordo com RIBEIRO (2014), dentre os maiores benefícios oriundos da padronização da construção civil é a possibilidade de se estabelecer algo similar a uma linha de montagem dentro do canteiro de obras. Isso se torna viável a partir do momento em que se utiliza sistemas construtivos industrializados, reduzindo o processo construtivo a simples repetição de tarefas de montagem. Estudos sobre aumento de produtividade concluem que um trabalho executado repetidas vezes, sem interrupções e em grandes quantidades resulta na experiência da mão-de-obra e conseqüentemente na melhoria do seu desempenho, além de uma maior qualidade do serviço. No entanto, é importante que além dos sistemas construtivos, os projetos, procedimentos e até mesmo mão-de-obra sejam padronizados, de forma a evitar desperdícios no processo produtivo.



Segundo HEINECK e ANDRADE (1994), “não basta que o canteiro seja repetitivo, há necessidade de que os operários desloquem-se sem interrupção de uma tarefa para outra; ainda mais, dentro da própria tarefa, não pode haver paradas devido à falta de materiais, falta de detalhamento construtivo, interferência com outras tarefas, desbalanceamento e falta de elementos na equipe de trabalho, ou ingerência de causas naturais como chuvas, etc”.

O segredo para se alcançar uma maior produtividade e qualidade nos processos construtivos de uma obra através da padronização está na análise cuidadosa das falhas inerentes a cada etapa de um processo e na busca de uma solução alternativa para essas falhas, empregando o conceito de padronização.

É preciso entender de que forma a padronização pode interferir positivamente em cada etapa da obra, mas além de tudo é preciso conhecer os sistemas construtivos que poderão ser usados em cada etapa e isso dependerá de fatores como: tipo e dimensão do projeto, quantidade de recursos disponível, local da obra, entre outras variantes que podem inviabilizar alguma solução de padronização específica.

Alguns exemplos de processos beneficiados pela padronização podem ser citados para destacar a influência positiva da mesma sobre diversas etapas da obra, como o processo de compatibilização dos projetos, já que todas as disciplinas envolvidas no projeto, tendo conhecimento do padrão adotado, estarão focadas em atender à uma determinada especificação pré-estabelecida, evitando soluções incompatíveis.

DUARTE e SALGADO (2002) afirmam que o projeto executivo pode ser um eficaz instrumento, capaz de otimizar o uso dos materiais, levando em conta suas dimensões, diminuindo desperdícios na hora de sua colocação e de orientar/ estudar as melhores soluções de integração dos sistemas construtivos utilizados evitando, assim, incompatibilidades entre os mesmos.

Na etapa de fundação, a padronização das dimensões de forma e das bitolas de armação dos blocos de fundação podem gerar ganhos altíssimos de produtividade no processo construtivo. O fato de ter formas iguais pode viabilizar o uso de poucos conjuntos de forma, economizando material. Além disso o processo de montagem da forma acaba sendo memorizado pelo operário, que executa a tarefa de maneira mais rápida e com uma qualidade final superior. No caso da armação padronizada, o armador realizará o serviço de maneira

muito mais rápida e a economia de aço pode ser significativa se essa padronização for bem aproveitada no corte e dobra.

Outro processo construtivo que pode ser otimizado pela padronização é o da estrutura de concreto armado, através de peças de concreto armado pré-fabricadas. De fato, a estrutura de concreto armado moldada *in loco* pode trazer uma redução de custo a obra se comparada a pré-fabricada, desde que se consiga obter um bom rendimento da mão de obra e do próprio ciclo de produção de lajes.

Em contrapartida, o processo de moldagem da estrutura na própria obra consiste em diversas etapas que podem ser resumidas em: preparo da forma, armação, lançamento e cura do concreto. Essas etapas demandam um tempo precioso que pode ser ganho através da fabricação de pilares, vigas e lajes em uma fábrica e o serviço se resumiria a montagem das peças na obra. O ganho em produtividade e controle de qualidade final é otimizado pela padronização das peças, onde todo o processo já é conhecido e o controle do próprio é facilitado.

A figura 17 ilustra uma estrutura de concreto pré-moldado:



**Figura 17– Estrutura de concreto pré-moldado (MODULAR,2014)**

Em diversas outras etapas da obra é possível obter ganhos de produtividade e qualidade através da padronização, como no caso da alvenaria de vedação modulada em projeto, ( desde que haja uma boa compatibilização entre projetos de estrutura, alvenaria, instalações e arquitetura). O fundamental é entender o processo como um todo e padronizar de forma eficiente a etapa que pode ser aperfeiçoada, desde que não comprometa a qualidade final do produto.

## **5.5 Casos de padronização e resultados alcançados**

A empresa chinesa Broad Sustainable Building construiu em 2012, na província de Hunan o T30, um hotel cinco-estrelas com trinta andares e 358 quartos – erguido em apenas quinze dias.

O segredo da velocidade na construção é que os prédios são feitos com blocos pré-moldados, encaixados numa estrutura de aço. Os 333 blocos do T30, com 60 metros quadrados cada um, foram montados num galpão ao longo de quatro meses. Neles foram encaixados os sistemas hidráulico, elétrico e de refrigeração de cada um dos andares do prédio, além do piso.

Os módulos foram transportados por caminhões até o canteiro de obras, erguidos por um enorme guindaste e encaixados nas estruturas metálicas como se fossem peças de um brinquedo Lego. A montagem da estrutura de aço e o encaixe dos módulos dos andares ocorreram de maneira ininterrupta por 360 horas, com três turnos de operários (VEJA,2012).

Na figura 18 é possível acompanhar o desenvolvimento da estrutura ao longo dos oito primeiros dias:



**Figura 18– Estrutura do T30 – crescimento muito rápido (VEJA, 2012)**

O processo todo é padronizado, alcançando um nível inimaginável de produtividade e qualidade. A fase de planejamento e produção da estrutura acaba superando a fase de execução, mostrando como a etapa de concepção do projeto e suas especificações se torna fundamental quando falamos em padronização.

A empresa CIVIL concluiu a construção da fachada do empreendimento Civil Towers, de 15 pavimentos, em apenas 45 dias, o que em uma fachada tradicional, com revestimento, poderia levar até 6 meses.

A tecnologia de módulos unitizados para execução de fachadas aumenta a produtividade e racionalização em obras de edifícios comerciais e corporativos. O sistema é composto por painéis modulares estruturados com perfis de alumínio e fechados com vidro. Esse tipo de fachada também apresenta vantagens em comparação a outros modelos tradicionais, não solta pastilha, não apresenta fissuras e não tem necessidade de repintura.

De acordo com o sócio diretor da CIVIL, Rafael Valente, apesar da técnica ainda ser mais cara, a montagem da fachada é feita em módulos, na própria obra, o que “agiliza o processo, aumentando a velocidade da construção, além de gerar desperdício próximo a zero (utilizando apenas bisnaga de silicone e vidro) e diminuir a variabilidade do produto”, sintetiza.

Outro benefício da fachada unitizada é a segurança. Como a aplicação da fachada é feita de dentro para fora, por módulos que chegam prontos para instalação e montagem, elimina qualquer estrutura auxiliar que seria empregada para instalação pelo lado externo, como andaime ou equipamentos afins.

Outro ponto positivo é que eventuais vazamentos no sistema unitizado ficam restritos apenas ao módulo afetado, sem transmissão para outros pavimentos, podendo ser corrigido individualmente (REVISTAM2,2013).

A figura 19 exibe a fachada do Civil Towers:



**Figura 19- Fachada do Civil Towers – conclusão em 45 dias (CIVIL,2014)**

## **6 PROCESSOS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS**

### **6.1 Conceituação na construção civil**

A Construção Industrializada se caracteriza pela velocidade de execução aliada à qualidade do produto final. O nome “Construção Industrializada” vem da pré-fabricação, em indústrias especializadas de alta tecnologia ou no próprio canteiro, de componentes da obra dividida em módulos. As etapas, que são executadas em outro local, são transferidas para o canteiro de obras, podendo ser executadas com maior rigor e com mão-de-obra especializada e treinada. Desse modo, o produto final, em geral, adquire uma qualidade superior ao método tradicional.

Além disso, quando se trata de construção industrializada, associa-se a ela a coordenação modular. Nesse sentido, todos os itens da obra devem “conversar entre si” permitindo que se possa montar a obra com menores perdas ou necessidade de quebras de materiais ou componentes. Todas as medidas da obra, no caso da industrialização, são múltiplas desse módulo (BAPTISTA; FERREIRA,2005).

Na construção civil, a industrialização surgiu com a necessidade de construir edifícios mais rapidamente e sem grande capital inicial, como no caso dos países destruídos na Primeira Guerra Mundial. Os processos utilizados na construção civil a fim de sanar essas necessidades são chamados de processos construtivos industrializados.

Para BAPTISTA e FERREIRA (2005), esses Processos são, atualmente, amplamente difundidos e utilizados na Construção Civil e o seu principal objetivo é obter maior eficiência e menores custos de produção. O grau de industrialização de um processo pode ser medido pelo seu nível organizacional e isso é avaliado através de um indicador que faz a relação entre consumo de mão-de-obra por unidade de área construída. Então, surge o conceito de Construção Industrializada que é a construção com emprego de processos industrializados.

## 6.2 Principais processos industrializados

### 6.2.1 Light Steel Framing

O “Light Steel Framing” é um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação. É um sistema construtivo aberto – que permite a utilização de diversos materiais, flexível – pois não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizado – otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas, customizável – permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável (JARDIM; CAMPOS, 2004).

A figura 20 ilustra uma casa feita em light steel framing:



Figura 20– Casa estruturada em Light Steel Framing (CAMPOS, 2014)

## 6.2.2 Concreto-PVC

O sistema concreto-pvc conta com a utilização de perfis modulares de PVC encaixados entre si, preenchidos com concreto leve e reforçados com barras de aço. O concreto utilizado deve ser auto-adensável e extremamente fluído e coesivo, pois não é possível a utilização de vibradores no interior das peças. Os painéis servem de fôrma para o concreto e também como acabamento interno e externo, porém há a possibilidade de receber diversos tipos de revestimentos (GONÇALVES,2010).

Suas vantagens começam pela montagem, a redução de custo com mão de obra é de aproximadamente 70% em relação ao sistema convencional, pois não é necessária a utilização de equipamentos pesados, como guindastes, e nem de ferramentas especiais. As formas que compõem o sistema são muito leves (de 8 Kg a 14 Kg/m<sup>2</sup>), facilitando o processo de montagem, mesmo em locais de difícil acesso, como terrenos com topografia acidentada por exemplo. Outra vantagem da tecnologia é uma construção limpa, sem entulho e sem desperdício (redução de aproximadamente 90% em relação às obras convencionais), além do PVC ser reciclável (GRANDESCONSTRUÇÕES,2012). A figura 21 ilustra a construção de uma casa feita com o sistema concreto-pvc:



Figura 21– Construção com o sistema concreto-pvc (CIMENTO ITAMBÉ,2011)



### 6.2.3 Estrutura de concreto pré-fabricado

O concreto pré-fabricado pode ser utilizado para diversos tipos de construções, inclusive a de edifícios. O sistema de pré-fabricados é constituído por peças que conformarão basicamente as lajes, vigas e pilares de um edifício. As peças são fabricadas de forma antecipada a construção, de acordo com o projeto e são montadas de acordo com o cronograma da obra.

Por serem executados de forma industrial contam um com uma alta precisão de medidas e um grande rigor de execução. Devido a essa precisão podem ser listadas inúmeras vantagens na aplicação do sistema, a citar: execução em obra de forma mais precisa e rápida, montagem mais seca, redução de mão de obra para execução de trabalhos artesanais, maior garantia sobre as propriedades do concreto, menos desperdício com formas, menor quantidade de resíduos gerados, o que gera uma obra mais sustentável do ponto de vista de execução (NETO,2013).

As estruturas de concreto pré-fabricado são mais produtivas e economicamente viáveis em relação as estruturas moldadas *in loco*, desde que haja uma arquitetura simples, que possibilite em grande escala o uso de dimensões padrões.

A figura 22 ilustra a construção de um edifício de concreto pré-fabricado.



Figura 22 – Construção de um edifício em concreto pré-fabricado (VTN,2014).

## 6.2.4 Drywall

Drywall é um sistema construtivo para vedação de edificações que combina estruturas de aço galvanizado entre duas chapas de gesso de alta resistência. O material é todo industrializado, sendo transportado para a obra e montado conforme cronograma. As instalações ficam escondidas entre as placas de gesso e não existe quebra de material e consequentemente não há desperdício como na alvenaria convencional. O desempenho termo acústico é garantida pela aplicação de lã de vidro. A superfície é lisa e já está pronta para o acabamento, sem necessidade de revestimentos como reboco e emboço.

O Drywall necessita de mão-de-obra especializada e uma logística de transporte de materiais adequada para garantir o aumento de produtividade e qualidade na execução das vedações. Outra restrição em relação a alvenaria convencional é a sua resistência mecânica reduzida e sensibilidade a umidade, além da barreira cultural que existe no Brasil quanto a novas tecnologias construtivas (BRAGA *et al.*,2008).

A figura 23 mostra a instalação de uma parede em drywall, exibindo a estrutura de aço galvanizado:



**Figura 23– Vedação em Drywall (PLANEJADOS EM DRYWALL,2012)**

## 6.2.5 Estruturas de aço

As estruturas de aço são formadas a partir da ligação de peças estruturais pré-fabricadas que possuem diversas formas: chapas, barras, perfis laminados, cabos, fios trefilados e outras. As ligações podem ser permanentes, utilizando rebite (em desuso) ou solda elétrica, ou podem ser desmontáveis, com o uso de parafusos e/ou pinos.

Por utilizar peças pré-fabricadas, o processo construtivo de estruturas de aço possui diversas vantagens como: controle de qualidade preciso, execução rápida e limpa (sem desperdício de material) através de montagem e mão-de-obra especializada traduzindo em maior confiança, além de abrir possibilidades a arquitetura por possibilitar grandes espaços abertos devido ao seu desempenho estrutural.

Algumas desvantagens do aço são: custo unitário mais alto que outros materiais (dependendo do projeto, o tempo de execução reduzido pode compensar seu custo), há a necessidade de uma proteção especial contra a corrosão e incêndios e seu peso excessivo torna obrigatório o uso de máquinas de transporte de grande porte(mais caras)(SILVA,2010). A figura 24 exibe a construção de um edifício em estrutura metálica:



**Figura 24– Edifício estruturado em aço (METÁLICA,2014)**

### **6.3 Ganhos de produtividade e qualidade através da industrialização**

Através da análise dos principais processos construtivos industrializados utilizados atualmente na construção civil, e com uma breve comparação com processos convencionais, é possível entender de forma prática como a industrialização pode alcançar ganhos significativos de produtividade e qualidade nas obras. Quando os componentes de um sistema construtivo são fabricados de forma antecipada e tanto a logística do canteiro quanto a gestão da mão-de-obra são bem acompanhados o tempo de execução de qualquer serviço certamente será reduzido.

O que a industrialização vem a fazer é melhorar as etapas problemáticas dos processos construtivos existentes, aperfeiçoando ou criando novos métodos que possam gerar uma maior produtividade e qualidade. A industrialização dos processos permite substituir técnicas que dependem de forma excessiva do esforço humano por soluções mecanizadas que irão exigir o mínimo de esforço da mão-de-obra para a execução do serviço, tornando este mais produtivo.

Pegando como exemplo uma estrutura de concreto armado pré-fabricado, é possível enxergar esse aperfeiçoamento: com uma logística de armazenamento e transporte bem estruturada, o único obstáculo do processo acaba sendo a própria montagem da estrutura que se torna um serviço simples para uma mão-de-obra bem treinada. Já no caso do concreto moldado na obra, essa montagem simples dá lugar a uma complicada sequência de montagens de forma, armação e o próprio lançamento do concreto, sujeitas a diversos erros e contratempos que irão interferir no tempo de execução e na qualidade final da estrutura. A fabricação das peças ainda na fábrica possibilita um controle maior de qualidade das peças, com dimensões precisas, armação correta e cura adequada do concreto, além do fato de já estarem prontas no dia previsto pelo cronograma, o que nem sempre acontece com estruturas moldadas na obra.

Outro destaque é o desperdício de material, que é reduzido com processos industrializados. Processos construtivos convencionais pecam pela falta de um padrão de consumo da matéria-prima utilizada, gerando grande acúmulo de resíduos nas obras. No

exemplo da alvenaria de vedação tradicional, além da questão da quebra de blocos para o devido ajuste de dimensões (muitas vezes por falta de projeto), existe a aplicação excessiva de argamassa - sem falar na possibilidade de um preparo incorreto da argamassa na obra, causando perdas de desempenho da alvenaria - que está condicionada à qualificação da mão-de-obra. Já no caso do Drywall, esse desperdício não acontece pois todos os componentes do sistema já foram produzidos de acordo com o projeto e não dão margem a improvisos.

No cenário brasileiro atual, existe uma margem muito grande de melhorias que podem ser empregadas aos processos construtivos utilizados nas obras. A industrialização dos processos, como foi visto, influencia positivamente nas diversas etapas dos sistemas construtivos e possibilita um ganho significativo de produtividade e qualidade para os processos.

## **7 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**

### **7.1 Conceituação geral**

Segundo JÚNIOR (2011), os indicadores têm as seguintes definições:

- a) Um recurso metodológico, empiricamente referido, que informa algo sobre um aspecto da realidade social ou sobre mudanças que estão se processando na mesma.
- b) “Marca” ou sinalizador, que busca expressar algum aspecto da realidade sob uma forma que possamos observá-lo ou mensurá-lo.
- c) São Parâmetros qualificados e/ou quantificados que servem para detalhar em que medida os objetivos de um projeto foram ou serão alcançados, dentro de um prazo limitado de tempo e numa localidade específica.
- d) Indicam mais não são a própria realidade – baseiam-se em uma variável, ou seja, algum aspecto que varia de estado ou situação, fenômeno que interessa. A realidade e sua totalidade são impossíveis conhecer.
- e) São resultantes de múltiplas relações - a escolha do que observar, dos instrumentos que tornam isto possível, a interpretação e o uso das informações estão determinados pela visão da organização e pelas suas relações.
- f) Só fazem sentido nas práticas de diálogo e avaliação da prática: processos de acompanhamento, monitoramento e avaliação de práticas e iniciativas.

### **7.1.1 Conceito de indicador de produtividade**

Medem a proporção de recursos consumidos com relação as saídas dos processos. Os indicadores de produtividade são ligados à eficiência, estão dentro dos processos e tratam da utilização dos recursos para a geração de produtos e serviços. Os indicadores de produtividade são muito importantes, uma vez que permitem uma avaliação precisa do esforço empregado para gerar os produtos e serviços. Além disso, devem andar lado a lado com os de qualidade, formando, assim, o equilíbrio necessário ao desempenho global da organização (JÚNIOR,2011).

### **7.1.2 Conceito de indicador de qualidade**

Focam as medidas de satisfação dos clientes e as características do produto/serviço. Os indicadores da qualidade, ou indicadores da satisfação dos clientes, medem como o produto ou serviço é percebido pelo cliente e a capacidade do processo em atender os requisitos dos clientes. A comparação do resultado obtido na medição de um indicador da qualidade contra o índice padrão de aceitação definido para um determinado processo é chamado de eficácia (JÚNIOR,2011).

## **7.2 Evolução do uso de indicadores**

Muitas empresas, inclusive da construção civil, não possuem sistemas de medição de desempenho ou, quando possuem, existem graves deficiências. Essa situação é decorrente de alguns fatores, destacando-se a dificuldade das empresas em determinar o que medir e como medir. Outro problema observado é que as medidas de desempenho utilizadas em muitas organizações são raramente integradas ou alinhadas com o processo de negócio. Em muitos sistemas, os indicadores não são selecionados de acordo com os objetivos estratégicos e

fatores críticos da empresa, o que dificulta sua inserção nos processos gerenciais da organização (COSTA,2005).

### **7.2.1 Projeto SISIND – Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade na Construção Civil**

Buscando disseminar princípios e práticas de medição de desempenho associados aos novos conceitos de gestão para as empresas de construção, em 1993 o NORIE/UFRGS iniciou um projeto de pesquisa para o desenvolvimento de um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil, denominado SISIND (COSTA,2005).

Nos últimos anos, tem sido dada continuidade a esta pesquisa, incluindo a definição de novos indicadores e a sua incorporação nos processos gerenciais das empresas construtoras, especificamente no processo de planejamento e controle da produção e no processo de desenvolvimento do produto. Um dos resultados desse projeto foi a publicação de um Manual de Utilização de Sistema Indicadores que apresenta um conjunto de 28 indicadores de qualidade e produtividade para o setor da Construção (OLIVEIRA et al.,1995).

Desde o início dos trabalhos, mais de 80 empresas aderiram ao Sistema de Indicadores em todo país. Foram elaborados cinco relatórios contendo dados de mais de 200 empreendimentos e ministrados 10 cursos de treinamento no país com a participação de cerca de 180 gerentes de empresas construtoras. Entretanto, a experiência com o SISIND demonstra que apenas um pequeno número destas empresas deu continuidade à implantação dos indicadores de desempenho, incorporando-os ao processo de decisão. De todas as empresas que aderiram ao projeto, apenas 20% delas alguma coleta de dados e os enviaram ao NORIE/UFRGS para processamento (COSTA,2005). A tabela 2 exhibe os indicadores integrantes do SISIND:



Tabela 2– Indicadores do SISIND (COSTA,2005)

<b>PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO</b>
Índice de circulação
Índice de compacidade
Índice de circulação das garagens
Densidade de paredes
Percentual de planos completos no desenvolvimento de produtos
Índice de tubulações hidráulicos
Índice de eletrodutos
Índice de aço
Índice de concreto
Índice de fôrmas.
Índice de carga
Índice de alterações de projetos
Taxa interna de retorno
Índice de reclamações do cliente
Eficiência na venda de unidades autônomas
Nível de satisfação do cliente
<b>PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</b>
Projeção de atraso da obra
Índice de desvio de ritmo
Percentual de atividades iniciadas no prazo
Percentual de solicitações irregulares de materiais
Índice de erros na entrega dos materiais
Percentual da Programação Concluída
<b>PROCESSO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO</b>
Percentual de atividades que não agregam valor ao produto
Perdas de materiais (aço, concreto, blocos e tijolos)
Espessura média de revestimentos
Produtividade por serviço
Produtividade global da obra
Índice de retrabalho
Tempos produtivos, improdutivos e auxiliares
Boas práticas em logística e layout de canteiros
Taxa de gravidade de acidentes
Taxa de frequência de acidentes.
Índice de rotatividade
Índice de absenteísmo
Índice de treinamento

### 7.2.2 Projeto Sisind-Net – Sistema de Indicadores Para Benchmarking na Construção Civil

A partir de setembro de 2003, o NORIE/UFRGS iniciou um novo projeto denominado SISIND-NET. O objetivo geral do SISIND-NET é o desenvolvimento e a implantação de um Sistema de Indicadores de Desempenho pra Benchmarking para Indústria

da Construção, através de utilização de instrumentos da Tecnologia da Informação, principalmente aqueles vinculados ao uso da Internet.

Esse novo projeto foi inspirado em experiências internacionais de implementação de sistemas de indicadores para benchmarking para empresas de construção. Essas iniciativas, em geral, fornecem guias para medição de desempenho e valores de referência que podem ser usados individualmente pelas empresas para estabelecimento de seus objetivos e metas, bem como buscam identificar e compartilhar melhores práticas na indústria da construção. A tabela 3 exibe os indicadores do SISIND-NET separados por categorias:

**Tabela 3– Indicadores do SISIND-NET (COSTA,2005).**

INDICADOR		FÓRMULA DE CÁLCULO	
PRODUÇÃO	Desvio de Custo da Obra	$(\text{Custo real} - \text{custo orçado} / \text{custo orçado}) \times 100$	
	Desvio de Prazo da Obra	$(\text{Prazo real} - \text{prazo previsto} / \text{prazo previsto}) \times 100$	
	Percentual de Planos Concluídos	$(\text{Número de pacotes de trabalho } 100\% \text{ concluídos} / \text{Número de pacotes de trabalho planejados}) \times 100$	
	Índice de Boas Práticas de Canteiros de Obras	$(\text{Somatório dos pontos obtidos} / \text{Total de itens avaliados}) \times 10$	
	Taxa de Frequência de Acidentes	$(\text{Número de acidentes ocorridos no mês com afastamento de um dia} / \text{número de horas trabalhadas por todos os funcionários da empresa no mês}) \times 100$	
CLIENTE	Índice de Satisfação do Cliente Usuário	Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de 0 a 10 / Total do conjunto de itens	
	Índice de Satisfação do Cliente Contratante	Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de 0 a 10 / Total do conjunto de itens	
VENDAS	Velocidade de Vendas	$(\text{Número de unidades vendidas} / \text{Número de unidades a venda}) \times 100$	
	Índice de Contratação	$(\text{N}^{\circ} \text{obras ganhas} / \text{Número de propostas}) \times 100$	$(\text{Valor dos contratos} / \text{Valor total orçado}) \times 100$
FORNECEDORES	Avaliação de Fornecedores de Serviços	Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de 0 a 10 / Total do conjunto de itens	
	Avaliação de Fornecedores de Materiais	Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de 0 a 10 / Total do conjunto de itens	
	Avaliação de Fornecedores de Projetos	Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de 0 a 10 / Total do conjunto de itens	
QUALIDADE	Número de não conformidades em Auditorias	$N_{NCAI}$ = Número de não conformidades encontradas em auditorias internas $N_{NCAE}$ = Número de não conformidades encontradas em auditorias externas	
	Índice de não conformidade na Entrega do Imóvel	$(\text{Número de não conformidade} / \text{Número de verificações}) \times 100$	
PESSOAS	Índice de Satisfação do Cliente Interno nas Obras	Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de 0 a 10 / Total do conjunto de itens	
	Índice de Satisfação do Cliente Interno na Sede	Somatório de notas de um conjunto de itens com notas de 0 a 10 / Total do conjunto de itens	
	Índice de Treinamento	$(\text{Número total de horas de treinamento} / \text{Efetivo médio})$	
	Percentual de Funcionários Treinados	$(\text{Número de funcionários treinados} / \text{Efetivo médio}) \times 100$	

### **7.3 Situação atual no Brasil e resultados obtidos com indicadores**

Apesar dos diversos esforços para a criação de um sistema de indicadores de desempenho padrão que possa contribuir para a melhoria do gerenciamento das obras no Brasil, observa-se que o uso dos indicadores ainda não constituiu uma prática sistemática para muitas empresas do setor da Construção. A ausência de medidas adequadas tem sido apontada como uma das dificuldades para avaliação do seu desempenho e para elevar o nível de competitividade do setor.

Em geral, as empresas de construção também têm dificuldade em estabelecer e explicitar a sua estratégia competitiva e os seus objetivos estratégicos em cada um dos segmentos de atuação. Essas empresas caracterizam-se pela concentração das decisões operacionais e estratégicas na figura do executivo-chefe, apresentam uma visão imediatista, na qual o curto prazo é valorizado em detrimento ao longo prazo e, como consequência, os gerentes, em geral, não conseguem pensar em um horizonte de tempo muito amplo. (COSTA,2005).

Um estudo recente feito pela empresa de consultoria Ernst & Young em parceria com a USP, apontou diversos obstáculos e possíveis soluções para alavancar a produtividade das obras no Brasil. Entre outros métodos de pesquisa, foram realizadas entrevistas pessoais em oito empresas e um questionário on-line foi respondido por 74 executivos que trabalham no setor no Brasil. Metade dos executivos atua em empresas de grande porte, com mais de 500 funcionários. Em relação ao uso e acompanhamento de indicadores de produtividade, uma parcela importante dos profissionais (41%) indicou não utilizar indicadores de forma consistente. Os principais indicadores utilizados são de produção em m<sup>2</sup> por dia (21%) e de produção em m<sup>2</sup> por recurso de mão de obra empregado (20%).

Nas entrevistas pessoais foi identificado que a baixa utilização de indicadores é atribuída à dificuldade de coleta de dados e de comparação entre empreendimentos, que podem ter características muito específicas, diferentes para cada obra. Além disso, a qualificação da mão de obra e os métodos empregados variam conforme as empresas subcontratadas em cada obra (EY,2014).

A figura 25 mostra o gráfico com os principais indicadores de produtividade utilizados pelas empresas, segundo o estudo:

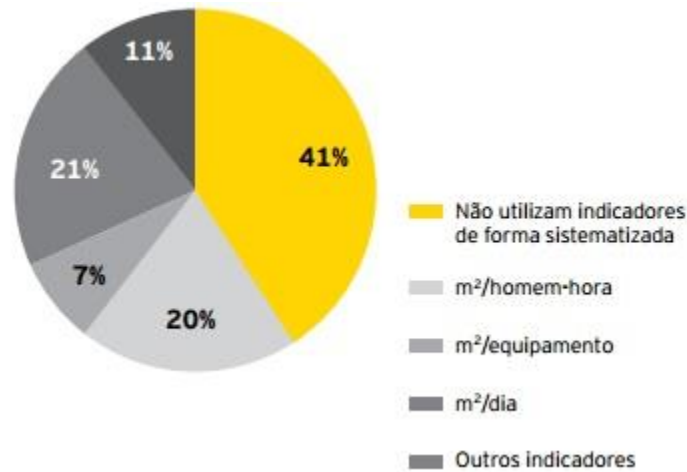


Figura 25– Indicadores de produtividade mais utilizados (EY,2014).

Em relação aos indicadores de qualidade, MAFRA (2013) afirma que é necessário estabelecer os objetivos da qualidade. Segundo o Regimento Geral do SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil), a direção da empresa construtora deve definir os objetivos da qualidade mensuráveis que atendam aos requisitos estabelecidos pela empresa e pela própria norma. Além disso, o SiAC determina alguns indicadores da qualidade obrigatórios para serem monitorados pelas empresas, com o intuito de demonstrar a sustentabilidade dos canteiros de obras no que diz respeito à geração de resíduos, consumo de água e energia. Outros exemplos de indicadores de qualidade utilizados pelas construtoras são:

- a) Índice de Lucro (Lucro Previsto X Lucro Obtido)
- b) Índice de Satisfação do Cliente
- c) Índice de Conformidade dos Serviços (Serviços Realizados X Serviços Conformes)
- d) Índice de Desempenho de Fornecedores de Materiais
- e) Ações Corretivas Implementadas (Ações Planejadas X Ações Implementadas)
- f) Eficácia de Treinamentos

O cenário atual evidencia uma tendência de não-padronização, a maioria das construtoras acaba utilizando (de forma pouco consistente) seus próprios indicadores, tendo como base suas próprias obras anteriores. A maioria dos indicadores disponíveis acabam não sendo utilizados durante a execução da obra, por desconhecimento de métodos de gerenciamento da obra baseados nos indicadores. Um outro dado obtido pelo estudo feito pela Ernst & Young em parceria com a USP apontou como segunda maior lacuna para o aumento da produtividade justamente a falta de métodos de gestão apropriados, com base em um banco de dados de indicadores.

Diante dessas informações, é possível afirmar que o Brasil ainda está em um estágio inicial de desenvolvimento quando o assunto é uso de indicadores de desempenho para gerenciamento, visando ganhos de produtividade e qualidade para as obras.

## **8 CONCLUSÕES**

### **8.1 Considerações finais extraídas do trabalho**

O crescimento da economia brasileira, os programas de habitação criados pelo governo, bem como a maior facilidade de financiamento com redução de juros nos últimos anos impulsionaram o setor da construção civil. O Brasil ainda tem um déficit habitacional enorme e a indústria da construção precisa encontrar mecanismos para continuar crescendo, ao passo que a competitividade vem aumentando e a mão-de-obra qualificada vai ficando escassa.

A busca de uma maior produtividade e qualidade dos processos produtivos atuais se mostra uma ferramenta importante para alcançar este crescimento, com uma margem de melhorias bem abrangente, uma vez que grande parte destes processos ainda são considerados altamente artesanais e improdutivo, cheios de improvisos e apresentam altos índices de desperdício.

O aumento de produtividade e qualidade passa pelos principais elementos do processo produtivo, a saber: materiais, mão de obra e equipamentos. Materiais mais eficientes e que possibilitam um menor desperdício dentro do processo de execução, o treinamento intensivo da mão-de-obra de todas as etapas do processo e equipamentos mais produtivos, que consigam mecanizar as etapas dos processos são soluções viáveis para obter ganhos de produtividade e qualidade nos processos existentes.

O investimento em novas tecnologias também se mostra eficiente na busca por resultados, conferindo maior produtividade e qualidade nos processos existentes e criando novos processos construtivos mais eficientes, através de soluções criativas que possam melhorar algum detalhe dentro do processo ou possibilitar a criação de novas técnicas executivas, como novos materiais e equipamentos.

Outra alternativa para alavancar a produtividade e a qualidade das obras está na padronização de materiais e processos executivos. A padronização acaba sendo viável a partir da tendência de industrialização do setor da construção, criando uma espécie de linha de montagem nas obras, semelhante ao que acontece em fábricas de outros setores. Com um planejamento eficiente, concepção de projeto adaptada, uma adaptação nos canteiros de obras e investimento em industrialização é possível ganhar produtividade e qualidade nos processos, racionalizando as etapas de construção e os materiais envolvidos.

A padronização (através da industrialização) não só pode substituir diversas falhas nos processos construtivos, tornando-os mais eficientes, mas também possibilita uma mão-de-obra mais produtiva, que consegue aprender o processo através da repetição, conferindo também maior qualidade ao produto final. Assim, diversos processos construtivos antigos tem sido adaptados e novos processos vem surgindo ao longo dos anos para se encaixar no perfil industrialista que o setor da construção vem adotando.

Existe ainda uma outra alternativa para obter ganhos de produtividade e qualidade nas obras, que se encontra na criação de métodos de gerenciamento das obras com base em indicadores de qualidade e produtividade. A criação de sistemas de indicadores de desempenho (incluindo qualidade e produtividade) ainda está em um estado considerado inicial e não é implantado em grande parte do processo organizacional das empresas construtoras. As empresas possuem bancos de dados próprios e não utilizando de forma sistemática seus indicadores para gerenciar as obras de forma mais eficiente.

As informações obtidas através deste estudo deixaram claro que a indústria da construção civil no Brasil, em termos de execução e gerenciamento de obras, é considerada atrasada. Foram apontados diversos caminhos e existe uma margem muito grande para implantação de soluções que possibilitem ganhos significativos de produtividade e qualidade nas obras e a consequente continuidade do crescimento da indústria.

## **8.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Como foi apontado, existe um leque de possíveis soluções para se obter ganhos de produtividade e qualidade nas obras. Um dos caminhos mais interessantes e que ainda pode ter um grande avanço com o aumento de pesquisas e estudos é a elaboração de sistemas de gerenciamento de obras através de indicadores de desempenho. Outro fator que pode ter um maior enfoque é o estudo de adaptação dos canteiros de obra para a inserção definitiva da padronização nos processos construtivos.



## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEMAND, R.N., **Apostila Sobre Qualidade e Produtividade**, 2012. Disponível em <http://www.bmaiscompet.com.br/arquivos/ApostilaQualidadeProdutividade.pdf>  
Acesso em 22 de jul.2014.

AMARAL, T.G., JÚNIOR, I.F., 2008, "Inovação Tecnológica e Modernização na Indústria da Construção Civil". In: **A integração de Cadeias Produtivas Com a Abordagem da Manufatura Sustentável**, pp. 1-13, Rio de Janeiro, Out2008.

AMORIM, S.R.L., 1995, **Tecnologia, Organização e Produtividade na Construção**. Tese de Doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ

BACOVIS, M., **Apostila de Gestão da Qualidade**, 2010. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABRIsAK/apostila-gestao-qualidade>  
Acesso em 22 de jul.2014.

BAPTISTA, S. M., FERREIRA, A.M., **Industrialização na Construção: Manual de Racionalização e Industrialização da Construção**, 2005. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/58162057/Racionalizacao-e-industrializacao-na-construcao-civil>  
Acesso em 28 de jul.2014.

BARBIERI, J.C., 1990, **Produção e Transferência de Tecnologia**. 1 ed. São Paulo: Ática S.A.

BRAGA, A.G., TAVARES, J.P.G., GUEDES, L.C.N., *et al.*, **Aplicação de Gesso Acartonado na Construção**, 2008. Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/dalmo/POSGRADUA%20C7AO%20CONSTRU%20C7AO%20CIVIL%20PUBLICA/GESSO%20ACARTONADO.pdf>  
Acesso em 28 de jul.2014.

BRASFOND, **Vibrocompactação – Metodologia Executiva**, 2014. Disponível em <http://www.brasfond.com.br/fundacoes/msolo.html> Acesso em 24 de jul.2014.

BRASKEM, **Braskem e BubbleDeck Trazem à Construção Civil Tecnologia que Utiliza Esferas de Plástico em Lajes**, 2013. Disponível em:

<http://www.braskem.com.br/site.aspx/Detail-releases/Braskem-e-BubbleDeck-trazem-a-construcao-civil-tecnologia-que-utiliza-esferas-de-plastico-em-lajes>

Acesso em 24 de jul.2014.

BUBBLEDECK, **A Tecnologia BUBBLEDECK**, 2014. Disponível em

<http://www.bubbledeck.com.br/site/> Acesso em 24 e jul.2014.

CAMPOS, A. de. S., **O que é o Light Steel Framing**, 2014.

Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>

Acesso em 28 de jul.2014.

CAPUL, J.Y., GARNIER, O., 1996, **Dicionário de Economia e de Ciências Sociais**, Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

CARDOSO, F.F., VIVANCOS, A.G., SILVA, F.B., *et al.*, 1998, "Uma Primeira Avaliação do Programa QUALIHAB e de Seu Impacto nas Empresas de Construção de Edifícios". In: **Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Soluções para o Terceiro Milênio**, pp. 610-618, São Paulo, Nov1998

CBIC, **Déficit habitacional total, relativo, por componentes – Brasil**, 2014. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>

Acesso em 14 de jul.2014.

CIMENTO ITAMBÉ, **Tecnologia Concreto-PVC se Propaga no Brasil**, 2011.

Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/tecnologia-concreto-pvc-se-propaga-no-brasil/> Acesso em 28 de jul.2014.

CIVIL, **Civil Towers Conclui Fachada em 45 Dias**, 2014.

Disponível em: <http://www.civil.com.br/civil-towers-conclui-fachada-em-45-dias/>  
Acesso em 25 de jul.2014

CONSTRUCAOCIVILTIPS, **Processo da tábua corrida-Gabarito**,2011. Disponível em:

<http://construcaociviltips.blogspot.com.br/2011/07/processo-da-tabua-corrida-gabarito.html>  
Aceso em 14 de jul.2014.

CONSTRUÇÃOOMERCADO, **Uso de Lajes Steel Deck ainda é Restrito no Brasil; Confira as Orientações para Especificação e Execução do Sistema**, 2010.

Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/108/mercado-em-formacao-uso-de-lajes-steel-deck-ainda-283779-1.aspx>  
Acesso em 24 de jul.2014

COSTA, D.B., **Medição de Desempenho para Empresas de Construção Civil**, 2005.

Disponível em:  
<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/177/anexo/apostila1.pdf>  
Acesso em 29 de jul.2014.

CRAFT, **CRAFT Engenharia Apresenta Solução Inédita para de Solos Moles no Brasil**, 2008. Disponível em : [http://www.craftengenharia.com.br/2008\\_04.html](http://www.craftengenharia.com.br/2008_04.html)

Acesso em 24 de jul.2014.

DUARTE, T. M. P., SALGADO, M. S., 2002, “O projeto executivo de arquitetura como ferramenta para o controle da qualidade na obra”. In: **IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído**, pp. 65-73, Foz do Iguaçu, 2002.

**EY, Estudo Sobre Produtividade na Construção Civil: Desafios e Tendências no Brasil**, 2014. Disponível em:

[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY\\_Estudo\\_Produtividade\\_na\\_Construcao\\_Civil/\\$FILE/Estudo\\_Real\\_Estate.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf) Acesso em 29 de jul.2014

**FCC, Premiada Massa Dundun é destaque na Feicon**, 2013. Disponível em:

<http://www.fcc.com.br/noticias/noticiadetalhe.php?id=130> Acesso em 24 de jul.2014.

**FERREIRA, R.A.F., Apostila da disciplina Instalações Elétricas I para o curso de Engenharia Elétrica da UFJF**,2010. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/ramoieeee/files/2010/08/Apostila-Instala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-I.pdf> Acesso em 21 de jul.2014

**FGV, Resumo – Estudo de Produtividade na Construção Civil**, 2012. Disponível em:

<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produktividade-na-construcao-civil> Acesso em 22 de jul.2014.

**FILHA, D.C.M., COSTA, A.C.R., ROCHA, E.R.P.**, 2010, "Perspectivas e Desafios para Inovar na Construção Civil", **BNDES Setorial**, n. 31 (Mar), pp. 353-410. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/ConsultaExpressa/Setor/Construcao\\_Civil/201003\\_10.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/ConsultaExpressa/Setor/Construcao_Civil/201003_10.html)Acesso em 14 de jul.2014.

**FLORES, R.R.V.**, 2010, **Estudo Comparativo da Produtividade Entre a Mão de Obra Terceirizada e a Mão de Obra Fixa: Um Estudo de Caso numa Empresa na Indústria da Construção Civil**. Projeto de Graduação, UEFS, Feira de Santana, BA.

GEMNEXUS, **Reinforced Concrete Cast onto Steel Decking, Supported by Beams or Loadbearing Walls**, 2014. Disponível em: <http://www.nexus.globalquakemodel.org/gem-building-taxonomy/overview/glossary/composite-steel-deck-and-concrete-slab--fme3>

Acesso em 24 de jul.2014.

GONÇALVES, C.M., KRAUSE, G.A.P., LUCHESE, L.C.M., **Argamassa Polimérica – Massa DunDun**, 2013. Disponível em:

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAga74AK/argamassa-polimerica>

Acesso em 24 de jul.2014.

GONÇALVES, R.Z., 2010, **Sistema Construtivo de Habitações Populares Utilizando Perfis Modulares de PVC Preenchidos Com Concreto**. Projeto de Graduação, UDESC, Joinville, SC.

GRANDESCONSTRUÇÕES, **Concreto e PVC, Um Casamento Promissor**, 2012.

Disponível em:

[http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com\\_contenido&task=viewMateria&id=1047](http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com_contenido&task=viewMateria&id=1047)

Acesso em 28 de jul.2014.

HEINECK, L.F.M., ANDRADE, V.A., 1994, “A Racionalização da Execução de Alvenarias do Tipo Convencional Estrutural Através de Inovações Tecnológicas Simples”. In: **5th International Seminar On Structural Masonry For Developing Countries**, p. 584-593, Florianópolis.

HOPP, W., SPEARMAN, M., 1996, **Factory Physics: Foundation of Manufacturing Management**. 1 ed. Boston: McGraw-Hill.

JARDIM, G. T. de. C., CAMPOS, A. de. S., **Light Steel Framing: Uma Aposta do Setor Siderúrgico no Desenvolvimento Tecnológico da Construção Civil**, 2004.

Disponível em: <http://www.cbca-iabr.org.br/upfiles/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>

Acesso em 28 de jul.2014.

JÚNIOR, G.L. de. S., **Elaboração e Análise de Indicadores**, 2011. Disponível em:

[http://www.seplan.am.gov.br/arquivos/download/arqeditor/apostila\\_indicadores.pdf](http://www.seplan.am.gov.br/arquivos/download/arqeditor/apostila_indicadores.pdf)

Acesso em 29 de jul.2014.

LAVERDE, A., 2007, **Processo Produtivo de Esquadrias de Madeira de Eucalipto na Marcenaria Coletiva do Assentamento Rural Pirituba II-Itapeva-SP**. Dissertação de Mestrado, UFSC, São Carlos, SP.

LONGO, R.M.J., 1996, "Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação". In: **Gestão da Qualidade na Educação: Em Busca da Excelência**, pp. 7-15, Brasília, Nov1995

MACEDO, M., 1996, "Gestão da Produtividade nas Empresas", **Revista Organização Sistêmica**, v. 01, n. 01 (Jan), pp. 111-119.

MAFRA, N., **Os Indicadores da Qualidade do PBQP-H**, 2013.

Disponível em : <http://certificacaoiso.com.br/os-indicadores-da-qualidade-do-pbqp-h/>

Aceso em 29 de jul.2014.

MEEGEN, R.A.V., 2002, **Análise Crítica da Utilização da Padronização no Sistema de Melhoria dos Centros de Distribuição Domiciliária dos Correios**. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, RS.

METÁLICA, **Construções Metálicas: O Uso do Aço na Construção Civil**, 2014.

Disponível em: <http://www.metalica.com.br/construcoes-metalicas-o-uso-do-aco-na-construcao-civil> Acesso em 28 de jul.2014.

MIGOTT, A.F., BECK, E.O., JUNKES, M.R., *et al.*, **Instalações Hidráulicas**, 2014. Disponível em <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Hidraulica2/Historico/historico.html>  
Acesso em 21 de jul.2014.

MODULAR, **Estrutura em Concreto Pré-Moldado**, 2014. Disponível em:  
<http://www.modularengenharia.com.br/index.php?pg=obras&cod=24>  
Acesso em 25 de jul.2014.

NETO, E.M., 2013, **Concepção Arquitetônica Condicionada ao Sistema Construtivo em Pré-Fabricados de Concreto**, Projeto de Graduação, UFMG, Belo Horizonte, MG.

OLIVEIRA, D.F., 2013, **Levantamento de Causa de Patologias na Construção Civil**. Projeto de Graduação, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em:  
<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>  
Acesso em 21 de jul.2014.

OLIVEIRA, M., LANTELME, E.M.V., FORMOSO, C.T., 1995, **Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade na Construção Civil**. 1. ed. Porto Alegre: SEBRAE.

PAULUZZI, **Alvenaria de Vedação**, 2014. Disponível em:  
<http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php?PHPSESSID=ccd0dd0c90aa9901b2a2e49d3182897c>  
Acesso em 16 de jul.2014.

PLANEJADOS EM DRYWALL, **Móveis Planejados em Drywall**, 2012. Disponível em <http://planejadosemdrywall.blogspot.com.br/>  
Acesso em 28 de jul.2014.

QUALHARINI, E.L., **Notas de Aula da Disciplina Técnicas da Construção- UFRJ**, 2014. Disponível em: <http://www.moodle.poli.ufrj.br/mod/folder/view.php?id=2910>  
Acesso em 21 de jul.2014.

REVISTAM2, **Fachada Unitizada**, 2013.

Disponível em : <http://www.revistam2.com.br/fachada-unitizada>

Acesso em 25 de jul.2014.

RIBEIRO, M.V. de M.R., 2014, **Vantagens da Padronização Aplicada aos Processos Executivos de Obras de Edificações**. Projeto de Graduação, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009853.pdf>

Acesso em 25 de jul.2014.

ROSSO, T., 1996, **Pré-fabricação, a Coordenação Modular: Teoria e Prática**. São Paulo, Instituto de Engenharia.

SANTIAGO, A.K., 2008, **O Uso do Sistema Light Steel Framing Associado a Outros Sistemas Construtivos Como Fechamento Vertical Externo Não Estrutural**.

Dissertação de Mestrado, UFOP, Ouro Preto, MG.

SANTOS, J., **Apostila de Gestão da Qualidade na Construção Civil – Qualidade – Conceitos Gerais**, 2012. Disponível em:

<https://docs.google.com/a/poli.ufrj.br/viewer?a=v&pid=sites&srcid=cG9saS51ZnJqLmJyfiHNpdGUtcHJvZi1qb3JnZS1zYW50b3N8Z3g6NWZhZDBiYjNkYTFiNjdjZA>

Acesso em 22 de jul.2014.

SELECTABLOCOS, **Detalhes Construtivos – Cuidados Com as Aberturas**, 2014.

Disponível em:

[http://www.selectablocos.com.br/alvenaria\\_estrutural\\_detalhes\\_construtivos\\_12.html](http://www.selectablocos.com.br/alvenaria_estrutural_detalhes_construtivos_12.html)

Acesso em 16 de jul.2014.



SILVA, J.B.V., **Como Medir a Produtividade na Construção Civil**, 2013. Disponível em [http://www.ecivilnet.com/artigos/medir\\_produtividade\\_na\\_construcao\\_civil.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/medir_produtividade_na_construcao_civil.htm)

Acesso em 22 de jul.2014.

SILVA, M.C. de. B., **Estrutura de Aço**, 2010. Disponível em:

[http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/3095/material/Estruturas%20de%20Aco%20\(2010-2\).pdf](http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/3095/material/Estruturas%20de%20Aco%20(2010-2).pdf) Acesso em 28 de jul.2014.

SILVEIRA, D.R.D., AZEVEDO, E.S., SOUZA, D.M.O., *et al.*, 2002, "Qualidade na Construção Civil: Um Estudo de Caso em Uma Empresa da Construção Civil no Rio Grande do Norte". In: **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, pp. 1-8, Curitiba, Out2002

TASSEY, G., 2000, "Standardization in Technology-Based Markets", **Research Policy**, v. 29, n.4 (Abril), pp. 587-602.

THOMAZ, E., **Notas de Aula de Patologia dos Revestimentos**,2014. Disponível em: [http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/6\\_aula\\_revestimentos.pdf](http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/6_aula_revestimentos.pdf) Acesso em 21 de jul.2014.

TIJOLOSLOCIMENTO, **Hidráulica e Elétrica- Implicações da Construção Modular**,2013. Disponível em

[http://www.tijoloslocimento.com.br/2013\\_06\\_01\\_archive.html](http://www.tijoloslocimento.com.br/2013_06_01_archive.html)

Acesso em 16 de jul.2014.

UEPG, **Notas de aula de formas para concreto**,2014. Disponível em:

[www.uepg.br/denge/aulas/formas/Formas.doc](http://www.uepg.br/denge/aulas/formas/Formas.doc) Acesso em 15 de jul.2014.

VALLE, J.B.S., 2008, **Patologia das Alvenarias: Causa / Diagnóstico / Previsibilidade**. Projeto de Graduação, UFMG, Belo Horizonte, MG.

**VEJA, Espantoso Recorde Batido Pelos Chineses: Construíram um Prédio de 30 Andares em 15 dias**, 2012. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/vasto-mundo/espantoso-recorde-batido-pelos-chineses-construiram-um-predio-de-30-andares-em-15-dias/> Acesso em 25 de jul.2014.

**VTN, Edifícios Pré-Moldados em Concreto**, 2014. Disponível em: <http://www.vtn.com.br/pre-moldados-e-fundacoes/edificio-pre-moldado/edificio-pre-moldado.php> Acesso em 28 de jul.2014.

**ZULIAN, C.S., DONÁ.E.C, VARGAS, C.L., Notas de Aula da Disciplina Construção Civil-UEPG,2002.** Disponível em: <http://www.uepg.br/denge/aulas/revestimentos/Revestimentos.doc>  
Acesso em 21 de jul.2014.