

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

EUGENIO SIMÃO ALMEIDA

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA E MÉTODOS
RACIONAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO**

São Luís
2016

EUGENIO SIMÃO ALMEIDA

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA E MÉTODOS
RACIONAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da
Universidade Estadual do Maranhão para o grau de
bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador Prof. Esp. Clayton Carvalhedo Silva

São Luís
2016

Almeida, Eugenio Simão

Aplicação dos princípios da construção enxuta e métodos racionais na construção civil: estudo de caso / Eugenio Simão Almeida – São Luís, 2016.

87f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof. Esp. Clayton Carvalho Silva

1. Construção enxuta. 2. Planejamento de obras. 3.
Dispersão. I. Título.

CDU:69:005.642.1

EUGENIO SIMÃO ALMEIDA

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA E MÉTODOS
RACIONAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO**

Monografia de conclusão de curso apresentado
para a obtenção do título de bacharel em
engenharia civil, pela universidade estadual do
maranhão, centro de ciências tecnológicas,
campus de São Luís.

Orientador: Prof. Esp. Clayton Carvalheda Silva

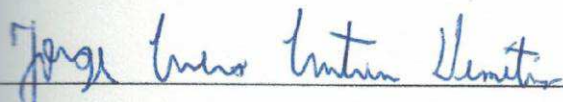
Aprovada em: 19 / 12 /2016

BANCA EXAMINADORA



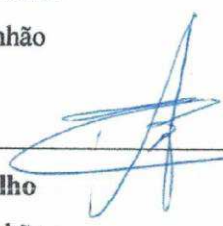
Prof. Esp. Clayton Carvalheda Silva

(Orientador)



Prof. Jorge Creso Cutrim Demétrio

Universidade Estadual do Maranhão



Prof.ª Adriana Oliveira Carvalho

Universidade Estadual do Maranhão

Além de olhar para o muro em que
você está, olhe para o chão, crie um
novo pensamento e pensamentos para
criar algo novo e muito melhor.
Nunca pare de aprender (NGN)

Abra os olhos para ver o muro em que
você estagnou e a partir daí, crie um
nova engenharia de pensamentos para
enxergar além desse muro, e assim,
terás novas perspectivas (NUPER)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por ter iluminado meu caminho e ajudado a concluir essa etapa tão importante em minha vida que é o curso de engenharia civil e este trabalho.

Aos meus pais Eugenio Augusto Guimarães Almeida e Solange de Maria Sekeff Simão Almeida que sempre me apoiaram e deram total apoio em todas decisões da minha vida com suporte e conselhos essenciais para meu desenvolvimento, o que foi essencial para que eu chegasse até aqui.

A minha irmã Samile Sekeff Simão Almeida por sempre estar ao meu lado me motivando e auxiliando em todos os momentos.

A minha tia Rosário Almeida e meu tio/padrinho Oswaldo Henrique que sempre me deram conselhos para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos do Pelotão, Bruno Henrique, Casé, Caique, Garoto, João Victor, Gustavo, Hugo, João Marinho, Lucas Borges, Lucas Gabriel, Pedro Henrique, Roberto, Rogério, Victor Hugo, Victor Langford, Willer, José Nilton, amizade construída na UEMA que agradeço por ter encontrado, vocês me mostraram a humildade, sabedoria e companheirismo. Obrigado pelos momentos inesquecíveis, vocês são irmãos para mim.

Ao meu amigo Ramon Cunha, engenheiro responsável pela obra estudada neste trabalho, que me ensinou e mostrou os primeiros passos da engenharia na pratica com a oportunidade de estagio desde a fase de terraplanagem ate a fase de acabamento do edifício Monte Carlo. Meu muito obrigado pelo crescimento profissional que me proporcionou.

A todos os professores e funcionários da UEMA, que me propiciaram crescer e aprender tanta coisa.

Ao professor Clayton Carvalheda, orientador deste projeto, por todo apoio e instrução.

A todas as pessoas, que de alguma forma, me deram apoio, torceram por mim e me falaram palavras amigas nos momentos que precisei.

RESUMO

A construção enxuta, planejamento de atividades e tipos de desperdícios na construção civil. Constata-se que a indústria da construção civil tem observado externamente o crescimento acelerado das demais esferas de produção enquanto se prende em um conservadorismo típico deste setor. O setor da construção civil é conhecido e marcado por ser um setor com elevadas taxas de desperdícios, altos índices de retrabalho e mão de obra desqualificada. Desde o surgimento de novas filosofias e métodos de trabalho como o Sistema Toyota e o LeanThinking no início da década de 90, vários setores de diferentes ramos industriais, vem buscando adaptação destes novos princípios em seus sistemas de produção. O trabalho tem por objetivo mostrar a aplicabilidade dos 11 princípios do LeanConstruction na execução de um edifício residencial de 14 pavimentos e também mostrar a eficiência de mecanismos e métodos racionais desenvolvidos e adotados que melhoraram o nível de produtividade em algumas atividades. Baseia-se esta filosofia, nos princípios do Sistema Toyota de produção que consiste na busca por melhorias constantes, com aplicação de técnicas que visam a redução de desperdícios no decorrer dos processos produtivos, padronização e aperfeiçoamento de atividades, assim como a redução de estoques e aumento de produtividade. Destaca-se a importância do gestor ou responsável técnico de ter conhecimento sobre os processos produtivos e atividades a serem executados dentro e fora do canteiro de obras, assim como a necessidade da padronização dos processos executivos, fiscalização e incentivos fornecidos a funcionários.

Palavras-chave: Construção.Enxuta. Planejamento. Obras. Desperdício.

ABSTRACT

The construction industry has externally observed the accelerated growth of the other production spheres while it is trapped in a conservatism typical of this sector. The civil construction sector is well known and marked by being a sector with high rates of waste, high rates of rework and disqualified manpower. Since the emergence of new philosophies and working methods such as the Toyota System and Lean Thinking in the early 1990s, several sectors from different industrial sectors have sought to adapt these new principles to their production systems. This paper aims to show the applicability of the 11 principles of Lean Construction in the execution of a 14-storey residential building and also to show the efficiency of rational mechanisms and methods developed and adopted that improved the level of productivity in some activities. This philosophy, based on the principles of the Toyota Production System, consists in the search for constant improvements, applying techniques that aim to reduce waste during production processes, standardization and improvement of activities, as well as reduction of inventories and increase of productivity. It is important to emphasize the importance of the manager or technical person in charge of having knowledge about the productive processes and activities to be performed inside and outside the construction site, as well as the need for the standardization of the executive processes, inspection and incentives provided to employees.

Keywords: Lean. Construction. Planning. Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração de produção com representação de entradas e saídas.....	16
Figura 2 - Produção em massa em fábrica automotiva	18
Figura 3 - Estruturação do Sistema Toyota de Produção.....	21
Figura 4 - Modelos de produção Tradicional X STP.....	22
Figura 5 - Type-G Toyoda Automatic Loom	23
Figura 6 - Layout Canteiro de obras Edifício Monte Carlo	30
Figura 7 - Perfis metálicos utilizados na fundação	30
Figura 8 - Mínima distancia entre betoneira e guincho de carga.....	31
Figura 9 - Vista lateral do Edifício Monte Carlo em fase de revestimento externo.	32
Figura 10 - Em A , fachada Edifício Monte Carlo, em B , controle das atividades de reboco e revestimento externo.....	32
Figura 11 - Marcação de nível.....	35
Figura 12 - Espalhamento de argamassa.....	36
Figura 13 - Compactação com soquete padronizado.	36
Figura 14 - Sarrafeamento de argamassa entre mestras.....	37
Figura 15 - FVS de Execução de Contrapiso.....	38
Figura 16 - Croqui do mecanismo desenvolvido para o pedido de argamassa	39
Figura 18 - Chapisco externo executado sem a necessidade de instalação de balancins.....	41
Figura 19 - Modelo padronizado de Proposta de Modificação utilizado pela construtora FREIRE MELLO.....	42
Figura 20: Serviço de Assentamento de alvenaria.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
	Considerações Iniciais	9
	Objetivo	10
	Objetivo geral	10
	Objetivos específicos	10
2	JUSTIFICATIVA	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO.	12
	Conceito de Construção Civil	12
	Desperdícios e perdas na Construção Civil	13
	Conceituação	13
	Classificação das perdas	13
	As perdas segundo seu controle	13
	As perdas segundo sua natureza	14
	Atual cenário.	15
	Sistemas de produção.	16
	Produção em massa.....	17
	Sistema Toyota de Produção.....	18
	Os conceitos do <i>lean thinking</i>.....	19
	Os princípios <i>do Lean Thinking</i>	20
	<i>Just in Time</i>	21
	Automação.....	22
	<i>Lean Construction</i>	24
4	ESTUDO DE CASO	28
	Características gerais da empresa.....	28
	Política de qualidade da empresa.	28
	Descrição da obra em estudo.	28
	Aplicabilidade dos 11 princípios da construção enxuta nos processos produtivos da obra estudada.....	29
5	CONCLUSÃO.....	46
	REFERÊNCIAS.	47
	ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

O PIB da Construção Civil registrou, em 2015, a maior queda dos últimos 12 anos. Diante do cenário nacional marcado por deterioração fiscal, incertezas políticas, baixo patamar de confiança, queda na produção, recessão econômica, desemprego elevado e crescente inflação, a Construção Civil, de acordo com os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), registrou queda de 7,6% em seu Produto Interno Bruto (PIB). (CBIC, 2016).

Estudos desenvolvidos na Escola Politécnica da USP concluíram que as perdas de materiais na construção civil chegam a 8% e as perdas financeiras, inclusive aquelas relativas a custos de retrabalhos, chegam a 30%. Essas altas taxas sobrecarregam ainda mais aquela empresa que se encontra na já desfavorável situação econômica anteriormente apontada.

A falta de planejamento e gerenciamento, ou a improvisação dos mesmos, gera desperdício de materiais, de mão de obra e baixa produtividade. Para que essas perdas sejam evitadas é necessário racionalizar a construção, substituindo práticas rotineiras e convencionais por processos sistemáticos. Práticas essas, que estão sendo amplamente adotadas para que as empresas consigam subsistir no atual mercado.

O termo produtividade abrange diferentes conceitos, podendo ser produtividade de mão de obra, insumos, processos produtivos, etc. Em geral, produtividade pode ser definida como o intervalo de tempo necessário para uma pessoa realizar determinada atividade. É essencial que todos os gestores de uma obra tenham conhecimento sobre produtividade de cada serviço, para assim fazerem um prévio planejamento e prevenir futuros problemas como o retrabalho, por exemplo.

Desta forma, a idéia de racionalização vem ganhando força, como forma de economizar em gastos, aumentando esta produtividade e lançando um produto final competitivo e de qualidade no mercado. Características estas, advindas da prática do *LeanThinking* (Pensamento Enxuto). Filosofia que surgiu no Japão logo após a Segunda Guerra Mundial, baseado no Sistema Toyota de Produção (STP)

A construção civil observou externamente o desenvolvimento da Indústria da Manufatura nos seus setores administrativo, gerencial, modelos de produção e técnicas pela aplicação do conceito *Lean*. Sendo por muito tempo, admitido que a Construção Civil e a Indústria da Manufatura eram atividades totalmente distintas.

Koskela (1992), introduziu os conceitos do *LeanThinking* na construção civil através do trabalho intitulado *Application of the new production phylosophy in the construction industry* que ficou conhecido como um novo referencial teórico instituído para a gestão de processos na

construção. O principal objetivo de Koskela, era privilegiar o setor da Construção Civil com um sistema de gestão de qualidade de sucesso, assim como ocorreu no Sistema Toyota de Produção. Essa nova filosofia conceituada em uma produção principalmente sem desperdícios foi denominada *Lean Construction*. Objeto de estudo do presente trabalho.

Com base nestas considerações iniciais, destaca-se a questão da pesquisa: "Como esses conceitos de racionalização e a filosofia de Construção Enxuta podem ser aplicados na Construção Civil a fim de obter resultados satisfatórios nas mais variadas etapas executivas de uma obra?". Com Estudo de Caso realizado na obra do Edifício Residencial Monte Carlo da empresa Freire Mello Construção e Incorporação LTDA no município de São Luis do Maranhão, de início no ano de 2013 e entrega no ano de 2016.

Objetivos

Objetivo geral

Analisar a introdução dos princípios da Construção Enxuta e métodos racionais em uma empresa de construção civil na cidade de São Luis do Maranhão, observando as melhorias nos mais diversos processos produtivos da obra.

Objetivos específicos

- a) Conceituar *Lean* apresentando características e vantagens desta filosofia;
- b) Identificar os princípios da aplicabilidade da Construção Enxuta na empresa estudada
- c) Demonstrar as vantagens e os ganhos de qualidade e produtividade resultantes da aplicação de métodos racionais e da filosofia estudada
- d) Analisar a importância da utilização de ferramentas com o princípio da construção enxuta, como: planejamento, controle de serviços por meio de Fichas de Acompanhamento, Ordens de Serviço (OS's), utilização de treinamentos baseados no Procedimentos de Execução de Serviços (PES), Fichas de Verificação de Serviços (FVS's), entre outros

2 JUSTIFICATIVA

O desperdício dentro da Indústria da Construção Civil é algo muito conhecido por todos. Em meio a atual situação de escassez e racionamento de recursos, muitas empresas são obrigadas a fazer mudanças para se ajustar às exigências do atual mercado que demanda por produtos competitivos e com cada vez mais qualidade.

Para muitos, o desperdício é visto erroneamente como sendo exclusivamente todo aquele material rejeitado durante a execução da obra. Porém, pode-se entender que qualquer perda ao longo do processo produtivo é considerado um desperdício. Resumidamente, qualquer recurso aplicado além do necessário para produzir determinado objeto transforma-se em perda de acordo com sua natureza e origem.

Segundo o conceito da construção enxuta, devemos desenvolver o ciclo da melhoria continua em nossos canteiros, agilizando os processos construtivos e reduzindo os desperdícios, não podendo ser confundido unicamente com redução de custos. Poderá haver momentos que investindo mais em um setor, promoverá a redução de custos em outros, na intenção de melhorar a qualidade de modo que atenda as expectativas finais do cliente.

Um exemplo clássico de desperdício, são as correções incorporadas na fase de revestimento para corrigir erros ocorridos durante a execução da alvenaria, quando é “tirada a diferença” no reboco. Para casos como este, o treinamento, qualificação ou conhecimento das técnicas de trabalho seriam alternativas para redução destes desperdícios, evitando neste caso, o retrabalho desnecessário, tornando a construção mais sustentável e aumentando assim a produtividade em questão.

Este estudo objetiva mostrar que a necessidade de aumentar a produtividade, eficiência e ao mesmo tempo reduzir custos para obtenção e lançamento de um produto final competitivo e de qualidade no mercado, pode ser atendida com a aplicação da filosofia de trabalho *Lean Construction*. Serão apresentados resultados obtidos na obra estudada de como o planejamento prévio, uso de FVS's, OS's, PES's, motivação pessoal, treinamentos adequados e uso do princípio da Construção Enxuta maximizaram a produção como um todo, evitando desperdícios e otimizando resultados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Abordaremos: conceito de construção civil, desperdícios e perdas na construção civil, conceituação de desperdícios e perdas, classificação de perdas, atual cenário da construção civil, sistemas de produção, os conceitos do *lean thinking*, os princípios do *Lean Thinking* e *Lean Construction*.

CONCEITO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

O termo Construção Civil engloba todas as atividades e processos de produção de determinada obra. Inclui-se nesta área, todas as atividades referentes ao planejamento e projeto, execução e manutenção das obras das mais diversas variedades. É uma ciência que abrange uma grande variedade de disciplinas como solos, estruturas, geologia entre muitos outros campos.

A fase inicial de uma obra consiste no planejamento e projeto, onde o responsável técnico tem a função de levantar toda relação de insumos e informações que irão auxiliar na elaboração do projeto e compor o estudo de viabilidade. Podendo essas informações serem resumidas em forma de gráficos, desenhos ou relatórios. Nesta etapa vai ser dado início à elaboração de todos os projetos e planejamentos para viabilizar o início da obra, que incluem orçamentos, cronogramas, licenciamentos e alvarás.

Em seguida inicia-se a fase denominada de Serviços Preliminares, que servem para preparar o local da obra a ser locada todos os projetos. Os serviços preliminares consistem na limpeza e proteção de todo perímetro do terreno, montagem das instalações provisórias e barracão da obra, serviços de terraplanagem, montagem de gabarito e outros.

Com todos os projetos em mãos e as instalações provisórias prontas, garante-se um fluxo de insumos para andamento da obra, pode-se dar início assim, à execução da construção. Fundações, superestrutura, paredes e vedações, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas, acabamentos e esquadrias, todas etapas sendo executadas com planejamento prévio, supervisão, treinamentos e conferência dos serviços e auxílio por parte do gestor ou responsável técnico garantindo um padrão de qualidade.

Outra etapa é a manutenção e restauração, que consiste pela capacidade do técnico em desenvolver técnicas para conservar ou restaurar a obra já finalizada e entregue. Nesta fase também está incluída as atividades de manutenção prévia das obras, evitando o desgaste e inoperância da obra depois de entregue. As qualidades técnicas do responsável pela construção são similares na manutenção e na restauração, diferindo apenas na tecnologia utilizada para a execução deles.

Desperdícios e perdas na construção civil

Conceituação

O conceito de perdas e desperdícios na construção civil é com frequência associado apenas a desperdícios materiais. Tecnicamente se pode afirmar que para que haja perda de um material, tem que ser utilizado uma quantidade maior que a realmente demandada para o serviço.

Segundo Santos (1996), o conceito de perdas é, na maioria das vezes, relacionado com o desperdício de materiais de construção. Entretanto, o significado estende-se a qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e equipamentos em quantidades superiores às necessárias à produção. Assim, as perdas englobam tanto desperdício de materiais quanto a execução de serviços desnecessários que geram custos e não agregam valores.

De acordo com Koskela (1992) perdas podem ser definidas como tudo aquilo que consome recursos mas não agrega valor. Ainda conforme Koskela (1992) grandes falhas eram a desconsideração das atividades de fluxo inerentes ao processo e a ausência de uma correta especificação do produto segundo as necessidades dos clientes, levando a um grande número de retrabalhos. Pois se considerava somente as atividades de conversão de uma entrada (input) em uma saída (output).

De acordo com Alarcon (1997), seguindo as novas filosofias de produção, são consideradas perdas todas as atividades que exigem tempo e dinheiro sem agregar valor ao produto e, estas, devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo.

Classificação das perdas

O gestor ou responsável técnico por uma obra, deve conhecer as etapas e a natureza dos processos de produção para que possa haver uma redução das perdas identificando suas causas e evitando-as.

Alguns critérios para a classificação das perdas são gerais, no sentido que se aplicam a todas as suas formas de ocorrência. Santos (1996) utiliza critérios para classificar as perdas, podendo ter origem segundo o seu controle, segundo sua natureza e segundo sua origem.

As perdas segundo seu controle

As perdas segundo seu controle podem ser subdivididas em:

a) Perdas inevitáveis: São classificadas como perdas inevitáveis ou naturais, aquelas que necessitam para sua redução, um valor maior do que a economia gerada. Correspondem a um nível aceitável de perdas e o valor para corrigir é maior que o benefício de sua eliminação

b) Perdas evitáveis: existem quando o custo para corrigi-las é menor do que o benefício gerado. São consequências de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são aplicados inadequadamente.

As perdas segundo sua natureza

a) Perdas por superprodução: ocorre quando existe aquisição superior ao necessário para fazer determinado serviço. Exemplo: Produção de argamassa além do necessário para realizar um reboco;

b) Perdas por substituição: ocorre quando utiliza-se um material de qualidade ou custo superior ao estabelecido em projeto. Exemplo: utilização de argamassa com um traço superior ao especificado em projeto;

c) Perdas por espera: estão relacionadas com fluxo de materiais e as atividades e sincronização de recursos. Exemplo: Pausa na execução de serviços por falta de material ou equipamentos necessários para realização da atividade;

d) Perdas por transporte: ocorrem quando há o manuseio inadequado dos materiais, ou problemas de logística no descarregamento e transporte interno. Exemplo: grande distancia entre local de estocagem de blocos cerâmicos e sua aplicação, ou inexistência de um equipamento de transporte adequado para determinados materiais;

e) Perdas no processamento: ocorrem devido a falta de qualificação da mão de obra e ausência de um procedimento padrão de execução dos serviços. Exemplo: quebra de parede já rebocada e acabada para passagem de fiações elétricas e tubulações hidráulicas;

f) Perdas no estoque: ocorrem quando ha um excesso de materiais, armazenamento incorreto e planejamento inadequado. Exemplo: quando ha uma quantidade de sacos de cimento maior que a capacidade de armazenamento e estes são colocados em local inadequado, deteriorando-se com o tempo;

g) Perdas por movimento: decorrem das fontes de trabalho afastadas e com acesso dificultado, falta de um layout eficiente do canteiro etc. Exemplo: tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho devido a falta de uma programação previa.

h) Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorre quando a qualidade do produto está comprometida e não atende aos requisitos de qualidade especificados, resultando

em retrabalho ou redução da funcionabilidade e desempenho do produto final. Exemplo: falhas de impermeabilização que resultam em infiltrações e diversos problemas

i) outros: existem perdas geradas por outros motivos, como vandalismo, roubo, acidentes etc

Atual cenário

As empresas de construção civil recebem diversas críticas e são conhecidas, há tempos, por pertencerem a um setor desperdiçador de muitos recursos. A Indústria da Construção Civil envolve números expressivos e tem uma participação ativa até mesmo no PIB brasileiro - Produto Interno Bruto. Infelizmente, os números relativos ao desperdício nesse setor também são expressivos.

Portanto, sempre que se discute desenvolvimento sustentável, ou se fala em desperdício de materiais, o setor da construção civil é colocado em destaque. Por isso, cobra-se cada vez mais a busca pelo uso racional e eficiente desses recursos. Contudo, é importante ter em mente que perdas são características de qualquer processo de produção e que cabe aos profissionais da área entendê-las, tanto em termos quantitativos quanto de suas causas, para subsidiar suas decisões sobre como atuar para evitar que esses índices se elevem mais do que o necessário (SOUZA, 2005).

Pinto (1995) identifica que os acréscimos nos custos da construção, advindos do desperdício, são de 6%, e os acréscimos na massa de materiais atingem os 20%. O mesmo autor afirma que: na Bélgica, o acréscimo nos custos advindos do desperdício é de 17%; na França de 12%; e, no Brasil, de cerca de 30%. Desta forma, o desenvolvimento de uma gestão de desperdícios permite não só o aumento no nível de desempenho da obra, como também a redução de gastos posteriormente.

No Brasil, em se tratando de desperdício no setor da construção civil, Marcelo Deschamps afirma que ainda existe um desaproveitamento exacerbado em toda a construção, embora nos últimos anos muito tem se falado, escrito e agido, garantindo assim uma considerável evolução, diminuindo a perda no canteiro de obras. É sem dúvida, o setor que mais emprega mão de obra não especializada em tempos de auge e desemprega a mesma mão de obra em tempos de crise, dessa forma com esse grande contingente de colaboradores não especializados, é necessário haver um treinamento e acompanhamento direcionado e eficaz para um melhor aproveitamento dos recursos e uma maximização dos resultados.

Sistemas de produção

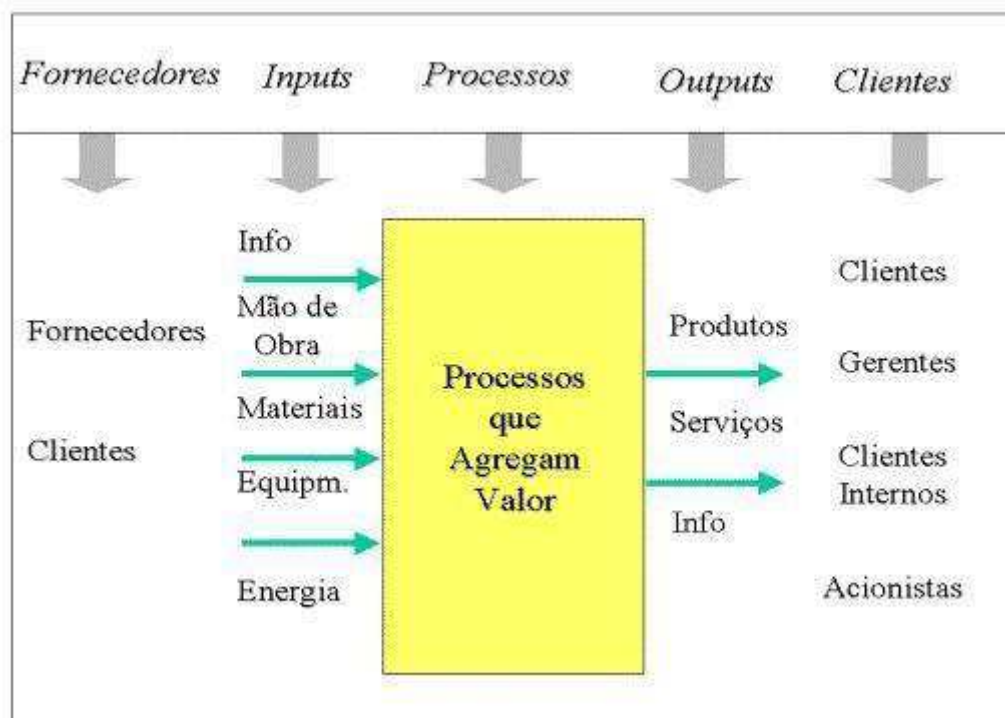
Um Sistema de Produção pode ser definido como um “conjunto de atividades inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou de serviços.” (MOREIRA, 2000, p. 8)

Os sistemas de produção são estratégias tomadas pela parte administrativa das empresas para organizar a produção ou prestação de serviços. A aplicação de um sistema de produção resulta em efeitos diretos na economia, na sociedade e também no espaço geográfico.

Cada empresa adota um sistema de produção para realizar as suas operações e produzir seus produtos ou serviços da melhor maneira possível e, com isso, garantir sua eficiência e eficácia. O sistema de produção é a maneira pela qual a empresa organiza seus órgãos e realiza suas operações de produção, adotando uma interdependência lógica entre todas as etapas do processo produtivo, desde o momento em que os materiais e matérias-primas saem do almoxarifado até chegar ao depósito como produto acabado.

Os sistemas são compostos de inputs (entradas), processos de transformação e saídas (outputs) como representado na figura abaixo:

Figura 1 Ilustração de produção com representação de entradas e saídas



Fonte: <https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/10/01/analise-de-inputoutput/>

Produção em massa

Henry Ford foi o pioneiro e o primeiro no sistema de produção em massa nos dias recentes. A idéia foi inicialmente desenvolvida na fabricação de navios em Veneza, onde utilizavam-se partes pre-manufaturadas e linhas de montagem.

A chave da produção em massa, ao contrário do que muitos pensavam, se baseava em uma intercambiabilidade completa e consistente de partes, e na simplicidade de uni-las. Um dos primeiros passos para tornar este processo mais eficiente foi à divisão em partes, em cada estação de trabalho; nesse caso o trabalhador poderia permanecer no mesmo local por todo o seu turno de produção. Ford conseguiu esta intercambiabilidade entre partes em torno do ano de 1908, e foi além, decidindo fazer com que o trabalhador realizasse apenas uma única tarefa. Adiante, em 1913, ele estabeleceu uma linha de montagem móvel e contínua, na qual o produto percorria a linha de produção. (WOMACK ; JONES, 1998).

Ford defendia que a economia de tempo para realizar determinada atividade dentro de um processo produtivo, encontra-se no aumento de velocidade com que os materiais são trabalhados nesse processo. O tamanho da empresa em si não altera na produção, e sim a ampliação no volume de material a ser transformado que vai resultar em uma redução nos custos unitários dos produtos.

No modelo de produção em massa, os trabalhadores da linha de montagem não tinham quaisquer responsabilidades quanto à qualidade do produto, se recebessem peças defeituosas eles poderiam tanto usá-las como deixar o carro passar sem esta peça para que isso pudesse ser corrigido mais adiante. No final dos anos setenta o número de trabalhadores para o reparo de defeitos em fábricas do oeste dos Estados Unidos aumentou significativamente (DANLBAAR, 1997).

Para os empresários da época, o Fordismo teve resultados muito positivos, já para os trabalhadores, gerou alguns problemas. Era comum entre os empregados de empresas que adotavam esse sistema, problemas como Lesão por Esforço Repetitivo (LER) devido ao trabalho desgastante e repetitivo, a falta de visão sobre as demais etapas produtivas de fabricação do produto, baixa qualificação profissional e a baixa remuneração dos funcionários como forma de reduzir os custos de produção.

Em decorrência da rigidez do método produtivo, na década de 1980 iniciou-se o declínio do Fordismo devido ao surgimento de um novo sistema de produção com resultados mais eficientes que estavam utilizando no Japão.

Figura 2: Produção em massa em fabrica automotiva



Fonte: salaodocarro.com.br/curiosidades/modelo-producao-fordismo-henry-ford.html

Sistema Toyota de Produção

A convicção de que a indústria automobilística do final da década de 1930 se tornaria o maior e mais forte setor da indústria mundial, fez com que Kiichiro Toyoda (filho do fundador Sakichi) inserisse a Toyota na indústria automobilista. Inicialmente especializando-se em caminhões para forças armadas, mas com o intuito primário de produção em larga escala de carros de passeio e caminhões. Porém, o envolvimento do Japão na Segunda Guerra Mundial postergou as pretensões da empresa.

Os altos índices de produtividade da indústria norte americana sempre foram estudados e interrogados por todos da indústria mundial. O sistema de produção em massa obtinha resultados consideravelmente maiores quando comparados com demais sistemas de produção tradicionais, o que fez com que os japoneses se empenhassem para almejar tais resultados com aprofundamento de estudos e melhorias no tão comentado sistema de produção em massa, o que foi acontecer anos mais tarde.

Em meio ao cenário de desaceleração do crescimento econômico de quase que totalidade do Ocidente a partir da década de 1980, os resultados e as elevadas performances que as empresas japonesas estavam obtendo principalmente no setor automobilístico, começaram a ser evidente. Resultados que se deram desde o final da Segunda Guerra Mundial devido aos

novos conceitos de produção que se desenvolveram naquele setor do Japão que consistiam em melhorias do Sistema de Produção em Massa.

No novo sistema de produção desenvolvido pelos japoneses, o objetivo principal era a identificação e redução de todo e qualquer tipo de perda durante todo o processo produtivo. A eliminação de desperdícios tinha como alvo a fábrica e visava a exclusão de atividades que não agregavam valor ao produto. Outra característica do STP é a obtenção de uma linha de produção com zero defeitos

No STP, ao contrário do sistema de produção em massa, o trabalhador podia interromper o processo de fabricação caso constataste algum problema. De um modo geral, os trabalhadores aprenderam a identificar um problema na raiz, sugerindo sugestões para que não viesse a ocorrer de novo futuramente. Uma vez que os trabalhadores tinham conhecimento da raiz de um determinado problema, o número de erros era reduzido bruscamente, levando a uma economia quanto a redução do número de retrabalhos (que no modelo de produção em massa eram muito altos).

O sistema de produção e gerenciamento desenvolvido na Toyota foi o resultado de esforços de tentativa e erro para competir com a produção em massa já estabelecida nas indústrias de automóveis americanas e européias (SHINGO, 1996).

O Sistema Toyota de Produção (STP) tem sido, mais recentemente, referenciado como “Sistema de Produção Enxuta”. A produção enxuta, do original em inglês, *lean*, é na verdade, um termo cunhado no final dos anos 80 pelos pesquisadores do *International Motor Vehicle Program* (IMVP), um programa de pesquisas ligado ao MIT, para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança. Na verdade, produção enxuta é um termo genérico para definir o Sistema Toyota de Produção (GHINATO, 2000).

Os conceitos do leanthinking

O conceito do Lean Thinking ou “mentalidade Enxuta” é baseado no sistema Toyota de Produção, também conhecido por TPS, sua sigla em inglês. A nova filosofia de produção, de acordo com Koskela (1992), também conhecida como *lean production*, teve suas idéias originadas na década de 50, no Japão. Este conceito foi desenvolvido para utilização especificamente na indústria automobilística.

Como afirma Womack *et al* (1990), se adotou o termo *lean* pois são utilizados novos paradigmas de produção utilizando menos recursos quando comparado ao sistema de produção em massa, metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço para a fabricação, metade do

investimento em ferramentas e horas para desenvolver na metade do tempo novos produtos e com qualidade superior. Requerendo também a redução dos estoques, eliminando problemas de fabricação, produzindo uma maior variedade de produtos

A *lean production* combina as vantagens do processo artesanal com a produção em massa, enquanto evita as desvantagens do alto custo da produção artesanal e a rigidez da produção em massa. Ela trabalha otimizando o uso das habilidades da força de trabalho, dando aos trabalhadores mais de uma tarefa, integrando trabalhos diretos e indiretos e encorajando a realização de atividades para a melhoria contínua. Como resultado, a *lean production* pode produzir uma ampla variedade de produtos, a baixos custos e com alta qualidade, com menos recursos em cada entrada em comparação com a produção em massa tradicional (DANLBAAR, 1997).

Estudos demonstram que houve uma reestruturação produtiva acelerada nos últimos anos devida à crise do modelo capitalista, resultante do esgotamento do modelo fordista, que apresentava a rigidez no processo de produção. As perdas de produtividade levaram a pressões competitivas internacionais devidas à saturação dos mercados e ao crescimento econômico de outros países que não tinham expressão industrial até então (AMARAL, 2004).

Os princípios do Lean Thinking

Em decorrência da crise do petróleo e também dos reflexos da recessão pós Guerra que o mercado mundial se encontrava, os ganhos com a produção em larga escala sofreram severas restrições. Este cenário foi propício para que a Toyota Motor emergisse e se tornasse referência quanto ao gerenciamento de produção, adequando o sistema às novas regras impostas pelo mercado.

A base a qual esta estruturado todo o sistema de gerenciamento da Toyota foi imposta pela urgência para se descobrir uma forma de reduzir os custos de produção e na identificação e eliminação de perdas. O TPS está estruturado sobre 2 pilares de sustentação, que são: *Just in Time* e Automação, como representado na imagem abaixo:

Figura 3: Estruturação do Sistema Toyota de Produção



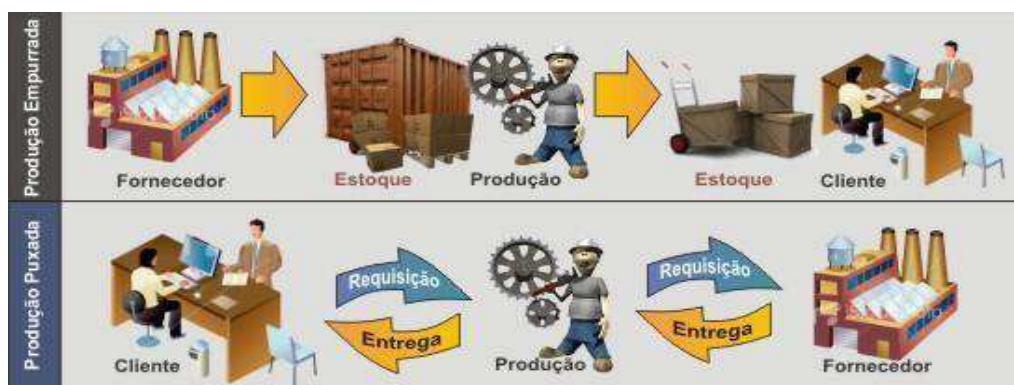
Fonte: <http://www.crwconsultoria.com.br/sistema-toyota-de-producao-t-p-s>

Just in time

O *Just in Time* surgiu no Japão por meado da década de 70 e se sustenta na ideologia de produzir os itens necessários na quantidade e tempo necessários. Tem por objetivo identificar, localizar e eliminar todo e qualquer tipo de perda durante o processo produtivo, garantindo um fluxo contínuo de produção.

De acordo com Baranger (1994), o conceito do JIT é bastante simples: produzir e entregar os produtos mesmo a tempo (just in time) de serem vendidos. Peças mesmo a tempo de serem montadas e materiais mesmo a tempo de serem transformados em peças. A idéia dos japoneses é produzir pequenas quantidades para corresponder à procura, enquanto que os ocidentais produzem grandes quantidades de produtos para o caso de virem a ser necessários. Basicamente, o JIT é a produção com qualidade de bens e serviços atendendo à suas respectivas demandas, ou seja, exatamente no momento em que são solicitados, eliminando os estoques provenientes da produção antes do momento certo.

Figura 4: Modelos de produção tradicional X baseado no STP



Fonte: CHIRAI, Marcelo - Sistema de Produção Puxada.

Automação

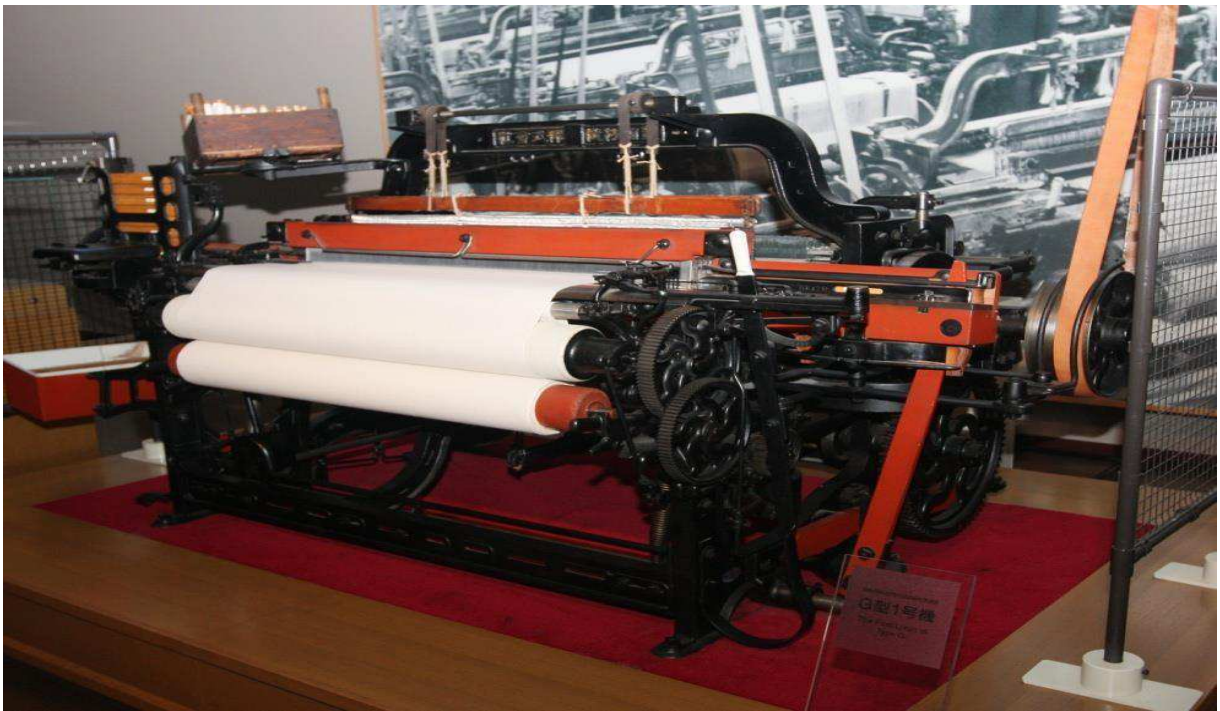
Antigamente os teares funcionavam de maneira manual, o que demandava uma grande quantidade de mão de obra e tempo. Toyoda, fundador do grupo Toyota, em 1896 estabeleceu uma nova forma de tecer, com um tear automotriz desenvolvido por ele.

Com a criação desse tear automotriz, foram identificados alguns problemas. O primeiro: quando um fio rompia, a máquina continuava funcionando, resultando em um produto final de baixa qualidade. O segundo: o defeito no fio só era detectado quando todo processo era concluído. Para que não houvesse esse desperdício de tempo, mão de obra e materiais, era necessário um operador para cada máquina para que assim que fosse detectado um erro, o operador parasse o processo produtivo da máquina e consertasse a falha detectada. Essa solução para o problema gerava um processo muito oneroso como um todo, pois era necessário um operador para cada máquina para agir apenas quando tivesse algum erro.

Com o passar dos tempos, Toyoda foi incorporando dispositivos que tornavam a máquina cada vez mais autônoma e em 1924 surgiu baseado nessa experiência, o primeiro tear automotivo do mundo, o de Type-G Toyoda Automatic Loom que consistia em um dispositivo que parava a máquina em casos de rompimento da linha, fim da linha e quantidade previamente programada atingida.

Todos esses experimentos e dispositivos aplicados, resultaram em um considerável aumento de qualidade dos produtos. Já que a detecção de uma falha era feita de forma autônoma pela máquina, um único operador era capaz de supervisionar várias máquinas ao mesmo tempo, sendo necessária sua mão de obra apenas quando a máquina indicasse alguma irregularidade.

Figura 5 Type-G Toyoda Automatic Loom



Fonte: <http://imgur.com/gallery/0qgaP>

O Jidoka não funcionaria somente detectando uma anomalia e parando a máquina ou processo. Ele deve ser algo maior, abrangendo também a correção de condições anormais e investigação da causa raiz dos problemas. Assim podemos dizer que o Jidoka consiste em 4 passos importantes:

1. Detectar a falha ou anormalidade;
2. Parar;
3. Corrigir ou consertar imediatamente a condição anormal;
4. Investigar a causa raiz

Taiichi Ohno, engenheiro mecânico da Toyota Motor Company, fez a seguinte indagação: "Porque uma pessoa na Toyota Motor Company é capaz de operar apenas uma máquina enquanto na fábrica têxtil Toyoda um operador supervisiona 40 a 50 teares automáticos?". Foi com essa indagação que em 1947, Ohno começou a introduzir os princípios deste novo método de produção, nas linhas de fabricação da Toyota Motor Company.

Devido ao fato desta nova filosofia de produção não apresentar histórico teórico e por ter sido desenvolvida originalmente no Japão, seu uso permaneceu restrito ao oriente por um longo período. No final da década de 70 surgiram os primeiros registros de literatura sobre o tema, abrindo as portas da nova linha de pensamento para o ocidente. Em seguida, na década de 90, tornou-se o enfoque de produção emergente mais praticado, mesmo que parcialmente, por

grandes empresas americanas e européias. Ocorreu também o início da aplicação de seus princípios em outras áreas além da manufatura industrial (KOSKELA, 1992)

Lean construction

Lean Construction surge em contraponto à filosofia tradicional e teve seu início na percepção da reprodutibilidade dos princípios do Sistema Toyota de Produção desenvolvidos para o setor automobilístico, para o setor de Engenharia Civil. O primeiro trabalho a tratar dessa nova filosofia de produção aplicada à construção civil, se deu com a publicação do finlandês Koskela (1992).

A obra de Koskela (1992) representa um marco na indústria da construção civil e com ela, veio a criação do *International Group for Lean Construction* (IGLC), que tem como objetivo a disseminação pelo mundo da nova filosofia aplicada à construção civil.

A partir de 1993 o termo *lean construction*(construção enxuta) começou a ser usado pelo IGLC, devido à aplicação de táticas do inovador sistema do *lean production* no setor da construção civil (KOSKELA, 2004).

Lauri Koskela, apresenta o novo modelo de processo a ser aplicado na indústria da construção civil em todas as suas etapas, desde a matéria prima até a obtenção do produto final. Neste modelo, o processo consiste em um fluxo de materiais composto por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção, haja vista que nem todas as atividades agregam valor ao produto.

Quando se fala de *Lean Construction*, a palavra chave de todo sistema é FLUXO. O processo como um todo deve ser visto como um fluxo de materiais desde a matéria prima até o consumidor final, sendo o mesmo constituído de um conjunto de atividades.

Todas as atividades que não agregam valor, podem ser consideradas FLUXO. Como exemplo, pode-se citar: atividades de transporte, espera e inspeção, que devem ser eliminadas ou reduzidas ao mínimo nessa haja vista que não agregam valor ao produto final.

O desperdício inerente à construção é criado por retrabalhos devidos a problemas de projeto ou erros de construção e a atividades que não agregam valor nos fluxos de material e trabalho, tais como esperas, movimentação, inspeção, atividades duplicadas e acidentes (KOSKELA, 1992).

Koskela propõe onze princípios que compõem a proposta de melhoria de fluxo e gestão de processos. Esses princípios consistem na base das atividades e trabalhos de aplicação prática da filosofia da mentalidade enxuta na construção, são eles:

a) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Considerado um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta. Se baseia na idéia de que a eficiência de um processo produtivo pode ser melhorada e suas perdas reduzidas não apenas com a melhoria de desenvolvimento das atividades, mas também pela identificação e eliminação de algumas atividades de fluxo (atividades que não agregam valor ao produto final).

Koskela (1992) define as atividades em 3 categorias. A que agregam valor, as que não agregam valor e as que consomem tempo, recurso e espaço, mas não agregam valor.

b) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Segundo Koskela (1992), o valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente. O cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção.

Este princípio estabelece que devem ser detectadas as necessidades dos consumidores internos e externos e esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção.

c) Reduzir a variabilidade

Shingo (1996) afirma que a padronização de procedimentos é, normalmente, o melhor caminho para conseguir reduzir a variabilidade, tanto na conversão quanto no fluxo do processo de produção.

A padronização dos serviços e produtos é um dos principais objetivos quando se busca a implantação de um sistema de gestão de qualidade em uma empresa, haja visto que a variabilidade em canteiros de obras é algum que ocorre com bastante frequência.

d) Reduzir o tempo de ciclo de produção

Tempo de ciclo consiste na soma de todos os tempos (movimento, espera, processamento e inspeção) durante o processo produtivo. Este princípio propõe uma sincronização entre fluxo de materiais e mão de obra, assim como o desenvolvimento de programações mais repetitivas e padronizadas.

A aplicação deste princípio esta ligada à necessidade de reduzir o tempo disponível como forma de diminuir ou eliminar as atividades de fluxo, resulta em vantagens como por exemplo, uma entrega mais rápida para o cliente, a gestão dos processos se torna mais fácil, a aprendizagem se torna mais fácil devido à constância com que se faz as atividades, a estimativa

de futuras demandas são mais precisas, o sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda

e) Simplificar através do número de passos ou partes

Este princípio é aplicado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados. Quanto maior o número de componentes ou etapas num processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor

f) Aumentar a flexibilidade na execução do produto

Koskela (1992) afirma que apesar de parecer, à primeira vista, contraditório com a simplificação, o projeto de produtos ou componentes modulares pode ser combinado com redução do tempo dos ciclos e maior transparência.

Refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos.

g) Aumentar a transparência no processo

Segundo KOSKELLA [1992], pode-se diminuir a ocorrência de erros na produção, proporcionando maior transparência dos processos produtivos. Isso ocorre porque à medida que o princípio é utilizado, podem-se identificar problemas mais facilmente, no ambiente produtivo durante a execução dos serviços.

Neste princípio, os erros se tornam mais fáceis de serem identificados durante o sistema produtivo, ao mesmo tempo que aumenta a acessibilidade às informações, facilitando o trabalho.

h) Focar o controle no processo global

O acompanhamento e controle de todos os processos de uma construção, no percurso do produto até chegar ao seu consumidor final, possibilita a identificação, correção e eliminação de qualquer desperdício que ocorra e que possa vir a interferir na qualidade e no prazo de entrega da obra.

i) Introduzir melhoria contínua no processo

Segundo Koskela (2002), os esforços para redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa. O princípio de melhoria contínua pode ser alcançada na medida que as demais vão sendo cumpridas.

Trabalho em equipe e gestão participativa constituem os requisitos essenciais para a introdução de melhoria contínua no processo

j) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Segundo Koskela, melhorias nos fluxos e na conversão estão interligadas à:

- Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em equipamentos.
- Fluxos mais controlados facilitam à implementação de novas tecnologias de conversão.
- Novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo.

k) Benchmarking

Esse princípio também denominado "referenciais de ponta" consiste em um processo de aprendizagem baseado em praticas de empresas que já são consideradas líderes no mercado em determinado segmento. Basicamente consiste em entender os processos da própria empresa e identificar pontos positivos que possam vir a ser utilizados, aplicados por outra empresa.

4 ESTUDO DE CASO

Características gerais da empresa, política de qualidade da empresa, descrição da obra em estudo e aplicabilidade dos 11 princípios da construção enxuta nos processos produtivos da obra estudada

Características gerais da empresa

A FREIRE MELLO é uma construtora conceituada, com presença marcante na área de construção e incorporação de empreendimentos imobiliários multifamiliares e prédios comerciais na cidade de Belém e relevante atuação na implantação de projetos industriais no Estado do Pará. Aliando desempenho técnico e preocupação com os detalhes, a Construtora FREIRE MELLO está empenhada em atender os anseios de sua clientela, visando entregar um produto final com Padrão de Qualidade.

Permanentemente acompanhando a evolução, a FREIRE MELLO agrega à sua experiência profissional, modernas técnicas construtivas, além de materiais e equipamentos de reconhecida procedência, sempre objetivando executar serviços do mais alto gabarito.

Na busca incessante do aperfeiçoamento, a Construtora FREIRE, MELLO obteve a certificação ISO 9001 e a do nível A, do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação (PBQP-H). Partícipe ativa do desenvolvimento regional, a FREIRE, MELLO entregou ao longo de sua existência mais de 1.500.000 metros quadrados de área construída, entre casas, edifícios residenciais, prédios comerciais, conjuntos residenciais, condomínios fechados, hotéis, lojas em shoppings, fábricas, galpões industriais e outras obras de engenharia.

Política de qualidade da empresa

Buscar a satisfação dos clientes, oferecendo serviços e produtos competitivos e de qualidade.

Descrição da obra em estudo

Consiste na execução de uma edificação residencial multifamiliar localizada na rua dos Lírios no bairro da Ponta Dareia, na cidade de São Luis do estado do Maranhão, Brasil denominada Edifício Monte Carlo Residence. Conta com 15 pavimentos, sendo 12 pavimentos

tipo, 1 pavimento térreo, 1 pavimento Lazer e 1 Casa de máquinas e Caixa D'água. Cada pavimento tipo é composto por 2 apartamentos com área privativa de 145m² cada.

A área comum é formada por piscina, churrasqueira, dois elevadores sendo um social e um de serviço, salão de festas, banheiros, cozinha de apoio para o salão, sauna e vestiário. A edificação possui uma área total construída de 6.194,98 m² é voltado para classe média/alta, haja vista que é considerado um empreendimento de alto padrão.

Aplicabilidade dos 11 princípios da construção enxuta nos processos produtivos da obra estudada

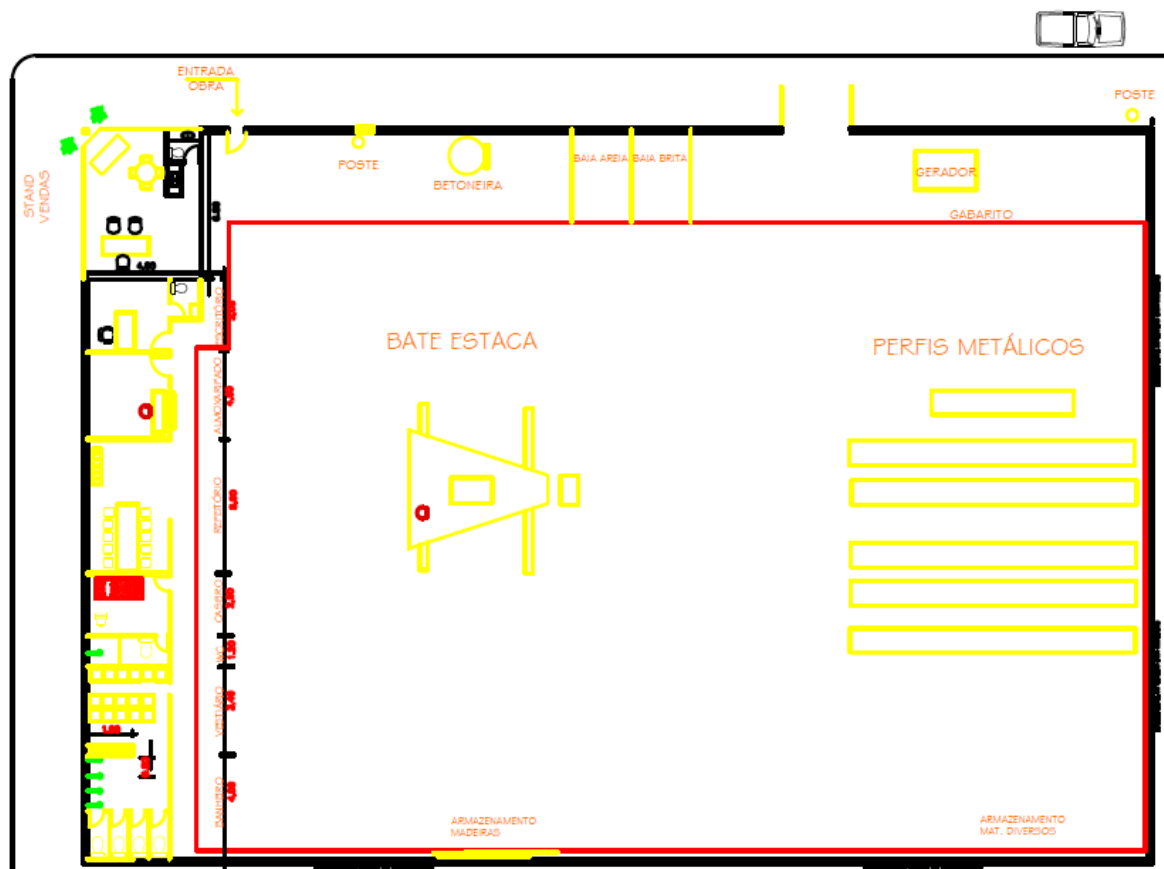
1) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Na obra estudada, aplicou-se este princípio principalmente na constante análise e diversas mutações do layout do canteiro nas diversas etapas executivas visando sempre a minimização do fluxo e distâncias entre os materiais e equipamentos e o local da frente de serviço.

Na figura 6, tem-se o layout da obra em sua fase inicial, na 7, uma foto tirada pelo autor dos perfis metálicos devidamente identificados, próximos ao bate-estaca e aos pontos de cravação, fatores que otimizaram na cravação dos perfis e desenvolvimento executivo das atividades. Na foto 8 tem-se, uma foto do canteiro em uma fase um pouco mais avançada, onde a locação da betoneira em frente ao guincho de carga também evitou fluxos de movimentação e transporte, favorecendo a logística

Figura 6: Layout Canteiro de Obras Edifício Monte Carlo

LAYOUT CANTEIRO-MONTE CARLO



Fonte: autor

Figura 7 Perfis metálicos utilizados na fundação



Fonte: autor

Figura 8 Mínima distancia entre a betoneira e o guincho de carga



Fonte: Autor

2) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Todos os serviços são executados posteriormente ao treinamento baseado no PES (Procedimentos de Execução de Serviços), garantindo uma uniformização do produto final. Após a execução baseada no PES, é realizada uma verificação do serviço com uma FVS (Ficha de Verificação de Serviço), garantindo que aquele procedimento finalizado seja liberado para uma próxima fase de execução.

Em relação ao cliente externo, há um planejamento interno e um controle das atividades que estão sendo executadas, garantindo que a obra será concluída dentro do prazo previsto. Na imagem 9, uma foto tirada pelo autor da lateral do edifício Monte Carlo na fase de revestimento externo. Na imagem 10(A) uma foto da fachada e 10(B) o controle realizado pela equipe técnica da execução do reboco e revestimento externo com datas de início e termino das atividades. Os serviços são acompanhados individualmente por numeração de Jaús, fazendo com que haja um controle dos processos que estão sendo executados e garantindo que não altere o prazo previsto em planejamento

São realizadas reuniões quinzenais com Engenheiros, Estagiários, Mestre de obra e encarregados de cada área para fazer o planejamento e acompanhamento das atividades que estão sendo executadas para garantir a conclusão da obra no prazo previsto.

Figura 9: Vista lateral do Edifício Monte Carlo em fase de revestimento externo.



Fonte: Autor

Figura 10 (A): Fachada Edifício Monte Carlos; (B) Controle das atividades de reboco e revestimento externo



Fonte: Autor

3) Reduzir a variabilidade

A variabilidade quanto aos materiais, é evitada com o controle e preenchimento de uma FVM (Ficha de Verificação de Material), onde tem todos os quesitos necessários para recebimento do material no canteiro de obras. Esse procedimento é feito pelo Almoхарife junto a um estagiário, garantindo que materiais defeituosos ou fora do padrão de qualidade da empresa, não sejam recebidos e aceitos no momento de entrega.

A variabilidade quanto aos serviços geralmente esta relacionada a falhas de planejamento. Esse quesito é minimizado com a realização de treinamentos baseados no PES da empresa e também com o acompanhamento, controle e inspeções constantes realizadas por estagiários, mestre de obras e engenheiros de cada atividade que esta sendo executada no canteiro de obras. Finalizado o serviço, é realizada a verificação baseada na sua FVS. Todos esses procedimentos garantem uma padronização de serviços, garantindo que cada etapa seja executada e finalizada sem alterar ou interferir negativamente na etapa seguinte.

No PES, encontra-se os documentos de referencia para realização daquele serviço, os materiais e equipamentos necessários para o desenvolvimento daquela atividade, a composição da equipe de trabalho ,os principais riscos que podem envolver aquela atividade, o detalhamento passo a passo dos métodos executivos, além de ilustrações do desenvolvimento daquela atividade. Abaixo, um modelo de PES com as informações necessárias para execução de contrapiso:

- Documentos de referencia:
 - a) Projeto arquitetônico
 - b) Levantamento planialtimétrico
 - c) Projeto de locação
 - d) Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho
 - e) Normas internas
- Materiais e Equipamentos:
 - a) Argamassa de cimento e areia;
 - b) Cimento;
 - c) Padiolas de madeira para dosagem de argamassa;
 - d) Baldes plásticos ou latas;
 - e) Talhadeira e ponteira;
 - f) Alavanca e ferro de cova;
 - g) Marreta;
 - h) Vassoura de piaçaba ou vassourão;
 - i) Nível a *laser*, mangueira ou nível alemão;
 - j) Trena metálica;
 - k) Colher de pedreiro;
 - l) Soquete (mínimo 8 kg);

- m) Régua de alumínio 1”x 2”;
- n) Desempenadeira de madeira;
- o) Peneira, quando necessário;
- p) Taliscas de madeira ou material cerâmico;
- q) Broxa;
- r) Pá e enxada;

- Composição da equipe de execução:

- a) Pedreiros
- b) Habilitados
- c) Serventes

- Principais riscos:

- a) Impacto
- b) Queda, quando for o caso;
- c) Contato com massa de cimento
- d) Ergonômico

- Equipamento de proteção individual:

- a) Capacete
- b) Bota de segurança
- c) Luva
- d) Cinto de segurança, quando necessário
- e) Camisa de manga comprida, quando for o caso

- Equipamento de Proteção Coletiva:

- a) Proteção de periferia (guarda-corpo ou cabo guia, plataforma)
- b) Fechamento de aberturas

- Método Executivo:

- a) Condições para o início dos serviços:

- A marcação e elevação da alvenaria devem estar concluídas.
- As tubulações elétricas, telefônicas e hidráulicas do piso devem estar executadas e testadas.
- Impermeabilização executadas para áreas molhadas

- b) Execução dos serviços:

- Preparar a base, retirando entulho, restos de argamassa ou materiais aderidos à base, por meio de alavanca, ferro de cova, marreta e talhadeira ou ponteira.
- A base deve estar livre de pó e de partículas soltas, eliminadas por meio de varrição.
- Remover óleo, graxa, cola, tinta ou produtos químicos.
- Transferir os níveis do contrapiso para cada ambiente a partir do RN, com nível a *laser*, mangueira ou nível alemão.

-Antes da execução, limpar a superfície e lavá-la com água em abundância

Figura 11: Marcação de nível



Fonte: PES 11 - Execução de contrapiso; FREIRE MELLO

- Assentar as taliscas nas posições definidas pelo mestre, com distanciamento máximo de 2 m.
 - Executar o assentamento das taliscas com argamassa idêntica à do contrapiso e com antecedência mínima de 24 h em relação à execução do contrapiso.
 - Nas áreas molhadas, executar as taliscas ao redor do ralo, de forma a garantir o caimento mínimo em sua direção.
- Espalhar e misturar o cimento com a água utilizando uma vassoura, formando uma fina camada de ligação entre a base e a argamassa-farofa que será aplicada.
- Produzir as mestras antes do lançamento da argamassa para execução do contrapiso como um todo, não sendo adequada sua prévia execução.
 - Espalhar a argamassa de contrapiso entre duas taliscas, para produzir as mestras, numa quantidade suficiente para sobrepor seu nível.
 - Compactar energeticamente a argamassa na região da mestra, de modo a obter um contrapiso de elevada compacidade.
 - Apoiando uma régua de alumínio sobre as taliscas, cortar a argamassa excedente até que toda a mestra fique no mesmo nível das taliscas.
 - Retirar as taliscas, com as mestras executadas, e preencher com argamassa o espaço entre as mestras, nivelando-o com régua metálica.
 - Aplicar a camada de aderência nos locais em que este serviço ainda não tenha sido executado.
 - Lançar a argamassa sobre a base, espalhando com a enxada, de modo que se ultrapasse o nível das mestras, quando a espessura total do contrapiso não superar 5 cm

Figura 12 Espalhamento de argamassa



Fonte: PES 11 - Execução de contrapiso; FREIRE MELLO

- Remover o excesso de água e iniciar o preparo da camada de aderência entre o contrapiso e a base, polvilhando cimento de superfície.
- Para espessuras maiores, o espalhamento da argamassa deverá ser feito em duas ou mais camadas consecutivas intercaladas pela compactação das camadas anteriores.
- Compactar a camada de argamassa com soquete de no mínimo 8 kg para garantir maior compacidade e resistência

Figura 13: Compactação com soquete padronizado



Fonte: PES 11 - Execução de contrapiso; FREIRE MELLO

- Após a compactação, se a camada ficar abaixo do nível das mestras, acrescentar argamassa, compactando-a novamente.

- Sarrafeiar toda a superfície com a régua metálica apoiada sobre as mestras até que seja atingido o nível das mestras

Figura 14: Sarrafeamento de argamassa entre mestras



Fonte: PES 11 - Execução de contrapiso; FREIRE MELLO

- Após o sarrafeamento, o deslocamento de pessoas sobre a argamassa fresca deve ser feito sobre pranchas.
- Terminado o serviço, a área deve ser isolada do trânsito de pessoas e equipamentos por um prazo mínimo de 02 dias.
- Mesmo após este prazo, o trânsito de equipamentos deve ser cuidadoso, principalmente os mais pesados ou com rodas metálicas de pequeno diâmetro, de maneira a preservar a regularidade da superfície do contrapiso.
- Aguardar o prazo mínimo de 07 dias para a cura do contrapiso, antes da colocação dos revestimentos, notadamente quando estes forem suscetíveis à umidade.

Figura 15: FVS de Execução de contrapiso

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO									FVS 11							
Serviço: EXECUÇÃO DE CONTRAPISÓ										Obra N°:							
Local:										Quantidade Executada:							
I NSPE Ç Ã O																	
Observações Adicionais		Não Inspeccionado				Aprovado				Reprovido (Refazer Serviço)			Reprovido (Problema Grave)				
No Voto		Em Branco				A				R			X				
Local Inspeccionado																	
Item de Inspeção		Método de Verificação				Tolerância		INSP									
Condições iniciais		Marcação e elevação do alvenaria concluídas. Tubulações elétricas e de telefone executadas e testadas.				-		1ª									
								2ª									
Nível das taliscas		Com nível a laser, mangueira ou alfileria após a execução das taliscas.				+ 5 mm		1ª									
								2ª									
Acabamento da superfície		Visual, após a conclusão do contrapiso				-		1ª									
								2ª									
Cimento nas áreas molhadas		Utilizando água, após a conclusão do contrapiso.				-		1ª									
								2ª									
Aderência com a base		Através de batidas no piso, após a conclusão do contrapiso.				-		1ª									
								2ª									
O C O R R Ê N C I A S E T R A T A M E N T O S																	
Nº	Descrição do problema					Solução Proposta					Reinspeção						
Verificado Por:						Data de Abertura da FVS:				Data de Fechamento da FVS:							
P R O D U Ç Ã O																	
Funcionário		Dias Trabalhados								Horas Totais		Valor das Horas		Valor da Produção		Valor Total	
TOTAL																	
Previsão de Custo			Controle da Produção								Resumo		Observações Quanto à Produção				
Hora do Oficial			Oficial (hora/Unid)								Custo Previsto						
Hora do ½ Oficial			½ Oficial (hora/Unid)														
Hora do Servente			Servente (hora/Unid)								Custo Apurado						
Preço do Serviço			Velocidade (Und/hora)														

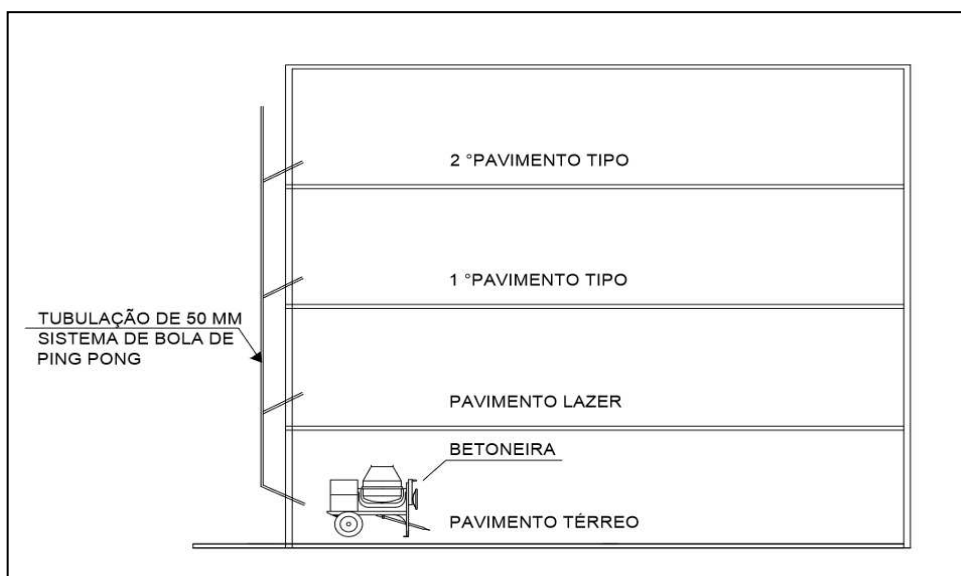
4) Reduzir o tempo de ciclo de produção

Este princípio da construção enxuta tem suas origens na filosofia *Just in Time*. É observado por exemplo, na fase de reboco interno, onde as caixinhas elétricas e eletrodutos são instalados antes do reboco, evitando assim o trabalho futuro de corte no reboco já finalizado.

Na fase de reboco interno, ao fim de cada dia é feito um levantamento da quantidade de argamassa que será necessária para execução do serviço do dia seguinte. Pela manhã, o betoneiro e um servente chegam mais cedo e quando a equipe de reboco chega ao pavimento de trabalho, já encontra uma quantidade suficiente de material para iniciar os serviços, reduzindo o tempo que envolve o processamento, espera e movimentação necessária para aquela atividade.

O transporte do material é uma atividade que não gera valor ao produto e é um dos quesitos que o princípio *Lean* tende a minimizar. Pensando nisso, foi adotado um mecanismo que consistia em uma prumada que ia do térreo ao ultimo pavimento com uma saída para cada andar. Ao ver que a argamassa estava terminando, o pedreiro solicitava o material anotando em uma bolinha de *ping pong* a quantidade de argamassa que precisava e qual andar referente e colocava na saída da prumada no pavimento. Esta bolinha chegava em uma caixa que ficava ao lado do betoneiro, que ao olhar o pedido, dava início à produção e ao finalizar, colocava no guincho de carga para entrega no pavimento que foi solicitado. Este mecanismo evitava desfalques na equipe de trabalho que era constituída de 3 pedreiros e 1 servente, evitando que um dos membros descesse para solicitar o material.

Figura 16: Croqui do mecanismo desenvolvido para pedido de argamassa



Fonte: Nilton Soares, 2016

5) Simplificar através do numero de passos ou partes

Uma forma de simplificação adotada na obra, foi a utilização de vergas pre moldadas fabricas no próprio canteiro de obras. São feitas formas de madeira com dimensões previamente calculadas, e um servente produz as vergas e as leva para o pedreiro aplicar, não necessitando parar o processo executivo para produção de vergas in loco.

Figura 17: Fabricação de vergas no canteiro de obras

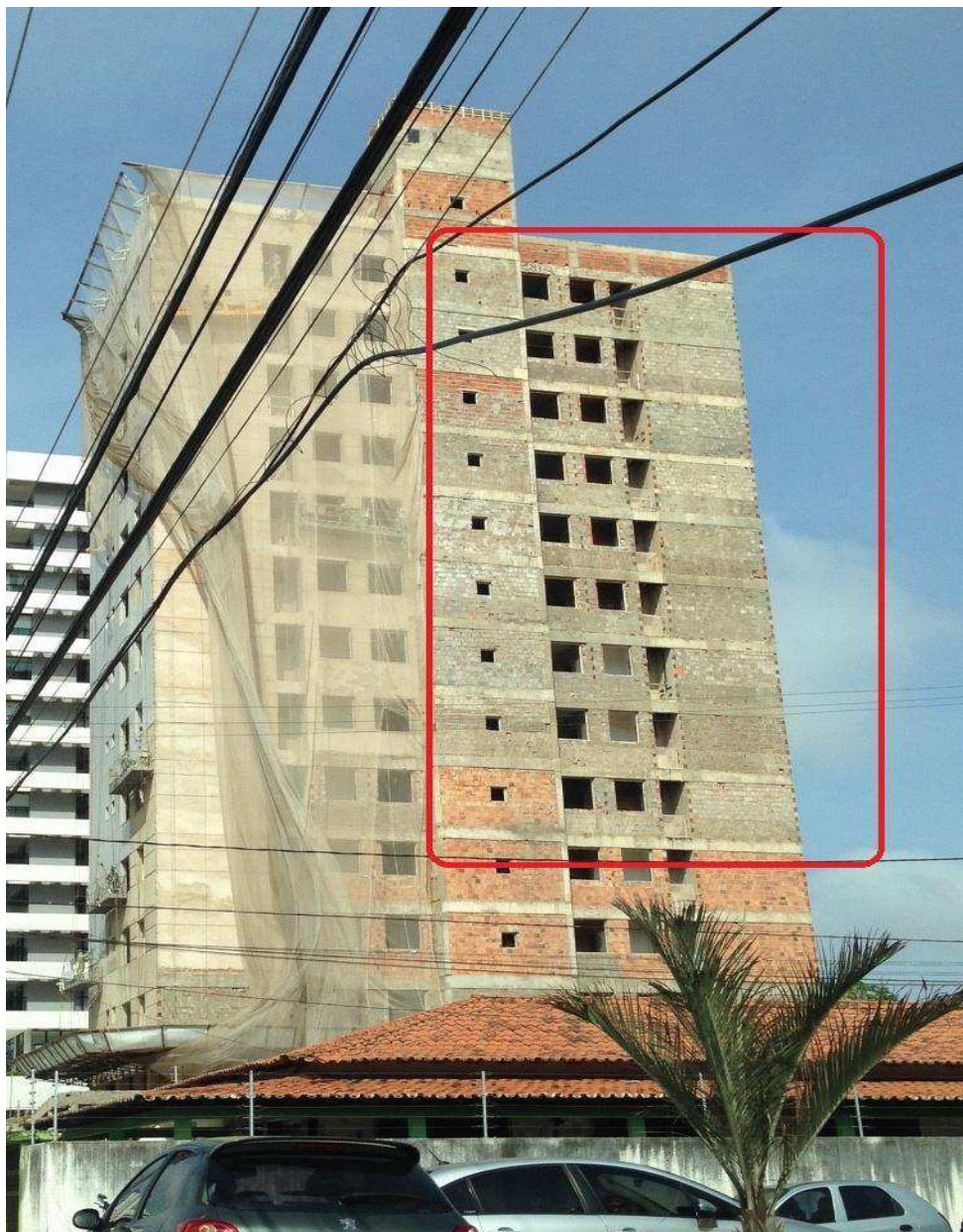


Fonte: autor

Outro mecanismo adotado para redução no numero de passos de um processo executivo, foi a técnica do Chapisco Horizontal. Antes de dar início à execução da alvenaria de vedação (alvenaria da periferia da laje), um servente colocava vários tijolos dispostos horizontalmente sobre a laje e com um rolo de pintura, fazia o chapisco nos blocos cerâmicos.

A alvenaria de vedação era realizada com os blocos já chapiscados em uma face, esta face voltada para parte externa do prédio, o que ja eliminaria o processo de chapisco externo. Este mecanismo foi adotado a partir do quarto pavimento.

Figura 18: Chapisco externo executado sem a necessidade de instalação de balancins.

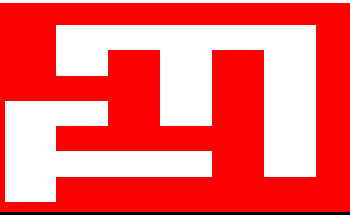


Fonte: Autor

6) Aumentar a flexibilidade na execução do produto

É disponibilizada a planta do apartamento com descrição e locação de todos os pontos elétricos e hidráulicos para o cliente, assim como o tipo de revestimento cerâmico utilizado. De antemão é feita a ressalva para que quaisquer alterações no projeto deverão ser feitas antes da execução daquele serviço que estava planejado para o apartamento referente. Esse procedimento possibilita a flexibilidade do cliente para alterar o layout do seu apartamento, fazendo assim com que a empresa satisfaça as exigências do consumidor.

Figura 19: Modelo padronizado de Proposta de Modificação utilizado pela construtora

	PROPOSTA DE MODIFICAÇÃO			
	Obra: ED. MONTE CARLO			Data: 24.10.14
	Proprietário: MARIA RAIMUNDA SOUZA			Unidade: 401
DESCRIÇÃO DAS MODIFICAÇÕES SOLICITADAS: 1) O PORCELANATO DA SALA, QUARTOS E CIRCULAÇÃO, SERÁ TIPO POLIDO E FORNECIDO PELA COMPRADORA; 2) PISO DA COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO, DEPÓSITO E WC 1, WC 2, SERÁ SUBSTITUIDO PELO PORCELANATO 60X60 –MARMORE BIANCO FORNECIDO PELA EMPRESA. 3) O PISO DO WC DA SUITE MASTER, PERMANECE O MESMO PORCELANTO DA EMPRESA. 4) AS BANCADAS DAS CUBAS, CONFORME SOLICITAÇÃO ANTERIOR SERÃO SUBSTITUIDAS PELA COMPRADORA.				
Assinatura do requerente:				Telefone :

PARECER DO ENGENHEIRO DA OBRA:
OBSERVAÇÕES DO PLANEJAMENTO TÉCNICO:
DECISÃO DA DIRETORIA:
SETOR COMERCIAL : Liberação
Numeração de controle

Em	/	/	Por:	Nº obra	Nº	Nº proposta

7) Aumentar a transparência no processo

Uma forma de atender as necessidades desse princípio da construção enxuta na obra estudada, é eliminando as barreiras visuais que possam vir a dificultar a visão do funcionário. Foi adotada um dispositivo sonoro em cada pavimento que soa um alarme 15 minutos antes do final do expediente. Ao soar este alarme, os funcionários iniciam a limpeza do seu local de trabalho, garantindo assim um ambiente visualmente mais harmônico.

Figura 20: Serviço de assentamento de alvenaria..



Fonte: Autor

Outra forma adotada pela empresa para aumentar a transparência nos processos, é a criação de um mural com os objetivos, metas semanais e níveis de produtividade que devem ser atingidos por cada frente de serviço, indicando a porcentagem representante deste serviço no cronograma geral da obra.

São adotados dispositivos visuais, tais como cartazes, demarcação e indicação de áreas de relevância dentro do canteiro de obras. Banners com a política de qualidade da empresa são colocados na entrada de cada pavimento, assim como tabelas de traços fixadas na área da betoneira, indicação do correto uso de epi's, etc.

8) Focar o controle no processo global

Ao final de todo mês, é realizada uma medição e aferição de todas as atividades realizadas na obra naquele período. Ao final deste processo, os dados são registrados e transformados em porcentagem baseado no cronograma da obra, fazendo com que haja um controle de produtividade e desempenho, garantindo que o empreendimento seja entregue dentro do prazo.

Este princípio é observado também na formação de parcerias com fornecedores no sentido de reduzir atividades que não agreguem valor no momento da entrega (como na etapa de descarregamento e estocagem de cimento, por exemplo). Quanto a qualidade do material, se não atender aos padrões da empresa, o responsável técnico não autoriza a entrada do produto no canteiro de obras. Este procedimento é realizado baseado na FVM (Ficha de Verificação de Material). O engenheiro responsável é informado e entra em contato com o fornecedor para tentar solucionar aquele problema, pedindo uma troca ou até mesmo mudando de fornecedor daquele suprimento.

9) Introduzir melhoria contínua no processo

Além dos treinamentos baseados no PES, os funcionários estão constantemente passando por treinamentos diversos, como por exemplo: como evitar acidentes, a importância do uso de EPI's, etc.

São criados incentivos aos funcionários para que possam bater suas metas estipuladas, como por exemplo um adicional financeiro por produção ou reconhecimento com algum prêmio da equipe que obteve melhor desempenho em uma atividade.

10) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Foram colocados avisos no guincho de carga de "Proibido o transporte de pessoas". Este procedimento foi tomado quando se observou o tempo de espera para um material subir até o pavimento ao qual foi requerido devido à indisponibilidade do guincho no momento. Este procedimento atuou na eliminação da atividade de espera do material, que não agrega valor ao produto.

11) Bench Marketing

Este é um princípio da construção enxuta que não é evidenciado na obra estudada. Devido ao fato da empresa ter 54 anos de experiência no mercado e ter seus procedimentos e técnicas específicas, ela não adota práticas de outras construtoras.

5 CONCLUSÃO

As adaptações em métodos executivos e a própria aplicação dos princípios da construção enxuta abordados no presente trabalho, esbarram no caráter tradicionalista da indústria da construção civil. Este conservadorismo tem como resultado uma baixa produtividade da construção civil quando comparado com as demais indústrias do setor, o que acaba atrasando o seu desenvolvimento de modo geral.

Os princípios da construção enxuta não impõem a implantação de novas tecnologias no canteiro de obras, eles abrem um leque de alternativas para que se possa ter uma melhoria contínua no processo produtivo. Foi com o pensamento de otimização do processo produtivo que foi desenvolvido mecanismos na obra estudada, como por exemplo o chapisco horizontal ou o mecanismo de pedido de material por meio da bolinha de *ping pong*.

Os princípios da construção enxuta e os métodos racionais desenvolvidos, quando aplicados na obra estudada, demonstraram resultados perceptíveis quanto ao aumento de produtividade e controle da produção e também na gestão, logística e armazenamento de suprimentos. Tais métodos adotados, evitaram desperdícios, retrabalhos ou problemas de gerenciamento em geral muito comuns na construção civil.

A pesquisa demonstrou a importância do gestor ou responsável técnico ter conhecimento sobre os processos produtivos e atividades a serem executados dentro e fora do canteiro de obras. Demonstra também a necessidade da padronização dos processos executivos, assim como fiscalização e incentivos fornecidos a funcionários. Todos esses procedimentos adotados e seguidos, garantiram a execução conforme planejado e a entrega do Edifício Monte Carlo 17 dias antes do que estava previsto em cronograma.

Pode-se concluir que a garantia do sucesso obtido pela construtora na execução do empreendimento estudado, teve suas origens em princípios como:

- a) Planejamento prévio e detalhado de todas as ações a serem executadas;
- b) Padronização dos serviços e materiais;
- c) Controle diário de todas as atividades executivas em processo no canteiro de obras (controle de qualidade em geral);
- d) Comunicação simples, clara e detalhada entre toda equipe envolvida;
- e) Organização e poder de decisão de toda a equipe técnica;

REFERENCIAS

ALARCON, L. F. **Tools for the identification and reduction of waste in construction projects**. Rotterdam: A.A. Bolkema, 1997.

ANTUNES, Anivaldo da Costa. **Comunidade da construção**: logística no canteiro de obras, utilizando os princípios da construção enxuta

BARANGER, P., Huguel G., **Gestão da Produção**: actores, técnicas e políticas, Edições Sílabo, Lda., 1994

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **PIB 2015**. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2015>. Acesso: 30 out. 2016.

DANLBAAR, B. Lean Production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design? **Human Relations**, v. 50, n. 5, 1997.

FREIRE MELLO LTDA. **A empresa**, Site da construtora <http://freiremello.com.br/>

FREIRE MELLO LTDA. **PES - procedimento de execução de serviço. Contrapiso – versão 05**. Pará, 2002.

FREIRE MELLO LTDA. **PES - procedimento de execução de serviço. Locação de obra versão 05**. Pará, 2002.

FREIRE MELLO LTDA. **PES - procedimento de execução de serviço. Formas para pavimento tipo – versão 05**. Pará, 2002.

FREIRE MELLO LTDA. **PES - procedimento de execução de serviço. Concretagem de peça estrutural – versão 05**. Pará, 2002.

FREIRE MELLO LTDA. **PES - procedimento de execução de serviço. Chapisco – versão 05**. Pará, 2002.

FREIRE MELLO LTDA. **PES - procedimento de execução de serviço. Reboco – versão 05**. Pará, 2002.

FREIRE MELLO LTDA. **PES - procedimento de execução de serviço. Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos – versão 05**. Pará, 2002.

FREIRE MELLO LTDA. **FVS - ficha de verificação de serviço. Contrapiso – versão 05**. Pará, 2002.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: aplicações e inovações.** Recife: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza / UFPE, 2000. cap.2.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction. CIFE Technical Report #72.** Palo Alto, California: Stanford University, 1992

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação Profissional, referencias curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico.** Brasília, 2000.

OYAMA , Raphael deAraújo. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em uma obra vertical.**

PINTO, Tarcísio. De volta à questão do desperdício. **Construção.** São Paulo, n.271, p.34- 35, dez. 1995.

REVISTA ESPACIOS, v. 37, n. 21, 2016.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.,** Porto Alegre Artmed, 1996.

SOUZA, Ubiraci E. L. de. **Como reduzir perdas nos canteiros:** manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005

WIGINESCKI, Beatriz. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo.** Curitiba, 2009

WOMACK, K. P.; JONES, D.T; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1992.

WOMACK, James; JONES, Daniel. **A Mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

PES - LOCAÇÃO DE OBRA

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projeto arquitetônico
- Levantamento planimétrico
- Projeto de locação
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho
- Normas internas

2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ☐ Pernamancas • Tábua de madeira vermelha • Meia-tábua • Pregos 2½ x 11 • Pregos 1½ x 15 ☐ Arame recozido ou galvanizado nº 18 • Tinta para marcação • Aguarrás • Aparelho de nível a <i>laser</i> ou nível de borracha • Pá ☐ Enxada ☐ Esquadro | <ul style="list-style-type: none"> ☐ Cavadeira • Carrinho de mão ☐ Serrote ☐ Martelo ☐ Prumo de centro • Trena metálica • Linha de náilon ☐ Rolo de espuma pequeno ☐ Pincel fino • Lápis de carpinteiro • Gabarito de letras e números, quando necessário • Serra circular, quando necessário. |
|---|--|

3. SEGURANÇA DO TRABALHO COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE EXECUÇÃO

- Mestre, Carpinteiros, habilitados e serventes.

PRINCIPAIS RISCOS

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Perfurações • Corte • Impacto • Choque elétrico (serra circular); • Ruído (serra circular); | <ul style="list-style-type: none"> • Radiação não ionizante; • Projeção de partículas; • Queda, quando for o caso; • Ergonômico |
|---|---|

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacete • Bota de segurança • Luva | <ul style="list-style-type: none"> • Óculos de proteção • Protetor auricular, quando necessário. |
|---|--|

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA

- Proteção da serra circular;
- Guarda-corpo, quando necessário;
- Escoramento, quando necessário;

4. MÉTODO EXECUTIVO

Condições para o início da execução do serviço

- Terreno limpo e desimpedido.

Execução da locação

- Definir a referência de nível (RN) da obra e a referência pela qual será feita a locação da obra que poderá ser uma lateral alinhada do terreno ou uma outra referência qualquer.

- Para tomada de decisão, é aconselhável sempre confrontar o levantamento planimétrico com o projeto de locação e as divisas do terreno de modo a escolher a melhor referência.
- Elaborar a tabela de marcação conforme o modelo em anexo, colocando as coordenadas dos pilares em relação à origem do sistema de eixos XY.
- A tabela deve ser organizada em ordem crescente de uma das coordenadas.

ATENÇÃO

Os pilares que possuírem eixo diferente do eixo do bloco devem ser destacados durante a análise do projeto de fundação, para facilitar o preenchimento da tabela de locação.

- Executar o gabarito após a definição da referência para locação e conferências do terreno.
- O Gabarito consiste num polígono de lados ortogonais que circunscreve a edificação a ser locada (Figura 01).



Figura 01 – Execução do gabarito.

- Conferir esquadro, alinhamento e nivelamento dos lados do gabarito.
- Executar o gabarito em degraus, quando o terreno apresentar um caimento elevado, os degraus devem acompanhar a configuração em planta do gabarito, mas sempre em perfeito nível, esquadro e alinhamento.
- Marcar uma das faces do gabarito com uma trena metálica e uma linha de náilon, obedecendo uma distância de pelo menos 1,5 m da face da edificação, a partir da referência escolhida no terreno.
- Marcar as demais faces do gabarito a partir dessa face e do projeto de locação.
- O gabarito poderá coincidir com a linha de divisa em caso de obras limítrofes.
- Quando o terreno ou a obra forem irregulares pode ser conveniente trabalhar com um gabarito auxiliar esquadrejado, para a transferência de eixos.
- Executar o gabarito com pernamancas aprumadas e fixadas ao solo (Figura 02), faceando sempre o mesmo lado da linha de náilon, e espaçadas, no máximo, 2,0 m uma da outra.
-

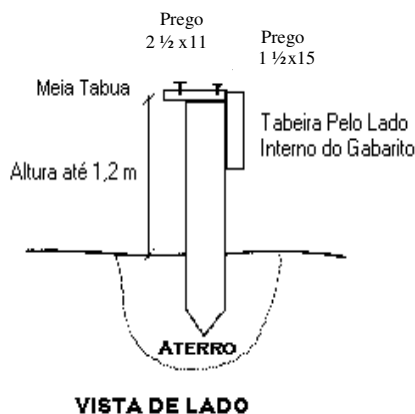


Figura 02 – Pernamanca Aprumada e fixada ao solo.

- Cortar as pernancas de maneira que seus topos formem uma linha horizontal perfeitamente nivelada, a uma altura do solo de até 1,2 m. (recomenda-se em geral, que o nível do gabarito, fique no mínimo cerca de 20 cm acima do nível predominante da edificação).
- Pregar tábuas niveladas na face interna das pernancas formando a chamada “tabeira” (Figura 03).

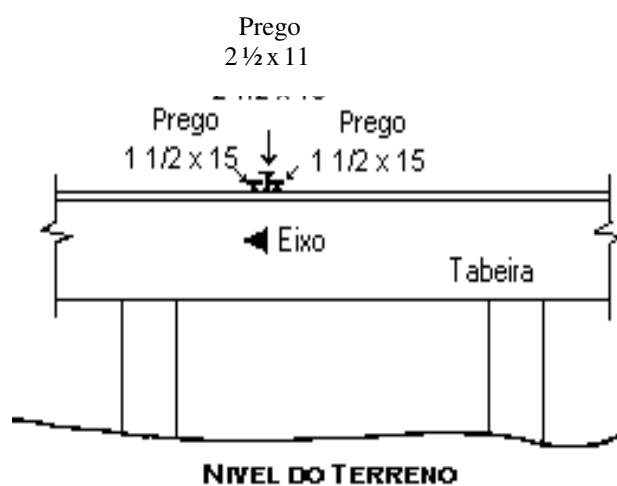


Figura 03 – Tabeira.

- Pregar as meia-tábuas no topo das pernancas. Em seguida, verificar o esquadro de todos os cantos por triangulação, com medidas 3 m , 4 m e 5 m ou seus múltiplos maiores possíveis. Travar o gabarito com mãos-francesas.
- Para os casos especiais, em que a tabeira fique acima de 1,5 m de altura, prever contraventamento de alguns vãos em pontos estratégicos, a fim de assegurar a perfeita imobilidade do conjunto.
- Recomenda-se pintar o gabarito com esmalte sintético na cor branca.
- Marcar os eixos X e Y no gabarito utilizando um ponto de referência fixo e claramente identificado no terreno.
- Essa marcação deve ser feita com base na planta de locação fornecida pelo projetista.
- Os eixos devem ser identificados com tinta esmalte sintético na cor vermelha e pincel fino, ou com o gabarito de letras e números, evitando-se o seu remonte.
- Cravar um testemunho com um prego protegido abaixo dos eixos principais (X e Y) locados no gabarito, o que permitirá checagens constantes caso ocorra algum deslocamento do gabarito.
- Marcar o gabarito de acordo com a tabela, a partir dos eixos X e Y, utilizando trena metálica, esquadro e lápis de carpinteiro.
- O risco deve ser feito sobre a meia-tábua e sobre a tabeira.
- Nos pontos marcados fixar dois pregos 1 1/2 x 15 espaçados em cerca de 1 mm, um de cada lado do risco feito com lápis de carpinteiro.
- No alinhamento do risco, porém, na região posterior do sarrafo de topo, fixar um prego 2 1/2 x 11.
- Conferir o esquadro, o alinhamento e o nível do gabarito, bem como a marcação de todos os pilares e das estacas.

- Sugere-se que esta conferência também seja realizada por um engenheiro e/ou mestre de outra obra da empresa de maneira a evitar a ocorrência de erros.
- Após consolidação da marcação, cravar os pregos deixando-os 1 cm para fora da madeira.
- Pintar o nome dos pilares sobre a tabeira, ao lado dos riscos correspondentes, utilizando tinta esmalte sintético na cor vermelha e o pincel fino, ou o gabarito de letras e números.
- Esticar um arame pelos dois eixos do elemento estrutural a ser locado (pilar, sapata, tubulão, estaca, etc), usando um prego 2 ½ x 11 para fixação.
- O cruzamento dos arames de cada eixo definirá a posição do elemento estrutural no terreno.
- Para elementos com seção circular, descer um prumo pelo centro do elemento.
- Para elementos com seção não circular, ou seja, triangulares, retangulares ou poligonais em geral, descer um prumo em cada lateral para definição da posição das faces.
- Cravar um piquete nos pontos definidos pelo prumo e locar as fôrmas e os gualhos.
- Impedir que pessoas permaneçam sentadas, coloquem pesos ou cruzem o gabarito pisando sobre sua superfície.
- Executar proteções ou prever passagem para pessoas e equipamentos, caso seja necessário.
- A configuração final do gabarito está ilustrada na Figura 04.

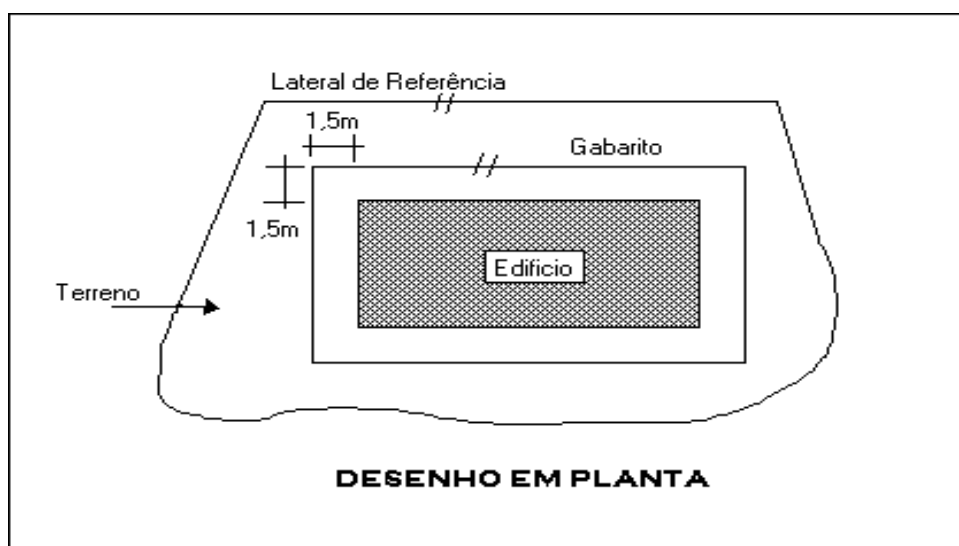


Figura 04 - Configuração final do gabarito.

4. FORMULÁRIOS E MODELOS EM ANEXO:

- FORM.37 – FVS.01
- Modelo de Planilha de Locação de Obra

Elaborado/revisado por:		Aprovado para uso:	
/	/	/	/
Aline Henriques		Mário José F. Soares	
Data		Data	

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO					FVS 01				
	SERVIÇO: LOCAÇÃO DE OBRA					Obra nº:				
	LOCAL:					Quantidade Executada:				
I N S P E Ç Ã O										
Observações Adicionais		Não Inspeccionado		Aprovado		Reprovado (Refazer Serviço)			Reprovado (Problema Grave)	
No Verso		Em Branco		A		R			X	
Local Inspeccionado										
Item de Inspeção	Método de Verificação	Tolerância	INS	P						
Condições Iniciais	Visual. Terreno limpo e desimpedido e planilha para locação disponível.	-	1ª							
			2ª							
Nível e esquadro do gabarito	Conferir com o nível a laser ou de mangueira em relação a RN. Esquadro e trena, formando os cantos com 3, 4 e 5.	± 3 mm	1ª							
			2ª							
Locação dos eixos	Utilizar a trena metálica e um ponto de referência fixo e identificado.	± 2 mm	1ª							
			2ª							
Prumo dos eixos	Verificação com prumo de centro ou prumo a laser	± 2 mm	1ª							
			2ª							
O C O R R Ê N C I A S E T R A T A M E N T O S										
Nº	Descrição do problema			Solução Proposta				Reinspeção		
Verificado por:			Data de abertura da FVS:			Data de fechamento da FVS:				

P R O D U Ç Ã O																	
Funcionário	Dias Trabalhados												Horas Totais	Valor das Horas	Valor da Produção	Valor Total	
TOTAL																	
Previsão de custo						Controle da produção						Resumos		Observações quanto a produção			
Hora do Oficial						Oficial (hora/Und)					Custo previsto						
Hora do 1/2 Oficial						1/2 Oficial (hora/Und)											
Hora do Servente						Servente (hora/Und)					Custo apurado						
Preço do Serviço						Velocidade (Und/hora)											

PES - FORMAS PARA PAVIMENTO TIPO

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ☐ Projeto de arquitetura;
- ☐ Projeto estrutural;
- ☐ Projeto de formas, quando houver;
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho;
- ☐ Normas internas.

2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Chapas de madeira compensada; • Pernamancas; • Tábuas de madeira; • Pontaletes, sarrafos e cunhas de madeira; • Escoramento metálico ou de madeira; • Pregos; • Linha de náilon; • Trena metálica; • Prumos de centro e de face; • Mangueira de nível; • Aparelho de nível a <i>laser</i>; • Esquadro metálico; • Martelo; • Marreta; • Eletroduto PVC de ½”; • Aço; | <ul style="list-style-type: none"> ☐ Serrote; ☐ Serra circular; • Furadeira ou trado metálico, quando necessário; ☐ Disco de corte; ☐ Tensores; • Espaçadores; ☐ Distanciadores (galgas); ☐ Desmoldante; ☐ Broxa, pincel ou rolo; • Gabarito de letras e números; • Tinta a óleo ou esmalte; ☐ Cordas e redes; ☐ Escadas ou cavaletes; • Desformador (pé de cabra, alavanca e outros); • Cantoneira L em ferro, se necessário; ☐ Ponteira ou talhadeira. |
|---|---|

3. SEGURANÇA DO TRABALHO

COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE EXECUÇÃO

- Carpinteiros, habilitados e serventes.

PRINCIPAIS RISCOS

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Impacto • Prensagem • Perfurações • Queda • Projeção de partículas | <ul style="list-style-type: none"> • Ruído • Corte • Ergonômico • Choque elétrico (serra circular) |
|--|--|

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacete • Bota de segurança • Luva | <ul style="list-style-type: none"> • Óculos de proteção • Cinto de segurança, quando necessário. • Protetor auricular, quando necessário. |
|---|--|

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA

- Proteções de periferia (guarda-corpo ou cabo guia e plataforma)
- Proteção da serra circular
- Cancela, quando houver guinchos
- Fechamento de aberturas de piso.

4. MÉTODO EXECUTIVO

Fabricação de formas na obra

- Os painéis devem ser fabricados em função do seu tamanho e peso, para facilitar a montagem, o transporte e a desmontagem.

Condições para o início da fabricação

- Projeto de forma disponível e se necessário, detalhado.
- A central de formas deve estar montada, com os equipamentos instalados

Procedimento para a fabricação de formas na obra

- Medir e marcar as chapas de acordo com o projeto.
- Cortar e montar os painéis.

ATENÇÃO

As superfícies de corte devem ser planas e lisas, sem apresentar serrilhas. Os topos de chapas devem ser selados com tinta à óleo ou esmalte, tão logo as peças sejam serradas na bancada. Atentar para o corte das peças observando cuidadosamente as dimensões de projeto, com uma tolerância de ± 3 mm.

- Identificar os painéis com a numeração prevista no projeto, com tinta à óleo ou esmalte em local visível. Se for o caso utilizar gabarito.
- Abrir os furos necessários nos painéis, utilizando brocas ou trado metálico.
- Pintar nas formas, as posições de seus elementos de sustentação (garfos simples, garfos com mão-francesa, escoramento e reescoramento), para facilitar o processo de montagem.
- Manter a central de produção constantemente limpa e organizada, removendo as sobras de material (serragem e pontas de madeira).

ATENÇÃO

O reaproveitamento dos painéis para a fabricação das formas decorre do tipo de chapa escolhida e não da sua espessura, desde que as peças sejam manuseadas com o devido cuidado. Assim para chapas plastificadas são previstos os seguintes reaproveitamentos:

- Chapa tipo “A”: 20 a 25;
- Chapa tipo “B”: 14 a 15;
- Chapa tipo “C”: oito reaproveitamentos.

Para o escoramento com madeira recomenda-se o uso de madeira vermelha, devido a seu bom desempenho.

Conferência e estocagem de forma pronta

- Ao término da confecção o mestre deverá conferir os painéis pelo número de ordem, utilizando o projeto de formas e/ou o estrutural.
- Conferir as chapas inteiras, escoras de lajes, os garfos (escoras de vigas), as longarinas e guias.
- Verificar se os topos dos painéis estão selados adequadamente e se a superfície de corte apresenta-se perfeita.
- Checar o espaçamento dos sarrafos e a espessura dos painéis.
- Estocar os painéis na posição horizontal sobre pernambancas, em área limpa, arejada e protegida da ação do sol e da chuva. É importante a separação dos painéis por tipo.

Montagem das formas

Condições para o início da montagem das formas

- O local de serviço deve estar limpo e desimpedido.
- Os eixos principais do edifício devem ser transferidos pelo mestre para a laje em execução e verificados pelo engenheiro.
- Caso seja necessário, devido a interferências (pilares, poço do elevador, etc.) que impossibilitem a locação dos galgãos pelos eixos principais, deve-se adotar eixos secundários para realização da tarefa.
- O nível de referência será transferido para a laje em execução, através de um ponto localizado, em geral, próximo à caixa de escada ou ao poço do elevador. Este ponto será marcado a uma altura de 1 m, 1,10 m ou ao nível da primeira emenda do painel de pilar. Para a primeira laje, o nível deve ser transferido a partir da RN da obra.

Processo de montagem das formas

- Os eixos de referência e os gualhos devem ser marcados no dia seguinte à concretagem da laje, sob a supervisão e participação do mestre. A **Figura 1** ilustra a locação dos gualhos a partir dos eixos principais.
- Durante a marcação dos gualhos, evitar o trânsito de pessoas estranhas ao serviço e de materiais e equipamentos no pavimento em questão.
- A locação dos gualhos deve ser liberada pelo engenheiro da obra, em conjunto com o mestre, utilizando-se sempre a mesma trena metálica.

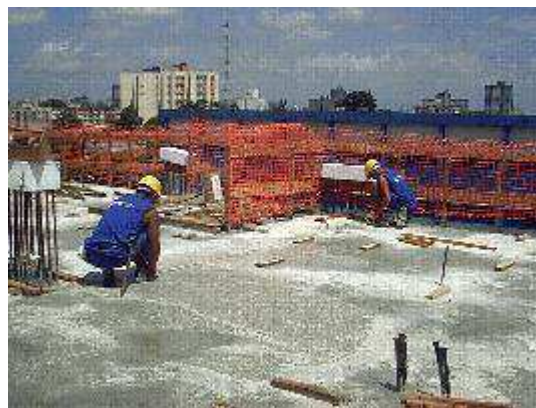


Figura 1 – Locação dos gualhos de pilar a partir dos eixos principais.

- O uso de gualhos não nivelados é o procedimento usual. Entretanto, é possível usar gualhos nivelados, desde que o prumo das formas dos pilares seja novamente conferido. O gualho deve estar bem fixo na laje ou encunhado, conforme indicado na **Figura 2**.
- Se necessário apicoar o concreto da base dos pilares, removendo a nata de cimento depositada na superfície.
- Fixar dois pontaletes-guia bitolados nos gualhos, aprumando-os e travando-os com mãos-francesas em duas direções do pilar. Ajustar a base da mão francesa com o chumbador (mosquito) fixado na laje. Verificar a imobilidade do conjunto, da mão francesa e do chumbador.
- Passar desmoldante nas faces internas das formas de pilar, exceto para a primeira utilização.



Figura 2 - Gualho de pilar de borda fixado à laje recém concretada

ATENÇÃO

Os tirantes e os sarrafos do prumo poderão, a critério do engenheiro de obra, ou quando especificado em projeto, ser substituídos por cantoneiras “L” em ferro. Do mesmo modo, à critério do engenheiro ou quando em projeto, ao invés da gravata de amarração poderá se usar um cavalete externo reforçado.

- Marcar nos pontaletes-guia o nível que deve chegar a extremidade superior do painel de baixo para conferência durante o processo de montagem. Montar as faces laterais menores e a de fundo dos pilares, pregando-as no pontalete-guia. Conferir o encontro das faces no topo do pilar com um esquadro metálico.
- Nivelar as faces montadas, verificando a abertura na base do pilar para a colocação ou não de mosquito, em função de problemas de nivelamento da laje concretada. Verificar o prumo do conjunto, como na **Figura 3**.
- Colocar a armadura, **Figura 4**, conferindo espaçadores para garantir o cobrimento e posicionando as galgas, para impedir o estrangulamento da seção interna da forma. Recomenda-se usar espaçadores plásticos.



Figura 3 - Montagem de forma de pilar com conferência de prumo.



Figura 4 - Armaduras posicionadas, com as faces da forma do pilar devidamente travadas.

ATENÇÃO

Nos pilares com mais de 2,5 m de altura, prever, em caso de necessidade, uma janela de inspeção para limpeza antes da concretagem.

- Fechar a outra face do pilar, posicionar os tubos e a barras roscada, conforme indicação da **Figura 5**, e travar todas as laterais com barras roscada e cantoneiras em L, conforme **Figura 6**.



Figura 5 - Posicionamento de mangueira e tirante



Figura 6 - Travamento de forma de pilar por meio de gravatas, tensores e castanhas

- A barra roscada utilizada para travamento do pilar deve ser embutida em tubo eletroduto pvc de $\frac{1}{2}$ " ou $\frac{3}{4}$ ". Estes tubos poderão ser posteriormente retirados e reaproveitados, se o eletroduto for mantido funcionará como galga, minimizando o uso de peças específicas para esse fim. O espaçamento tanto horizontal quanto vertical dos eletrodutos deve ser compatível com a resistência de escoamento do aço utilizado como tirante. Tais detalhes devem ser previstos no projeto de fôrmas.
- Passar desmoldante nas formas de viga, procedimento é dispensável quando se tratar da primeira utilização.
- Lançar os fundos de viga a partir das cabeças dos pilares, apoiando-os diretamente em alguns garfos do vão, ver **Figura 7**. Essas posições poderão estar marcadas com tinta na face aparente do painel de fundo da viga.
- Pontear o fundo de viga na cabeça dos pilares e nos garfos, deixando de um lado a espessura do painel lateral e do outro, esta espessura mais um espaço suficiente para o encunhamento. Ao menos em um dos encontros com os pilares, deve-se prever um mosquito para facilitar a desforma.
- Em alguns casos, principalmente quando da montagem de vigas curtas, admite-se o início da pelo painel lateral.
-

ATENÇÃO

O encaixe dos fundos de viga entre pilares deve ser perfeito. A presença de folgas indica que os pilares não estão no prumo, sendo necessário corrigi-los antes da continuação dos trabalhos. Além disso, os garfos posicionados no vão devem estar apurados e alinhados.

- Passar uma linha de náilon unindo os dois pilares. Nivelar os fundos de viga com cunhas de madeira aplicadas na base dos garfos, tomando a linha de náilon como referência.



Figura 7 – lançamento dos fundos de viga, a partir da cabeça dos pilares.



Figura 8 - Posicionamento dos painéis laterais das vigas sem o seu encunhamento.

- Em seguida, posicionar os demais garfos, nas posições também marcadas a tinta na forma, travando-os com um sarrafo ponteadado a meia altura dos garfos já fixados. Com o auxílio de cunhas, levantar os demais garfos até o nível correto, encostando-os no fundo da viga. Posicionar os painéis laterais, encostando-os na borda do painel de fundo, conforme ilustra a **Figura 8**.
- Preguar os sarrafos-guia na lateral dos garfos, a uma distância igual à altura da longarina, medida a partir do fundo do assoalho; estes servirão de apoio para as longarinas da forma da laje, como na **Figura 9**. Posicionar as longarinas devidamente escoradas de acordo com o previsto no projeto. As longarinas devem ser apoiadas em escoras de madeira sobre cunhas ou em escoras metálicas. O uso de escoras telescópicas metálicas facilita o posterior nivelamento da laje.



Figura 9 – Forma montada com o assoalho da laje apoiado sobre longarinas e estas apoiadas sobre o sarrafo guia e escoras.

ATENÇÃO

Antes da montagem do assoalho da laje:

1. As longarinas deverão ser ponteadas no sarrafo-guia para evitar deslizamento.
2. A linha central dos vãos com mais de 2 escoras, será contraventada no sentido perpendicular ao das longarinas.

- Lançar o assoalho da laje do andar superior sobre as longarinas, seguindo o projeto. Pode-se marcar a posição das paredes no assoalho da laje, a fim de facilitar o trabalho e evitar erros na locação de tubulações e gabaritos de furação.
- Para facilitar a desforma, deve-se pregar uma alça de corda na primeira chapa do assoalho a ser desformada, preferencialmente uma chapa de meio.
- Transferir o eixo da obra para a laje que esta sendo montada. Conferir a posição dos topos dos pilares. Passar duas linhas de náilon unindo as cabeças de dois pilares, faceando-as com a parte superior das laterais da forma de viga, Verificando o alinhamento das mesmas.
- Pregiar o assoalho nos sarrafos laterais das formas de vigas. Este encontro de peças deve ser perfeito, sem folga.
- Pregiar o restante do assoalho nas longarinas, quando necessário.
- Nivelar os panos de laje e verificar contraflecha, ajustando a altura das escoras de apoio por meio de cunhas. Conferir o nivelamento com nível e linha de náilon colocados na parte superior ou inferior da forma.
- Travar as laterais das vigas internas com cunhas duplas pressionadas contra um dos dentes dos garfos. Nas vigas de borda, é necessário travar os garfos com mãos-francesas ou tirantes.
- Para vigas isoladas, é preciso assegurar a sua largura pregando sarrafos de travamento nas bordas superiores.
- Verificar o esquadro da laje através de medidas diagonais.
- Passar desmoldante em toda a superfície do assoalho.
- Fixar na forma de laje os gabaritos de furação elétrica e hidráulica.

3.1.4. Processo de desforma

- A desforma começa pelos pilares, soltando-se as barras roscadas.
- Retirar os painéis, desprendendo-os com o desformador ou por intermédio de cunhas.
- Posicionar as reescoras das vigas nos locais previamente marcados na forma.
- Retirar os sarrafos-guia e remover as cunhas laterais e da base dos garfos, para soltá-los.
- Desformar as laterais das vigas.
- Posicionar o reescoramento nas tiras do assoalho da laje, conforme marcação na forma.
- Retirar as escoras e longarinas.

- Desformar os painéis da laje, começando pela peça munida de alça.
- Em vigas e lajes em balanço, efetuar a desforma da borda livre em direção ao apoio, segundo orientação do mestre ou engenheiro da obra.
- Limpar os painéis, deixando-os prontos para o próximo ciclo de produção.
- Manter o reescoramento pelo tempo especificado pelo projetista, conforme a **Figura 10**.



Figura 10 – Lajes e vigas reescoradas

ATENÇÃO

Manusear as peças com cuidado para não danificar as formas. Painéis de maiores dimensões e principalmente pilares de canto podem ser preservados, amarrando-os com cordas para evitar eventuais choques ou quedas.

Para separar a forma de viga da forma de laje, usar uma cunha entre o sarrafo de pressão e o assoalho da laje. Se não for possível a desforma da viga desse modo, devido ao excesso de garfos muito próximos, retirar as escoras do terço central do vão, posicionar as reescoras e, só então, tirar as escoras e o reescoramento dos terços das extremidades.

Para evitar danos às longarinas, aos assoalhos e painéis de vigas devido a quedas, pode-se usar uma rede, cordas ou cavaletes de apoio sob a laje, de maneira a amortecer os impactos.

OBSERVAÇÃO
- O tempo mínimo de desforma das peças concretadas deve ser especificado pelo projetista e dependerá do concreto e de sua cura. Para concretos usuais com cura úmida, podemos ter: - painéis laterais de vigas: desforma após 36 horas, seguida de reescoramento; - assoalho de laje: desforma após 65 horas, seguida de reescoramento. - A viga só deve receber armação pelo menos dez horas depois do fim da concretagem dos pilares.

4. FORMULÁRIOS E MODELOS EM ANEXO:

- FORM.38 – FVS.02-A1
- FORM.39 – FVS.02.A2
- FORM.49 – FVS.06.C : Para forma de laje, utilizar este formulário (ver PES.06.C).

Elaborado/revisado por: Aline Henriques / / Data	Aprovado para uso: Mário José F. Soares / / Data
---	---

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO										FVS.02.A1								
	Serviço : FABRICAÇÃO DA FORMA DO PAVIMENTO TIPO										Obra Nº :								
	Local :										Quantidade Executada :								
I N S P E Ç Ã O																			
Observações Adicionais				Não Inspeccionado				Aprovado				Reprovado (Refazer Serviço)				Reprovado (Problema Grave)			
No Verso				Em Branco				A				R				X			
Local Inspeccionado																			
Item de Inspeção		Método de Verificação				Tolerância		INSP											
Condições iniciais		Visual. Projeto de forma, ambiente limpo e desimpedido e equipamentos disponíveis.				-		1ª											
								2ª											
Dimensionamento das peças		Usar trena metálica				± 3,0 mm		1ª											
								2ª											
Identificação, proteção dos topos e marcação dos escoramentos		Visual. Trena metálica				± 5,0 mm		1ª											
								2ª											
Estocagem		Visual. Posição horizontal em cima de pernambancas e por peças				-		1ª											
								2ª											
O C O R R Ê N C I A S E T R A T A M E N T O S																			
Nº		Descrição do Problema				Solução Proposta				Reinspeção									
Verificado Por:						Data de Abertura da FVS:						Data de Fechamento da FVS:							
P R O D U Ç Ã O																			
Funcionário		Dias Trabalhados												Horas Totais	Valor das Horas	Valor da Produção	Valor Total		
TOTAL																			
Previsão de Custo				Controle da Produção				Resumos				Observações Quanto a Produção							
Hora do Oficial				Oficial (hora/Und)				Custo Previsto											
Hora do ½ Oficial				½ Oficial (hora/Und)															
Hora do Servente				Servente (hora/Und)				Custo Apurado											
Preço do Serviço				Velocidade (Und/hora)															

FORM. 38/02

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO										FVS.02.A2								
	Serviço : MONTAGEM DA FORMA DO PAVIMENTO TIPO										Obra Nº :								
	Local :										Quantidade Executada :								
I N S P E Ç Ã O																			
Observações Adicionais				Não Inspeccionado				Aprovado				Reprovado (Refazer Serviço)				Reprovado (Problema Grave)			
No Verso				Em Branco				A				R				X			
Local Inspeccionado																			
Item de Inspeção		Método de Verificação				Tolerância		INSP											
Condições iniciais		Visual. Ambiente limpo e desimpedido. Projeto de forma e equipamentos disponíveis. Inspeccionar as peças de madeira.				-		1ª											
								2ª											
Lançamento dos eixos principais e nível de referência.		Trena metálica, nível a laser e/ou prumo de centro e/ou nível de borracha				± 3,0 mm		1ª											
								2ª											
Prumo e nível das peças.		Nível a laser, e/ou prumo de face, e/ou nível de borracha.				laje/viga/pilar: ± 3,0 mm escoramento: ± 5,0 cm		1ª											
								2ª											
Limpeza final		Visual : recolher pedaços de papel, madeira e outros objetos soltos nas formas.				-		1ª											
								2ª											
O C O R R Ê N C I A S E T R A T A M E N T O S																			
Nº		Descrição do Problema						Solução Proposta						Reinspeção					
Verificado Por:						Data de Abertura da FVS:						Data de Fechamento da FVS:							
P R O D U Ç Ã O																			
Funcionário		Dias Trabalhados												Horas Totais	Valor das Horas	Valor da Produção	Valor Total		
TOTAL																			
Previsão de Custo						Controle da Produção						Resumos		Observações Quanto a Produção					
Hora do Oficial						Oficial (hora/Und)						Custo Previsto							

Hora do ½ Oficial		½ Oficial (hora/Und)		
Hora do Servente		Servente (hora/Und)		Custo Apurado
Preço do Serviço		Velocidade (Und/hora)		

FORM. 39/03

PES - CONCRETAGEM DE PEÇA ESTRUTURAL

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projeto arquitetônico
- Levantamento planimétrico
- Projeto de locação
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho;
- Normas internas.

2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Nível a *laser* ou de borracha
- Pá
- Enxada
- Água
- Latas e ou baldes
- Lona plástica
- Carrinho de mão ou gerica
- Vibrador
- Guincho
- Colher de pedreiro
- Régua de alumínio, madeira ou vibratória
- Tripés plásticos, espaçadores.
- Iluminação, quando for o caso.

3. SEGURANÇA DO TRABALHO

COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE EXECUÇÃO

- Oficiais, habilitados e serventes.

PRINCIPAIS RISCOS

- Prensagem
- Perfurações
- Corte e escoriações.
- Impacto
- Ruído
- Choque elétrico
- Vibração
- Radiação
- Queda
- Ergonômico
- Projeção de partículas, quando for o caso

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

- Capacete
- Bota de segurança
- Protetor auricular
- Luva
- Óculos de proteção

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA

- Proteções de periferia (guarda-corpo ou cabo guia, plataforma)
- Tela de proteção
- Cancela, quando houver elevadores
- Escadas ou cavaletes
- Fechamento de aberturas de piso.

4. MÉTODO EXECUTIVO

Condições para o início dos serviços

- Para estruturas de edifícios (lajes, vigas e pilares) o pavimento inferior deve estar liberado, a fim de assegurar que o carregamento da nova concretagem não comprometa a estrutura, atentando para o reescoramento dos pavimentos inferiores.
- Formas executadas e limpas, o desmoldante aplicado e eixos verificados.
- Base dos pilares tampadas evitando o escorrimento da nata da concretagem.
- Armaduras posicionadas e conferidas com espaçadores instalados.
- Proteções de periferia instaladas no perímetro da área a ser concretada.
- Equipamentos e a equipe de trabalho dimensionados considerando o transporte horizontal inferior e superior e o vertical.
- Observar eventuais níveis de parada do concreto e a necessidade da criação de juntas frias.
- Delimitar e desobstruir as áreas de acesso desde a descarga do concreto até o guincho.
- Prever, quando necessário, caminhos de acesso sobre as peças a serem concretadas, conforme a sequência de lançamento do concreto.
- Verificar o posicionamento, quantidade e altura das mestras.
- Observar a locação das formas, verificando possíveis interferências da estrutura na arquitetura.

- Programar com o fornecedor do concreto usinado, a data, horário, volume e intervalo entre caminhões, considerando o dimensionamento de equipes e equipamentos, o tempo de transporte interno, os requisitos de projeto e o *slump test*. Para a definição do volume, adotar um arredondamento de 0,5 m³.
- É recomendável levantar o volume necessário para finalizar a concretagem, antes da saída último caminhão betoneira da concreteira, a fim de evitar desperdícios.
- Programar o controle tecnológico, disponibilizando os moldes dos corpos de prova e o moldador. A moldagem deverá seguir as orientações do procedimento Produção de Concreto Estrutural em Obra.
- Testar as instalações elétricas e os equipamentos (vibradores, régua vibratória, guincho,...), inclusive os de reserva.
- Verificar e garantir o abastecimento de água e energia no local.
- Posicionar e conferir os gabaritos para rebaixo de laje e de locação dos furos das instalações elétricas e hidro-sanitárias. (Figura 1). Os eletrodutos devem ser amarrados à armadura positiva da laje.



Figura 1 - Posicionamento dos gabaritos para locação das instalações

- Colocar os ganchos para fixação posterior de bandejas de proteção e amarração de torres de guincho, testemunhos e/ou tubulação de concreto bombeado.
- Impedir a contaminação das áreas a serem concretadas, cuidando de sua proteção.
- Mapear a área ou peça a ser concretada com auxílio de croquis.

ATENÇÃO

- Planejar a concretagem de forma que o lançamento do concreto termine junto à caixa de escada ou ao acesso de saída da laje.
- As concretagens com início na primeira hora da manhã devem ser totalmente planejadas e preparadas no dia anterior.

Recebimento do concreto usinado

- Receber o concreto dosado em central segundo as orientações da TIM.
- A Produção do concreto em obra deve seguir as orientações do procedimento para produção de concreto.

Transporte do concreto

a) Com guincho e gericas

- Desobstruir os caminhos de concretagem, conforme planejado anteriormente.
- Tomar os seguintes cuidados na utilização de gericas: molhá-las antes da concretagem e lavá-las ao término do serviço, mantendo-as constantemente limpas evitando acúmulo de concreto ou argamassa.
- Observar a NR-18 no que se refere às normas de segurança para operação do guincho.
- Atentar para o travamento das gericas ou dos carrinhos de mão dentro da cabine do guincho durante o transporte.

b) Por bombeamento

- Quando lançado por mangueira, o diâmetro interno do tubo deve ser maior que o triplo do diâmetro máximo do agregado graúdo.
- Posicionar os caminhos para locomoção de pessoas sobre a laje ou o terreno de trabalho.
- Lubrificar a tubulação com nata de cimento ou argamassa fluida, não utilizando este material para a concretagem.
- Alocar de dois a quatro homens para segurar a extremidade da tubulação.

ATENÇÃO
Travar as curvas da tubulação devido ao grande empuxo envolvido.

c) Por meio de caminhão-lança

- Assegurar-se que a lança atinja todos os pontos de concretagem.
- Verificar se as redes públicas de eletricidade e telefonia permitem a mobilidade segura da lança.
- Verificar se tubulação do caminhão está devidamente lubrificada com argamassa.
- Um homem é suficiente para segurar a extremidade da tubulação.

Lançamento do concreto

- Molhar as formas abundantemente antes da concretagem.
- Evitar a contaminação das peças durante a concretagem atentando para: bota suja dos operários, deslizamento de terra, queda de entulho de pavimentos superiores, entre outros.
- Prever uma equipe de apoio composta por um armador, um eletricista e um carpinteiro por frente de concretagem.
- Verificar a integridade das peças e o seu completo preenchimento com o auxílio de um martelo de borracha.
- Lançar o concreto evitando acumular material num ponto isolado da forma.
- Lançar o concreto produzido em obra logo após a produção.
- Não é permitido um intervalo superior a 1 hora entre o fim da mistura e o lançamento.
- Respeitar para concreto usinado o limite de 2,5 horas entre a saída do caminhão da usina e o lançamento
- Adotar este prazo para interrupções envolvendo concreto já lançado e adensado e concreto novo.
- Especificar um aditivo retardador de pega havendo necessidade de um intervalo maior.
- Tomar os devidos cuidados que esse material exigir. Recomenda-se a assessoria de um tecnólogo de concreto.
- Espalhar o concreto com auxílio de pás e enxadas.
- Concretar os pilares em camadas com espessura compatível com o comprimento da agulha do vibrador (aproximadamente 3/4 do comprimento da agulha).
- Vibrar as camadas dos pilares independentemente até atingir o nível do fundo da viga, onde deve ser encerrada a concretagem.
- Sendo a altura de queda livre dos pilares maior que 3,0 m, executar a concretagem por etapas de 3,0 m, abrindo janelas nas fôrmas, utilizando trombas ou funis, evitando a segregação.
- Lançar, dependendo da necessidade do pilar, antes da concretagem uma camada de argamassa com traço 1:3, em quantidade suficiente para impregnar a fôrma e a armadura, garantindo ainda um pequeno colchão de argamassa no pé do pilar.
- Sarrafear as lajes com régua (alumínio, madeira ou vibratória) (Figura 2), tomando o nível das mestras como referência.



Figura 2 - Sarrafeamento de laje com régua vibratória.

- O desempenho deve ser feito com madeira, atentando para o acabamento junto a interferências e gabaritos.

ATENÇÃO

Interromper a concretagem em caso de chuva intensa e proteger o trecho já concretado com lona plástica.
Decidindo-se continuar o serviço proteger o trecho já concretado, as gericas e o silo do caminhão com lona plástica.

- Garantir que a ferragem e outros elementos metálicos não sejam deslocamentos durante a concretagem.
- Atentar para o nível de parada do concreto, a integridade das formas, a vibração e o tempo de descarga (menor que 2,5 horas a partir da saída do caminhão da usina ou sua produção em obra).
- O engenheiro deve acompanhar a concretagem de lajes em balanço, dando especial atenção à posição da armadura negativa.
- Retirar as mestras logo após o sarrafeamento evitando que fiquem presas na massa de concreto.
- Mapear as regiões de lançamento do concreto de cada caminhão; ou se produzidos em obra, de cada corpo de prova moldado; lançando-as em croquis específicos para cada andar.
- Aletar para as juntas frias de concretagem (concreto fresco x concreto endurecido).
- O projetista estrutural deverá informar a melhor posição, o grau de inclinação da junta e a necessidade ou não de aplicação de ponte de aderência.
- Evitar estas juntas em áreas molhadas que não receberão impermeabilização.
- Evitar a queda de materiais durante a concretagem da periferia da laje.

Adensamento do concreto

- Introduzir e retirar a agulha lentamente (o vibrador deve penetrar no concreto por si só), de modo que a cavidade formada se feche naturalmente.
- Em geral, 15 segundos são suficientes para adensar a área em que a agulha está imersa.
- Não vibrar o concreto além do necessário, pois a permanência excessiva do vibrador imerso poderá causar segregação do concreto.
- A vibração em várias seqüências, mais próximas e por menos tempo, produzem melhores resultados.
- Adensar o concreto de pilares e peças de grande altura em camadas de espessura aproximadamente igual a três quartos do comprimento da agulha, de modo que esta penetre na camada imediatamente inferior, homogeneizando a peça.
- Evitar o contato excessivo da agulha do vibrador com as fôrmas e com a armadura.
- Não desligar o vibrador enquanto ele ainda estiver imerso no concreto.
- Não puxar o motor pelo mangote ou pelo cabo elétrico.
- Não usar o vibrador como alavanca, martelo ou para transportar o concreto.
- Não lubrificar internamente a agulha do vibrador atentando para todas as recomendações da NR-18 em relação a vibradores para concreto.
- Atentar para o isolamento dos cabos, dos motores (duplo isolamento), ligação dos vibradores em tomadas específicas aterradas.
- Apoiar os motores dos vibradores para que não fiquem em contato com o concreto.
- Limpar, terminado o trabalho, os materiais e equipamentos em local que não interfira na qualidade das peças concretadas.



Figura 3 - Adensamento do concreto de pilar com auxílio de um vibrador de agulha de imersão

Cura do concreto

- Posicionar os galgalhos “malucos”.
- Iniciar a cura úmida tão logo a superfície permita (secagem ao tato).
- Utilizar retentores de água como sacos de estopa ou algodão, areia ou serragem saturados.
- Cobrir as lajes com lona em regiões com incidência de sol intenso, a fim de minimizar a perda de água por evaporação.
- Molhar as peças por um período mínimo de três dias consecutivos, em intervalos de tempo suficientemente curtos para que a superfície da peça permaneça sempre úmida.
- Evitar o trânsito de pessoas ou impactos fortes sobre as peças recém concretadas, pelo menos nas primeiras 12 horas.
- Opcionalmente, a cura do concreto pode ser feita por meio de um aspersor de água, ou películas formadas pela aplicação de aditivos de cura, bem como por processos mais complexos como cura térmica, termo-elétrica, entre outros.

5. FORMULÁRIOS E MODELOS EM ANEXO:

- FORM.48 – FVS.06-B
- FORM.49 – FVS.06.C: Para concretagem da laje, utilizar este formulário (ver PES.06.C).

Elaborado/revisado por:	Aprovado para uso:
Aline Henriques / / Data	Mário José F. Soares / / Data

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO										FVS.06.B			
	SERVIÇO : CONCRETAGEM DE PEÇA ESTRUTURAL										Obra Nº :			
	Local :										Quantidade Executada :			
INSPEÇÃO														
Observações adicionais		Não Inspeccionado			Aprovado			Reprovado (Refazer Serviço)			Reprovado (Problema Grave)			
No Verso		Em Branco			A			R			X			
Local Inspeccionado														
Item de Inspeção	Método de Verificação			Tolerância		INSP								
Condições iniciais	Visual. Forma liberada e limpa			-		1ª								
						2ª								
Resistência do concreto	O mestre deve registrar e rubricar no verso da FVS o fck da peça a ser concretada, constante no projeto estrutural.			-		1ª								
						2ª								
Adensamento do concreto	Visual durante o lançamento do concreto, observar a vibração e distribuição do concreto em camadas uniformes.			-		1ª								
						2ª								
Deslocamento das peças	Visual, durante a concretagem, não permitir o deslocamento das peças, tais como: formas, armadura, instalações elétricas e hidráulicas, gabaritos, etc.			± 0,5 cm		1ª								
						2ª								
Falhas de concretagem	Visual, após a desforma, observar se não ocorreu grande segregação do concreto e/ou bicheiras.			-		1ª								
						2ª								
OCCORRÊNCIAS E TRATAMENTOS														
Nº	Descrição do problema						Solução Proposta				Reinspeção			
Verificado Por:				Data de Abertura da FVS:				Data de Fechamento da FVS:						
PRODUÇÃO														
FUNCIONÁRIO	Dias Trabalhados										Horas Totais	Valor das Horas	Valor da Produção	Valor Total
TOTAL														
Previsão de Custo				Controle da Produção				Resumos		Observações Quanto a Produção				
Hora do Oficial				Oficial (hora/Und)				CUSTO PREVISTO						
Hora do ½ Oficial				½ Oficial (hora/Und)										
Hora do Servente				Servente (hora/Und)				CUSTO APURADO						
Preço do Serviço				Velocidade (Und/hora)										

PES - CHAPISCO

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projeto arquitetônico
- Levantamento planimétrico
- Projeto de locação
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho
- Normas internas

2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Argamassa industrializada;
- Água;
- Areia;
- Cimento;
- Colante (Bianco, Sikafix ou similar);
- Recipiente para argamassa;
- Escova de aço;
- Andaimés e ou cavaletes, quando necessário;
- Jaú, quando necessário;
- Rolo para textura;
- Colher de pedreiro;
- Vassoura de piaçava;
- Broxa.

3. SEGURANÇA DO TRABALHO

COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE EXECUÇÃO

- Pedreiros, habilitados e serventes.

PRINCIPAIS RISCOS

- Contato com argamassa
- Queda
- Projeção de partículas
- Ergonomia

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

- Capacete
- Bota de segurança
- Luva
- Óculos de proteção
- Cinto de segurança, quando necessário

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA OU AUXILARES

- Andaimés ou cavaletes
- Jaú e tela de proteção para superfícies externas

4. MÉTODO EXECUTIVO

Condições para o início dos serviços

- Estrutura e alvenaria, no caso de chapisco para reboco, já executadas.
- Limpar com vassoura de piaçava ou escova de aço (Figura 01) o local a ser chapiscado, retirando sujeiras como pó, graxas, óleos, desmoldantes, fungos, musgos e eflorescências.



Figura 01 – Limpeza da superfície.

- Escovar e lavar este local com água (pressurizada ou não) quando for necessário.
- Remover as irregularidades metálicas tais como pregos, fios e barras de tirantes de forma.

- Cortar profundamente o metal, se a remoção não for possível, e preencher o sulco com argamassa forte, evitando o surgimento de manchas de corrosão.
- Tapar os furos provenientes de blocos quebrados, pequenas depressões e brocas.
- Preencher com cacos falhas com profundidade maior que 5 cm.
- Tratar armaduras expostas de modo que fiquem protegidas contra a ação da corrosão.

Execução do chapisco

- Utilizar para as superfícies externas, normalmente, o chapisco convencional.
- Executar, preferencialmente, o chapisco rolado ou industrializado nas superfícies internas e no recobrimento de peças estruturais de concreto.
- Internamente, o uso do chapisco convencional não é recomendável, devido ao alto índice de desperdício por reflexão e baixa produtividade.
- Cobrir completamente as superfícies de concreto com o chapisco, de forma que sua textura final resulte numa película rugosa, aderente, resistente e contínua.
- Não há necessidade de molhar as peças de concreto pra aplicação do chapisco.
- Umedecer as alvenarias sempre que apresentarem elevada capacidade de sucção de água.
- Recobrir parcialmente com chapisco as superfícies de alvenaria.
- A textura final deve resultar numa película rugosa, aderente, resistente, não contínua e irregular.
- As superfícies de alvenaria não precisam ser, necessariamente, chapiscadas, exceto nas seguintes situações:
 - Quando forem receber espessuras elevadas de revestimento (acima de 4 cm);
 - Quando a aderência ou a textura dos blocos for deficiente.
- Aplicar duas demãos de chapisco rolado sobre superfícies de concreto e apenas uma demão rala sobre superfícies de alvenaria.
- Aguardar o tempo mínimo de carência para a cura do chapisco, em geral de 24 horas.

Composição dos tipos de Chapisco

- **Chapisco convencional ou rolado:**

Cimento e areia média ou grossa na proporção **1:3 (parte sólida)**;

Colante (Bianco, Sikafix ou similar) e água na proporção **4:8* (parte líquida)** ou conforme as instruções do fabricante;

Misturar a parte líquida com a parte sólida até obter uma consistência de “sopa”.

*** - Utilizar 4 litros de plastificante para 8 litros de água.**

ATENÇÃO

O traço é batido na central de produção do canteiro e não deve ser alterado nos pavimentos. Porções endurecidas devem ser rejeitadas.

Modo de Aplicação dos tipos de Chapisco

- **Chapisco rolado:**

Aplicar o chapisco rolado com um rolo para textura, conforme Figura 02;

Misturar a argamassa constantemente para evitar a decantação da areia.

- **Chapisco convencional:**

Lançar a argamassa sobre a base com vassoura, broxa ou colher.



FIGURA 02 - Aplicação de chapisco rolado com rolo para textura.

5. FORMULÁRIOS E MODELOS EM ANEXO:

- FORM.52 – FVS.08.B

Elaborado/revisado por:		Aprovado para uso:	
_____	23 / 06 / 2008	_____	23 / 06 / 2008
Aline Henriques	Data	Mário J.F. Soares	Data

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO										FVS 08.B						
	SERVIÇO: Chapisco										Obra Nº:						
	Local :										Quantidade Executada:						
I N S P E Ç Ã O																	
Observações Adicionais				Não Inspeccionado				Aprovado				Reprovado (Refazer Serviço)				Reprovado (Problema Grave)	
No Verso				Em Branco				A				R				X	
Local Inspeccionado																	
Item de Inspeção	Método de Verificação				Tolerância		INSP										
Condições iniciais	A estrutura liberada ou a alvenaria pronta, se base para reboco. Superfície limpa e sem irregularidades.				-		1ª										
							2ª										
Cobrimento da base	Para superfícies em concreto cobrir totalmente a base. Sobre alvenaria cobrir parcialmente a base.				-		1ª										
							2ª										
Textura	Visual. Para concreto, rugosa e contínua. Em alvenaria, rugosa, não contínua e irregular				-		1ª										
							2ª										
O C O R R Ê N C I A S E T R A T A M E N T O S																	
Nº	Descrição do Problema						Solução Proposta						Reinspeção				
Verificado Por:				Data de Abertura da FVS:						Data de Fechamento da FVS:							
Funcionário	Dias Trabalhados												Horas Totais	Valor das Horas	Valor da Produção	Valor Total	
TOTAL																	
Previsão de Custo				Controle da Produção				Resumos				Observações Quanto a Produção					
Hora do Oficial				Oficial (hora/Und)				Custo Previsto									
Hora do ½ Oficial				½ Oficial (hora/Und)													
Hora do Servente				Servente (hora/Und)				Custo Apurado									
Preço do Serviço				Velocidade (Und/hora)													

PES - REBOCO

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projeto de arquitetura;
- Projeto de esquadrias, quando houver;
- Projeto de instalações elétricas;
- Projeto de instalações hidráulicas;
- Projeto de impermeabilização, se necessário;
- ☐ Memorial descritivo;
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho;
- ☐ Normas internas.

2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Argamassa e água;
- Colher de pedreiro;
- Trena metálica;
- Prumo de face;
- Nível de mão;
- Broxa;
- Vassoura;
- Tela galvanizada, tipo viveiro ou tela de estuque;
- Desempenadeira de madeira;
- Nível de mangueira, nível à laser ou nível alemão
- ☐ Grampos;
- ☐ Esponja, espuma ou feltro;
- Réguas de madeira e ou de alumínio;
- Esquadro metálico;
- Andaimes ou cavaletes metálicos ou de madeira;
- ☐ Recipiente para argamassa;
- ☐ Taliscas;
- Escova de aço;
- Cantoneira de alumínio para acabamento de cantos vivos, se necessário;

3. SEGURANÇA DO TRABALHO

COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE EXECUÇÃO

- Pedreiros, habilitados e serventes.

PRINCIPAIS RISCOS

- Queda
- Contato com massa de cimento
- Projeção de partículas
- Ergonômico.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

- Capacete
- Bota de segurança
- Luva
- Óculos de proteção
- Cinto de segurança, quando necessário.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA

- Proteções de periferia (guarda-corpo ou cabo-guia e plataforma).
- Tela de proteção.
- Fechamento de aberturas de piso.

4. MÉTODO EXECUTIVO

4.1. Condições para o início dos serviços

- Alvenarias concluídas e apertadas e vãos definidos.
- Os caixilhos ou os contramarcos chumbados.
- As instalações de gás, hidro-sanitárias e as tubulações elétricas na parede a ser revestida, devem estar concluídas.
- Proteger caixas de passagem, os pontos hidráulicos e demais peças ou aberturas que necessitem deste cuidado.
- O traço da argamassa de cimento e areia será de 1:7 em volume, medido em latas de 18 litros e acrescido de 100 mililitros de plastificante (kimical ou similar).
- Verificar se a iluminação natural é suficiente para realização dos serviços. Caso seja necessário melhorar a iluminação com auxílio de arraial.

IMPORTANTE

A produtividade aumenta quando há um jogo de cavaletes ou andaimes montado na sequência do serviço.

PRAZOS PARA EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS

Tempo mínimo necessário para o início da execução dos revestimentos:

- Alvenaria em edifícios com estrutura convencional de concreto armado, fixada há pelo menos 15 dias;
- Alvenaria estrutural ou em edificação térrea, apertada a pelo menos, 24 horas.

Execução dos serviços

Preparo da base

- Limpar com vassoura ou escova de aço o local a ser chapiscado, retirando sujeiras como pó, graxas, óleos, desmoldantes, fungos, musgos e eflorescências.
- Se for necessário, escovar e lavar o local com água, pressurizada ou não.
- Remover as irregularidades metálicas tais como pregos, fios e barras de tirantes de forma.
- Se a remoção não for possível, cortar profundamente o metal e preencher o sulco com argamassa forte para evitar o surgimento de manchas de corrosão.
- Tapar os furos provenientes de blocos quebrados, as pequenas depressões e brocas de concretagem.
- Falhas com profundidade maior que 5 cm devem ser preenchidas com cacos.
- Armaduras expostas devem ser tratadas de modo a ficarem protegidas contra a ação da corrosão.
- Colocar tela de aço galvanizado do tipo viveiro ou tela de estuque nos rasgos decorrentes de tubulações, prumadas ou colunas hidro-sanitárias.
- Verificar o esquadro do ambiente, tomando como base a linha mestra.

IMPORTANTE

- Chapisco pronto com pelo menos 24 horas de antecedência.

Reboco

- Identificar os pontos críticos do ambiente (de maior e menor espessura) com o esquadro e prumo ou régua de alumínio com nível de mão.
- Assentar as taliscas nos pontos de menor espessura, considerando um revestimento mínimo de 5 mm.
- Transferir o plano definido pelas taliscas para o restante do ambiente e assentar as demais taliscas, **Figura 1**.
- O assentamento das taliscas deve ser iniciado pelas inferiores, com posterior transferência para as superiores através de um fio de prumo ou prumo de face e régua.
- As taliscas podem ser de cacos de azulejos, de ripa, tiras de compensado ou metálicas, assentadas com a mesma argamassa que será utilizada para execução do revestimento.
- Atentar para que sempre sejam previstas taliscas a 35 ± 10 cm das bordas das paredes e/ou do teto, bem como de qualquer outro detalhe de acabamento (quinas, vãos de portas e janelas, frisos ou molduras).
- O espaçamento entre as taliscas deve ser em torno de 2,0 m em ambas as direções.
- O taliscamento do teto deve ser feito com auxílio de nível de borracha, nível à laser ou nível alemão, considerando uma espessura mínima do revestimento de 5 mm no ponto crítico da laje.



Figura 1 - Assentamento das taliscas

- Após o endurecimento das taliscas, aplicar a argamassa em chapadas vigorosas, respeitando a espessura definida pelas taliscas, **Figura 2**.
- Espalhar e comprimir a camada de argamassa com a colher de pedreiro.
- Caso a espessura final do revestimento seja superior a 3 cm, encher a parede por etapas, com intervalos mínimo de 12 horas entre as cheias e fazendo menos que 3 cm em cada camada.
- Umedecer os blocos de elevada capacidade de absorção de água com auxílio de uma broxa, antes de chapar a argamassa.
- Enquanto se aguarda o ponto de sarrafeamento, que varia com as condições climáticas, a sucção da base e as características da argamassa, recolher o excesso de argamassa depositada sobre o piso.
- Sarrafeiar a argamassa com régua de alumínio apoiada sobre as taliscas, de baixo para cima, até que se consiga uma superfície cheia e homogênea.
- Para as argamassas industrializadas, observar as instruções do fabricante em relação à forma de aplicação do material.



Figura 2 – Aplicação da argamassa

OBSERVAÇÃO

- Observar, durante a aplicação da chapada, o espaçamento especificado no delimitador dos registros, de água, para que seja garantido o encaixe do acabamento.

ATENÇÃO: PONTO DE SARRAFEAMENTO

Para o sarrafeamento deve-se aguardar a massa puxar, o que não pode ser feito logo após a aplicação da argamassa. Para verificar o “ponto de sarrafeamento”, pressionar a argamassa com os dedos. O ponto ideal é quando os dedos não penetram na camada, permanecendo praticamente limpos, mas deformando levemente a superfície, conforme mostra a **Figura 3**.

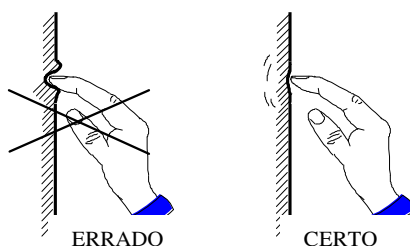


Figura 3. Verificação do ponto de sarrafeamento

- Desempenar a superfície imediatamente após o sarrafeamento, **Figura 4**, conforme o tipo de acabamento desejado.



Figura 4 - Desempeno da superfície com madeira para o acabamento final.

ACABAMENTO FINAL: TIPOS DE DESEMPENO

Desempeno grosso (emboço):

- Recomendado para revestimentos com espessura maior que 5 mm, por exemplo cerâmica;
- Superfície de acabamento regular e compacta, não muito lisa, admite-se pequenas imperfeições localizadas e um certo número de fissuras superficiais de retração;
- Desempeno leve somente com madeira;

Desempeno feltrado (acamuçado):

- Recomendado para revestimentos com espessura menor que 5 mm, por exemplo tinta, texturas;
- Textura final homogênea, lisa e compacta, não se admite fissuras;
- Desempeno com madeira, seguido de desempenho com espuma, esponja ou feltro.

- Para o acabamento das quinas, deve-se executar um dos panos até bem próximo à quina.
- Em seguida, apoiar uma régua-guia de alumínio ou de madeira no pano ainda não revestido e fazer a complementação do revestimento da face iniciada.
- Costuma-se utilizar grampos para garantir a fixação das régua guias.
- Transferir a régua para a face revestida anteriormente e executar o enchimento e o sarrafeamento do segundo pano.
- Desempenar a aresta, utilizando desempenadeira.
- Quando for utilizado canto de alumínio em paredes com revestimento cerâmico, admite-se a critério do engenheiro, chanfrar as quinas.
- É necessário limpar constantemente a área de trabalho, evitando que restos de argamassa aderidos formem incrustações que prejudiquem o acabamento final.

4. FORMULÁRIOS E MODELOS EM ANEXO:

- FORM.53 – FVS.08.C

Elaborado/revisado por: / / Aline Henriques Data	Aprovado para uso: / / Mário J. F. Soares Data
---	---

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO												FVS 08.C			
	Serviço: REBOCO												Obra N°:			
	Local:												Quantidade Executada:			
INSPEÇÃO																
Observações Adicionais		Não Inspeccionado		Aprovado		Reprovado (Refazer Serviço)				Reprovado (Problema Grave)						
No Verso		Em Branco		A		R				X						
Local Inspeccionado																
Item de Inspeção	Método de Verificação			Tolerância	INSP											
Condições Iniciais	Visual. As alvenarias concluídas e apertadas e os vão definidos. Se houver instalações, estas devem estar terminadas. Proteger caixas de passagem e disponibilizar andaimes			-	1ª											
					2ª											
Preparação da base	Verificar visualmente se foram removidas as sujeiras, incrustações, pregos, e se o chapisco foi executado			-	1ª											
					2ª											
Planicidade e prumo das taliscas	Após a execução das taliscas, verificar por meio de uma régua de alumínio ou linha de nylon, esquadro e prumo de face			± 2 mm	1ª											
					2ª											
Acabamento do registro	Verificar durante o sarrafeamento o espaçamento para colocação do acabamento do registro			Observar o delimitador	1ª											
					2ª											
Tubulações e caixas nas paredes	Verificar o esquadro e o nível das caixas.			-	1ª											
					2ª											
Aspecto final	Após o termino do serviço, verificar o aspecto final do revestimento e as arestas. Reconferir prumo e esquadro.			± 2 mm prumo ± 1 mm com o esquadro de 30 cm.	1ª											
					2ª											
OCORRÊNCIAS E TRATAMENTOS																
N°	Descrição do Problema				Solução Proposta						Reinspeção					
Verificado por:				Data de abertura da FVS:						Data de fechamento da FVS:						
PRODUÇÃO																
Funcionário	Dias Trabalhados												Horas Totais	Valor das Horas	Valor da Produção	Valor Total
TOTAL																
Previsão de Custo				Controle da Produção				Resumos				Observações Quanto a Produção				
Hora do Oficial				Oficial (hora/Und)				Custo Previsto								
Hora do ½ Oficial				½ Oficial (hora/Und)												
Hora do Servente				Servente (hora/Und)				Custo Apurado								
Preço do Serviço				Velocidade (Und/hora)												

PES - ALVENARIA ESTRUTURAL

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ☐ Projeto de arquitetura;
- ☐ Projeto de estrutura;
- Projeto de instalações hidráulicas, quando necessário;
- Projeto de instalações elétricas.
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho.
- ☐ Normas internas.

2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Blocos cerâmicos;
- Argamassa de assentamento, industrializada ou não;
- Vergas pré-moldadas, quando necessárias;
- Grampos de aço ou tela galvanizada;
- ☐ Vassoura;
- ☐ Prumo;
- Trena metálica;
- ☐ Colher de pedreiro;
- Bisnaga para argamassa, se necessário;
- Régua de alumínio;
- Esquadro de alumínio;
- Andaimas e cavaletes metálicos ou de madeira;
- Nível de mangueira, nível a laser ou nível alemão;
- Água;
- Betoneira para preparação de argamassa em central;
- ☐ Recipiente para o acondicionamento da argamassa;
- ☐ Broxa;
- Linha de náilon;
- ☐ Carrinhos para transporte de blocos;
- Escantilhão ou peça de madeira com graduação;
- ☐ EPIs.
- ☐ Esponja;

3. SEGURANÇA DO TRABALHO

COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE EXECUÇÃO

- ☐ Pedreiros, habilitados e serventes.

PRINCIPAIS RISCOS

- ☐ Queda
- ☐ Corte
- ☐ Contato com massa de cimento
- Projeção de partículas
- Ergonômico.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

- ☐ Capacete
- Bota de segurança
- ☐ Luva
- Óculos de proteção
- Cinto de segurança, quando necessário.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA

- Proteções de periferia (guarda-corpo ou cabo-guia e plataforma).
- ☐ Fechamento de aberturas de piso.

4. MÉTODO EXECUTIVO

Condições para o início da execução do serviço

- Vergas pré-moldadas de concreto fabricadas, se for o caso.
- Atentar para o peso das vergas que deve ser compatível com o transporte manual.
- Eixos principais locados na obra ou transferidos para o pavimento de trabalho.
- Eixos definidos bem como os elementos estruturais de referência (pilares ou encontros das alvenarias).
- Avaliar a conveniência, para casos específicos, das primeiras fiadas serem assentadas com argamassa aditivada com impermeabilizante.
- A argamassa deve atender às exigências quanto a resistência à compressão e demais características quando determinadas.
- As argamassas também devem apresentar trabalhabilidade adequada ao método de execução do serviço.

+ OBSERVAÇÃO

- O traço da argamassa normalmente utilizado será de 1:7 em volume: 1 lata (18 litros) de cimento, 7 latas de areia e 100 mililitros de plastificante (kimical ou similar)

- Verificar antes do início da execução da alvenaria a aderência entre o bloco e a argamassa.
- A verificação é realizada fixando quatro blocos, de mesma espessura, com argamassa a ser utilizada para a execução da alvenaria, como ilustrado na Figura 1.
- Após 24 horas, levanta-se o conjunto pelo bloco superior, se não apresentar descolamento dos elementos, o bloco pode ser assentando normalmente.

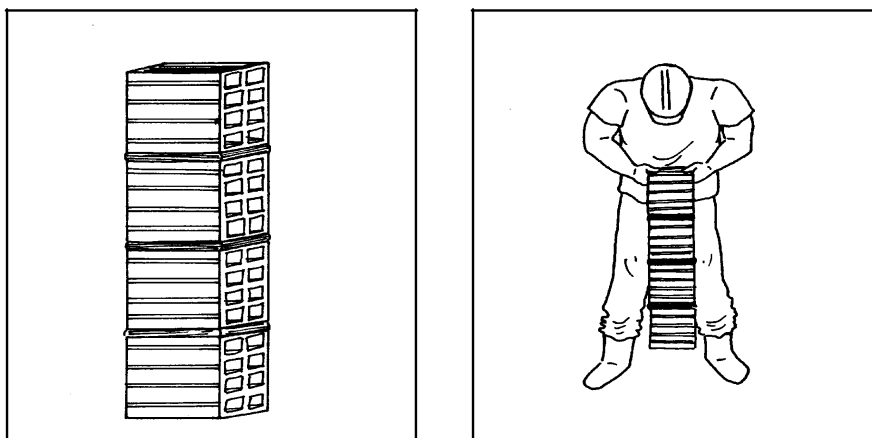


Figura 1 - Ensaio de aderência entre o bloco cerâmico e a argamassa

Execução da marcação da alvenaria

- Limpar o local, removendo materiais soltos, pregos, pontas de aço sobressalentes e materiais estranhos depositados sobre o piso.
- Mapear o piso com um nível de mangueira, a *laser* ou nível alemão, identificando o ponto mais alto, que será tomado como referência para definir a cota da primeira fiada.
- Varrer cuidadosamente o alinhamento da fiada de marcação e borrifar água utilizando uma broxa, conforme mostra a Figura 2.

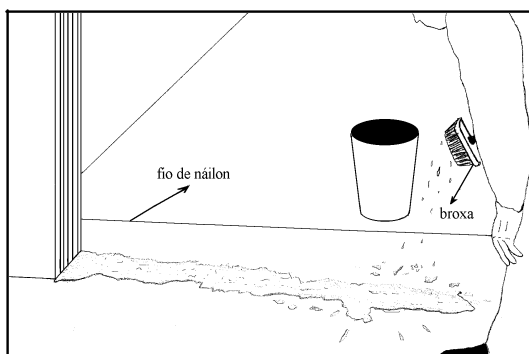


Figura 2 – Borrifar água na base da fiada de marcação

- Corrigir eventuais falhas no nivelamento do piso com: enchimento na primeira fiada, modificação na espessura das juntas ou ainda com a antecipação da realização do contrapiso na base da fiada de marcação.
- Definir a posição das paredes a partir dos eixos principais, garantindo o nivelamento da primeira fiada, o esquadro entre paredes e as dimensões dos ambientes, principalmente nos cômodos de menor área.
- Verificar a conveniência de distribuir os blocos da fiada de marcação, sem argamassa de assentamento, de maneira a verificar e corrigir eventuais falhas de posicionamento de instalações embutidas, garantindo suas passagens nos furos dos blocos.
- Esticar uma linha de náilon na posição definida para a parede, servindo de referência para alinhamento e nível da fiada de marcação.
- Assentar os blocos de extremidade e em seguida os blocos intermediários entre os de extremidade, preenchendo todas as juntas verticais entre eles (quando especificado em projeto).

- Os vãos para a colocação das portas deverão possuir folga compatível com o processo de colocação de caixilhos.

Execução da elevação da alvenaria

- Abastecer os pavimentos e os locais onde serão executados os serviços de alvenaria com a quantidade e tipos de blocos necessários à execução dos serviços.
- Ganha-se eficiência se os blocos forem arrumados em pequenos paletes e transportados em carrinhos com suportes adaptados de acordo com as ilustrações da Figura 3.
- No entanto, pode-se também utilizar o transporte convencional feito em carrinhos de mão ou gericas.

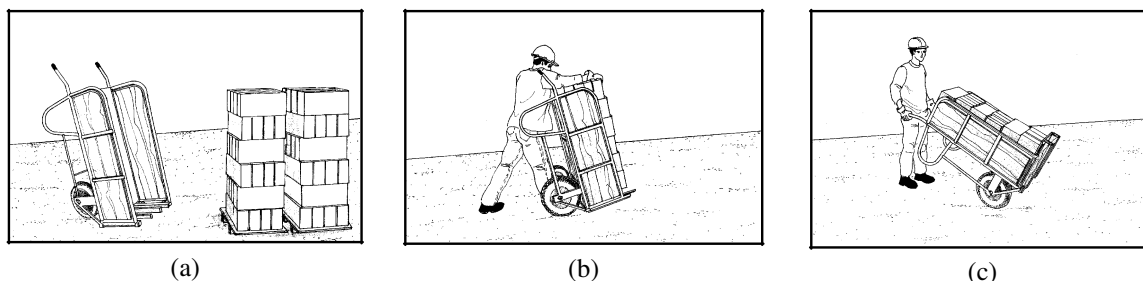


Figura 3 - Transporte dos blocos: a) carrinho vazio adaptado para o transporte de paletes; b) encaixe dos pequenos paletes nos suportes do carrinho; c) modo de transportar.

- A argamassa de assentamento usada para a elevação da alvenaria pode ser industrializada ou convencional, a argamassa convencional deve ser preparada em uma central de produção.
- Abastecer as frentes de trabalho com argamassa em recipientes que não possibilitem vazamento de argamassa.
- Os blocos a serem assentados não devem apresentar temperatura elevada e o assentamento não deve ser feito sob chuva.
- Não espalhar a argamassa por uma fiada muito extensa para posterior colocação de vários blocos.
- Molhar as juntas verticais no momento do assentamento com a colher de pedreiro na espessura média de 1 cm.
- Formar cordões de cerca de 1,5 cm de diâmetro dos dois lados dos blocos em suas laterais quando a argamassa for aplicada com bisnaga, conforme Figura 4 e 5.

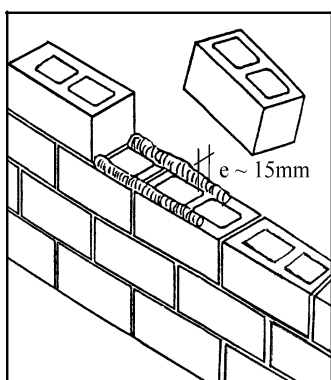


Figura 4 - Assentamento de bloco sobre cordões de argamassa

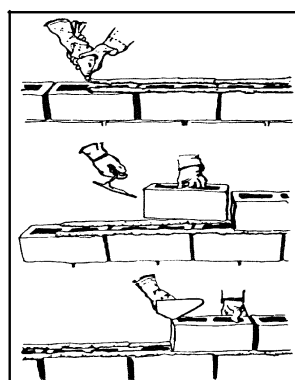


Figura 5 - Aplicação de argamassa por meio de bisnaga

- Utilizar um cordão duplo, se for o caso, ou uma adaptação da abertura do bico para se obter a espessura de junta desejada.
- Atentar para o correto traço da argamassa utilizada, a fim de evitar problemas de produtividade e trabalhabilidade com a bisnaga.
- Uma outra forma de se obter os cordões sem desperdício de argamassa é a aplicação com uma colher de pedreiro estreita.

+ USO DE ARGAMASSA CONVENCIONAL COM BISNAGA

- Para garantia do funcionamento da bisnaga, utilizar areia média peneirada, montando um rigoroso controle na central de produção.
- Ajustar o traço final por meio de testes práticos com a bisnaga. O cordão de argamassa deve ser contínuo e uniforme, sem apresentar desagregação.

- Esticar uma linha de náilon entre as galgas do vão, através de pregos ou por intermédio de um suporte de madeira apoiado nos blocos de extremidade, Figura 6.

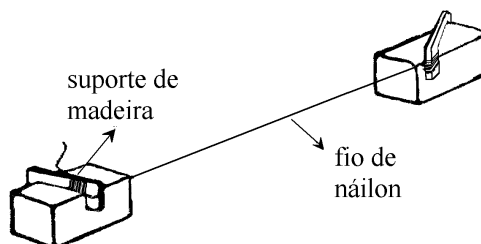


Figura 6 - Linha de náilon esticada por meio de suporte de madeira

- Fixar a linha de náilon utilizando-se escantilhão ou peça de madeira com graduação, conforme mostra a Figura 7.
- Assentar os blocos intermediários usando a linha de náilon como referência de alinhamento e de nível, como na Figura 8.

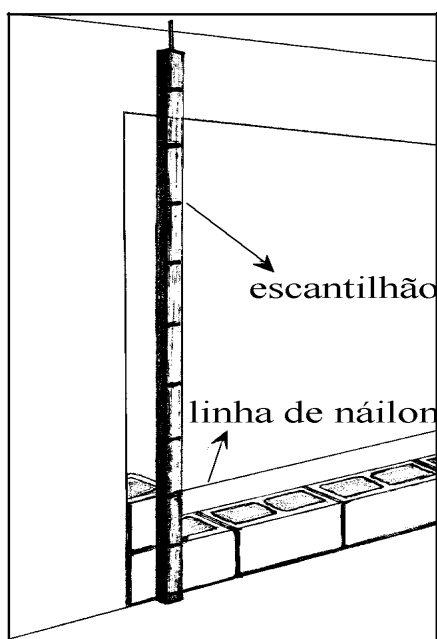


Figura 7 – Linha de náilon fixada a escantilhão graduado.

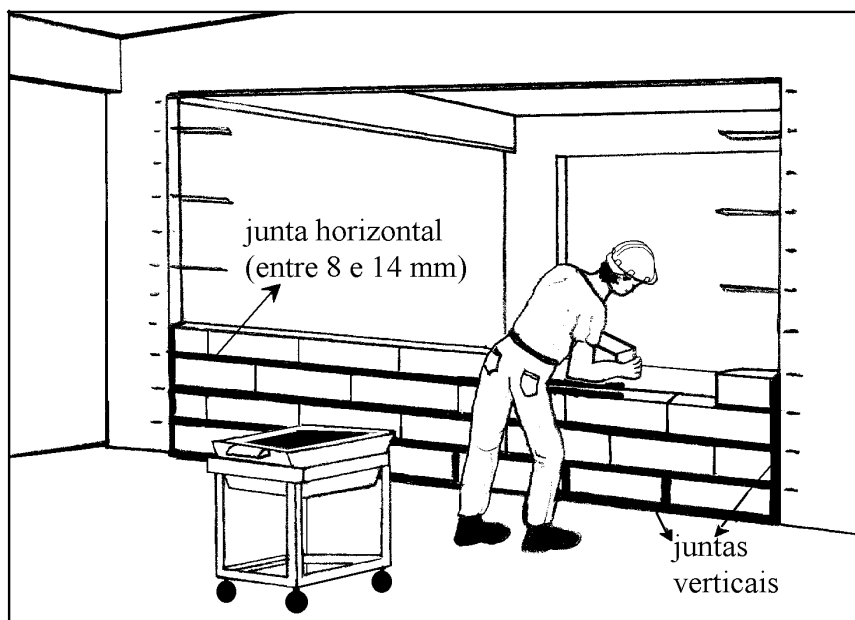


Figura 8 – Assentamento dos blocos intermediários

- Conferir e garantir ao término de cada fiada (de duas ou três), o nivelamento, alinhamento e prumo das paredes.
- Quando for o caso, deve-se verificar as condições dos andares adjacentes.
- Posicionar cavaletes com suporte metálico ou de madeira, ao atingir-se uma altura que dificulte a continuação do serviço.
- Executar a alvenaria nos cantos formando “escadas de canto” no início da elevação da alvenaria, que servirão de referência para o fechamento da alvenaria, conforme mostra a Figura 9.

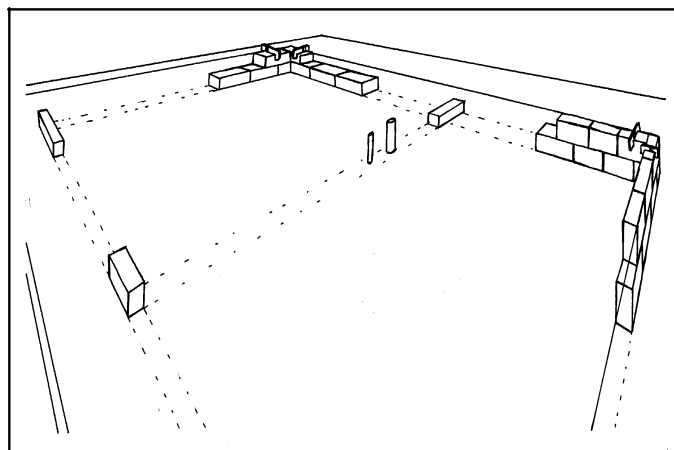


Figura 9 – Escadas de canto

- Medir o prumo a cada fiada assentada.
- Verificar a planeza e o nível por meio de uma régua graduada.
- Atentar para a correta espessura das juntas horizontais durante a elevação, que deve ter em média 15 mm, sendo tolerada variações de 8 mm a 20 mm.
- Amarrar as paredes preferencialmente por meio de intertravamento, com comprimento mínimo equivalente a um terço da altura do bloco.
- Garantir o alinhamento dos vãos para as obras de múltiplos pavimentos, observando a modulação da alvenaria.
- Utilizar o fio de prumo da fachada quando este já estiver instalado.
- As vergas podem ser pré-moldadas em concreto ou executadas no próprio vão. Se for necessário, utilizar contravergas.
- Em paredes com previsão de quadros ou caixas de instalações, ao alcançar-se sua altura pode-se posicionar um gabarito de madeira do tamanho do quadro ou caixa para que o vão fique moldado.
- Obedecer a velocidade de elevação de meia parede por dia, no caso de paredes com mais de 3,0 m de altura, garantido a estabilidade da mesma.
- Os blocos após assentados não podem ser perturbados e/ou deslocados da sua posição.
- Proteger a alvenaria recém construída das intempéries.
- Executar o acabamento das juntas em alvenarias aparentes.
- Executar o acabamento no momento em que a argamassa já adquiriu uma certa resistência ao toque do polegar, pressionando a ferramenta ao longo das juntas de argamassa e depois passando a esponja.

USO DE CONTRAMARCOS METÁLICOS ENVOLVENTES PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

Os contramarcos envoltivos devem ser posicionados durante a elevação da alvenaria. Nos vãos de portas, deve-se fixá-los após a execução da quarta fiada de blocos aproximadamente. Para os vãos de janelas, após a execução ou fixação da contraverga. Durante a fixação dos contramarcos, deve-se atentar para o prumo, esquadro e direção de abertura das portas e janelas, também durante a elevação, deve-se atentar para o preenchimento dos vazios entre a alvenaria e os contra marcos com graute ou com a própria argamassa de assentamento, conforme especificado em projeto.

Coroamento

- Executar o coroamento segundo indicações de projeto quando atingir a altura do respaldo, podendo ser através de percintamento em concreto armado ou de bloco canaleta com armação.
- Atentar, se for o caso, para a necessidade de ancoragem da estrutura do telhado.

5. FORMULÁRIOS E MODELOS EM ANEXO:

- FORM.85 – FVS.26.A

Elaborado/revisado por:	Aprovado para uso:
Aline Henriques / / Data	Mário J. F. Soares / / Data

	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO												FVS 26.A								
	Serviço : Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos												Obra Nº :								
	Local :												Quantidade Executada :								
I N S P E Ç Ã O																					
Observações Adicionais				Não Inspeccionado				Aprovado				Reprovado (Refazer Serviço)				Reprovado (Problema Grave)					
No Verso				Em Branco				A				R				X					
Local Inspeccionado																					
Item de Inspeção	Método de Verificação						Tolerância	INSP													
Condições iniciais	Projeto estrutural, elétrico e arquitetônico disponíveis. Local limpo. Fundações prontas. Aplicação de impermeabilizante, quando necessário.						■	1ª													
								2ª													
Nivelamento, assentamento e alinhamento da alvenaria	Através de nível de mangueira, a laser ou nível alemão. Através de trena. Através de linha de nailon, após a marcação.						2cm em 4m	1ª													
								2ª													
Planeza e prumo da alvenaria	Através do prumo de face e régua de alumínio, após a conclusão da elevação.						± 3 mm	1ª													
								2ª													
Largura e altura dos vãos das esquadrias	Através de trena, conforme projeto.						■	1ª													
								2ª													
Verificação dos esquadros	Através de esquadro metálico e trena, fechando o triângulo 3, 4 e 5.						■	1ª													
								2ª													
Coroamento	Através de percintamento em concreto armado, conforme projeto.						■	1ª													
								2ª													
O C O R R Ê N C I A S E T R A T A M E N T O S																					
Nº	Descrição do problema						Solução Proposta						Reinspeção								
Verificado Por:						Data de Abertura da FVS:						Data de Fechamento da FVS:									
P R O D U Ç Ã O																					
Funcionário	Dias Trabalhados												Horas Totais	Valor das Horas	Valor da Produção	Valor Total					
TOTAL																					
Previsão de Custo						Controle da Produção						Resumos		Observações Quanto a Produção							
Hora do Oficial						Oficial (hora/Und)						Custo Previsto									
Hora do ½ Oficial						½ Oficial (hora/Und)															
Hora do Servente						Servente (hora/Und)															
Preço do Serviço						Velocidade (Und/hora)															