

PRÁTICAS CONSTRUTIVAS CAPAZES DE REDUZIR O TEMPO DE EXECUÇÃO DE OBRA

Felipe Mignone Quinteiros Jorge

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

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini

Rio de Janeiro

Agosto, 2013

PRÁTICAS CONSTRUTIVAS CAPAZES DE REDUZIR O TEMPO DE EXECUÇÃO DE OBRA

Felipe Mignone Quinteiros Jorge

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

Examinada por:

Prof. Eduardo Linhares Qualharini, D Sc. (Orientador)

Prof.^a Elaine Garrido Vasquez, D Sc.

Prof. Luis Otávio Cocito de Araújo, D Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

AGOSTO de 2013

Jorge, Felipe Mignone Quinteiros

Práticas construtivas capazes de reduzir o tempo de execução de obra / Felipe Mignone Quinteiros Jorge. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

XVI, 96 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 88-89.

Referências Eletrônicas: p. 90 - 96.

1. Apresentação do Trabalho. 2. Apresentação das práticas construtivas. 3. Aplicações das práticas construtivas em obras 4. Considerações Finais. I. Linhares Qualharini, Eduardo II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Práticas construtivas capazes de reduzir o tempo de execução de obra.

Agradecimentos

A Deus, que me deu força para concluir esse curso.

A toda minha família, mas em especial aos meus pais, Marcos Quinteiros Jorge e Rita de Cássia Fernandes Mignone, a quem eu amo tanto, que sempre me apoiaram, me ensinaram e me deram a oportunidade de chegar até aqui.

A todos os meus amigos, que sempre me ajudaram na minha formação acadêmica e pessoal, me ensinaram, me incentivaram e me motivaram a chegar até o fim. Mas, em especial, à Bruna Julianelli, que acreditou em mim e me ajudou na longa caminhada do curso de Engenharia Civil, e à sua família.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da UFRJ, que transmitiram seus conhecimentos e postura necessária para um Engenheiro Civil formado por essa instituição.

Ao orientador deste trabalho, Professor Eduardo Linhares Qualharini, que me orientou e que se tornou um exemplo de dedicação profissional.

A todas as pessoas que me apoiaram, torceram por mim e me incentivaram nos momentos em que precisei.

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

Práticas construtivas capazes de reduzir o tempo de execução de obra

Felipe Mignone Quinteiros Jorge

Agosto/2013

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini

Curso: Engenharia Civil

Com a escassez de mão de obra na construção civil, cada vez mais se torna necessária a industrialização da mesma. A tendência é a transformação do canteiro de obras em canteiro de montagem.

Este trabalho visa apresentar alguns métodos construtivos e equipamentos capazes de reduzir o tempo de duração da obra quando comparado à construção de forma tradicional realizada no Brasil. Todos os itens apresentados já foram empregados em obras brasileiras, dependendo a sua viabilidade da realização de estudos prévios. Não será discutido o aumento do custo que pode acontecer em alguns casos, pois a antecipação da entrega da obra pode significar ganhos maiores posteriormente.

Serão apresentadas alternativas para: instalação do canteiro, fundação, tipos de estrutura, execução de armação e concretagem, vedação, instalação hidráulica, instalação elétrica, esquadria e revestimento.

Palavras-chave: otimização da construção, gerenciamento dos métodos construtivos.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer

Construction practices to reduce the execution time of construction

Felipe Mignone Quinteiros Jorge

August/2013

Advisor: Eduardo Linhares Qualharini

Course: Civil Engineering

With the shortage of manpower in the construction industry, increasingly, the industrialization becomes necessary. The trend for the future is the transformation of the construction site for construction assembly.

This work presents some construction methods and equipment to reduce the duration of the work when it's compared to the traditional way of building held in Brazil. All listed items have already been used in Brazilian works, depending on their feasibility of previous studies. The rising cost that can happen in some cases aren't been discussed because the anticipation of delivery of the work can mean bigger future gains.

Alternative solutions will be presented for: installation of construction site, foundation, structure types; executing of rebar frame and process of concreting, sealing, hydraulic installation, wiring, miter and coating.

Keywords: optimization of construction, management of the construction methods

Sumário

1.	Apresentação do trabalho	1
1.1.	Introdução	1
1.2.	Objetivo	3
1.3.	Justificativa	3
1.4.	Metodologia	4
1.5.	Descrição dos capítulos	4
2.	Apresentação das práticas construtivas	5
2.1.	Canteiro	5
2.1.1.	Container	5
2.1.2.	Instalação provisória pré-fabricada em madeira	9
2.2.	Fundação	13
2.2.1.	Top Down	13
2.2.2.	Quickjet	18
2.3.	Estrutura	23
2.3.1.	Estrutura metálica	23
2.3.2.	Estrutura pré-moldada e pré-fabricada	26
2.3.3.	Mesa voadora	29
2.3.4.	Forma tipo Deck	33
2.4.	Armação	37
2.4.1.	Tela soldada	37
2.4.2.	Amarradeira de Vergalhão	39
2.5.	Concretagem	41
2.5.1.	Mastro de distribuição de concreto	41
2.6.	Vedação	44
2.6.1.	Drywall	44
2.6.2.	Fachada cortina	49
2.6.3.	Banheiro pronto	53

2.7.	Instalação Hidráulica.....	57
2.7.1.	Sistema <i>PEX</i>.....	57
2.8.	Instalação Elétrica	61
2.8.1.	Instalação aparente	61
2.9.	Esquadria	64
2.9.1.	<i>Kit</i> porta pronta.....	64
2.10.	Revestimento.....	67
2.10.1.	Forro em PVC.....	67
2.10.2.	Piso vinílico.....	70
2.10.3.	Revestimento não aderido	74
3.	Aplicações das práticas construtivas em obras	77
3.1.	<i>Top Down</i>.....	77
3.2.	Mesa voadora.....	78
3.3.	Tela soldada.....	80
3.4.	Mastro de distribuição de concreto.....	80
3.5.	Banheiro pronto.....	81
3.6.	Sistema <i>PEX</i>.....	82
4.	Considerações Finais.....	85
	Referências Bibliográficas	88
	Referências Eletrônicas.....	90

Lista de Figuras

Figura 1 - Fluxograma da ordem de execução dos serviços	5
Figura 2 - <i>Container</i> para escritório.....	6
Figura 3 - Transporte de <i>container</i>	7
Figura 4 - Transporte de <i>container</i>	7
Figura 5 - <i>Container</i> vestiário	7
Figura 6 - <i>Container</i> almoxarifado.....	7
Figura 7 - <i>Container</i> vestiário	7
Figura 8 - <i>Container</i> escritório.....	8
Figura 9 - <i>Container</i> escritório.....	8
Figura 10 – Instalação provisória pré-fabricada em madeira.....	10
Figura 11 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira.....	10
Figura 12 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira.....	10
Figura 13 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira.....	10
Figura 14 - Escritório em Instalação provisória pré-fabricada.....	11
Figura 15 - Escritório em Instalação provisória pré-fabricada.....	11
Figura 16 - Refeitório em Instalação provisória pré-fabricada	11
Figura 17 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira.....	11
Figura 18 - Escritório em Instalação provisória pré-fabricada.....	12
Figura 19 - Escritório em Instalação provisória pré-fabricada.....	12
Figura 20 - Peças da Instalação provisória pré-fabricada	12
Figura 21 - Peças da Instalação provisória pré-fabricada	13
Figura 22 - Escavação confinada.....	14
Figura 23 - Escavação confinada.....	15
Figura 24 - Escavação confinada.....	15
Figura 25 - Escavação confinada.....	15
Figura 26 - Escavação confinada.....	15

Figura 27 - Retirada de terra.....	15
Figura 28 - Retirada de terra.....	15
Figura 29 - Escavação confinada.....	16
Figura 30 - Escavação confinada.....	16
Figura 31 - Sequência de execução das etapas do <i>Top down</i>	16
Figura 32 – Sequência de aplicação do <i>top down</i> em ruas.....	17
Figura 33 - Sequência de aplicação do <i>top down</i> em ruas.....	17
Figura 34 - Sequência de aplicação do <i>top down</i> em ruas.....	17
Figura 35 - Sequência de aplicação do <i>top down</i> em ruas.....	18
Figura 36 - Sequência de aplicação do <i>top down</i> em ruas.....	18
Figura 37 - Utilização de forma <i>Quickjet</i>	19
Figura 38 - Utilização de forma <i>Quickjet</i>	19
Figura 39 - Utilização de forma <i>Quickjet</i>	19
Figura 40 - Utilização de forma <i>Quickjet</i>	19
Figura 41 - Padrão de tela <i>Quickjet</i>	20
Figura 42 - Utilização de forma <i>Quickjet</i>	20
Figura 43 - Montagem de forma <i>Quickjet</i>	21
Figura 44 - Tela <i>Quickjet</i>	21
Figura 45 - Montagem feita no depósito.....	21
Figura 46 - Montagem feita no depósito.....	22
Figura 47 - Transporte de sapata armada.....	22
Figura 48 - Transporte de sapata armada.....	22
Figura 49 - Estrutura metálica.....	23
Figura 50 - Montagem de estrutura metálica.....	23
Figura 51 - Estrutura metálica.....	23
Figura 52 - Estrutura metálica.....	24
Figura 53 - Estrutura metálica.....	24
Figura 54 - Estrutura metálica.....	24

Figura 55 - Execução de ligação entre as peças utilizando parafusos	25
Figura 56 - Edifício em estrutura metálica.....	25
Figura 57 - Montagem da estrutura.....	26
Figura 58 - Montagem da estrutura.....	26
Figura 59 - Pré-Fabricado - Fábrica da Protensul - São José/SC	26
Figura 60 - Pré-moldado - Preparo de formas e armação de placas.....	26
Figura 61 - Transporte de passarela pré-fabricada	27
Figura 62 - Lançamento de viga pré-fabricada.....	27
Figura 63 - Montagem de estrutura pré-fabricada	27
Figura 64 - Preparo da armadura e formas em pré-moldado	28
Figura 65 - Chegada das mesas a obra.....	29
Figura 66 - Montagem das escoras.....	29
Figura 67 - Posicionamento das mesas na obra	29
Figura 68 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua	30
Figura 69 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua.....	30
Figura 70 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua.....	30
Figura 71 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua.....	30
Figura 72 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando plataforma elevatória.....	31
Figura 73 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando plataforma elevatória.....	31
Figura 74 - Mesa de bordo da laje, com viga	31
Figura 75 - Mesa de bordo da laje, sem viga	31
Figura 76 - Desforma e transporte horizontal da mesa voadora.....	32
Figura 77 - Desforma e transporte horizontal da mesa voadora.....	32
Figura 78 - Colocação das mesas na posição.....	32
Figura 79 - Sistema de fôrmas para laje tipo <i>deck</i>	33
Figura 80 - Escoramento residual com <i>drophead</i>	33
Figura 81 - Sequência de desmontagem do <i>drophead</i>	34
Figura 82 - <i>Drophead</i> montado	34

Figura 83 - <i>Drophead</i> desmontado	34
Figura 84 - Painel modular.....	34
Figura 85 - Edifício executado em laje plana protendida.....	35
Figura 86 - Edifício executado em laje plana	35
Figura 87 - Edifício executado em laje plana	35
Figura 88 - Encaixe do painel na cabeça das escoras	36
Figura 89 - Elevação do painel e colocação na posição.....	36
Figura 90 - Encaixe das escoras.....	36
Figura 91 - Sistema montado.....	36
Figura 92 - Transporte de tela soldada	37
Figura 93 - Colocação de tela soldada em sua posição	37
Figura 94 - Espaçamento preciso entre as malhas	38
Figura 95 - Transpasse entre as telas.....	38
Figura 96 - Laje armada com tela soldada	38
Figura 97 - Amarradeira automática.....	39
Figura 98 - Amarradeira automática.....	39
Figura 99 - Execução de amarração	39
Figura 100 - Execução de amarração	39
Figura 101 - Execução de amarração	40
Figura 102 - Execução de amarração	40
Figura 103 - Execução de amarração de laje.....	40
Figura 104 - Concretagem utilizando mastro de distribuição de concreto tipo <i>placing boom</i>	41
Figura 105 - Concretagem utilizando mastro de distribuição de concreto tipo <i>spider</i> ..	41
Figura 106 - Não existe tubulação apoiada na laje e apenas um funcionário segura o mangote.....	42
Figura 107 - Não existe tubulação apoiada na laje e apenas um funcionário segura o mangote.....	42
Figura 108 - Mastro de distribuição de concreto tipo <i>spider</i>	42

Figura 109 - Mastro de distribuição de concreto tipo <i>placing boom</i>	42
Figura 110 - Mastro de distribuição de concreto tipo <i>spider</i>	43
Figura 111 - Mastro de distribuição de concreto tipo <i>placing boom</i>	43
Figura 112 - Mastro de distribuição de concreto tipo <i>placing boom</i>	43
Figura 113 - Concretagem executada com mastro de distribuição de concreto tipo <i>placing boom</i>	44
Figura 114 - Fechamento utilizando placa de gesso acartonado	45
Figura 115 - Fixação de placa de gesso acartonado.....	45
Figura 116 - Posicionamento dos montantes	45
Figura 117 - Estrutura <i>Drywall</i>	45
Figura 118 - Estrutura <i>Drywall</i>	46
Figura 119 – Tipos de placas de gesso acartonado.....	47
Figura 120 - Placa cimentícia impermeabilizada	47
Figura 121 - Colocação de lã de vidro no interior da parede.....	47
Figura 122 - Instalação elétrica embutida na parede	48
Figura 123 - Instalação hidráulica embutida na parede.....	48
Figura 124 - Tratamento das juntas	48
Figura 125 - Tratamento das juntas	48
Figura 126 - Fachada cortina	49
Figura 127 - Fachada cortina	49
Figura 128 - Sistemas de montagem de fachada cortina	50
Figura 129 - Subida de painel	51
Figura 130 - Fixador.....	51
Figura 131 - Estrutura metálica fixada ao edifício	51
Figura 132 - Fachada ventilada, eliminação do excesso de calor	52
Figura 133 - Fachada ventilada interrompida a cada andar segurança ao fogo.....	52
Figura 134 - Linha de montagem de banheiro pronto.....	53
Figura 135 - Linha de montagem de banheiro pronto.....	54

Figura 136 - Execução de revestimento cerâmico de banheiro pronto.....	54
Figura 137 - Transporte para o canteiro de obras utilizando carretas	54
Figura 138 - Banheiro embalado para o transporte.....	54
Figura 139 - Posicionamento do banheiro antes da execução da laje superior	55
Figura 140 - Posicionamento do banheiro após a execução da laje superior.....	55
Figura 141 - Posicionamento do banheiro após a execução da laje superior.....	55
Figura 142 - Carrinho para transporte horizontal no pavimento	55
Figura 143 - Posicionamento do banheiro no carrinho para transporte horizontal no pavimento.....	55
Figura 144 - Banheiro posicionado em seu lugar definitivo aguardando ligação das esperas.....	56
Figura 145 - Execução da ligação das esperas.....	56
Figura 146 - Tubo <i>PEX</i>	57
Figura 147 - Execução de curvas sem a utilização de conexões	57
Figura 148 - O sistema utilizado acima é por meio de distribuidor e o abaixo por derivação.....	57
Figura 149 - Distribuição por derivação	58
Figura 150 - Distribuição utilizando <i>manifold</i>	59
Figura 151 - Distribuição utilizando <i>manifold</i>	59
Figura 152 - Distribuição utilizando <i>manifold</i>	59
Figura 153 - (a) <i>Kit</i> chicote, (b) <i>Kit</i> lavatório (<i>Kit</i> esgoto) e (c) <i>Kit</i> chuveiro.....	60
Figura 154 - Detalhe da caixa de distribuição (<i>manifold</i>) para ligação ponto a ponto..	60
Figura 155 - Passagem do <i>PEX</i> pelos suportes de parede <i>drywall</i>	61
Figura 156 - Instalação do <i>PEX</i> em parede de <i>drywall</i>	61
Figura 157 - Instalação aparente	62
Figura 158 - Instalação aparente utilizando-se tubo.....	62
Figura 159 - Instalação aparente utilizando-se canaleta	62
Figura 160 - Instalação aparente utilizando-se canaleta	63
Figura 161 - Instalação aparente utilizando-se postes	63

Figura 162 - Instalação aparente utilizando-se postes	63
Figura 163 - Retirada da embalagem.....	65
Figura 164 - Posicionamento do <i>kit</i> no vão	65
Figura 165 - Verificação do prumo	65
Figura 166 - Fixação utilizando espuma expansiva de poliuretano	65
Figura 167 - Colocação da maçaneta	66
Figura 168 - Colocação do alizar	66
Figura 169 - Armazenamento do <i>kit</i> porta pronta na fábrica.....	66
Figura 170 - Armazenamento do <i>kit</i> porta pronta na fábrica.....	66
Figura 171 - Utilização de forro PVC.....	67
Figura 172 - Utilização de forro PVC.....	67
Figura 173 – Instalação estrutura	68
Figura 174 - Instalação estrutura	68
Figura 175 - Instalação estrutura	68
Figura 176 - Fixação das cantoneiras	69
Figura 177 - Encaixe das placas de PVC.....	69
Figura 178 - Lado fêmea da placa é aparafusado.....	69
Figura 179 - Cantoneiras das paredes laterais encaixadas.....	69
Figura 180 - Colocação da última placa com auxílio de uma espátula	69
Figura 181 - Opções de cores para forro em PVC	69
Figura 182 - Opções de cores para forro em PVC	69
Figura 183 - Utilização de forro PVC.....	70
Figura 184 - Utilização de piso vinílico em sala residencial.....	70
Figura 185 - Utilização de piso vinílico em quarto residencial	70
Figura 186 - Lixamento do contrapiso.....	71
Figura 187 - Aplicação de massa.....	71
Figura 188 - Colagem do suporte curvo.....	71
Figura 189 - Colagem do perfil de acabamento do rodapé	71

Figura 190 - Marcação do posicionamento da manta.....	72
Figura 191 - Aplicação de cola de contato na manta	72
Figura 192 - Espalhamento da cola acrílica	72
Figura 193 - Colocação da manta.....	72
Figura 194 - Corte do excesso da manta	72
Figura 195 - Aplicação do cordão de solda.....	73
Figura 196 - Desbastamento do cordão de solda.....	73
Figura 197 - Acabamento dos cantos dos rodapés..	73
Figura 198 - Utilização de piso vinílico em brinquedoteca.....	73
Figura 199 - Utilização de piso vinílico em corredor, alta resistência à abrasão.....	73
Figura 200 - Revestimento externo utilizando-se painéis cerâmicos	74
Figura 201 - Revestimento interno utilizando-se gesso acartonado	74
Figura 202 - Estrutura metálica aguardando a colocação do revestimento não aderido	75
Figura 203 - Encaixe do painel a estrutura metálica	75
Figura 204 - Fachada com revestimento não aderido	75
Figura 205 - Sequência de execução do Top down	78
Figura 206 - Comparação de cronograma utilizando o sistema convencional ou o banheiro pronto.....	82

1. Apresentação do trabalho

1.1. Introdução

No Brasil, a construção civil é considerada atrasada em relações a outros setores industrializados, apesar de ter uma significativa representatividade econômica. Para Pereira (1988) e Telles (1994), esse atraso é consequência da fase colonial que o país viveu, com a presença da escravidão. Esse trabalho não era valorizado, por esse motivo não existia o interesse pelo seu aperfeiçoamento. Para os escravos não havia atrativo algum em melhorar as técnicas que só iriam enriquecer seus algozes (MOTOYAMA, 2004). Porém, a mudança da corte portuguesa para o Brasil possibilitou o desenvolvimento econômico e cultural. Foram introduzidos os princípios da arquitetura neoclássica, que demandou uma mudança técnica na forma de se construir. O isolamento de algumas regiões fez com que fossem utilizados apenas os materiais nelas disponíveis; por isso as técnicas construtivas em alguns lugares já contavam com cataria de pedra, sendo que na grande maioria era utilizada terra socada que servia tanto para estrutura portante como para vedação.

No século XVIII foi iniciada uma nova fase no mundo conduzida pela Revolução Industrial. Nela ocorreram mudanças no processo construtivo dos produtos, com a passagem da manufatura para a indústria mecânica.

A introdução de máquinas fabris multiplicou o rendimento do trabalho e aumentou a produção global, e, no século XIX, surgiu um novo conceito, o Taylorismo-Fordismo. Este método possui basicamente características de padronização e produção em série com finalidade de redução de custos e elevação de lucros. O trabalho é realizado de forma especializada, fragmentado em setores, proporcionando ganhos de produtividade. Esse processo é aplicado até os dias atuais (PEPE, BRANDT, 2009)

A partir do século XX, houve uma intensificação do crescimento da construção civil. A 1ª Guerra Mundial, por dificultar a importação de materiais, gerou um impulso na indústria e o desenvolvimento do transporte proporcionou que algumas regiões saíssem do isolamento, ocorrendo assim uma troca de conhecimentos e técnicas. Essa transformação foi constatada na substituição do trabalho escravo pelo assalariado, com o incentivo do governo na imigração europeia afim de substituir o trabalho dos escravos, no surto do café e no aumento da urbanização e desenvolvimento dos transportes (FARAH, 1988). Esse novo contingente de pessoas trouxeram consigo conhecimentos de formas diferentes de construção, e as técnicas construtivas necessárias à sua execução. Já se sabia que a taipa não resistia bem aos

efeitos da água; entretanto os emigrantes trouxeram o uso do tijolo e a habilidade artística na execução das habitações (SATO, SABBATINI, 2011).

As atividades científicaram-se a partir de 1930, através de pesquisas e normalização além de instituições de ensino. No século XX ainda ocorreu a 2ª Guerra Mundial, fazendo com que, novamente, as importações fossem dificultadas e favorecendo a industrialização. A população continuou a crescer, demandando habitações, principalmente de múltiplos pavimentos, o que induziu ainda mais a modernização da construção. Foi então que ocorreu o surgimento do concreto, mudando radicalmente os métodos construtivos e obrigando o conhecimento do material. Ademais, houve, nesse período, a criação de diversos equipamentos que viriam a facilitar as operações relativas à construção em altura (SATO, SABBATINI, 2011).

As transformações tecnológicas no subsetor de edificações ao longo desse século foram muito lentas e não tão significativas, sendo observado, através dos métodos construtivos, que eram os mesmos do início do século (FARAH, 1988).

Na segunda metade do século XX foram introduzidos a construção civil novas ferramentas, equipamentos, processos construtivos e materiais, contribuindo para um menor desperdício, maior qualidade, menor custo e menor prazo, permitindo um planejamento mais consistente e ainda colaborando com o meio ambiente. Porém, segundo Oliveira *et al* (1999), que após a realização de uma pesquisa em que listou itens para a avaliação em canteiro de obras, observou os índices e constatou que não necessariamente os canteiros de obras de cidades mais desenvolvidas eram os que mais implantavam essas inovações. As novas formas de construir despontaram em lugares mais desenvolvidos como Estados Unidos e Europa, onde as novas metodologias de trabalho foram e ainda são experimentadas e têm sua eficiência atestada. Posteriormente, espalham-se para outros países, como no caso do Brasil. Quase sempre os nomes dessas técnicas que são adotadas são estrangeiros. Porém, recentemente, novos equipamentos começaram a se desenvolver aqui no país.

Pensando nas inovações tecnológicas, atualmente encontram-se à disposição dos técnicos e engenheiros meios de resolver melhor a questão dos custos e diminuir as perdas e prazos. Um enorme número de fornecedores disponibilizam elementos que, juntos e bem elaborados, são importantes para a otimização e racionalização construtiva e, como consequência, para a melhoria da qualidade. Para se obter o melhor dessas inovações, é de fundamental importância a inclusão destas na fase de projeto para que sejam realizadas as melhores condições de implantação e eficiência dessas técnicas.

Com a modernização da construção civil, outros setores que estão diretamente relacionados como indústria, alimentação, aluguel de equipamentos e segmentos de transporte, também foram impulsionados e se aprimoraram para facilitar e agilizar o fornecimento de materiais e a prestação de serviços. Essa modernização pode ser vista como, por exemplo, na movimentação de materiais, que passou de manual para mecanizada; na organização do canteiro de obras e na utilização de elementos pré-moldados e pré-fabricados, além de kits prontos.

Devido à abundância de mão de obra para a construção civil nas últimas décadas, no Brasil, os métodos construtivos pouco evoluíram. Nos últimos anos, com o aquecimento deste, esse cenário mudou e passou a faltar mão de obra. Por esse motivo, os salários subiram e o aumento da produtividade se tornou necessário para reduzir custos e minimizar a sua falta.

Com custos maiores de mão de obra, tornou-se viável o investimento em tecnologia aplicada à construção civil e o emprego de novos materiais e equipamentos.

Em alguns casos, se for analisado apenas o custo isolado de cada serviço, as inovações podem aparentar um valor mais elevado; porém, deve-se fazer um estudo mais amplo, analisando as economias em outros serviços, a redução dos custos fixos total da obra com a redução do seu tempo de duração e os ganhos com a antecipação da utilização da edificação.

1.2. Objetivo

O objetivo desse trabalho é apresentar práticas construtivas, desde a instalação do canteiro até o revestimento, que proporcionem a redução do tempo de construção de uma edificação e apresentar a aplicação de algumas dessas práticas em obras, evidenciando suas dificuldades e seus benefícios.

1.3. Justificativa

A reunião de soluções capazes de reduzir o tempo de duração de uma obra facilita o estudo, a comparação e a adoção dessas em obras futuras. Muitas vezes a falta de conhecimento de práticas construtivas diferentes das tradicionais não permite a adoção dessas em obras que seriam adequadas ou provoca seu emprego de forma inadequada, podendo provocar aumento do prazo, do custo e a perda da qualidade. Sendo assim, a apresentação de práticas construtivas capazes de reduzir o tempo de execução de obra, com suas restrições e indicações, contribui para a adoção em maiores escalas dessas práticas, evitando que o emprego dessas de forma equivocada provoque a não adoção dessas práticas em obras que seriam indicadas.

1.4. Metodologia

O presente trabalho é uma pesquisa, de diversos métodos construtivos e equipamentos capazes de reduzir o tempo de duração de uma obra, realizada através de artigos, livros, revistas, teses e sites de empresas relacionadas a cada item, sem restrição de período de publicação.

1.5. Descrição dos capítulos

No primeiro capítulo apresenta-se a introdução. A seguir, traça-se o objetivo do trabalho, demonstrando a finalidade do mesmo, é feita a justificativa e depois, a metodologia é descritas para um maior esclarecimento da composição do trabalho.

O segundo capítulo, apresenta algumas práticas construtivas capazes de reduzir o tempo de execução da obra.

No terceiro capítulo são apresentadas aplicações de algumas das práticas construtivas presentes no segundo capítulo.

No quarto capítulo, as considerações finais são expostas, contendo críticas e sugestões para o emprego das práticas apresentadas.

2. Apresentação das práticas construtivas

Neste capítulo serão apresentadas práticas construtivas capazes de reduzir o tempo de execução de obra. Foram escolhidas práticas que diminuem o tempo de execução de serviços presentes frequentemente no caminho crítico das obras. Esses serviços são: instalação do canteiro; execução da fundação; execução da estrutura, que por sua vez se divide em dois casos: as moldadas fora de seu local definitivo e as moldadas *in loco*, nas quais são aplicados os serviços de forma, armação e concretagem. Após a estrutura, a sequência segue com a execução da vedação, das instalações, da colocação das esquadrias e da execução do revestimento. A figura 1 ilustra a ordem de execução dos serviços.

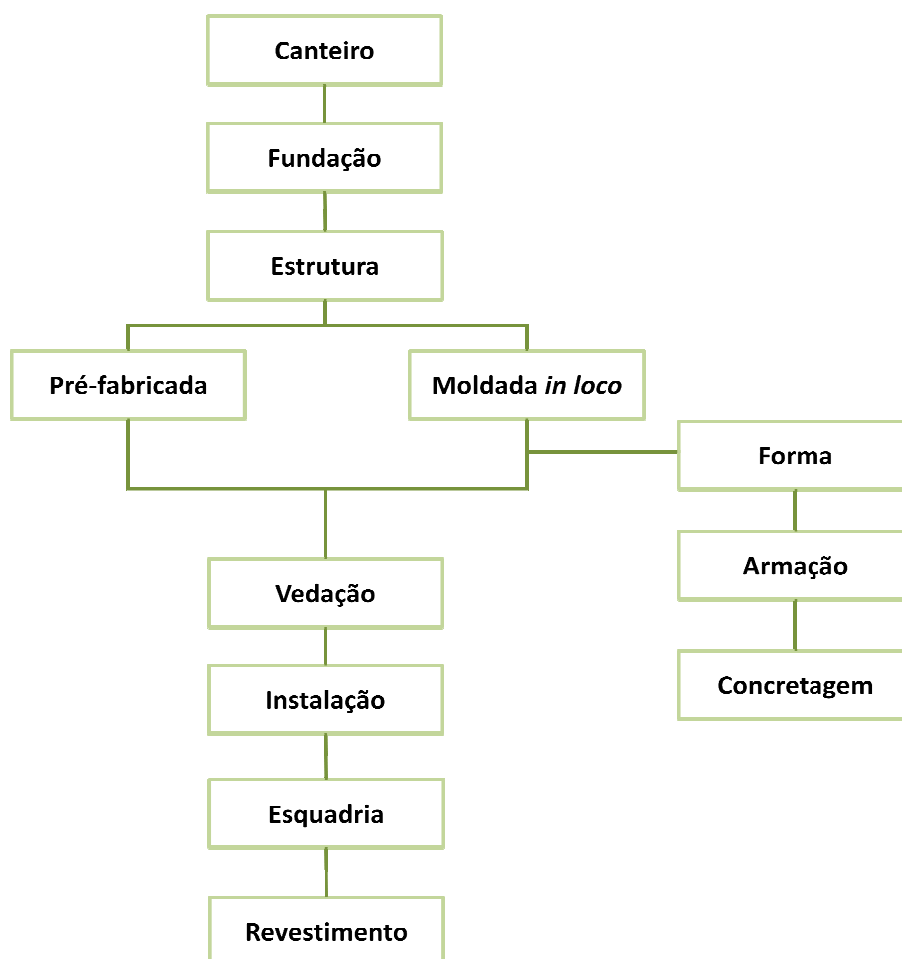


Figura 1 - Fluxograma da ordem de execução dos serviços

2.1. Canteiro

2.1.1. Container

A utilização de *container* como instalação provisória nas obras tem aumentado nos últimos anos. No ano de 2011 a empresa NHJ do Brasil registrou um aumento de 20%

na demanda por *containers* (www.cbic.org.br, 2012). Em obras de edificações residenciais e comerciais, esta opção ainda é minoritária quando comparada aos barracos de obra (SAURIN, 2006, FORMOSO, 2006).

Os *containers* apresentam diversas vantagens, tais como rapidez e limpeza no processo de montagem e desmontagem, leveza, não precisando de fundações, facilidade de transporte, reaproveitamento total da estrutura, possibilidade de diversos arranjos internos, menor risco de incêndio e diminuição do passivo ambiental.

A figura 2 mostra um *container* utilizado como escritório.



Figura 2 - *Container* para escritório (www.deltacontainers.com.br, 2012)

Como desvantagens, ocorre, principalmente, o desconforto térmico e acústico, que pode ser resolvido com a utilização de revestimentos adequados, porém, com um aumento significativo de custo. Uma alternativa mais barata é a pintura externa em cor branca, que não soluciona, mas minimiza o desconforto térmico.

Existem no mercado diversos fornecedores. O equipamento pode ser alugado ou comprado, havendo a opção de entrega do container já montado ou de seus componentes para montagem na obra. O transporte de um container montado é feito em caminhão equipado com guindaste hidráulico (tipo *munck*). Entretanto, pode-se

transportar até seis containers desmontados no mesmo caminhão, diminuindo-se assim o custo de frete. A remontagem é feita na obra sem a necessidade de mão de obra especializada (BIRBOJM, 2002). Para os que chegam montados à obra, faz-se necessário prever o acesso do caminhão tanto para a entrada quanto para a saída da mesma, ficando, assim, limitado o seu posicionamento.

As figuras 3 e 4 mostram como é realizado o transporte de *container*.



Figura 3 - Transporte de *container* (sp.quebarato.com.br/, 2012)

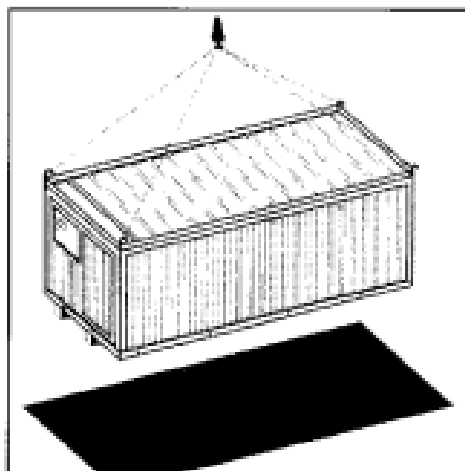


Figura 4 - Transporte de *container* (BIRBOJM, 2002)

Existem várias possibilidades de arranjo interno. Pode ser utilizado como almoxarifado, escritório com ou sem banheiro, vestiário, alojamento, refeitório e sanitário. O valor de venda ou locação depende do tipo de container, sendo que os preços variam de acordo com a utilização da unidade, a tecnologia utilizada para isolamento térmico e acústico, o revestimento interno, entre outros atributos. É possível encontrar no mercado containers de 10, 20 e 40 pés.

As figuras 5 e 6 mostram o interior de um *container* utilizado como vestiário e a figura 7 mostra sua utilização como almoxarifado.



Figura 5 - *Container* vestiário
(<http://www.visautolocacoes.com.br/>, 2012)

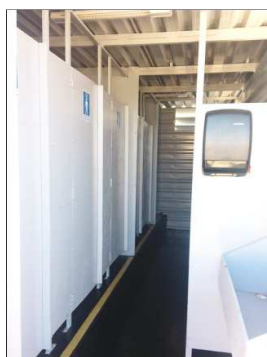


Figura 6 - *Container* almoxarifado
(<http://www.visautolocacoes.com.br/>, 2012)



Figura 7 - *Container* vestiário
(<http://www.visautolocacoes.com.br/>, 2012)

Segundo a NR-18, é necessário que o *container* possua uma ventilação natural de, no mínimo, 15% da área do piso, composta por, no mínimo, duas aberturas. Sua estrutura deve ser aterrada eletricamente, de modo a prevenir contra a possibilidade de choques elétricos. *Containers* originalmente usados no transporte e/ou acondicionamento de cargas devem ter um atestado de salubridade relativo a riscos químicos, biológicos e radioativos, com o nome e CNPJ da empresa responsável pela adaptação (SAURIN, 2006, FORMOSO, 2006).

É possível a colocação de um *container* sobre outro. Recomenda-se a instalação de módulos de armazenamento de material no térreo, para facilitar o acesso. Essa prática diminui o espaço ocupado pelas instalações provisórias liberando área para melhorar a logística do canteiro. Também existe a possibilidade de se acoplar vários módulos lado a lado, para a obtenção de áreas maiores.

As figuras 8 e 9 apresentam *containers* utilizados em dois andares.



Figura 8 - *Container* escritório (sp.quebarato.com.br, 2012)



Figura 9 - *Container* escritório (theurbaneearth.wordpress.com, 2012)

A instalação do *container* na obra é simples e rápida. Em contato por e-mail com Gabriella Paschoal, funcionária do departamento comercial da Delta *Containers*, ela esclareceu que é necessário, para os módulos sem utilização de água, apenas que o piso esteja nivelado e tenha disponível no local tensão de 110V ou 220V; Para os com utilização de água, deve-se acrescentar uma entrada da mesma e uma saída de esgoto.

Na Delta *Containers*, todos os modelos são de *containers* marítimos de 20 pés, com medidas de 6,00 metros de comprimento por 2,50 metros de largura e altura de 2,60 metros. O modelo mais barato é o de almoxarifado, que contém um ponto de luz central, uma tomada e um interruptor. Esse módulo, em outubro de 2012, era locado

por R\$380,00/mês para 1 mês de aluguel, por R\$360,00/mês para locação de 2 à 6 meses e por R\$340,00/mês para aluguel de 6 à 12 meses. Também existe a opção de compra pelo valor de R\$8.900,00. Não estão incluídos nesses valores os custos de frete e descarregamento.

Um escritório simples, feito com uma unidade de 20 pés, é vendido por R\$ 9.300,00 na Santos *Container*. A locação da mesma custa em média R\$ 430,00 por mês (www.cbic.org.br, 2012).

Para obras longas, a compra é a melhor solução, pois o aluguel acaba saindo caro. Entretanto, no final da obra é necessário leva-lo para outro canteiro ou para um depósito. Já na locação, quando finda o contrato, o cliente devolve a unidade, sem burocracia. Em ambos os casos, a desmobilização é rápida, fácil e não deixa resíduos, economizando tempo se comparado às estruturas provisórias de madeira.

Na implantação do canteiro, a utilização de *containers* como instalação provisória permite maior rapidez, tanto na mobilização como na desmobilização do mesmo, desde que, o seu posicionamento seja planejado, sua colocação e remoção bem avaliados, pois, no caso de fornecimento do *container* montado, o que permite maior velocidade na instalação, é necessário que haja acesso para o caminhão até o local de sua colocação e que o piso seja nivelado. A opção de compra ou locação permite a adequação à necessidade de cada obra. Existe, também, a opção do fornecimento deste desmontado; porém, a redução do tempo de instalação do canteiro é menor, logo, o ideal é que ele seja fornecido montado. Entretanto, caso não haja acesso para o caminhão, ele pode ser fornecido desmontado, o que aumenta o tempo para sua instalação, mas, ainda assim, pode ser vantajosa a sua utilização.

2.1.2. Instalação provisória pré-fabricada em madeira

A instalação provisória pré-fabricada em madeira é modular, desmontável, remontável e componível. Esse sistema está baseado na industrialização dos componentes. É composto de painéis modulados, executados em madeira, que chegam prontos para serem montados na obra. Pode ser utilizado como almoxarifado, escritório, vestiário, alojamento, refeitório e sanitário.

As figuras 10 e 11 mostram as instalações provisórias pré-fabricadas em madeira externamente, a primeira executada em dois andares e a segunda linear. Nos dois casos é possível observar a modulação existente na estrutura.



Figura 10 – Instalação provisória pré-fabricada em madeira (<http://www.atualrio.com/>, 2012)



Figura 11 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira (<http://www.atualrio.com/>, 2012)

A fundação é executada com blocos canaleta estruturais de concreto, preenchidos com graute. A cada 40 centímetros é chumbada uma peça de madeira, nivelada com o baldrame, permitindo a posterior ligação dos painéis com a fundação. O contrapiso é executado com concreto magro, e recebe posteriormente um revestimento argamassado, ficando em um nível pouco abaixo do nível final do baldrame, permitindo que as peças de madeira não entrem em contato direto com o solo. Deve-se executar uma cinta de madeira composta por sarrafos, pregando-os nas madeiras já chumbadas, a qual funcionará como guia de posicionamento dos painéis autoportantes (BIRBOJM, 2002).

As figuras 12 e 13 mostram instalações provisórias pré-fabricadas em madeira.



Figura 12 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira (<http://www.canteiro.com.br/>, 2012)



Figura 13 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira (<http://www.canteiro.com.br/>, 2012)

O travamento superior é executado utilizando-se sarrafos iguais aos da cinta inferior, gerando a ligação entre os painéis e as tesouras do telhado. As tesouras devem ser posicionadas no encontro entre dois painéis. Sobre as tesouras são pregadas as terças e sobre as terças colocam-se as telhas (BIRBOJM, 2002).

As figuras 14 e 15 apresentam o interior de uma instalação provisória pré-fabricada em madeira utilizada como escritório.



Figura 14 - Escritório em instalação provisória pré-fabricada (<http://www.atualrio.com/>, 2012)



Figura 15 - Escritório em instalação provisória pré-fabricada (<http://www.atualrio.com/>, 2012)

A figura 16 apresenta uma instalação provisória pré-fabricada em madeira utilizada como refeitório.



Figura 16 - Refeitório em instalação provisória pré-fabricada (<http://www.atualrio.com/>, 2012)

Para estruturas de dois pavimentos, o piso superior pode ser executado com tábuas ou com chapas de compensado naval, apoiados em vigas de madeiras ou treliças, que por sua vez são apoiadas nos encontros dos painéis. Para esse tipo de estrutura deve-se utilizar treliça metálica em todo o perímetro da edificação para fazer a união dos dois pavimentos (BIRBOJM, 2002).

A figura 17 mostra uma instalação provisória pré-fabricada em madeira.



Figura 17 - Instalação provisória pré-fabricada em madeira (<http://www.canteiro.com.br/>, 2012)

Para áreas molhadas é recomendada a aplicação de uma película de fibra de vidro, com 5mm de espessura, sobre as chapas, com o objetivo de proteger a madeira contra a umidade (BIRBOJM, 2002).

As figuras 18 e 19 mostram a utilização de instalações provisórias pré-fabricadas em madeira como escritório.



Figura 18 - Escritório em instalação provisória pré-fabricada (<http://www.atualrio.com/>, 2012)



Figura 19 - Escritório em instalação provisória pré-fabricada (<http://www.atualrio.com/>, 2012)

O grande benefício da alternativa pré-moldada é o reaproveitamento do material, que, segundo alguns fornecedores, varia de cinco a sete reutilizações. Alguns fabricantes dão a opção de contratos que preveem a desmontagem e remontagem das mesmas estruturas em várias obras, ficando todas as etapas, incluindo a manutenção e reparos, a cargo dos fornecedores (BIRBOJM, 2002).

A figura 20 apresenta as peças de uma instalação provisória pré-fabricada em madeira.

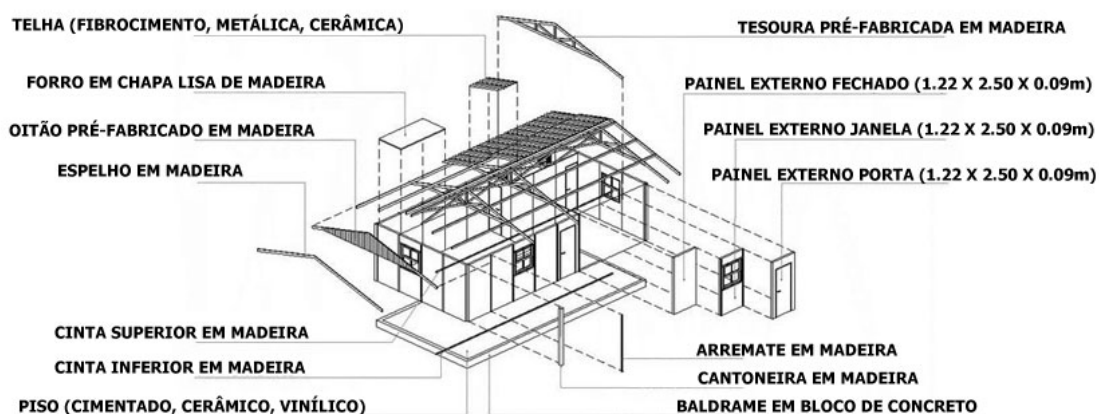


Figura 20 - Peças da instalação provisória pré-fabricada (<http://www.canteiro.com.br/>, 2012)

A empresa *Canteiro* realiza este tipo de projeto e fabricação, construindo edificações com um ou dois pavimentos, proporcionando velocidade, qualidade e baixo custo. Um escritório completo (incluindo instalações hidráulicas e elétricas) com 300m² de área fica pronto em 15 dias. Os painéis externos são modulados com 1,22m de largura por 2,50m de altura, podendo ser totalmente fechados, com janelas ou com portas e existe

a opção de serem em chapas planas com espessura de 0,09m ou em aduelas com 0,12m de espessura. O sistema de fixação pode ser por encaixe macho e fêmea ou com pregos especiais. O painel interno é modulado com 1,22m de largura por 2,44m de altura, com espessura de 0,05m e seu revestimento é em chapas planas e lisas de madeira. O telhado é composto por tesouras e oitões pré-fabricados de madeira, telhas onduladas de fibrocimento, metálicas ou cerâmicas, e forro em chapas planas de OSB ou lambri de Pinus (<http://www.canteiro.com.br/>, 2012).

A figura 21 apresenta as peças de uma instalação provisória pré-fabricada em madeira.

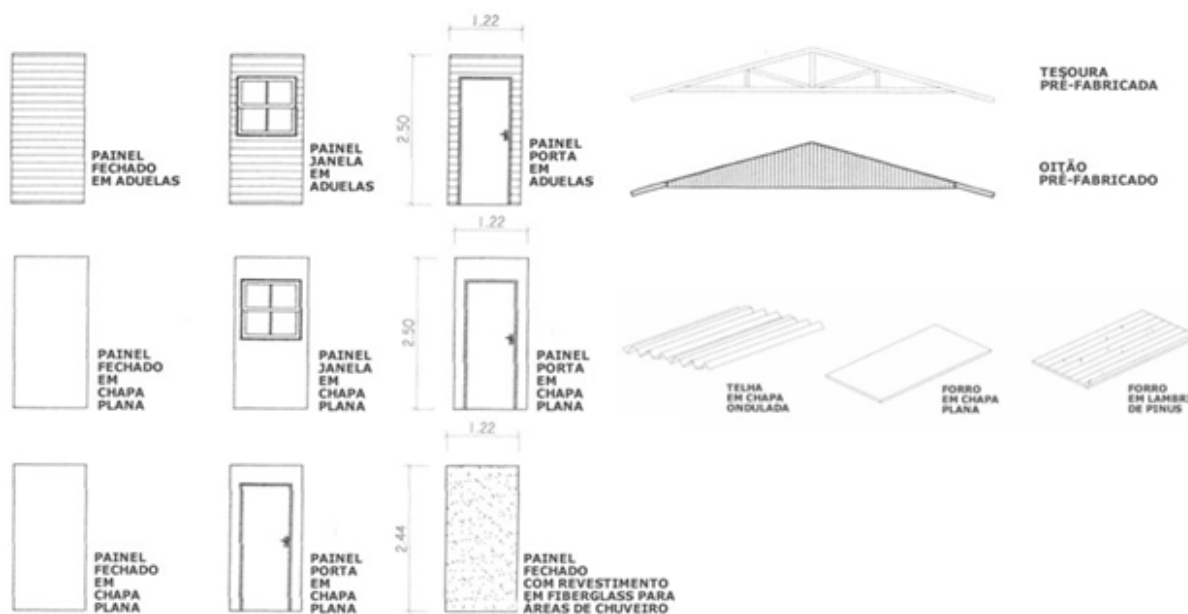


Figura 21 - Peças da instalação provisória pré-fabricada (<http://www.canteiro.com.br/>, 2012)

A utilização de instalação provisória pré-fabricada requer um tempo maior para sua instalação quando comparado à utilização de *container* já montado; porém, é um tempo menor quando comparado com o método tradicional de execução no canteiro. A opção por esse tipo de instalação pode ser vantajosa nos seguintes casos: onde não existe acesso de caminhão, onde o terreno não é plano ou onde seu custo é menor e sua utilização não compromete o cronograma da obra.

2.2. Fundação

2.2.1. Top Down

O método de construção *Top Down*, também chamado de construção invertida, consiste na execução das escavações e das lajes do subsolo simultaneamente com a execução da estrutura superior.

A figura 22 mostra a execução do método *Top Down*.

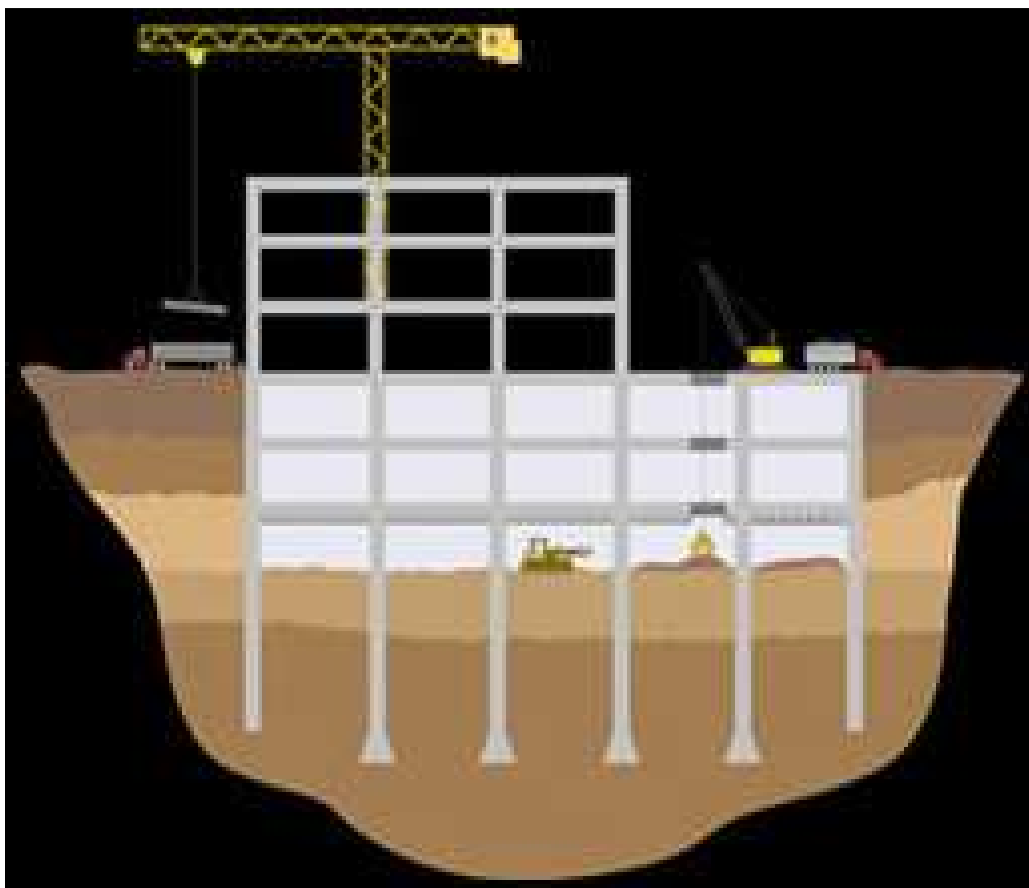


Figura 22 - Escavação confinada (<http://www.casefoundation.com>, 2012)

O método *Top Down* foi definido por Pinto (2006) da seguinte forma: “O método construtivo invertido consiste na execução da estrutura principal sem que haja a necessidade da execução prévia das escavações, dos blocos ou vigas de fundação”. (<http://www.hochtief.com.br>, 2012)

Inicialmente, são executadas as fundações, que devem ser profundas, e as contenções do terreno. Em seguida escava-se o terreno até um pouco abaixo do nível da laje do teto do subsolo. A partir desse momento, a construção é feita em duas frentes de trabalho, uma atuando na estrutura superior e outra no subsolo. A escavação, que é feita de forma confinada e utilizando equipamentos menores que os usuais, avança até a profundidade da próxima laje. A estrutura é concretada e segue-se com a escavação e o método se repete para todas as lajes subsequentes.

As figuras ilustram como acontece a escavação do subsolo. Primeiro, escava-se o subsolo; em seguida o solo escavado é transportado até o local onde existe uma abertura na laje; Deste local, o material escavado é transportado verticalmente e depositado em caminhões para ser levado para um bota fora.

A figura 23 mostra a escavação do subsolo, enquanto a 24 mostra o transporte do solo até a abertura na laje onde ocorre a retirada do material.



Figura 23 - Escavação confinada (<http://www.yurkevich.ru>, 2012)



Figura 24 - Escavação confinada (<http://www.yurkevich.ru>, 2012)

A figura 25 mostra o transporte do solo até a abertura na laje onde ocorre a retirada do material, esse transporte é feito utilizando-se máquinas menores que as usuais devido a escavação ser executada de forma confinada, e a 26, a retirada do resíduo do subsolo sendo vista do subsolo.



Figura 25 - Escavação confinada (<http://www.yurkevich.ru>, 2012)



Figura 26 - Escavação confinada (<http://www.yurkevich.ru>, 2012)

A retirada do resíduo do subsolo também aparece ilustrada nas figuras 27 e 28, porém nessas sendo vista do nível térreo, onde aparecem, também, os caminhões que irão efetuar a retirada.



Figura 27 - Retirada de terra (<http://www.yurkevich.ru>, 2012)



Figura 28 - Retirada de terra (<http://www.yurkevich.ru>, 2012)

A escavação confinada é demorada e de difícil execução; sendo assim, em prédios com gabaritos baixos é possível que a escavação se torne um fator limitante e atrase a obra. Geralmente a redução no tempo de duração da obra ocorre na construção de edifícios altos, em que a construção da estrutura superior dure um tempo maior que a escavação do subsolo.

A figura 29 mostra a realização da escavação confinada e a 30 sendo concluída.



Figura 29 - Escavação confinada
(<http://blogdopetcivil.com>, 2012)



Figura 30 - Escavação confinada
(<http://www.revistatechne.com.br>, 2012)

O método de escavação invertida também é utilizado no caso de escavações em praças ou em ruas, para construção de uma estação de metrô, por exemplo, em que não há redução no prazo de entrega da obra, podendo ter inclusive um aumento devido à escavação ser confinada, porém há uma redução no tempo de interdição do local, podendo a praça ou a rua ser reaberta mais rapidamente, gerando uma menor interferência no entorno.

Na figura 31 as áreas sombreadas em vermelho ilustram as partes do edifício que foram construídas simultaneamente.

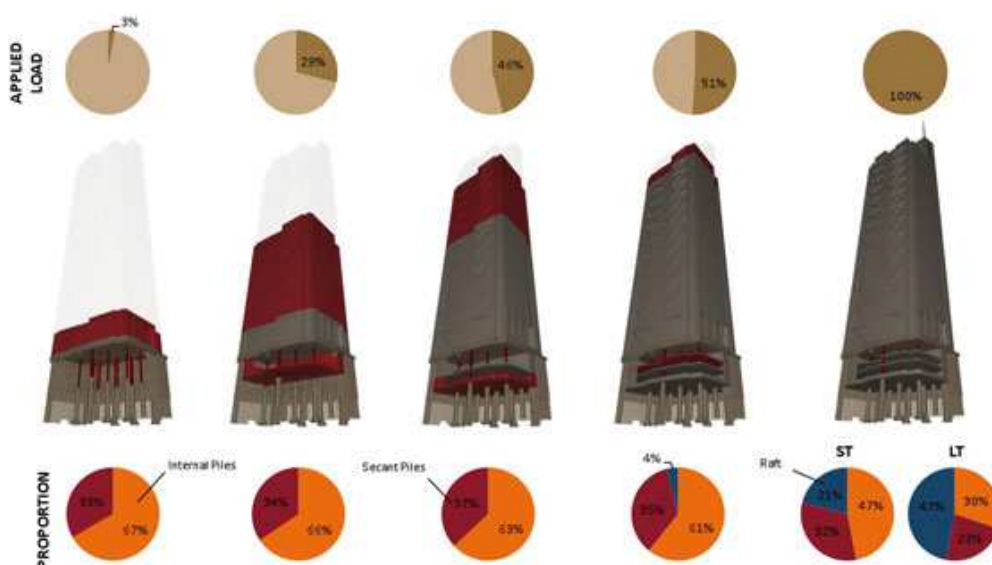


Figura 31 - Sequência de execução das etapas do Top down (<http://plus.maths.org>, 2012)

Geralmente o custo de execução da obra é superior ao que seria caso fosse empregado o método tradicional. O aumento do custo pode ser viável, tanto porque a construção entrará em funcionamento mais cedo, podendo gerar receitas e recuperar o valor gasto ou devido à *necessidade de interferir o menos possível no entorno, como no caso de escavações em praças ou em ruas*. Nesses casos a liberação mais rápida de uma rua ou de uma praça pode justificar gastos maiores.

A figura 32 mostra o objetivo da intervenção, a instalação da parede de diafragma e a escavação para a instalação da primeira estrutura utilizada como contraventamento.

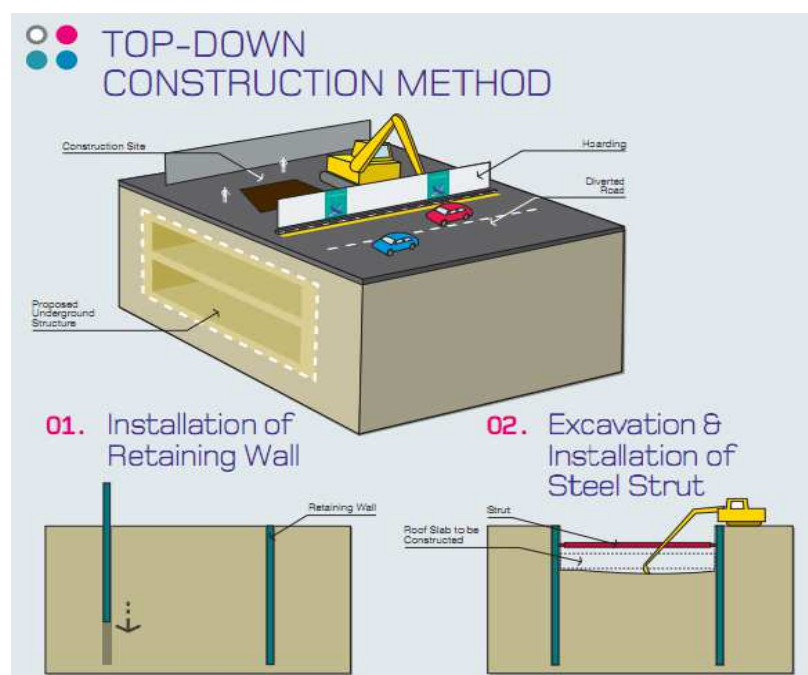


Figura 32 – Sequência de aplicação do *top down* em ruas (<http://blogdopetcivil.com>, 2012)

As figuras 33 e 34 ilustram o avanço da escavação e da instalação de contraventamento em diversos níveis.

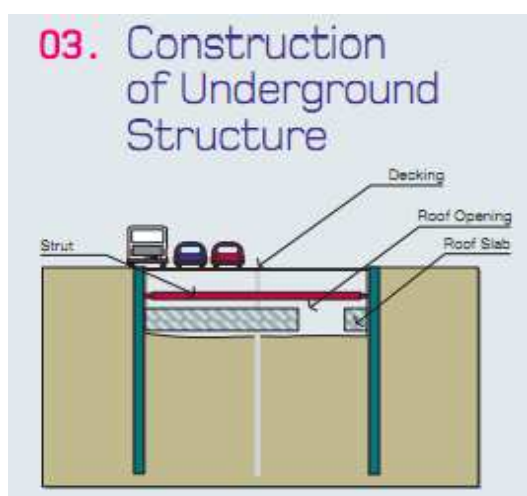


Figura 33 - Sequência de aplicação do *top down* em ruas (<http://blogdopetcivil.com>, 2012)

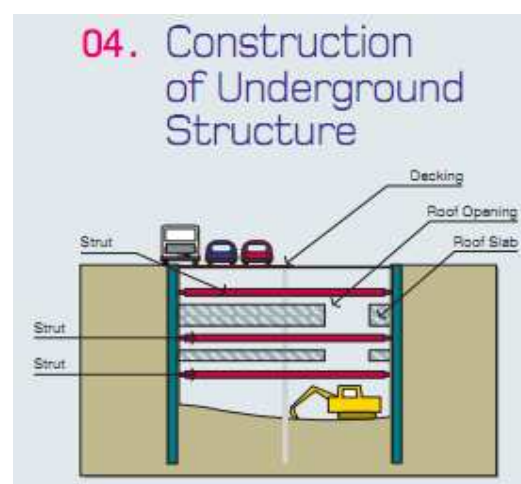


Figura 34 - Sequência de aplicação do *top down* em ruas (<http://blogdopetcivil.com>, 2012)

A figura 35 mostra a finalização da construção e a 36 a restauração e reintegração do solo.

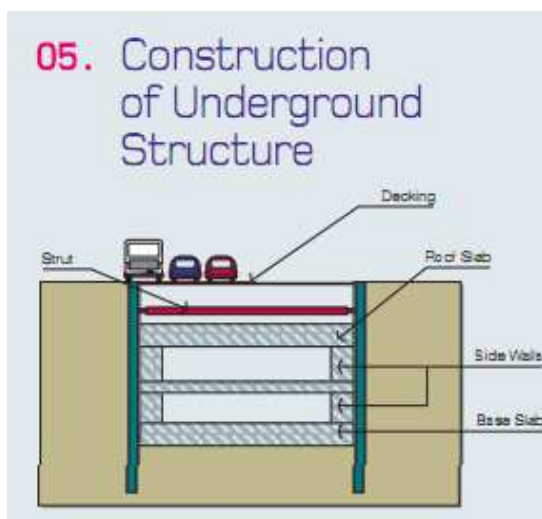


Figura 35 - Sequência de aplicação do *top down* em ruas
(<http://blogdopetcivil.com>, 2012)

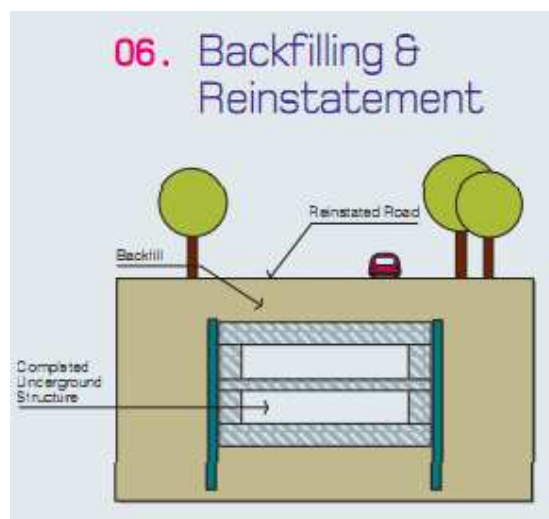


Figura 36 - Sequência de aplicação do *top down* em ruas
(<http://blogdopetcivil.com>, 2012)

A escavação invertida também pode ser uma solução para o caso de não ser possível a execução de tirantes nas estruturas de contenção junto aos vizinhos. Nesse método as lajes atuam como contraventamento, tornando desnecessário o emprego de tirantes.

O método *Top Down* é uma solução capaz de reduzir o cronograma da obra; entretanto, por ser de difícil execução, quando mal planejado pode até ocasionar o atraso da obra. Sendo assim, é recomendado para edifícios altos, em que o tempo de escavação demore menos que a execução da estrutura, para que existam ganhos no cronograma ou para reduzir o tempo de interdição de ruas ou praças.

2.2.2. Quickjet

O sistema *Quickjet* utiliza o conceito de forma perdida. No Brasil a representante exclusiva desse sistema é a empresa Openvix (<http://www.openvix.com.br/>, 2012).

Pode ser utilizada para a concretagem de sapatas, pilares, lateral de vigas, lateral de lajes, piscinas, tanques, forros curvos e planos, estruturas verticais de paredes sobre a elevação do terreno e lugares onde a remoção das formas se torna difícil.

As figuras 37 e 38, mostram a utilização de formas *Quickjet*, a primeira para a execução de cintas e a segunda de pilar.



Figura 37 - Utilização de forma *Quickjet*
(<http://www.consultoriaeanalise.com>, 2012)



Figura 38 - Utilização de forma *Quickjet*
(<http://www.consultoriaeanalise.com>, 2012)

As figuras 39 e 40 mostram a utilização de formas *Quickjet* para a execução de sapatas de fundação.



Figura 39 - Utilização de forma *Quickjet*
(<http://www.consultoriaeanalise.com>, 2012)



Figura 40 - Utilização de forma *Quickjet*
(<http://www.consultoriaeanalise.com>, 2012)

Nesse sistema são utilizadas telas galvanizadas como forma para o concreto. As telas podem ser instaladas na horizontal ou na vertical, colocadas lado a lado ou sobrepostas e cortadas ou moldadas utilizando-se ferramentas *standard* (Revista *Téchne*, 2011). A definição de como as telas serão utilizadas é feita buscando ter a menor perda possível do material; para isso, é necessário ter planejamento. Pode-se usar telas com largura de 20 cm a 60 cm.

A figura 41 mostra o padrão de tela *quickjet*.

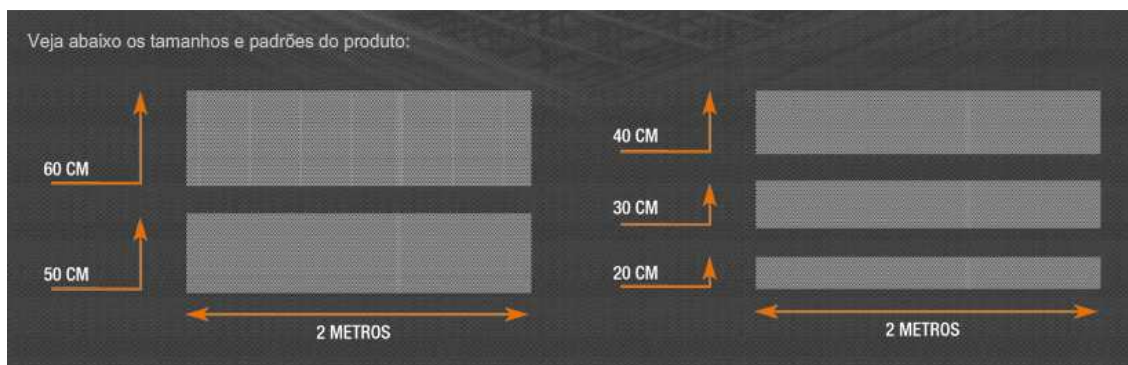


Figura 41 - Padrão de tela *Quickjet* (<http://www.openvix.com.br/>, 2012)

A figura 42, o detalhe da tela, seu posicionamento em uma sapata e após a concretagem da mesma.



Figura 42 - Utilização de forma *Quickjet* (Revista *Téchne*, 2011)

A ordem de montagem é diferente das formas convencionais. No *Quickjet*, primeiro deve ser colocada a armadura; em seguida, colocam-se os espaçadores para garantir o recobrimento de concreto; a seguir, a tela flexível é colocada como forma. Para travar a mesma é preciso colocar barras de ferro, que podem ser reaproveitadas e que por sua vez são travadas com arame recozido. Como são utilizadas telas, que são furadas, deve-se optar por um concreto com o *slump* baixo para evitar a fuga da nata de cimento e não se deve utilizar concreto autoadensável. Também, para evitar a fuga

da nata, deve-se tomar o cuidado para as pontas não serem muito vibradas (Revista Técnica, 2011).

A figura 43 mostra a instalação da forma e a concretagem da peça.



Figura 43 - Montagem de forma *Quickjet* (Revista Técnica, 2011)

O material possui nervuras perfuradas, que permitem que o concreto preencha todos os espaços, evitando bolhas de ar; substitui as madeiras das formas; requer menor tempo de instalação do que nos métodos tradicionais; não gera resíduos; é de fácil manuseio; apresenta ganho no transporte; é necessário menor área de estocagem; permite realizar qualquer forma geométrica; a montagem pode ser feita diretamente no canteiro de obras ou preparada anteriormente no depósito; o concreto transpassa a tela, dando um aspecto de chapisco, eliminando esta etapa, se necessário; não há a necessidade de desforma e diminui o risco de acidentes no canteiro, pois não tem pregos nem madeiras (<http://www.openvix.com.br/>, 2012).

Na figura 44 é mostrada a confecção de uma forma cilíndrica, evidenciando a facilidade de adaptação da forma e nas figuras 45 aparece à montagem da forma de uma sapata sendo realizada fora da sua posição definitiva, para posterior posicionamento.



Figura 44 - Tela *Quickjet* (Revista Técnica, 2011)



Figura 45 - Montagem feita no depósito (<https://www.youtube.com/>, 2012)

A figura 46 mostra a sapata armada e com forma aguardando para o posicionamento.



Figura 46 - Montagem feita no depósito (<https://www.youtube.com/>, 2012)

O Transporte da sapata armada e com forma aparece nas figuras 47 e 48.



Figura 47 - Transporte de sapata armada
(<https://www.youtube.com/>, 2012)



Figura 48 - Transporte de sapata armada
(<https://www.youtube.com/>, 2012)

O sistema *Quickjet* elimina a etapa de desforma da estrutura, além de ser de fácil execução. As telas *Quickjet* podem ser utilizadas como forma para qualquer tipo de estrutura, sendo capazes, inclusive, de eliminar também a necessidade de chapisco. Porém, a fuga da nata de cimento devido a tela ser perfurada, deve ser uma preocupação; para que isso não ocorra, não se deve vibrar muito o concreto, o *slamp* deve ser baixo e a utilização de concreto autoadensável é proibida. Sua utilização é indicada, principalmente, para lugares de difícil desforma, superfícies curvas ou que não necessitam ser desformadas, como é o caso das fundações, agilizando a liberação da concretagem.

2.3. Estrutura

2.3.1. Estrutura metálica

A estrutura metálica se baseia no conceito de montagem. Neste sistema, os perfis metálicos são colocados em suas posições por guias ou guindastes e unidos através de soldas ou parafusos.

A figura 49 mostra uma estrutura metálica e a 50 mostra a sua montagem.



Figura 49 - Estrutura metálica (<http://www.ufsm.br/>, 2013)



Figura 50 - Montagem de estrutura metálica
(<http://www.ufsm.br/>, 2013)

Os sistemas mais comuns de lajes são: as de concreto armado maciças, as pré-moldadas de concreto (treliçadas e protendidas), as alveolares protendidas, as pré-lajes (maciças ou treliçadas) e as lajes tipo *steel deck*. Para a escolha da laje, devem ser levados em conta diversos fatores, como: necessidades da rigidez da estrutura, o tempo de execução de cada tipo, bem como as particularidades técnicas de cada uma.

A figura 51 apresenta um prédio de estrutura metálica já montada.



Figura 51 - Estrutura metálica (<http://www.cbca-acobrasil.org.br/>, 2013)

A construção em aço permite que a estrutura comece a ser fabricada durante ou até mesmo antes da execução da fundação do edifício, além de deslocar parte das atividades para fora do canteiro, reduzindo o tempo de permanência da atividade no local e o desperdício de materiais, bem como aumentando o controle sobre a qualidade. Ganhos adicionais de produtividade podem ser obtidos com a economia de escala nas etapas de projeto, produção e montagem das estruturas.

As figuras 52 e 53 mostram detalhes de um edifício de estrutura metálica.



Figura 52 - Estrutura metálica (<http://www.ufsm.br/>, 2013)



Figura 53 - Estrutura metálica (<http://www.ufsm.br/>, 2013)

A utilização desse método pode significar, em alguns casos, economia na fundação, tanto de tempo quanto de dinheiro, pois a estrutura será mais leve. A economia somente não ocorrerá caso o peso da estrutura atue de forma favorável na fundação, como no caso da estrutura estar tracionada, gerando esforço de tração na mesma.

A figura 54 mostra a estrutura metálica concluída.



Figura 54 - Estrutura metálica (<http://www.revistafundacoes.com.br/>, 2013)

Para diminuir o tempo de montagem da estrutura, é de fundamental importância que o projeto seja executado com esse intuito. Se ocorrerem repetições de peças em situações virtualmente idênticas ou mesmo semelhantes, o tempo de montagem será reduzido progressivamente. Além disso, se as ligações entre as peças forem fáceis e rápidas, economiza-se tempo em comparação com ligações difíceis e trabalhosas.

A figura 55 mostra o detalhe da ligação entre peças utilizando parafusos.



Figura 55 - Execução de ligação entre as peças utilizando parafusos ([http:// www.cbca-acobrasil.org.br](http://www.cbca-acobrasil.org.br), 2013)

A figura 56 um edifício executado em estrutura metálica concluído.



Figura 56 - Edifício em estrutura metálica (<http://www.cbca-acobrasil.org.br/>, 2013)

2.3.2. Estrutura pré-moldada e pré-fabricada

As estruturas de concreto pré-fabricadas e pré-moldadas apresentam muitas semelhanças e, por esse motivo, serão apresentadas juntas, com suas diferenças devidamente salientadas.

Assim como nas estruturas metálicas, estes sistemas também se baseiam no conceito de montagem da estrutura. Esse conceito é mostrado nas figuras 57 e 58.



Figura 57 - Montagem da estrutura
(<http://www.tranenge.com/>, 2013)



Figura 58 - Montagem da estrutura
(<http://www.tranenge.com/>, 2013)

Uma estrutura feita em concreto pré-moldado ou pré-fabricado é aquela em que seus elementos estruturais, como pilares, vigas, lajes e outros, são moldados fora da estrutura, adquirindo certo grau de resistência antes do seu posicionamento definitivo na mesma (<http://compactapremoldados.com.br/>, 2013).

A norma NBR9062 define pré-moldado como um elemento que é executado fora do local definitivo de utilização, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, sem a necessidade de pessoas, laboratórios e instalações congêneres próprias e define pré-fabricado como elemento produzido fora do local definitivo da estrutura, em usinas ou instalações análogas que disponham de pessoal e instalações permanentes para controle de qualidade.

A figura 59 mostra o pátio de uma fábrica de pré-fabricados e a figura 60 o preparo de formas para a fabricação do pré-moldado.



Figura 59 - Pré-Fabricado - Fábrica da Protensul - São José/SC (<http://www.protensul.com.br/>, 2013)



Figura 60 - Pré-moldado - Preparo de formas e armação de placas (IGLESIAS, 2006)

Em outras palavras, as estruturas pré-moldadas são executadas no canteiro de obras, com menos controle de qualidade e necessitando apenas de transporte interno para ser colocada na sua posição enquanto as pré-fabricadas são produzidas em indústrias e transportadas por caminhões até o canteiro de obra e, com o auxílio de guindastes, lançadas em sua posição. Nesse caso, existe uma limitação do tamanho das peças devido às dimensões dos caminhões, da via e da necessidade de batedores.

A figura 61 mostra como é feito o transporte de peças pré-fabricadas e a figura 62 o lançamento de vigas pré-fabricadas.



Figura 61 - Transporte de passarela pré-fabricada (<http://www.premag.com.br/>, 2013)



Figura 62 - Lançamento de viga pré-fabricada (<http://www.premag.com.br/>, 2013)

Esse tipo de estrutura proporciona maior agilidade da obra, economia dos materiais e mão de obra, limpeza no canteiro, bem como maior qualidade do concreto e das armações (<http://compactapremoldados.com.br/>, 2013).

A figura 63 apresenta a execução da montagem de uma estrutura pré-fabricada.



Figura 63 - Montagem de estrutura pré-fabricada (IGLESIAS, 2006)

É importante ressaltar que tanto o detalhamento do projeto quanto o planejamento antecipado e criterioso do empreendimento faz-se necessário para viabilizar a utilização do sistema. Como as formas são reutilizáveis, é preciso que hajam peças

repetidas para viabilizar o investimento no equipamento. O transporte e o armazenamento das peças também devem ser estudados cuidadosamente, pois podem apresentar grandes dificuldades.

A figura 64 mostra preparo da armadura e das formas em pré-moldado.



Figura 64 - Preparo da armadura e formas em pré-moldado (IGLESIAS, 2006)

Para que todas as vantagens do concreto pré-moldado sejam potencializadas, a estrutura deve ser concebida de acordo com uma filosofia específica de projeto: grandes vãos, um conceito apropriado para estabilidade, detalhes simples, etc. Os projetistas devem, desde o início do projeto, considerar as possibilidades, as restrições e as vantagens do concreto pré-moldado, seu detalhamento, produção, transporte, montagem e os estados limites em serviço antes de finalizar um projeto de uma estrutura pré-moldada (IGLESIAS, 2006).

Tanto para a utilização de estruturas metálicas como para pré-moldadas e pré-fabricadas de concreto, é fundamental que ocorram repetições de peças, para aumentar a produtividade tanto na fabricação como na montagem. Um fator limitante para a utilização de estruturas pré-moldadas e pré-fabricadas de concreto é a altura do edifício, não sendo usual o seu emprego em prédios altos. Os pré-moldados ainda necessitam de grandes áreas para sua fabricação, tornando impossível sua escolha

em obras com canteiro apertado, enquanto os outros dois têm, como fator limitante, o transporte. Peças muito grandes são difíceis e caras de serem transportadas, podendo tornar sua utilização inviável.

Em obras com grande repetitividade de peças, é indicada a utilização de estruturas metálicas, pré-moldadas ou pré-fabricadas em concreto. Para edifícios altos, a primeira é a mais adequada, e para construções mais baixas, deve ser avaliado o custo, a disponibilidade do canteiro, as condições de transporte e o prazo de conclusão de cada uma.

2.3.3. Mesa voadora

O sistema de fôrmas tipo mesa voadora é caracterizado pelo transporte do conjunto formado pela ligação do escoramento, do vigamento e do molde das lajes, que permite a desforma e o deslocamento dessa estrutura em conjunto para a próxima laje a ser concretada.

A figura 65 mostra a chegada das mesas voadoras à obra, a figura 66, a montagem do conjunto assoalho, vigas e escoras e a figura 67 o posicionamento das mesas em seu local definitivo.



Figura 65 - Chegada das mesas a obra

(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 66 - Montagem das escoras

(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 67 - Posicionamento das mesas na obra

(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

Sua sequência executiva consiste no acoplamento das escoras às mesas antes da primeira utilização; em seguida, o conjunto é colocado em sua posição, feitos os arremates e a fôrma está pronta. Após a concretagem, passado o tempo necessário para a cura do concreto, é efetuada a desforma e o transporte da mesa com auxílio de uma unidade de transporte hidráulica até a periferia da laje. O transporte do equipamento para a laje superior pode ser feito de duas formas: com a utilização de grua ou de plataforma elevatória (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

As figuras de 68 e 69 mostram o transporte das mesas voadoras utilizando-se guas.



Figura 68 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua
(<http://www.peri.de/>, 2013)



Figura 69 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua
(<http://www.peri.de/>, 2013)

Segundo a empresa Doka, que oferece o segundo equipamento, a plataforma pode ser operada para executar o transporte vertical com vento de até 72 Km/h enquanto que, com a utilização da grua, o vento máximo permitido é de 42 Km/h, conforme a NR18.

As figuras de 70 e 71 mostram o transporte das mesas voadoras utilizando-se guas.



Figura 70 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 71 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando grua
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

As figuras 72 e 73 ilustram a utilização de plataforma elevatória para a realização do transporte vertical das mesas.



Figura 72 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando plataforma elevatória
(<http://www.doka.com/>, 2013)



Figura 73 - Transporte vertical da mesa voadora utilizando plataforma elevatória (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

Segundo Peres (2013), sua utilização é indicada para obras com cronograma curto ou cuja concepção estrutural permita elevadas repetições, verticais ou horizontais, como grandes lajes planas, que podem ser maciças, nervuradas ou, preferencialmente, protendidas.

A figura 74 mostra uma mesa de bordo de laje com viga, para utilização em laje reticulada, já a figura 75 mostra uma mesa de bordo sem viga, para utilização em laje plana.



Figura 74 - Mesa de bordo da laje, com viga
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 75 - Mesa de bordo da laje, sem viga
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

Também é possível a utilização em lajes reticuladas; porém, a produtividade em geral diminui, pois nesse caso pode haver dificuldade de movimentação e retirada da forma do pavimento concretado.

As figuras 76 e 77 apresentam o deslocamento horizontal das mesas.



Figura 76 - Desforma e transporte horizontal da mesa voadora (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 77 - Desforma e transporte horizontal da mesa voadora (<http://www.peri.de/>, 2013)

Esse método, quando comparado ao método tradicional, tem como vantagens: uma maior produtividade, por não demandar mão de obra para montagem e desmontagem do escoramento a cada ciclo, agilidade nas atividades de forma e desforma e, conseqüentemente, redução dos recursos empregados com mão de obra. Essas vantagens podem implicar numa redução do prazo da obra, com uma equipe de mão de obra menor. As principais desvantagens são a interferência causada pelos fenômenos naturais, chuva e vento, que prejudicam o transporte vertical das mesas, e a falta de experiência de mão de obra em trabalhar com mesas voadoras (PERES, 2013).

A figura 78 mostra as mesas voadoras posicionadas para receber a concretagem.



Figura 78 - Colocação das mesas na posição (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

A utilização de forma tipo mesa voadora é capaz de diminuir o tempo de cada ciclo de concretagem; entretanto, a falta de experiência da mão de obra, a ocorrência de mal

tempo, capaz de impedir o transporte vertical das mesas, ou a não concepção do projeto visando sua utilização, podem comprometer os ganhos obtidos. Para isto não ocorrer, o projeto deve ser concebido prevendo sua utilização, devendo-se utilizar preferencialmente laje plana. É desejável que a mão de obra tenha experiência na sua utilização; caso não seja possível, devem ser realizados treinamentos e um acompanhamento de forma mais próxima com o objetivo de acelerar a aprendizagem dos funcionários. Para minimizar os problemas com o transporte vertical, a utilização de plataforma é indicada, pois pode trabalhar sob a ocorrência de ventos mais fortes.

2.3.4. Forma tipo Deck

O sistema tipo *deck* é voltado para a execução de lajes planas. É formado por painéis modulares e escoras. Estas possuem um sistema de *drophead* (dispositivo na cabeça da estaca que abaixa mantendo o escoramento) que permite a desforma rápida, sem a necessidade de esperar sair o resultado de resistência do concreto a sete dias e sem risco de deformações, pois toda a forma é liberada sem o alívio das escoras, que também serão utilizadas no reescoramento (<http://www.peri.de/>, 2013) (<http://www.mills.com.br/>, 2013).

A figura 79 mostra o escoramento da laje tipo *deck* e a 80, o escoramento residual após a desforma.



Figura 79 - Sistema de fôrmas para laje tipo *deck*
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 80 - Escoramento residual com *drophead* (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

A figura 81, mostra a sequência de desmontagem do *drophead*, e as figuras 82 e 83 mostram o mesmo montado e desmontado, respectivamente.

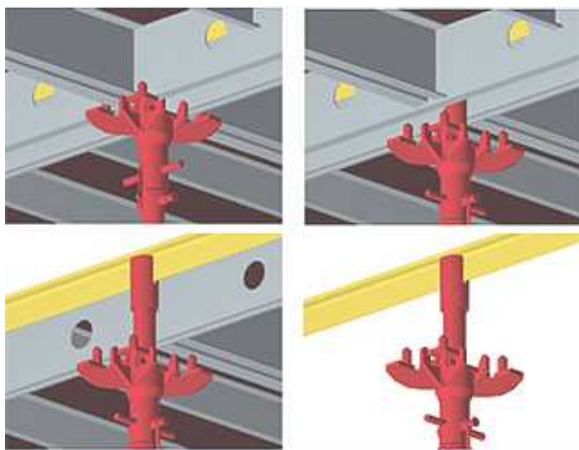


Figura 81 - Sequência de desmontagem do *drophead*
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

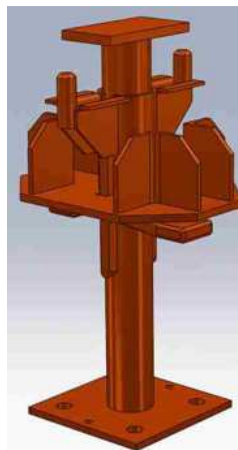


Figura 82 - *Drophead*
montado
(<http://www.mills.com.br/>, 2013)

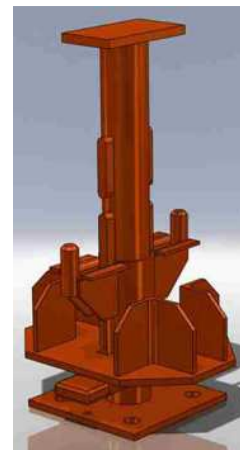


Figura 83 - *Drophead*
desmontado
(<http://www.mills.com.br/>, 2013)

O módulo pode ser em plástico, alumínio ou estruturado em alumínio, com a superfície de contato com o concreto em compensado. Nos três casos, os painéis são leves e fáceis de serem manuseados, facilitando, assim, a montagem da forma e aumentando a produtividade. De fabricante para fabricante existem variações dos equipamentos; porém, todos seguem basicamente o mesmo conceito.

Na figura 84 é apresentado um painel modular.



Figura 84 - Painel modular (<http://www.peri.de/>, 2013)

Entende-se por lajes planas aquelas executadas sem a existência de vigas como elementos estruturais de suporte da laje e de distribuição de cargas aos pilares. Esse tipo de laje pode ser executado em: a) concreto armado, sendo nesse caso, necessário um aumento da espessura da laje e da taxa de armação; b) em concreto protendido, conseguindo-se manter o volume de concreto e a taxa de armação igual à laje reticulada (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

Na figura 85 é apresentado um edifício em laje plana protendida, e na figura 86 um edifício em laje plana após a concretagem.



Figura 85 - Edifício executado em laje plana protendida
(<http://www.premag.com.br/>, 2013)



Figura 86 - Edifício executado em laje plana
(<http://www.premag.com.br/>, 2013)

Na figura 87 apresenta um edifício em laje plana.



Figura 87 - Edifício executado em laje plana (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

A montagem da forma da laje tipo *deck* é simples. Após a concretagem e desforma dos pilares, os locais onde serão posicionadas as escoras devem ser locados, as escoras ajustadas a uma altura próxima do nivelamento, e, após, o posicionamento do primeiro painel que pode ser feito por duas pessoas ou por uma com auxílio de um tripé para equilibrar as escoras, é necessário apenas uma pessoa, que com ajuda de um bastão, leva o painel até a posição de encaixe no *drophead*. Em alguns casos,

como os painéis tem dimensões estabelecidas, faz-se necessário a execução de arremates que devem ser efetuados utilizando-se compensado. Concluída esta etapa, é feito o ajuste fino nas escoras para nivelar a laje e, assim, a forma está concluída.

A figura 88 ilustra o encaixe do painel na cabeça da escora e a 89, a colocação do painel em sua posição;



Encaixar painel

Figura 88 - Encaixe do painel na cabeça das escoras
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Levantar painel

Figura 89 - Elevação do painel e colocação na posição
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

A figura 90 ilustra o encaixe das escoras e a 91, o sistema totalmente montado.



Colocar escora

Figura 90 - Encaixe das escoras
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

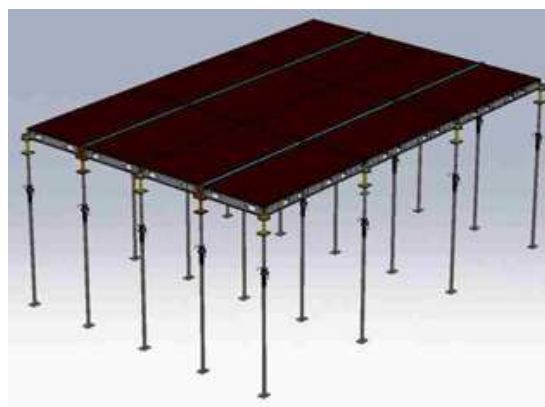


Figura 91 - Sistema montado (<http://www.mills.com.br/>, 2013)

Este sistema permite maior velocidade na montagem da forma, utilizando-se menos mão de obra, pois a produtividade é maior. Outra vantagem, que também interfere no prazo de conclusão, é a execução da forma mais bem nivelada e com melhor qualidade, não sendo necessário aumento da espessura do contra piso ou do revestimento interno, externo ou de teto.

A forma tipo *deck* é uma alternativa, que não depende do clima e não necessita de equipamentos para seu transporte vertical; entretanto, necessita de mais arremates do que quando é utilizada a mesa voadora e sua execução é restrita às lajes planas, opção esta que também proporciona maior produtividade na utilização das mesas.

Em estruturas que necessitem de maior flexibilidade da forma, em locais com ventos fortes frequentes ou que a mão de obra não tenha experiência com mesas voadoras, a utilização da forma tipo *deck* é uma boa opção, devendo, também, seu uso ser previsto na fase de projeto, já que ele é exclusivo em lajes planas e, caso bem planejado, diminui a necessidade de arremates, proporcionando maior velocidade na execução das formas.

2.4. Armação

2.4.1. Tela soldada

As telas soldadas são armaduras pré-fabricadas para laje, sendo soldadas em todos os pontos de cruzamento da malha. É fornecida em panos que devem ser colocados um ao lado do outro com sobreposição entre eles e respeitando o projeto.

A figura 92 mostra o transporte de uma tela soldada, já a figura 93 a sua colocação na posição para concretagem.



Figura 92 - Transporte de tela soldada
(<http://www.lubrascorte.com.br>, 2013)



Figura 93 - Colocação de tela soldada em sua posição
(<http://www.lubrascorte.com.br>, 2013)

Esse tipo de armação apresenta qualidade superior ao método tradicional, pois os espaçamentos são precisos, e não existe o risco de, por falha do armador, um trecho da laje ficar sem amarração entre os nós, além de, mesmo com a utilização correta de espaçadores, o cobrimento de concreto ser menor que o especificado. Acrescenta-se o fato de a conferência da armadura ser facilitada, pois é necessário verificar apenas se o posicionamento da tela e o transpasse foram executados de forma correta. Sendo assim, o engenheiro da obra demora menos tempo para efetuar-la (<http://revista.construcaomercado.com.br/>, 2013).

A figura 94 mostra o detalhe do espaçamento preciso e a figura 95 o transpasse entre as telas.



Figura 94 - Espaçamento preciso entre as malhas
(<http://www.lubrascorte.com.br>, 2013)



Figura 95 - Transpasse entre as telas
(<http://www.cassolprefabricados.com.br/>, 2013)

Um fator limitante na utilização desse tipo de armação é a necessidade de áreas maiores para armazenar e organizar as telas quando comparada à utilização dos vergalhões. Em obras com canteiro reduzido, a falta de espaço pode tornar inviável a utilização das telas.

O projeto estrutural pode ser executado diretamente em telas soldadas ou ser adaptado para telas a partir do projeto detalhado em vergalhão. Em algumas situações é possível adotar a utilização de armaduras mistas, ou seja, parte executada em tela e parte em vergalhões (<http://www.ibts.org.br/>, 2013).

Na figura 96 é apresentada uma laje armada com tela soldada.



Figura 96 - Laje armada com tela soldada (<http://www.lubrascorte.com.br/>, 2013)

A utilização de telas soldadas, que permitem a eliminação da etapa de amarração dos vergalhões, e diminuem, assim, o tempo de armação da laje, proporciona maior

qualidade do serviço e facilita a conferência. A necessidade de áreas maiores para sua armazenagem é um fator limitante.

Caso não haja limitação do canteiro para o armazenamento de telas soldadas, sua utilização em lajes deve ser considerada, podendo, caso necessário, ser efetuada sua combinação com o método tradicional, se o projeto não tiver sido desenvolvido considerando seu uso e for de difícil adaptação.

2.4.2. Amarradeira de Vergalhão

A amarradeira automática de vergalhão é uma ferramenta manual elétrica que utiliza bateria recarregável e é utilizada para amarrar vergalhões com mais firmeza, precisão e rapidez quando comparado à utilização de torquês (<http://www.foco-is.com/>, 2013).

As figuras 97 e 98 apresentam amarradeiras automáticas.



Figura 97 - Amarradeira automática
(<http://www.foco-is.com/>, 2013)



Figura 98 - Amarradeira automática (<http://intersilos.com.br/>, 2013)

Sua utilização é simples e consiste posicionar a ponta da amarradeira de frente e próximo aos vergalhões a serem amarrados; em seguida, aperta-se um gatilho e o arame que irá fazer a amarração é lançado pela máquina em torno dos vergalhões, sendo o arame torcido, fixado e, por fim, cortado no tamanho necessário.

As figuras de 99 até 102 mostram o posicionamento correto da amarradeira, para a amarração de dois vergalhões.



Figura 99 - Execução de amarração
(<http://www.foco-is.com/>, 2013)



Figura 100 - Execução de amarração (<http://www.foco-is.com/>, 2013)

As figuras de 101 e 102 mostram o posicionamento correto da amarradeira, para a amarração de dois vergalhões.



Figura 101 - Execução de amarração (<http://intersilos.com.br/>, 2013)



Figura 102 - Execução de amarração (<http://www.youtube.com/>, 2013)

O arame utilizado é fornecido em bobinas com 95 metros de arame 0,8mm; seu rendimento varia de acordo com a bitola dos vergalhões, sendo em média entre 120 e 190 amarrações por bobina. Não existe desperdício de arame, pois ele é cortado no tamanho exato a ser utilizado (<http://www.ewximport.com.br/>, 2013).

Segundo Ishikawa, vice-presidente de Relações Capital-Trabalho do SindusCon-SP e diretor da Ishikawa Engenharia, é possível reduzir em até 70% a necessidade de mão de obra em comparação à mesma tarefa executada manualmente (<http://www.sindusconsp.com.br/>, 2013). Além da redução do tempo de execução e da necessidade de mão de obra empregada, existem outros benefícios relacionados à utilização da amarradeira, como: a redução de LER (lesões por esforço repetitivo) e o aumento da lucratividade (<http://www.ewximport.com.br/>, 2013).

A figura 103 mostra a execução de amarração de uma laje usando amarradeiras.



Figura 103 - Execução de amarração de laje (<http://www.youtube.com/>, 2013)

Nos locais onde é necessário que haja a amarração de vergalhões como vigas, pilares ou lajes que não utilizam telas soldadas, a amarradeira de vergalhões é um equipamento capaz de mecanizar essa etapa e proporcionar ganhos de tempo; entretanto, ainda assim, é necessário o posicionamento manual dos vergalhões, o que limita a redução do tempo de execução.

2.5. Concretagem

2.5.1. Mastro de distribuição de concreto

Os mastros de distribuição de concreto consistem em um sistema de bombeamento e distribuição de concreto e exercem as mesmas funções que as bombas “lança de concreto”, tendo porém, como vantagem, o fato de acompanhar a obra até a última laje.

A figura 104 apresenta a concretagem com mastro de distribuição tipo *placing boom*, já a figura 105 apresenta a concretagem com mastro pelo tipo *spider*.



Figura 104 - Concretagem utilizando mastro de distribuição de concreto tipo *placing boom*
(<http://www.lancamix.com.br/>, 2013)



Figura 105 - Concretagem utilizando mastro de distribuição de concreto tipo *spider*
(<http://www.lancamix.com.br/>, 2013)

A utilização desse equipamento é capaz de reduzir o tempo de concretagem, pois como o mangote não fica apoiado na forma da laje, sua mobilidade é facilitada, permitindo maior agilidade na mudança dos locais onde irá cair o concreto. Além disso, é possível reduzir a mão de obra empregada nas concretagens, liberando-a para adiantar outros serviços. Por não haver mangueiras pesadas para arrastar sobre a laje, os negativos e a instalação feita na laje não são danificados (<http://www.lancamix.com.br/>, 2013) (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

Nas figuras 106 e 107 mostram que a tubulação para concretagem, não é apoiada na laje.



Figura 106 - Não existe tubulação apoiada na laje e apenas um funcionário segura o mangote (<http://kaioba.com.br/>, 2013)



Figura 107 - Não existe tubulação apoiada na laje e apenas um funcionário segura o mangote (<http://www.youtube.com/>, 2013)

No mercado existem basicamente dois tipos de mastro de distribuição de concreto: o *Spider* e o *Placing Boom*, que são mostrados nas figuras 108 e 109 respectivamente.



Figura 108 - Mastro de distribuição de concreto tipo *spider* (<http://www.lancamix.com.br/>, 2013)



Figura 109 - Mastro de distribuição de concreto tipo *placing boom* (<http://www.bombaconcreto.com.br/>, 2013)

O primeiro é um mastro mecânico recomendado para obras verticais de médio porte e fundações. Este equipamento da empresa Lançamix atinge um raio de 12,5 metros e pode ser posicionado em diversos pontos da laje, com auxílio da grua, caso este raio seja insuficiente para executar a concretagem. Fica apoiado na laje a ser concretada, devendo ser movimentado a cada andar (<http://www.lancamix.com.br/>, 2013).

A figura 110 mostra o mastro de distribuição de concreto tipo *spider*.



Figura 110 - Mastro de distribuição de concreto tipo *spider* (<http://www.youtube.com/>, 2013)

O segundo é um equipamento hidráulico operado por controle remoto e recomendado para obras verticais de grande porte. Este equipamento da empresa Lançamix atinge um raio de 30 metros a partir de um ponto fixo. Sua fixação deve ser feita em apoios nas lajes e ele deve ser movimentado verticalmente a cada dois andares. Segundo a empresa, a produtividade média desse equipamento, mesmo em andares altos, é de 50m³ por hora. Com esse equipamento, a concretagem dos pilares, antes da execução do assoalho da laje seguinte, fica facilitada (<http://www.lancamix.com.br/>, 2013).

Nas figuras 111 e 112 é apresentado o mastro tipo *placing boom*.



Figura 111 - Mastro de distribuição de concreto tipo *placing boom* (<http://www.lancamix.com.br/>, 2013)



Figura 112 - Mastro de distribuição de concreto tipo *placing boom* (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

A figura 113 mostra o mastro tipo *placing boom* durante sua utilização.



Figura 113 - Concretagem executada com mastro de distribuição de concreto tipo *placing boom* (<http://kaioba.com.br/>, 2013)

O mastro de distribuição de concreto possibilita a liberação da grua, a redução da equipe de concretagem e dos danos causados à armação negativa e à instalação. Este equipamento pode ser utilizado em obras de todos os portes; porém, é mais recomendado em obras de médio e grande porte, pois, nesses casos, os volumes de concretos são maiores e a redução do tempo é mais significativa.

2.6. Vedação

2.6.1. Drywall

Drywall significa parede seca; este método recebe esse nome porque é baseado no conceito de construção a seco, ou seja, não é necessária a utilização de água para a execução da parede. A água é utilizada apenas para a execução de arremates e acabamentos.

O método consiste na instalação de perfis de chapas de aço galvanizado dobrados em “U”, no fechamento de um lado da parede com placas de *drywall*; caso seja necessário executa-se instalação elétrica e hidráulica e coloca-se material para isolamento térmico e acústico dentro da parede, fechamento do outro lado da mesma e o

acabamento das juntas. Por ser baseado no conceito de montagem, o *drywall* proporciona diminuição no prazo de execução da vedação.

A figura 114 mostra o fechamento utilizando as placas de gesso acartonado e a 115 mostra a fixação dessas placas.



Figura 114 - Fechamento utilizando placa de gesso acartonado
(<http://revista.construcomercado.com.br/>, 2013)



Figura 115 - Fixação de placa de gesso acartonado (<http://www.pedreiro.com.br/>, 2013)

Existem dois tipos básicos de perfil, guias e montantes. Em geral as guias são instaladas na horizontal, uma no piso e outra no teto, para servir de ponto de encaixe para os montantes que são instalados na vertical. Os montantes são encaixados dentro das guias, devem conter espaçamento máximo de 60 cm entre si, estarem alinhados e aprumados.

A figura 116 mostra a instalação da estrutura metálica e a 117 a mesma após sua conclusão.



Figura 116 - Posicionamento dos montantes
(<http://www.portaldrywall.com.br/>, 2013)



Figura 117 - Estrutura *Drywall*
(<http://www.facilityservicos.com.br/>, 2013)

A 118, mostra a capacidade de instalação do *drywall* em grandes vãos, evidenciando sua capacidade de adaptação.



Figura 118 - Estrutura Drywall (<http://www.facilityservicos.com.br/>, 2013)

As placas para o fechamento das paredes podem ser de diversos materiais como de fibrocimento, madeira, de gesso reforçado com fibras ou, o que é mais comum, de gesso. Existem três tipos de placas de gesso acartonado: as chapas brancas, que são usadas em áreas secas, as chapas verdes, que são resistentes à umidade (RU) e devem ser aplicadas em área molhadas, como banheiros e cozinhas, e as chapas rosas, que são resistentes ao fogo (RF), as quais são utilizadas para executar, por exemplo, paredes corta fogo e de salas de espetáculos (<http://revista.construcaomercado.com.br/>, 2013). Mesmo as placas resistentes à umidade não devem receber água diretamente; por esse motivo, não é recomendável a execução de paredes externas com placas de gesso acartonado. Para essa finalidade, pode ser utilizada a placa cimentícia, que é impermeabilizada e pode ser utilizada tanto para a vedação interna como externa (<http://www.brasilit.com.br/>, 2013).

Em geral, a vedação interna é feita com gesso acartonado e a externa com placa cimentícia ou outros materiais. As placas são fixadas com parafusos nos montantes.

A figura 119 exhibe os três tipos de placa de gesso acartonado, enquanto a figura 120 mostra a placa cimentícia impermeabilizada.



Figura 119 – Tipos de placas de gesso acartonado
(<http://drywallanapolis.blogspot.com.br/>, 2013)



Figura 120 - Placa cimentícia impermeabilizada
(<http://www.brasilit.com.br/>, 2013)

A grande preocupação que envolve as paredes de *drywall* é o isolamento térmico e acústico devido à má qualidade de execução e ao despreparo dos profissionais envolvidos na sua execução quando esse sistema chegou ao Brasil. Para um bom isolamento é recomendável o preenchimento das paredes com lã de vidro ou outro material isolante ou a execução de parede dupla, em que duas placas são fixadas do mesmo lado da parede para melhorar o isolamento. Em salas de cinemas executadas em *drywall*, suas paredes recebem três chapas de cada lado do perfil garantindo o isolamento acústico necessário (<http://revista.construcaomercado.com.br/>, 2013).

Na figura 121 é apresentada a colocação de lã de vidro no interior da parede.



Figura 121 - Colocação de lã de vidro no interior da parede (<http://www.pedreira.com.br/>, 2013)

A execução da vedação em *drywall* é compatível com os métodos de execução de instalações elétricas e hidráulicas tradicionais; porém, para garantir o ganho de tempo, é recomendável que sejam escolhidos métodos que acompanhem a velocidade de

execução do *drywall*, pois não faz sentido executar a parede rapidamente e ficar faltando um lado para fechar, devido à falta das referidas instalações.

A figura 122 mostra a instalação elétrica embutida na parede e a figura 123 mostra a instalação hidráulica embutida na parede.

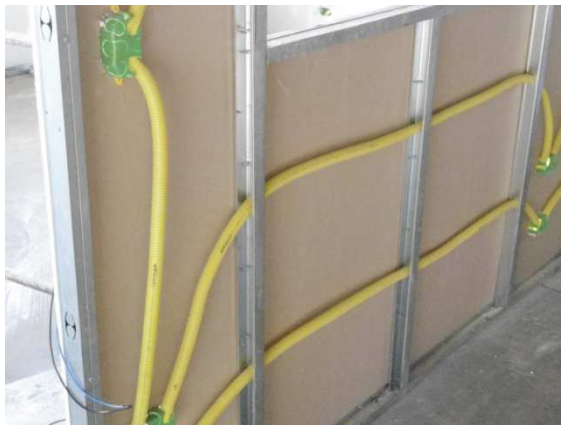


Figura 122 - Instalação elétrica embutida na parede
(<http://www.facilityservicos.com.br/>, 2013)



Figura 123 - Instalação hidráulica embutida na parede
(<http://www.engenhariaearquitectura.com.br/>, 2013)

Após a fixação das placas, fica faltando apenas o tratamento das juntas, que é feito com a aplicação de uma fita de papel com multi-camadas sobre as mesmas. A fita deve ser aplicada embebida em massa própria para essa finalidade com o objetivo de evitar o descolamento da mesma. Após a secagem, deve-se aplicar, no mínimo mais duas demãos de massa sobre as fitas, com desempenadeira ou espátula, executando-se o lixamento após cada demão. Esse tratamento é necessário para que não haja fissuração (<http://www.portaldrywall.com.br/>, 2013).

As figuras 124 e 125 mostram o tratamento de juntas.



Figura 124 - Tratamento das juntas
(<http://www.portaldrywall.com.br/>, 2013)



Figura 125 - Tratamento das juntas (<http://www.pedreiro.com.br/>, 2013)

A execução de parede utilizando-se o sistema *drywall* apresenta diversas vantagens quando comparado à alvenaria. São elas: redução do volume de material transportado, vertical e horizontalmente, na obra; facilidade nas instalações hidráulicas e elétricas, devido aos vazios entre as praças, evitando quebras e proporcionando o mínimo de desperdício e retrabalho; economia com a mão de obra; menor espessura

de paredes, o que proporciona ganhos de área útil; redução do peso da construção, ocasionando menores cargas atuantes na estrutura e na fundação, o que possibilita economia de material, mão de obra e tempo nesses serviços; redução do cronograma e dos custos financeiros da obra; facilidade de manutenção e reparos nas instalações (<http://www.placocenteruberlandia.com.br/>, 2013).

Na etapa de vedação, a utilização de *drywall* é uma alternativa interessante; porém, a má qualidade de execução no passado, dificulta ainda hoje sua difusão. Atualmente, tem sido muito utilizado em edifícios comerciais; porém não em residenciais, devido à rejeição dos consumidores, com medo de haver, principalmente, desconforto acústico. Sua execução é rápida, já que suas placas são montadas, necessitando apenas de arremates nas juntas entre elas. Para sua utilização não comprometer a comercialização das unidades dos empreendimentos residenciais onde for empregado; é necessário que haja investimento em campanhas de divulgação do método, mostrando que o seu desempenho não deixa a desejar em nada comparado com a alvenaria tradicional. Em edifícios comerciais pode ser utilizado sem o risco disto acontecer.

2.6.2. Fachada cortina

Fachada-cortina consiste em uma esquadria de alumínio que é instalada por fora da estrutura do prédio e compreende, no mínimo, dois pavimentos, representando, neste trecho, o revestimento e a vedação do edifício, que pode ser de vidro, cerâmica, alumínio e granito (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

As figuras 126 e 127 apresentam edifícios executados utilizando fachada cortina.



Figura 126 - Fachada cortina (<http://www.aecweb.com.br/>, 2013)



Figura 127 - Fachada cortina
(<http://www.schueco.com/>, 2013)

Esse sistema de execução de fachada, ao funcionar como revestimento e vedação do edifício, é capaz de proporcionar a redução do tempo de execução da fachada como um todo.

Existem diversos métodos de instalação da fachada cortina; em todos eles a estrutura metálica é composta por colunas e travessas, sendo que eles se diferenciam pelo momento em que são fixados à estrutura. No sistema *Stick*, primeiro são instaladas as colunas; em seguida, as travessas; logo após, os painéis compostos (se existirem) e, finalmente, as folhas de vidros. O sistema *Unitized* consiste em módulos que já chegam à obra com colunas, travessas e painéis fixados entre si, necessitando, apenas, fixar o módulo à estrutura do prédio. Já o sistema híbrido é uma mistura dos dois anteriores em que as colunas são fixadas e depois as folhas são instaladas (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

A figura 128 exhibe as possibilidades de sistemas de montagem de fachada cortina.

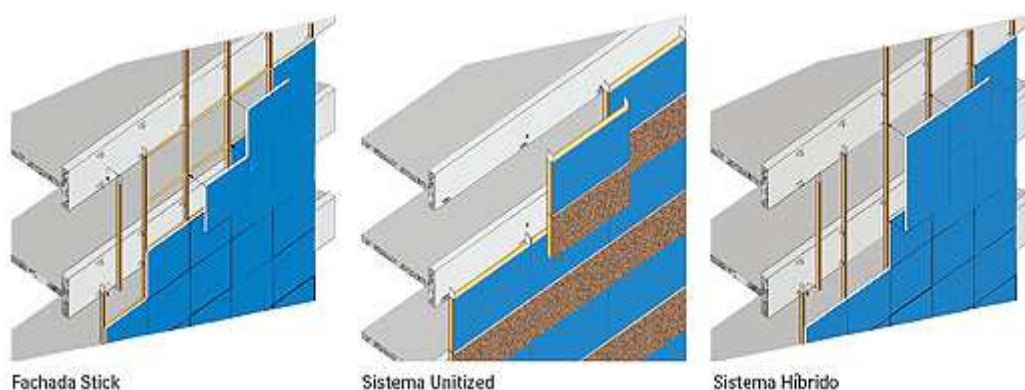


Figura 128 - Sistemas de montagem de fachada cortina (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

Em obras com o objetivo de reduzir o tempo de execução da fachada e consequentemente da obra, o método mais indicado é o *Unitized*, pois esse é composto por painéis modulares que são içados da base da obra até o vão onde serão instalados, sendo sua chegada e o manuseio para a instalação, efetuados pelo lado interno da obra, com os funcionários trabalhando na laje. A instalação dos módulos é feita acompanhando o avanço da estrutura, andar por andar (<http://www.aecweb.com.br/>, 2013).

Segundo o consultor Cardoso, autor do livro 'Esquadria de Alumínio no Brasil – Histórico, Tecnologia, Linhas Atuais, Gráficos de Desempenho', já é possível instalar, em média, 1000 m² por semana de trabalho (<http://www.aecweb.com.br/>, 2013).

A figura 129 mostra a subida de painel utilizando-se grua.



Figura 129 - Subida de painel (SIQUEIRA JUNIOR, 2003)

No mercado existem diversos tipos de fixadores; eles, além de fixarem a estrutura metálica ao edifício, são reguláveis e podem ser afinados nas três direções, sendo suas fixações rápidas e fáceis (<http://www.halfen.pt/>, 2013).

A figura 130 mostra o fixador usado para fixar a estrutura metálica ao edifício e a figura 131 mostra essa ligação a estrutura.

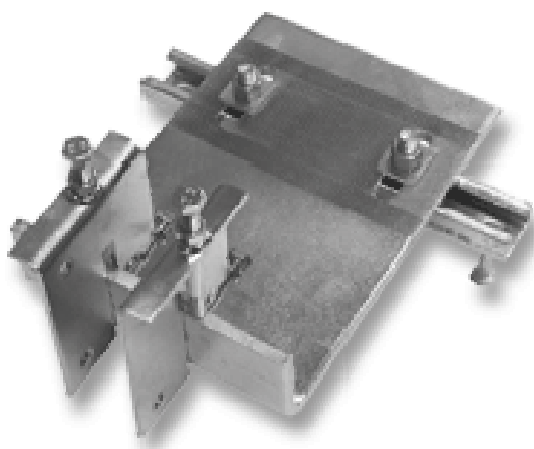


Figura 130 - Fixador (<http://www.halfen.pt/>, 2013)



Figura 131 - Estrutura metálica fixada ao edifício (<http://www.halfen.pt/>, 2003)

Esse tipo de execução de fachada permite, ainda, a incorporação de isolamento térmico, aquecimento temporário, proteção contra o excesso de calor e segurança ao fogo (SIQUEIRA JUNIOR, 2003).

Na figura 132 mostra a fachada ventilada enquanto a figura 133 mostra a fachada ventilada interrompida.

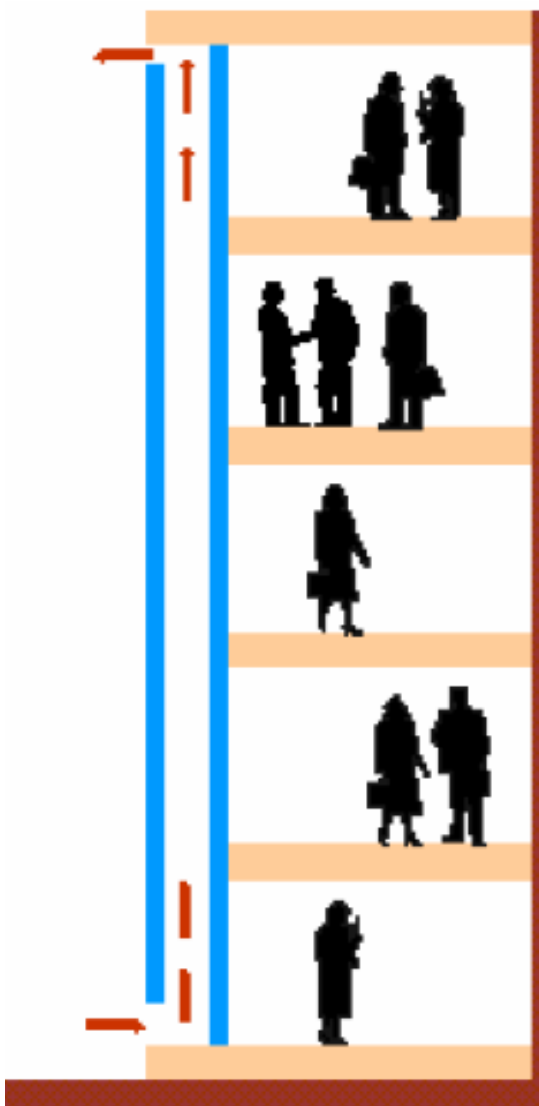


Figura 132 - Fachada ventilada, eliminação do excesso de calor (SIQUEIRA JUNIOR, 2003)

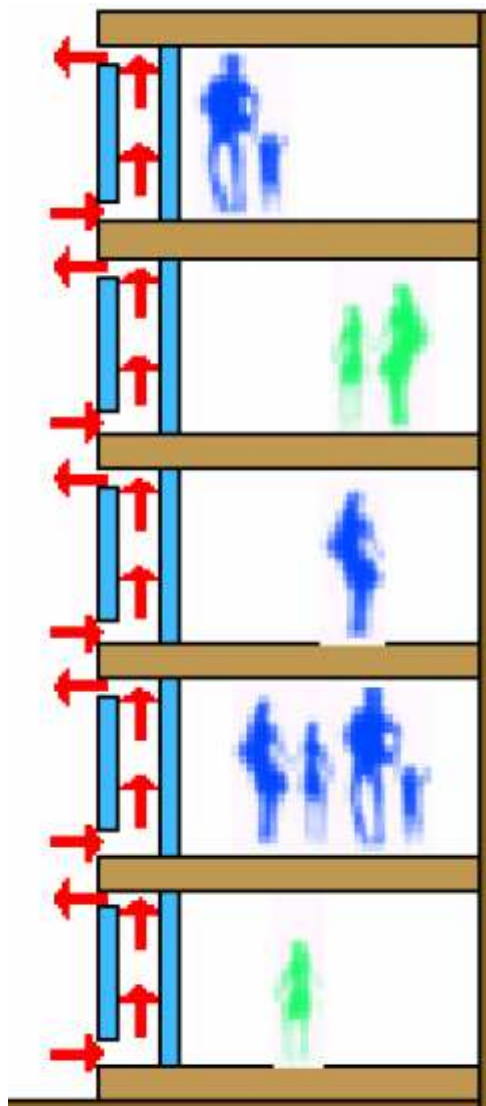


Figura 133 - Fachada ventilada interrompida a cada andar segurança ao fogo (SIQUEIRA JUNIOR, 2003)

A execução de fachada cortina é capaz de reduzir o tempo de instalação desta etapa, liberando, assim, a realização de outros serviços; porém, deve-se avaliar qual método de instalação é o mais adequado para cada obra, pois nem sempre o mais rápido atende a necessidade da mesma. Esse tipo de problema acontece, principalmente, quando não existe preocupação com o prazo na fase de projeto. A concepção do projeto do edifício visando a execução de fachada cortina, deve considerar o método

de instalação *Unitized*, sendo que ele é o que proporciona maior velocidade na execução da mesma.

2.6.3. Banheiro pronto

Os banheiros prontos são banheiros pré-fabricados onde a fabricação é feita em linha de montagem industrial e chegam prontos à obra. Sua instalação consiste apenas no seu posicionamento e na conexão às redes de água, luz e esgoto (<http://www.banheiropronto.com.br/>, 2013).

A figura 134 exhibe a linha de montagem de banheiro pronto.



Figura 134 - Linha de montagem de banheiro pronto (LOPES, 2005)

A fabricação de banheiros fora do canteiro de obra permite a diminuição do cronograma da obra, pois ela pode ser iniciada antes da execução da estrutura. Na linha de montagem são executados todo o revestimento, as instalações elétricas e hidráulicas e a instalação de todos os acessórios. Por esse motivo, todas as etapas de controle de material, acabamento, instalação e conferência são feitas na fábrica, permitindo a redução de mão de obra no canteiro e gerando poucos resíduos. O banheiro pronto pode ser executado em *drywall* ou em concreto e é adaptável a qualquer projeto (<http://www.banheiropronto.com.br/>, 2013).

Na figura 135 é mostrada a linha de montagem de banheiro pronto. Na figura 136 mostra a execução de revestimento cerâmico em um banheiro pronto.



Figura 135 - Linha de montagem de banheiro pronto (LOPES, 2005)



Figura 136 - Execução de revestimento cerâmico de banheiro pronto (LOPES, 2005)

O banheiro é transportado até o canteiro de obras em carreta, após ser embalado em filme plástico. Ao chegar à obra é feita a conferência e seu recebimento. O transporte vertical na mesma é feito com a utilização de guias, guindastes ou elevadores cremalheiras (LOPES, 2005).

A figura 137 apresenta como é feito o transporte para o canteiro e a figura 138 mostra como são embalados para transporte.



Figura 137 - Transporte para o canteiro de obras utilizando carretas (<http://www.newformsbrasil.com.br/>, 2013)



Figura 138 - Banheiro embalado para o transporte (LOPES, 2005)

O posicionamento do banheiro pronto pode ser feito antes ou após a execução da laje superior. No primeiro caso, é necessário apenas o transporte vertical que já posiciona o banheiro em seu lugar definitivo; no segundo, também é necessário o transporte horizontal da periferia do pavimento até o local definitivo. Esse transporte é feito utilizando-se um carrinho projetado especialmente para isso. A opção pelo tipo de transporte deve ser feita levando-se em consideração as características da estrutura, as dimensões e o peso do banheiro (LOPES, 2005). Em um dia é possível instalar 25 banheiros, quando o posicionamento é feito antes da execução da laje, e 15 quando é feito depois (<http://www.newformsbrasil.com.br/>, 2013).

Após o posicionamento do banheiro é feita a ligação das esperas às prumadas de água, luz e esgoto e o banheiro está pronto.

A figura 139 mostra o posicionamento do banheiro pronto utilizando-se guindaste antes da execução da laje superior. As figuras 140 e 141 mostram a aproximação do banheiro ao pavimento onde será instalado, utilizando-se grua após a execução da laje superior.



Figura 139 - Posicionamento do banheiro antes da execução da laje superior
(<http://www.newformsbrasil.com.br/>, 2013)



Figura 140 - Posicionamento do banheiro após a execução da laje superior
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 141 - Posicionamento do banheiro após a execução da laje superior
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

O transporte horizontal é feito utilizando-se o carrinho mostrado na figura 142. A figura 143 mostra o posicionamento do banheiro em cima do carrinho, que ocorre em cima de uma estrutura que avança para fora do pavimento.



Figura 142 - Carrinho para transporte horizontal no pavimento
(LOPES, 2005)



Figura 143 - Posicionamento do banheiro no carrinho para transporte horizontal no pavimento (LOPES, 2005)

A figura 144 mostra o banheiro posicionado em seu lugar definitivo antes da execução da instalação das prumadas e a 145 após a instalação, evidenciando as prumadas executadas em PVC.



Figura 144 - Banheiro posicionado em seu lugar definitivo aguardando ligação das esperas (LOPES, 2005)



Figura 145 - Execução da ligação das esperas (<http://www.banheiropronto.com.br/>, 2013)

É necessário saber que existem algumas variáveis que devem ser levadas em consideração na execução dos banheiros. São elas: complemento do pé direito, pois o banheiro tem altura inferior; desnível do banheiro em relação à laje, sendo recomendável o preenchimento do restante do piso do pavimento para o sanitário ficar em uma cota mais baixa; e utilização de neopreme e chapas metálicas para apoio dos banheiros na laje para auxiliar no nivelamento do mesmo (LOPES, 2005).

Além da redução do cronograma existem outras vantagens que também devem ser levadas em consideração para a opção de banheiro pronto. São elas: custo exato do produto acabado; eliminação do custo adicional devido à flutuação de custo de materiais e mão de obra; maior limpeza do canteiro de obras; menor infraestrutura de canteiro; índice zero de quebra e roubo de materiais; gestão de almoxarifado reduzido, um fornecedor para mais de 200 itens; permite a substituição dos tubos de água sem quebra dos pisos, tetos ou paredes; racionalização da obra e redução de mão de obra especializada.

É importante que a utilização dos banheiros prontos seja planejada ainda na fase de projeto para que seja possível conceber a estrutura de acordo com a necessidade do sistema. Caso esse planejamento não ocorra, mesmo assim ainda é possível a sua utilização, sendo, porém, necessária a execução de adaptações e modificações no projeto (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

A execução de banheiro pronto pode gerar redução significativa do cronograma; porém, para sua utilização ser viável, é necessário que sua utilização seja feita ainda na fase de projeto, para haver a previsão de instalação dos equipamentos necessários e para ser possível o seu transporte internamente. Sua utilização deve ser avaliada

principalmente em obras com grande quantidade e repetição de banheiros, pois elimina diversas etapas da obra garantindo a entrega da mesma em menos tempo. Sua utilização deve ser considerada na execução do projeto e na instalação adequada do canteiro.

2.7. Instalação Hidráulica

2.7.1. Sistema *PEX*

O sistema *PEX* é um sistema de distribuição hidráulica, tanto para água fria como para água quente, onde é utilizado tubo flexível de polietileno reticulado. Por ser flexível, possibilita a redução do número de conexões, possibilitando a redução do tempo de execução em até dez vezes em comparação ao sistema convencional de PVC e minimizando a chance de vazamentos (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

A figura 146 apresenta o tubo *PEX*, mostrando a sua flexibilidade e a figura 147 exhibe a execução de curvas sem a utilização de conexões.



Figura 146 - Tubo *PEX* (<http://www.metalica.com.br/>, 2013)



Figura 147 - Execução de curvas sem a utilização de conexões (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

A distribuição de água utilizando tubulações do tipo *PEX* pode ser feita de duas formas: por derivação ou por meio de um distribuidor.

A figura 148 mostra o sistema utilizado por meio de distribuidor e por derivação.

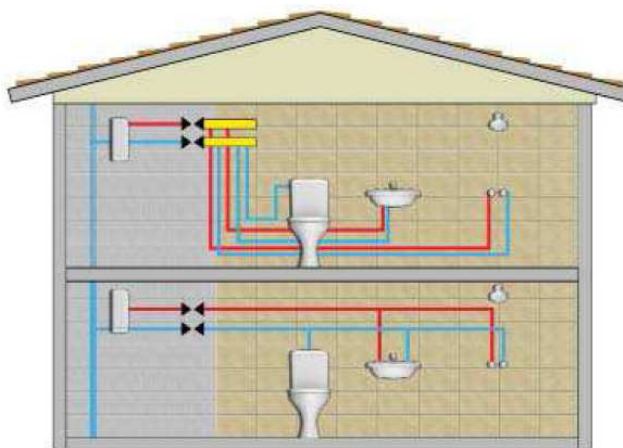


Figura 148 - O sistema utilizado acima é por meio de distribuidor e o abaixo por derivação (BRANDÃO, 2010)

A distribuição por derivação é semelhante à que é executada utilizando-se tubulações rígidas, onde o sistema pode ser instalado com ramais, sub-ramais, joelhos e conexões em “T”. Essa solução normalmente é empregada por necessitar de menor quantidade de tubos, reduzindo o custo. Porém, perde-se a principal vantagem do sistema que é a redução do número de conexões (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

Na figura 149 é exibido o sistema de distribuição executado por derivação.

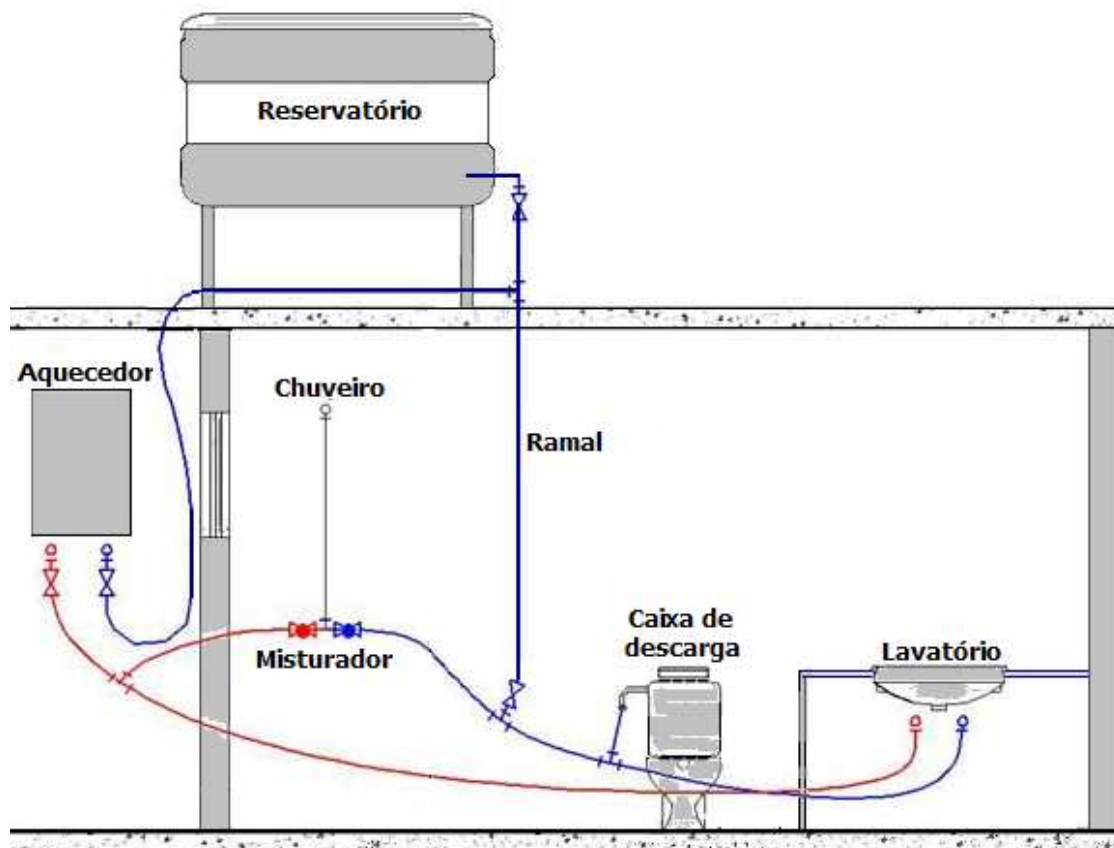


Figura 149 - Distribuição por derivação (<http://www.ebah.com.br/>, 2013)

A distribuição por meio de um distribuidor ou *manifold*, como também é conhecido, é o método mais usual e baseia-se na ligação ponto a ponto; é similar ao de uma instalação elétrica onde o tubo de polietileno reticulado é introduzido dentro de um tubo condutor que o guia da caixa de distribuição até os pontos de consumo. A água corre por um sistema de tubos flexíveis, sem conexões intermediárias, permitindo inspeção, troca e manutenção sem quebras de revestimentos e paredes. Além disso, por eliminar emendas, essa forma de utilizar o material reduz a possibilidade de vazamentos (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

A figura 150 mostra a distribuição utilizando-se *manifold* executada pela parede.

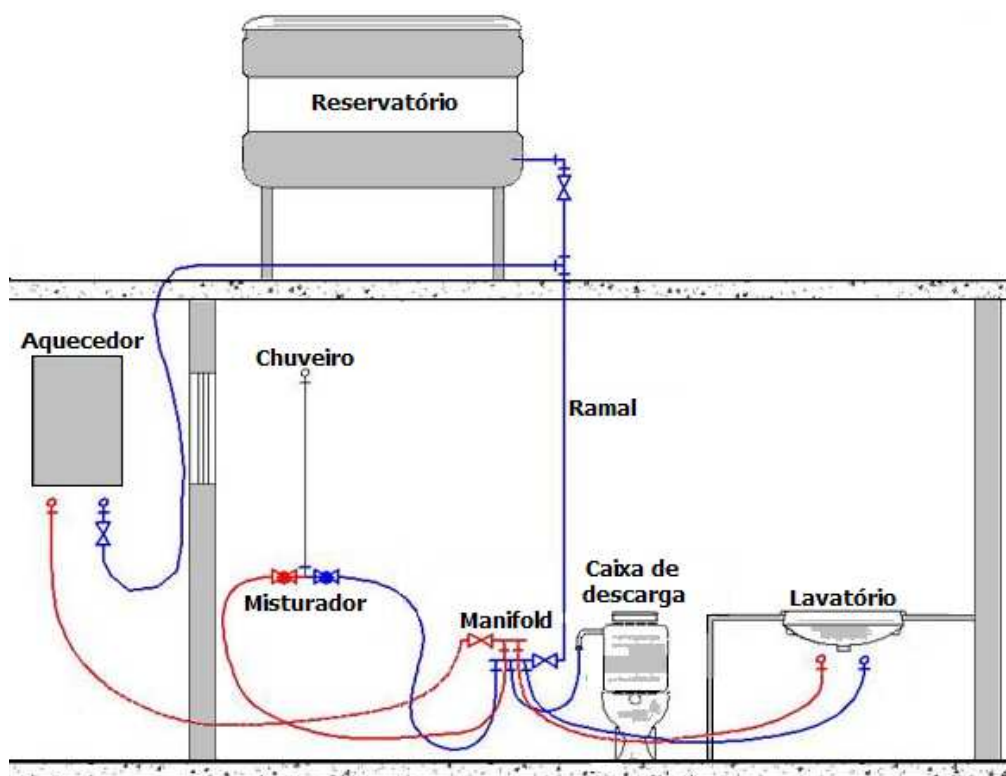


Figura 150 - Distribuição utilizando *manifold* (<http://www.ebah.com.br/>, 2013)

As figuras 151 e 152 utilizando-se *manifold*, sendo a 151, executada parte pela parede e parte pelo teto do pavimento inferior e a última toda pelo pavimento inferior.

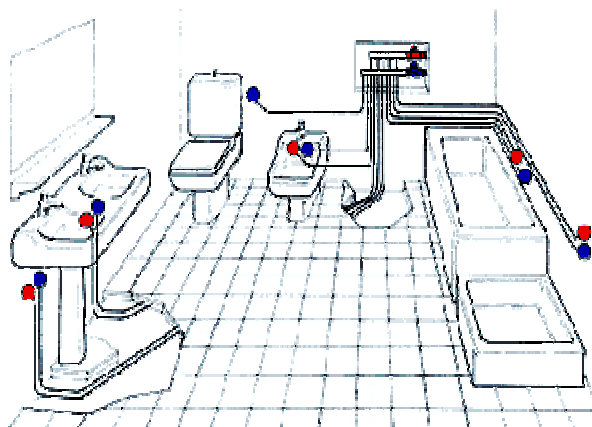


Figura 151 - Distribuição utilizando *manifold*
(<http://www.metalica.com.br/>, 2013)



Figura 152 - Distribuição utilizando *manifold*
(<http://www.ebah.com.br/>, 2013)

Existe ainda a opção de utilizar kits hidráulicos pré-moldados, que podem ser fornecidos com as conexões, coifas de vedação, acabamentos metálicos, chicotes, travessas metálicas, suporte para registros, registros de pressão e de gaveta e ponto para o chuveiro, por exemplo. Essa opção reduz ainda mais o trabalho na obra, proporcionando maior velocidade na conclusão da instalação.

A figura 153 apresenta os tipos de *Kits*.

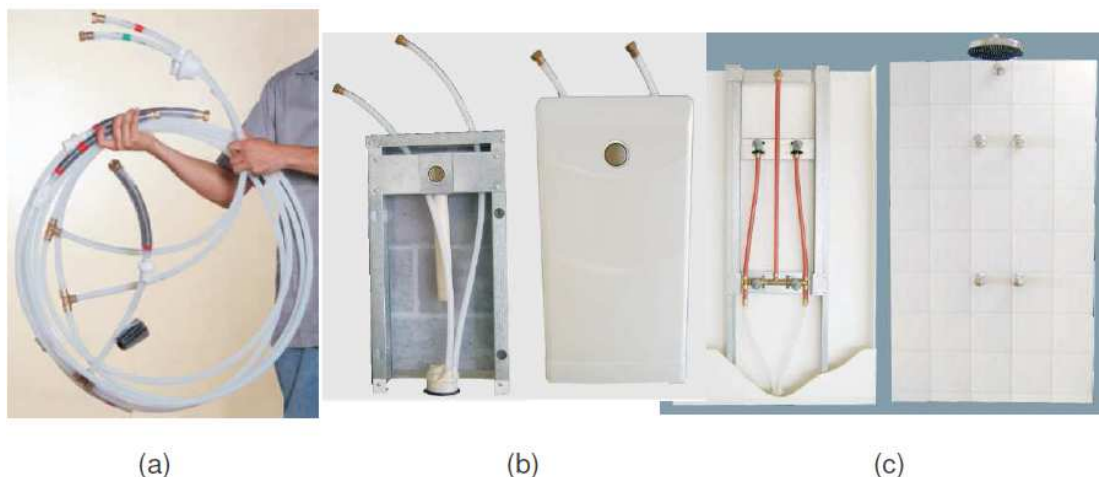


Figura 153 - (a) *Kit chicote*, (b) *Kit lavatório (Kit esgoto)* e (c) *Kit chuveiro* (BRANDÃO, 2010)

No sistema *PEX*, as prumadas continuam sendo executadas em PVC e as conexões podem ser feitas por pressão ou rosca, sendo de fácil execução e não exigindo preparação da superfície com lixamento e uso de adesivos químicos, por exemplo (BRANDÃO, 2010).

A figura 154 mostra o detalhe da caixa de distribuição para ligação ponto a ponto.

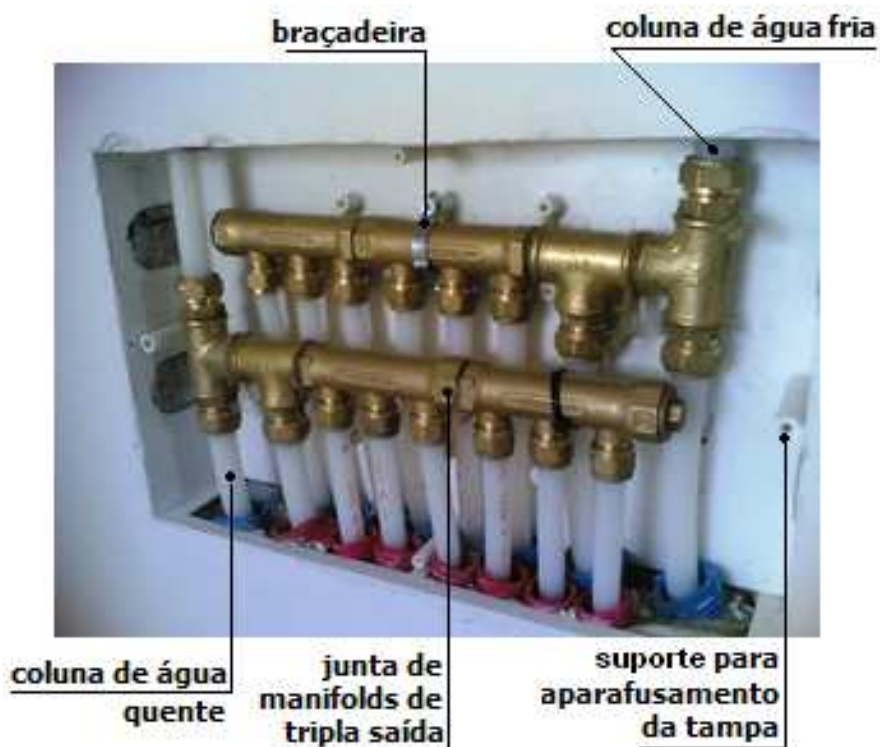


Figura 154 - Detalhe da caixa de distribuição (*manifold*) para ligação ponto a ponto (<http://www.ebah.com.br/>, 2013)

Além da diminuição do tempo de execução da instalação, é importante destacar que a tubulação *PEX* é compatível com paredes de alvenaria e de *drywall*; apresenta alta resistência química, à pressão, à temperatura e à abrasão, e, por ser flexível, não

apresenta fissuras por fadiga; absorve as pressões causadas pelo golpe de aríete, possui coeficiente de atrito baixo e reduz o risco de vazamentos.

As figuras 155 e 156 exibem a passagem do *PEX* dentro da parede de *drywall*.



Figura 155 - Passagem do *PEX* pelos suportes de parede *drywall* (<http://www.ebah.com.br/>, 2013)



Figura 156 - Instalação do *PEX* em parede de *drywall* (<http://www.metlica.com.br/>, 2013)

Caso a utilização de banheiros prontos não seja possível ou em locais que necessitem de distribuição hidráulica, o sistema *PEX* pode proporcionar diversas vantagens para a distribuição, entre elas menor tempo de execução; porém, nem sempre toma-se cuidado para que todas as vantagens sejam aproveitadas. A distribuição por derivação, por exemplo, elimina diversas delas e até mesmo no caso da utilização do *manifold* com a tubulação passando pela parede pode gerar retrabalho caso a mesma seja de alvenaria. Para que todas suas vantagens sejam usufruídas, faz-se necessário que seja utilizado *manifold* e que as paredes tenham sido executadas em *drywall* para que a tubulação passe em seu interior. Caso as paredes tenham sido executadas em alvenaria, a passagem das tubulações pelo teto do pavimento inferior é uma opção, visando não haver retrabalho.

2.8. Instalação Elétrica

2.8.1. Instalação aparente

A instalação aparente proporciona a distribuição de cabeamento de energia, de voz, de dados e de imagens em edificações sem a necessidade de quebrar paredes, permitindo, assim, mais rapidez a esse tipo de instalação (Catálogo Valemam Linha Aparente, 2013).

Na figura 157 é apresentada a instalação aparente, executada no rodapé.



Figura 157 - Instalação aparente (Catálogo Valemam Linha Aparente, 2013)

A distribuição é feita por meio de canaletas ou tubos, especiais para essa finalidade, que permitem a adaptação de tomadas e interruptores ao longo do seu trajeto. As curvas e os “tês” permitem a adaptação do sistema à necessidade de cada projeto.

Na figura 158 é mostrada a instalação aparente utilizando-se tubo e na figura 159 é mostrado utilizando-se canaleta.



Figura 158 - Instalação aparente utilizando-se tubo
(<http://eleteleinfo.blogspot.com.br/>, 2013)

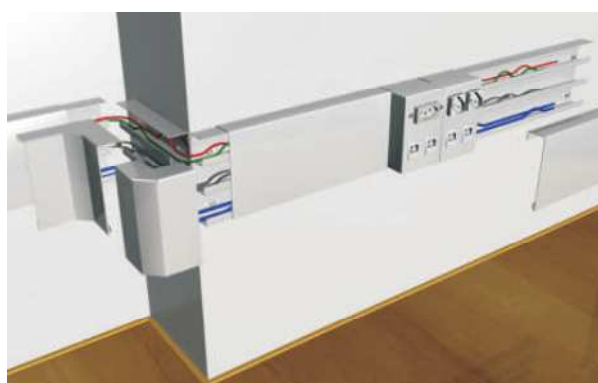


Figura 159 - Instalação aparente utilizando-se canaleta
(Catálogo Valemam Linha Aparente, 2013)

Como a utilização de canaleta permite soluções que a de tubo não permite, a utilização daquela será apresentada mais detalhada a seguir, sendo muito parecidas as duas instalações.

A figura 160 exhibe a instalação aparente utilizando-se canaleta.

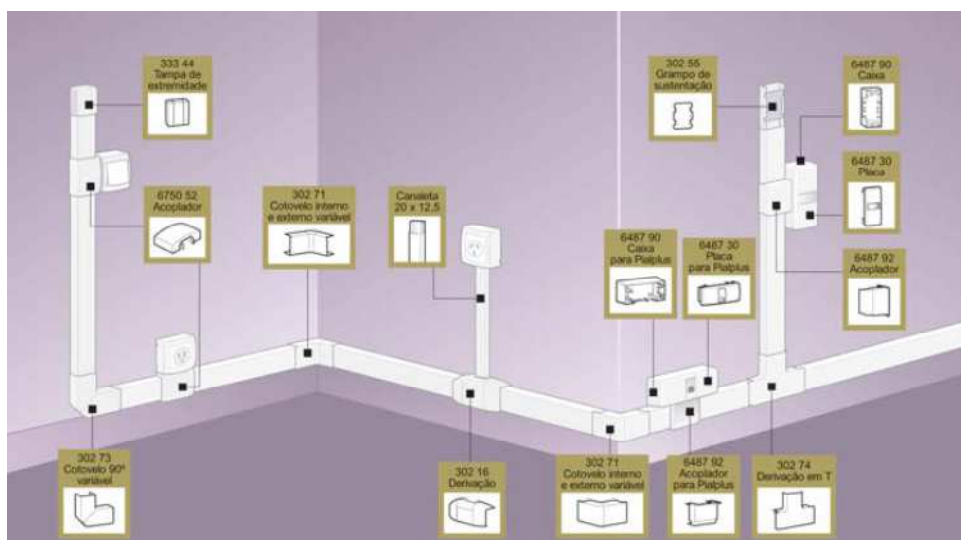


Figura 160 - Instalação aparente utilizando-se canaleta (<http://andra.com.br/>, 2013)

No mercado existe disponível canaleta em dois tipos de materiais, PVC ou aço. A instalação é rápida, devendo-se, primeiramente, cortar os perfis do tamanho desejado, para, em seguida, fixar a base da canaleta, com a utilização de parafusos, à parede. Passam-se os cabos, fecha-se a canaleta e instalam-se as tomadas e interruptores (Ficha técnica Tigrefix, 2013).

Também é possível a utilização de “postes” condutores que são instalados na vertical, afastados das paredes, com o objetivo de conduzir os cabos e permitir a instalação de tomadas (<http://www.valemam.com.br/>, 2013). Sua instalação é feita sob pressão, permitindo uma fácil desinstalação e, conseqüentemente, mudanças rápidas de *lay-out* (<http://www.mopa.com.br/>, 2013).

Nas figuras 161 e 162 mostra as instalações aparentes utilizando-se postes.



Figura 161 - Instalação aparente utilizando-se postes (<http://www.valemam.com.br/>, 2013)

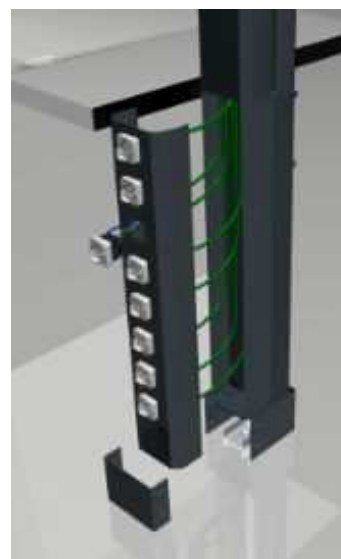


Figura 162 - Instalação aparente utilizando-se postes (<http://www.valemam.com.br/>, 2013)

A opção pela instalação aparente, além de proporcionar a redução do tempo de execução da instalação, também permite a redução da mão de obra e não gera resíduo, não propaga chamas, é imune à corrosão, é isolante elétrico, apresenta alta resistência mecânica e química e permite fácil manutenção e acesso aos cabos (<http://www.pultrusao.com.br/>, 2013).

Normalmente é utilizada em edificações comerciais, podendo também ser utilizada em residenciais; porém, nesse segmento, não é muito utilizada por ser considerada feia.

A instalação aparente proporciona a instalação de cabos e a modificação do *layout* de forma rápida; porém, em edificações residenciais, ainda não é muito utilizada por ser considerada feia. Sua utilização para a passagem de cabos em edifícios comerciais tem se mostrado uma tendência devido à sua grande flexibilidade, bem como sua velocidade de adaptação. Em edifícios residenciais, sua utilização é mais restrita; porém, caso não se tenha a preocupação de comprometer a estética, pode ser utilizado, principalmente em edificações populares.

2.9. Esquadria

2.9.1. Kit porta pronta

O *kit* porta pronta é a transformação dos vários componentes e etapas de serviço de instalação de portas de uma obra em um sistema composto de *kits* pré-fabricados, ou seja, na montagem da porta na fábrica e na chegada da mesma à obra apenas para a instalação em seu local definitivo. A fabricação dos *kits* começa antes dos vãos estarem liberados, o que proporciona a redução do tempo de instalação das mesmas quando se compara com a montagem feita na obra.

O *kit* chega à obra embalado e identificado. O instalador deve, antes de começar a executar a instalação, conferir o lado de abertura da porta e se o vão está de acordo com as dimensões da mesma, para que ela caiba sem danificá-la. Feita a conferência executa-se a sua colocação, retirando-se inicialmente, sua embalagem e encaixando-se o batente travado no vão, através de sua fixação com cunhas de madeira na parte superior. Em seguida, deve-se aprumar e nivelar o conjunto utilizando cunhas nas laterais. A fixação é feita utilizando espuma expansiva de poliuretano nas laterais e na parte superior do vão; é recomendado borrifar água nos locais de aplicação da espuma para que não haja desidratação da mesma. A cura da espuma dura 24 horas; nesse período, a porta não deve ser movimentada. Após a cura, o excesso de espuma deve ser cortado com estilete, bem como ser removidas as cunhas, os espaçadores e

as ripas de travamento. A seguir, encaixa-se a maçaneta no cilindro, o qual já chegou à obra, juntamente com a máquina, colocados na porta. Confere-se o bom funcionamento da mesma e da sua fechadura. Em seguida, o alizar deve ser cortado no tamanho do batente e, após ter sido colocado com cola, encaixado nos marcos reguláveis. Por fim, os acabamentos das fechaduras devem ser instalados (<http://www.plenaportas.com.br/>, 2013).

A figura 163 mostra a abertura e retirada do *kit* da embalagem, a 164 o seu posicionamento no vão.



Figura 163 - Retirada da embalagem
(<http://www.youtube.com/>, 2013)



Figura 164 - Posicionamento do *kit* no vão
(<http://www.piniweb.com/>, 2013)

A figura 165 mostra a verificação do prumo e a 166 a fixação utilizando-se espuma expansiva de poliuretano.

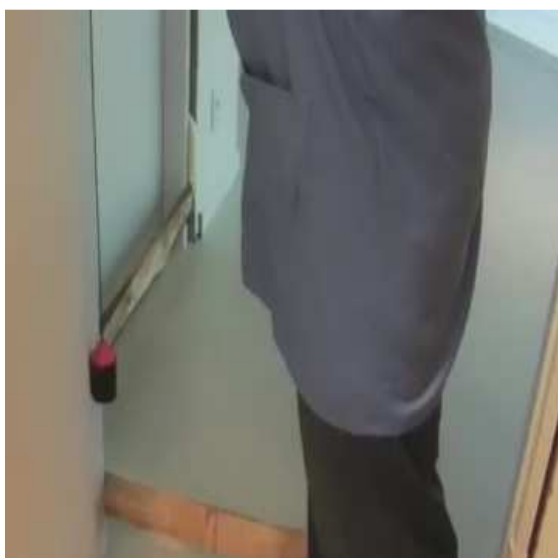


Figura 165 - Verificação do prumo
(<http://www.youtube.com/>, 2013)



Figura 166 - Fixação utilizando espuma expansiva de poliuretano
(<http://www.piniweb.com/>, 2013)

A colocação da maçaneta e do alizar são mostradas nas figuras 167 e 168 respectivamente.



Figura 167 - Colocação da maçaneta
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

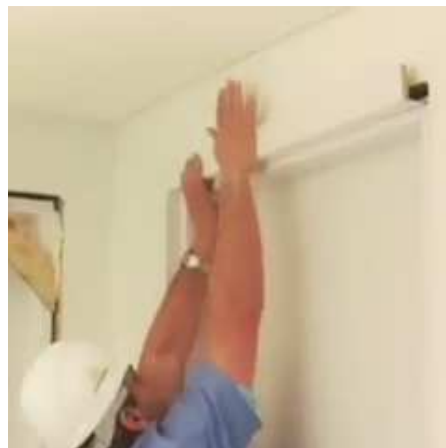


Figura 168 - Colocação do alizar
(<http://www.youtube.com/>, 2013)

O armazenamento dos *kits* deve ser feito com muito cuidado para não haver contato com a umidade, não devendo ficar por mais de 90 dias na obra, e as embalagens só devem ser retiradas no momento da instalação do *kit* (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

As figuras 169 e 170 mostram o armazenamento dos *kits* na fábrica.



Figura 169 - Armazenamento do *kit* porta pronta na fábrica (<http://www.equipededeobra.com.br/>, 2013)



Figura 170 - Armazenamento do *kit* porta pronta na fábrica (<http://www.equipededeobra.com.br/>, 2013)

Como em geral a entrega dos *kits* demora mais do que a entrega do material para a montagem das portas na obra, para se obter ganhos com relação ao prazo, é importante que haja planejamento e o pedido seja feito com antecedência. A opção de utilização de porta pronta proporciona redução de mão de obra, precisão e

uniformidade nos encaixes das ferragens, fácil conferência no recebimento do material, menor custo de administração da obra e maior qualidade na montagem do conjunto, pois ela é realizada na linha de produção da fábrica; essas vantagens também devem ser consideradas (<http://dkesquadrias.com.br/>, 2013).

A utilização de *kits* porta pronta concentra toda a montagem das portas fora da obra, restando, apenas, a instalação da mesma em seu vão, de forma rápida, fácil e com grande qualidade. Entretanto, os *kits* não aceitam improvisos. A compra dos *kits* porta pronta deve ser feita com antecedência, pois seu prazo de entrega é superior ao do material para a montagem das portas em obra; sendo assim, caso aconteça um atraso na compra, a instalação tradicional pode ser mais interessante.

2.10. Revestimento

2.10.1. Forro em PVC

O forro de PVC é utilizado na execução de rebaixos e na forração de áreas em geral. Sua instalação é feita através de montagem com encaixe das peças, que são fornecidas na cor desejada, não necessitando a pintura ou outro tipo de acabamento. Por esse motivo, a execução do forro utilizando esse material proporciona redução do tempo de instalação do mesmo quando comparado ao forro de gesso que, após sua execução, ainda necessita ser lixado e pintado.

Nas figuras 171 e 172 é apresentada a utilização de forro PVC.



Figura 171 - Utilização de forro PVC
(<http://soforropvc.com/>, 2013)



Figura 172 - Utilização de forro PVC
(<http://construindo.org/>, 2013)

Inicialmente deve-se executar a estrutura de sustentação do forro. Essa estrutura é formada por perfis de aço galvanizado que são fixados nas paredes. Caso os perfis não sejam fornecidos sob medida, antes do início da execução, deve-se cortá-los nos tamanhos adequados dobrando suas extremidades para tornar possível sua fixação nas paredes através de parafusos ou pinos. A fixação dos perfis se dá na mesma

direção, devendo os mesmos ficarem espaçados entre si no máximo 70 cm e os mais próximos das paredes afastados da mesma de 15 a 20 cm. Em seguida, executa-se a fixação de perfis na outra direção, perpendicular aos demais, formando uma malha; esses devem ser espaçados entre si de 1,30 a 1,40 metros e sua colocação iniciada junto à parede, de onde parte a colocação do forro. As interseções dos ferros devem ser aparafusadas por baixo. Para finalizar a estrutura, recomenda-se a fixação de pendurais a cada 1,20 m, colocados verticalmente, do teto até os perfis superiores, para evitar a formação de “barrigas no forro” devido à falta de sustentação. Caso o vão seja superior a seis metros, deve-se fazer emendas entre dois perfis, que deverão ser aparafusados em suas duas pontas (<http://www.equipedobra.com.br/>, 2013).

A figura 173 mostra a fixação do perfil na parede, a 174 a colocação de parafuso na interseção dos perfis e a 175 o pendural executado.



Figura 173 – Instalação estrutura
(<http://www.equipedobra.com.br/>, 2013)



Figura 174 - Instalação estrutura
(<http://www.equipedobra.com.br/>, 2013)



Figura 175 - Instalação estrutura
(<http://www.equipedobra.com.br/>, 2013)

Após a estrutura finalizada, fixam-se as cantoneiras, da direção que sairá o forro, utilizando-se parafusos diretamente sob o ferro inferior junto a parede. Antes de iniciar a colocação das placas de PVC, elas devem ser cortadas com 5 cm a menos que a distancia entre as paredes laterais. A primeira placa é encaixada pelo lado fêmea e aparafusada ao ferro, por baixo. Por cima, faz-se o encaixe do lado macho da próxima placa, sem aparafusar, sendo aparafusado o lado fêmea dessa mesma placa. Essa sequência é repetida por toda a extensão do forro. Em seguida, nas paredes laterais, posiciona-se as cantoneiras, que não precisam ser fixadas às paredes, ficando apenas encaixadas às placas de PVC. Por fim, é feita a colocação da ultima placa, que é a mais trabalhosa, devendo-se cortá-la na largura do vão faltante, e colocando-a prensada com a mão ou ajuda de uma espátula, sem aparafusá-la (<http://www.equipedobra.com.br/>, 2013).

A figura 176 ilustra a fixação das cantoneiras; as 177 e 178, o encaixe das placas e seu aparafusamento na estrutura, respectivamente.



Figura 176 - Fixação das cantoneiras
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 177 - Encaixe das placas de PVC
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 178 - Lado fêmea da placa é aparafusado
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)

A figura 179, mostra todas as cantoneiras instaladas e a 180, a colocação da última placa.



Figura 179 - Cantoneiras das paredes laterais encaixadas (<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 180 - Colocação da última placa com auxílio de uma espátula (<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)

Esse tipo de forro possui execução limpa e rápida; pode ser desmontado rapidamente para a execução de reformas ou manutenção das instalações; é inócuo, durável; não propaga chama; é isolador térmico, elétrico e acústico; é resistente ao ataque químico e bacteriológico; é resistente à intempérie, corrosão e fácil de ser limpo, bastando apenas um pano úmido para tal e não exige pintura. Existem no mercado diversas opções de cores (<http://soforropvc.com/>, 2013).

As figuras 181 e 182 evidenciam a diversidade de cores possíveis para a execução do forro de gesso.



Figura 181 - Opções de cores para forro em PVC (<http://www.culturamix.com/>, 2013)



Figura 182 - Opções de cores para forro em PVC (<http://construindo.org/>, 2013)

A aplicação de forro em PVC colorido é mostrada na figura 184.



Figura 183 - Utilização de forro PVC (<http://construindo.org/>, 2013)

A utilização de forro de PVC, que por ser de encaixe, proporcionando grande velocidade de execução, além de permitir reparos na instalação sem ser danificado. Sua utilização pode ser feita em substituição ao forro de gesso; existem no mercado diversas cores e efeitos, os quais não são possíveis utilizando-se o forro de gesso tradicional.

2.10.2. Piso vinílico

O piso vinílico pode ser aplicado em placas ou em manta. Sua utilização permite a redução do tempo de execução quando comparado ao piso cerâmico, pois sua aplicação é simples, devendo apenas o material ser colado no contrapiso, sendo o rodapé executado com o mesmo material.

Na figura 184 é apresentado o piso vinílico utilizado em sala residencial e na figura 185 em quarto residencial.

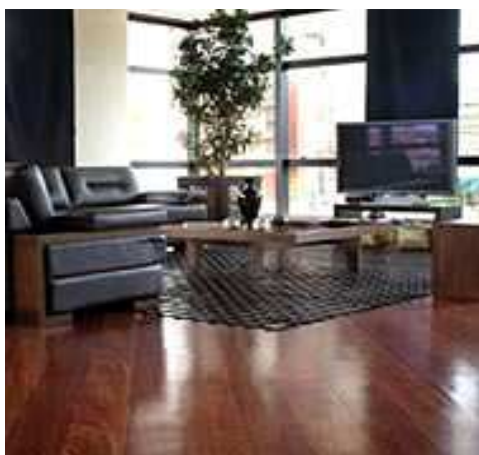


Figura 184 - Utilização de piso vinílico em sala residencial

(<http://www.forumdaconstrucao.com.br/>, 2013)



Figura 185 - Utilização de piso vinílico em quarto residencial

(<http://www.forumdaconstrucao.com.br/>, 2013)

Para a colocação do piso vinílico, o contrapiso deve estar limpo e sem irregularidades. Recomenda-se, após uma limpeza inicial, lixá-lo com uma lixadeira industrial, depois, limpa-se novamente e aplica-se duas demãos de massa, para cobrir as irregularidades da base, acrescentando-se na massa, cola à base de PVA e cimento, sendo esse último adicionado apenas à primeira demão (<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013).

A figura 186 mostra o lixamento do contrapiso e a figura 187 mostra a aplicação da massa.



Figura 186 - Lixamento do contrapiso
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 187 - Aplicação de massa
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)

Após a secagem da massa, marca-se a altura do rodapé ao longo das paredes, passa-se cola na parede até o limite demarcado, no suporte curvo e no perfil de acabamento do rodapé para, em seguida, colá-los: o primeiro no encontro do piso com a parede e o segundo na parede, na altura demarcada para o rodapé (<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013).

A figura 188 mostra a colagem de suporte curvo, já a figura 189 mostra a colagem do perfil de acabamento do rodapé.



Figura 188 - Colagem do suporte curvo
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 189 - Colagem do perfil de acabamento do rodapé
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)

Marca-se o posicionamento da manta no contrapiso, para garantir a aderência; recomenda-se que o chão e a parte de baixo da manta sejam varridos; em seguida, passa-se cola de contato nas laterais do fundo da manta e no rodapé, por cima do suporte curvo e do perfil aplicados anteriormente. Com uma desempenadeira dentada, aplica-se cola acrílica sobre a base, espalhando-a logo após com um rolo, evitando que o piso fotografe os desenhos da cola. Após 15 minutos de sua secagem, aplica-se a manta sobre a superfície, segundo as marcações feitas previamente. O excesso de manta deve ser cortado com um estilete (<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013).

A figura 190 mostra a marcação da posição da manta no piso, a 191 a aplicação de cola na sua parte inferior, a 192 o espalhamento de cola acrílica no piso



Figura 190 - Marcação do posicionamento da manta
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 191 - Aplicação de cola de contato na manta
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 192 - Espalhamento da cola acrílica
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)

A figura 193 mostra a colocação da manta e a 194 a execução de cortes e arremates da manta.



Figura 193 - Colocação da manta
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 194 - Corte do excesso da manta
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)

As juntas são pontos críticos e devem ser tratadas com muito cuidado. Esse tratamento é feito com o soprador, que aplica o cordão de solda vulcanizando

(juntando) uma manta à outra. O acabamento das juntas é feito utilizando a faca meia lua que é utilizada para desbastar o cordão de solda e nos cantos dos rodapés, com cabo exato redondo. Para finalizar, com o auxílio de um objeto de ponta, executa-se o embutimento do perfil ao rodapé (<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013).

A figura 195 mostra a aplicação do cordão de solda, na figura 196 o desbastamento do cordão de solda e a figura 197 o acabamento dos cantos dos rodapés.



Figura 195 - Aplicação do cordão de solda
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 196 - Desbastamento do cordão de solda
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)



Figura 197 - Acabamento dos cantos dos rodapés
(<http://www.equipedebra.com.br/>, 2013)

A ausência de juntas, inclusive no encontro do rodapé com a parede, é vista como grande vantagem, pois diminui o acúmulo de sujeira, facilitando a limpeza e diminuindo a proliferação de fungos e bactéria. Por esse motivo tem sido adotado em hospitais, clínicas e residências de pessoas alérgicas, por exemplo (<http://www.piniweb.com.br/>, 2013).

As figuras 198 e 199 mostra a utilização do piso vinílico.



Figura 198 - Utilização de piso vinílico em brinquedoteca
(<http://www.forumdaconstrucao.com.br/>, 2013)



Figura 199 - Utilização de piso vinílico em corredor, alta resistência à abrasão (<http://www.piniweb.com.br/>, 2013)

Além da facilidade de limpeza e rapidez na execução, existem outras vantagens na utilização dos pisos vinílicos, como: pode ser utilizado imediatamente após sua

colocação; disponível em diversas cores; diminui a propagação de ruídos; sua instalação é limpa; o acabamento é uniforme; disponível com diversas resistências à abrasão, podendo ser utilizado em áreas de grande circulação ou não.

O piso vinílico é capaz de substituir perfeitamente o piso cerâmico, pois seu desempenho é igual ou até superior. A execução é rápida e sua liberação imediata, além de ter a facilidade de limpeza muito superior, sendo assim, mais higiênico. Sua colocação deve ser feita em manta e não em placas, pois a primeira proporciona maior velocidade na instalação.

2.10.3. Revestimento não aderido

O revestimento não aderido pode ser utilizado para revestimento interno ou externo e sem necessitar ou não de acabamentos após a sua colocação, como pintura por exemplo. Essa necessidade é definida pelo tipo de material que é utilizado, podendo ser placas de gesso acartonado, pedras decorativas, painéis cerâmicos, entre outros.

Na figura 200 é exibido o revestimento externo utilizando-se painéis cerâmicos e a figura 201 mostra o revestimento interno utilizando-se gesso acartonado.

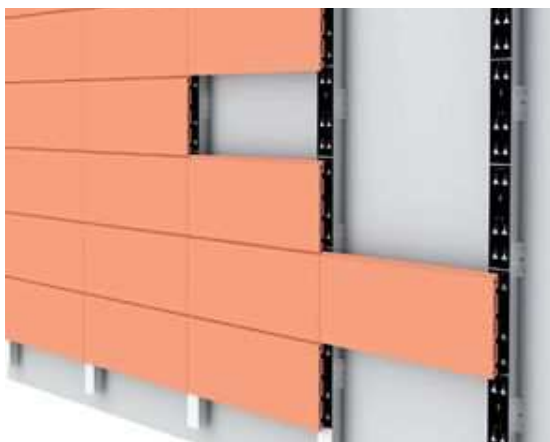


Figura 200 - Revestimento externo utilizando-se painéis cerâmicos (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 201 - Revestimento interno utilizando-se gesso acartonado (<http://www.equipedobra.com.br/>, 2013)

Sua execução é rápida e fácil e consiste na fixação de estruturas metálicas nas paredes devidamente alinhadas e aprumadas, para em seguida ser executada a colocação do revestimento, podendo esse ser encaixado ou aparafusado. Em ambos os casos, os painéis ocultam a estrutura (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013) (<http://www.equipedobra.com.br/>, 2013).

A figura 202 apresenta a estrutura metálica aguardando a colocação do revestimento não aderido.



Figura 202 - Estrutura metálica aguardando a colocação do revestimento não aderido
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

Esse tipo de revestimento é capaz de proporcionar a diminuição do tempo de execução do serviço, não gera resíduos, corrige irregularidades das paredes, deduz patologias, minimiza problemas com umidade, não sofre efeitos de deformação da estrutura, de acúmulo de tensões, de fissuração, de eflorescências e de manchamento (<http://www.gail.com.br/>, 2013) (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

No caso de sua execução em fachadas, ainda proporciona a ocorrência do efeito chaminé, gerando conforto térmico e a redução de gastos com ar condicionado (<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013).

A figura 203 mostra o encaixe do painel à estrutura metálica e a figura 204 mostra a fachada com revestimento não aderido.



Figura 203 - Encaixe do painel a estrutura metálica
(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)



Figura 204 - Fachada com revestimento não aderido
(<http://www.engenhariae arquitetura.com.br/>, 2013)

O revestimento não aderido também segue o conceito de montagem, podendo, em alguns casos, precisar de arremates após sua colocação, o que não é indicado; a melhor opção é que isso não ocorra, devendo-se utilizar assim um material que não necessite de arremate.

3. Aplicações das práticas construtivas em obras

Este capítulo irá apresentar a aplicação de algumas práticas construtivas em obras, evidenciando suas dificuldades e seus benefícios.

3.1. *Top Down*

Estudo de caso: Edifício *The Shard*

O edifício *The Shard*, localizado em Londres, com 306m de altura e 87 pavimentos, combinou em sua estrutura a utilização de estruturas de aço, de concreto armado e concreto protendido, possuindo um núcleo rígido de concreto. Suas obras tiveram início em março de 2009 e necessitavam ser concluídas antes das Olimpíada de 2012. Para ser possível o cumprimento do prazo, a solução encontrada foi a utilização do método *Top Down*, em que a escavação dos três subsolos e a construção do núcleo de concreto foram executados simultaneamente (<http://www.revistatechne.com.br>, 2012).

Inicialmente foram executadas estacas escavadas para conter o terreno; em seguida, foram executadas as estacas centrais encabeçadas por pilares metálicos. Concluída esta etapa, a laje do térreo e a seção inicial do núcleo da torre foram concretadas; feito isto, a escavação do subsolo e a superestrutura foram executadas simultaneamente. Para não atrasar a execução da superestrutura e, conseqüentemente, a entrega da obra, a laje do piso do terceiro subsolo necessitava ser executada rapidamente; assim sendo, em uma operação que mobilizou 750 caminhões-betoneira, teve a duração de 32 horas e foram utilizados 5,5 mil m³ de concreto, o piso do último subsolo foi concluído (<http://www.revistatechne.com.br>, 2012).

A adoção desse método reduziu em quatro meses o cronograma de execução do empreendimento, sendo este inaugurado em julho de 2012, cumprindo assim o prazo previsto (<http://www.revistatechne.com.br>, 2012).

A figura 205 apresenta a sequência de execução do método *top down*, em que a primeira imagem ilustra as fundações, os pilares metálicos e a laje do térreo executados; a segunda, a execução da escavação do subsolo efetuada simultaneamente à execução da superestrutura; e a terceira, a escavação concluída, com a laje do terceiro subsolo concretada.

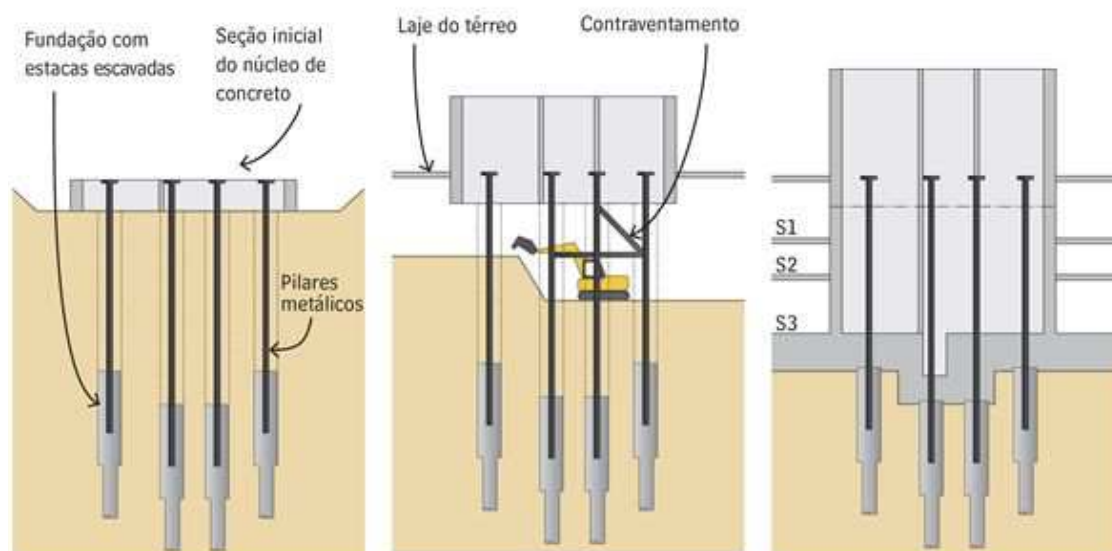


Figura 205 - Sequência de execução do *Top down* (<http://www.revistatechne.com.br>, 2012)

3.2. Mesa voadora

Estudo de caso: Comparação entre quatro blocos do mesmo empreendimento

Em estudo de caso realizado por Peres (2013), foram analisados quatro edifícios. Os blocos 1 e 3 possuem plantas idênticas entre si, assim como os blocos 2 e 4. Os blocos 1 e 2 foram executados pelo método das mesas voadoras, enquanto nos blocos 3 e 4 utilizou-se o método tradicional. Na realização desse estudo, foram comparados os custos, os prazos e as produtividades totais de cada método (PERES, 2013).

A tabela 1 apresenta o resultado obtido nos blocos ímpares e a tabela 2 o resultado obtido nos blocos pares.

<u>Itens</u>	Mesas Voadoras	Convencional
	<u>Bloco 1</u>	<u>Bloco 3</u>
Custo - Mão de Obra [R\$]	347.283,20	234.715,54
Custo - Materiais Empregados [R\$]	76.657,86	76.657,86
Custo - Locação de Equipamentos [R\$]	112.053,97	26.754,67
Custo Total [R\$]	535.995,03	338.128,07
Prazo Total [dias trabalhados]	81	57
Produtividade Média [Hh/m²]	0,71	0,56

Tabela 1 - Quadro comparativo entre os métodos de mesas voadoras e o convencional dos blocos ímpares quanto ao custo total, prazo total e produtividade média (PERES, 2013)

<u>Itens</u>	Mesas Voadoras	Convencional
	<u>Bloco 2</u>	<u>Bloco 4</u>
Custo - Mão de Obra [R\$]	270.763,53	219.595,62
Custo - Materiais Empregados [R\$]	67.400,13	67.400,13
Custo - Locação de Equipamentos [R\$]	106.551,32	28.119,70
Custo Total [R\$]	444.714,97	315.115,45
Prazo Total [dias trabalhados]	84	60
Produtividade Média [H.h/m²]	0,74	0,58

Tabela 2 - Tabela 1 - Quadro comparativo entre os métodos de mesas voadoras e o convencional dos blocos pares quanto ao custo total, prazo total e produtividade média (PERES, 2013)

A análise das tabelas permite apontar que o método das mesas voadoras obteve um custo maior que o convencional em ambos os casos, sendo 59% maior no comparativo entre os blocos ímpares e 41% maior nos blocos pares. Em relação ao prazo total de execução da estrutura, o método das mesas voadoras também se mostrou maior, com prazo 48% maior nos blocos ímpares e 23% nos blocos pares. Por sua vez, a produtividade média do método de mesas voadoras foi 26% menor que o método convencional, em ambos os blocos (PERES, 2013).

Entretanto, como a mão de obra não possuía experiência na execução desse tipo de método, foi realizada uma análise da evolução da qualidade da mão de obra ao longo do tempo. Essa análise evidenciou a falta de experiência da equipe e mostrou uma taxa de evolução elevada da produtividade da mão de obra. Nos últimos ciclos de concretagem, foi observado que o método das mesas voadoras alcançou índices similares aos do método tradicional e que sua tendência de evolução levaria esse índice para indicadores menores do que a projeção do método tradicional (PERES, 2013).

Com isso, do ponto de vista da lucratividade da empresa, pode-se concluir que o método das mesas voadoras se mostrou desfavorável em relação ao método convencional em todos os aspectos analisados de custo, prazo e produtividade. Porém, como, inicialmente, a mão de obra utilizada no método das mesas voadoras não possuía a experiência necessária, ela contribuiu diretamente com maiores custos, prazos e menor produtividade em relação ao convencional (PERES, 2013).

Também é importante ressaltar que o projeto dos edifícios em questão não foi concebido para a utilização de mesa voadora, pois a estrutura é reticulada.

3.3. Tela soldada

Estudo de caso: Practical Life Pensilvânia

Na obra do empreendimento Practical Life Pensilvânia, iniciada em agosto de 2005 e finalizada no mesmo mês de 2007, localizada em São Paulo e construída pela empresa Bracco, após a execução do segundo pavimento tipo, optou-se em se executar a armação da laje utilizando-se tela soldada e não mais vergalhões. Com esta alteração foi possível diminuir o ciclo de concretagem de cada laje em um dia. Utilizando-se o método de armação tradicional, o ciclo de concretagem era de cinco dias e sua execução feita da seguinte forma: no 1º dia, eram colocados os ganchos e levantados os pilares; no 2º dia, a montagem das fôrmas; no 3º dia, a concretagem dos pilares; no 4º dia, eram instaladas as tubulações elétricas e executada a armação; e no 5º dia, era executada a concretagem da laje. Com a adoção das telas soldadas e a consequente redução do tempo de armação, houve redução de um dia no ciclo, passando a concretagem a ser executada na tarde do quarto dia (<http://www.ibts.org.br/>, 2013).

Ao final da obra foram economizados 22 dias e, além de diminuir o tempo de execução da obra, também houve diminuição do custo, pois, mesmo a tela sendo mais cara que o vergalhão, foi possível diminuir o tempo de aluguel da grua em 22 dias (<http://revista.construcaomercado.com.br/>, 2013).

Spínola, engenheiro da obra em questão, ainda destaca a qualidade e uniformidade da armação, bem como a facilidade de adaptação do projeto, que antes era executado utilizando-se vergalhões e a facilidade de conferência. Ele acreditava ainda que, a partir da obra do empreendimento Practical Life Pensilvânia, a postura da construtora seria a de tentar viabilizar a utilização das telas soldadas em outras obras (<http://www.ibts.org.br/>, 2013).

3.4. Mastro de distribuição de concreto

Estudo de caso: Edifício Eco Berrini

A obra do Edifício Eco Berrini foi executada pela construtora Hochtief. Localizada na Avenida Luis Carlos Berrini, 1.400, na cidade de São Paulo, com 35 pavimentos mais cinco subsolos e prazo de entrega de dois anos, não contou com o auxílio do *placing boom* em seu início. Segundo seu engenheiro, quando a obra chegou ao quinto andar, ele percebeu que o cronograma não seria atendido e, por esse motivo, alugou o

mastro e liberou a grua para fazer outros serviços. Ainda segundo Keleti, chegou-se a lançar 50 m³ de concreto por hora, quando o tempo de execução foi reduzido de doze para de seis a oito horas e, assim, o prazo de conclusão da estrutura diminuído de 15 para 13 meses (<http://www.revistatechne.com.br>, 2013).

O ciclo de concretagem foi dividido em duas fases: na primeira, eram lançados 340 m³ de concreto e, na segunda, 320m³. O ciclo era de seis dias de trabalho, sendo a defasagem das concretagens da primeira e da segunda etapa de dois dias (<http://www.revistatechne.com.br>, 2013).

Devido ao prazo de dois anos para a entrega da obra, a construtora ainda optou pela adoção de outras práticas construtivas com o objetivo de acelerar a execução do empreendimento. Além da utilização do mastro de distribuição de concreto, foram utilizados banheiros prontos e a fachada foi executada acompanhando a estrutura, sendo as duas etapas finalizadas simultaneamente (<http://www.revistatechne.com.br>, 2013).

3.5. Banheiro pronto

Estudo de caso: Hotel 120 apartamentos

Em análise comparativa da construção de um hotel com 120 apartamentos utilizando-se o sistema tradicional e o banheiro pronto, verificou-se a redução de cinco meses do cronograma da obra (<http://www.revistatechne.com.br>, 2013).

Nessa comparação, a execução da estrutura segue o seu ritmo normal, passados três meses do início da obra, inicia-se a fabricação dos 120 banheiros prontos na fábrica, sendo esta concluída no final do quarto mês. No início do quinto mês, as instalações começam a ser executadas. Utilizando-se banheiro pronto, o prazo é de apenas um mês e não mais cinco como no método tradicional. Os acabamentos e revestimentos começam no mês seguinte. Seguindo o método tradicional, seu prazo de execução é de seis meses, enquanto que na utilização do banheiro pronto é de um mês. A finalização e a contabilidade só podem ser iniciadas após o início do acabamento e finalizadas após o término do mesmo; por esse motivo, com a utilização do banheiro pronto, esta etapa é concluída no sétimo mês e com o método tradicional no 12º mês. Assim sendo, a redução do tempo de execução é de cinco meses.

A figura 206 apresenta a comparação de cronograma utilizando o banheiro pronto e o sistema convencional.



Figura 206 - Comparação de cronograma utilizando o sistema convencional ou o banheiro pronto

(<http://www.revistatechne.com.br/>, 2013)

3.6. Sistema PEX

Estudo de caso: Local não divulgado

Brandão (2010) realizou dois estudos de caso, denominados de estudo A, que comparou o processo executivo do PEX com o do PVC e do PPR, e de estudo B, que comparou os preços entre a instalação hidráulica da unidade autônoma em PEX e uma simulação da mesma aplicada com os materiais PVC (soldável) e PPR.

O empreendimento do estudo de caso A é composto por uma torre com dez pavimentos tipo, contendo 150 unidades autônomas, três pavimentos de estacionamento (subsolo, térreo e garagem elevada) e um pavimento de utilização comum localizado na cobertura. Em seu projeto não foi contemplada a utilização de hidrômetro individual para cada unidade autônoma. Desta forma, sem a necessidade de separação do consumo de água em cada apartamento, o projeto de hidráulica contemplou que as prumadas passariam pelos ambientes úmidos, abastecendo, assim, todos os apartamentos da determinada coluna onde estariam posicionadas. Como na sua construção foi utilizada alvenaria estrutural, visando facilitar a execução da instalação hidráulica, o subsistema das instalações hidrossanitárias escolhido foi o PEX para água fria e o PPR para água quente, combinado com a utilização de *kits* hidráulicos (BRANDÃO, 2010)

Os funcionários da empresa contratada para a execução do PEX foram treinados por funcionários da empresa contratante no início da obra, pois estes não possuíam experiência na execução desse sistema. Devido à falta de experiência, inicialmente o serviço foi executado em um tempo maior que o previsto, causando assim atraso no

cronograma. Porém, após dois pavimentos executados, a equipe adquiriu prática e conseguiu se adequar ao prazo planejado inicialmente para a execução de cada pavimento (BRANDÃO, 2010).

A falta de experiência também ocasionou a ocorrência de vazamentos na tubulação *PEX*. Eles ocorreram nas conexões devido às suas execuções terem sido efetuadas de forma errada (BRANDÃO, 2010).

O empreendimento do estudo de caso B consiste em duas torres, uma com 8 pavimentos, sendo 7 unidades no primeiro andar e 8 unidades nos demais andares, e outra com 3, sendo 9 unidades no primeiro andar e 10 unidades nos demais andares. Apresenta subsolo abaixo de todo o terreno, área comum entre as duas torres e uma pequena área comum em cada uma delas (BRANDÃO, 2010).

A instalação no caso B é feita com medidor individual; por esse motivo, as prumadas de abastecimento se localizam em uma área comum do prédio. Para abastecimento de toda a unidade foi utilizado o *PEX*, tanto para água fria quanto para quente. A tubulação que transporta a água do hidrômetro até o distribuidor de água fria bem como para o aquecedor foi de PVC (BRANDÃO, 2010).

Para que seja feita a comparação de custo entre os sistemas, foi considerada a instalação hidráulica em PVC, para água fria, e em PPR, para água quente. Como o subsistema de vedação é convencional, em sua maior parte, a tubulação será embutida (BRANDÃO, 2010).

A análise comparativa foi feita com toda a unidade, ou seja, em todos os ambientes “molhados”. O resumo dos resultados obtidos é apresentado na tabela 3. Em sua coluna mais à direita, é apresentada a relação percentual entre o valor da instalação executada utilizando o sistema *PEX* e o de PVC (soldável) e PPR.

PREÇOS COMPARADOS			
	PEX	PVC e PPR	Relação PEX/PVC e PPR
MATERIAL	R\$ 1.705,07	R\$ 911,43	87,08%
MÃO-DE-OBRA	R\$ 468,20	R\$ 936,39	-50,00%
TOTAL	R\$ 2.173,27	R\$ 1.847,82	17,61%

Tabela 3 - Comparação custos entre o PEX e o PVC e PPR (BRANDÃO, 2010).

Como a mão de obra utilizada é a mesma nos dois sistemas, o valor unitário da hora é o mesmo; sendo assim, como o custo de mão de obra para execução do *PEX* é 50% menor, isto significa que o tempo de execução desse sistema é metade do outro. Entretanto, o custo de material do *PEX* é muito superior e, quando considerado o custo total de cada sistema, este é 17% a mais que o convencional. Esse gasto a mais pode ser vantajoso em obras que apresentem necessidade de maior velocidade de execução (BRANDÃO, 2010).

4. Considerações Finais

O desenvolvimento da construção civil ao longo do tempo se relaciona com o desenvolvimento tecnológico de cada época e com a necessidade do emprego de novas soluções para resolver desafios. Com o aquecimento da construção civil e a falta de mão de obra, as construtoras estão buscando se atualizar, através de novas tecnologias, que possibilitem, a diminuição de prazos e o aumento da qualidade e da lucratividade. Isto faz com que os incentivos a pesquisas cresçam e a influência da mão de obra sobre o produto final seja reduzida.

Com o objetivo de contribuir nesse sentido, este trabalho apresentou 20 alternativas disponíveis no mercado brasileiro para se reduzir o tempo de execução de uma obra e trouxe para o debate seus conceitos, requisitos básicos, métodos executivos, vantagens e desvantagens.

Também apresentou a aplicação de algumas dessas alternativas em obras através de estudos de casos. A análise desses dados, indicam que a qualidade e a experiência da mão de obra possui uma elevada importância na implantação de algumas práticas construtivas, em especial, aquelas não usuais no mercado construtivo brasileiro. Esse fator é evidenciado nos estudos de caso das mesas voadoras e do sistema *PEX*; em ambos, a equipe de execução não possuía experiência prévia, o que provocou uma produtividade menor que a esperada. Também, nos dois casos, as equipes apresentaram aumento de produtividade ao longo da obra, provocado pelo ganho de experiência. Assim sendo, no estudo de viabilidade dessas práticas deve ser avaliado se a mão de obra disponível para a execução do serviço tem experiência e se será capaz de potencializar a diminuição de tempo do serviço.

Destaca-se, também, a importância da concepção e adequação do projeto para a utilização dessas práticas, com o objetivo de: facilitar a logística no canteiro; não gerar retrabalho; prever a instalação dos equipamentos necessários para a execução; e potencializar a produtividade da mão de obra empregada. No caso da utilização do banheiro pronto, é de fundamental importância que sejam previstas as instalações dos equipamentos necessários e a logística de descarga do mesmo após sua chegada a obra. A utilização de mesa voadora deve ser avaliada antes da fase de projeto da estrutura, pois, se for esta a opção, deverá ser projetada em laje plana e não reticulada. Esta falha ocorreu no estudo de caso apresentado anteriormente, fator que contribuiu para a perda de produtividade do processo realizado na obra em questão.

O custo, fator determinante na decisão da adoção ou não dessas práticas, caso seja considerado isoladamente o de cada serviço, pode parecer mais elevado; entretanto,

pode haver redução no custo de outros serviços ou nos custos fixos, devido ao menor tempo de duração da obra. Ainda que haja o aumento do orçamento, este pode ser vantajoso devido à antecipação da utilização da edificação.

No caso da utilização de tela soldada, seu custo, quando considerado individualmente, era superior; porém, ao final da obra do empreendimento Practical Life Pensilvânia, sua utilização proporcionou a conclusão da estrutura 22 dias antes do previsto e, com isso, o aluguel da grua também foi reduzido. Assim sendo, sua utilização representou não só a redução do cronograma, mas, também, a diminuição do custo da obra. Outro exemplo é o da utilização do mastro de distribuição de concreto na obra do edifício Eco Berrini, que reduziu o prazo de conclusão da estrutura em dois meses. No princípio aparenta ser um custo a mais; porém, libera a grua para executar outros serviços e antecipa sua devolução.

No estudo de caso do edifício *The Shard*, a utilização do método *top Down* provocou aumento do custo da obra devido à escavação ser executada de forma confinada; porém, o empreendimento necessitava ser concluído antes das Olimpíadas de Londres, para ser explorado financeiramente nesse evento. Nesse caso, o aumento do custo foi justificado pela antecipação da utilização da edificação e, conseqüentemente, a antecipação das receitas.

É importante ressaltar que, quando utilizadas individualmente, as práticas podem não representar reduções significativas no tempo de duração da obra; porém, quando utilizadas em conjunto, têm grande potencial de redução. Por exemplo, os ganhos de tempo obtidos na execução da estrutura podem ser minimizados com a adoção da vedação com alvenaria, pois a estrutura será finalizada rapidamente; entretanto, a vedação demorará o mesmo tempo para liberar campo para outros serviços e para ser concluída. Recomenda-se, então, a implantação dessas práticas ao longo de toda a construção, desde a implantação do canteiro até o revestimento. Devendo-se fazer a busca por alternativas capazes de reduzir o tempo de execução de uma obra ao longo da mesma, mas, principalmente, na etapa de seu planejamento.

As práticas construtivas apresentadas são algumas das possibilidades disponíveis no mercado, não são aplicáveis a todas as obras, devendo ser estudadas, avaliadas, adaptadas, pois nem sempre as formas de execução que proporcionam maior velocidade à obra são compatíveis com elas; porém, efetuadas certas modificações, podem ser vantajosas, e devem ser comparadas com os métodos tradicionais antes de ser feita a opção pela adoção ou não de cada uma.

Essas práticas demonstram que a construção civil está caminhando em direção à industrialização e que o conceito de montagem é possível de ser adotado nos canteiros.

Por fim, recomenda-se que as empresas de engenharia, escolas técnicas, governos, sindicatos, empresários e pesquisadores invistam na qualificação da mão de obra visando à racionalização dos diversos subsistemas das construções, pois estes impactam diretamente no custo, no prazo e na qualidade das construções.

Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR9062: **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 1985.

Birbojm, Allan. **Construções Temporárias para o canteiro de obras**, São Paulo: EPUSP, 2002.

Brandão, R.G. **Estudo da Viabilidade da Utilização de PEX, PVC e PPR em Empreendimentos Multifamiliares**. Rio de Janeiro: POLI/UFRJ 2010

Brasil - NR 18 - **Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. *Norma Regulamentadora*. 2011.

Campos, K.F., 2011, **Desenvolvimento de sistema de fixação de fachada ventilada com porcelanato de fina espessura**. Dissertação de M.Sc., UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

Catálogo Valemam Linha Aparente.

Farah, M.F.S., **Diagnóstico Tecnológico da indústria da construção civil: caracterização geral do setor**. In: INSTITUTO DE PESQUISAS ECNOLÓGICAS. Divisão de Edificações. Tecnologia de Edificações. São Paulo: PINI, 1988. p. 685 a 690.

Ficha técnica Tigrefix.

Iglesias, T.B. **Sistemas construtivos em concreto pré-moldado**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2006.

Lopes, R.D. **Banheiro Pronto**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2005.

Martins, G.S., **Método de execução de fundação invertida**, São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2009.

Motoyama, S. et al., **Tecnologia e industrialização no Brasil: uma perspectiva histórica**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 1994. 450 p.

Oliveira, P.V.H., *et al.*, **Análise da aplicação de check-list sobre inovações tecnológicas em canteiros de obra**. Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Florianópolis, 1999.

Pepe, A.R.C., Brandt, P.S.C. **Avaliação de Um Sistema Construtivo Industrializado Para Residência Unifamiliar**, Barretos: UniFEB 2009

Pereira, P.C.X., **Espaço, Técnica e Construção: O desenvolvimento das técnicas construtivas e a urbanização do morar em São Paulo**. São Paulo: Nobel, 1988. 169 p.

Peres, P.O. **Um Estudo Comparativo sobre os Sistemas de Fôrmas: Mesa Voadora X Convencional**. Rio de Janeiro: POLI/UFRJ 2013.

Revista Técnica, Ed. Pini - Dezembro de 2011, pag 16 e 17.

Sato, L., Sabbatini, F. H., **A evolução das técnicas construtivas em São Paulo: residências unifamiliares de alto padrão**: EPUSP, 2011. 22p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/574)

Saurin, T.A., Formoso, C.T., 2006, **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**, Recomendações Técnicas HABITARE Volume 3.

Silva, C.A.R., **Perfil geológico-geotécnico do subsolo ao longo do traçado do metrô de Goiânia**, Brasília: UnB, 2007.

Siqueira Junior, A. A., 2003, **Tecnologia de fachada-cortina com placas de grés porcelanato**. Dissertação de M.Sc., Poli/USP, São Paulo, SP, Brasil.

Telles, P.C.S., **História da Engenharia o Brasil: séculos XVI a XIX**. Rio de Janeiro: Clavero, 1994. v.1 e 2. 510 p.

Referências Eletrônicas

<http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/menos-residuos-e-mais-seguranca-sao-as-vantagens-nos-canteiros-de-obras> (18/10/2012)

<http://www.banmaq.com.br/produtos/locacao-de-containers.php> (20/10/2012)

<http://www.conteinerrio.com.br/welcome.aspx> (22/10/2012)

<http://www.deltacontainers.com.br/projetos-especiais-containers.html> (22/10/2012)

<http://www.visautolocacoes.com.br/containers.html> (22/10/2012)

http://sp.quebarato.com.br/taboo-da-serra/aluguel-e-venda-de-container-fla-con-11-7738-0543-reinaldo-rodriques_C1B7B.html (22/10/2012)

<http://theurbanearth.wordpress.com/category/cidades-sustentaveis/page/2/>
(22/10/2012)

<http://www.canteiro.com.br/> (06/11/2012)

<http://www.atualrio.com/projetos.html> (03/12/2012)

<http://blogdopetcivil.com/tag/estruturas-alternativas/> (31/12/2012)

<http://www.casefoundation.com/services/topdownconstruction.aspx> (31/12/2012)

http://www.yurkevich.ru/pdf_publications/hi-tech.pdf (31/12/2012)

<http://plus.maths.org/content/only-way-constructing-heron-tower> (31/12/2012)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/185/piramide-londrina-edificio-mais-alto-da-europa-emprega-estrutura-265256-1.asp> (31/12/2012)

http://www.hochtief.com.br/tapume/pdf/O_Tapume_076.pdf (31/12/2012)

<http://www.openvix.com.br/#/quickjet> (26/10/2012)

<http://www.consultoriaeanalise.com/2011/12/sistema-de-forma-perdida-quick-jet.html>
(26/10/2012)

<https://www.youtube.com/watch?v=s9ARQJ17bZI> (26/10/2012)

<http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-ultimas-ler.php?cod=5730> (26/03/2013)

<http://www.revistafundacoes.com.br/noticias/construtoras-inovam-e-a-apostam-na-forca-e-praticidade-do-aco/> (26/03/2013)

http://www.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/Aplicacao_de_Estruturas_Metalicas_em_Edificios_de_Multiplos_Andares.pdf (26/03/2013)

<http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-ler.php?cod=2966&orig=obras&codOrig=90391> (26/03/2013)

http://www.acn.eng.br/imagens/downloads_acad/EM%20I.pdf (26/03/2013)

<http://compactapremoldados.com.br/obras-comerciais/> (03/05/2013)

http://www.arq.ufsc.br/arg5661/trabalhos_2010-1/pre_fabricados/pre_fabricacao_concreto_2010-1.pdf (03/05/2013)

<http://www.abcic.org.br/artigo2.asp> (03/05/2013)

http://www.tranenge.com/setorDetalhes.do?WRK_ID=55 (04/05/2013)

<http://www.protensul.com.br/index.php?cmd=empresa> (06/05/2013)

<http://www.premag.com.br/transporte.htm> (06/05/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/175/artigo238749-1.asp> (18/05/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/169/artigo213429-1.asp> (18/05/2013)

<http://www.doka.com/web/products/system-groups/doka-floor-systems/tableforms/index.pt.php> (19/05/2013)

http://www.peri.de/br/pt/produtos.cfm/fuseaction/showproduct/product_ID/48/app_id/4.cfm (30/05/2013)

<http://www.moduloeng.com.br/processo.php> (04/06/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/120/artigo45091-1.asp> (04/06/2013)

http://www.peri.de/br/pt/produtos.cfm/fuseaction/showproduct/product_ID/44/app_id/4.cfm (09/06/2013)

<http://www.mills.com.br/node/210> (09/06/2013)

http://www.premag.com.br/edificacoes_situ.html (12/06/2013)

<http://www.ibts.org.br/pdfs/lajes.pdf> (13/06/2013)

<http://www.ibts.org.br/pdfs/IT.pdf> (13/06/2013)

https://www.belgo.com.br/produtos/construcao_civil/solucoes_lajes/pdf/solucoes_lajes.pdf (13/06/2013)

<http://www.lubrascorte.com.br/produtos/telas.htm> (13/06/2013)

<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/67/custo-comparado-tela-soldada-x-vergalhao-uso-de-121310-1.asp> (13/06/2013)

<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/23/artigo122111-1.asp> (13/06/2013)

<http://www.cassolprefabricados.com.br/lajes-alveolar.html> (30/06/2013)

http://www.youtube.com/watch?v=0QdE1_XuIQ (07/07/2013)

<http://www.foco-is.com/produto.php?arm-400> (07/07/2013)

<http://intersilos.com.br/page5.aspx> (07/07/2013)

<http://www.ewximport.com.br/index.php?page=produto> (07/07/2013)

<http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2011/ed100.pdf> (07/07/2013)

http://www.youtube.com/watch?v=5jDk_HP3x2A&feature=youtu.b (17/07/2013)

<http://www.lancamix.com.br/locacao/mastro-de-distribuicao-de-concreto/> (17/07/2013)

<http://www.lancamix.com.br/locacao/mastro-de-distribuicao-de-concreto/mastro-de-distribuicao-spider.html> (17/07/2013)

<http://www.lancamix.com.br/locacao/mastro-de-distribuicao-de-concreto/mastro-de-distribuicao-placing-boom.html> (17/07/2013)

<http://www.youtube.com/watch?v=a5fsetlGEdw> (17/07/2013)

http://www.bombaconcreto.com.br/bomba_para_concreto_distribuidores.html (17/07/2013)

<http://kaioba.com.br/locacao/mastro-de-distribuicao-32m/> (17/07/2013)

http://www.youtube.com/watch?v=OaVA_4WQB9s (17/07/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/176/solucao-bombeada-melhores-equipamentos-e-possibilidade-de-alterar-suas-240633-1.asp> (18/07/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/171/artigo219989-1.asp> (18/07/2013)

<http://www.drywall.org.br/> (20/07/2013)

http://www.portaldrywall.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17:o-que-e-drywall&catid=5:o-que-e-drywall&Itemid=36 (20/07/2013)

<http://www.placo.com.br/produtos-drywall/sistema-drywall/paredes-drywall/paredes-drywall.asp> (21/07/2013)

http://www.placocenteruberlandia.com.br/saibamais_construtivos.php (21/07/2013)

<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/134/execucao-de-parede-de-drywall-cotacao-deve-incluir-material-266124-1.asp> (21/07/2013)

<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/130/parede-de-drywall-x-alvenaria-ceramica-confira-a-opiniao-257628-1.asp> (21/07/2013)

<http://www.brasilit.com.br/produtos/paineis/placa-cimenticia.php> (22/07/2013)

<http://www.drywall.org.br/index2.php/10/vantagens-e-aplicacoes> (22/07/2013)

<http://www.drywall.org.br/index2.php/5/fixacao> (22/07/2013)

http://www.facilityservicos.com.br/?page_id=111 (23/07/2013)

<http://drywallanapolis.blogspot.com.br/> (23/07/2013)

<http://www.pedreiro.com.br/geral/alvenarias-e-reboco/instalacao-de-parede-de-drywall-passo-a-passo/> (23/07/2013)

<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/139/Solucoes-simples-evitam-gastos-com-sistemas-hidraulicos.aspx> (23/07/2013)

<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/166/especial-pini-60-anos-fachada-cortina-70733-1.asp> (23/07/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/122/artigo50110-1.asp> (23/07/2013)

http://www.schueco.com/web/br/partner/fassaden/products/fassaden/aluminium/structural_glazing_fassaden (23/07/2013)

http://www.halfen.pt/t/93_6546.html (23/07/2013)

<http://www.aecweb.com.br/unitizing-a-evolucao-das-fachadas-cortinas/tematicos/artigos/2291/6> (23/07/2013)

<http://www.banheiropronto.com.br/> (23/07/2013)

<http://pegntv.globo.com/Pegn/0,6993,LIR159873-5027,00.html> (23/07/2013)

<http://www.newformsbrasil.com.br/index.php/descricao.html> (23/07/2013)

<http://www.newformsbrasil.com.br/index.php/tecnologia-construtiva.html> (23/07/2013)

<http://www.newformsbrasil.com.br/index.php/transporte--montagem.html> (23/07/2013)

<http://www.newformsbrasil.com.br/index.php/vantagens.html> (23/07/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/159/instalacao-de-banheiros-prontos-176788-1.asp> (23/07/2013)

<http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/43/artigo243505-1.asp>
(27/07/2013)

<http://www.metalica.com.br/sistema-pex-polietileno-reticulado> (27/07/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/192/conducao-racionalizada-o-uso-de-tubulacao-de-polietileno-reticulado-279065-1.asp> (27/07/2013)

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAEh2UAF/estudo-sobre-instalacao-pex>
(28/07/2013)

<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/cabeamento-estruturado-em-retrofit-80328-1.asp> (28/07/2013)

http://www.tigre.com.br/pt/produtos_linha.php?rcr_id=5&cpr_id=12&cpr_id_pai=4&Inhd=33 (28/07/2013)

<http://eleteleinfo.blogspot.com.br/2011/11/instalacoes-eletricas-aparentes-com.html>
(28/07/2013)

<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/155/au-responde-42694-1.asp>
(28/07/2013)

<http://dkesquadrias.com.br/kitporta/kit-porta-pronta/> (29/07/2013)

<http://www.youtube.com/watch?v=k0KzvRJEjDw> (29/07/2013)

http://www.plenaportas.com.br/plenaportas/images/manuais/PLENA_ABRIR.pdf
(29/07/2013)

http://www.piniweb.com/datapini/bancomaterias/images/85_017-021.pdf (29/07/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/109/artigo31720-1.asp> (29/07/2013)

<http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/3/artigo27427-1.asp> (29/07/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/45/artigo32245-1.asp> (29/07/2013)

<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/69/porta-pronta-x-convencional-compare-estas-duas-alternativas-de-121252-1.asp> (29/07/2013)

<http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/45/artigo250614-1.asp>
(29/07/2013)

http://soforropvc.com/?page_id=131 (29/07/2013)

<http://construindo.org/forro-de-pvc/> (30/07/2013)

<http://www.culturamix.com/imoveis/decoracao/forro-de-pvc> (30/07/2013)

<http://www.paulistarevestimentos.com.br/forro-pvc.htm> (30/07/2013)

<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/149/artigo26864-1.asp> (30/07/2013)

<http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/17/passo-a-passo---instalacao-de-forro-de-pvc-89511-1.asp> (30/07/2013)

http://www.pultrusao.com.br/senso/index.php/site/produtos_eletrocalhas/ (30/07/2013)

<http://www.cruzeirodosul.inf.br/materia/484882/piso-vinilico-convem-a-projetos-de-interiores-ecologicamente-corretos> (31/07/2013)

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=14&Cod=194>(31/07/2013)

<http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/30/passo-a-passo-instalacao-de-pisos-vinilicos-179773-1.asp>(31/07/2013)

<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/136/au-responde-22194-1.asp>
(31/07/2013)

<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/pisos-vinilicos-80001-1.asp>
(31/07/2013)

<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/acabamentos-piso-vinilico---area-interna-83610-1.asp> (31/07/2013)

http://www.institutodopvc.org/hs_construcao/79.html (31/07/2013)

<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/136/piso-vinilico-273031-1.asp> (31/07/2013)

<http://pisovinil.com.br/?main=produto> (31/07/2013)

<http://www.mopa.com.br/produtos/eletrometalurgica/9/11/Rodaflex/> (01/08/2013)

<http://www.mopa.com.br/produtos/eletrometalurgica/9/12/Mopost/> (01/08/2013)

http://www.valemam.com.br/catalogo/Linha_Aparente.pdf (01/08/2013)

<http://www.valemam.com.br/index.php/produtos/list/cat/100> (01/08/2013)

<http://www.valemam.com.br/index.php/produtos/index/cat/18> (01/08/2013)

<http://andra.com.br/pdf/pial.pdf> (01/08/2013)

http://www.tigre.com.br/pt/produtos_linha.php?p=2&rcr_id=5&cpr_id=12&cpr_id_pai=4&lnh_id=34 (02/08/2013)

http://www.tigre.com.br/pt/produtos_linha.php?p=2&rcr_id=5&cpr_id=12&cpr_id_pai=4&lnh_id=34 (02/08/2013)

<http://www.revitechpisos.com.br/categoria/pisos-vinilicos-em-mantas> (03/08/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/184/artigo262481-1.asp> (03/08/2013)

<http://www.gail.com.br/site/pt/keragail/fachada-ceremica-ventilada> (03/08/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/109/artigo31721-1.asp> (03/08/2013)

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/109/artigo31722-1.asp>(03/08/2013)

<http://www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/416/Dicas-para-especificacao-de-sistemas-de-fachadas.aspx> (03/08/2013)

<http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/34/revestimento-de-dry-wall-confira-como-instalar-placas-de-211857-1.asp> (04/08/2013)

http://www.ibts.org.br/jornal/jor1006_txt04.htm (27/08/2013)