



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

JORGE JOSÉ DE SOUZA PINTO JUNIOR

**PROPOSTA DE REQUISITOS DE DESEMPENHO PARA EXECUÇÃO
DE ESCORAMENTO METÁLICO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Recife, PE
2011



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

JORGE JOSÉ DE SOUZA PINTO JÚNIOR

**PROPOSTA DE REQUISITOS DE DESEMPENHO PARA EXECUÇÃO
DE ESCORAMENTO METÁLICO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Profa. Dra. Yêda Vieira Póvoas Tavares
Co-orientador: Prof. Dr. Arnaldo Cardim de C. Filho

Recife, PE
2011

Pinto Junior, Jorge José de Souza
P659p Proposta de requisitos de desempenho para execução de escoramento metálico em obra de construção civil / Jorge José de Souza Pinto Junior. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2011.
125 f.: il.

Orientadora: Dra. Yêda Vieira Póvoas Tavares
Co-Orientador: Dr. Arnaldo Cardim Carvalho Filho
Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

1. Escoramento metálico. 2. Requisito de desempenho. 3. Construção civil.
Dissertação I. Tavares, Yêda Vieira Póvoas (Orient.) II. Carvalho Filho, Arnaldo Cardim (Co-Orient.) III. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. IV. Título.

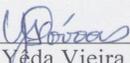
CDU 624.01

JORGE JOSÉ DE SOUZA PINTO JUNIOR

**PROPOSTA DE REQUISITOS DE DESEMPENHO PARA EXECUÇÃO
DE ESCORAMENTO METÁLICO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL**

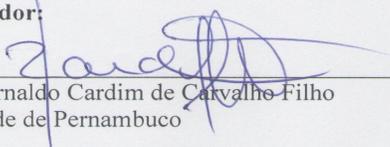
BANCA EXAMINADORA:

Orientador:



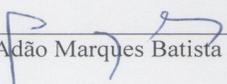
Prof.^a. Dr.^a. Yeda Vieira Póvoas Tavares
Universidade de Pernambuco

Co-orientador:

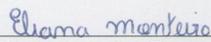


Prof. Dr. Arnaldo Cardim de Carvalho Filho
Universidade de Pernambuco

Examinadores:



Prof. Dr. Adão Marques Batista
USF



Prof.^a. Dr.^a. Eliana Cristina Barreto Monteiro
Universidade de Pernambuco

Recife, PE

2011

Amor, país, filhos e esposa por todo sacrifício que fizeram por mim.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, filhos e esposa por todo sacrifício que
fizeram por mim.

AGRADECIMENTOS

À professora Yêda Vieira Póvoas pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante a elaboração da dissertação.

Aos amigos Fábio Virgulino, Ana Carmelita, Manuela, Dalton e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos Professores do PEC pela oportunidade de compartilhamento de seus conhecimentos.

Às empresas pesquisadas pela cessão das imagens e informações.

Aos engenheiros e responsáveis pelas obras pesquisadas, pela paciência na entrevista e respostas do questionário.

Ao professor Doutor Adão Marques pelo encaminhamento de seus artigos publicados para enriquecimento desta pesquisa.

À Dona Lucia pelos puxões de orelha.

Aos colegas de trabalho pela cobertura nas horas de necessidade.

Aos Meus pais pela oportunidade de educação.

Aos meus irmão e sobrinhos pelos momentos de alegria.

Aos meus amados filhos pela compreensão nas horas de ausência.

À minha querida esposa pela paciência e compreensão.

“O momento é de prova?
Ergue-te e aceita a vida.

Não te queixes, trabalhe.
Nem te desculpes, ora.

O serviço no bem
É paz no esquecimento

Ante as crises que encontres,
Faze o melhor que possas.

Nas árvores podadas,
Deus multiplica os frutos.

Ama, serve e não temas,
Deus agirá por ti.”

Emmanuel

RESUMO

Vários métodos e sistemas construtivos buscam implementar ganhos de produtividade e redução nos prazos na execução das obras de construção civil. No entanto, muitas destas inovações são conduzidas sem avaliação científica, o que pode levar a patologias das edificações, comprometendo a segurança. Neste contexto enquadra-se o escoramento metálico, um produto, hoje, utilizado em larga escala, contudo pouco estudado. Por isso, este trabalho busca propor requisitos de desempenho para execução de escoramentos metálicos em obras de construção civil. Isso só foi possível com: o estudo aprofundado do assunto, permeando por conceitos, vantagens, critérios para elaboração de projetos, patologias e segurança na execução; a análise da norma NBR 15696 (ABNT, 2009) e sua aplicabilidade, quanto à execução de escoramento; e uma pesquisa de campo, em cinco canteiros, onde o responsável pela obra respondeu questões relacionadas às suas expectativas de desempenho quanto à execução de escoramento metálico. Com o resultado, propõe-se: a produtividade, o impacto ambiental positivo, a segurança na execução e a apropriação de responsável técnico como requisitos de desempenho para execução de escoramento metálico em obras de construção civil.

Palavras-chave: escoramento metálico, requisitos de desempenho, construção civil.

ABSTRACT

Various methods and building systems seek to implement productivity gains and reduction in delays in execution of civil works. However, many of these innovations are conducted without a scientific assessment, which can lead to pathologies of buildings, compromising safety. In this context fits the metal shoring, a product today, used in large scale, but little studied. Therefore, this study attempts to propose performance requirements for implementation of shoring metal in construction works. This was only possible with: in-depth study of the matter, permeating through concepts, benefits, criteria for project development, disease and safety in the implementation and the analysis of the NBR 15696 (ABNT, 2009) and its applicability for the enforcement of shoring , and a field research in five plots, where the charge of the work answered questions related to their performance expectations for the implementation of metal shoring. With the result, it is proposed: the productivity, the positive environmental impact, safety and ownership in the implementation of responsible technical and performance requirements for implementation of metal shoring in construction works.

Keywords: metal shoring, performance requirements, construction.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Tubo com braçadeira móvel. Fonte: ilustração Jorge Souza.....</i>	25
<i>Figura 2 - Tubo com braçadeira fixa. Fonte: ilustração Jorge Souza</i>	26
<i>Figura 3 - Luva com parafuso reto. Fonte: Ilustração Jorge Souza.....</i>	26
<i>Figura 4 - Escoramento tubular em leque. Fonte: Jorge Souza</i>	27
<i>Figura 5 – Escora metálica ESTAF Equipamentos. Fonte: Catálogo técnico ESTAF Equipamentos (1990).</i>	28
<i>Figura 6 - Escoramento em torre aberta. Ilustração: Catálogo técnico Fortequipe (2011).....</i>	29
<i>Figura 7 - Escoramento em torre fechada. Fonte: Jorge Souza.....</i>	29
<i>Figura 8 – Vigas metálicas para escoramento de forma. Fonte: Catálogo técnico ESTAF equipamentos (1990).....</i>	30
<i>Figura 9 – Trelça metálica pesada. Fonte: Jorge Souza.....</i>	31
<i>Figura 10 - Ferramentas para montagem: (A) chave de boca, chave de cachimbo e chave combinada; (b) chave de estria com dinamômetro; e (c) chave de grifa. Fonte: PFEIL (1987).....</i>	32
<i>Figura 11 – Ferramentas para medição. Fonte: Ribeiro e Ribeiro (2006).....</i>	33
<i>Figura 12 - Ferramentas para alinhamento e nível. Fonte: Ribeiro e Ribeiro (2006).....</i>	33
<i>Figura 13 - Estrutura metálica auxiliar temporária. Fonte: Brasil (2008).....</i>	35
<i>Figura 14 - Arquibancada montada com estrutura metálica temporária para evento urbano. Fonte: Jorge Souza</i>	35
<i>Figura 15 - Torre de encaixe com elementos pré-fabricados. Fonte: Catálogo técnico ESTAF equipamentos (1990).....</i>	38
<i>Figura 16 - Material armazenado em obra. Fonte: Jorge Souza</i>	39
<i>Figura 17 - Obra com escoramento metálico. Fonte: Jorge Souza.....</i>	40
<i>Figura 18 - Projeto de escoramento metálico. Fonte: ilustração Jorge Souza</i>	41
<i>Figura 19 - Colapso de torre metálica. Fonte: Batista e Mascia (2006a).....</i>	49
<i>Figura 20 - Fadiga da solda do pino guia. Fonte: Jorge Souza.....</i>	50
<i>Figura 21 - Perspectiva obra Empresa A. Fonte: Site da Empresa A (2011).....</i>	57
<i>Figura 22 - Projeto de layout do canteiro de obras. Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A</i>	58
<i>Figura 23 - Perspectiva do empreendimento da Empresa B. Fonte: Site da Empresa B (2011).....</i>	60
<i>Figura 24 - Planta de Situação. Fonte: Site da Empresa B (2011).....</i>	61
<i>Figura 25 - Edifícios construídos em sequência. Fonte: Jorge Souza.....</i>	61
<i>Figura 26 - Arranjo geral da PCH. Fonte: Projeto fornecido pela Empresa C.....</i>	63
<i>Figura 27 - Canteiro administrativo da obra. Fonte: Jorge Souza</i>	64
<i>Figura 28 - Área de britagem do canteiro. Fonte: Jorge Souza.....</i>	64
<i>Figura 29 - Central de concreto no canteiro. Fonte: Jorge Souza.....</i>	64
<i>Figura 30 - Perspectiva de empreendimento Empresa D. Fonte: Site da Empresa D (2011).....</i>	66
<i>Figura 31 - Área destinada à descarga e armazenamento de aço. Fonte: Jorge Souza.....</i>	67
<i>Figura 32 – Pátio de manutenção de equipamentos metálicos. Fonte: Jorge Souza</i>	67
<i>Figura 33 – Área comum do empreendimento da Empresa E. Fonte: Site da Empresa E (2011)</i>	69
<i>Figura 34 - Perspectiva do empreendimento da Empresa E. Fonte: Site da Empresa E (2011).....</i>	69
<i>Figura 35 - Locação do empreendimento da Empresa. E Fonte: Site da Empresa E (2011).....</i>	70
<i>Figura 36 - Material armazenado no depósito da empresa especializada. Fonte: Jorge Souza.....</i>	73
<i>Figura 37 - Carregamento do material no depósito da empresa contratada. Fonte: Jorge Souza.....</i>	73
<i>Figura 38 - Material sendo carregado no depósito da empresa contratada. Fonte: Jorge Souza.....</i>	74

<i>Figura 39 - Material armazenado na entrada do canteiro de obras. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 40 - Material armazenado sobre terreno arenoso no canteiro da obra. Fonte: Jorge Souza ..</i>	<i>75</i>
<i>Figura 41 - Material armazenado no semi-enterrado da obra. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 42 - Projeto específico de escoamento metálico. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 43 - Material armazenado sem critério de distinção. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 44 - Torres de escoramento montadas em apoio de terreno natural (arenoso). Fonte: Jorge Souza</i>	<i>77</i>
<i>Figura 45 - Sistema de reescoramento com escoras metálicas. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>78</i>
<i>Figura 46 - Gaveteiro para armazenamento de escoras metálicas. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 47 - Área de armazenamento. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>84</i>
<i>Figura 48 - Projeto de escoramento das lajes. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 49 - Projeto de corte do reescoramento. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 50 - Recomendações de execução. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 51 - Início da fase de desmontagem. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 52 - Terreno preparado para receber escoramento e reescoramento. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 53 - Sistema de reescoramento com escoras metálicas. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>89</i>
<i>Figura 54 - Escoramento de viga do segundo teto com garfo de madeira. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 55 - Material armazenado no depósito da empresa contratada. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 56 - Material armazenado sobre apoio para facilitar o transporte. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 57 - Material armazenado no canteiro da obra. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 58 - Braçadeiras armazenadas em caixotes. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>95</i>
<i>Figura 59 - Material armazenado dentro da obra. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 60 - Projeto específico de escoramento metálico. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>96</i>
<i>Figura 61 - Grandes maciços de concreto, que serviram de apoio ao escoramento. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>97</i>
<i>Figura 62 - Torres de escoramento montadas em apoio de concreto. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>98</i>
<i>Figura 63 - Equipe de manutenção de peças metálica. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>102</i>
<i>Figura 64 -Manutenção de material metálico. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>103</i>
<i>Figura 65 - Local de armazenamento de material metálico. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 66 - Contrapiso concretado antes da colocação dos escoramentos. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 67 - Escora apoiada em contrapiso de concreto. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>105</i>
<i>Figura 68 - Escoramento montado sem critério técnico. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>105</i>
<i>Figura 69 - Trecho de laje iniciando o reescoramento. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>106</i>
<i>Figura 70 - Proporção de utilização de madeira em fundo de viga. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 71 - Visão panorâmica do canteiro da obra. Fonte: Jorge Souza</i>	<i>108</i>
<i>Figura 72 - Escoramento da laje de tampa do reservatório inferior. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 73 - Material aguardando utilização. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 74 - Material sem aplicação armazenado. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 75 - Projeto de escoramento e reescoramento metálico das lajes. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 76 - Projeto de escoramento de vigas em madeira. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 77 - Alvenaria de contenção – aterro do caixão. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 78 - Apoio cedido. Fonte: Jorge Souza.....</i>	<i>114</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Principais características das empresas pesquisadas.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 2 - Expectativas dos entrevistados</i>	<i>117</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo geral.....	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	19
1.3 Metodologia	19
1.4 Estruturação do trabalho	19
2. ESCORAMENTO METÁLICO.....	21
2.1 Conceitos.....	22
2.2 Classificação	23
2.2.1 Cimbramento fabricado	23
2.2.2 Cimbramento padronizado	24
a) Escoramentos em quadros tubulares superpostos.....	24
b) Torres com pilares metálicos	24
c) Treliças padronizadas	24
2.2.3 Cimbramento metálico de fabricação específica	24
2.2.4 Escoramento tubular convencional	25
2.2.5 Escora tubular ajustável	27
2.2.6 Escoramento em quadros soldados superpostos	28
2.2.7 Escoramento tubular com ligação lateral por encaixe.....	30
2.2.8 Viga e treliça padronizada de cimbramento	31
2.3 Equipamentos e ferramentas para montagem e desmontagem.....	32
2.4 Escoramento metálico x Estrutura metálica auxiliar temporária	33
2.5 Vantagens da utilização.....	36
3. PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS DE ESCORAMENTO METÁLICO	42
3.1 NBR 15696 x NBR 15575	42
3.2 Critérios para elaboração de projeto	44
3.3 Patologias observadas na utilização.....	48
3.4 Segurança na execução de obras	51
4 METODOLOGIA	55
4.1 Formulário de pesquisa	55

4.2 Empresas pesquisadas	56
4.2.1 Empresa A	56
4.2.2 Empresa B.....	58
4.2.3 Empresa C.....	61
4.2.4 Empresa D	65
4.2.5 Empresa E.....	68
5 PESQUISA DE CAMPO	72
5.1 Empresa A	72
5.1.1 Da contratação ao armazenamento.....	72
5.1.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada	75
5.1.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso	77
5.1.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”	77
5.1.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto	78
5.1.6 Dos ganhos com produtividade.....	79
5.1.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento	80
5.1.8 Dos ganhos ambientais	80
5.1.9 Dos ganhos com segurança.....	81
5.1.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada	81
5.1.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento... ..	82
5.1.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico.....	82
5.2 Empresa B.....	82
5.2.1 Da contratação ao armazenamento.....	83
5.2.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada	85
5.2.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso	87
5.2.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”	88
5.2.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto	89
5.2.6 Dos ganhos com produtividade.....	90
5.2.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento	91
5.2.8 Dos ganhos ambientais	91
5.2.9 Dos ganhos com segurança.....	92
5.2.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada	92
5.2.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento... ..	92
5.2.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico.....	93
5.3 Empresa C.....	93

5.3.1 Da contratação ao armazenamento.....	93
5.3.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada	96
5.3.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso	97
5.3.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”	98
5.3.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto	99
5.3.6 Dos ganhos com produtividade.....	99
5.3.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento	99
5.3.8 Dos ganhos ambientais	100
5.3.9 Dos ganhos com segurança.....	100
5.3.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada	100
5.3.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento.	101
5.3.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico.....	101
5.4 Empresa D	101
5.4.1 Da contratação ao armazenamento.....	101
5.4.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada	104
5.4.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso	104
5.4.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”	105
5.4.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto	106
5.4.6 Dos ganhos com produtividade.....	107
5.4.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento	108
5.4.8 Dos ganhos ambientais	108
5.4.9 Dos ganhos com segurança.....	109
5.4.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada	109
5.4.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento.	109
5.4.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico.....	110
5.5 Empresa E.....	110
5.5.1 Da contratação ao armazenamento.....	110
5.5.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso	113
5.5.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”	114
5.5.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto.....	115
5.5.6 Dos ganhos com produtividade.....	115
5.5.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento	115
5.5.8 Dos ganhos ambientais	115
5.5.9 Dos ganhos com segurança.....	116

5.5.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada	116
5.5.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento.....	116
5.5.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico.....	117
5.6 Resumo das expectativas do usuário de escoramento metálico com relação a produtividade, ganho de espaço no armazenamento, impacto ambiental positivo, segurança na execução e apropriação de responsável técnico	117
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	119

1 INTRODUÇÃO

Nunca foi tão necessário buscar a melhoria na qualidade dos serviços e atendimento às necessidades dos clientes como nos dias atuais. A globalização, ações de livre mercado, os investimentos em melhoramento tecnológico e disponibilização destes recursos pelas ferramentas de comunicação acirraram a concorrência estimulando uma busca incessante pelo aperfeiçoamento das técnicas construtivas e seus sistemas.

Dentro deste contexto, soluções para resolver problemas de engenharia, como escoramento, andaime e elevação, deixou de ser uma atividade qualquer para se tornar uma ciência, face à sofisticação dos equipamentos aplicados nestas atividades, cada vez mais envolvidos por tecnologia e eficiência em suas aplicações, com grau de complexidade e exigência de qualidade crescente. Gerenciar e avaliar estes modernos sistemas construtivos exige conhecimento e embasamento nas técnicas e aplicações tão ou mais eficientes que os próprios equipamentos em utilização.

Embora se trate de uma solução para obras e manutenções industriais, o estudo em aplicações frente à diversidade dos materiais utilizados é pouco difundido, ao contrário de suas aplicações, que cresce em velocidade (SOUZA, 2008). Entre as que podem ser citadas, aplicações no escoramento de laje e vigas, estruturas especiais, obras de arte em concreto armado, reescoramento destas mesmas estruturas para reparo e, até mesmo, reforço de cargas especiais, como é o caso do atendimento à logística aplicada ao transporte de grandes e pesadas peças para indústria, fazem destes equipamentos um excelente tema para estudo.

1.1 Justificativa

A intenção de propor requisitos qualitativos para análise de escoramento metálico passa pelo levantamento de expectativas dos usuários destes equipamentos e pela avaliação de desempenho dos mesmos. Tendo em vista a existência de uma relação comercial, deve haver um produto e/ou serviço, um cliente e um fornecedor (FILOMENO, 2010), donde se pode buscar a proposta para os requisitos de desempenho para os materiais de escoramento, nos quais se fundamentam a pesquisa.

Expectativas do usuário, planos de execução a serem aplicados, condições de transporte e armazenamento, requisitos de desempenho e métodos de avaliação, devem ser levados em conta nos levantamentos de campo a propor requisitos de desempenho para escoramento metálico em obras de construção civil, assim como deve-se considerar a NBR 15575 (ABNT, 2008), que regulamenta os critérios descritos para: conforto térmico, acústico, estanqueidade, segurança estrutural, segurança contra incêndio, uso e operação, avaliação luminética, durabilidade e manutenibilidade, entre outros.

Este estudo torna-se importante para comparar e avaliar os requisitos propostos com as recomendações da nova norma para projetos, dimensionamento e execução de escoramento e forma metálica, que foi aprovada em maio de 2009.

Além disso, a alta incidência de acidentes em obras com escoramento metálico, a complexidade e dificuldade na execução das montagens, a busca pela melhoria da qualidade na prestação de serviço, proporcionam ao tema uma abordagem mais científica e ressaltam a importância do estudo no tema.

O estado de Pernambuco também vive um momento de grande efervescência econômica e profissional, principalmente na construção civil. Isso ocasionou uma expansão no mercado de escoramento metálico, principalmente pela execução de obras de infra-estrutura, que são atividades de construção pesadas, em sua maioria. Com a sede de desenvolvimento, o atendimento aos prazos induziu a aplicação de novas soluções nos métodos executivos. Por muitas vezes, por promover organização e agilidade, o escoramento metálico é proposto como solução para estas obras. Por isso, resolveu-se aprofundar a pesquisa acerca do tema. Para que os requisitos propostos sejam futuramente aplicados na melhoria da qualidade do sistema que abrange o escoramento metálico.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho visa propor requisitos de desempenho de escoramento metálico, aplicado na construção civil, baseado na expectativa dos usuários, engenheiros e responsáveis técnicos pela obra.

1.2.2 Objetivos específicos

Para ser alcançado o objetivo geral, alguns passos são seguidos:

- levantar as expectativas do usuário de escoramento metálico quanto à execução de obras que utilizem este sistema. E ainda avaliar o nível de conhecimento do usuário com relação ao tema;
- analisar as recomendações da norma NBR 15696 (ABNT, 2009), conforme as expectativas levantadas; e
- propor requisitos de avaliação de desempenho para o exercício da atividade de escoramento metálico, aplicado em obras de construção civil.

1.3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho são enumeradas situações de campo, necessárias para a utilização do escoramento metálico levando em conta os anseios do usuário, aliado às necessidades da execução deste serviço. Posteriormente foi desenvolvida planilha para pesquisa de campo e conseguinte análise dos dados coletados. Como o projeto de escoramento possui cálculos complexos, o trabalho está limitado à análise qualitativa dos requisitos de desempenho e às expectativas do usuário para execução de obra de escoramento metálico, aplicado a peças de concreto armado em obra de construção civil.

1.4 Estruturação do trabalho

No capítulo 2 está descrito o levantamento bibliográfico realizado a cerca dos principais tópicos a serem abordados sobre escoramento metálico, a saber: conceitos, características, vantagens, entre outros.

No capítulo 3 há uma descrição acerca de projeto, dimensionamento e procedimentos executivos de escoramento metálico, assim como patologias, segurança, recomendações da norma, entre outras.

No capítulo 4 está o passo a passo da metodologia utilizada para alcançar o objetivo do trabalho.

No capítulo 5 está descrita a pesquisa de campo a qual embasou o levantamento da proposta de requisitos de desempenho.

No capítulo 6 estão descritas as considerações finais da pesquisa.

2. ESCORAMENTO METÁLICO

Com a racionalização e a industrialização da construção civil, que tornaram possível o aparecimento de novos produtos e métodos construtivos, surgiram também questões relevantes como a de avaliar as soluções inovadoras, que atualmente vem se destacando, principalmente, na edificação de habitações populares.

Alguns países europeus, como a França e a Inglaterra, possuem diretrizes para avaliação de construções inovadoras, garantindo, assim, que um produto novo e desconhecido tenha desempenho satisfatório quando for usado na construção.

A avaliação de desempenho no Brasil é uma prática que vem se consolidando no setor da construção civil desde a década de 80, quando a Divisão de Edificações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT introduziu o conceito de desempenho associado às condições de exposição e, principalmente, às necessidades do usuário (MITIDIÈRE FILHO E HELENE, 1998).

Estes conceitos nasceram ao final da segunda grande guerra, quando houve necessidade de se construir em escala de produção, pois para atender esta necessidade, surgiram formas inovadoras de construção. Muitas das idealizadas na Europa não se adequavam aos métodos construtivos brasileiros, os quais, em grande número, só foram percebidos com o aparecimento de patologias nas edificações anos depois.

Dentro deste contexto encontra-se o escoramento metálico, que embora seja utilizado no Brasil a mais de 40 anos, permanece como uma inovação tecnológica.

Segundo o Sistema Nacional de Avaliação da qualidade, produtos e/ou serviços que não possuam normas de desempenho em seus países de aplicação, permanecem como inovações tecnológicas. “ Para analisar o desempenho de produtos não abrangidos por normas técnicas prescritivas, se faz necessária a harmonização de procedimentos, para assegurar que todos os aspectos relativos ao comportamento em uso desses novos produtos de construção sejam considerados durante a avaliação” (WEBER, 2010).

O desempenho foi conceituado de várias formas ao longo dos anos, contudo, no Brasil, os estudos foram iniciados no final dos anos 70, com a necessidade de desenvolvimento do país, em específico, construção de novas moradias para os brasileiros.

A ISO 6241 (1984) conceitua desempenho por “o comportamento de um produto em utilização”. Este conceito conduziu esta pesquisa a estudar especificamente a execução do escoramento metálico em obras de construção civil, pois só mediante a sua utilização é que poderão ser propostos os requisitos de desempenho de escoramento metálico.

2.1 Conceitos

Segundo Pfeil (1987) e Ribeiro e Ribeiro (2006), o escoramento metálico conceitua-se por conjunto de estruturas provisórias, construídas, em geral, por peças pré-fabricadas destinadas a suportar seu peso próprio e peso da peça a ser escorada, até que se torne autoportante, acrescentado de cargas adicionais de trabalho, tais como ferramentas, equipamentos e equipe de execução.

O escoramento metálico tem geralmente a finalidade de:

- apoio da estrutura de concreto, até que este material adquira resistência suficiente;
- absorção de carga de equipamentos e peso próprio de estruturas, nas etapas construtivas da mesma; e
- apoio provisório para materiais, peças estruturais ou equipamentos.

É importante ressaltar que no apoio da estrutura de concreto, deformações excessivas verticais dos cimbramentos modificam a geometria desta peça de concreto escorada, além de ocasionar fissuras precoces indesejadas no concreto. Além disso, as deformações horizontais dos escoramentos produzem uma sensação de grande insegurança, e dão origem a excentricidade de ordem 2, as quais aumentam substancialmente as tensões solicitantes do material do escoramento (PFEIL, 1987).

É importante ter ciência do conceito sobre o assunto, tendo em vista o desconhecimento deste serviço e suas aplicações pelos profissionais a construção civil.

2.2 Classificação

Antes de classificar os tipos construtivos de escoramentos metálicos, faz-se importante a caracterização da tipologia construtiva de cimbramentos propriamente dito.

Quanto ao sistema estrutural, foram elencados os que oferecem o caminho mais curto para a transferência de cargas para as fundações, sendo ela o terreno ou propriamente uma fundação especial, afinal este é o propósito principal das estruturas de cimbramento.

Os principais tipos de escoramentos, em função do método construtivo, também caracterizados como apoio intermediário, são:

- ✓ cimbramento em montante vertical;
- ✓ cimbramento em montante vertical e escoras inclinadas;
- ✓ cimbramento em leque; e
- ✓ cimbramento em torre.

Classificando o tipo construtivo quanto ao material utilizado, pode-se apresentar os mais comumente usados: madeira e aço. Outros materiais vêm sendo utilizados, tais como alumínio e plástico, contudo os valores de fabricação ou suas resistências limitadas os tornam pouco difundidos (PFEIL, 1987).

Esta pesquisa trata especificamente do escoramento metálico, o qual se apresenta com várias vantagens competitivas na utilização, entre elas, produtividade e alta capacidade de resistência mecânica. Sendo assim, em seguida serão descritos os tipos construtivos dos escoramentos metálicos.

2.2.1 Cimbramento fabricado

Este tipo de cimbramento utiliza os elementos estruturais disponíveis no mercado, tais como vigas metálicas em perfil “T”, laminados ou soldados, e elementos de ligação, como parafuso (PFEIL, 1987).

2.2.2 Cimbramento padronizado

Este tem por característica básica a padronização, o que conseqüentemente induz à racionalização, pois aplicando tais princípios, podem-se desenvolver acessórios e equipamentos de fácil montagem e desmontagem (PFEIL, 1987).

No mercado competitivo e de prazos curtos a serem vencidos, os escoramentos padronizados são mais largamente utilizados, isso em virtude de sua produtividade da montagem e desmontagem. Os principais tipos de cimbramento padronizados são constituídos pelos materiais tubulares, torres e treliças.

a) Escoramentos em quadros tubulares superpostos

Este tipo de equipamento é o mais difundido no mercado de escoramento pesado. É apenas aplicado quando há possibilidades de apoio em terreno natural ou bloco de fundação, isso porque as torres são formadas por montantes tubulares, travessas e diagonais soldadas, as quais, superpostas, formam torres de escoramento. E estes montantes, por sua vez, são apoiados em bases fixas ou reguláveis que descarregam a carga no apoio.

b) Torres com pilares metálicos

As torres com pilares metálicos padronizadas são formadas por postes metálicos que são encaixados em travessas e diagonais independentes que tem a função de contraventamento dos pilares.

c) Treliças padronizadas

Estas por sua vez são emendadas por pinos e parafusos e são utilizadas em situações de ausência de apoio, ou seja, vãos de rios e viadutos onde grandes distâncias precisam ser vencidas.

2.2.3 Cimbramento metálico de fabricação específica

Neste caso são utilizados os mesmos materiais e elementos do escoramento padronizado, contudo são projetados de forma específica para uma determinada obra. Sua reutilização é praticamente improvável, inviabilizando sua aquisição. Ele pode apresentar-se da seguinte forma:

- ✓ Cimbramento com montantes ou leques;
- ✓ Cimbramento em viga de alma cheia laminada e soldada;

- ✓ Cimbramento com vigas armadas;
- ✓ Cimbramento em viga de alma cheia fabricada;
- ✓ Cimbramento em treliças metálicas de fabricação específica;
- ✓ Cimbramento em torres metálicas de fabricação específica; e
- ✓ Cimbramento metálico auxiliar (PFEIL, 1987).

2.2.4 Escoramento tubular convencional

O escoramento tubular é constituído de tubos, braçadeiras, conexões, acessórios e peças auxiliares.

Os tubos são, em sua maioria, de diâmetro de 1 ½" de aço galvanizado, com parede de 3,05 mm e a característica do aço é estrutural SAE 1010 ou 1020, afinal sua aplicação é de absorver esforços de sobrecargas de trabalho e cargas adicionais (RIBEIRO E RIBEIRO, 2006).

Conexões com luvas, braçadeiras fixas e móveis destinam-se a ligação de dois ou mais tubos fazendo ângulos, os mais diversos, para atendimento das necessidades do projeto. É importante afirmar que cada equipamento: tubo, braçadeira, luva e acessórios tem sua característica técnica definida, as quais serão levadas em conta para elaboração do projeto (SILVA, 1990). Alguns elementos podem ser identificados nas figuras 1, 2 e 3.

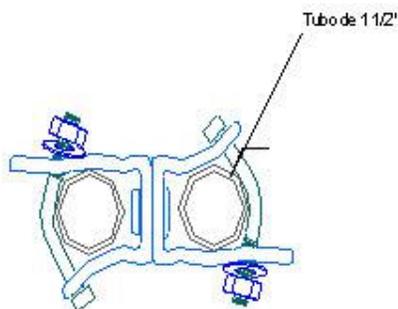


Figura 1 - Tubo com braçadeira móvel. Fonte: ilustração Jorge Souza

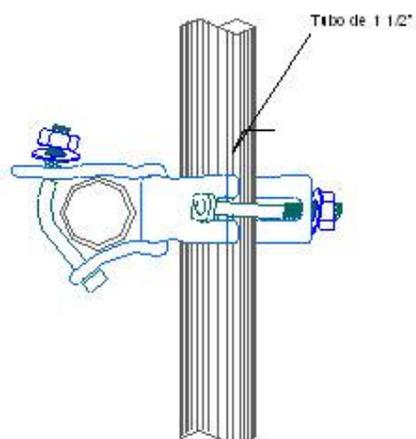


Figura 2 - Tubo com braçadeira fixa. Fonte: ilustração Jorge Souza

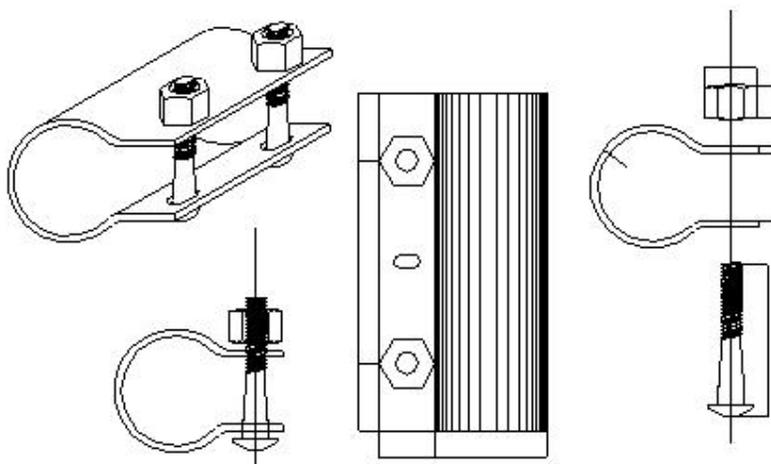


Figura 3 - Luva com parafuso reto. Fonte: Ilustração Jorge Souza

Estes elementos tubulares permitem realizar diversos tipos de projeto, podendo-se citar: escoramentos com montantes verticais e escoramentos em leque, conforme figura 4.



Figura 4 - Escoramento tubular em leque. Fonte: Jorge Souza

2.2.5 Escora tubular ajustável

A escora tubulares é composta por dois elementos. Entre outros casos, o tubo superior é de 36mm e o inferior é de 45mm d diâmetro (ZOMIGNANI, 2006), o segundo possui encaixe tipo fêmea e o primeiro, encaixe macho, os quais entram um dentro do outro. Para definição da regulagem são usados os furos no tubo interno, ou para um ajuste mais preciso, usa-se uma rosca no corpo do tubo externo.

A carga admissível desta escora é função de sua altura em utilização, pois quanto mais fora do tubo externo estiver o interno, mais instável ela estará. A figura 5 representa um gráfico de resistência em função da altura de escoramento.

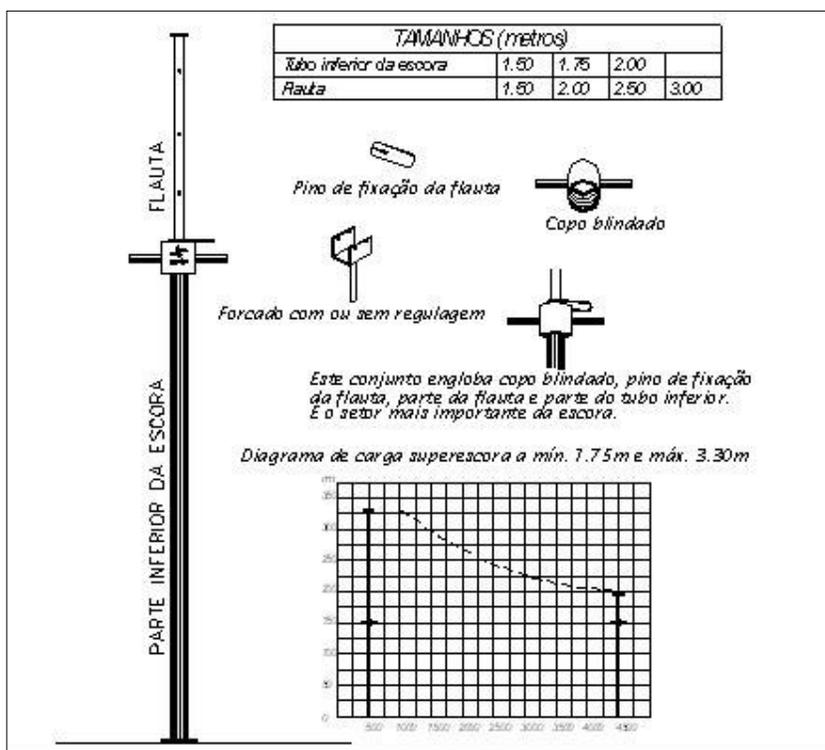


Figura 5 – Escora metálica ESTAF Equipamentos. Fonte: Catálogo técnico ESTAF Equipamentos (1990).

Na construção civil, as escoras metálicas, têm diversas funções, aplicadas nos canteiros de obra, otimizando os processos construtivos e diminuindo o desperdício com madeira (BATISTA, 2006b).

2.2.6 Escoramento em quadros soldados superpostos

Os escoramentos em quadros soldados, a exemplo de sua denominação, são formados por quadros soldados planos que são montados em configurações triangulares ou retangulares, os quais se sobrepõem formando torres. Estes elementos são unidos, em sua maioria, com elementos de pinos de encaixe.

Este escoramento é apresentado em dois tipos: os abertos e os fechados. Nos abertos, os quadros são montados em planos paralelos ou alternados, e em seguida, contraventados transversalmente com acessórios. Neste caso específico, as torres têm, necessariamente, sua configuração de base quadrada como está apresentado na figura 6.



Figura 6 - Escoramento em torre aberta. Ilustração: Catálogo técnico Fortequipe (2011)



Figura 7 - Escoramento em torre fechada. Fonte: Jorge Souza

Nos sistemas descritos com fechados, os quadros soldados são superpostos em todos os planos da torre. Isso proporciona que a base da torre tenha diversas configurações, tais como: quadrada, retangular, losangular ou triangular, assim como se apresenta na figura 7. Estes sistemas de escoramento têm como característica principal seus altos índices de produtividade, o que proporciona baixo custo de mão de obra para montagem.

2.2.7 Escoramento tubular com ligação lateral por encaixe

Este tipo de escoramento é caracterizado pela utilização de montantes tubulares travados lateralmente por peças horizontais de contraventamento, todos interligados por encaixe (PFEIL, 1987).

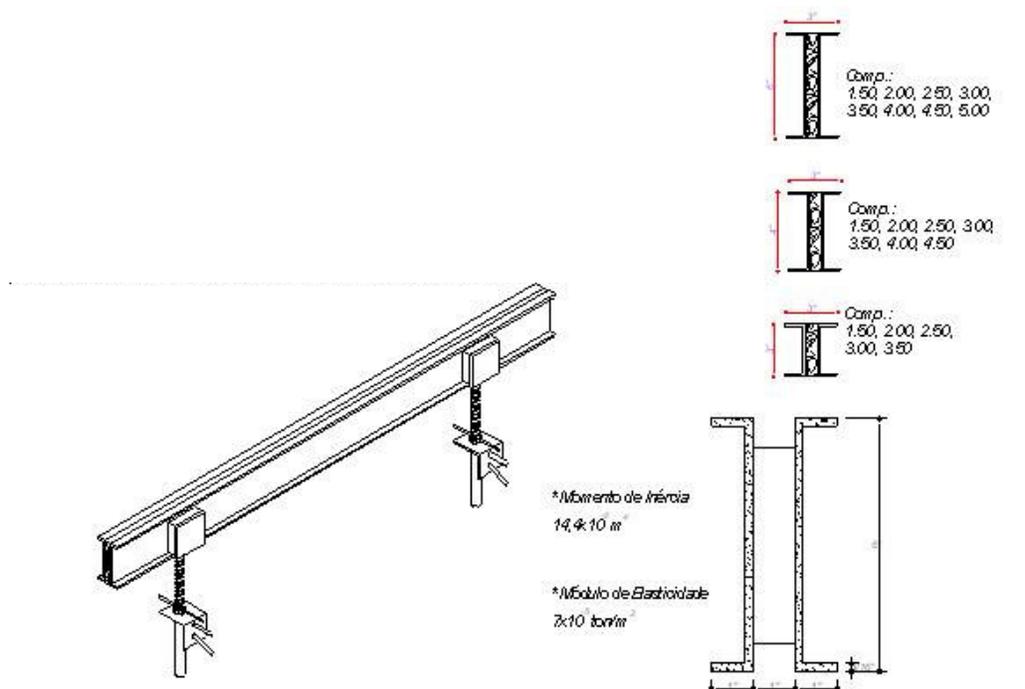


Figura 8 – Vigas metálicas para escoramento de forma. Fonte: Catálogo técnico ESTAF equipamentos (1990)

2.2.8 Viga e treliça padronizada de cimbramento

A viga metálica fabricada por empresa especializada é caracterizada pela formação em perfil metálico preenchida em madeira. Esta viga está disponível no mercado de venda e locação para substituir a tradicional viga de madeira. Os materiais utilizados podem ser aço carbono e alumínio, o que facilita a montagem, gerando grande produtividade.

Os elementos que compõem as vigas para escoramento de forma podem ser analisados na figura 8.

Outra opção de escoramento horizontal apresenta-se pela treliça metálica, a qual é largamente utilizada em apoio de estruturas de concreto para grandes vãos, tais como pontes e viadutos. É equipamento que suporta elevada carga, além de ter peso elevado, onde se faz necessário o uso de equipamento de guindar para montagem e desmontagem. A figura 9 representa uma obra utilizando treliça metálica pesada.



Figura 9 – Treliça metálica pesada. Fonte: Jorge Souza

Existem outros tipos de escoramento utilizados com menos frequência, no entanto, de grande importância para resolver solução de engenharia em suporte de carga, entre eles: cimbramento em viga ou treliça autolançável, conhecida também como treliça lançadeira, o cimbramento

autolanzável montados com treliça padronizada, também conhecido como balanço sucessivo e os cimbramentos em arco metálicos (PFEIL, 1987).

2.3 Equipamentos e ferramentas para montagem e desmontagem

Para uma boa execução de projetos de escoramento tubular faz-se necessário o uso de algumas ferramentas, as quais estão apresentadas na figura 10. Na sequência da esquerda para direita apresentam-se: (a) chave de boca, chave de cachimbo, chave combinada (estria com catraca), todas com finalidade de aperto de braçadeiras fixa, móvel e luva; (b) chave de estria com dinamômetro, para medir o momento aplicado no aperto do parafuso, (com ordem de grandeza de 5 KN.cm); e (c) chave de grifa, a qual está sendo utilizada na parte superior da torre, no forçado, com a finalidade de nivelar a parte horizontal do escoramento.

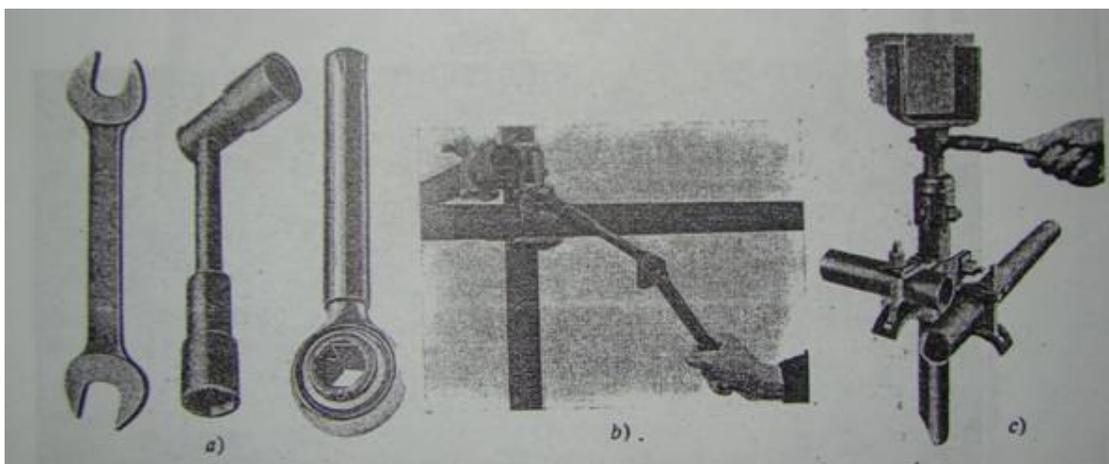


Figura 10 - Ferramentas para montagem: (A) chave de boca, chave de cachimbo e chave combinada; (b) chave de estria com dinamômetro; e (c) chave de grifa. Fonte: PFEIL (1987)

Outras ferramentas necessárias, contudo mais conhecidas em outras atividades da construção civil, são as de medição. A figura 11 apresenta o metro duplo e a trena, que têm por finalidade a conferência das dimensões determinadas em projeto. O esquadro também é ferramenta de grande importância, principalmente em escoramentos executados com equipamento tubular convencional, pois este não tem suas peças pré-determinadas. As mesmas devem ser montadas “in loco,” conforme a necessidade do projeto, afinal as torres de escoramento têm que ser executadas com suas dimensões de base proporcionais, o que pode garantir, entre outros fatores, a estabilidade da estrutura tubular.

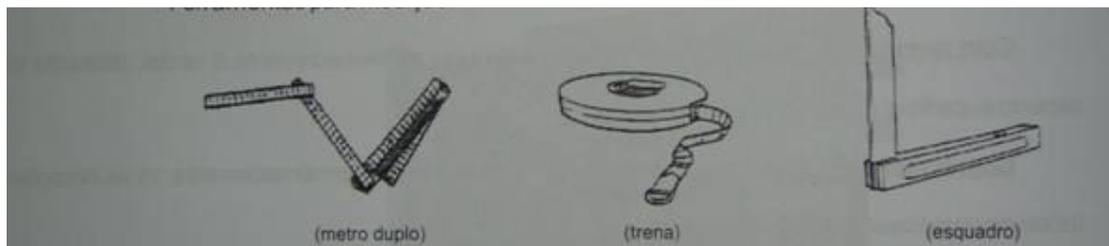


Figura 11 – Ferramentas para medição. Fonte: Ribeiro e Ribeiro (2006)

Além das ferramentas para medição, também são utilizadas as de alinhamento e nível. A figura 12 apresenta a linha de prumo, o prumo de face e o de centro, os quais auxiliam o montador no alinhamento no nível da torre de cimbramento. Na parte inferior apresentam-se o nível de bolha, a régua e a mangueira de nível, os quais têm por finalidade alinhar as torres da estrutura e nivelar. O nivelamento da estrutura proporciona uma melhor recepção das cargas verticais, partindo do princípio que estas têm que se apresentar axialmente.

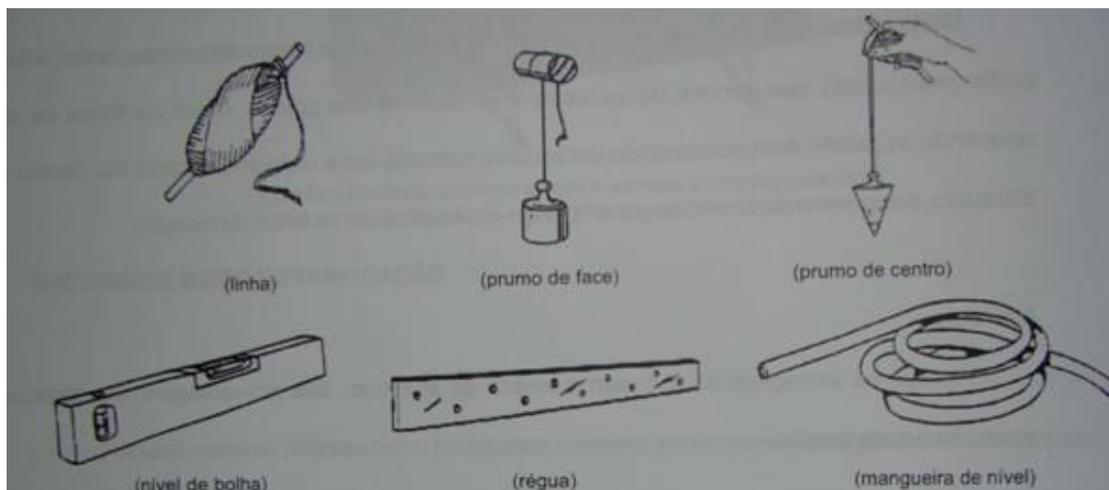


Figura 12 - Ferramentas para alinhamento e nível. Fonte: Ribeiro e Ribeiro (2006)

2.4 Escoramento metálico x Estrutura metálica auxiliar temporária

A semelhança nas aplicações faz com que profissionais da construção civil confundam escoramento metálico com estrutura metálica auxiliar temporária.

Partindo do conceito de Pfeil (1987), o escoramento metálico é citado como um conjunto de estruturas provisórias destinadas a suportar seu peso próprio, peso do concreto e cargas adicionais às quais ele está dimensionado para suportar.

Segundo o conceito de Oliveira, Lopes e Silva (2009), os escoramentos devem ser montados de modo a resistir às ações a que serão submetidos nas etapas de construção e possuir rigidez suficiente para assegurar a integridade dos elementos estruturais que provisoriamente suportam.

Diante dos conceitos apresentados, entende-se que o escoramento metálico é provisório, e pode ser reutilizado em outras atividades as quais se aplique, ou seja, temporária é a ação exercida pelo escoramento.

No caso de estrutura metálica auxiliar temporária, quando aplicada, na maioria das vezes, não há uma reutilização do equipamento, com configurações semelhantes ao anterior.

Um estudo importante de estrutura metálica auxiliar temporária foi feito por Brasil (2008) que tem como tema a utilização da estrutura de aço na substituição de estruturas de madeira. O autor trata de aplicação de perfis metálicos em substituição a peças estruturais de madeira que absorvem cargas de vedações, pisos, cobertas e cargas transitórias proveniente de uma edificação, dando enfoque matemático usando elementos finitos.

O conjunto desta peças metálicas aplicadas para esta finalidade tem seu tempo de vida útil atrelado à utilização da edificação, ou seja, a estrutura metálica auxiliar estará sendo utilizada enquanto suportar as cargas as quais fora destinada. Além disso, não haverá reutilização da mesma, caracterizando-a como temporária. A figura 13 caracteriza uma estrutura metálica auxiliar temporária.



Figura 13 - Estrutura metálica auxiliar temporária. Fonte: Brasil (2008)

Outro exemplo intrigante de estrutura metálica temporária são arquibancadas utilizadas em eventos urbanos, as quais foram estudadas por Brito (2005). Este autor analisou aspectos dinâmicos destas estruturas e a influência das dinâmicas de usuários e vibrações como motivos de colapso, entre outras abordagens.

Estas estruturas metálicas são temporárias, contudo não são auxiliares, pois enquanto de sua utilização, desempenham papel principal e podem ser reutilizadas com configurações semelhantes ou distintas da anterior. A figura 14 ilustra uma arquibancada para eventos urbanos.

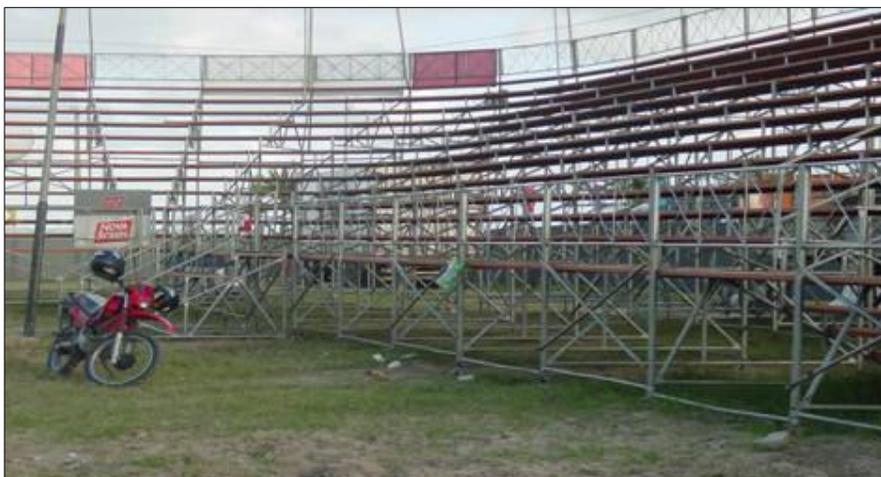


Figura 14 - Arquibancada montada com estrutura metálica temporária para evento urbano. Fonte: Jorge Souza

A estrutura metálica auxiliar temporária não vai ser abordada no trabalho, por isso os itens adiante tratam exclusivamente de escoramento metálico.

2.5 Vantagens da utilização

Tendo o escoramento suas principais características embasadas na absorção de resistência a cargas as quais ele estará submetido, é importante descrever algumas de suas vantagens executivas. Estas vantagens ficam mais latentes quando se compara escoramento metálico e escoramento de madeira, podendo-se citar como exemplo:

- possibilidade de muitos reaproveitamentos;
- ocupa pouco espaço nos canteiros de obra;
- elevada resistência (absorção de carga);
- simples manuseio (em alguns casos); e
- rigidez no conjunto (SOUZA, 2008)

Segundo Batista (2000), para minorar custos e industrializar a construção, muitos sistemas estruturais para habitação humana foram desenvolvidos ao longo do tempo. Lassance apud Batista e Demachi (2004) descreve que “o tema tem assumido muita importância, principalmente, econômica. Sua polarização para a discussão em termos da aplicação de cada sistema tem sido inevitável, uma vez que, cada sistema estrutural tem a finalidade de combater o desperdício, racionalizar e agilizar a produção, propiciando-se vantagens técnicas e econômicas, destacando-se sempre a qualidade, a produtividade e a competitividade”. Com estas palavras fica clara a importância da avaliação de desempenho de sistemas construtivos, assim como são avaliados os resultados e as características das edificações.

À medida que a pesquisa é aprofundada, as opiniões ficam cada vez mais semelhantes. Analisando o manual da (SOUZA, 2008) de formas para concreto e escoramentos metálicos, as premissas de qualidade no fornecimento e execução de escoramentos metálicos começam a ser repetidas, muitas vezes variando em função do tipo de equipamento que está sendo aplicado. Segundo o manual acima citado, seguem algumas características positivas do uso do escoramento metálico:

- favorecem a arquitetura dos projetos;
- impedem deslocamentos excessivos das bordas, evitando patologias nos subsistemas (alvenaria, revestimento e etc.);

- reduzem o consumo de forma e mão de obra em relação aos sistemas convencionais; e
- facilitam a montagem e desforma, aumentando o reaproveitamento e a durabilidade das formas.

Além das vantagens descritas anteriormente, a instabilidade das características da madeira, aplicada na construção civil, é outro fator importante no dimensionamento, pois dependendo de grau de umidade ou exposição ao sol, influenciam nestas características (PFEIL E PFEIL, 2008).

Esta pesquisa tem como objetivo propor requisitos qualitativos para vantagens do uso de escoramento metálico nas obras de construção civil. Descrevendo sobre essas vantagens, serão estudadas questões sobre: ganho de produtividade, diminuição de espaço para armazenamento dos materiais, diminuição do consumo de forma para concreto, questões ambientais, melhoria e garantia de níveis de concretagem, além de garantia por estar trabalhando com equipamento industrializado, e empresas com responsável técnico especializado.

Os ganhos de produtividade advêm da contratação de empresa especializada, a qual deve elaborar projeto específico para cada obra. De posse deste projeto, e levando em conta o conceito de escoramento metálico, que é descrito como um conjunto de estruturas provisórias composto de peças pré-fabricadas (PFEIL, 1987), o aumento de produtividade dá-se exatamente pelo planejamento das atividades, uma vez que foi elaborado um projeto e que as peças são pré-fabricadas, conforme figura 15, facilitando a montagem do escoramento da peça a ser moldada.

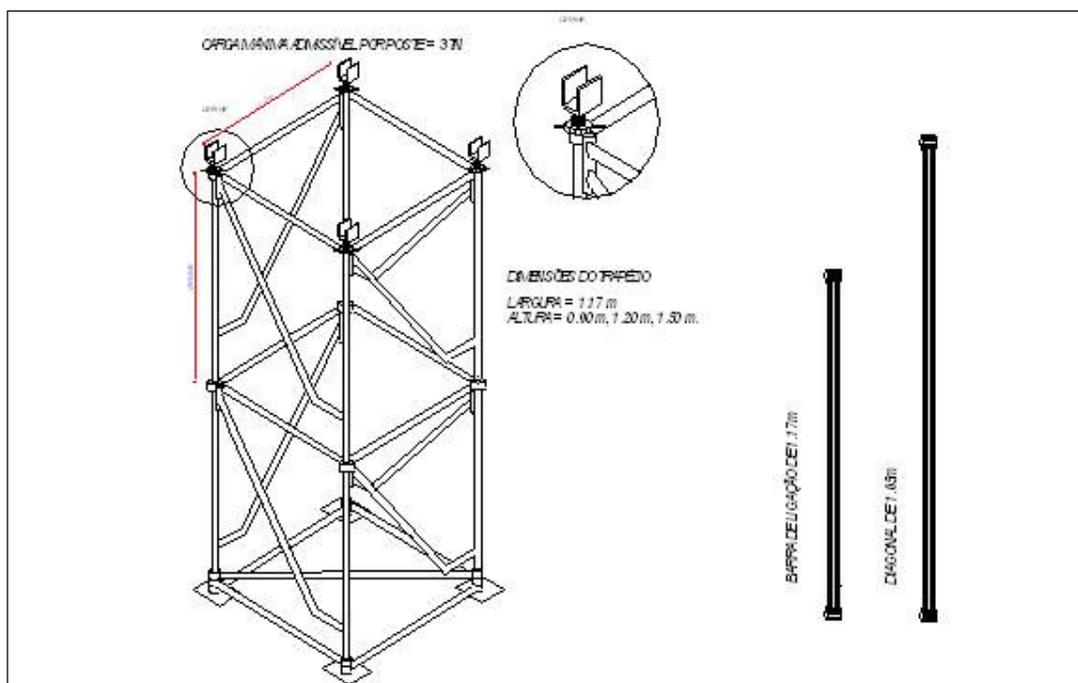


Figura 15 - Torre de encaixe com elementos pré-fabricados. Fonte: Catálogo técnico ESTAF equipamentos (1990)

Outro ponto a ser analisado é a economia de espaço nos canteiros de obra, que hoje é um dos problemas mais vividos pelos engenheiros residentes de empreendimentos imobiliários, por conta do avanço destas construções para as áreas nobres da cidade, requer soluções criativas e eficientes. Sendo o Brasil um país com um grande déficit habitacional, capitais como Recife são encurraladas pelos grandes projetos imobiliários. No caso de utilização de madeira, além de exigir grandes áreas para armazenamento, também se faz necessário espaços destinados à fabricação e montagem desse escoramento.

É correto planejar a entrega dos escoramentos metálicos à medida da montagem dos mesmos, ou seja, o material é recebido no canteiro e imediatamente é iniciada sua montagem. Ocorre situação semelhante na desmontagem; quando essa ocorre, o material é devolvido para a empresa locadora, além de este ser de fácil armazenamento, como mostra a Figura 16.



Figura 16 - Material armazenado em obra. Fonte: Jorge Souza

Quanto à diminuição do consumo de forma para moldagem do concreto, essa se dá em virtude da robustez e estabilidade que o equipamento de escoramento metálico, com projeto bem executado, pode conceder ao construtor, pois esse equipamento é dimensionado para o fim a que se destina, ou seja, suportar e transmitir cargas para os apoios, levando em conta questões de segurança e estabilidade, como foi citado nas referências à norma.

Outro ponto colocado em questão na pesquisa, e de relevante apelo, é a degradação do meio ambiente, pois a partir do momento em que se opta usar o sistema metálico no lugar do convencional de madeira, há a desmotivação da extração de madeira, muitas vezes ilegal. Além do que, utilizando esse sistema convencional, há uma grande geração de resíduos de construção, em função destes terem a necessidade de fabricação nos canteiros de obra. A figura 17 remete a uma obra escorada com o sistema metálico. Fica a preocupação para o caso de utilização de madeira nesta obra.



Figura 17 - Obra com escoramento metálico. Fonte: Jorge Souza

Um projeto bem elaborado, ou seja, levando em conta as premissas de projeto citadas, pode-se garantir que não haja flexão das peças horizontais de escoramento, que hora servem para transmitir as cargas da peça a ser moldada para os elementos verticais, como mostra a Figura18. Isso minimiza o desperdício de concreto causado pela flexão destas peças.

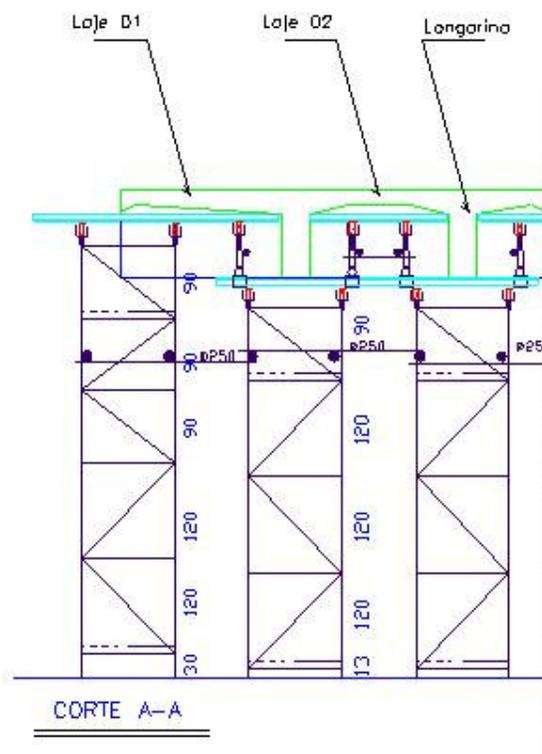


Figura 18 - Projeto de escoramento metálico. Fonte: ilustração Jorge Souza

Com a implantação de novas tecnologias, as quais o escoramento metálico pode ser citado como uma, há uma grande necessidade de garantir a boa execução do serviço. As empresas especializadas nessa atividade, além de elaborar projeto, têm que dispor de profissionais qualificados para a boa execução da montagem, além de garantir a responsabilidade técnica da atividade a ser exercida.

3. PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS DE ESCORAMENTO METÁLICO

3.1 NBR 15696 x NBR 15575

Visando normatizar conceitos, processos e procedimentos ligados a dimensionamento, projetos e execução de escoramento e forma metálica, reuniram-se representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros), os quais formam os organismos de normalização setorial (ABNT/CE) e as Comissões de Estudos Especiais (ABNT/CEE), todos orientados conforme documentos técnicos com diretivas da ABNT.

O resultado destas reuniões foi a apresentação de um projeto de norma, o qual foi aprovado em maio de 2009. Esta norma estabelece os procedimentos e condições que orientam na execução das estruturas provisórias que servem de forma e escoramentos metálicos, para execução de estruturas de concreto moldado “in loco”.

Estes procedimentos e condições incluem os materiais e equipamentos utilizados, e os critérios para dimensionamento dos projetos e execução destas estruturas provisórias, NBR 15696 (ABNT, 2009). Além da referida norma, devem ser seguidas as recomendações de outras normas especiais e as exigências peculiares de cada caso particular.

Para mensuração da complexidade do assunto, outras normas foram referenciadas, entre elas:

ABNT NBR 6118 - Projeto de estrutura de concreto – Procedimento

ABNT NBR 14931 - Execução de estrutura de concreto – Procedimento

ABNT NBR 7678 - Segurança na execução de obras serviços de construção

ABNT NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações

ABNT NBR 6120 - Cargas para cálculo de estruturas de edificações

ABNT NBR 8800 - Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

ABNT NBR 7190 - Projetos de estrutura de madeira

ABNT NBR 9532 - Chapas de madeira compensada

ABNT NBR 6355 - Perfis estruturais de aço formado a frio – Padronização

ABNT NBR 8681- Ações e segurança na estrutura – Procedimentos

O item que será abordado é o que se refere à execução, pois o objetivo da pesquisa é propor requisitos de desempenho para escoramento metálico, onde é preciso analisar o equipamento em quanto em uso, ou estudar o escoramento em execução.

O item denomina-se Execução de Estruturas de Fôrma e Escoramento Metálico, o qual descreve todas as recomendações relacionadas a execução de obras ou de montagem de escoramento. Esta parte da norma é conduzida conforme instruções constantes na norma regulamentadora NR 18 e ABNT NBR 7678.

Outra seção importante é a de cuidados na montagem de fôrmas e escoramentos, donde são descritas as recomendações para execução de obras de escoramento metálico e fôrma. Esta pesquisa concentra-se apenas nos escoramentos, logo, seguem algumas recomendações citadas pela NBR 15696 (ABNT, 2009).

- Toda estrutura de escoramento deve ser executada mediante utilização de projeto específico de escoramento.
- A obra deve conter um plano e neste deve constar e descrever o método a ser seguido de montagem e desmontagem.
- Deve ser respeitado o comportamento da estrutura em serviço no ato da retirada dos escoramentos.
- O dimensionamento da base de apoio é de responsabilidade do responsável pela obra, com isso devem ser tomadas precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados por solo ou na base de apoio do escoramento.
- Em caso de escoramento industrializado, devem ser seguidas as orientações do fabricante, quanto às características técnicas do equipamento.

Além dos cuidados na montagem dos escoramentos, a norma também faz recomendações quanto a cuidados na etapa de concretagem, tais como:

- antes da concretagem devem ser conferidas as posições e condições estruturais dos escoramentos; e
- a tubulação de bombeamento do concreto nunca deve ser fixada ao escoramento.

Enfim, as orientações de cuidados com a retirada dos escoramentos, nesta fase, devem considerar as recomendações a seguir.

- Nenhum escoramento deve ser removido ou nenhuma carga deve ser imposta, enquanto não houver certeza que os elementos estruturais e o novo sistema suportem a carga com segurança.
- Nenhuma ação adicional não prevista em projeto deve ser imposta à estrutura de escoramento, a não ser que seja comprovada a resistência do mesmo.
- Devem ser fornecidos pelo responsável técnico pelo projeto estrutural ou pelo responsável técnico da obra, os dados de deformabilidade e de resistência do concreto.
- Verificações de todas as ações previstas em projeto.
- A retirada dos escoramentos deve ser executada sem choques, obedecendo a um plano, além de lenta e gradual.
- Deve ser respeitado com atenção o prazo especificado para retirada dos escoramentos.
- O projetista estrutural deve informar ao responsável técnico pela obra os mínimos valores de resistência à compressão e módulo de elasticidade, assim como o responsável pela obra deve garantir o f_{cj} e o E_c , e que estes estejam atendidos na idade da remoção do escoramento.
- O responsável técnico deve acompanhar o comportamento da estrutura.
- O ciclo de remoção, ou reescoramento, deve respeitar o prazo mínimo de 14 dias, a não ser em caso de utilização de concreto com características especiais.

3.2 Critérios para elaboração de projeto

Além das vantagens descritas, os projetos de escoramento devem atender às premissas de cálculo. Um que pode ser comentado é o manual de projetos e cálculos – Técnicas e equipamentos Mills, Divisão de obras, elaborado por Silva em 1990. Este descreve que alguns cuidados considerados importantes no cálculo e dimensionamento das estruturas devem ser observados, e caso isso não ocorra, pode-se comprometer a segurança da obra. O mau desempenho quanto à segurança pode ressaltar um baixo atendimento às expectativas do cliente, ou uma fraca avaliação qualitativa do desempenho. Os cuidados a serem tomados serão descritos abaixo (SILVA, 1990).

- Flexas – em todas as estruturas que se faça necessário, deve-se observar que as deformações decorrentes de peso próprio e sobrecarga devem ser calculadas, e se possível, indicadas em projeto as contra-flexas.
- Apoio – a condição de apoio das torres que sustentam qualquer tipo de estrutura deve merecer um cuidado especial, pois em caso de solapamento desse apoio haverá o risco de transferência de esforços não previstos na estrutura, podendo causar a ruína.
- Ação de vento ou esforços laterais – devem ser considerados sempre que forem executados projetos de estruturas que oferecem resistência à ação dos ventos e esforços laterais.
- Momentos – sempre que forem executados projetos de estruturas que contenham os componentes horizontais de um sistema de escoramento, tais com vigas primárias e secundárias, devem ser observados os momentos de engaste e fletor das mesmas.

Pfeil (1987) descreve, além de alguns citados acima, outras considerações de cálculo que ele denomina por “solicitações atuantes sobre o escoramento”. Estas solicitações devem ser estudadas e quantificadas para o dimensionamento de uma estrutura de escoramento.

- Peso próprio dos cimbrês e das formas – o peso próprio dos escoramentos e das formas deve ser estimado, para em seguida, ser dimensionado. O peso próprio do concreto e das armaduras é calculado baseado no peso específico do concreto armado ($\gamma = 2,50 \text{ tf/m}^3$).
- Pressão lateral do concreto fresco – a pressão lateral do concreto fresco é variável da espessura da parede de concreto a ser formada. A pressão pode ser dimensionada através de fórmulas empíricas ou por meio de tabelas. A norma alemã DIN 18218 (1980), descreve valores da pressão lateral do concreto fresco, para uso em dimensionamento. Esta ainda leva em conta fatores como: peso

específico e temperatura do concreto, tempo de início de pega, velocidade de subida do nível do concreto e compactação com vibradores internos.

- Recalques diferenciais entre suportes de cimbramento – estes serão considerados em casos especiais, quando seus valores prováveis forem muito grandes, e no caso de cimbramentos com pequenas flexibilidades para esse efeito. Para o caso de escoramentos com ligações deformáveis, não há necessidade de consideração desse efeito. Há situações de ocorrência de recalques diferenciais que podem comprometer até 10% da capacidade de carga do escoramento.
- Cargas horizontais atuantes no cimbramento – a carga horizontal decorre da operação de equipamentos, desvios e linearidades, ou outros agentes não previstos.
- Sobrecargas aplicadas – as sobrecargas são constituídas do peso de operários, equipamentos, entre outros do mesmo gênero. Em caso de adição de equipamentos pesados sobre o escoramento, tem-se: compressores, guindastes, etc. Devem ser utilizados os pesos dos catálogos do fabricante.
- Variação de temperatura – a variação de temperatura tem efeito muito pequeno, mas deve ser considerada na análise de cimbramentos metálicos contínuos superiores a 60 m de extensão.
- Pressão do vento – os cimbres estão sujeitos a pressão dos ventos, atuando sobre as áreas das formas e nas peças do escoramento. A carga de vento a ser adotada dependerá, entretanto, de uma avaliação do risco da incidência de ventos muito fortes e das conseqüências de um acidente provocado por ventos excepcionais. A força dos ventos nas construções é denominada força de arrasto (F_a), que pode ser determinada pela equação (1):

$$F_a = C_a \cdot q \cdot A_e \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: F_a = força de arrasto (KN)

C_a = coeficiente de arrasto;

q = pressão dinâmica do vento (KN/m^2);

A_e = área frontal efetiva (m^2).

- Pressão de água corrente – nos cimbramentos expostos a pressão de água corrente, a expressão dinâmica (P) exercidas pela água é dada pela equação (2):

$$P(\text{kgf/m}^2) = kv^2 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: v = velocidade da água (m/s);

k = coeficiente dimensional determinado experimentalmente.

- Solicitações acidentais – como o próprio nome descreve, são provocadas por acidentes, tais como: impacto de veículos ou barcos fora do controle. Em geral os escoramentos deveriam ser dimensionados para resistir a essas solicitações, tratando-se de criar medidas que reduzam a probabilidade de acidentes. As proteções podem ser feitas com barreiras metálicas e sinalização, que impeçam a passagem dos carros, para o caso de rodovias; no caso de ferrovias, o uso de contratrilhos, que mantêm o veículo descarrilado sobre os dormentes, é uma solução usada; e para o caso de hidrovias navegáveis, o uso de dolphins ou filas de estacas de madeira, que conduzem o barco para passagem de acesso sem prejuízo a execução do escoramento.

Quando se estuda isoladamente um tipo específico de equipamento de escoramento, a exemplo das torres metálicas, pode-se extrair vários conceitos e justificativas para os critérios de dimensionamento. Segundo Batista e Mascia (2006a), quando são analisadas torres metálicas de escoramento, estruturas utilizadas em grande escala e elemento de maior importância, quanto à segurança, nos cimbramentos para peças de concreto na construção civil, tem-se muito que levar em conta. Afinal estas têm função de absorver as cargas do concreto ainda fresco e transmitir a um apoio adequado.

Sendo assim, “a adoção de limites de deslocamentos horizontais para prática da obra procura levar em conta a segurança, e devem ser observados vários fatores além desse, como por exemplo, a duração da carga, o número de reuso dos materiais e o estado em que esse se encontra, observando se há pequenos amassados no material, etc” (BATISTA E MASCIA, 2006a). Além disso, pode-se destacar que se devem adotar coeficientes de minoração da

resistência das torres metálicas devido às inúmeras reutilizações, pois devido a isso, ocorre o fenômeno de fadiga do material, interferindo na capacidade nominal do conjunto.

Ao observar estas recomendações, fica clara a necessidade de implantação de diretrizes para análise de desempenho esperada do equipamento em questão.

3.3 Patologias observadas na utilização

Fazendo uma reflexão sobre os inúmeros casos de patologia apresentados na atividade de construção civil, pode-se reforçar ainda mais a necessidade de avaliação de desempenho.

Conforme foi apresentado por Batista e Mascia (1997) no IV Congresso Iberoamericano de Patologia das Construções, “a terminologia “Patologia das Construções” apropriada o termo advindo da medicina e estuda as causas, os sintomas (formas de ocorrência) e a natureza das “doenças” que afetam as construções. Estas doenças são denominadas “problemas patológicos””. Dando seqüência ao pensamento, “desta forma, os fatores que comprometem o desempenho esperado de uma estrutura levando-a a colapso ou lesão estrutural são problemas patológicos.”

O desempenho esperado, segundo Penteado apud Batista e Mascia (1997), é aquele que atende às exigências do usuário no que se refere à segurança, habitabilidade e economia (inclui-se aí as exigências de durabilidade, entre outras).

No caso de escoramento metálico, a segurança é fundamental na execução de uma concretagem, pois se esse atingir a ruína, será comprometido o cronograma da obra, gerando um desperdício financeiro, além da possibilidade de perdas de vidas humanas envolvidas no processo de execução do trabalho de confecção da estrutura.

Ainda interpretando Batista e Mascia (1997), “para se ter um bom desempenho de uma estrutura provisória (escoramento) com o objetivo de receber as formas, começa desde a fabricação, manutenção do material no depósito, transporte (carga e descarga) e desforma, bem como os devidos cuidados no projeto de execução do cimbramento metálico”.

Dentre os aspectos que podem interferir em conseqüências patológicas em escoramento metálico, podem-se descrever duas como principais: aspectos patológicos da fabricação e na manutenção do equipamento.

No caso dos aspectos patológicos da fabricação, os equipamentos devem obedecer a um bom projeto, advindo de especialista. Esse deve conhecer bem o comportamento quanto às tensões e deformações, além do problema de fadiga, tensões residuais, ligações, dentre outros assuntos pertinentes a estrutura. Isso porque uma suposição conceitual errada pode levar a enganos na concepção.

Uma análise mais minuciosa pode ser vista na 19 onde se verifica que a ruína foi provocada pela ineficiência das ligações e ruptura após a perda da estabilidade.



Figura 19 - Colapso de torre metálica. Fonte: Batista e Mascia (2006a)

Posteriormente, em ensaios de laboratório, constatou-se que esse tipo de ruptura em peças comumente utilizadas no mercado evidencia a necessidade de alteração e de novo processo de cálculo no dimensionamento aplicado aos equipamentos industrializados de escoramento

metálico. Tudo para atender às expectativas do usuário, pois assim, pode-se dimensionar com mais precisão os projetos de cimbramento metálico.

Outro fator relevante para prevenção das patologias é a manutenção adequada destes equipamentos. Quando isso ocorre de maneira ineficiente, sem a devida avaliação em laboratório por especialistas, e de maneira continuada, automaticamente tem-se uma grande probabilidade de patologias relacionadas à fadiga, escoamento a um nível elevado, fissuras localizadas e imperceptíveis, comprometendo a durabilidade do material e oferecendo riscos para a utilização futura. No caso da Figura 20 é possível que tenha havido fadiga na solda do pino guia.



Figura 20 - Fadiga da solda do pino guia. Fonte: Jorge Souza

Para suprir essas deficiências, o que acaba ocorrendo é a adoção de coeficientes de segurança nos carregamentos e no material, gerando assim, o encarecimento indireto para o consumidor em vez da busca de qualidade na manutenção, com custo menor para o produto.

Considerando-se a qualidade na fabricação, projeto, execução e manutenção dos cimbramentos, pode haver uma sensível melhora da industrialização da construção civil, com clientes e fornecedores mais satisfeitos.

3.4 Segurança na execução de obras

Como foi brevemente descrito acima, a segurança é fundamental para o caso de execução de obras de escoramento metálico. Dentre outras, muitas ações buscam implementar velocidades às obras. Contudo, isso deve ser feito de maneira racional e com ferramentas de obra a atender aos requisitos de segurança.

Primeiramente uma montagem e/ou desmontagem deve estar fundamentada nas recomendações da NR 18 (2011) e NBR 7678 (ABNT, 1983), as quais descrevem os procedimentos mínimos para atendimento às condições de saúde e segurança no ambiente de trabalho da construção civil. Estas, por sua vez, são referências normativas para a NBR 15696 (ABNT, 2009), a qual orienta os projetos, dimensionamentos e execução de obra de forma e escoramento metálico.

Por mais simples que seja o projeto de escoramento metálico, é imprescindível o acompanhamento da equipe de segurança do trabalho, além dos operários, engenheiros e proprietários. Pois, os acidentes ocorrem em sua maioria por descuidos, por falha de material ou por erro de projeto (BATISTA, 2000). Com a apresentação destas causas, fica nítida a necessidade do comprometimento de todos para a redução de ocorrência de acidentes.

No caso de falhas do material, podem-se exemplificar os casos de falta de manutenção e patologias na fabricação, as quais devem ser diagnosticadas no ato do carregamento ou recebimento do material e na aquisição de sistemas, por empresa especializada, respectivamente.

No caso da questão de acidentes, ocorridos em virtude de falha do operário, é proveniente da falta de mão de obra especializada e de treinamento direcionado ao manuseio do equipamento.

O caso mais grave, no entanto, é o acidente ocasionado por falha no projeto e/ou dimensionamento. Estes projetos são, em sua maioria, desenvolvidos por profissionais habilitados e treinados para desenvolver esta atividade. Contudo, o excesso de confiança, a fadiga ou outros percalços podem levar o projetista ao erro, ocasionando o acidente.

Daí a importância do mínimo de conhecimento do assunto por parte do responsável técnico da obra, questão que será levantada nesta pesquisa. Ou ao menos seguir as recomendações da norma no que esta se refere à execução de escoramento metálico.

Barkokebas Jr e Pessoa (1998) descrevem segurança do trabalho como sendo “o conjunto de técnicas e procedimentos que tem por objetivo eliminar ou diminuir os riscos de que se produzam acidentes do trabalho”. Este conceito justifica a elaboração de uma norma específica para escoramento metálico, a qual orienta com estas técnicas e procedimentos.

Diante dos aspectos descritos acima e com o aprofundamento da pesquisa na bibliografia de Batista (2000), pode ser citado alguns riscos e falhas com escoramentos metálicos.

- O não contraventamento de estruturas esbeltas, principalmente as escoras individuais, pois estas são instáveis quando submetidas a cargas dinâmicas.
- O incompleto encaixe das peças sobrepostas nas torres metálicas. Quando da ação das cargas, estes pontos sofrem recalques que podem comprometer a estabilidade da estrutura.
- Ocasionalmente o mesmo problema, o recalque do solo ou base de apoio, item de grande relevância na execução de obras.
- A execução da concretagem em períodos noturnos impossibilita a fiscalização e o acompanhamento do decorrer da própria concretagem, pois uma simples peça desajustada pode comprometer toda a estrutura.
- A complementação de altura do escoramento com madeiras ou peças, que não façam parte do sistema utilizado, pode ocasionar recalques e posterior desequilíbrio.
- Para o caso de dimensionamento de reescoramento, é importante levar em conta não só o peso próprio do concreto, mas também o módulo de elasticidade, isso em virtude da esbeltez das peças de concreto.
- Na fase de dimensionamento, as vigas principais e secundárias devem ser analisadas tanto por flecha quanto por resistência, pois segundo Pfeil apud Batista (2000), as vigas com perfil “I” têm propensão ao tombamento e flambagem lateral, para distância entre apoios muito extensa.
- Deve-se evitar grandes concentrações de carga sobre torres metálicas ou escoras. Problemas com flambagem individual ou instabilidade podem ocasionar acidentes.

- A elaboração de ensaios nos equipamentos pode explicitar o aparecimento de fadigas e/ou vícios de fabricação, os quais comprometem o escoramento.
- Além de tudo é importante ter o acompanhamento de profissional habilitado para escolher o tipo de escoramento que mais se adequa à construção.

Além dos cuidados na montagem dos escoramentos, a norma também faz recomendações quanto a cuidados na etapa de concretagem, tais como:

- antes da concretagem devem ser conferidas as posições e condições estruturais dos escoramentos; e
- a tubulação de bombeamento do concreto nunca deve ser fixada ao escoramento.

Enfim, as orientações de cuidados com a retirada dos escoramentos, nesta fase, devem considerar as recomendações a seguir.

- Nenhum escoramento deve ser removido ou nenhuma carga deve ser imposta, enquanto não houver certeza que os elementos estruturais e o novo sistema suportem a carga com segurança.
- Nenhuma ação adicional não prevista em projeto deve ser imposta à estrutura de escoramento, a não ser que seja comprovada a resistência do mesmo.
- Devem ser fornecidos, pelo responsável técnico pelo projeto estrutural ou pelo responsável técnico da obra, os dados de deformabilidade e de resistência do concreto.
- Devem ser verificadas de todas as ações previstas em projeto.
- A retirada dos escoramentos deve ser executada sem choques, obedecendo a um plano, além de ser lenta e gradual.
- Deve ser respeitado com atenção o prazo especificado para retirada dos escoramentos.
- O projetista estrutural deve informar ao responsável técnico pela obra os mínimos valores de resistência à compressão e módulo de elasticidade, assim como o responsável pela obra deve garantir o f_{cj} e o E_c , e que estes estejam atendidos na idade da remoção do escoramento.
- O responsável técnico deve acompanhar o comportamento da estrutura.
- O ciclo de remoção, ou reescoramento, deve respeitar o prazo mínimo de 14 dias, a não ser em caso de utilização de concreto com características especiais.

A seguir está descrita a metodologia desenvolvida para propor critérios qualitativos de avaliação de desempenho para execução de escoramento metálico.

4 METODOLOGIA

Com o objetivo de levantar as expectativas do usuário quanto à execução de obras com escoramento metálico, foi elaborado um formulário de pesquisa, que, segundo definição de Marconi e Lakatos (2009), “formulário é o roteiro de pesquisa enunciado pelo entrevistador e preenchido por ele as resposta do pesquisado”, para extração de opiniões a respeito do serviço estudado.

As empresas questionadas fazem parte do mercado imobiliário e de construção pesada do estado de Pernambuco, as quais estão vivendo um bom momento econômico. Os engenheiros das obras responderão ao formulário discernindo sobre as expectativas de utilização e/ou desempenho de escoramento metálico, além de descrever se estas expectativas foram alcançadas após a moldagem da peça de concreto. Os entrevistados são da área de engenharia, produção ou tem alguma responsabilidade com o serviço de escoramento metálico, para que as respostas tenham o máximo de influência em vivência prática.

É com o estudo, implementação e execução dos procedimentos propostos pela NBR 15696 (ABNT, 2009) que a pesquisa tentará embasar os requisitos de desempenho para escoramento metálico na execução de obras de construção civil.

4.1 Formulário de pesquisa

O formulário é composto, em seu cabeçalho, por informações relevantes como: descrição da obra, nome da empresa entrevistada, nome e cargo do entrevistado, sua formação e a data da pesquisa. Estes dados são importantes para organizar cronologicamente e delimitar os universos da pesquisa.

As questões objetivas do formulário farão referência ao comprometimento da empresa entrevistada e de seus métodos executivos com as recomendações da NBR 15696 (ABNT, 2009). As perguntas tratam de assuntos como: verificação da manutenção dos equipamentos; procedimentos de armazenamento; carga e descarga, se há uma preocupação da empresa em utilizar projetos específicos para a montagem; se há um plano de obra levando-se em conta o

escoramento metálico; se as retiradas do escoramento respeitam a orientação do responsável técnico; se há um acompanhamento da estrutura de escoramento, entre outros.

Trata também das recomendações de desmontagem, se estas são executadas sem choques; se as recomendações de projeto quanto às características do concreto são garantidas pela obra; se são respeitados os ciclos de montagem e desmontagem; se são evitadas sobrecargas não dimensionadas em projeto, entre outras.

As questões para pontuar, ou avaliar o grau de importância, é representado por: ruim, regular e bom. As perguntas propõem algumas vantagens e/ou expectativas propostas ao pesquisador para avaliação do seu grau de importância quanto ao tema.

São perguntas para avaliar o grau de produtividade na utilização de escoramento, o ganho com economia de espaço no armazenamento do canteiro, a redução do impacto ambiental em comparação com a madeira, a segurança e confiabilidade na utilização, além de mensurar o grau de conhecimento do responsável técnico acerca do assunto.

E por fim, uma questão subjetiva a qual solicita como resposta a expectativa positiva ao se utilizar escoramento metálico.

4.2 Empresas pesquisadas

Serão analisados cinco casos de empreendimentos imobiliários e de construção pesada, com o intuito de expor e demonstrar a larga aplicação do referido serviço nas tangentes atividades de engenharia e construção.

Nos itens seguintes está descrita a caracterização dos canteiros visitados.

4.2.1 Empresa A

A empresa A tem 25 anos de atuação no mercado imobiliário pernambucano. Desde 2008 iniciou expansão de atividade de construção em outras capitais do Nordeste. Tem em seu quadro funcional aproximadamente 3200 funcionários, com departamentos de suprimentos, engenharia, produção e QSMS bem definidos.

A obra pesquisada tem 25 operários entre colaboradores da própria empresa e terceirizados, prática comum na indústria da construção civil, principalmente nos dias atuais, onde a mão de obra especializada está escassa.

A obra trata da construção de um empreendimento imobiliário residencial da empresa A, situada na Av. Boa Viagem, número 6274, Bairro de Boa Viagem, Recife – PE. Um edifício com dezenove pavimentos, dois apartamentos por andar e área de construção de 3.738,50 m² (figura 21).



Figura 21 - Perspectiva obra Empresa A. Fonte: Site da Empresa A (2011)

As fundações foram dimensionadas em estaca tipo Hélice continua com dezenove metros de profundidade, para não comprometer as edificações vizinhas, pois o canteiro está localizado em área de grande concentração residencial.

O projeto estrutural tem sua concepção idealizada em concreto estrutural, moldado “in loco”, tanto para pilares, quanto para vigas e lajes. Estas últimas são nervuradas com formas do tipo cubetas ou cabaças, como são conhecidas na construção.

Em virtude da grande demanda por residências situadas neste bairro, houve, naturalmente, uma escassez de terrenos, o que obriga as empresas construtoras a construírem

empreendimentos com áreas privativas cada vez menores. Este edifício, por exemplo, tem apartamentos de 48,00 m² a 65,40 m² de área privativa.

Além disso, os arquitetos e projetistas tentam usar o máximo dos coeficientes da lei de uso e ocupação do solo, o que traz como consequência canteiros de obra com dimensões reduzidas, onde se faz necessária muita habilidade em administração e planejamento destes canteiros. A figura 22 apresenta o projeto de “Lay out” do canteiro da obra pesquisada.



Figura 22 - Projeto de layout do canteiro de obras. Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

4.2.2 Empresa B

As empresas construtoras do empreendimento pesquisado são de referência no mercado pernambucano, e uma delas constrói em todo mercado brasileiro. Serão descritas duas empresas porque a obra está sendo construída na modalidade de consórcio para a divisão de despesas na construção de um único empreendimento.

A primeira empresa tem em sua holding 55 anos de atuação no mercado de construção civil brasileira, além de atuar em outras atividades como petróleo e gás natural. O braço imobiliário iniciou suas atividades em Pernambuco e hoje atua em vários estados brasileiros, como: Bahia

e São Paulo. As atividades foram expandidas para São Paulo e desde 2005 a empresa aplica suas técnicas voltando-as para os clientes de alto padrão.

Considerando apenas sua atuação imobiliária, em todo o Brasil, a empresa tem cerca de 10.000 colaboradores. Por se tratar de uma empresa de grande porte, onde a instituição de procedimentos é de extrema necessidade, ela tem implantado o sistema de gestão integrado, onde qualidade, segurança, meio ambiente e saúde ocupacional fazem parte do modo de gestão.

A empresa consorciada tem 10 anos de atuação no mercado de construção civil pernambucano, e possui forte desempenho em empreendimentos no litoral norte do estado.

As técnicas e procedimentos aplicados no empreendimento pesquisado são preponderantemente da maior das empresas consorciadas, isso em virtude da vasta experiência e consolidação de suas técnicas aplicadas em outras obras, apesar de o empreendimento possuir como incorporadora a empresa de menor porte.

A obra pesquisada tem 250 operários entre colaboradores da própria empresa e terceirizados, conforme dito, prática comum na indústria da construção civil.

A obra trata da construção de um empreendimento imobiliário residencial da empresa B, situada na rodovia PE – 15, Paulista – PE. Serão onze torres, totalizando 704 apartamentos, sendo quatro por andar com área de construção de 42.240 m². A área total do terreno do empreendimento é de, aproximadamente, 21.500 m² (figura 23).



Figura 23 - Perspectiva do empreendimento da Empresa B. Fonte: Site da Empresa B (2011)

As fundações foram concebidas em estacas pré-moldadas de concreto. Como a região tem baixa exploração imobiliária, a vibração deste tipo de estaca não compromete o relacionamento com a vizinhança.

O projeto estrutural tem sua concepção idealizada em concreto estrutural, moldado “in loco”, tanto para pilares, quanto para vigas e lajes. Estas últimas são nervuradas com formas do tipo cubetas ou cabaças.

Visando uma fatia do mercado imobiliário, o qual o governo federal vem motivando o desenvolvimento com subsídios aos compradores de baixa renda, as empresas pesquisadas resolveram investir no empreendimento descrito.

Sendo o público alvo as classes C e D, é natural que os valores sejam acessíveis aos compradores, por isso os apartamentos tem seu tamanho estabelecido em 60 m². As unidades terão dois quartos, sendo um reversível.

Foi informado pelo engenheiro residente que, mesmo o terreno tendo dimensões grandiosas, a gestão de armazenamento no canteiro requer grande planejamento, além de habilidade dos envolvidos, pois o transporte horizontal de material influencia diretamente na produção do canteiro. As dimensões do canteiro podem ser percebidas na apresentação da planta de situação apresentada na figura 24.



Figura 24 - Planta de Situação. Fonte: Site da Empresa B (2011)

A produção em escala foi um sistema aplicado no canteiro para viabilizar a utilização de equipe de produção e equipamentos. Como pode ser verificada na figura 25, a construção dos edifícios é dada de forma gradativa e sequenciada, onde praticamente não há coincidência de etapas, que caracteriza o modo de produção civil.



Figura 25 - Edifícios construídos em sequência. Fonte: Jorge Souza

4.2.3 Empresa C

A empresa construtora do empreendimento pesquisado é uma das maiores empresas de construção civil do estado de Pernambuco. Além da área de incorporação, esta mantém um núcleo especializado em obras industriais, terraplenagem, drenagem e pavimentação. Sua atuação abrange todo o território nacional.

A empresa tem 45 anos de atuação no mercado de construção civil brasileira. A origem deu-se com a atividade no seguimento imobiliário. Na última década, impulsionada pelo

desenvolvimento do estado de Pernambuco e considerando a instabilidade na venda de imóveis, a empresa investiu fortemente na formação e capacitação de profissionais para construção de obras industriais e de serviço.

Considerando todos os seguimentos, o número de colaboradores circunda dentro de 1.800. A empresa tem um modelo de gestão organizacional que valoriza os colaboradores. Por se tratar de uma empresa de grande porte, onde a instituição de procedimentos é de extrema necessidade, a construtora está em fase de implantação do sistema de gestão integrado, onde qualidade, segurança, meio ambiente e saúde ocupacional fazem parte do modo de gestão de forma concomitante.

A empresa desenvolveu uma gestão integrada e profissionalizada, onde as certificações da ISO 9001(gestão da qualidade) e OHSAS 18001(segurança e saúde no trabalho), além de estarem em fase de implantação da ISO 14001(gestão ambiental), são norteadores de ações.

As técnicas e procedimentos aplicados no empreendimento pesquisado são implantados e seguidos segundo orientações do setor qualidade. Fichas de verificação de serviço, avaliação e qualificação de fornecedores, são ações desenvolvidas por este.

Quanto à contratação de equipamentos para obra, é recomendação da diretoria a aplicação de princípios que gerem qualidade, segurança, saúde, responsabilidade ambiental e social. Neste perfil o escoramento metálico tem papel importante, principalmente na economia de madeira.

A obra pesquisada tem cerca de 130 operários entre colaboradores da própria empresa e terceirizados, conforme informado na pesquisa.

A obra trata da construção de uma PCH (Pequena Central Hidroelétrica), situada no Rio Sirinhaém, na Mata sul de Pernambuco, município de Cortês. O empreendimento tem duas unidades geradoras, cada uma com capacidade de 3,25 MW, ou seja, um total de 6,5 MW de potência, e uma geração média anual de energia de 28.000 MWh. Isso é suficiente para abastecer 25.000 pessoas.

Mesmo sendo denominada Pequena Central Hidroelétrica, uma obra desse tipo tem números que impressionam, por exemplo: 66.192 m³ de movimento de terra, 8.000 m³ de concreto convencional e 10.000 m³ de concreto compactado a rolo. Foi necessária uma intervenção em uma grande área, inclusive de mata nativa. A figura 26 representa o arranjo geral do empreendimento, onde se pode ter uma melhor noção das dimensões.

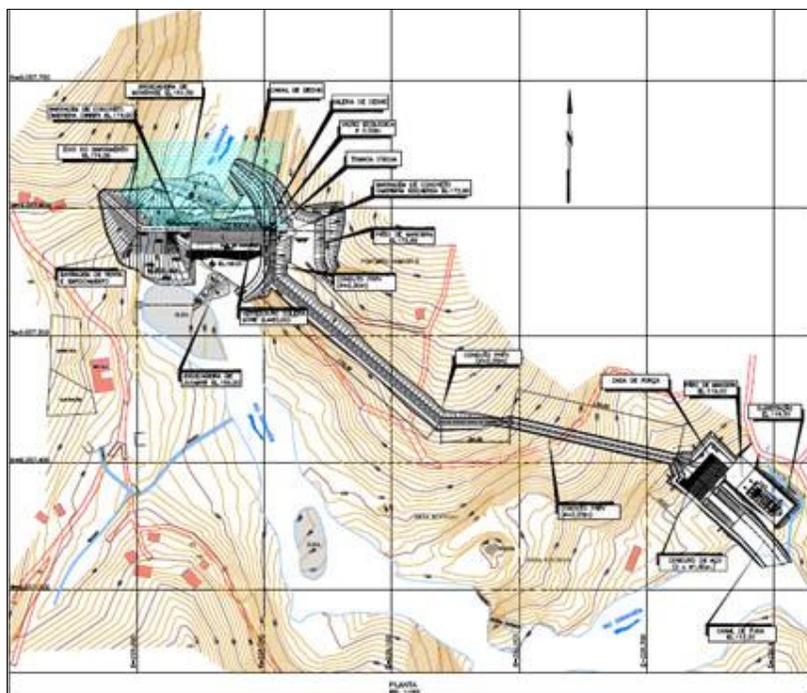


Figura 26 - Arranjo geral da PCH. Fonte: Projeto fornecido pela Empresa C

O entrevistado informou que, obras com essas características, ou seja, grandes dimensões territoriais, devem ser muito bem planejadas, iniciando pela construção dos canteiros, conforme figura 27, e principalmente quanto a logística e transporte interno no canteiro. O agregado graúdo- brita, é extraído de jazida própria, como mostra a figura 28. Além disso, foi necessária a implantação de uma central de concreto, conforme figura 29, em função do grande volume utilizado e da distância dos grandes centros, onde o tempo de deslocamento e o transporte podem comprometer a qualidade do concreto.



Figura 27 - Canteiro administrativo da obra. Fonte: Jorge Souza



Figura 28 - Área de britagem do canteiro. Fonte: Jorge Souza



Figura 29 - Central de concreto no canteiro. Fonte: Jorge Souza

4.2.4 Empresa D

A empresa construtora do empreendimento pesquisado é de pequeno porte e atua no mercado de construção civil do estado de Pernambuco. A construtora dedica-se exclusivamente a construção e incorporação de empreendimentos imobiliários na zona norte do estado.

A empresa tem 15 anos de atuação no mercado de construção civil pernambucano. A origem deu-se com a atividade no seguimento imobiliário, construindo casas e edifícios do tipo caixão. Nos últimos cinco anos, impulsionada pelo crescimento do estado, e pelas facilidades de novas linhas de crédito para compra de imóveis, os sócios resolveram investir em construções mais modernas para atingir um público mais exigente.

Hoje a empresa tem duas obras em andamento e um lançamento para o segundo semestre. Considerando todas as obras, o número de colaboradores é de 40. A empresa não tem modelos de gestão bem definidos, contudo está em fase de implantação do sistema de gestão da qualidade, afinal, segundo o entrevistado, é uma exigência dos bancos financiadores que a empresa esteja em um grau avançado de implantação da ISO 9001.

Por se tratar de uma empresa de pequeno porte, há um esforço do responsável técnico para instituição dos procedimentos. No entanto, a formalização destas rotinas não fica registrada, causando dispersão e impedindo a implantação de um padrão construtivo.

Atividades como coordenação de projetos, engenharia e suprimentos é executada pelo engenheiro responsável, que é um dos sócios da construtora. Esta última função ocasiona ocupação de boa parte do tempo com ações empresariais, muitas vezes deixando de lado questões técnicas.

As técnicas aplicadas no empreendimento pesquisado estão de acordo com as orientações do engenheiro responsável, sendo seguidas pelo mestre de obras. Mesmo não tendo uma equipe voltada para o sistema de qualidade, vê-se grandes intenções do construtor em manter um padrão de qualidade para o acabamento de suas obras. Isso muitas vezes reflete na utilização de tecnologias que são usadas por empresas de grande porte: técnicas, equipamentos e sistemas construtivos, e neste contexto, encontra-se o escoramento metálico.

Quando há necessidade de contratação de escoramento metálico a empresa busca especialistas no assunto. No entanto, a construtora possui equipamento próprio de escoramento metálico vertical em seu estoque, as chamadas escoras metálicas. Segundo o entrevistado, o número reduzido de obras e o planejamento em sequência dos lançamentos facilitam no planejamento da manutenção e utilização dos mesmos.

A obra pesquisada tem cerca de 30 operários entre colaboradores da própria empresa e terceirizados, conforme informado na pesquisa.

A obra trata da construção de um edifício residencial de doze pavimentos, situada na Rua Piauí, 183 em Casa Forte, Recife - Pernambuco. O empreendimento tem três apartamentos por andar, todos com três quartos, suíte, sala de estar, jantar, varanda, cozinha, área de serviço e dependência completa. A área dos apartamentos é de aproximadamente 86 m². A figura 30 ilustra as características da obra.



Figura 30 - Perspectiva de empreendimento Empresa D. Fonte: Site da Empresa D (2011)

A exemplo de outros canteiros de obra instalados no Recife, este tem dimensões apertadas, o que obriga o construtor a administrar a utilização dos espaços no terreno. Uma solução aplicada pelo engenheiro responsável foi a locação de parte do terreno vizinho para recebimento e armazenamento de aço, conforme figura 31.



Figura 31 - Área destinada à descarga e armazenamento de aço. Fonte: Jorge Souza

As fundações foram concebidas em estaca tipo hélice contínua de concreto. Como a região tem alta exploração imobiliária, a baixa vibração deste tipo de estaca não compromete o relacionamento com a vizinhança.

O projeto estrutural tem sua concepção idealizada em concreto estrutural, moldado “in loco”, tanto para pilares, quanto para vigas e lajes. Estas últimas são maciças, confeccionadas com formas de madeira plastificada.

Foi constatado que mesmo o terreno tendo dimensões reduzidas, todos os espaços estavam sendo aproveitados organizadamente. Além de pátio para armazenagem de madeira e de reutilizáveis, havia uma oficina de manutenção para os escoramentos e outros acessórios metálicos, conforme figura 32.



Figura 32 – Pátio de manutenção de equipamentos metálicos. Fonte: Jorge Souza

4.2.5 Empresa E

A empresa construtora do empreendimento pesquisado é de pequeno porte e atua no mercado de construção civil do estado de Pernambuco. A construtora dedica-se exclusivamente a construção e incorporação de empreendimentos imobiliários na zona norte do estado.

A empresa tem 11 anos de atuação no mercado de construção civil pernambucano. A origem deu-se com a atividade no seguimento de condomínios residenciais horizontais, todos na região norte, no município de Paulista. A empresa aposta na descentralização dos empreendimentos, que estão concentrados em Suape, Ipojuca.

Hoje a empresa tem duas obras em andamento, uma em parceria com uma grande construtora e outra que será pesquisada. Considerando apenas a obra pesquisada, o número de colaboradores é de aproximadamente 40. A empresa não tem modelos de gestão bem definidos, mas sua organização equivale ao nível de qualificação C da ISO 9001, afinal é um pré-requisito para instituições financeiras, como a Caixa Econômica Federal, para que financiem suas vendas.

Mesmo em se tratando de uma empresa de pequeno porte, a qualidade nos acabamentos foi, segundo o entrevistado, um objetivo na construção de seus empreendimentos. Contudo, faz-se necessária a formalização e registro destas rotinas para se manter um padrão único de qualidade.

As técnicas aplicadas no empreendimento pesquisado são instituídas pelo engenheiro responsável e seguidas pelo mestre de obras. Mesmo não tendo uma equipe voltada para o sistema de qualidade, percebeu-se importantes aplicações de rotinas voltadas à segurança, saúde, meio ambiente e qualidade.

Entre organização e limpeza do canteiro, utilização de técnicas e equipamentos para melhoria da produção, e contratação de empresas especializadas, todas estas são ações que demonstram a intenção de qualificação do produto final.

A empresa que até então não havia utilizado escoramento metálico, fez questão de ressaltar algumas expectativas com a utilização do serviço. Foi informado que a organização do canteiro e a produtividade estaria dentro do planejamento da obra, com a utilização do sistema, além de economia com aquisição de madeira.

O material foi comprado de uma empresa especializada e multinacional do setor. Segundo o entrevistado, foram fornecidos projetos e toda assistência e acompanhamento do material metálico. O número de repetição de obra e o planejamento em sequência dos lançamentos facilitam no planejamento da manutenção e utilização dos mesmos.

A obra trata da construção de um condomínio de edifícios residenciais com sete pavimentos, situada na Rodovia PE - 01 em Conceição, Paulista - Pernambuco. O empreendimento tem doze torres com quatro apartamentos por andar, todos com três quartos, suíte, sala de estar, jantar, varanda, cozinha, área de serviço e dependência completa. A área dos apartamentos é de aproximadamente 65 m². As figuras 32, 33 e 34 ilustram as características do empreendimento.



Figura 33 – Área comum do empreendimento da Empresa E. Fonte: Site da Empresa E (2011)



Figura 34 - Perspectiva do empreendimento da Empresa E. Fonte: Site da Empresa E (2011)



Figura 35 - Localização do empreendimento da Empresa. E Fonte: Site da Empresa E (2011)

Pela cidade de Paulista não possuir grande exploração imobiliária, o que facilita a administração do canteiro, o construtor não teve problema para administrar a utilização dos espaços no terreno. Além de tudo, a obra será construída em etapas, de quatro em quatro edifícios, onde as áreas de armazenamento e fabricação podem ser remanejadas.

As fundações foram concebidas em estaca tipo pré-moldada. Como a região não tem exploração imobiliária, as altas vibrações deste tipo de estaca não comprometem o relacionamento com a vizinhança.

O projeto estrutural tem sua concepção idealizada em concreto estrutural, moldado “in loco”, tanto para pilares, quanto para vigas e lajes. Estas últimas são nervuradas com formas do tipo “cabaçinha”.

Para visualizar a diversificação das empresas pesquisadas, a tabela 1 apresenta o resumo das características de cada uma.

Tabela 1 - Principais características das empresas pesquisadas

Empresas	A	B	C	D	E
Atividade	Imobiliária	Imobiliária	Imobiliária / industrial	Imobiliária	Imobiliária / empresarial
Tempo de atuação	25 anos	55 anos	45 anos	15 anos	11 anos
Número de funcionários	3.200	10.000	1.800	40	40
Local da obra pesquisada	Boa Viagem	Paulista	Rio Formoso	Casa Forte	Maria Farinha
Solução estrutural	Concreto armado com laje nervurada	Concreto armado com laje nervurada	Concreto estrutural e compactado a rolo	Concreto armado com laje maciça	Concreto armado com laje nervurada

Com o estudo da norma, será importante avaliar o grau de aplicação e conhecimento dos responsáveis técnicos pelas obras com relação ao assunto. Com isso pode-se justificar o levantamento das expectativas do usuário e a relevância da NBR 15696 (ABNT, 2009) para propor os requisitos de desempenho do escoramento metálico.

5 PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo foi iniciada com registros fotográficos os quais se buscou evidenciar as questões descritas no formulário de pesquisa. Como registrado no capítulo de metodologia, a pesquisa tem como orientador um formulário o qual foi obrigatoriamente respondido por profissional com característica de decisão sobre a atividade escoramento metálico.

5.1 Empresa A

Na obra pesquisada foi perguntado e posteriormente constatado que a empresa tem a cultura de alugar, sempre que necessário, escoramento metálico. Essa prática vem sendo utilizada desde 1999, onde se utilizou o equipamento em uma obra a qual foi analisada como protótipo. Esta foi estudada, e com a constatação de diversos aspectos positivos, foi implantado o procedimento operacional de uso do escoramento metálico.

Assim como o material da obra protótipo, o material utilizado na obra pesquisada foi fruto de locação. Esta prática é bastante utilizada, em virtude de o escoramento metálico ser um material de alto valor aquisitivo, o que ocasiona alocação de grandes recursos em atividades nem sempre utilizadas.

Nos itens a seguir estão descritas as respostas do formulário de pesquisa, o que dá maior credibilidade ao retorno das questões levantadas.

5.1.1 Da contratação ao armazenamento

Após a contratação do serviço de escoramento metálico, foi verificado o armazenamento e o carregamento do material no depósito da empresa contratada. Estas fases podem ser descritas como importantes, mas como mostram as figuras 36, 37 e 38, a empresa contratante não enviou para o depósito da contratada, pessoal próprio para conferência do material.

No caso do armazenamento da empresa contratada, é fácil verificar que a forma de empilhamento é determinada em função de carregamento mecânico com empilhadeira para agilidade da atividade (figura 36), o que não foi utilizado (figuras 37 e 38). Com relação à

manutenção, muitos equipamentos precisavam ser encaminhados para desempenho, limpeza e pintura.



Figura 36 - Material armazenado no depósito da empresa especializada. Fonte: Jorge Souza



Figura 37 - Carregamento do material no depósito da empresa contratada. Fonte: Jorge Souza



Figura 38 - Material sendo carregado no depósito da empresa contratada. Fonte: Jorge Souza

Algumas recomendações de carga foram seguidas, contudo as condições de descarga e armazenamento na obra chamam a atenção para níveis elevados de desorganização. Isso tem como causa principal as dimensões reduzidas do canteiro da obra, onde a área de projeção da lâmina tem praticamente as mesmas dimensões do terreno.

As figuras 39, 40 e 41 ilustram como foi feito o armazenamento do material no canteiro. Esta forma de armazenamento tem como consequência a provável perda de peças de dimensões menores, gerando um reembolso por parte da contratante à contratada.



Figura 39 - Material armazenado na entrada do canteiro de obras. Fonte: Jorge Souza



Figura 40 - Material armazenado sobre terreno arenoso no canteiro da obra. Fonte: Jorge Souza



Figura 41 - Material armazenado no semi-enterrado da obra. Fonte: Jorge Souza

Foi salientado pelo engenheiro residente que a empresa contratada de escoamento metálico não forneceu procedimentos de carga, descarga e armazenamento no canteiro, o que seria de extrema importância.

5.1.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada

É prática do construtor a utilização de projeto específico de escoramento metálico, tanto para o escoramento quanto para o reescoramento. Foi relatado que é uma vantagem a contratação de empresas especializadas, principalmente hoje, que há uma grande dificuldade de profissionais qualificados. A figura 42 mostra o projeto utilizado na obra pesquisada.



Figura 42 - Projeto específico de escoamento metálico. Fonte: Jorge Souza

A distribuição inadequada dos materiais, sem seguir os padrões de armazenamento utilizados no depósito da empresa contratada, mostra que o escoramento metálico não foi contemplado no planejamento das atividades da obra (figura 43).



Figura 43 - Material armazenado sem critério de distinção. Fonte: Jorge Souza

É orientado pela empresa contratada, de forma contratual, que os escoramentos devem ser retirados respeitando o comportamento da estrutura em serviço, o que é atendido e acompanhado pelo engenheiro residente.

5.1.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso

Outro ponto o qual pode ser destacado foi o não tratamento do apoio dos escoramentos situados no solo natural, arenoso e de aparente instabilidade, conforme figura 44. Sendo o apoio de responsabilidade da empresa construtora, devem ser tomadas medidas para evitar recalques de qualquer tipo em consequência de um apoio inadequado. O não atendimento desta recomendação pode trazer prejuízos de ordem material de grandes proporções, a depender do porte da obra, além de causar acidentes com subtração de vidas humanas.



Figura 44 - Torres de escoramento montadas em apoio de terreno natural (arenoso). Fonte: Jorge Souza

Está descrito nos procedimentos operacionais da contratante que a empresa contratada deve emitir um laudo liberando os escoramentos para concretagem, juntamente com ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) devidamente registrada no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura).

5.1.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”

Após a concretagem é feito um acompanhamento das deformações da estrutura, além de ensaios com corpos de prova para medir a resistência do concreto com sete, quatorze e vinte e oito dias, o que regula a substituição dos escoramentos para implantação do reescoramento. A figura 45 representa a laje com o sistema de reescoramento em uso.



Figura 45 - Sistema de reescoramento com escoras metálicas. Fonte: Jorge Souza

Este processo de introdução do reescoramento, e em seqüência, a retirada do escoramento, foi feito de forma racional: sem choques, de forma lenta e gradual, para não causar danos precoces à estrutura de concreto.

As escoras metálicas são largamente utilizadas para reescoramento em função de resistirem a altas tensões e utilizarem pouco espaço. A determinação do espaçamento ou disposição destas escoras é determinada pelo projetista de estrutura ou engenheiro responsável da obra.

Além destas informações fornecidas pelo projetista estrutural ou engenheiro responsável, é necessário que os mesmos forneçam dados de deformabilidade e resistência do concreto, os quais estão descritos no projeto estrutural fornecido à empresa contratada para projetar o escoramento metálico.

A obra também deve garantir o F_{cj} (resistência obtida “in loco”) e E_c (Módulo de elasticidade do concreto), o que, no caso pesquisado, é feito e garantido por um laboratório de controle tecnológico terceirizado.

5.1.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto

A grande maioria dos projetistas estruturais destaca em seu projeto as recomendações sobre atendimento cíclico de prazos para escoramento e reescoramento. Esta prática é bem aceita e

seguida pelos responsáveis técnicos, isso por que algumas garantias de vida útil da estrutura estão ligadas a estes prazos.

A obra pesquisada estava com seu cronograma atrasado aproximadamente 45 dias, mas foi uma resposta categórica do engenheiro o atendimento às recomendações do projetista estrutural. Contudo foi solicitado, ao projetista estrutural, um reestudo destes prazos para a situação específica que vivia a obra, tentando soluções alternativas para o problema.

Um outro problema recorrente em obra, na etapa de estrutura, é o acúmulo de concreto no ato da concretagem. Quando a lança de concreto é posicionada no centro da peça a ser escorada, mais comumente nas lajes, há um acúmulo de concreto para posterior espalhamento, o que deve ser evitado, em virtude de sobrecargas não dimensionadas. Nesta obra a sobrecarga é evitada.

5.1.6 Dos ganhos com produtividade

A questão do ganho de produtividade foi um importante atrativo para o contratante de escoramento metálico desta obra. Além disso, outra questão precisava ser resolvida pelo escoramento, que eram alguns pés direito com alturas elevadas, os quais fugiam do convencional.

Por isso a contratação de uma empresa especializada em escoramento metálico. Contudo houve alguns desencontros no fornecimento das informações que levaram à elaboração de três versões de projetos de escoramento, executado pela empresa especializada, o que atrasou o prazo para concretagem da laje.

Este fato levou o engenheiro residente, entrevistado, a afirmar que não houve ganho de produtividade com a contratação do escoramento metálico. Foi comentado que, com a equipe de carpinteiro presente na obra, e a madeira necessária para execução do escoramento, o tempo gasto talvez fosse menor que o gasto com o escoramento metálico.

Foi percebido durante visita ao canteiro, questionando operários ligados diretamente à execução, que havia uma relutância por parte dos encarregados, que naquela hora poderia ser caracterizada com protecionismo, para que o trabalho fosse executado em madeira. Uma vez

utilizado o escoramento em madeira, a questão financeira seria abordada, pois os próprios profissionais da obra fariam o serviço. Segundo informado, a fase de estrutura demanda muita produção a qual gera ganhos com a montagem.

Os próprios montadores da empresa contratada sentiram-se atrapalhados pela equipe de produção da obra. Mesmo assim, percebe-se que houve ganhos de produção com a fase de fabricação dos escoramentos, caso fossem em madeira.

5.1.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento

Em se tratando de uma obra que não contemplou o escoramento metálico em seu planejamento, tem-se condições contrárias ao ganho de espaço com utilização deste escoramento, pois os equipamentos foram descarregados no canteiro de forma não planejada, isso porque os locais para descarga não estavam determinados.

A determinação destes locais é importante, pois a medida que chegam no canteiro já devem ser alocados próximos aos locais de aplicação, evitando-se o armazenamento de equipamentos pelo canteiro.

Além disso, os problemas de revisão dos projetos elevaram a quantidade de equipamentos armazenados, pois cada vez que o projeto era alterado, materiais eram levados para a obra e os em desuso não eram devolvidos.

Isso foi extremamente negativo em se tratando de uma obra com características perfeitas para aplicação de escoramento metálico, com o intuito de obter ganhos com espaço em sua utilização.

5.1.8 Dos ganhos ambientais

Está é uma questão a qual o entrevistado foi afirmativo, isso porque com a utilização do escoramento metálico, faz-se desnecessária a utilização de madeira para a execução do escoramento.

Sendo a empresa pesquisada certificada pela ISO 14000, alguns procedimentos devem ser recomendados como, por exemplo, o rastreamento e a certificação da madeira adquirida.

É sabido que fornecedores com estas qualificações são difíceis de se encontrar, e com uma grande demanda por produtos responsáveis ambientalmente, há uma falta destes no mercado, onde uma opção pode ser a utilização de soluções alternativas, como escoramento metálico.

Sendo assim houve ganho ambiental com a não utilização de madeira e utilização de escoramento metálico.

5.1.9 Dos ganhos com segurança

Segundo informações do engenheiro residente, a questão de segurança está intimamente ligada ao escoramento metálico, afinal trata-se de um equipamento especializado fabricado com a finalidade de escorar.

A equipe de segurança do trabalho da obra aprova a contratação de empresas especializadas, pois estas conhecem os riscos aos quais podem estar expondo a atividade, para estes serem corrigidos durante a execução.

Com isso afirma-se que houve ganho com segurança na utilização de escoramento metálico.

5.1.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada

Foi comentado que com a contratação de empresa especializada, principalmente de serviço técnico, é muito importante a apresentação de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) registrada no conselho regulador da atividade.

As empresas têm seus responsáveis técnicos que são especialistas nos serviços aos quais prestam. O escoramento metálico é um serviço que deve vir atrelado a projetos específicos, recomendações de montagem e desmontagem, entre outras ações de campo, que requerem especialistas para sua execução e acompanhamento.

Tendo o engenheiro inúmeras atribuições na obra, às vezes em mais de uma, é positivo o ganho com a contratação de empresa com profissional especializado, com as de escoramento metálico, para responsabilização de seus serviços prestados.

5.1.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento

O engenheiro residente confessou que pouco entende sobre o dimensionamento de escoramento metálico, afinal sempre que necessário é contratado o serviço de empresas especializadas.

No entanto, deixou registrado que tem razoável domínio na leitura dos projetos, assim como conhecimento das peças utilizadas e suas finalidades.

5.1.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico

A expectativa da obra era ter ganho econômico com a utilização do escoramento metálico, afinal seriam economizadas madeiras e reduzidos os consumos de mão de obra.

Contudo, a falta de planejamento da etapa de escoramento, assim como atrasos no fornecimento de bomba para concreto, ao que deixou o escoramento montado aguardando por uma semana, gerou despesas outrora não planejadas. Afinal, o equipamento estava locado, tendo seu valor cessado apenas após a devolução ao depósito da empresa contratada.

5.2 Empresa B

Em função da empresa construtora ser de grande porte e assemelhar-se no modo de gestão tal qual a empresa A, muitas das respostas e justificativas desta empresa serão semelhantes.

Mesmo o engenheiro residente tendo menos de um ano de empresa, pôde-se afirmar que existe a cultura de alugar, sempre que necessário, escoramento metálico. Essa prática foi trazida da empresa de construção civil pesada do grupo, sendo utilizada a pelo menos 35 anos em obras de pontes, viadutos e estruturas especiais que requerem escoramento metálico. Esta evolução na utilização do escoramento foi descrita no capítulo de revisão bibliográfica.

O material utilizado na obra pesquisada foi fruto de locação. A justificativa é que a união das duas empresas para construção, por enquanto, está limitada a este empreendimento, ou seja, não há planos para construção de outras obras em consórcio com as mesmas.

No entanto, a empresa de grande porte tem por prática adquirir sistemas de escoramento para um número mínimo de obras, com a justificativa de não ficar refém exclusivamente do mercado de locação.

O cronograma de entrega desta obra tem várias datas previstas. A defasagem na entrega das onze torres facilita o planejamento de trabalho das etapas. Assim como foi descrito o modo de produção civil, este foi aplicado com rigor técnico no empreendimento. As entregas estão previstas para fevereiro, agosto e novembro de dois mil e onze.

Nos itens a seguir estão caracterizadas as respostas descritas no formulário de pesquisa, o que dá maior credibilidade ao retorno das questões levantadas.

5.2.1 Da contratação ao armazenamento

A empresa B tem como premissa iniciar a contratação das empresas prestadoras de serviço de estrutura tais como: concreteiras, locadora de escoramento e de forma na fase de estudo e elaboração de plano de trabalho.

Com esta antecipação, exigências tais como material novo ou de boa qualidade, ficam fáceis de serem exigidos. Em muitos casos, assim como a obra estudada, o equipamento foi contratado novo. O contratante utilizou-se da justificativa que o mesmo equipamento seria reaproveitado inúmeras vezes, e para se manter em estado de uso, sem comprometer a qualidade da estrutura, o mesmo teria que ser novo ou estar em constante manutenção. Como a segunda opção muitas vezes torna-se cara, foi utilizada a primeira.

Os equipamentos chegaram à obra 30 dias antes de sua utilização e foram armazenados em gaveteiros paletizados, os quais facilitam o transporte vertical, além de manter o canteiro de obra organizado. A estrutura de armazenamento foi representada na figura 46.



Figura 46 - Gaveteiro para armazenamento de escoras metálicas. Fonte: Jorge Souza

O correto, segundo as recomendações do locador, para carga, descarga e armazenamento, seria a utilização dos gaveteiros por toda obra, nos locais onde seriam utilizados os escoramentos. Contudo, como o material estava constantemente em uso, os locais de armazenamento estavam sem utilização, mas todas as recomendações eram seguidas.

Na figura 47 estão apresentados, além de gaveteiros, caixotes fornecidos pelo contratante para armazenamento de peças de dimensões menores. O engenheiro residente elogiou o fornecimento destes módulos de armazenamento, pois com sua utilização, a possibilidade de extravio de peças é reduzida.



Figura 47 - Área de armazenamento. Fonte: Jorge Souza

5.2.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada

O fornecimento do projeto pela empresa locadora, além de ser um diferencial comercial, hoje é recomendação da norma. O projeto traz para a obra segurança, pois se supõe que a empresa especializada projetou a melhor solução para a necessidade da execução.

A empresa construtora segue o projeto fornecido pela locadora conforme recomendação da NBR 15696 (ABNT, 2009), e o projeto faz parte dos arquivos técnicos de projetos da obra, conforme recomendações da ISO 9000.

O projeto utilizado para montagem e desmontagem do escoramento e reescoramento, além das recomendações de execução, estão apresentados conforme as figuras 48, 49 e 50.

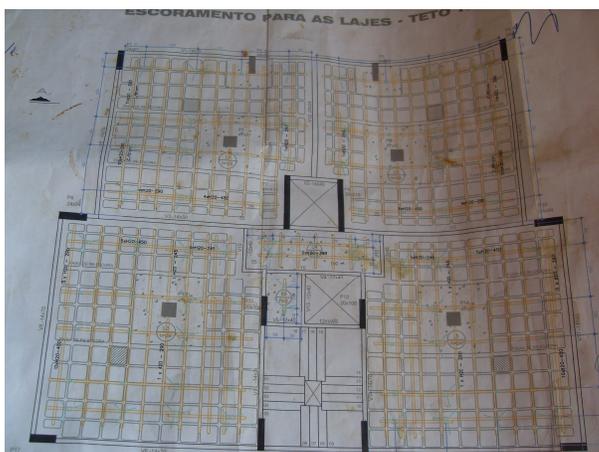


Figura 48 - Projeto de escoramento das lajes. Fonte: Jorge Souza



Figura 49 - Projeto de corte do reescoramento. Fonte: Jorge Souza

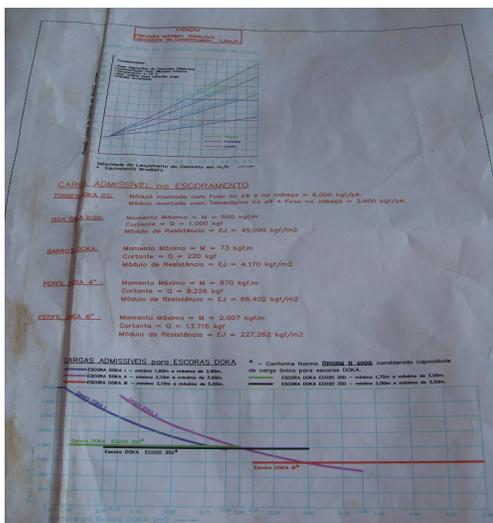


Figura 50 - Recomendações de execução. Fonte: Jorge Souza

A empresa construtora tem o hábito de estudar e planejar os métodos e sequências executivas da obra. Com isso, foi estabelecida com antecedência, a aplicação de escoramento metálico para execução das lajes.

Foi comentado que diversas reuniões ocorreram com o intuito de otimizar o projeto, com a intenção de fornecer velocidade para a equipe de produção.

Tudo isso demonstra que a empresa construtora planejou a execução de sua estrutura contemplando o uso de escoramento metálico.

A retirada dos escoramentos foi executada conforme recomenda a norma. A etapa de estrutura, no caso da montagem e desmontagem das formas, além dos escoramentos, foram feitos por empresa terceirizada. Contudo, todas as recomendações do locador foram repassadas, pois há uma forte fiscalização por parte da equipe de produção da obra.

A figura 51 mostra o início da fase de desmontagem do escoramento e do reescoramento autorizado e o acompanhamento de perto pela equipe de produção da obra. Todas as datas foram descritas na ficha de verificação de serviço (FVS), documento da ISO.



Figura 51 - Início da fase de desmontagem. Fonte: Jorge Souza

5.2.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso

A preparação do terreno para servir de apoio foi uma preocupação desde a primeira montagem do escoramento. Foi narrado pelo engenheiro residente que a obra sofreu um atraso de três dias para a preparação de camada de aterro resistente no caixão.

Quando se concretou os pilares, fase que, em geral, inicia-se o escoramento, a estação do ano era o inverno, que para Pernambuco, caracteriza-se por chuvas intensas, deixando o terreno encharcado e sem condições de receber carga.

Foi sugerida a retirada de camada laminar sem resistência e a sua substituição por aterro compactado e resistente para apoio do escoramento. A figura 52 representa o apoio do escoramento da primeira laje, fase mais crítica para esta etapa.



Figura 52 - Terreno preparado para receber escoramento e reescoramento. Fonte: Jorge Souza

O procedimento de gestão da qualidade contempla a elaboração de laudos de vistoria que são elaborados pela equipe de produção. Mesmo assim, a empresa locadora encaminha, sempre que solicitado, a visita de um engenheiro especialista para avaliação da execução do escoramento.

O comportamento da estrutura de escoramento é acompanhado durante a concretagem e, em seguida, no transcorrer da desmontagem.

5.2.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”

O acompanhamento das deformações da estrutura é feito com ensaios de corpos de prova para medir a resistência do concreto com sete, quatorze e vinte e oito dias, o que indicia a substituição do sistema de escoramento para reescoramento. A figura 53 representa a laje com o sistema de reescoramento em uso.



Figura 53 - Sistema de reescoramento com escoras metálicas. Fonte: Jorge Souza

Este processo de introdução do reescoramento, e em seqüência, a retirada do escoramento, é feito de forma racional: sem choques, de forma lenta e gradual, para não causar danos precoces à estrutura de concreto, onde toda a seqüência é acompanhada pela equipe de produção, afinal, cabe a empresa terceirizada a substituição dos sistemas.

Assim como na maioria das empresas visitadas, a escora metálica foi utilizada para reescoramento, em função de resistirem a altas tensões e utilizarem pouco espaço. A determinação do espaçamento ou disposição destas escoras é determinada pelo projetista de estrutura ou engenheiro responsável pela obra.

Os dados como deformabilidade e resistência do concreto estão descritos no projeto estrutural fornecido à empresa contratada para projetar o escoramento metálico.

A empresa de controle tecnológico contratada para execução dos ensaios trabalha para aferir e, conseqüentemente, garantir à empresa construtora o F_{cj} (resistência obtida “in loco”) e o E_c (Módulo de elasticidade do concreto).

5.2.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto

No projeto estrutural da obra foram contempladas recomendações sobre atendimento aos ciclos de escoramento e reescoramento. O engenheiro residente ressaltou que seguir e fiscalizar o cumprimento das recomendações de projetos é de suma importância para o

atendimento das características da estruturas da edificação, isso porque muitas outras atividades estão correlacionadas com esta.

O atendimento às recomendações de projeto foi considerado na elaboração do cronograma da obra, ou seja, os engenheiros de planejamento já se encontravam de posse de alguns projetos, o que é importante para o plano da obra.

O acúmulo de concreto nas lajes no ato da concretagem é uma prática comum em obras de construção civil. A ânsia pela conclusão da tarefa e a liberação de grandes volumes de concreto, incompatíveis com a equipe de produção, são algumas causas desta não conformidade.

Foi informado pelo engenheiro residente que a equipe de produção é orientada para evitar o acúmulo de concreto. Ações como dimensionamento de velocidade de concretagem ajudam a controlar o problema.

5.2.6 Dos ganhos com produtividade

A utilização de um material leve e já conhecido pela equipe de produção foi fator determinante na escolha da empresa de escoramento metálico. Como a decisão pela utilização foi definida no planejamento, ficou para decisão da equipe de campo juntamente com o suprimento, da empresa fornecedora.

A empresa contratada para executar a estrutura de concreto recomendou ao engenheiro residente uma empresa que tinha seus materiais com características leves e fáceis de montar. A facilidade da montagem está ligada a utilização de escoras metálicas tipo pontalete, para o escoramento vertical, todas com tripé para facilitar a montagem, além de vigas primárias e secundárias compostas por madeira prensada.

Contudo, o engenheiro responsável esperava uma melhor produtividade, tratando a produtividade como abaixo da esperada, pois em obras anteriores, ele utilizou equipamentos de outras empresas onde a produtividade foi melhor que a executada na obra pesquisada.

5.2.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento

A obra tem um canteiro com dimensões vultosas, contudo, isso não impediu que houvesse problemas de armazenamento.

As ferramentas de armazenamento, como palets e caixotes metálicos, foram de extrema importância na organização do canteiro de obra. A resalta deste item pelo engenheiro merece atenção especial.

5.2.8 Dos ganhos ambientais

A questão ambiental foi levada em conta na implantação de escoramentos metálicos como solução para conter e suportar o peso da laje e suas sobrecargas de trabalho. Isso porque a empresa pesquisada é certificada segundo normas de respeito ao meio ambiente, e alguns procedimentos são recomendados como, por exemplo: o rastreamento e a certificação da madeira adquirida, o que dificulta a aquisição de madeira.

Mesmo assim, o escoramento do fundo de viga foi todo executado em madeira. Para o mercado, a solução dos chamados garfos para escoramento dos fundos de viga é a solução mais barata e produtiva.

Os garfos de madeira são compostos por barrotes verticais, que sustentam a estrutura e pressionam a lateral da forma, e sarrafos que incrementam o nível do fundo da viga. Na figura 54 pode-se identificar com facilidade este acessório.



Garfo de madeira

Figura 54 - Escoramento de viga do segundo teto com garfo de madeira. Fonte: Jorge Souza

Mesmo assim houve ganho ambiental com a não utilização de madeira e utilização de escoramento metálico.

5.2.9 Dos ganhos com segurança

A contratação de empresas especializadas para fabricação, montagem, desmontagem da forma, concretagem, além de escoramento metálico, agregam o fator segurança na execução da estrutura da edificação.

Segundo o técnico de segurança responsável pela obra, é muito mais fácil a fiscalização de terceiros, isso porque, todas as orientações de segurança são passadas no ato da contratação.

Para a obra pesquisada houve representativo ganho com segurança.

5.2.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada

A contratação de empresa especializada fornece à obra garantias na utilização dos equipamentos, pois se entende que a contratada tem total domínio do produto oferecido. É com esse princípio que a empresa contratada busca no mercado empresas com reconhecida capacidade técnica mercado de construção.

Mesmo assim, a empresa contratante não fica isenta de suas responsabilidades, ou seja, é necessária uma fiscalização constante e sem ligação paternalista com as contratadas.

5.2.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento

Como foi descrito, o engenheiro residente teve outras experiências com a utilização do escoramento metálico. No entanto, ele se limita a analisar o projeto para: estimar quantidade de material, tipo do material, se é escora ou torre, e avaliar dimensões. O cálculo e dimensionamento de um projeto deve ser feito por especialistas.

5.2.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico

O entrevistado descreve, em primeiro lugar, que o ganho com segurança na obra é premissa para utilização de escoramento metálico, e em segundo lugar, mas também com seu teor de importância, está a produtividade que é sentida na sequência de reaproveitamento.

5.3 Empresa C

Na obra pesquisada foi perguntado e constatado que a empresa tem a cultura de alugar, sempre que necessário, escoramento metálico. Essa prática vem sendo utilizada há aproximadamente 20 anos. Como a empresa tem um seguimento de obras rodoviárias, os escoramentos foram primeiramente utilizados em obras de arte como: pontes e viadutos. Nos dias atuais, tanto as obras de construção civil pesada, quanto as obras de arte, e até mesmo, nos empreendimentos imobiliários, são usados escoramentos metálicos.

A empresa adquiriu material próprio para a divisão imobiliários em função de grandes repetições e da semelhança entre as obras. No entanto, o material utilizado na obra pesquisada foi fruto de locação. Esta prática é bastante utilizada, em virtude de o escoramento metálico ser um material de alto valor aquisitivo, o que ocasiona alocação de grandes recursos em atividades nem sempre utilizadas.

Nos itens a seguir estão caracterizadas as respostas descritas no formulário de pesquisa, o que dá maior credibilidade ao retorno das questões levantadas.

5.3.1 Da contratação ao armazenamento

As fases de armazenamento e o carregamento do material no depósito da empresa contratada são importantes na qualificação do equipamento utilizado, pois é onde se deve avaliar e escolher os materiais em bom estado para uso. A figura 55 mostra o armazenamento do material no depósito da empresa contratada.



Figura 55 - Material armazenado no depósito da empresa contratada. Fonte: Jorge Souza

A empresa contratada armazena os equipamentos de forma a facilitar o carregamento e o transporte horizontal mecânico, ou seja, com empilhadeira. Isso agiliza a atividade (figura 56), o que foi utilizado parcialmente em função da geografia do pátio da empresa não dar totais condições. Com relação à manutenção, muitos equipamentos precisavam ser encaminhados para desempenho, limpeza e pintura.

Foi uma afirmação do engenheiro residente a verificação das condições de manutenção do material no ato do carregamento.



→ Apoio para empilhamento.

Figura 56 - Material armazenado sobre apoio para facilitar o transporte. Fonte: Jorge Souza

Algumas recomendações de carga e descarga foram seguidas, tanto na empresa contratada quanto no canteiro de obras. Segundo o entrevistado, existem procedimentos para armazenamento de materiais no canteiro, formalizados nas instruções de trabalho, elaboradas pela certificadora da ISO 9001. As recomendações de armazenamento utilizadas não foram as

da contratada . O armazenamento do material próximo do local de uso foi importante em virtude das grandes dimensões do canteiro.

As figuras 57, 58 e 59 ilustram o armazenamento do material no canteiro. Esta forma de armazenamento facilita a utilização e evita perda de peças.



Figura 57 - Material armazenado no canteiro da obra. Fonte: Jorge Souza



Figura 58 - Braçadeiras armazenadas em caixotes. Fonte: Jorge Souza



Figura 59 - Material armazenado dentro da obra. Fonte: Jorge Souza

Foi salientado pelo engenheiro residente que a empresa contratada de escoamento metálico não forneceu procedimentos de carga, descarga e armazenamento no canteiro, o que seria de extrema importância.

5.3.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada

O construtor utiliza-se de projeto específico de escoramento metálico, tanto para o escoramento quanto para o reescoramento. Foi relatado que só são contratadas empresas especializadas que dispõem deste serviço, principalmente hoje, que há uma grande dificuldade de profissionais qualificados. A figura 60 mostra o projeto utilizado na obra pesquisada.



Figura 60 - Projeto específico de escoramento metálico. Fonte: Jorge Souza

A utilização de escoramento metálico na obra era praticamente inevitável, dados os grandes volumes de concreto a serem escorados. Contudo, em função da demora na liberação de

projetos específicos pelo projetista de estruturas, ficou percebido que não foi contemplado no planejamento das atividades da obra, o escoramento metálico, embora o engenheiro residente tenha afirmado.

É orientado pela empresa contratada, de forma contratual, que os escoramentos devem ser retirados respeitando o comportamento da estrutura em serviço, o que foi atendido e acompanhado pelo engenheiro residente.

5.3.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso

Um ponto que deve ser destacado é o não tratamento do apoio dos escoramentos situados no solo natural. Como a obra foi construída em terreno rochoso, por se tratar de uma barragem, os apoios tinham aparente estabilidade. Mesmo assim, todas as peças escoradas ficavam sobre apoios construídos de concreto, onde o escoramento pôde repousar e transferir as cargas sem problemas de apoio, conforme figura 61.

Na data da visita à obra havia chovido bastante, o que inundou os locais de apoio do escoramento, dificultando a visualização das bases. Mesmo assim, a figura 62 mostra os maciços de concreto executados que serviram de apoio para o escoramento.



Figura 61 - Grandes maciços de concreto, que serviram de apoio ao escoramento. Fonte: Jorge Souza



Piso em concreto (impermeável)

Figura 62 - Torres de escoramento montadas em apoio de concreto. Fonte: Jorge Souza

O não atendimento desta recomendação pode trazer prejuízos de ordem material de grandes proporções, a depender do porte da obra, além de causar acidentes com subtração de vidas humanas.

O laudo de liberação dos escoramentos para concretagem, juntamente com a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) devidamente registrada no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura) deve ser fornecido pela contratante, segundo informou o entrevistado.

5.3.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”

Nesta obra em particular, não foi utilizado sistema de reescoramento, pois o material utilizado para escorar as peças de concreto permaneceu até o alcance das características plenas recomendadas pelo projetista estrutural. Além disso, a desmontagem foi feita de forma gradual e sem choques, conforme recomendação da norma. Com isso, não houve comprovação do sistema de reescoramento.

Ficou constatado que os dados de deformabilidade e resistência mecânica fornecidos pelo engenheiro projetista foram todos atendidos pela obra.

5.3.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto

Este tipo de obra tem características específicas, por isso, o atendimento a todas as recomendações dos projetistas devem ser seguidas. Qualquer descuido com a má execução pode causar grandes prejuízos, afinal os volumes de execução são grandes. Todas as recomendações estavam sendo seguidas, incluindo os ciclos de montagem e desmontagem.

Os acúmulos são evitados ao máximo, fiscalizados pelos mestres, encarregados e engenheiros de campo. As dimensões das peças concretadas fazem com que os cuidados com as sobrecargas sejam redobrados.

5.3.6 Dos ganhos com produtividade

Vários mecanismos foram implementados na obra para obtenção de ganhos de produtividade, tais como: a mecanização do canteiro com máquinas e equipamentos em muitas funções, a implantação de uma central de concreto no canteiro, a exploração de jazida de agregado nos limites do canteiro, a utilização de explosivos na escavação, entre outros.

A forma e o escoramento metálico foi descrito pelo engenheiro responsável como um dos mecanismos de obtenção de boa produtividade. No entanto, foi comentado que não havia outra solução para execução da obra sem utilização de tais soluções, sem que houvesse muita perda de tempo e de mão de obra.

5.3.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento

Tendo a obra um canteiro extenso, os ganhos com armazenamento foram descritos pelo entrevistado como regular. Mesmo assim, ficou constatado que é de suma importância que o material seja depositado próximo ao local de utilização, principalmente na obra pesquisada.

Para se ter uma noção real das dimensões do canteiro e da distância entre as frentes de trabalho, as quais utilizavam escoramento, todo transporte de pessoal era feito de automóvel ou ônibus, que circulavam intermitentemente pela obra.

5.3.8 Dos ganhos ambientais

Um dos atrasos na liberação dos projetos foi causado pela CPRH, Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos, órgão de controle ambiental que fiscaliza e libera projetos para construção. Em se tratando de uma obra de barragem, onde o curso do Rio Sirinhaém seria desviado, a CPRH manteve uma intensa fiscalização. A utilização de escoramento metálico foi vista também como uma opção para minimizar perdas ambientais.

A empresa construtora está em processo de certificação da ISO 14000 e faz recomendações de intensificar o uso de materiais que venham a substituir produtos, como a madeira.

5.3.9 Dos ganhos com segurança

Obras de barragens têm, historicamente, seus quantitativos vultuosos, afinal a obra é composta basicamente por terraplenagem, concreto rolado e concreto estrutural. Este último é utilizado nas peças que requerem escoramento e têm suas dimensões variando entre 0,80m de 2,80m de espessura, o que ocasiona um peso médio de, aproximadamente, cinco toneladas por metro quadrado.

Cargas como esta são melhor absorvidas por escoramentos metálicos, porque as madeiras têm suas características variavelmente definidas, o que ocasiona grandes coeficientes de segurança. O escoramento metálico é industrializado e tem todas as suas características aferidas por laboratórios especializados, o que traz maior segurança para o usuário.

Este assunto foi discutido com o entrevistado e ele tinha suficiente conhecimento para discernir pela opção do escoramento metálico para sua obra.

5.3.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada

Segundo informações do entrevistado, as responsabilidades técnicas sobre os serviços executados na obra são de total responsabilidade do construtor, mesmo as atividades praticadas por terceiros especializados. Estes profissionais especializados terminam por fornecer know-how ao construtor, por possuir vasta experiência na atividade desenvolvida, compartilhando responsabilidades.

A contratação de empresa especializada tem sua importância avaliada como regular. Contudo, estas devem, impreterivelmente, conter inscrição nos órgãos ou conselhos profissionais, pois só assim é atestado e fiscalizado o título de empresa técnica.

5.3.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento

O entrevistado desta obra foi o engenheiro residente. Ele executou outras obras que fizeram uso de escoramento metálico. No entanto, limitou-se a informar que pouco conhece sobre o dimensionamento. Havia um entendimento prático quanto à leitura de projeto e execução da montagem, seguindo orientações de plantas e cortes, conforme constatado no campo.

5.3.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico

Pelas características da obra, em função das grandes peças de concreto, a utilização de escoramento metálico foi satisfatória, pois economizou grandes volumes de madeira e de mão de obra.

5.4 Empresa D

Na obra pesquisada foi perguntado e constatado que a empresa não tem a cultura de alugar escoramento metálico. Essa é a segunda obra da empresa que utiliza o sistema. A empresa resolveu utilizar em função da alta no preço da madeira, matéria prima para fabricação de escoramento, além de perspectivas de expansão do mercado imobiliário.

A empresa adquiriu material próprio para seu empreendimento imobiliário em função da possibilidade de crescimento do seu número de canteiros de obras. Assim, todo o escoramento utilizado é próprio da empresa e complementado com madeira, caso necessário.

Nos itens a seguir estão caracterizadas as respostas descritas no formulário de pesquisa, o que dá maior credibilidade ao retorno das questões levantadas.

5.4.1 Da contratação ao armazenamento

A empresa pesquisada decidiu trabalhar com escoramento metálico desde a etapa de concepção dos projetos. Os escoramentos utilizados são de propriedade da incorporadora, os

quais foram adquiridos para execução de um empreendimento construído anteriormente ao pesquisado.

Segundo o entrevistado, a aquisição de equipamentos utilizados na construção deve ser avaliada. Só com a possibilidade de muitos reaproveitamentos é que se torna economicamente viável.

Para o caso específico de escoramento metálico, os seus valores são atrelados à alta de preço do aço, sua principal matéria prima. O Brasil, mais especificamente o setor da construção civil, está vivendo um momento econômico favorável, o que amplia a demanda por produtos ligados a este seguimento, conseqüentemente, aumentando seus valores para aquisição.

O engenheiro responsável tinha estes valores bem representados em seu orçamento e planejamento da obra, pois antes de iniciar a utilização do escoramento, todo o material teve que passar por uma revisão, incluindo: tratamento de superfície com lixamento, desempenho e pintura. As figuras 63, 64 e 65, apresentam a área destinada para manutenção e armazenamento dos equipamentos metálicos.



Figura 63 - Equipe de manutenção de peças metálica. Fonte: Jorge Souza



Figura 64 -Manutenção de material metálico. Fonte: Jorge Souza



Figura 65 - Local de armazenamento de material metálico. Fonte: Jorge Souza

A manutenção dos equipamentos de escoramento metálico é de grande importância na conservação de suas características estruturais. Afinal, trata-se de um elemento com funções estruturais, que sem manutenção, pode ter sua vida útil reduzida. Agentes agressivos podem provocar manifestações patológicas como corrosão, além de o ambiente da construção civil ter seus catalisadores para uma redução na vida útil dos equipamentos.

Para o armazenamento foi utilizada uma área próxima à área de manutenção. Os pavimentos atípicos da edificação tomam toda a área do terreno, mas só serão construídos após a conclusão da estrutura dos pavimentos tipo, o que fornece espaço no canteiro para outras atividades.

Não houveram recomendações para carga e descarga, tão pouco para armazenamento. Contudo, na construção de outro empreendimento, utilizou-se escoramento metálico locado, o qual as recomendações foram cedidas e incorporadas na rotina da empresa.

5.4.2 Da utilização do projeto ao plano da obra e plano de retirada

Caso houvesse projeto específico, fornecido por empresa especializada, o mesmo seria seguido rigorosamente, segundo informações do entrevistado. Por isso a resposta positiva para a utilização de projeto específico no questionário. No entanto, para o empreendimento pesquisado foi aplicada à experiência passada do engenheiro residente, do encarregado da obra e de recomendações do projetista estrutural.

No plano da obra não consta o método a ser seguido para montagem e desmontagem dos escoramentos metálicos. Como foi descrito, a empresa pesquisada é de pequeno porte e o empresário é o responsável técnico dos empreendimentos, o que, segundo o mesmo, impossibilita a tomada de ação como plano da obra.

5.4.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso

Houve uma preocupação evidente do construtor com o dimensionamento do apoio dos escoramentos, pois como pode ser visto nas figuras 66 e 67, o contrapiso foi concretado antes do início da montagem do escoramento. Tendo um apoio sólido e rígido, a possibilidade de recalques diferenciais é eliminada, o que mantém o nível da laje a ser concretada.



Contrapiso de concreto

Figura 66 - Contrapiso concretado antes da colocação dos escoramentos. Fonte: Jorge Souza

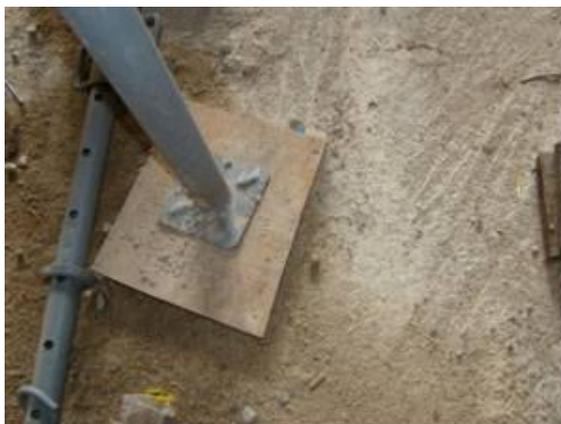


Figura 67 - Escora apoiada em contrapiso de concreto. Fonte: Jorge Souza

Não houve elaboração de laudo e/ou vistoria por parte de empresa especializada. O acompanhamento do escoramento, enquanto em uso, é feito pelo engenheiro responsável e pelos mestres e encarregados de obra. Percebeu-se pouco apuro técnico para o manuseio dos escoramentos metálicos. Problemas como falta de prumo e alinhamento eram recorrentes, como se pode observar na figura 68.



Figura 68 - Escoramento montado sem critério técnico. Fonte: Jorge Souza

5.4.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”

Embora o entrevistado tenha respondido que há uma comprovação da resistência do sistema de reescoramento, e que são seguidas metodologias para a retirada dos mesmos, pode-se perceber a falta de critérios para a execução destas tarefas. Foi constatado que, em alguns

trechos de laje, o escoramento era retirado e só em seguida era introduzido o reescoramento, o que não é recomendado (figura 69).



Figura 69 - Trecho de laje iniciando o reescoramento. Fonte: Jorge Souza

Dados como deformabilidade e resistência do concreto foram levantados por empresa terceirizada de controle tecnológico e fornecidos ao engenheiro responsável, o qual os utiliza para avaliar a precocidade ou não da retirada do escoramento e introdução do reescoramento.

A desmoldagem das formas e desmontagem dos escoramentos é conduzida de forma racional, acompanhada de perto pelos encarregados. “Isso mantém o material em bom estado durante toda a obra e reduz acidentes”, informou o entrevistado.

Dados como resistência do concreto e módulo de elasticidade são fornecidos em projeto estrutural elaborado por engenheiro projetista estrutural. Todas as recomendações do projeto são seguidas e garantidas pelo engenheiro responsável, com base na análise de empresa terceirizada de controle tecnológico.

5.4.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto

Todas as recomendações do projetista estrutural, de periodicidades quanto às idades do concreto, são respeitadas, o que influencia intimamente a retirada e a introdução do escoramento e do reescoramento, respectivamente.

São evitados e acompanhados, pelos encarregados, os acúmulos de concreto no ato da concretagem.

5.4.6 Dos ganhos com produtividade

A obra pesquisada tem, assim como outras, a prática de utilizar escoramento metálico apenas na laje. Nas vigas são utilizados garfos de madeira. Em virtude do uso de madeira, a obra sofreu um atraso de quinze dias para a execução da concretagem da primeira laje.

A fabricação das peças de madeira atrasou a entrega, em virtude da escassez de mão de obra especializada, o que ocasionou atraso no cronograma de execução da obra. Há uma proporção visivelmente maior de utilização de madeira em comparação ao escoramento metálico, mesmo sendo a área de superfície de contato do escoramento metálico bem maior que a do escoramento de madeira.

Isso apenas reforça a tese de desconhecimento das características da madeira, muitas vezes gerando subdimensionamento das peças e utilização de grandes volumes. A figura 70 representa bem esta idéia de desproporcionalidade.



Figura 70 - Proporção de utilização de madeira em fundo de viga. Fonte: Jorge Souza

As descrições acima embasam o ganho de produtividade com a utilização de escoramento metálico em comparação ao escoramento de madeira, além de proporcionar outros ganhos como: organização e limpeza do canteiro.

5.4.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento

Como ficou caracterizado na figura 71, o canteiro da obra tem espaço suficiente para as atividades de armazenamento, entre outras necessárias a sua execução. Além de o canteiro oferecer espaço para uma boa organização, o engenheiro responsável teve o cuidado de administrar os espaços da obra com gestão e planejamento. Com isso, os ganhos de espaço para armazenamento com a utilização de escoramento metálico foram regulares.



Figura 71 - Visão panorâmica do canteiro da obra. Fonte: Jorge Souza

Com a análise do canteiro pode-se verificar que o ganho de espaço não foi satisfatório em virtude de o material de escoramento metálico ter sido armazenado todo no canteiro, aguardando sua utilização, não fazendo jus a sua ininterrupta aplicação, o que o mantém em uso constante, além de fazer necessária a destinação de área para manutenção.

5.4.8 Dos ganhos ambientais

Segundo o entrevistado, os ganhos ambientais com a utilização de escoramento metálico foram positivos, pois proporcionou a economia na aquisição de madeira para fabricação de escoramento para as lajes.

No entanto, pode-se verificar que a utilização de escoramento metálico poderia ser mais amplamente aplicada. Casos como o escoramento da laje do reservatório inferior (figura 72) foram executados com madeira, além de algumas lajes do próprio pavimento.



Figura 72 - Escoramento da laje de tampa do reservatório inferior. Fonte: Jorge Souza

5.4.9 Dos ganhos com segurança

Segundo a opinião do entrevistado, as expectativas de segurança com a execução de concretagem de laje utilizando-se escoramento metálico são positivas, por estar trabalhando com um material, comentado pelo entrevistado, como mais rígido, e sem características volúveis, como se apresenta a madeira.

5.4.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada

O entrevistado respondeu ser positiva a alienação de responsabilidade técnica para terceiros, no caso de escoramento, ao locador ou fabricante. No entanto, o material adquirido pelo construtor não trouxe consigo tais documentos, e em virtude do tempo de aquisição, isso não pode ser exigido pelo engenheiro responsável.

5.4.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento

O entrevistado reconheceu ser absolutamente leigo no que se refere a escoramento metálico. Por ser a segunda obra do engenheiro, e não tendo ele utilizado projeto em nenhuma das duas obras, não havia na data da entrevista sequer o mínimo conhecimento na interpretação de um projeto. Todo o escoramento foi executado segundo recomendações de espaçamento do engenheiro projetista estrutural, aliado ao empirismo.

5.4.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico

Os ganhos econômicos com a utilização de escoramento foram descritos como regular, em virtude da manutenção necessária, após a conclusão de cada obra, por conta do passivo imobilizado nos equipamentos de alto valor monetário.

5.5 Empresa E

Na obra pesquisada foi perguntado e constatado que a empresa não tem a cultura de alugar escoramento metálico. Essa é a primeira obra da empresa que utiliza o sistema. A empresa resolveu utilizar em função de a obra tratar-se de um conjunto residencial constituído por 08 torres de 07 pavimentos, o que remete grandes repetições, além, do alto preço da madeira, matéria prima para fabricação de escoramento.

Todo o escoramento da obra é próprio da empresa e complementado com madeira, caso necessário.

Nos itens a seguir estão caracterizadas as respostas descritas no formulário de pesquisa, o que dá maior credibilidade ao retorno das questões levantadas.

5.5.1 Da contratação ao armazenamento

A empresa pesquisada não contratou antecipadamente as empresas prestadoras de serviço de estruturas, tais como: concreteiras, locadora de escoramento e de forma. Este fato foi observado pela disposição de alguns equipamentos no canteiro, mesmo tendo espaço para a organização. Mesmo assim, a qualidade nos materiais adquiridos foi exigida e verificada pelo engenheiro responsável.

O empresário, em consenso com o engenheiro, utilizou-se da justificativa que o mesmo equipamento seria reaproveitado inúmeras vezes, em virtude da característica da obra, viabilizando, economicamente, a aquisição dos equipamentos, levando em consideração que o mesmo teria que ser novo e manter-se em constante manutenção.

Os equipamentos chegaram à obra num prazo satisfatório, antes de sua utilização, e foram armazenados em gaveteiros paletizados, semelhante a exemplos anteriores, os quais facilitam o transporte vertical, além de manter o canteiro de obra organizado. Todo o material foi aplicado (figura 73), ou seja, nada ficou armazenado, o que indicou pouca interferência na organização do canteiro. Com exceção de algumas peças mantidas para reposição, as quais se apresentam na figura 74.



Figura 73 - Material aguardando utilização. Fonte: Jorge Souza



Figura 74 - Material sem aplicação armazenado. Fonte: Jorge Souza

Embora o material tenha sido comprado, o fornecimento do projeto por empresa terceirizada foi uma exigência do engenheiro responsável. Ele desconhecia a recomendação da norma sobre o assunto. O projeto é indicativo de segurança e agilidade, pois a empresa especializada projeta a melhor solução para a necessidade da obra.

A empresa construtora seguiu o projeto fornecido pelo fornecedor conforme recomendação da NBR 15696 (ABNT, 2009), mesmo que inconscientemente.

O projeto utilizado para montagem e desmontagem do escoramento e reescoramento, além das recomendações de execução, estão apresentados conforme as figuras 75 e 76.

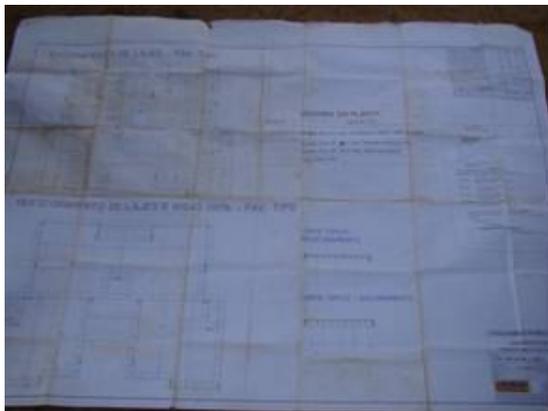


Figura 75 - Projeto de escoramento e reescoramento metálico das lajes. Fonte: Jorge Souza



Figura 76 - Projeto de escoramento de vigas em madeira. Fonte: Jorge Souza

A empresa construtora teve alguns atrapalhos com relação à concepção do projeto, o que influenciou no planejamento da obra. O empreendimento havia sido concebido em alvenaria estrutural. No entanto, alguns ensaios do solo não apresentaram resultados satisfatórios, o que levou a empresa a elaborar um projeto estrutural em concreto armado. Só assim foi identificada a necessidade do uso de escoramento metálico.

A retirada dos escoramentos estava sendo executada em desconformidade à norma. Vigas sendo soltas, escoras sendo jogadas, e afrouxamento de escoramento sendo feito com marreta, caracterizavam a forma de desmontagem do escoramento. Tudo isso em virtude do desconhecimento e da inexperiência da equipe de produção quanto ao uso de escoramento

metálico. No caso da execução da desmontagem do segundo pavimento, o engenheiro responsável orientou a equipe de acordo com as recomendações da norma.

5.5.3 Do dimensionamento do apoio ao acompanhamento do escoramento em uso

O escoramento, no caso deste empreendimento, fica apoiado no aterro do caixão, ou seja, em terreno compactado contido pelas cintas de amarração dos pilares de bordo. No entanto, todos os edifícios têm altura superior ao terreno natural, fazendo com que a cinta fique abaixo do nível de apoio do escoramento. Isso ocasionou a necessidade de execução de uma alvenaria de contenção de aterro no pavimento térreo dos edifícios, como mostra a figura 77.

Para cumprir o cronograma de execução da laje foi necessário criar apoios de concreto para complementação da altura das escoras, pois não foi possível aterrar e compactar o terreno interno ao caixão. Este fato poderia ter causado um acidente em virtude do comprometimento da estabilidade.



Figura 77 - Alvenaria de contenção – aterro do caixão. Fonte: Jorge Souza

Mesmo com todo o cuidado e seguindo as recomendações do projetista quanto ao aterro e compactação do caixão, o terreno cedeu e não agüentou a pressão exercida pelo escoramento da laje (figura 78). Este problema pode ter ocorrido por fatores tais como: utilização de material plástico no aterro ou má compactação. Tais problemas ocasionam uma deformação precoce das lajes escoradas, além de utilização de maiores volumes de concreto que o projetado.



Figura 78 - Apoio cedido. Fonte: Jorge Souza

O acompanhamento da execução foi feito pela empresa fornecedora do escoramento. A aquisição do produto, incluindo assistência técnica de pós venda, foi uma solicitação do engenheiro responsável. Assim, as dúvidas e divergências executivas seriam esclarecidas periodicamente, sem atrapalhar o andamento da obra.

O comportamento da estrutura do escoramento foi acompanhado durante a concretagem por dois carpinteiros e, em seguida, houve um acompanhamento de cura do concreto lançado.

5.5.4 Do reescoramento à garantia de características do concreto “in loco”

A empresa construtora tem em seu planejamento executivo a concretagem de uma laje por semana, e dentro desse plano, o escoramento é retirado com três dias, sem recomendações do engenheiro projetista.

O mais preocupante é que neste prazo ainda não se havia obtido resultado do ensaio de resistência à compressão do concreto para analisar o atendimento às características de projeto, características estas que algumas vezes não foram atendidas, ocasionando a necessidade de um ensaio de espirometria, e de extração de um corpo de prova para análise em laboratório. Após terem sido obtidos os resultados, foram feitas as devidas correções.

5.5.5 Dos ciclos de escoramento aos problemas de acúmulo de concreto

Não houve recomendação dos ciclos de remoção e introdução dos escoramentos e do reescoramento, respectivamente. No entanto, o engenheiro responsável foi consultar o projetista para obter tais informações e aplicá-las na obra.

Mesmo com a ânsia pela conclusão da tarefa e a liberação de grandes volumes de concreto, incompatíveis com a equipe de produção, os acúmulos de concreto foram evitados.

Foi informado pelo engenheiro residente que a equipe de produção, formada pela empresa terceirizada que monta e desmonta os escoramentos e as formas, é orientada para evitar o acúmulo de concreto. Ações como dimensionamento de velocidade de concretagem ajudam a controlar o problema.

5.5.6 Dos ganhos com produtividade

A utilização de um material leve e versátil, com aplicação semelhante aos sistemas convencionais de escoramento, foi determinante para aquisição e aplicação de escoramento metálico. Contudo, a inexperiência da equipe de produção atrapalhou a produtividade nas primeiras utilizações do material, que foi melhorando até chegar a valores comparáveis com o investimento, segundo o engenheiro responsável.

5.5.7 Dos ganhos com espaço no armazenamento

A obra foi construída em etapas. Por ter um canteiro com grandes dimensões, o armazenamento de equipamentos na obra não foi problema. Além disso, todo o material estava aplicado como escoramento.

Na fase de armazenamento, antes do início efetivo da obra, os palets e caixotes metálicos foram de extrema importância na organização do canteiro. O ganho de espaço foi descrito como regular.

5.5.8 Dos ganhos ambientais

A questão ambiental foi muitas vezes citada como relevante para decisão da utilização de escoramento metálico, no entanto, o escoramento das vigas foi executado em madeira.

Segundo o engenheiro responsável, levando-se em conta apenas as despesas diretas ligadas ao escoramento, não há escoramento metálico que seja mais economicamente viável que os garfos fabricados em madeira.

Mesmo assim, houve ganho ambiental sem a utilização de madeira e com a utilização de escoramento metálico.

5.5.9 Dos ganhos com segurança

A contratação de empresas especializadas para fabricação de escoramento metálico agrega o fator segurança na execução da estrutura da edificação e na qualidade nos serviços prestados.

Para a obra pesquisada houve um justificado ganho com segurança, relativas às ações da obra.

5.5.10 Dos ganhos na utilização de ART especializada

Com a contratação de empresa especializada, a obra utiliza-se de garantia dos equipamentos fornecidos. A especialização eleva o nível dos serviços quanto à capacidade técnica e qualificação dos profissionais envolvidos, pois sua experiência aumenta o acervo técnico da empresa, transferindo mais segurança no fornecimento de ART.

Segundo o engenheiro responsável, há um ganho significativo na contratação de empresa especializada que forneça ART, em face ao investimento, que muitas vezes é maior que o feito em empresas sem este fornecimento.

5.5.11 Do grau de conhecimento do entrevistado com o dimensionamento de escoramento

O engenheiro residente teve outras experiências com escoramento metálico, limitando-se a ações executivas, tais como leitura de projeto para execução da obra.

O grau de conhecimento de dimensionamento de um projeto de escoramento metálico foi descrito pelo próprio entrevistado com ruim.

5.5.12 Dos ganhos econômicos com a utilização de escoramento metálico

O entrevistado ressalta um excelente ganho econômico em virtude do grande número de reaproveitamento do material em um mesmo canteiro de obra, afinal são doze edifícios a serem construídos, além da equipe prática na execução dos escoramentos e reescoramentos.

5.6 Resumo das expectativas do usuário de escoramento metálico com relação a produtividade, ganho de espaço no armazenamento, impacto ambiental positivo, segurança na execução e apropriação de responsável técnico

As mais recorrentes expectativas mencionadas pelos entrevistados estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Expectativas dos entrevistados

Empreendimento	A	B	C	D	E
Produtividade	BOM	REGULAR	BOM	BOM	BOM
Ganho espaço no armazenamento	REGULAR	BOM	REGULAR	REGULAR	REGULAR
Impacto ambiental positivo	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
Segurança na execução	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
Apropriação de responsável técnico	BOM	BOM	REGULAR	BOM	BOM

Avaliando-se os requisitos propostos na pesquisa e descritos na tabela 2, pode-se verificar que, no empreendimento B o engenheiro responsável descreveu que a produtividade não tinha grande relevância nas ações executivas de sua obra. No entanto, a obra pesquisada tem todas as características de aplicabilidade de escoramento metálico com o intuito de aumentar esta característica, afinal o empreendimento é composto de várias torres iguais de muitos pavimentos, onde a aplicação do escoramento viabiliza a produtividade.

Outro ponto a ser comentado foi a irrelevância da utilização de escoramento metálico para fins de economia de espaço para armazenamento, pois oitenta por cento dos pesquisados responderam achar regular este requisito proposto. No trabalho de Campo ficou evidenciada não existir este tipo de necessidade. Mesmo sabendo que os canteiros de obra estão cada vez mais apertados, em virtude da escassez e conseqüente valorização dos terrenos, os responsáveis estão constantemente tentando adequar-se a esta nova realidade. Percebeu-se sim, que há um ganho de espaço com a utilização correta do escoramento, no entanto, o fato não era tratado com a devida importância.

Requisitos com ganho no impacto ambiental, aumento de segurança na utilização e apropriação de responsabilidade técnica foram constantemente citados como expectativas na contratação de escoramento metálico. Nos dias atuais, o apelo por questões ambientais é assunto constante na aquisição de insumos e contratação de qualquer serviço para construção civil. Na subcontratação destes serviços é sempre buscado o compartilhamento das responsabilidades e, principalmente, garantias de segurança, por se tratar de serviço de grande responsabilidade.

O entrevistado, engenheiro residente, da empresa C, respondeu ser regular a apropriação de responsável técnico para a obra pesquisada. No entanto, ele se referiu ao tamanho da obra e as diversas disciplinas que nela se apropriam, ou seja, apenas a responsabilidade técnica do escoramento metálico não atenderia todas as suas expectativas quanto a esta ação. O que parece um tanto quanto contraditório, pois dada as dimensões da obra, o compartilhamento de responsabilidades com as empresas terceirizadas, especializadas, traz o mínimo de tranquilidade para o contratante.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O escoramento metálico é uma atividade largamente utilizada na construção civil, contudo pouco estudada. E por se tratar, na maioria das vezes, de uma subcontratação da construção, há pouco interesse em analisar sistematicamente suas vantagens, embora algumas delas sejam buscadas como diferenciais competitivos pelos usuários.

Para isso foi necessário elaborar uma pesquisa com a intenção de levantar as expectativas do usuário de escoramento metálico. Para esta pesquisa, a análise restringiu-se a obras de construção civil que utilizem este sistema. Foram propostas como expectativas: produtividade, ganho de espaço com armazenamento, impacto ambiental positivo, segurança na execução e apropriação de responsável técnico. Estas foram confirmadas com a pesquisa e levantamento de campo, com exceção do item ganho de espaço com armazenamento, que embora algumas literaturas consagradas confirmem, não foi constatado.

Com a pesquisa, também foi possível levantar o nível de conhecimento do usuário com relação ao tema. Dos cinco entrevistados, todos engenheiros civis, três responderam ter um conhecimento ruim do assunto e dois responderam ter um conhecimento regular. Os entrevistados responderam limitar-se à execução de obra e levantamentos quantitativos, baseado em leitura de projeto específico, não havendo aprofundamento no dimensionamento e elaboração de projeto.

Foi preciso padronizar as características dos canteiros a cerca de uma normatização. Para isso foram incluídas questões que constatavam a aplicação ou não das recomendações da norma NBR 15696 (ABNT, 2009), sempre fundamentadas nas expectativas levantadas dos usuários.

A pesquisa apresentou um resultado satisfatório, mesmo sendo as recomendações da norma atividades praticadas nos canteiros de obra pernambucanos. Questões como: recomendações de carga; dimensionamento da base de apoio; preocupações na retirada do escoramento; acompanhamento da estrutura de escoramento; cuidados com as recomendações do projetista

estrutural; respeito aos ciclos de remanejamento; e cuidados com acúmulos de concreto na laje no ato da concretagem, foram muitas vezes confirmados na entrevista e “in loco”, onde circunscreveu todas as obras pesquisadas dentro de um padrão semelhante, facilitando o resultado da pesquisa.

Levantadas as expectativas dos usuários, baseadas nas maiores incidências de confirmação segundo pesquisa e levantamento de campo, foi possível propor os requisitos de desempenho:

- Produtividade;
- Impacto ambiental positivo;
- Segurança na execução; e
- Apropriação de responsável técnico.

Sendo assim, conclui-se que os requisitos propostos representam a expectativa dos usuários de escoramento metálico em obras de construção civil. Estes devem ser levados em conta por construtores que vierem adquirir escoramento para uso próprio; por empresas locadoras, as quais ofereceram este serviço aos locatários; e por empresas fabricantes, que terão que se basear nas normas regulamentadoras e nestes requisitos para fabricação de seus produtos, destinados à execução de escoramento metálico.

Outra questão relevante é a adequação da norma NBR 15696 (ABNT, 2009) aos requisitos propostos neste trabalho, pois, aparentemente, esta foi escrita para as empresas fabricantes e locadores de forma e escoramento; no entanto, o usuário terá que ser levado em conta, pois é o beneficiado final com a consideração dos requisitos nas aplicações de dimensionamento, projeto e execução.

Uma proposta para trabalhos futuros seria a elaboração de critérios de desempenho para os requisitos propostos. Um trabalho baseado em referências bibliográficas, trabalho de campo e ensaios de laboratório contemplaria respostas para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estrutura de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 6120**: Cargas para cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

_____. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

_____. **NBR 6355**: Perfis estruturais de aço formado a frio – Padronização. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 7678**: Segurança em obras. Rio de Janeiro, 1983.

_____. **NBR 7190**: Projetos de estrutura de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 8681**: Ações e segurança na estrutura – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 8800**: Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 9532**: Chapas de madeira compensada. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 14931**: Execução de estrutura de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15575**: Edifícios de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 15696**: Formas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro, 2009.

BARKOKÉBAS JUNIOR, B.; PESSOA, R. C. Controle e Prevenção de Acidentes do Trabalho na Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco. In: II Seminário de Iniciação Científica da UPE. **Anais**. Recife: Editora Universidade de Pernambuco, 1998. v. 1. p. 17-17.

BATISTA, A.M. Contribuição e recomendações para a minimização de acidentes com cimbramento na concretagem das edificações. In: 42 Congresso Brasileiro do Concreto. **Anais**. Fortaleza Ceará: 42 IBRACON, 2000.

BATISTA, A.M., DEMACHI, C.R. Desempenho mecânico à flexão estática de vigas de madeira reforçadas com tiras de chapas de aço nas zonas comprimidas e tracionadas utilizando prego. In: IX Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas em Madeiras. **Anais**. Cuiabá: IX EBMEM, 2004. v.1.

BATISTA, A.M., MASCIA N.T. Avaliação experimental de torres metálicas utilizadas em escoramentos de estrutura de concreto. In: 48 Congresso Brasileiro do Concreto. **Anais**. Rio de Janeiro: 48 IBRACON, 2006a. v.1. p.1-11.

BATISTA, A.M., MASCIA N.T. Cimbramentos metálicos. Sintomas patológicos. In: IV Congresso Iberoamericano de Patologias das Construções e VI Congresso de Controle de Qualidade. **Anais**. Porto Alegre: Leme, IV CPEGEC, 1997.v.2.

BATISTA, A.M., MASCIA N.T. Escoras metálicas empregadas em cimbramentos para edificações e concreto armado. In: 32 Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural. **Anais**. Campinas: Audio press, 2006b. v.1. p.1-10.

BRASIL, D. R. **Utilização de Estruturas de Aço na Recuperação de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro, 2008. (Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia, Universidade do Rio de Janeiro, para obtenção do título de Engenheiro Civil).

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2011.

BRITO, V. L., **Arquibancadas Temporárias Utilizadas em Eventos Urbanos: Análise de projeto**, 2005. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 18218**. Pressure of fresh concrete on vertical formwork (Pressão do concreto fresco sobre forma vertical). 1980.

FILOMENO, J. G. B., **Manual de direito do consumidor**. São Paulo: Atlas. 2010.

FORTEQUIPE **Andaimes e Escoramentos**. – Torres de escoramento. Disponível em http://www.fortequip.com.br/fortequip_folder.pdf. Acesso em: 20 de fevereiro de 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241**. Performance Standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered (Normalização e Desempenho dos Edifícios. Princípios de sua preparação e fatores a serem considerados). 1984.

LIMA, R. P. (Brasil). **Catálogo técnico ESTAF Equipamentos Ltda**. Recife, 1990.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M., **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MITIDIERI FILHO, C. V.; HELENE, P. R. L. Avaliação de Desempenho de Componentes e Elementos Construtivos Inovadores Destinados a Habitação. Proposições específicas à Avaliação de Desempenho Estrutural. 38p. **Boletim Técnico**. São Paulo: Epusp, 1998.

OLIVEIRA, R. A.; LOPES, F. A. F.; SILVA, F. A. N., Análise de Estabilidade de Escoramentos Metálicos Tubulares. In: XII Encontro Sobre Modelagem Computacional. **Anais**. Petropolis : UERJ, 2009. v.1. p.1-10.

PFEIL, W. **Cimbramentos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1987.

PFEIL, W. E PFEIL, M., **Estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.a., 2006.

RIBEIRO, L. S.; RIBEIRO, G. M. A. **Montador de Andaime**. Salvador: [S.n], 2006 (Apostila do curso para Montador de Andaime – Prominp – SENAI)

SANTOS, F. R.; SILVA, S.V.; BATTAGIN, I. L. S.; VENDRAMINE, J. A. A.; MOREL, R.; ASSAHI, P. N.; THEODORO, M. S.; LIMA, C. P.; RODRIGUES, W.; DEMARZO, M. A.; CHADE, W. T.; GUILHERME, M. R.; ARY, J. L.; SOLA, M. E.; KONISHI, J.; POSSENTI, C.; BATISTA, A. M. (Org.). **Projeto de norma - Formas e escoramentos para estrutura de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Disponível em: <www.ufs.com.br/itatiba/mestrado>. Acesso em: 02 junho 2009.

SILVA, J. P., (Brasil). **Projetos e Cálculo Técnicas e equipamentos Mills**. São Paulo, 1990.

SOUZA, J., (Brasil) (Org.). **Manual SH de fôrmas para concreto e escoramentos metálicos**. São Paulo: Pini, 2008.

WEBER, M. S. Sistema Nacional de Avaliação da Qualidade. Disponível em: [HTTP://www4.cidade.gov.br/pbqp-h](http://www4.cidade.gov.br/pbqp-h). Acesso em 11 setembro 2010.

ZOMIGNANI, E. **Cimbramento metálico: Estudo experimental utilizando escoras metálicas**. Guarulhos: CONIC-SEMESP, 2006.

ANEXO A – Formulário de Pesquisa



FORMULÁRIO DE PESQUISA

OBRA:
ENTREVISTADO:
FORMAÇÃO:

EMPRESA:
CARGO:
DATA:

RESPOSTAS

QUESTÕES OBJETIVAS:	RESPOSTAS		
	SIM	NAO	
1 - No ato da contratação é uma preocupação da empresa verificar a condição de manutenção dos equipamentos?			
2 - As recomendações de carga e descarga do locador são seguidas?			
3 - As recomendações de armazenamento do locador são seguidas?			
4 - Quando contratado o escoramento metálico, sua montagem é conduzida mediante utilização do projeto específico?			
5 - No plano da obra consta o método a ser seguido para montagem e desmontagem dos escoramentos?			
6 - A retirada dos escoramentos é feita respeitando o comportamento da estrutura em serviço e/ou orientada pelo responsável técnico pela obra?			
7 - O dimensionamento da base de apoio é de responsabilidade do responsável técnico pela execução da obra. São tomadas medidas de precaução para evitar recalques prejudiciais na base de apoio ou no solo?			
8 - É elaborada uma vistoria/laudo por parte da empresa contratada após a conclusão da montagem e antes da concretagem?			
9 - É executado um acompanhamento da estrutura (escoramento) enquanto em uso, por parte do contratante?			
10 - Para a situação de substituição de sistemas (escoramento/reescoramento) há recomendação da metodologia e comprovação de resistência do novo sistema?			
11 - Os dados de deformabilidade e resistência do concreto, usados para o planejamento do reescoramento, são fornecidos pelo engenheiro estrutural ou pelo engenheiro responsável da obra?			
12 - No ato da desmontagem, esta é executada sem choques, lenta e gradualmente?			
13 - O engenheiro/projetista estrutural informa valores mínimos de resistência à compressão e módulo de elasticidade que devem ser obedecidos concomitantemente?			
14 - O engenheiro responsável pela obra garante o f_{cj} (resistência obtida "in loco") e o E_c (módulo de elasticidade do concreto) especificados no projeto estrutural?			
15 - São respeitados os ciclos de remoção e remanejamento dos escoramentos segundo recomendações do engenheiro/projetista estrutural?			
16 - São evitados os acúmulos de concreto, durante a fase de concretagem, para que as sobrecargas de projeto não sejam ultrapassadas?			
QUESTÕES PARA PONTUAÇÃO:	RUIM	REGULAR	BOM
1 - Avaliar o ganho com produtividade na utilização de escoramento metálico na execução da obra:			
2 - Avaliar o ganho de espaço para armazenamento com a utilização de escoramento metálico:			
3 - Avaliar o impacto ambiental positivo para a obra com o uso de escoramento metálico:			
4 - Qual o grau de segurança e confiabilidade na execução de concretagem quando utiliza-se escoramento metálico?			
5 - Qual o grau de despreocupação do responsável pela obra com a utilização de escoramento metálico e apropriação de responsável técnico?			
6 - Qual o grau de conhecimento do responsável pela obra com relação ao dimensionamento e execução de escoramento metálico?			
7 - A obra espera ter resultados econômicos de que magnitude com a utilização de escoramento metálico, em comparação com a madeira?			
QUESTÃO SUBJETIVA			
1 - Qual a principal expectativa positiva ao utilizar escoramento metálico?			