ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DO SISTEMA DE FÔRMAS DESLIZANTES EM COMPARAÇÃO COM O SISTEMA FÔRMAS CONVENCIONAIS

JOÃO CARLOS DE MEDEIROS LIMA[1], RAMON YOGO MARINHO VIEIRA[2], MARIA RÔSANGELA DE OLIVEIRA[3]

RESUMO

O crescimento dos centros urbanos e o desenvolvimento industrial têm exigido cada vez mais das construções e dos seus métodos que em sua grande maioria são muito antigos e às vezes arcaicos. As construtoras se deparam com novos projetos, novos desafios e novas filosofias que as obrigam a pensar de forma holística. Exige-se destes construtores a industrialização da obra, para que se possa atender curtos prazos, redução de custos e fazer com que isso tudo possa atender estruturas cada vez mais arrojadas, dinâmicas e diferentes. Nesse sentido o presente trabalho tem como objetivo analisar um sistema construtivo de fôrmas deslizantes, método que apesar de já ter mais de 100 anos desde a sua primeira utilização se encaixa perfeitamente na temática da construção civil moderna. Este sistema tem como seu principal objetivo acelerar ou industrializar o canteiro de obras através de uma mecanização dos processos construtivos e de uma sistemática onde permite que todas as atividades envolvidas com o mesmo acorram de forma simultânea. O trabalho destaca outro grande aspecto do sistema que é a sua viabilidade econômica quando se trata de estruturas de médio e grande porte, frente a sistemas convencionais de fôrmas. Para analisar dados e teorias existentes, foi realizado um estudo de caso nos pilares de um pré-aquecedor de uma fabrica de cimento onde se utilizou em ambos, os sistemas de fôrmas e foi realizado também uma analise e comparação da viabilidade físico/financeira do método de fôrmas deslizantes diante do método convencional.

PALAVRAS-CHAVES: FÔRMA DESLIZANTE. INDUSTRIALIZAÇÃO. SISTEMAS CONSTRUTIVOS.

FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF MOULDS SLIDING SYSTEM COMPARED TO CONVENTIONAL SYSTEM MOLDS

ABSTRACT

The growth of urban centers and industrial development has required increasingly constructions and their methods are mostly very old and archaic times. Builders are faced with new projects, new challenges and new philosophies that require them to think holistically. Exige- if these builders industrialization of the work, so that we can meet tight deadlines, reduce costs and make it all can meet increasingly bold, dynamic and different structures. In this sense the present work aims to show and analyze a sliding formwork construction system, method despite having more than 100 years since its first use fits perfectly into the theme of modern construction. This system has as its main objective to accelerate or industrialize the construction site through a

[1]Engenharia Civil, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: joaocarlosengenharia14@gmail.com
[2]Engenharia Civil, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: ramon_yogo@hotmail.com
[3]Professora, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: mariarosangela.oliv@gmail.com

mechanization of construction processes and systematic which allows all activities involved with the same thither simultaneously. The work highlights another great aspect of the system is its economic feasibility when it comes to structures of medium and large, compared to conventional formwork systems. To analyze, apply and explain existing data and theories was done a case study on the pillars of a manufactures cement preheater where both systems formwork was used and done an analysis and comparison of physical / financial viability of the method before the conventional sliding formwork.

KEYWORDS: CONSTRUCTION SYSTEMS. INDUSTRIALIZATION. SLIDING FORMWORK.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil em seu âmbito geral é muito dinâmica, vencendo barreiras de inovação tecnológica e exigindo cada vez mais da equipe técnica a qualidade nos serviços. O crescimento dos centros urbanos e o desenvolvimento industrial, além da crescente competitividade, resultam em construções que visam reduzir custos, prazos e uma menor degradação ambiental, assim buscam-se sistemas construtivos que possam atender estas necessidades. Nesse sentido, o sistema de fôrmas deslizantes mostra-se como uma ótima opção em estruturas verticais de média e grande altura além de poucas variações em sua estrutura.

Este sistema tem se mostrado de grande valia em obras verticais de grande e médio porte (silos, pilares, construção de vertedouros, chaminés, entre outras) com o objetivo de reduzir prazos, custos e matéria prima nas obras. A relevância do tema dá-se pela deficiência da literatura brasileira e das normas técnicas que dêem subsídios para a escolha do método e por ser este, um sistema que, embora não seja novo, ainda é pouco conhecido do corpo técnico da área.

Em contrapartida, para construção de estruturas verticais de grandes alturas/vãos com o uso de formas convencionais é necessário todo um sistema complementar de andaimes que sirvam de plataformas de trabalho e base para estruturas de escoramento, cimbramento e acabamento do mesmo, o que torna este sistema dependente, uma etapa só poderá continuar depois que a outra finalizar e vice versa, tornando assim a atividade caracterizada como estacionaria [3]. Ainda segundo este autor, a introdução do sistema de formas deslizantes, como método construtivo, valoriza a obra e aumenta a industrialização ao canteiro de obras com o objetivo de transformar a atividade estacional em atividade industrial de produção contínua, resultando em redução de custo e prazo para o projeto e

atendimento aos requisitos da qualidade exigida, pontos fundamentais para o êxito de qualquer projeto e neste estudo em especifico, a projetos da indústria da construção civil.

A primeira obra em que foi empregado o sistema de fôrmas deslizantes foi nos Estados Unidos em 1903 na construção de silos, mas só começou a ser empregado com maior frequência a partir de 1931, com a Alemanha se destacando em seu uso. No Brasil não se tem registro a respeito da entrada deste sistema no país [5].

Nesse sentido, este trabalho apresenta o sistema construtivo de fôrmas deslizantes, destacando seus principais componentes e principais procedimentos para um controle destes, e realiza uma análise de viabilidade econômica entre os sistemas de fôrmas deslizantes e convencionais. O objetivo deste trabalho foi analisar o sistema de formas deslizantes, como alternativas de otimização dos custos, redução de prazos, a partir de estudo do caso da construção de um preaquecedor em uma fábrica de cimento através do sistema de fôrmas deslizantes.

2. METODOLOGIA

Para contextualização do tema foi utilizado à modalidade de pesquisa bibliográfica que, segundo Salomon [9], a pesquisa fundamenta-se em conhecimentos proporcionados pela biblioteconomia e documentação, entre outras ciências e técnicas empregadas de forma metódica envolvendo a identificação, localização e obtenção da informação, fichamento e redação do trabalho científico

Na segunda parte do trabalho foi realizado um estudo de caso na fabrica de cimento Apodi, localizado no município de Quixeré no estado do Ceará (-5.043603, -37.775426), a 221 km de Fortaleza-CE e a 58,7 km de Mossoró-RN. O estudo de caso elaborado tem um propósito exploratório e descritivo a partir da construção de um preaquecedor utilizando os dois sistemas de fôrmas na sua execução.

Segundo Rodrigo [8] no estudo de caso, “o pesquisador não pretende intervir sobre a situação mais dá-la a conhecer tal como ela lhe surge” . Entretanto um estudo de caso não precisa ser meramente descritivo, pode confrontar a situação com outras já conhecidas e com as teorias existentes.

3. IMPORTÂNCIA DA FÔRMA

A fôrma é um método construtivo praticado desde tempos primórdios, o mesmo vem sofrendo diversas modificações, renovações e surgimento de novos tipos, em países onde a

construção civil se encontra mais industrializada. Esta de um modo geral é responsável por empregar ao concreto armado ou concreto simples o molde desejado e manter o concreto até que o mesmo se autossuporte além de empregar o acabamento a estrutura e conservar as propriedades físicas do concreto.

A fôrma requer grande atenção nas construções, pois é nessa fase que inicia todo o processo da estrutura em concreto e com isso passa a ser referência para os demais serviços, exigindo um grau de excelência adotado em toda a obra além de está diretamente ligada a qualidade, prazo e custo da obra [10].

No processo construtivo utilizando fôrmas convencionais, a execução da estrutura sempre faz parte do caminho crítico do cronograma físico da obra. Em alguns casos a execução da estrutura consome aproximadamente, 50% do prazo total de execução da obra e a fôrma é responsável por 60% deste, ou seja, a fôrma consome 30% do prazo total do empreendimento que, consequentemente, torna se responsável por 30% também do caminho crítico do cronograma físico, tornando assim uma das atividades de maior importância quando o assunto é prazo de execução [2].

Diante deste contexto percebe se que o método alternativo de fôrma deslizante pode impactar positivamente em obras de concreto armado, reduzindo significativamente o tempo de execução, que no caso das fôrmas convencionais pode chegar a 60% de horas gastas para executar a estrutura. Porém é necessário fazer um estudo prévio da viabilidade da escolha do sistema, já que necessita se de uma mão de obra especializada e se realmente torna se viável economicamente em estruturas de médias e grandes dimensões verticais.

4. SISTEMA DE FÔRMAS DESLIZANTES

4.1 Caracterização do sistema

A fôrma deslizante é um sistema de construção industrial que reuni simultaneamente em seu processo de execução todos os métodos utilizados para execução de uma estrutura de concreto utilizando os sistemas convencionais.

Segundo Dinesco [4], fôrma deslizante consiste no método de execução de uma fôrma dupla de pequena altura (1,0 a 1,2 m e em alguns casos, 2,0 m) com a mesma forma das paredes que serão feitas. Esta fôrma, não sujeita ao terreno, aplicada diretamente na base ou fundação da estrutura é suspensa através de cavaletes metálicos ligados a uma série de dispositivos de elevação, apoiados por barras de aço de 25 a 32 mm de diâmetro, ou também por outros elementos que se apoiam sobre a fundação ou sobre o concreto endurecido. O processo de execução dá inicio a partir de três processos básicos: o concreto

é lançado e logo após seu enrijecimento, tornando com que suporte o seu peso próprio, os painéis são erguidos progressivamente em conjunto.

Na execução do sistema de fôrmas deslizante (montagem da armadura, lançamento, adensamento e acabamento do concreto e aplicação de aberturas) são utilizadas plataformas de trabalho que dependendo da necessidade podem chegar a três níveis diferentes. Um 1° nível (superior), para conferência e aplicação das armaduras verticais; um 2° nível (intermediário) para executar os serviços de lançamento, adensamento do concreto, aberturas e aplicação das armaduras horizontais; e o 3° nível (inferior) que é utilizado para eventuais acabamentos necessários à estrutura pronta.

O principal diferencial do sistema de fôrmas deslizantes dar-se pelo fato deste elevar-se continuamente com uma velocidade que pode variar de 5 a 30 cm/h, dependendo do início da pega do concreto e diretamente da mão de obra especializada para execução do serviço, o que pode chegar a uma elevação de 6 m/dia, visto que esta marca não se pode alcançar com nenhum outro método construtivo conhecido atualmente [10].

Todo o peso e esforço da estrutura são suportados e transmitidos para a fundação através das barras de sustentação ou barrões, que por sua vez servem de apoio ao sistema de macacos hidráulicos, que elevam de forma programada a fôrma. Os barrões ficam na estrutura até o termino do deslizamento. No final da execução do serviço, quando é desmontado todo o sistema, as aberturas deixadas pelos barrões podem ser preenchidas por concreto ou outro material.

As fôrmas deslizantes, quando escolhidas para um sistema construtivo, são utilizadas em estruturas verticais de seção constante ou de variação contínua a partir de painéis de baixa altura, se comparado aos convencionais, além disso, são utilizadas principalmente em construção de silos, reservatórios, pontes e barragens, chaminés, poços de elevadores, pilares de obras industriais (FIGURA 1) e pilares para edifícios [7].



Figura 1: Pilares de obras industriais (preaquecedor da fábrica de cimento Apodi – Quixeré/CE/Brasil)

4.2 Principais componentes do sistema

Segundo Silva [10], a fôrma deslizante é um sistema construtivo completo onde se tem toda uma estrutura montada para que se possa executar um serviço de forma industrial.

Abaixo têm-se os principais componentes deste:

A. Painéis – são placas de madeira ou liga metálica (FIGURA 2) que conectadas entre si, através de perfis do mesmo material utilizado na fôrma, formam uma estrutura que recebe o concreto no seu interior, moldando o mesmo fazendo com que se obtenha uma forma tridimensional.



Figura 2: Painéis de liga metálica (fábrica de cimento Apodi – Quixeré/CE/Brasil)

B. Cavaletes (FIGURA 3) – são estruturas que servem para manter os painéis na posição indicada no projeto e elevar-los através do macaco hidráulico proporcionando o deslizamento das fôrmas.



Figura 3: Cavaletes (fábrica de cimento Apodi – Quixeré/CE/Brasil)

C. Barras de apoio ou barrões (FIGURA 4) – são barras que recebem as tensões exercidas pelo macaco e transferem essas para a estrutura até chegar à fundação.

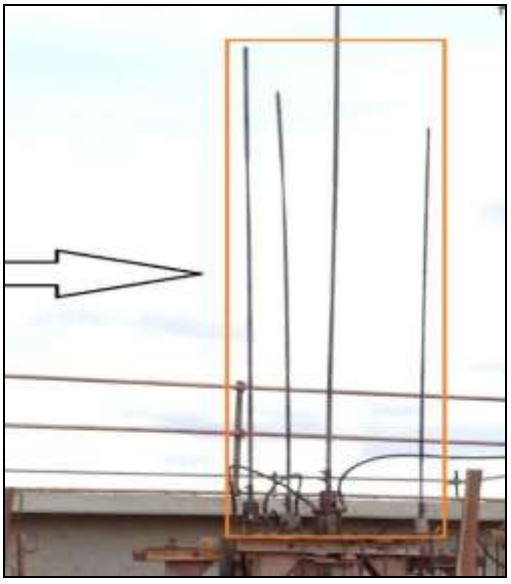


Figura 4: Barras de Apoio ou barrões (fábrica de cimento Apodi – Quixeré/CE/Brasil)

D. Macaco Hidráulico (FIGURA 5) – aparelho que conectado com as barras de apoio, tem como função elevar toda a estrutura de forma gradativa, à medida que o concreto irá atingindo o ponto de cura.

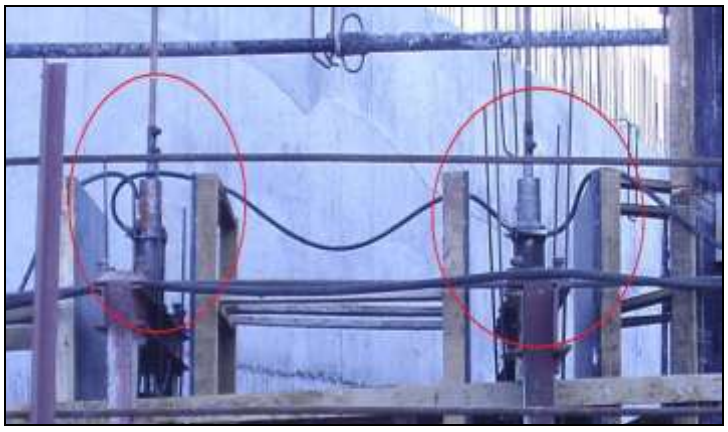


Figura 5: Macaco Hidráulico (fábrica de cimento Apodi – Quixeré/CE/Brasil)

E. Plataforma de Trabalho (FIGURA 6) – são estruturas que estão conectadas com os painéis e serve de apoio para a execução das atividades a serem realizadas no serviço.



Figura 6: Plataforma de Trabalho (fábrica de cimento Apodi – Quixeré/CE/Brasil)

F. Suporte e Gabarito – são dispositivos que podem ser constituído de aço ou de madeira. O gabarito tem como objetivo manter os vergalhões no lugar e manter a fôrma em prumo. Já o suporte tem como função dar sustentação à rede elétrica que acompanha o deslizamento no turno noturno.

5. CONTROLE DE QUALIDADE NO SISTEMA

É de suma importância o uso de um sistema de qualidade na execução dos serviços em uma empresa, como a implantação dos Procedimentos de Execução de Serviço – PES e Procedimentos de Inspeção dos Serviços – PIS, pois com um sistema de qualidade a empresa pode conseguir uma redução maior de desperdício de material e um maior aproveitamento da mão de obra, tornando uma organização maior no canteiro e qualificação da empresa.

A fôrma deslizante requer uma mão de obra especializada para montagem e acompanhamento da execução do serviço, no qual influencia diretamente na qualidade final do produto (estrutura de concreto), porém para esse tipo de serviço não é muito comum encontrar profissionais qualificados para esta atividade.

Segundo Esaine; Figueroa [6],um trabalho de qualidade começa desde o tipo de materiais a ser utilizados até o procedimento de execução dos serviços. Nas construções, o concreto, cuja qualidade ao longo de toda a obra é constante, tem alguns procedimentos de execução primordiais a serem tomados como: ser bem adensado e curado adequadamente no tempo certo. A respeito disso, um fator determinante é a velocidade de deslocamento das fôrmas.

Uma vez instalado todos os componentes estruturais da fôrma deslizante, é essencial verificar a todo o momento e com a maior precisão possível, se a fôrma permanece no local correto, recomenda-se realizar esse procedimento durante todo o processo de construção e utilização da fôrma [6].

5.1 Nivelamentos da fôrma e controle de prumo

Na execução do serviço, é preciso verificar as dimensões, o nivelamento, o alinhamento e a verticalidade das fôrmas antes, durante e após a concretagem. As tolerâncias quanto aos procedimentos com o concreto são listadas na NBR 6.118 (Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento) [1].

O controle de qualidade é realizado através da combinação de alguns procedimentos que, instalado e operado, vão garantir um processo construtivo, sem interrupção ou erro:

- Instalação e verificação de nível;
- Instalação e verificação de prumo**;**
- Verificação do gabarito;
- Verificação das instalações.

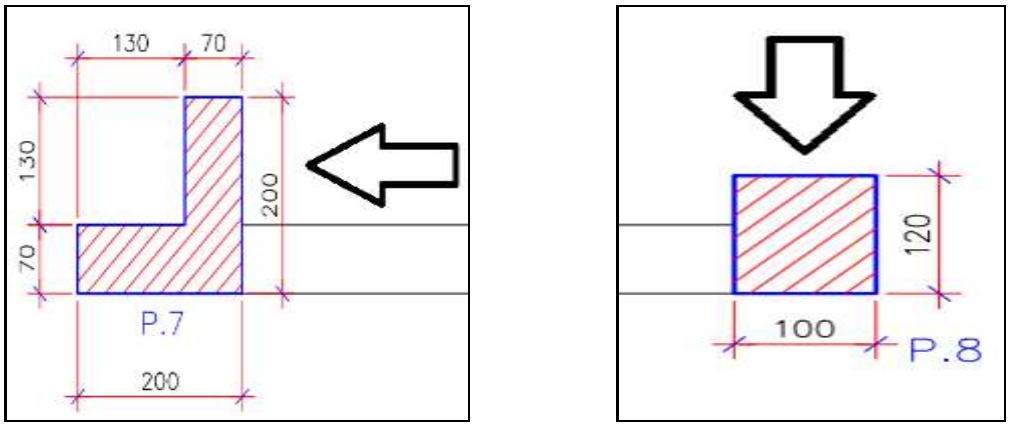
Para que as paredes conservem sua verticalidade, a fôrma deslizante tem que ser rigorosamente nivelada durante o deslizamento e é recomendado o acompanhamento topográfico a cada etapa do deslizamento (PES da PB CONSTRUÇÕES).

Na prevenção de eventuais irregularidades como desvios de prumo e/ou torção das paredes concretadas oriundos do processo, serão colocados prumos de gravidade na periferia da fôrma, e efetuadas leituras periódicas, normalmente a cada 20 cm, registrando em planilhas para acompanhamento. Caso seja detectado algum desvio este deve ser imediatamente corrigido, a partir da inclinação dos macacos, modificação no sentido do lançamento de concreto, contrapesos nos andaimes suspensos, posição dos aparelhos de nível, etc (PES da PB CONSTRUÇÕES).

6. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado na construção dos pilares de um preaquecedor na fábrica de cimento Apodi, localizada no município de Quexeré-CE/Brasil.

O preaquecedor é uma parte de um todo da obra, no qual se caracteriza por uma estrutura singular de 114,20 m de altura no qual um pilar compreendido entre duas lajes pode chegar até 19 m. As seções dos pilares são em formato “L” (FIGURA 7a) e em formato retangular (FIGURA 7b). A área de fôrma em ambos os pilares é de 8 m²/m (linear) e 5 m²/m (linear), necessitando assim de um projeto de fôrma, escoramento e cimbramento mais complexo em relação às estruturas convencionais. Pois, além da dificuldade da altura do pilar, tem-se também a influência da força da gravidade nas ferragens com uma bitola de até 32 mm, volume de concreto de até 2,5 m³/m além da movimentação dos trabalhadores na plataforma.



(a) (b)

Figura 7: Pilar com formato “L” (a), e Pilar com formato retangular (b).

7. ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DO SISTEMA

No inicio do serviço, a equipe técnica optou por usar fôrmas convencionais em fabricação metálica e mista (metálica e madeira), pois se tratava de pilares com geometria retangular e não se tinha projetos complementares (travamento de painéis, escoramento e montagem de andaimes), foi escolhido executar o serviço com a fôrma convencional.

Após a execução da primeira etapa com 15,35 m com fôrmas convencionais, optou-se pela mudança do sistema construtivo, pois o mesmo levou cerca de 35 dias corridos para a sua conclusão. Acerca desse fato foi realizada uma análise do planejamento da obra e verificou-se que o tempo de execução tornava o sistema inviável, pois de acordo com o planejamento da mesma, o tempo estimado para execução do serviço era 28 dias.

Na análise de viabilidade da substituição do sistema, o único método que atendia ao cronograma físico da obra, além de recuperar o tempo excedido, foi o sistema de fôrmas deslizantes, pois na mesma obra já havia sido executado outras estruturas com esse sistema e tendo-se, assim, o conhecimento da velocidade com que o sistema era executado.

Após efetuado a troca do método construtivo foi realizado uma avaliação e concluiu-se que o mesmo ergueu a mesma altura de 15,35 m em exatamente 4 dias, reduzindo assim consideravelmente o tempo e executando-se o mesmo volume de concreto, com isso a necessidade do cumprimento do prazo da obra era prioritário tornando assim um fator determinante para a continuação do uso do sistema de fôrmas deslizantes.

7.1 Estudo orçamentário do sistema deslizante x convencional

O estudo orçamentário da substituição do sistema de fôrmas convencional pelo deslizante foi realizado separadamente após a escolha do sistema deslizante como sendo o executável. Diante desse fato foi realizada uma análise do cronograma financeiro e a partir da composição de custo das fôrmas deslizantes e convencional, comprovou-se que o método também se tornava viável economicamente reduzindo consideravelmente o custo e o prazo de entrega da obra.

Para o comparativo de custos da fôrma convencional foi utilizada como base a composição de custos unitários propostas no orçamento da obra (TABELA 1), e para o serviço de fôrmas deslizantes foi utilizado a composição do custo de fôrmas deslizante fornecido pela empresa contratada (terceirizada) (TABELA 2).

Tabela 1 – Composição do preço da fôrma convencional
Fonte: Planilha orçamentária da PB Construções (2013).

FÔRMA CONVENCIONAL (plana, chapa compensada plastificada 18mm, utilização 3 vezes)				
MÃO DE OBRA/m²				
DESCRIMINAÇÃO	UND	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Ajudante de carpinteiro	H	2,075	3,67	7,62
Carpinteiro	H	4,15	5,28	21,91
			SUB TOTAL	29,53
			ENCARGOS SOCIAIS (90%)	26,57
MATERIAL/m²				
DESCRIMINAÇÃO	UND	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Peca de madeira 3a/4a qualidade 7,5 x 10cm não aparelhada(barrote)	m	1	10,96	10,96
Chapa compensada plastificada 18mm (1,22x2,44)	m²	1,33	28,55	37,97
Tabua madeira 3a qualidade 2,5 x 30,0cm (1 x 12) não aparelhada	m	0,67	7,57	5,07
Prego polido com cabeça 1 1/2" x 13"	kg	0,15	10,38	1,56
			SUB TOTAL(R$)	55,56
			TOTAL(R$)	111,66

Tabela 2 – Composição do preço da fôrma deslizante
Fonte: Orçamento fornecido pela empresa terceirizada (2013).

FORMA DESLIZANTE/m²				
DESCRIMINAÇÃO	UND	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Serviço especializado de fôrmas deslizantes terceirizado	m²	1,00	57,38	57,38
PLATAFORMA DE TRABALHO				
MÃO DE OBRA				
DESCRIMINAÇÃO	UND	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Ajudante	h	160,00	3,67	587,20
Carpinteiro	h	160,00	5,28	844,80
			ENCARGOS SOCIAIS (90%)	1.288,80
			SUB TOTAL	2.720,80
MATERIAL				
DESCRIMINAÇÃO	UND	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL

Peca de madeira 3a/4a qualidade 7,5 x 10cm nao aparelhada(barrote)	m	48,00	10,96	526,08
Tabua madeira 3a qualidade 2,5 x 30,0cm (1 x 12) nao aparelhada	m	892,00	7,57	6.752,44
Prego polido com cabeca 1 1/2" x 13"	kg	8,00	10,38	83,04
			SUB TOTAL	10.082,36
			TOTAL GERAL(R$)	59,54

Segundo Silva [10], as fôrmas podem significar em média 30 a 60% do custo da estrutura de concreto tendo-se que a estrutura corresponde aproximadamente 27,39% de custo em um edifício convencional, assim a fôrma representa, em média, 10,95% do custo total da obra. Assim a importância da escolha do sistema de fôrmas e a qualidade no serviço destas ficam diretamente ligadas ao custo da obra, principalmente em obras de grande porte, que em sua maioria 80% é concreto armado o que torna o item forma ainda mais significativo, fomentando o estudo e a busca por melhores metodologias construtivas.

Segundo Assahi [2], no processo de construção de edifícios, utilizando fôrmas convencionais, a execução da estrutura sempre faz parte do caminho crítico na composição do cronograma físico. Desconsiderando-se alguns casos atípicos, a execução da estrutura consome, aproximadamente, 50% do prazo total de execução. Por sua vez, a fôrma é responsável por 60% deste, concluindo-se que ela consome 30% do prazo total da obra, assegurando assim uma das atividades de maior influência no prazo de execução estrutura em concreto armado.

Segundo Elera [5], para escolher o uso da fôrma deslizante e poder aproveitar o máximo as vantagens que o sistema oferece, requer que as construções sejam de média e grande altura em que o uso da fôrma convencional se mostra bastante inviável com relação ao tempo de execução.

Diante dessa abordagem será realizado uma comparação entre os custos de ambos os métodos, aplicados apenas nos pilares do preaquecedor, em que não apresenta variação ao longo de sua estrutura.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mudança do sistema construtivo possibilitou uma redução significativa no tempo de execução com uma redução de 27 dias de trabalho no total do serviço, em que a análise de prazo, o sistema se mostrou bem eficaz, apesar de ter consumido 10 dias de montagem para todo o sistema deslizante. Nas duas primeiras etapas de utilização do sistema,

conseguiu-se recuperar o tempo excedido com o método convencional além do tempo requerido para a montagem do sistema.

A FIGURA 8 mostra o tempo de execução dos sistemas para uma etapa de pilar com 15,35 m, no qual o sistema convencional consegue uma produtividade de 0,43 m/dia comparado com 1,91 m/dia no método deslizante, comprovando assim a dependência do sistema convencional aos métodos auxiliares.

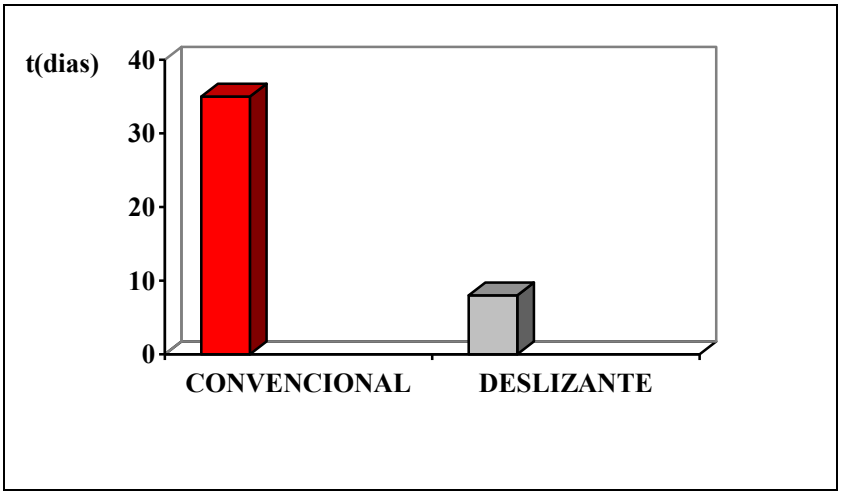


Figura 8: Gráfico comparativo do tempo de execução para 15,35 m, para fôrmas convencionais e deslizantes.

Considerando-se que a obra analisada em sua totalidade é de sua maioria estrutura de concreto armado, a fôrma é responsável por 60% do prazo da obra, o que faz deste ser um índice de maior impacto no cronograma físico-financeiro.

Já na FIGURA 9, tem-se uma demonstração do custo da fôrma/m², em que a diferença dos sistemas chega a 46,67%, valor muito significativo para uma análise de viabilidade do uso dos sistemas. Visto que a obra em analise apresenta uma área total de pilar de 4.483,84 m², o que analisando com o custo/m² dos sistemas teríamos para o convencional R$ 354.453,50 e no método deslizante chegando a 266.967,83 R$ representando uma economia de R$ 87.485,67.

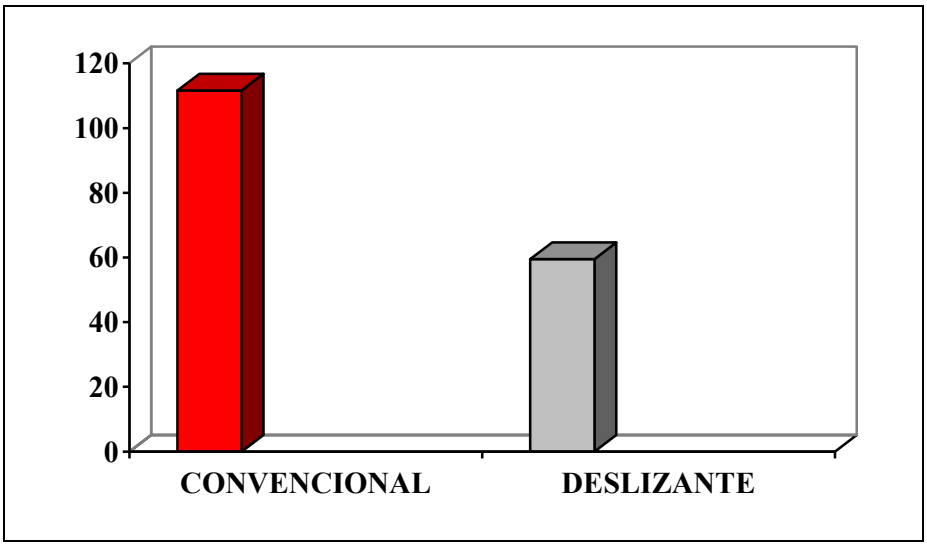


Figura 9: Gráfico do comparativo do custo (R$)/m² de execução com fôrma deslizante × convencional.

Para que a aquisição do sistema seja economicamente viável, no entanto, é necessário um grande número de reaproveitamentos, nesse caso o sistema deslizante torna-se o mais vantajoso já que sua composição é de chapas metálicas com um reaproveitamento continuo do material, e as fôrmas convencionais em chapas de madeira plastificada tem um reaproveitamento limitado a no máximo três vezes o que faz com quer o valor global para este método se torne mais elevado.

9. CONCLUSÕES

A escolha do sistema de fôrmas deslizante, na construção dos pilares do pré aquecedor foi benéfica para a empresa, em função da redução do prazo de execução conseguido pelo método, onde obteve uma demanda de 77,14% a menos que o método convencional. O que permitiu o cumprimento do cronograma físico vigente evitando multas. O sistema também provou a sua viabilidade econômica permitindo uma redução de 24,68% do custo inicial estimado para execução dos pilares no que diz respeito à fôrma.

Ficou evidente neste estudo a grande vantagem do sistema deslizante em obras que apresentem uma estrutura especial, sendo de médio a grande porte. Outra grande vantagem do método deslizante é o seu processo como um todo, que permite por meio de uma equipe orientada a execução e uma industrialização da obra já que todas as atividades envolvidas no sistema se da de forma simultânea.

A relação custo-benefício/m² do sistema deslizante mostrou-se bem melhor que as fôrmas convencionais, proporcionando também uma maior produtividade/dia no canteiro de obras chegando 344,18% a mais que o método convencional.

A necessidade de uma mão de obra especializada foi observada como uma desvantagem deste sistema, sendo esta, escassa na região nordeste, o qual foi um fator preponderante para a empresa construtora terceirizar o sistema, já que a mesma não, assim como a maioria das empresas de construção, não tem *know-how* para a execução do sistema de fôrmas deslizante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – **Projeto de estruturas de concreto** – Procedimento: NBR 6.118.

[2] ASSAHI, P. N. Sistema de fôrma para estrutura de concreto. In: **SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO**, 5., EPUSP-74. São Paulo, 2003.

[3] CASTAÑEDA, J. G.. **Los Encofrados Deslizantes: técnica y utilizacion.** Espanha. Cementos Lima S.A., 1996. 60p.

[4] DINESCO, T.; SANDRU, A.; RÃDULESCO, C. **Los encofrados deslizantes: técnica y utilización.** Madrid, Espanha. Espasa-Calpe, 1973.

[5] ELERA, E. P. P. **Aplicación de encofrados deslizantes em estructuras verticales.** 108f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil), Pontificia Universidad Católica Del Peru, Lima, 2011.

[6] ESAINE, C. A. R.; FIGUEROA, V. H. L.. **Aplicación de encofrados deslizantes en un reservorio tipo intze.** 102f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil), Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, 2011.

[7] NAKAMURA, Juliana. Fôrmas Deslizantes. **Revista Infraestrutura Urbana**, São Paulo. Disponível em: <http://www.infraestruturaurbana.com.br/solucoes-tecnicas/8/formas-deslizantes-muito-utilizada-quando-o-cronograma-da-obra> Acesso em: 26 de agosto de 2014.

[8] RODRIGO, Jonas. **Estudo de caso: fundamentação teórica**. 1.ed. Brasília, Brasil. Vestcon, 2008.

[9] SALOMON, D. V. **Como fazer uma monografia.** 11.ed. São Paulo, Brasil, Martins Fontes, 2004.

[10] SILVA, J. M. **Utilização de formas deslizantes na passarela estaiada do rio Camboriú-SC.** 91f. TCC (Bacharel em Engenharia Civil), Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2013.