

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ISRAEL VICTOR COSTA DE ARAÚJO CAVALCANTI

**A UTILIZAÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO ARMADO VISANDO A
RACIONALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS**

JOÃO PESSOA

2017

ISRAEL VICTOR COSTA DE ARAÚJO CAVALCANTI

**A UTILIZAÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO ARMADO VISANDO A
RACIONALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes

JOÃO PESSOA

2017

C314u Cavalcanti, Israel Victor Costa de Araújo

A Utilização de pré-moldados de concreto armado visando a racionalização de obras públicas./ Israel Victor Costa de Araújo Cavalcanti. – João Pessoa, 2017.

52 f. il.:

Orientador: Prof. Dr. . Hidelbrando José Farkat Diógenes

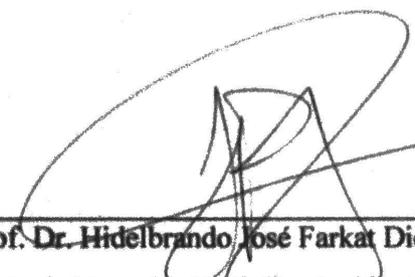
Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ISRAEL VICTOR COSTA DE ARAÚJO CAVALCANTI

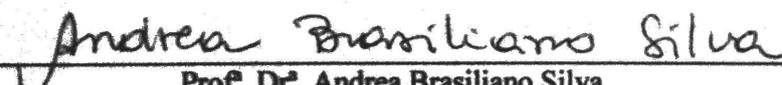
A UTILIZAÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO ARMADO VISANDO A RACIONALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

Trabalho de Conclusão de Curso em 02/06/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:



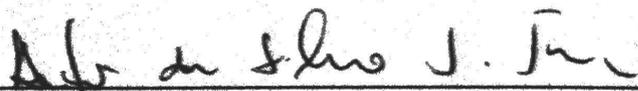
Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



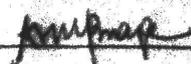
Prof. Dr. Andrea Brasiliano Silva
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Antônio da Silva Sobrinho Junior
Departamento de Arquitetura e Urbanismo do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

RESUMO

A falta de racionalização na construção é um problema vivenciado na maioria dos canteiros de obras do Brasil, ficando ainda mais evidente quando os objetos são bens públicos. O alto índice de desperdício de materiais, atrasos em grande parte das obras, produtos com má qualidade de acabamento e qualidade de vida sofrível nos canteiros de obras põem em questão a eficiência dos métodos construtivos executados. A racionalização se apresenta como ponto de partida para o início destas mudanças. Quando aliada a produção em série, obtém-se a industrialização, passo final para o completo desenvolvimento do processo. Uma das soluções abordadas em todo o mundo a fim de atingir a industrialização completa do processo é o sistema construtivo que utiliza elementos pré-fabricados. A pré fabricação da construção possibilita menores desperdícios de materiais, produtos com melhor acabamento, execuções em tempo reduzido e melhoria da qualidade dos canteiros. Além da fundamentação teórica, o trabalho busca apresentar números em um estudo de caso específico que indiquem que estas melhorias não estão em uma realidade distante, além de serem reais e necessárias.

Palavras chave: Industrialização, Racionalização, Pré-fabricados, Obras públicas, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The lack of rationalization in construction industry is a problem experienced in most of the buildings in Brazil, it's even more evident when the object is a public work. The high index of waste, delays in most of the buildings, poor quality of the buildings and poor quality of life in construction sites makes us think about the efficiency of the constructive methods executed. Rationalization is the starting point for the beginning of these changes. When combined with mass production, industrialization is achieved, this is the final step for the complete development of the process. One of the most sought solution in order to achieve complete industrialization of the whole process is the use of construction systems that uses prefabricated elements. The prefabrication of construction enables less waste of material, higher quality, reduced construction time and improves the quality of construction sites. In addition to the theoretical foundation, this paper seeks to present numbers in a specific case studied that proves that these improvements are real and necessary.

Key words: Industrialization, Rationalization, Precast, Public work, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Shopping Village Mall, no Rio de Janeiro.....	16
Figura 2: Galpão de fábrica da Sideral Pré-Moldados.	18
Figura 3: Construção da St. Mark Coptic Othodox Church durante o inverno, em Chicago..	20
Figura 4: Laje alveolar com labirinto interno para circulação do ar.	24
Figura 5: Fluxograma de procedimentos.	25
Figura 6: Terreno para construção do projeto estudado.	31
Figura 7: Projeto arquitetônico de quadra padrão.	32
Figura 8: Planta de locação.....	33
Figura 9: Perspectiva da estrutura em concreto moldado no local.	34
Figura 10: Viga metálica padrão.	34
Figura 11: Detalhe da ligação entre a viga metálica e o pilar.....	35
Figura 12: Viga MV2A durante içamento.....	38

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Cálculo do BDI.....	27
--------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Orçamento resumido da estrutura mista.	36
Tabela 2: Orçamento resumido da estrutura em concreto armado pré-moldado.....	39
Tabela 3: Consumo de materiais do projeto em concreto armado moldado no local.....	40
Tabela 4: Consumo de materiais de 4 vigas metálicas padrão.	40
Tabela 5: Estimativa do consumo de materiais do projeto em concreto armado pré-moldado.	40
Tabela 6: Resumo de desembolsos da obra em estrutura mista.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Princípios e recomendações gerais.....	21
Quadro 2: Mão de obra calculada.....	36
Quadro 3: Equipamentos calculados.	37
Quadro 4: Cronograma resumo de execução.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
NBR	Norma Brasileira
ORSE	Orçamento de Obras de Sergipe
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCU	Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	13
1.2	OBJETIVO	14
1.3	METODOLOGIA	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	15
2.1.1	DEFINIÇÕES GERAIS	15
2.1.2	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	16
2.1.3	ASPECTOS POSITIVOS DA UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS EM PRÉ-MOLDADO	18
2.1.4	CONCEPÇÃO DO PROJETO	21
2.1.5	EXECUÇÃO DA ESTRUTURA	24
2.2	PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA EXECUÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS	25
2.3	OS DESPERDÍCIOS E A RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	29
3	ESTUDO DE CASO	31
3.1	ANÁLISE DO PROJETO EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL COM VIGAS METÁLICAS	32
3.2	ANÁLISE DE CUSTOS DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL	35
3.3	ANÁLISE DE CRONOGRAMA DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL	36
3.4	ANÁLISE DE CUSTOS E CRONOGRAMA DA ESTRUTURA EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO	38
3.5	ANÁLISE COMPARATIVA	39
4	CONCLUSÃO	43
5	REFERÊNCIAS	44
6	APÊNDICE A: ORÇAMENTO REFERENTE A EXECUÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL COM VIGAS METÁLICAS ..	47
7	APÊNDICE B: CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO REFERENTE A EXECUÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL COM VIGAS METÁLICAS	50
8	ANEXO A: PRPOSTA APRESENTADA PELA EMPRESA PARA A EXECUÇÃO DA ESTRUTURA EM PRÉ-MOLDADO	51

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, a tendência é que as indústrias tenham significativo aumento de produtividade, principalmente devido a mudanças nas formas de produção, porém, quando paramos para analisar a indústria da construção em específico, apesar de ser uma indústria que cresceu exponencialmente com o passar do tempo, percebemos que é uma exceção em relação ao desenvolvimento tecnológico.

Mantendo características artesanais, a construção em geral possui baixa eficiência na produtividade, desperdiça grandes volumes de materiais e não possui controle de qualidade rigoroso, caracterizando-a como uma indústria irracional.

Segundo El Debs (2000, p. 3), “uma das formas de buscar a redução desse atraso é com técnicas associadas à utilização de elementos pré-moldados de concreto”.

Apesar das enormes vantagens oferecidas pelo uso de elementos pré-moldados de concreto armado, no Brasil ainda encontra-se uma rejeição considerável a este método construtivo. No âmbito das obras públicas, além dos problemas relacionados diretamente à construção, há uma tendência a protagonização de problemas peculiares, como desvio de verbas de forma indevida, falta de comprometimento com o cronograma, provocando custos aditivos e um retorno tardio da função de determinada edificação para a sociedade. No entanto, apesar de todas as dificuldades citadas e de todos os benefícios que o uso de pré-moldado agrega, é no meio público onde a rejeição a esta tecnologia é mais evidenciada.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com o atraso enfrentado pela construção civil, os canteiros de obras se tornam locais precários e com qualidade de vida sofrível. Na esfera das obras públicas esse atraso gera grandes montantes de recursos desperdiçados, obras atrasadas, medições lentas, aditivos estourados, produtos com baixa qualidade e que futuramente exigirão manutenções intensas a fim de evitar problemas mais graves. Desta forma, surge a preocupação em encontrar formas de racionalizar todo o processo, e conseqüentemente, gerar produtos com maior qualidade.

1.2 OBJETIVO

O trabalho objetiva analisar os benefícios trazidos pela utilização de elementos pré-moldados de concreto armado em obras públicas, analisando aspectos como qualidade do produto final, custo direto e indireto e tempo de execução.

Por meio de uma revisão bibliográfica, serão demonstradas opiniões presentes nas literaturas atuais sobre os temas abordados que servirão de embasamento teórico para o trabalho.

Com o intuito de avaliar a eficiência do sistema em concreto armado pré-moldado, foi desenvolvido um estudo de caso que objetiva compará-lo com um sistema misto em concreto armado moldado no local com vigas metálicas. Neste estudo, foram desenvolvidos cronogramas físico-financeiro e orçamentos de ambos os sistemas e posteriormente foi realizada uma análise comparativa entre custos direto, indireto, tempos de execução e desembolsos.

1.3 METODOLOGIA

Foi desenvolvida uma revisão bibliográfica com o intuito de deixar o leitor a par dos principais temas abordados no trabalho, tais como pré-moldados de concreto armado, racionalização da construção e procedimentos legais associados a execução de obras públicas.

Posteriormente, foi desenvolvido um estudo de caso relativo ao projeto estrutural de uma quadra padrão produzido pela equipe técnica da Prefeitura Municipal de João Pessoa, em uma estrutura mista de concreto armado moldado no local e vigas metálicas, elaborando-se um comparativo de desempenho técnico, executivo e orçamentário.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para entender a relação entre os principais temas deste trabalho, desenvolveu-se uma fundamentação teórica que embasará o estudo.

2.1 ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Neste item serão apresentadas informações sobre as estruturas pré-moldadas de concreto armado que são imprescindíveis para a compreensão do trabalho. Para melhor clareza, ele estará dividido em três subitens, que definirão, apresentarão um contexto histórico e fornecerão informações técnicas a respeito do assunto.

2.1.1 DEFINIÇÕES GERAIS

Segundo El Debs (2000, p. 5) “A pré-moldagem é caracterizada como um processo de construção em que a obra, ou parte dela, é moldada fora de seu local de utilização definitivo”. O autor ainda adverte que é comum a relação entre os termos pré-moldagem, pré-fabricação e industrialização da construção.

A NBR 9062/2017 apresenta as definições de elementos pré-moldados e pré fabricados de forma clara e concisa. Segundo esta norma, o que define um elemento pré-moldado é o fato de ser moldado previamente e fora do local de utilização definitiva na estrutura, conforme especificações estabelecidas. Elemento pré-fabricado é definido como um elemento pré-moldado executado industrialmente em instalações permanentes de empresa destinada para este fim, que se enquadram e atendem aos requisitos mínimos de especificações impostas pela norma (ABNT, 2017). Para os fins deste trabalho, será dado enfoque aos elementos pré-fabricados, que asseguram maior qualidade ao produto final.

Os elementos pré-fabricados podem ser desenvolvidos seguindo três filosofias diferentes, a de ciclo fechado, aberto, ou flexibilizado.

No ciclo fechado, primeira filosofia a existir, todas as peças são adquiridas de um único fornecedor, impossibilitando a compatibilidade com elementos fabricados por outros fabricantes.

O ciclo aberto surgiu com a decadência do ciclo fechado e tem conceito oposto, garantindo que os elementos sejam compatíveis com elementos de diferentes fornecedores e assegurando também a compatibilidade das peças com outros sistemas.

O último ciclo, bem mais recente, é denominado de ciclo flexibilizado e é caracterizado por reunir características dos ciclos aberto e fechado. Tal filosofia tem como premissas garantir que além de ter um sistema aberto, os elementos sejam capazes de atender a qualquer demanda arquitetônica, fazendo com que algumas das peças fabricadas sejam capazes de atender apenas solicitações específicas, devido ao alto nível de detalhamento. O ciclo flexibilizado é o responsável por extinguir aos poucos a ideia de que estruturas pré-fabricadas possuem modelos monótonos e padronizados (SERRA *et al.*, 2005). A Figura 1 ilustra um shopping construído na cidade do Rio de Janeiro, executado com elementos pré-moldados de concreto armado e que contradiz a ideia da padronização monótona dos pré-moldados.

Figura 1: Shopping Village Mall, no Rio de Janeiro.



Fonte: CPI, soluções em pré-moldados. Disponível em: <<http://www.cpi.eng.br/>>. Acesso em 18 de maio de 2017.

2.1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

Segundo El Debs (2000, p.29), “a pré-moldagem esteve sempre presente no desenvolvimento do concreto armado”. O autor ainda cita que a primeira obra com utilização de elementos pré-moldados, mais especificamente vigas, foi o Cassino de Biarritz, em 1891 na França. Outro fato comentado por El Debs diz respeito as consequências negativas trazidas junto a execução de um edifício de três andares na Inglaterra, realizado pelo arquiteto John Brodie e com patrocínio do governo, esta obra era composta por uma estrutura de paredes portantes de concreto pré-moldado e serviria como teste para o sistema denominado como

Brodie e que futuramente poderia se tornar uma solução para o déficit habitacional da época, o problema foi que a obra em questão teve seus painéis super dimensionados, a fim de respeitar os códigos oficiais vigentes, o que provocou um custo final três vezes maior que o previsto pelo arquiteto.

Figuerola (2008) comenta que entre os anos de 1926 e 1928, o arquiteto Walter Gropius, utilizando os conceitos de racionalização e padronização, empregou elementos pré-moldados na construção de 316 moradias a baixo custo, mas foi após a segunda guerra mundial que a tecnologia de pré-fabricados se difundiu pelo mundo.

Salas (1988) apresenta um histórico que pode ser dividido em três partes e que representa a evolução do método construtivo naquela época.

- De 1950 a 1970: Como consequência dos danos provocados pela guerra, sentiu-se a necessidade de construir novas escolas, habitações, hospitais e indústrias. Houve uma grande demanda de elementos pré-fabricados neste momento, e seguindo a filosofia do ciclo fechado, toda a estrutura era adquirida de um único fornecedor, apresentando padrões repetitivos. Devido à alta demanda em um curto período de tempo, surgiu também o problema de peças fabricadas sem inspeção, ou seja, com pouco ou nenhum controle de qualidade.
- De 1970 a 1980: O sistema pré-fabricado perde espaço. Devido à produção de elementos de baixa qualidade a fim de atender a alta demanda pós-guerra, patologias começam a surgir, provocando acidentes. A partir deste momento, os sistemas fechados entram em um grande declínio.
- Pós 1980: Etapa que ficou marcada pelas demolições de grandes conjuntos habitacionais, provocadas pela perda de funcionalidade das edificações por diversos motivos, entre eles, as patologias provocadas pela baixa qualidade do produto fornecido. Em segundo plano, surgia o ciclo aberto.

Ao analisar a realidade atual, percebe-se que a utilização de pré-fabricados vem ganhando espaço, sendo vez mais comum a procura por tecnologias avançadas que tragam economia, velocidade, maior desempenho técnico e qualidade ao produto produzido, influenciando positivamente também a caótica realidade vivida dentro dos canteiros de obras. Spadeto (2001) comenta que uma das características desta técnica construtiva é exatamente o enorme salto de qualidade que a utilização de pré moldados proporciona dentro dos canteiros de obras.

2.1.3 ASPECTOS POSITIVOS DA UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS EM PRÉ-MOLDADO

Van Acker (2002) cita que a forma mais efetiva de industrializar a construção civil é transferindo o trabalho realizado nos canteiros para fábricas. Nas fábricas é possível tornar o processo mais eficaz e racional. As construções que fazem uso de sistemas pré-moldados são executadas sob maior potencial econômico, desempenho estrutural e maior durabilidade.

O aumento da velocidade na execução de estruturas de concreto pré-moldadas é proporcionado pela mão de obra especializada, e o fato da produção poder ser executada em série, acelera ainda mais o processo. Vale a pena destacar também mais dois fatos, o primeiro é que por serem moldadas fora do local definitivo, problemas como o clima não afetam diretamente a execução das peças e há a possibilidade de se acelerar e controlar totalmente o processo de cura, controle que tende a ser teórico na execução do concreto moldado no local. A Figura 2 ilustra um galpão de uma indústria de pré-moldados.

Figura 2: Galpão de fábrica da Sideral Pré-Moldados.



Fonte: Cimento Itambé. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/sideral-pre-moldados-investimento-certo-em-estruturas-de-concreto-3/>>. Acesso em 18 de maio de 2017.

O segundo fato diz respeito ao diferencial oferecido junto com a utilização de pré-fabricados no que concerne a fase de adensamento, esta fase é comumente executada em obras convencionais com a utilização de vibradores por imersão, caracterizando-o como adensamento interno, estes equipamentos normalmente são muito pesados e pouco eficientes, pondo em questão a saúde do trabalhador que o opera. Na execução de pré-moldados, o adensamento normalmente é externo, executado com a utilização de mesas ou cavaletes vibratórios, garantindo maior eficiência e qualidade ao serviço. Todos estes fatores contribuem para a diminuição do prazo de conclusão da obra, gerando economia (EL DEBS, 2000).

Apesar de ter custo direto que tende a ser maior que as tecnologias convencionais, ainda há a possibilidade de se gerar uma economia imediata mesmo que no início da obra. Em análise sobre a composição representativa 95957 do SINAPI de Janeiro de 2017 (execução de estruturas de concreto armado, para edificação institucional térrea, fck = 25MPa), no estado da Paraíba, os itens de escoramento e fôrma representam aproximadamente 39% do valor total do serviço. Em estruturas pré-moldadas, estas etapas são bruscamente racionalizadas, as fôrmas utilizadas normalmente são metálicas, proporcionando melhor acabamento final ao produto, além de serem reutilizadas em proporções maiores que as fôrmas de madeira compensadas resinadas, esta reutilização, segundo Nakamura (2003), pode chegar a até 100 vezes, contra apenas 15 dos painéis de madeira.

Em relação ao cimbramento, é uma etapa que não se faz presente nas estruturas pré-moldadas, porém, é fundamental na execução de obras com concreto moldado no local, demandando tempo e cuidados extremos. As especificações técnicas do ORSE sobre escoramentos de edificações recomendam que em nenhuma hipótese, devem-se retirar os escoramentos em período inferior a 14 dias após o término da concretagem, o desrespeito à esta recomendação pode provocar grandes deformações, gerando fissuras esteticamente desagradáveis, podendo em último caso, inutilizar a estrutura.

Considerando os custos indiretos, a utilização de uma estrutura pré-moldada proporciona, como já dito anteriormente, que a obra seja concluída mais rapidamente, possibilitando um retorno financeiro da edificação mais precoce do que se fosse executada por métodos convencionais, além de reduzir bruscamente diversas despesas indiretas.

O desempenho técnico relaciona-se diretamente com a qualidade dos insumos utilizados, além disto, todos os materiais são utilizados aproveitando o máximo possível do desempenho oferecido, o que gera grande eficiência, a especialização da mão de obra e o ambiente de trabalho apropriado também auxiliam na produção de peças com maior qualidade.

É sabido que o concreto pré-moldado pode ser aplicado em qualquer ramo da construção. Apesar disso, no Brasil ele ainda não é utilizado em sua totalidade, possuindo aplicações limitadas como construções de galpões, lajes, estacas, postes e tubos de drenagem e esgoto (EL DEBS, 2000).

Porém, aos poucos, os responsáveis pela construção civil no Brasil têm deixado de lado cada vez mais a visão conservadora que aplica métodos ultrapassados, inovando e renovando a indústria da construção.

A tecnologia *tilt up*, por exemplo, consiste na produção de paredes na horizontal e que quando atingem a resistência necessária, são içadas e assentadas na posição definitiva. Segundo Rosso (2008), o arquiteto Robert Aiken, em 1909 foi o responsável pela primeira execução de uma parede de concreto pré-moldado no mundo, na Igreja Metodista em Zion, Illinois. Este método foi utilizado pela primeira vez no Brasil pela empresa Walter Torre, em 1993 e possibilitou redução nos custos finais e nos prazos de conclusão das obras (SERRA *et al.*, 2005). A Figura 3 ilustra o momento do içamento de uma parede de concreto durante o inverno em Chicago.

Figura 3: Construção da St. Mark Coptic Orthodox Church durante o inverno, em Chicago.



Fonte: Tilt Up Concrete Association, 2015.

Spadeto (2001) cita que a fabricação dos elementos pré-moldados de fábrica envolve uma equipe especializada que controlará a produção e a qualidade segundo manuais técnicos que devem apresentar especificações e procedimentos relacionados à execução. A autora ainda comenta que todas as etapas devem ser relatadas e cada peça deve ser registrada, informando

data de fabricação, tipo de aço, características do concreto e assinatura dos profissionais responsáveis.

Pode-se observar que com a execução rigorosa de todos os passos necessários, fica assegurado que o produto final terá todas as características conforme solicitadas em projeto.

Vale salientar também nos contextos atuais, o lado sustentável da aplicação de elementos pré-moldados. Segundo Van Acker (2002), a aplicação de elementos pré-moldados reduz o uso de materiais em até 45%, consumo de energia em 30% e diminui os resíduos de construção e demolição em até 40%, o autor ainda completa que a tendência é que futuramente as indústrias de pré-fabricado funcionem com o ciclo completo, aplicando todos os resíduos de aplicação da fabricação de novos elementos.

As desvantagens associadas ao emprego do concreto pré-fabricado se relacionam em sua maioria com as etapas pós-fabricação. Citando em ordem cronológica de execução, o primeiro problema inerente a aplicação de tal tecnologia, relaciona-se com o pagamento pelo serviço, há uma tendência de que seja cobrada uma grande porcentagem relativa aos serviços de fabricação, transporte e montagem, exigindo que o construtor possua estes recursos em caixa.

Posteriormente, a preocupação recai sobre o transporte dos elementos, em seguida temos o içamento, ambos serão abordados no tópico 2.1.5 e por fim, as ligações, tema abordado no tópico 2.1.4.

2.1.4 CONCEPÇÃO DO PROJETO

O Quadro 1 lista os princípios e recomendações apresentados por El Debs (2000) que devem fazer parte do projeto de um estrutura pré-moldada.

Quadro 1: Princípios e recomendações gerais.

Princípios gerais para o projeto de estruturas de concreto pré-moldado
<ul style="list-style-type: none"> a) Conceber o projeto da obra visando a utilização do concreto pré moldado. b) Resolver as interações da estrutura com as outras partes da construção. c) Minimizar o número de ligações. d) Minimizar o número de tipos de elementos. e) Utilizar elementos de mesma faixa de peso.

Fonte: El Debs, 2000, p.63.

Segundo Van Acker (2002), é responsabilidade dos projetistas avaliar a viabilidade da execução da estrutura em pré-moldado, analisando as possibilidades, restrições, vantagens, produção, transporte, montagem e estado de serviço, o autor ainda completa que é importante que a empresa responsável pela fabricação dos elementos entregue ao corpo técnico responsável pela execução um relatório com informações referentes ao projeto e à produção, de modo que toda equipe receba as mesmas diretrizes, garantindo que todas as partes estejam a par dos métodos adotados, facilitando no momento da montagem.

Van Acker (2002) cita alguns critérios básicos para o projeto, como: resistência, que é a capacidade de resistir aos esforços a que a estrutura está submetida, análise da influência decorrente da variação de volume, que permite avaliar esforços adicionais provocados pela retração ou dilatação, a consideração dos movimentos, verificando-se a capacidade das ligações de resistirem a determinadas deformações previstas, ductilidade, que é a capacidade que a estrutura tem de se deformar sem que haja uma ruptura abrupta e a durabilidade, devendo-se considerar o risco da corrosão do aço e de patologias no concreto, deve-se atentar também a dificuldade de acesso em determinadas ligações, nos casos em que o acesso é impossível, cabe ao projetista desenvolver o projeto de modo que estas ligações tenham vida útil superior à da estrutura.

É de suma importância que o projeto arquitetônico seja desenvolvido tendo em vista que a estrutura será executada em concreto pré-moldado, desta forma, pode-se aproveitar ao máximo o desempenho da estrutura. Como exemplo, Van Acker (2002) comenta que tipologias com planos ortogonais levam ao melhor aproveitamento dos elementos pré-moldados, pois, apresentam um grau de regularidade e repetição em sua malha estrutural, facilitando a modulação e acelerando o processo de produção das peças, o autor ainda lista uma série de características que devem estar presentes no projeto, de modo que se consiga uma construção econômica e eficaz, tais como a utilização de um sistema de contraventamento próprio e presença de grandes vãos, o autor ainda adverte que os detalhes construtivos devem ser simples e que deve-se respeitar as tolerâncias dimensionais.

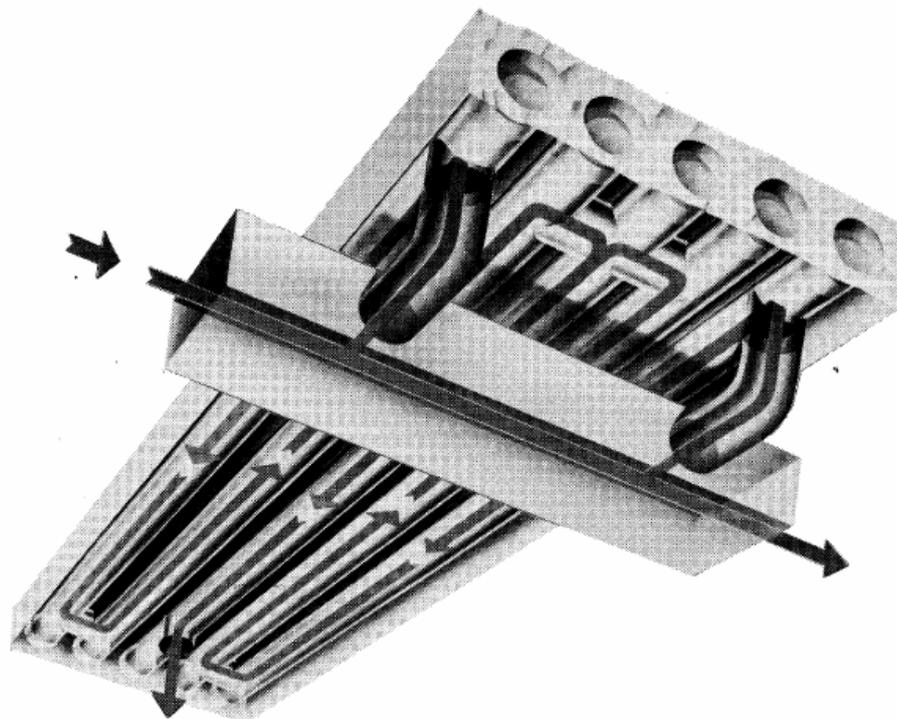
É importante também, na execução adequada de concreto pré moldado, que se obtenham soluções padrões no projeto estrutural. A padronização dos elementos possibilita a redução nos tipos de fôrmas utilizados e aumenta a produtividade na produção, este aumento pode ser maior ainda com a padronização também das ligações. Indo mais além, é possível também aplicar o mesmo elemento em funções diferentes, é o caso dos painéis alveolares de seção TT e de seção U, utilizados tanto em paredes, como em lajes (EL DEBS, 2000).

Outro problema inerente ao projeto estrutural em pré-moldados de concreto armado é a definição das ligações, apesar de apresentar facilidade na execução dos elementos, a utilização de pré-moldados exige atenção especial no momento de definir as interações entre diferentes peças. As ligações podem ser classificadas quanto ao tipo de vinculação, podendo ser articulada, quando não há transferência de momento fletor, rígida, se houver transmissão de momento fletor, ou semi rígida, transferência parcial de momento fletor, também podem ser classificadas quanto ao emprego de concreto ou argamassa, podendo ser seca ou úmida, quanto ao esforço principal transmitido e quanto a colocação de material de amortecimento, pode ser dura ou macia. Deve-se dar preferência as ligações articuladas por possuírem maior facilidade de execução, caso haja necessidade de engastar as peças, há uma redução parcial das vantagens oferecidas pela pré-moldagem, pois, o processo de engaste pode ser trabalhoso e possuir alto custo. É importante também considerar as folgas e tolerâncias, como já citado anteriormente, além de atentar a simetria, evitando erros pela inversão de lados (EL DEBS, 2000).

Outro ponto que pode ser problema ou solução dependendo da alternativa adotada pelo projetista, é a compatibilização do projeto estrutural com outros projetos complementares. Caso previsto pelos responsáveis pelo projeto estrutural, os elementos pré-moldados podem possuir completa interação com outros projetos sem que haja problemas de compatibilização, isto ocorre porque o elementos como dutos, caixa ou aberturas podem ser moldadas dentro dos elementos estruturais. Um pilar, por exemplo, pode ser vazado internamente, possibilitando a passagem de um tubo, outro exemplo, ilustrado na Figura 4, é a utilização dos alvéolos das lajes para circulação do ar, formando labirintos que possibilitam o estoque de energia, provocando uma economia de energia referente ao aquecimento ou resfriamento que pode chegar a 30%, os mesmos alvéolos também podem ser usados para passagem de tubos, oferecendo uma racionalização completa do processo construtivo (VAN ACKER, 2002).

A última consideração que pode se fazer a respeito dos projetos é a definição de elementos que possuam mesma faixa de peso, esta atitude fará com que todos os equipamentos utilizados na etapa de montagem sejam aproveitados em suas capacidades máximas, evitando que máquinas de maior desempenho sejam utilizadas na movimentação de peças menores (EL DEBS, 2000).

Figura 4: Laje alveolar com labirinto interno para circulação do ar.



Fonte: VAN ACKER (2002)

2.1.5 EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

É na etapa da execução da estrutura propriamente dita que se concentram os problemas inerentes a aplicação de pré-moldados. Citando as etapas em ordem cronológica de execução, o primeiro problema intrínseco a execução relaciona-se com o transporte dos elementos, que pode ser interno ou externo. Mantendo a ordem cronológica das etapas, tem-se o transporte interno, este, faz referência ao deslocamento das peças dentro da linha de montagem, ocorre tanto nos pré-fabricados de canteiro como nos de pré-fabricados de fábrica e é realizado normalmente por pontes rolantes ou pórticos rolantes, pois, dessa forma não são necessários equipamentos adicionais para desfôrma, empilhamento e armazenamento, pode-se utilizar também trilhos ou carrinhos de rolamento, porém, nestes casos é necessário o planejamento das etapas adicionais (EL DEBS, 2000).

Em seguida tem-se uma etapa exclusiva dos pré-moldados de fábrica, o transporte externo, pode ser realizado por vias marítimas, ferroviárias ou rodoviárias, sendo a última mais comum no Brasil. Dependendo da localização da obra, o emprego de pré-fabricados torna-se inviável devido as dificuldades de acesso, nesta etapa, surgem também preocupações que giram

em torno das ações dinâmicas geradas no transporte, a má qualidade dos pavimentos pode acarretar danos as peças, desta forma, recomenda-se uma cuidadosa fixação dos elementos durante o transporte (EL DEBS, 2000).

Posteriormente, temos o içamento das peças, a maneira como determinados elementos sairão do nível do solo e serão dispostos definitivamente sem provocar esforços inesperados.

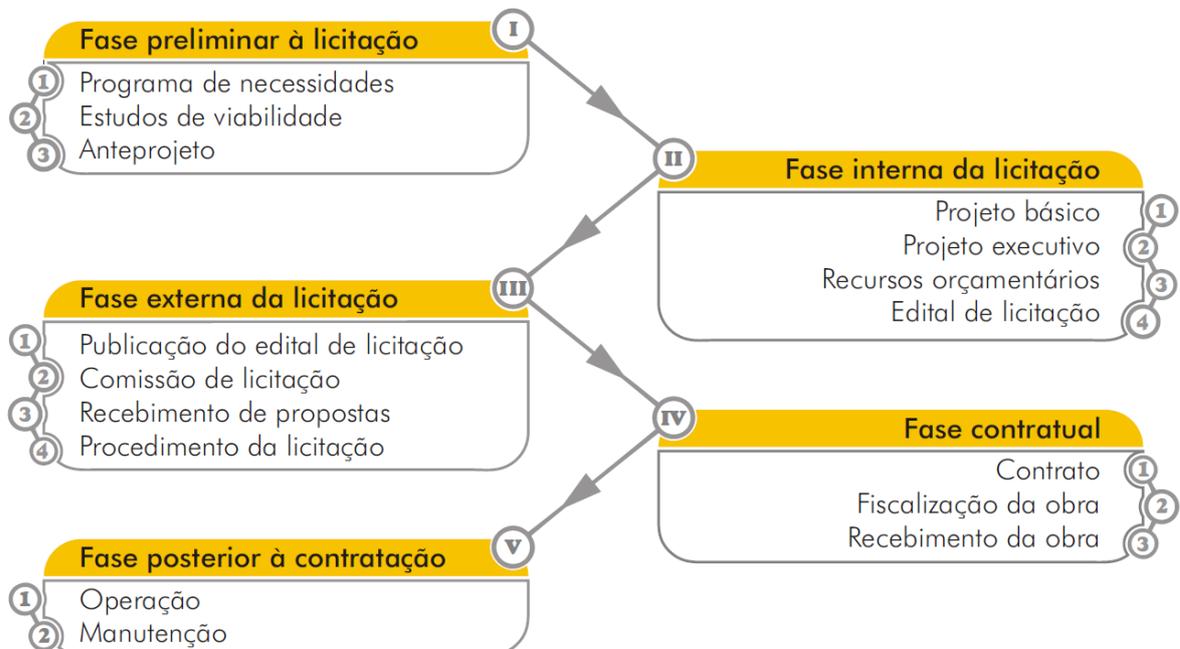
Por último, tem-se os problemas relacionados as ligações, já abordado no item 2.1.4.

2.2 PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA EXECUÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

O artigo 6º, inciso I, da lei 8666/93 define obras “como toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada de forma direta ou indireta”. A execução da obra pode ser realizada de forma direta, quando o próprio órgão fica responsável ou indireta, ocorrendo contratação de uma empresa que se responsabilizará pela obra.

O Tribunal de Contas da União (2013), nas recomendações básicas para contratação e fiscalização de obras de edificações públicas, atrela a conclusão de uma obra pública a uma série de etapas fundamentais que assegurarão o sucesso do empreendimento (Figura 5).

Figura 5: Fluxograma de procedimentos.



Fonte: TCU (2013)

O primeiro passo é o desenvolvimento de um programa de necessidades, que é um levantamento das carências da sociedade. No programa de necessidades devem constar as características básicas do empreendimento, área de influência, restrições legais e público alvo.

O segundo passo recomendado pelo Tribunal de Contas da União (2013) é a execução de um estudo de viabilidade, antes deste estudo, a Controladoria Geral do Município de Natal (2015), em seu Manual de orientações técnicas recomenda a escolha do terreno, levando em conta aspectos como infraestrutura disponível, condições topográficas, tipo de solo, nível do lençol freático e situação legal do terreno. No estudo de viabilidade deve-se estudar todas as alternativas de projeto para a execução do empreendimento, analisando juntamente com a técnica, os impactos socioeconômicos e ambientais. A Controladoria Geral do Município de natal (2015) recomenda também que as necessidades a serem atendidas sejam adequadas aos recursos disponíveis, com o intuito de compatibilizar os benefícios esperados com os custos incorridos. Por fim, deve-se verificar o custo benefício de cada alternativa apresentada.

Posteriormente, com a melhor solução escolhida, recomenda-se o desenvolvimento do anteprojeto, contendo planta baixa, cortes e fachadas, além da definição do padrão de acabamento.

Com a definição do empreendimento, tem início a fase interna da licitação. Por determinação da lei 8.666/1993 em seu artigo 38, o processo licitatório só será iniciado mediante abertura do processo administrativo devidamente autuado, protocolado e numerado, contendo a autorização respectiva, a indicação do objeto e dos recursos.

O primeiro passo da fase interna da licitação é o desenvolvimento dos projetos básicos, estes devem ser desenvolvidos pelo corpo técnico do órgão responsável, caso não haja, será necessário a contratação de uma empresa terceirizada. De acordo com o Art. 6º, inciso IX, da Lei 8.666/93, entende-se Projeto Básico como:

“Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.” (BRASIL, 1993)

Estes projetos caracterizam o objeto a ser licitado, se tornando a parte mais importante do processo licitatório, qualquer falha nesta etapa pode frustrar a execução da obra, descaracterizando-a em relação ao objeto licitado.

O Tribunal de Contas da União (2013) recomenda também a verificação da necessidade de licença ambiental. A resolução 237/1997 do CONAMA lista as atividades ou empreendimentos que estão sujeitos ao licenciamento ambiental e a resolução 001/1986, também do CONAMA, define atividades que dependem da elaboração e aprovação do estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental para seu licenciamento. Deve-se analisar também a necessidade de licença prévia, caso seja necessário a aquisição de tal licença, é necessário que os projetos sejam encaminhados para os órgãos responsáveis pela liberação antes que sejam encaminhados ao órgão licitante (TCU, 2013).

Com a definição completa dos materiais e serviços a serem empregados na execução da obra, deve-se desenvolver as especificações técnicas. As especificações técnicas devem caracterizar todos os materiais empregados na obra, deve ser especificado também a forma de execução, medição e pagamento, visando o desempenho técnico desejado (TCU, 2013).

Posteriormente, pode-se dar início à execução do orçamento detalhado, este orçamento servirá de referência para a análise das empresas participantes da fase externa do certame licitatório. O preço final estimado é composto pelos custos diretos, que é a soma do valor unitário de todos os serviços que serão executados multiplicados pelas respectivas quantidades.

Além dos custos diretos, faz parte do orçamento também a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas que engloba os impostos, o lucro, despesas financeiras, garantias, riscos, seguros e administração central da empresa responsável. A lei 8.666/1993 define que o valor empregado na execução não deve ser superior a 25% do valor final do orçamento no caso de construção e 50% no caso de reformas (TCU, 2013).

A equação para cálculo do BDI está representada abaixo.

$$BDI = \frac{(1 + (AC + S + R + G))(1 + DF)(1 + L)}{(1 - I)} \quad (1)$$

AC = taxa representativa das despesas de rateio da Administração Central;

S = taxa representativa de Seguros;

R = taxa representativa de Riscos;

G = taxa representativa de Garantias;

DF = taxa representativa das Despesas Financeiras;

L = taxa representativa do Lucro;

I = taxa representativa da incidência de Impostos.

Com o orçamento pronto, deve-se desenvolver o cronograma físico-financeiro. No cronograma deve constar as despesas mensais previstas e o tempo total previsto para a execução.

O Tribunal de Contas da União (2013) recomenda que antes de dar entrada no edital, é fundamental que o órgão contratante tenha uma previsão dos recursos orçamentários disponíveis que assegurem os pagamentos das obrigações de acordo com o cronograma desenvolvido.

Posteriormente, deve-se dar entrada no edital de licitação, documento no qual constarão as determinações, posturas específicas para o procedimento, o tipo, regime e modalidade da licitação, todos em conformidade com os artigos 1º, 6º e 22º da lei nº 8.666/1993, respectivamente. Todas as informações presentes no edital devem ser estudadas, justificadas e revisadas e corrigidas, caso necessário, pois, qualquer alteração no edital durante o processo, exige a ampliação dos prazos estabelecidos. Uma das principais funções do edital é evitar que empresas sem condições técnicas e financeiras executem a obra (TCU, 2013).

O Tribunal de Contas da União (2013) cita que é dever do órgão contratante também verificar as habilitações jurídicas, técnicas, econômico-financeiras e fiscais das empresas participantes, além das restrições ao caráter competitivo, analisando o acervo técnico e avaliando a capacidade das concorrentes.

Com edital pronto e anexado aos projetos, detalhamentos, orçamento, quantitativos, minuta de contrato, especificações e normas de execução, pode-se dar início a fase externa da licitação.

A partir do recebimento das propostas, cabe a comissão de licitação avaliar a habilitação, as propostas de preço e a inexecutabilidade, posteriormente vem a fase de recursos. Passado o prazo para recursos, realiza-se a homologação, que é o reconhecimento da legalidade de todo o processo licitatório e posteriormente realiza-se a adjudicação, que caracteriza a atribuição ao licitante vencedor do objeto da licitação (TCU, 2013).

A fase posterior é a de execução da obra. O Tribunal de Contas da União (2013) alerta que com o contrato assinado, é necessário que a empresa vencedora esteja em posse de todas as ARTs necessárias, licença ambiental, alvará de construção, certificado de matrícula da obra e ordem de serviço. Segundo a Controladoria Geral do Município de Natal (2015), é na fase de execução que aparecem os problemas oriundos da baixa qualidade dos projetos. Os pagamentos referente aos serviços da obra só deverão ser realizados mediante processo de medição, de forma que só seja pago o que já foi executado.

2.3 OS DESPERDÍCIOS E A RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

A indústria da construção é marcada pelo grande atraso tecnológico, características como baixa produtividade e grande desperdício de materiais, já abolidas em outros setores, ainda estão presentes na construção. Junior *et al.* (2010) descrevem desperdícios como gastos gerados durante o processo produtivo e que poderiam ser eliminados sem prejuízos na quantidade e qualidade dos produtos. Em entrevista a Rodrigues (2001), o Professor Vahan Agopyan cita que o desperdício médio de materiais na construção civil está entre 7% e 8%.

Para os fins deste trabalho, foi analisada uma pesquisa financiada pelo FINEP e intitulada “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras”, a qual coletou dados de mais de 80 canteiros separando os dados de acordo com os serviços analisados. O valor final para o desperdício médio de concreto usinado na pesquisa foi de 9%, atingido 23% em uma obra específica, esta mesma pesquisa coletou informações sobre a forma de execução das estruturas e verificou-se que o desperdício médio de concreto em canteiros que utilizavam formas de plástico ou metal foi igual a 4%, reforçando o indicado no tópico 2.1.3 deste trabalho.

Além deste desperdício, deve-se analisar as consequências, desde a aplicação da mão de obra no retrabalho até remoção do entulho da obra. Picchi *et al.* (1993) estimam que estes gastos somados representem em torno de 30% do custo global da obra. Analisando friamente o valor fornecido por Vahan e considerando uma obra que teoricamente fornecerá um lucro de 15%, possuindo índice de perdas de materiais em torno de 7,5%, percebe-se que apenas os materiais desperdiçados já representam 50% do lucro total. A grande questão gira em torno de como este problema pode ser sanado, provocando o aumento da produtividade e conseqüentemente, o aumento da lucratividade.

Produzir é transformar a matéria prima bruta em algum produto que gere valor, ou seja, a partir do momento em que se desperdiça matéria prima sem gerar algum produto, a eficiência na produção é reduzida. A racionalização é um processo que tem como objetivo pôr fim aos desperdícios presentes nos processos produtivos, faz parte da racionalização ações inovadoras que substituirão práticas rotineiras convencionais por métodos baseados em raciocínios sistemáticos, com o intuito de eliminar imprevistos e decisões casuais. A racionalização é apenas parte da industrialização, que fica completa a partir da produção em série, ou seja, com a união da organização provocada pela racionalização e uma produção intensa e repetitiva, temos a industrialização do processo (ROSSO, 1980).

O objetivo principal da racionalização é otimizar todos os processos em todas as fases da construção, para isso, é importante que os conceitos sejam aplicados desde a concepção dos projetos, garantindo a comunicação completa entre todos os profissionais responsáveis por esta etapa com o intuito de eliminar incompatibilidades e interferências.

Antes de aplicar todos as premissas necessárias à execução de um produto racionalizado, deve-se analisar um fator importantíssimo que se faz presente em todas as etapas da construção tradicional, a mão de obra. Rosso (1980) classifica a mão de obra presente na construção civil como nômade, marginalizada e analfabeta, tendo como resultado a baixa produtividade da indústria. O autor resume como causa do grande desperdício de insumos e baixa produtividade, a dispersão e independência de decisões e descontinuidade na produção.

Ao analisar um artesão que obtém a matéria prima, aplica a manufatura e revende o produto final, percebe-se que aquele trabalhador aplicará ao seu processo formas de minimizar o desperdício de insumos, pois, desta forma, ele assegura que o seu lucro seja maximizado. Na construção civil, a maioria dos trabalhadores possui salários muito baixos e que normalmente não dependem de sua produção, caso este trabalhador desperdice grandes volumes de materiais, e tenha baixo rendimento, o prejuízo recai sobre o contratante, que muitas vezes não tem conhecimento deste problema. Porém, culpar a mão de obra por todas as deficiências na construção é um erro, o problema começa anteriormente, no momento em que o funcionário é contratado sem receber treinamentos para desempenhar a função que será destinado.

A racionalização e conseqüentemente, a industrialização, não são implementados de fato, pois, os responsáveis pelo começo desta mudança, em posse de visões arcaicas e gananciosas, não veem vantagem. Nestas condições, os métodos tradicionais que fazem grande apelo à mão de obra barata por não exigirem especialização, são os que proporcionam menor custo, mas a que preço?

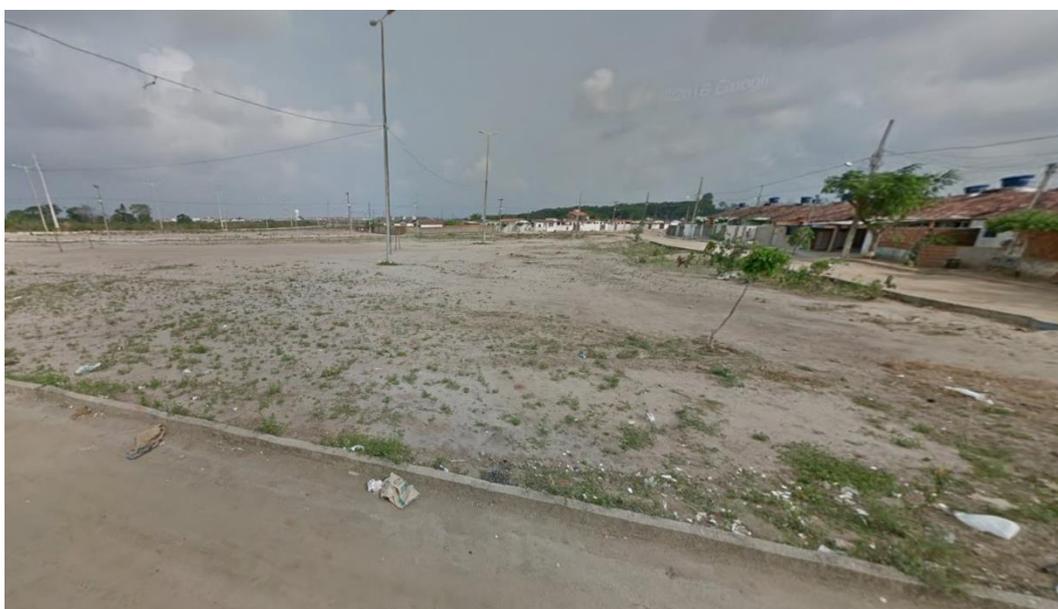
Para atingir uma produção totalmente racionalizada, Rosso (1980) propõe a aplicação da pré fabricação, esta operação, transferiria todas as decisões do canteiro para um local apropriado.

3 ESTUDO DE CASO

Neste tópico serão realizadas análises relativas aos projetos, custos e tempo de execução dos serviços relativos à estrutura.

O objeto de estudo será o projeto de uma quadra poliesportiva padrão desenvolvido pela equipe técnica da Prefeitura Municipal de João Pessoa, a ser executada no bairro Colinas do Sul, em João Pessoa, Paraíba. O projeto em questão possui área construída total de 622,72m², coberta metálica com área de 854,53m² e dimensões internas de 20m x 29,75m. O terreno para construção está ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Terreno para construção do projeto estudado.

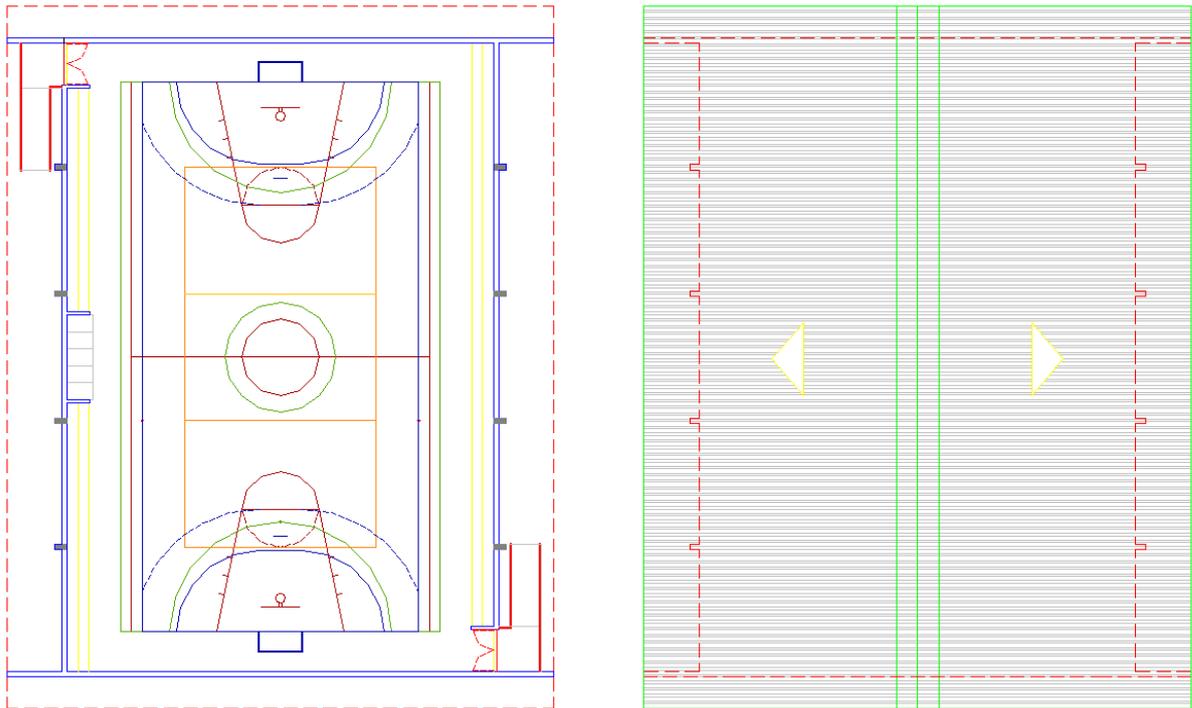


Fonte: Google Maps. Acesso em 18 de maio de 2017.

Na ocasião, decidiu-se pela utilização do método construtivo tradicional em concreto moldado no local devido a um fato muito comum: a falta de capacidade técnica do corpo de engenheiros no desenvolvimento de projetos em pré-moldado.

O projeto arquitetônico apresenta vedações em blocos cerâmicos e elementos vazados de concreto, o piso especificado é em concreto polido. O projeto arquitetônico está representado na Figura 07.

Figura 7: Projeto arquitetônico de quadra padrão.



Fonte: Próprio autor.

Para fins deste estudo, serão realizadas apenas análises dos projetos estruturais.

3.1 ANÁLISE DO PROJETO EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL COM VIGAS METÁLICAS

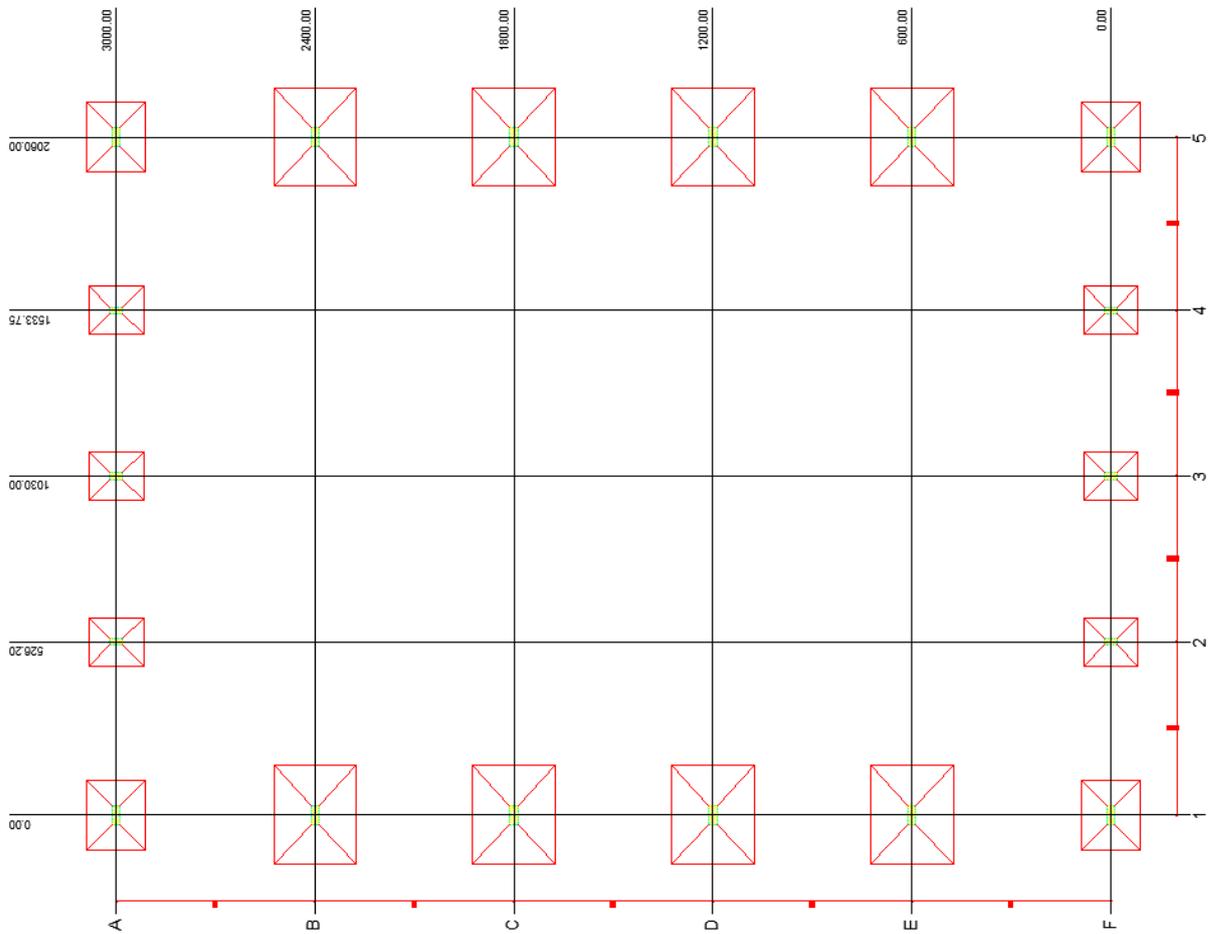
O projeto estrutural foi concebido em um sistema misto de concreto armado moldado no local com vigas metálicas.

É composto por 18 sapatas, 18 pilares e 18 vigas, incluindo vigas baldrame, contadas de uma extremidade a outra da construção, além de 4 vigas metálicas para vencer os vãos principais de 20 metros de comprimento.

Toda a estrutura de concreto foi dimensionada com resistência de 30MPa, diâmetro do agregado de 19 milímetros, abatimento de 5 centímetros, classe de agressividade 2 e resistência do solo de 1,5kg/cm².

A Figura 8 ilustra a planta de locação.

Figura 8: Planta de locação.



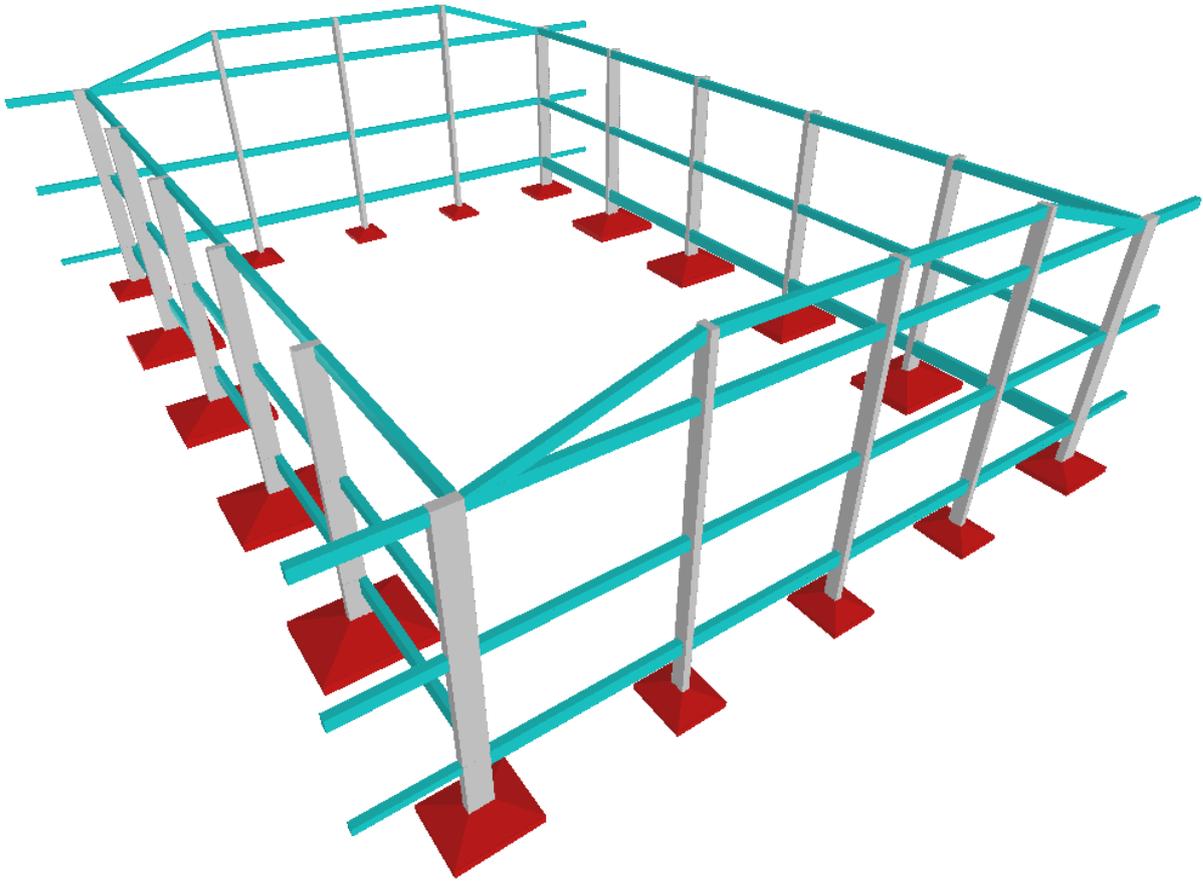
Fonte: Próprio autor.

As vigas metálicas foram especificadas com perfis U 100x50mm em chapa dobrada nos banzos superior e inferior, os montantes e as diagonais foram dimensionados com perfis U 90x40mm e as terças, em perfis Ue 200x75x25mm são espaçadas por tubos em aço galvanizado de 26mm de diâmetro.

A ligação entre as vigas metálicas e os pilares foi realizada por meio de chapas de aço e chumbadores com diâmetro de 5/8".

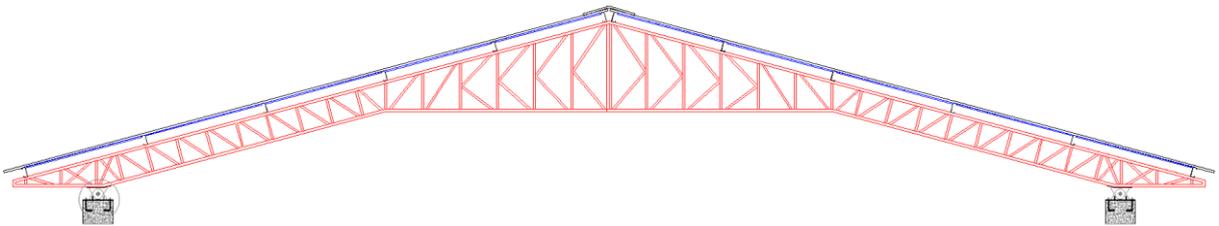
A Figura 9 ilustra uma perspectiva da estrutura em concreto armado moldado no local, a Figura 10 representa a viga metálica padrão utilizada e a Figura 11, a ligação entre a viga metálica e o pilar.

Figura 9: Perspectiva da estrutura em concreto moldado no local.



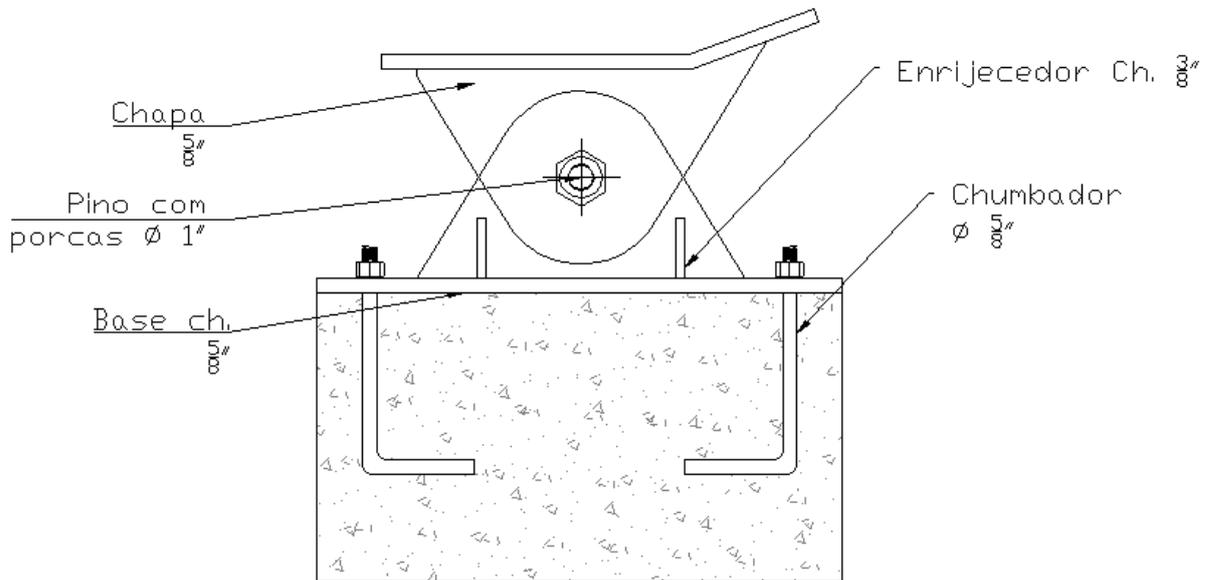
Fonte: Próprio autor.

Figura 10: Viga metálica padrão.



Fonte: Próprio autor.

Figura 11: Detalhe da ligação entre a viga metálica e o pilar.



Fonte: Próprio autor.

3.2 ANÁLISE DE CUSTOS DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL

Foi realizado um estudo orçamentário a fim de estimar o valor de execução da estrutura mista em concreto moldado no local das vigas metálicas. Para aquisição de valores utilizou-se o SINAPI de fevereiro de 2017 e o ORSE de novembro de 2016, bancos de dados da Caixa Econômica Federal e Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe respectivamente.

Foram orçados apenas os serviços que possuíam semelhantes no orçamento do projeto em pré-moldado, que será discutido à frente.

O orçamento foi dividido em 6 fases: serviços preliminares, movimento de terra, fundação, estrutura em concreto moldado no local, estrutura metálica e coberta.

Na fase de serviços preliminares foram previstos as taxas do CREA e locação. Na etapa de movimento de terra foram previstos escavação e reaterro. Vale salientar que não foram orçados os serviços de carga manual de terra e bota-fora, a fim de manter a competitividade entre os orçamentos. Na fase de fundação foram orçados os serviços de concreto magro, fôrmas, armação, e concretagem. Posteriormente, foram levantados os valores relativos à estrutura, abrangendo serviços semelhantes à fundação, com exceção do concreto magro. Na estrutura metálica, precificou-se todos os perfis, chapas, solda, pintura e instalação da viga. Para finalizar, foi orçado o serviço de telhamento com telha de alumínio.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos valores de cada etapa e o valor total e no Apêndice A consta o orçamento sintético completo

Tabela 1: Orçamento resumido da estrutura mista.

Item	Etapa	Valor total (R\$)
1.0	Serviços preliminares	3.203,27
2.0	Movimento de terra	2.851,51
3.0	Fundação	30.981,94
4.0	Estrutura em concreto armado moldado no local	74.855,97
5.0	Estrutura metálica	37.738,97
6.0	Coberta	36.727,69
Total		186.359,35

Fonte: Próprio autor.

3.3 ANÁLISE DE CRONOGRAMA DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL

Para a execução do cronograma foram utilizados índices de produção retirados das respectivas composições de referência utilizadas no orçamento. Os quadros 2 e 3 ilustram as equipes e equipamentos dimensionados, respectivamente.

Quadro 2: Mão de obra calculada.

Função	Quantidade
Armador	3
Carpinteiro	5
Montador	1
Pedreiro	3
Pintor	1
Servente	11
Soldador	2
Telhadista	2

Fonte: Próprio autor.

Para a estimativa da quantidade de serventes, foram consideradas as possíveis relocações com o andamento da obra, de modo que a quantidade de serventes é menor do que a soma de todos os especialistas.

Quadro 3: Equipamentos calculados.

Equipamento	Quantidade
Caminhão pipa	1
Compactador	1
Escavadeira	1
Grupo de solda	2
Guindaste	1
Serra circular	1
Vibrador	3

Fonte: Próprio autor.

Foi considerado que todo o aço utilizado na fundação e estrutura seria cortado e dobrado desde o primeiro dia de trabalho, considerou-se também uma fabricação prévia de 25% das fôrmas, tendo em vista que este serviço tem seus materiais reaproveitados 4 vezes. Juntamente com estes serviços, também será executada a soldagem dos perfis das vigas metálicas desde o primeiro dia de trabalho, o serviço de soldagem demandará um tempo total de 30 dias.

O serviços posteriores relativos as vigas metálicas são pintura e içamento, como o içamento depende da cura do concreto armado, ocorrerá um intervalo de aproximadamente 29 dias úteis entre a pintura e o içamento.

Para fins didáticos, foi estabelecida a data de 01/05/2017 para início da obra. Foram considerados 5 dias úteis durante a semana com 8 horas de trabalho por dia. O resultado foi um período total de 70 dias, com o término previsto para o dia 04/08/2017. O Quadro 4 ilustra o cronograma resumo de execução e no Apêndice B consta o cronograma completo.

Quadro 4: Cronograma resumo de execução.

Etapas	Maio				Junho				Julho				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Serviços preliminares	■															
Movimento de terra	■		■													
Fundação	■	■	■													
Estrutura concreto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Estrutura metálica	■	■	■	■	■	■	■					■	■			
Coberta													■			

Fonte: Próprio autor.

3.4 ANÁLISE DE CUSTOS E CRONOGRAMA DA ESTRUTURA EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

O orçamento relativo à estrutura em pré-moldado foi solicitado a uma empresa especializada que tem sede no Bairro das Indústrias, em João Pessoa. A proposta está inserida no Anexo A.

No orçamento constam a presença de 18 sapatas, 18 pilares, 52 vigas, com seus comprimentos tomados de eixo a eixo de pilar e mais 6 vigas MV2A com 23,50 metros de comprimento, além de 512 metros de terças. A Figura 12 ilustra o momento de içamento de uma viga MV2A.

Figura 12: Viga MV2A durante içamento.



Fonte: Construções e Pré-moldados Módulo Ltda. Disponível em:

<<http://www.modulopremoldados.com.br/wp-content/gallery/toyota/fotos-toyota-042.jpg>>. Acesso em 13 de março de 2017.

O orçamento foi dividido em 4 partes: serviços preliminares, fundações, estruturas e serviços.

Na fase de serviços preliminares estão presentes a regularização junto ao CREA, locação e marcação. Na etapa de fundações foram orçadas as escavações, regularização do terreno, sapatas pré-moldadas e reaterro. No item de estruturas estão os pilares, vigas e terças e no item

de serviços foi orçada toda mão de obra presente na execução, incluindo mão de obra para telhamento.

A fim de tornar a comparação mais justa para os fins deste trabalho, foi acrescentada ao orçamento a mesma telha utilizada no orçamento anterior. O preço tem referência no insumo 7888 do ORSE de novembro de 2016.

A Tabela 2 resume o orçamento.

Tabela 2: Orçamento resumido da estrutura em concreto armado pré-moldado.

Item	Etapa	Valor total (R\$)
1.0	Serviços preliminares	908,00
2.0	Fundações	12.584,28
3.0	Estruturas	77.744,82
4.0	Serviços	21.692,17
5.0	Telha de alumínio	28.199,49
Total		141.128,76

Fonte: Próprio autor.

Junto ao orçamento, foram fornecidas as condições gerais, constando as obrigações do contratante, tais como a regularização junto aos órgãos públicos, disponibilidade de energia elétrica, água, condições de limpeza e desimpedimento do canteiro de obra, possibilitando o acesso dos veículos para transporte e montagem.

Também nas condições gerais, constam as obrigações da contratada que são o fornecimento de toda mão de obra e equipamentos indispensáveis, prazo de execução de 30 dias.

Em relação a forma de pagamento, foi exigido uma parcela de 40% no momento da assinatura do contrato e 60% mediante boleto bancário com vencimento de 7 dias após a entrega do material.

3.5 ANÁLISE COMPARATIVA

Neste tópico, serão analisados e comparados os dados presentes nos tópicos 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.

Inicialmente, serão comparados os consumos de materiais presentes em cada projeto.

Devido à ausência de informações no orçamento da estrutura pré-moldada, os quantitativos de aço presentes no projeto serão estimados baseados nas proporções do projeto de concreto moldado no local. As tabelas 3 e 4 demonstram os consumos relativos ao projeto

em estrutura mista e a Tabela 5 apresenta uma estimativa dos consumos de materiais da estrutura pré-moldada.

Tabela 3: Consumo de materiais do projeto em concreto armado moldado no local.

Material	Sapatas	Pilares	Vigas	Total
Concreto 30MPa (m ³)	38,28	19,87	25,75	83,90
Aço CA-60 + 10% (kg)	0	466,40	443,30	909,70
Aço CA-50 + 10% (kg)	3233,40	1276,70	1069,30	5579,40
Fôrma (m ²)	38,14	242,64	333,20	613,98

Fonte: Próprio autor.

Tabela 4: Consumo de materiais de 4 vigas metálicas padrão.

Material	Comprimento (m)	Peso (kg)
Perfis U 100x50	211,68	948,33
Perfis U 90x40	282,96	1.055,44
Perfis Ue 200x75x25	398,40	3577,63
Tubos 26mm	93,44	157,91
Solda	160,83	-

Fonte: Próprio autor.

Tabela 5: Estimativa do consumo de materiais do projeto em concreto armado pré-moldado.

Material	Sapatas	Pilares	Vigas	Total
Concreto (m ³)	31,77	15,03	49,08	95,88
Aço CA-60 + 10% (kg)	0	320,72	768,18	1088,90
Aço CA-50 + 10% (kg)	2439,57	877,92	1852,96	5170,45

Fonte: Próprio autor.

O projeto em pré-moldado apresenta sapatas que consomem aproximadamente 83% do volume de concreto das sapatas em concreto moldado no local. Pode-se perceber também uma economia de concreto nos pilares, os pilares pré-moldados apresentam consumo de concreto que representa 76% do consumo dos pilares moldados no local.

O consumo referente a execução das vigas não pode ser comparado diretamente, tendo em vista que a estrutura moldada no local possui as vigas principais e as terças metálicas, entretanto, retirando-se 38,31m³ de concreto referentes a execução destes vigas do quantitativo de pré-moldados, verifica-se que a relação entre o consumo de concreto das vigas pré-moldadas e moldadas no local é aproximadamente igual a 1.

Como o quantitativo de aço da estrutura pré-fabricada foi levantado utilizando as proporções do projeto de concreto moldado no local, as relações entre os consumos de aço dos diferentes orçamentos são iguais as relações de concreto.

Outro item que merece destaque na execução da estrutura moldada no local é a execução das fôrmas e dos escoramentos. A soma destes dois itens presentes no orçamento totaliza R\$ 35.502,98, representando aproximadamente 19% do valor total orçado.

Além da análise financeira, vale salientar também que estas duas etapas estão presentes no caminho crítico do cronograma, demandando 5 carpinteiros e 5 serventes, a execução destes serviços totaliza um período de 41 dias úteis, destes 41 dias, aproximadamente 13 dias serão destinados apenas a execução de escoramento ou fôrmas, provocando considerável atraso na execução da estrutura. Como já comentado e reforçado neste trabalho, estas duas etapas são totalmente racionalizadas ou até extintas na execução de pré-moldados.

Em análise ao cronograma de execução em geral, percebe-se uma discrepância considerável. A proposta da empresa para execução de pré-moldados demanda um período total de 30 dias, enquanto que para a execução da estrutura mista, são necessários 70 dias. Este fator gera variação considerável nos custos indiretos.

Em análise aos custos diretos, temos um valor total de R\$ 186.359,35 para a execução da estrutura mista moldada no local e R\$ 141.128,76 para a estrutura pré-moldada. Foi discutido em tópicos anteriores que a execução de pré-moldados poderia gerar custos diretos consideravelmente mais altos devido a utilização de insumos selecionados e mão de obra especializada, porém, no caso estudado ocorreu o oposto.

Cabe ainda o estudo a respeito da forma de pagamento. A execução da estrutura pré-moldada exige que 40% do valor total seja pago no ato da assinatura, representando um total de R\$ 56.451,50 antes do início da obra e R\$ 84.677,25 30 dias depois.

Para análise financeira da execução da estrutura moldada no local foi desenvolvido um cronograma físico financeiro. A partir deste cronograma, podemos verificar de que forma ocorrerá o desembolso de acordo com o andamento da obra. A Tabela 6 apresenta um resumo dos desembolsos.

Tabela 6: Resumo de desembolsos da obra em estrutura mista.

Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto
Desembolso	R\$ 93.500,15	R\$ 33.660,51	R\$ 22.322,10	R\$ 36.876,60
Desembolso acumulado	R\$ 93.500,15	R\$ 127.160,65	R\$ 149.482,76	R\$ 186.359,35

Fonte: Próprio autor.

A partir do resumo, percebe-se que ocorrerá grande desembolso no primeiro mês da obra, isso ocorre devido a um fato citado anteriormente, o corte e a dobra de todo o aço da estrutura começará no primeiro dia, em paralelo com a locação. Além do aço, também haverá fabricação de fôrmas da estrutura, soldagem e pintura das vigas metálicas desde o primeiro mês. Porém, neste método construtivo, o construtor terá a possibilidade de parcelar a compra de todos os insumos conforme exigências dos vendedores, o que não ocorre com a estrutura pré-moldada.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se neste trabalho que é necessário se fazer uma análise de todas as alternativas possíveis no momento de planejar a execução de alguma obra. No caso estudado, a execução da estrutura em pré-moldado possibilitaria que a obra pudesse ser finalizada em um período inferior a estrutura em concreto moldado no local e com custos também inferiores, além de agregar todas as qualidades já citadas no presente trabalho.

Na atual realidade vivenciada pelo Brasil, na qual é comum a presença de notícias a respeito do caos vivenciado por funcionários e utilizadores de edificações públicas devido a precariedade existente, é necessário que sejam tomadas atitudes com urgência e a execução de estruturas pré-moldadas quando possível, seria apenas o primeiro passo desta longa caminhada. Posteriormente, outras atitudes deveriam ser tomadas, como a racionalização de outras etapas da obra, com a criação de setores para gestão, coordenação e compatibilização de projetos, execução de projetos de alvenaria racionalizada, *layouts* de paginação de piso, fiscalizações mais rigorosas por parte dos órgãos competentes, maior controle do período de licitação, possibilitando que apenas empresas verdadeiramente habilitadas sejam capazes de assumir determinada obra e por fim, aplicando penalidades severas aos responsáveis pela entrega de produtos com qualidade inferior ao especificado em projeto.

É necessário também uma análise mais profunda sobre o que provoca o afastamento destes sistemas construtivos das edificações públicas. No caso específico de estruturas pré-moldadas, algumas variáveis foram apresentados no decorrer deste trabalho, como por exemplo, a defasagem de profissionais habilitados para desenvolver o projeto dentro dos órgãos públicos. Outro motivo bastante comum vivenciados neste âmbito e que dificulta a inserção da técnica, é a baixa qualidade dos projetos arquitetônicos. A ausência de detalhamentos e informações, impossibilita completamente a execução de pré-moldados. Estes problemas merecem atenção dos gestores e possuem soluções simples, como a capacitação dos profissionais.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm>. Acesso em 1 de maio de 2017.

_____. Tribunal de Contas da União. **Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas / Tribunal de Contas da União**. 3. ed. Brasília: TCU, SecobEdif, 2013.

CONAMA. Resolução nº. 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 2 de maio de 2017.

_____. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 2 de maio de 2017.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Alternativas para a redução de desperdício de Materiais nos canteiros de obras**. Disponível em:

<<http://perdas.pcc.usp.br/index.htm>>. Acesso em: 3 de maio de 2017.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: Fundações e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: EESC-USP, 2000.

FIGUEROLA, V. N. **Do padronizado ao exclusivo**. 2008. Disponível em:

<<http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/177/pini-60-anos-118597-1.aspx>>. Acesso em 26 de março de 2017.

JUNIOR, J. H. P.; OLIVEIRA, L. M.; COSTA, R. G. **Gestão estratégica de custos**. 6. ed. São Paulo: 2010.

NAKAMURA, J. **Fôrmas**. 2003. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/79/artigo287279-1.aspx>>. Acesso em 12 de maio de 2017.

NATAL. CONTROLADORIA GERAL DO MUNICÍPIO DE NATAL. **Manual de orientações técnicas. Obras públicas: Planejamento, contratação, execução e fiscalização**. 2015. Disponível em: <https://natal.rn.gov.br/cgm/paginas/File/Manuais/Manual_de_orientacoes_de_engenharia_e_fiscalizacao.pdf>. Acesso em 1 de maio de 2017.

ORSE. Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe. **Orçamento de Obras de Sergipe**. Disponível em: <<http://187.17.2.135/orse/esp/ES00062.pdf>>. Acesso em 13 de março de 2017.

PICCHI, F. A.; AGOPYAN, V. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1993.

RODRIGUES, M. **Números do desperdício**. 2001. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/53/artigo285202-1.aspx>>. Acesso em 27 de março de 2017.

ROSSO, S. M. **Jogo de montar**. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/131/tilt-up-jogo-de-montar-285424-1.aspx>>. Acesso em 8 de março de 2017.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980.

SALAS, S. J. **Construção Industrializada: Pré-fabricação**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1988.

SERRA, S.M.B; FERREIRA, M. de A.; PIGOZZO, B. N. **Evolução dos pré-fabricados de concreto**. In: Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado, 1., 2005, São Carlos, SP.

SINAPI. Caixa Econômica Federal. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-pb/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_PB_012017_NaoDesonerado.zip>. Acesso em 13 de março de 2017.

SPADETO, T. F. **Industrialização na construção civil - uma contribuição à política de utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto**. 2011. 193f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

VAN ACKER, A. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Traduzido por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo, SP: Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, 2002.

6 APÊNDICE A: ORÇAMENTO REFERENTE A EXECUÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL COM VIGAS METÁLCIAS

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1.0			SERVIÇOS PRELIMINARES				3.203,27
1.1	01	CREA	Taxa do CREA	UND.	1,00	214,82	214,82
1.2	74077/003	SINAPI	Locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas pontaleadas, com reaproveitamento de 3 vezes.	M2	641,30	4,66	2.988,45
2.0			MOVIMENTO DE TERRA				2.851,51
2.1	90093	SINAPI	Escavação mecanizada de vala com prof. Maior que 1,5 m até 3,0 m (média entre montante e jusante/uma composição por trecho), com escavadeira hidráulica (0,8 m ³ /111 hp), larg. De 1,5 m a 2,5 m, em solo de 1ª categoria, locais com baixo nível de interferência. Af_01/2015	M3	316,89	3,16	1.001,37
2.2	93369	SINAPI	Reaterro mecanizado de vala com escavadeira hidráulica (capacidade da caçamba: 0,8 m ³ / potência: 111 hp), largura de 1,5 a 2,5 m, profundidade de 1,5 a 3,0 m, com solo (sem substituição) de 1ª categoria em locais com baixo nível de interferência. Af_04/2016	M3	262,06	7,06	1.850,14
3.0			FUNDAÇÃO EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL				30.981,94
3.1	94974	SINAPI	Concreto magro para lastro, traço 1:4,5:4,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo manual. Af_07/2016	M3	6,49	297,68	1.931,94
3.2	1525 i	SINAPI	Concreto usinado bombeável, classe de resistência c30, com brita 0 e 1, slump = 100 +/- 20 mm, inclui serviço de bombeamento (NBR 8953)	M3	38,28	317,77	12.164,23
3.3	92919	SINAPI	Armação de estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares, lajes e fundações profundas (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	KG	183,91	8,18	1.504,38
3.4	92921	SINAPI	Armação de estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares, lajes e fundações profundas (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 12.5 mm - montagem. Af_12/2015	KG	267,73	6,87	1.839,30

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
3.5	92923	SINAPI	Armação de estruturas de concreto armado, exceto vigas, pilares, lajes e fundações profundas (de edifícios de múltiplos pavimentos, edificação térrea ou sobrado), utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	KG	2.487,82	5,00	12.439,09
3.6	5651	SINAPI	Forma tabua para concreto em fundação c/ reaproveitamento 5x	M2	38,14	28,92	1.103,00
4.0			ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL				74.855,97
4.1	1525 i	SINAPI	Concreto usinado bombeável, classe de resistência c30, com brita 0 e 1, slump = 100 +/- 20 mm, inclui serviço de bombeamento (NBR 8953)	M3	45,62	317,77	14.496,66
4.2	92775	SINAPI	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 5.0 mm - montagem. Af_12/2015	KG	827,00	12,19	10.081,13
4.3	92778	SINAPI	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. Af_12/2015	KG	1.262,82	8,56	10.809,73
4.4	92779	SINAPI	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 12.5 mm - montagem. Af_12/2015	KG	302,73	7,15	2.164,51
4.5	92781	SINAPI	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 20.0 mm - montagem. Af_12/2015	KG	567,18	5,12	2.903,96
4.6	92418	SINAPI	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções menor ou igual a 0,25 m², pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	M2	242,64	48,82	11.845,68
4.7	92456	SINAPI	Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento metálico, pé-direito simples, em chapa de madeira resinada, 4 utilizações. Af_12/2015	M2	333,20	67,69	22.554,30
5.0			VIGAS PRINCIPAIS (METÁLICAS)				37.738,97
5.1	01	INSUMO	Perfil "u" dobrado 100x50x3mm	KG	948,33	4,20	3.982,97
5.2	02	INSUMO	Perfil "u" dobrado 90x40x3mm	KG	1.055,44	4,20	4.432,85
5.3	21150 i	SINAPI	Tube aço preto sem costura 3/4", e= *2,87 mm, schedule 40, *1,69 kg/m	M	93,44	19,46	1.818,34

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
5.4	40537 i	SINAPI	Perfil "u" enrijecido de aço galvanizado, dobrado, 200 x 75 x 25 mm, e = 3,75 mm	M	398,40	4,20	1.673,28
5.5	6391	SINAPI	Solda topo descendente chanfrada espessura=1/4" chapa/perfil/tubo aço com conversor diesel	M	160,83	117,70	18.929,57
5.6	1334 i	SINAPI	Chapa de aço grossa, ASTM a36, e = 5/8 " (15,88 mm) 124,49 kg/m2	KG	348,57	6,02	2.098,40
5.7	1332 i	SINAPI	Chapa de aço grossa, ASTM a36, e = 3/8 " (9,53 mm) 74,69 kg/m2	KG	11,71	5,44	63,70
5.8	03	INSUMO	Chumbador de aço, diâmetro 5/8", comprimento 39cm, com porca	UND.	32,00	21,96	702,72
5.9	74145/001	SINAPI	Pintura esmalte fosco, duas demãos, sobre superfície metálica, incluso uma demão de fundo anticorrosivo. Utilização de revolver (ar-comprimido).	M2	233,04	13,49	3.143,70
5.10	01	COMPOSIÇÃO	Instalação de tesoura (inteira ou meia), em aço, para vãos iguais 20m, incluso içamento	UND.	4,00	223,36	893,44
6.0			COBERTA				36.727,69
6.1	02	COMPOSIÇÃO	Telhamento com telha de alumínio e= 0.5 mm, trapezoidal, acabamento pré-pintada em uma das faces, incluindo acessórios	M2	854,53	42,98	36.727,69
VALOR TOTAL (R\$)							186.359,35

Fonte: Próprio autor.

7 APÊNDICE B: CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO REFERENTE A EXECUÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL COM VIGAS METÁLCIAS

		MAIO				JUNHO				JULHO				AGOSTO	TOTAL
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	-
SERVIÇOS PRELIMINARES	%	100,00%													100,00%
	R\$	3.203,27													3.203,27
MOVIMENTO DE TERRA	%	35,12%		64,88%											100,00%
	R\$	1.001,37		1.850,14											2.851,51
FUNDAÇÃO	%	45,61%	15,13%	39,26%											100,00%
	R\$	14.130,01	4.687,71	12.164,22											30.981,94
ESTRUTURA CONCRETO	%	7,33%	12,97%	19,29%	5,83%	7,36%	6,13%	6,13%	6,13%	3,38%	3,38%	22,07%			100,00%
	R\$	5.484,63	9.712,04	14.438,17	4.360,70	5.509,39	4.591,16	4.591,16	4.591,16	2.528,90	2.528,90	16.519,78			74.855,97
ESTRUTURA METÁLICA	%	14,88%	14,88%	14,88%	14,88%	14,88%	14,88%	8,33%					1,97%	0,39%	100,00%
	R\$	5.616,97	5.616,97	5.616,97	5.616,97	5.616,97	5.616,97	3.143,70					744,53	148,91	37.738,97
COBERTA	%													100,00%	100,00%
	R\$													36.727,69	36.727,69
TOTAL	%	15,80%	10,74%	18,28%	5,35%	5,97%	5,48%	4,15%	2,46%	1,36%	1,36%	8,86%	0,40%	19,79%	100,00%
	DESEMBOLSO (R\$)	29.436,25	20.016,72	34.069,50	9.977,67	11.126,36	10.208,13	7.734,86	4.591,16	2.528,90	2.528,90	16.519,78	744,53	36.876,60	186.359,35
	DESEMBOLSO ACUMULADO (R\$)	29.436,25	49.452,97	83.522,47	93.500,15	104.626,51	114.834,64	122.569,50	127.160,65	129.689,55	132.218,45	148.738,22	149.482,76	186.359,35	

Fonte: Próprio autor.

8 ANEXO A: PRPOSTA APRESENTADA PELA EMPRESA PARA A EXECUÇÃO DA ESTRUTURA EM PRÉ-MOLDADO

João Pessoa, 30 de março de 2017

Proposta nº. 007/2017

Ao Sr. Israel Victor Costa de Araújo Cavalcanti
LOCAL DA OBRA: João Pessoa - PB

Telefone:
Celular:
Email:

Ref. Proposta para fornecimento e implantação das estruturas pré-moldadas em concreto armado tipo "MÓDULO" para um galpão medindo 20,50 m x 30,00 m com 8,00 m de pé - direito de acordo com a solicitação.

Prezado(a) Senhor(a),

Atendendo solicitação de V.S.^a, temos a grata satisfação de apresentar nossa proposta e demais condições para a estrutura acima referenciada de acordo com a discriminação a seguir:

Item	Descrição do Material e Serviços	Unid.	Quant.	P/ Total
1.0)	SERVIÇOS PRELIMINARES:			908,00
	Regularização junto ao CREA, referente as estruturas, locação e marcação da obra.	Vb	01	908,00
2.0)	FUNDAÇÕES:			12.584,28
	Escavações para as fundações	M ³	35,64	1.069,20
	Regularização p/ fundação 0,05 cm	M ³	1,49	670,50
	Sapatas pré-moldadas seção 0,80 x 1,00	Pç	6,00	1.844,70
	Sapatas pré-moldadas seção 1,05 x 1,30	Pç	12,00	8.230,20
	Reaterro das fundações	M ³	21,38	769,68
3.0)	ESTRUTURAS:			77.744,82
	Pilares laterais seção 0,20 x 0,50 c/ 9,20	Pç.	12	20.394,00
	Pilares testada seção 0,20 x 0,35 c/ 9,50	Pç.	6	6.826,02
	Vigas radier seção 0,12 x 0,40 c/ 5,78	Pç.	10	3.965,60
	Vigas radier (testada) 0,12 x 0,40 c/ 5,78	Pç.	4	1.586,24
	Vigas radier (testada) 0,12 x 0,40 c/ 4,88	Pç.	4	1.339,24
	Vigas contrav. seção 0,12 x 0,35 c/ 5,78	Pç.	10	3.469,90
	Vigas contrav. (testada) 0,12 x 0,35 c/ 5,78	Pç.	4	1.387,96
	Vigas contrav. (testada) 0,12 x 0,35 c/ 4,88	Pç.	4	1.171,84
	Vigas cinta seção 0,10 x 0,30 c/ 5,78	Pç.	10	2.478,50
	Viga MV2A (0,20) h=0,95, com 23,50 m	Pç.	6	22.325,52
	Vigas terças VT-15	M	512	12.800,00
4.0)	SERVIÇOS:			21.692,17
	Montagem das estruturas (equipamento e mão de obra), transporte e outras despesas.	Vb.	01	9.660,17
	Mão de obra para aplicação de cobertura em telhas de fibrocimento.	M ²	752	12.032,00

VALORES:	Item 1.0	R\$	908,00
	Item 2.0	R\$	12.584,28
	Item 3.0	R\$	77.774,82
	Item 4.0	R\$	21.692,17
SUB-TOTAL:	R\$	112.929,27

Valor da Proposta: R\$ 112.929,27 (Cento e doze mil novecentos e vinte e nove reais e vinte e sete centavos.)

CONDICÕES GERAIS

OBRIGAÇÕES DO CLIENTE:

- 1 - As taxas para regularização da obra junto aos Órgãos Públicos (Prefeitura, Estado e Órgãos Federais), além da matrícula CEI do INSS;
- 2 - Fornecer em prazo hábil, de forma a não comprometer o prazo de execução dos serviços, energia elétrica, água e demais condições de limpeza e desimpedimento do canteiro da obra, com escavação e reaterro se necessário, para acessibilidade e tráfego dos veículos para transporte e montagem das estruturas;
- 3 - Caso seja necessário melhoramento do suporte mecânico das cargas no terreno, o material e mão de obra será por conta do cliente, visto que os nossos cálculos foram baseados para um suporte de 1,5 kg/cm².

OBRIGAÇÕES DA EMPRESA:

- 4 - O fornecimento de toda mão de obra indispensável, inclusive mão de obra técnica e transporte necessários, e ainda por todos os equipamentos e instrumentos de trabalho para execução da montagem das estruturas pré-moldadas em concreto;
- 5 - Os colaboradores destinados a execução da montagem das estruturas pré-moldadas em concreto, não tomarão vínculo com o cliente, em hipótese alguma.

Prazo de Execução: 30 (Trinta) dias úteis.

Condições de Pagamento: 40% com assinatura do contrato e o restante mediante a boleto(s) bancário(s) com vencimento de 7 (sete) dias após entrega do material;

Prazo garantia das estruturas: 05 (cinco) anos, de acordo com as normas da ABNT

Validade da Proposta: 10 (Dez) dias.

No aguardo do pronunciamento de V.S.^a, somos mui gratos.

Atenciosamente,

Engenheiro Civil

Diretor