

**FACULDADE PATOS DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANDRÉ DE OLIVEIRA
FÁBIO OLIVEIRA SANTOS
MÁRCIA BARBOSA PACHECO**

PAREDES DE CONCRETO ARMADO

**PATOS DE MINAS
2016**

**ANDRÉ DE OLIVEIRA
FÁBIO OLIVEIRA SANTOS
MÁRCIA BARBOSA PACHECO**

PAREDES DE CONCRETO ARMADO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Patos de Minas
como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Eng. Paulo de
Tarso Queiroz Bicalho

**PATOS DE MINAS
2016**

Candidatos:
ANDRÉ OLIVEIRA
FÁBIO OLIVEIRA SANTOS
MÁRCIA BARBOSA PACHECO

Título: PAREDES DE CONCRETO ARMADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Patos de Minas como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil – FACULDADE PATOS DE MINAS.

Data: 30 de Maio de 2016.

Prof. Esp. Eng. Paulo de Tarso Queiroz Bicalho
Orientador

Prof^a. Ma. Eng^a. Helenize Maria de Rezende Lima
Examinadora

Prof. Esp. Eng. Wagner Marcio Bernardes
Examinador

Aprovado (X)

Reprovado ()

AGRADECIMENTOS

Nenhuma batalha é vencida sozinho. Ao longo desta luta, algumas pessoas estiveram presentes e percorreram conosco essa jornada, nos incentivando e apoiando para que conquistássemos nossos sonhos.

Agradecemos a Deus por nos dar saúde, força e determinação para superar todas as dificuldades ao longo dessa jornada.

Aos nossos pais presentes e ausentes, por todo o carinho, paciência e princípios, e aos nossos companheiros, que nos apoiaram e colaboraram para que alcançássemos nossos sonhos.

Agradecemos a todos os professores por nos proporcionar o ensinamento lógico e a afetividade da educação ao longo desse processo, para nos tornar profissionais capacitados. A expressão “mestre” nunca fará justiça aos professores dedicados, com os quais tivemos a honra de aprender. A vocês nosso eterno muito obrigado.

Ao nosso orientador, professor Paulo de Tarso Queiroz Bicalho, por todo o tempo que dedicou a nos auxiliar, a nossa co-orientadora Helenize Maria de Rezende Lima, por tanto empenho, paciência e dedicação durante esse processo da concretização deste trabalho, a nossa professora de TCC Nayara Lima, por toda a dedicação, paciência, carinho e amor a sua profissão e a nós.

E por fim, a todos que colaboraram para a concretização deste trabalho, de forma direta ou indireta, o nosso muito obrigado!

OLIVEIRA, André; SANTOS, Fabio Oliveira; PACHECO, Marcia Barbosa. **Paredes de concreto armado**. 2016. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Patos de Minas, Patos de Minas, 2016.

ESTÁ AUTORIZADA INTEGRAL OU PARCIALMENTE A REPRODUÇÃO DESTE TRABALHO, PARA FINS DE ESTUDO E/OU PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

RESUMO

O sistema construtivo de paredes de concreto armado vem sendo utilizado por construtoras no Brasil, por se tratar de um sistema que proporciona uma execução em grande escala, sem comprometer a qualidade e o desempenho da edificação. Esse sistema vem sendo utilizado por apresentar vantagens em termos de prazo e qualidade, é um sistema que, em função da velocidade de execução e otimização de mão-de-obra, tem sido uma opção de construção para construtoras que ingressaram no mercado habitacional do governo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é mostrar que o sistema construtivo paredes de concreto armado pode ser mais uma alternativa de construção a ser empregada no programa habitacionais do governo, como por exemplo, "Minha Casa Minha Vida". A metodologia usada foi um estudo de caso de um empreendimento, que utilizou esse sistema construtivo, onde foi realizado o acompanhamento de todas as etapas construtivas. A partir desse acompanhamento obtivemos dados da forma construtiva, especificando os materiais empregados e suas tipologias, além do resultado final, como o acabamento.

Palavras-chave: Habitação popular. Sistema construtivo. Paredes de concreto armado.

ABSTRACT

The construction system of reinforced concrete walls has been used by construction companies in Brazil, because it is a system that provides an implementation on a large scale, without compromising the quality and performance of the building. This system has been used to present advantages in terms of time and quality, it is a system that, depending on the speed of execution and hand labor optimization, has been a build option for builders, who entered the housing market government. Thus, the objective of this work is to show that the construction system of reinforced concrete can be a construction alternative to be employed in government housing programs, "My house, My life." The methodology used was a case study of an enterprise, which used this construction system, where the monitoring of all the constructive steps. From this monitoring data obtained constructively, specifying the materials used and their typologies, plus the end result, as the finishing.

Keywords: Popular houses. Constructive system. Reinforced concrete wall.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corte da parede de concreto.....	17
Figura 2 - Vista frontal dos painéis metálicos.....	18
Figura 3 - Planta baixa.....	20
Figura 4 - Terraplanagem do terreno onde será construída a casa.....	21
Figura 5 - Marcação do radier com a rede de esgoto pronta.....	21
Figura 6 - Gabarito do radier com as tubulações de instalações hidrossanitárias.....	22
Figura 7 - Gabarito do radier com as instalações hidrossanitárias e lona plástica.....	22
Figura 8 - Gabarito do radier com a armadura para receber a concretagem.....	22
Figura 9 - Concretagem do radier com o caminhão betoneira.....	23
Figura 10 - Concretagem do radier com o caminhão betoneira.....	23
Figura 11 - Radier finalizado.....	23
Figura 12 - Marcação da linhas de paredes.....	24
Figura 13 - Marcação da linhas de paredes com as bolachas.....	24
Figura 14 - Colocação das armaduras e instalações.....	25
Figura 15 - Armaduras e instalações finalizadas.....	25
Figura 16 - Várias armaduras e instalações finalizadas.....	25
Figura 17 - Montagem dos painéis metálicos.....	26
Figura 18 - Numeração dos painéis metálicos.....	26
Figura 19 - Vista superior dos painéis metálicos.....	26
Figura 20 - Retirada dos corpos de provas.....	27
Figura 21 - Armazenamento dos corpos de provas.....	27
Figura 22 - Concretagem das paredes.....	28
Figura 23 - Concretagem com auxilio do caminhão-lança.....	28
Figura 24 - Concretagem com auxilio do caminhão-lança.....	28
Figura 25 - Paredes finalizadas.....	29
Figura 26 - Paredes com armação do telhado.....	29
Figura 27 - Telhados finalizados.....	29
Figura 28 - Acabamento com pisos cerâmicos.....	30
Figura 29 - Acabamento e pintura.....	30
Figura 30 - Acabamento e pintura finalizado.....	30
Figura 31 - Casa finalizada.....	31
Figura 32 - Imagem panorâmica da obra.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 Problemática	9
1.2 Objetivos Gerais.....	9
1.3 Objetivos específicos.....	9
1.4 Justificativa.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 A origem do concreto armado	10
2.2 O concreto armado no Brasil.....	10
2.3 Associação Brasileira de Normas Técnicas	11
2.4 Etapas do Sistema Construtivo das Paredes de Concreto.....	12
2.5 Fundação	13
2.6 Materiais.....	14
2.6.1 Concreto.....	14
2.6.2 Formas	16
2.6.3 Armação ou Ferragem.....	17
2.6.4 Acabamento	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Corte Parede	Erro! Indicador não definido.
4.1.1 Vista Frontal	Erro! Indicador não definido.
4.2 Etapas da construção das paredes	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

Esse sistema construtivo paredes de concreto teve início no Brasil em 2009, com o programa “Minha Casa Minha Vida” e com a explosão do mercado imobiliário no Brasil. Algumas empreiteiras adotaram essa opção de construção, apontando continuamente para a qualidade dessas unidades moldadas no local. A publicação da NBR 16.055, norma de execução e projetos para paredes de concreto armado, permitiu o aumento exponencial do sistema. As empreiteiras ganharam confiança para execução de suas obras, juntamente com os fornecedores de materiais. Com isso, os serviços foram aprimorados e os resultados apareceram tanto em quantidade como em qualidade. ⁽¹⁾

Atualmente o sistema é empregado em todo o Brasil, segundo dados das administradoras financeiras que repassam recursos para empreendimentos acordados do programa “Minha Casa Minha Vida”, mais de 50% das unidades estão sendo construídas com esse sistema. ⁽¹⁾

As expectativas são as melhores possíveis, pois até o momento, esse sistema apresenta-se com uma qualidade adequada e viável, já que não se tem conhecimento de patologias nas paredes de concreto armado. ⁽¹⁾

Segundo a NBR 16.055, é importante medir o desempenho de algumas obras em execução para que se possa empregar nos próximos anos, de forma sólida e ampla, esse sistema construtivo de extraordinária concorrência, viabilidade e qualidade. ⁽¹⁾

Os dados de desempenho levantados pelo uso em grande escala permitem adaptações do aço, espessura das paredes e especificações do concreto. Tecnologistas de concreto procuram aperfeiçoar cada vez mais os traços do concreto a ser usado. ⁽¹⁾

Em termos de equipamentos e acessórios, algumas companhias disputam este mercado, visto que a maioria das formas ainda é importada. Porém, existem alguns fornecedores nacionais de forma de alumínio que ofertam os projetos executivos e também formas de alumínio no regime de locação ou compra para grande demanda de construção. ⁽¹⁾

Atualmente está disponível no mercado um grande número de materiais específicos para esse sistema construtivo: espaçadores plásticos para múltiplas tipologias, caixas de passagem elétrica, chicotes de fiação pré-montados, tubulações de água na tecnologia PEX, materiais e serviços de aplicação mecanizada para revestimentos internos e externos (base acrílica e cimenteira), a disponibilidade do uso do contrapiso autonivelante, por fim, uma gama admirável de escolhas. Esse sistema construtivo já está sendo analisado para construções acima de 5 pavimentos, fora do programa “Minha Casa Minha Vida”, com a mesma garantia e qualidade. Pode-se assegurar que este sistema veio para ficar, surgiu de maneira característica como uma ótima opção de retorno em qualidade e mão-de-obra. ⁽¹⁾

É importante ressaltar que para obter uma execução de qualidade dentro do prazo previsto é necessária a compatibilização dos projetos (elétrico, hidrossanitário, ar condicionado, esgoto, telefonia e internet.) ⁽¹⁾

1.1 Problemática

As paredes de concreto armado é um sistema construtivo que pode trazer um ganho social ao país, através do programa “Minha Casa Minha Vida”, com a mesma garantia e qualidade de construções convencionais.

1.2 Objetivo Geral

Demonstrar na pratica o processo de execução das paredes de concreto armado ilustrando o desenvolvimento de todas as etapas.

1.3 Objetivo específico

Promover futuras pesquisas sobre o desempenho do sistema construtivo e suas patologias a longo/médio prazo.

1.4 Justificativa

O presente estudo aborda um sistema construtivo, com uma técnica que tem a finalidade de aumentar a velocidade de execução de habitações populares, favorecendo um maior número de pessoas. É uma tecnologia com maior agilidade na construção, praticidade e menor desperdício. Esse sistema construtivo tem um formato que pode beneficiar vários setores da construção civil e os profissionais que atuam nesta área, pois não precisa de mão de obra específica e qualificada, é uma construção bem definida, tornando a obra mais organizada. Tanto o empreendedor quanto o cliente ganham, pois ambos conseguem uma obra com qualidade e no tempo determinado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A origem do concreto armado

O concreto armado originou-se em Atenas, 437A. C. Foi uma técnica desenvolvida pelo arquiteto Mnesikles, que elaborou esse procedimento devido às coberturas de mármore que precisavam ser sustentadas através de vigas e colunas, que transmitiam o peso diretamente aos pilares. Para a redução da flexão no meio do vão, barras de ferro foram inseridas na parte superior, causando assim a deflexão das vigas, entretanto, a armadura de concreto armado utilizada em Atenas é bem diferente da armadura dos dias atuais. ^(2,3).

2.2 O concreto armado no Brasil

O concreto armado chegou ao Brasil no século XX (algumas biografias dizem que foi um pouco antes do século XX). A princípio como um produto patentado, aplicado somente em tarefas especiais, como pontes e viadutos. Em 1904, no Rio de Janeiro, sob a responsabilidade do engenheiro Carlos Poma, que foi o responsável pela construção de seis prédios na época, demonstrou ao Brasil o concreto armado, foi então que o concreto armado teve reconhecimento, e cresceu

significativamente no setor da construção civil, passando a ser fonte de pesquisas. (3,4).

Segundo descrito no livro "A Escola Brasileira do Concreto Armado", de Augusto Carlos de Vasconcelos e Renato Carrieri Júnior, o material era chamado cimento armado. Devido às mudanças políticas, econômicas, sociais e ao grande processo de industrialização, o concreto armado passou a ser considerado o material mais adequado para as circunstâncias de construção no Brasil, por sua resistência, por ser econômico e por não exigir mão-de-obra qualificada. (4,5).

A grande desvantagem do concreto é a degradação ambiental e a falta de flexibilidade espacial. O início construtivo do concreto armado foi concebido no Brasil após a grade curricular dos cursos de arquitetura e engenharia civil exigirem tal conhecimento para os futuros profissionais da área, seguido da criação da ABNT em setembro de 1940. No entanto, somente algumas faculdades de engenharia no mundo, apresentam conhecimento em concreto armado como as faculdades do Brasil, devido à grande gama de solos, à riqueza dos recursos naturais, à economia, dentre outras, isso nos levou a ampliar formas variadas para as construções com o concreto armado, composto por cimento, areia, água, agregados e aço. (4,6,7).

2.3 Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR 6118 – A princípio foi criada para garantir a qualidade e a eficácia, assegurando a produtividade aos projetos da construção civil, que precisam ser auxiliados por normas técnicas. Essa norma significa a evolução da NB-1, a primeira norma para projeto de estruturas de concreto. Ela foi anunciada pela primeira vez em 1940, no mesmo ano da fundação da ABNT, sendo a norma que implanta as condições exigidas pelo projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido. Foi examinada pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02). (2,8,11)

Em 2003, uma nova versão da ABNT NBR 6118 foi publicada para atender à demanda da comunidade técnica nacional e ganhou a atenção da ISO. Depois de nova revisão, em 2007, passou a ser recomendada como referência internacional na elaboração de normas de requisitos de desempenho de estruturas de concreto. (8,11)

NBR 16.055 - é a norma que estabelece condições para construções utilizando paredes de concreto moldadas no local, com formas removíveis. Antes de essa norma ser elaborada, as técnicas de dimensionamento das paredes de concreto, eram sugeridos através de projetos para construções menores, até 5 pavimentos, em paredes de concreto desenvolvido pela ABCP, e nas normas, (ACI 318 americana, DTU 23.1 francesa e Eurocode 2 européia). ^(2,8,11)

As construções de qualquer geometria ou altura, com paredes de concreto moldadas no local com formas removíveis, estão amparadas pela NBR 16.055. Essa norma é usada para paredes com grande esforço axial e flexão concretadas, como por exemplo, detalhes de fachada e armações. A definição parede de concreto é conhecida como sendo um elemento estrutural, armado no local. Essa estrutura é capaz de suportar uma carga com comprimento dez vezes a espessura que é previsto nesta norma. Para casos com carga superior, a estrutura deve ser calculada como um pilar, ou seja, um pilar parede, conforme a ABNT NBR 6118.

Essa elaboração normatiza o dimensionamento, o desempenho e a execução da estrutura, embora já seja usual há cerca de 30 anos no Brasil, porém não era normatizado. Esse sistema construtivo pode ser empregado por qualquer empreendedor que não apresente mão de obra qualificada. O treinamento é simples e pode ser feito até mesmo por pessoas que não têm experiências anteriores na construção civil. Para formar o que chamamos de montador, leva em torno de 15 dias e não existe a figura de pedreiro ou servente, são todos montadores de formas. ^{(2,8, 9, 10, 11).}

2.4 As etapas do Sistema Construtivo das Paredes de Concreto

O princípio construtivo que mais cresce no mercado, para o programa “Minha Casa Minha Vida”, é a edificação feita de parede de concreto, um processo em que é feito sobre a fundação radier, sendo as paredes montadas no local da obra e em seguida preenchidas com concreto, sempre levando em consideração todas as instalações hidrossanitárias, elétricas, ar condicionados, esgoto, telefonia e internet já dispostas. ^(4,12,13,14)

De acordo com levantamento realizado com 488 construtoras pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), esse é o sistema construtivo com a maior intenção de uso por parte das empresas, que têm sido atraídas por características como rapidez de execução e menor necessidade de mão de obra. Por conta disso, as paredes de concreto estão se difundindo, inclusive, no programa Minha Casa Minha Vida, contando com a adesão de empresas que tradicionalmente utilizavam outras opções, como o sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto. Segundo o engenheiro Rubens Monge, coordenador do Grupo Parede de Concreto, da ABCP, este sistema é três vezes mais produtivo do que o convencional e duas vezes mais produtivo do que a alvenaria estrutural. No entanto, ele tem suas limitações. Muitas vezes, o investimento na aquisição das fôrmas para moldagem das paredes de concreto é inviabilizado pela escala diminuta do empreendimento, que precisa atingir no mínimo algumas centenas de unidades. Esse problema tem sido contornado em algumas praças com a popularização gradual da locação de equipamentos. Com o aluguel de fôrmas crescendo, o número mínimo de unidades para viabilizar o investimento está cada vez menor. Já vemos condomínios com 250 unidades sendo executados com o sistema', conta Monge.⁽¹³⁾

Esse sistema de construção atende casas, sobrados e edifícios de até 5 pavimentos, podendo ser usados em construções com mais de 9 pavimentos, porém precisam ter os devidos cálculos estruturais. Por isso, esse sistema construtivo está conquistando as empresas com construção alternativa, como a de alvenaria estrutural feita com blocos de concreto.^(4,12,13,14)

O desempenho das paredes de concreto pode alterar conforme os procedimentos construtivos, pois com cada jogo de formas é possível a construção de 20 casas por mês. Quando a casa de número 15 estiver na fase de concretagem, a primeira estará concluída para a entrega. Para conseguir esse efeito em um projeto de 60 a 70 m², trabalham cerca de 16 colaboradores, que se dividem nas ocupações envolvidas na execução: como a montagem, preenchimento e desmontagem das formas, parte elétrica, hidrossanitária, concretagem e acabamento.^(4,12,13,14)

2.5 Fundação

A escolha da fundação precisa levar em consideração a segurança, estabilidade e resistência dos solos da região, e de extrema importância para a escolha da fundação. A fundação mais usada em casas de concreto armado é o radier, por ser ágil na execução, podendo ser executado em apenas um dia.

Com o radier não há a necessidade de contra piso, o recobrimento cerâmico pode ser assentado diretamente sobre a fundação. ^{(13, 16, 17).}

Há uma conveniência e a facilidade de apoio ao montar as formas sobre o radier, distintas de outras fundações. A concretagem do radier acontece de forma convencional: o caminhão betoneira lança o concreto direto no local da aplicação, da área de concretagem, precisando apenas de uma camada nivelada de brita, com espessura mínima de 3 cm e sobre essa camada é colocada uma cobertura de lona plástica. Lembrando que as conexões e tubulações devem ser dispostas exatamente como nos projeto de instalações e então o radier estará pronto para a concretagem. ^{(13, 16, 17).}

2.6 Materiais

2.6.1 Concreto

Existem 4 tipos de concretos aplicáveis ao sistema construtivo estudado: o auto adensável, o concreto celular, o concreto com alto teor de ar incorporado e o concreto com agregados leves ou com baixa massa característica.

- I. **O concreto auto adensável** - que é bombeado e lançado na obra deve ser utilizado em no máximo 40 minutos depois de acrescentado o aditivo hiperfluidificante, averiguando se o concreto está com a consistência desejada e se não extrapolou o abatimento (*slump*) indicado na nota fiscal de entrega, o que usualmente é feito no canteiro da obra. ^{(16,18).}
- II. **O concreto celular** - deve ser lançado em até 30 minutos após o término da mistura da espuma, Caso o abatimento do concreto esteja abaixo do indicado na nota fiscal, deve-se acrescentar água aos limites mencionados pela ABNT NBR 7212. A adição de água geralmente é feita no canteiro de obra, antes da descarga do concreto, através do uso de recipientes com volume experimentado e balança. Somente assim estará liberado para o lançamento nas formas. ^{(9,16, 18, 19).}
- III. **O concreto com alto teor de ar incorporado** - tem características físicas e termo acústico similar às do concreto celular. Este concreto é mais indicado

para paredes de concreto armado com até 2 pavimentos ou no último andar de edificações sem laje de cobertura. ^(9,16, 18, 19)

- IV. **O concreto com agregados leves ou com baixa massa específica** - é preparado com agregados leves, e tem um desempenho térmico e acústico adequado, contudo amenamente abaixo ao desempenho dos demais concretos. Pode ser empregado em todos os tipos de estruturas que necessitem de resistência de até 25 Mpa. Excepcionalmente a argila dilatada necessita ser utilizada com o agregado leve, pois as instabilidades não chegam à resistência necessária. ^(9,16,18,19)

A concretagem é o passo principal para a execução, o tempo de manuseio é do o princípio da mistura (que acontece a partir do acréscimo de água), até o momento da entrega do concreto no canteiro da obra. O tempo transcorrido entre o princípio da mistura e a chegada do concreto no canteiro, deve ser inferior a 90 minutos, e o tempo máximo entre o início da mistura na central e a descarga do concreto na obra não deve superar 150 minutos, garantindo a resistência e a qualidade esperada. ^(9,20)

O lançamento do concreto nas formas necessita corresponder a um projeto detalhado, ao canteiro e às características do empreendimento. O concreto deve ser lançado entre as formas até completar todos os vazios sem nenhuma dificuldade. O lançamento de uma nova camada só deverá ser feita posteriormente. Durante o lançamento e logo após, o concreto deve ser vibrado com equipamento apropriado e o adensamento precisa ser cauteloso para que a mistura complete todos os vazios dentro da forma. Esse processo deve ser executado com prudência para evitar o desenvolvimento de ninhos ou segregação do concreto e para não comprometer os painéis das formas. ^(4,17).

O preenchimento precisa ser concretizado sem falhas, para isso é imprescindível antever furos nas formas, nas regiões logo abaixo das janelas ou outros locais favoráveis ao desenvolvimento de vazios (janelas de inspeção). É necessário também seguir de perto o enchimento das formas, através de leves batidas com martelo de borracha nos painéis. Deve-se evitar a vibração da armação para que não se desenvolvam vazios ao seu redor. No adensamento manual, as camadas de concreto não podem extrapolar 20 cm. Se a alternativa for utilizar vibradores de imersão, a espessura da camada deverá ser no máximo igual a $\frac{3}{4}$ do tamanho da agulha. Se não for admissível atender a esse requisito, o vibrador de imersão não deverá ser usado.

Em função das características da norma construtiva é importante ter um sistema de adensamento eficaz. O concreto auto adensável ou celular são os que têm maior fluidez e plasticidade, extinguindo a obrigação de vibração e a alta viscosidade, evitando com isso a segregação dos materiais.^(9,17,19)

2.6.2 Formas

- I. **Formas Mistas** – É feita de peças metálicas com madeira compensada e é diretamente ligada ao concreto. Não tem um grande número de reaproveitamento porque a madeira compensada é atrelada direto ao concreto.^(9,10,18)
- II. **Formas Plásticas** – É feita de peças metálicas e plástico reciclável. Essa seria a forma mais acessível, porém, sua reutilização é baixa, em torno de 100 vezes.^(9,10,18)
- III. **Formas Metálicas** – É feita por peças metálicas e alumínio, que é um material leve e resistente. No entanto, pode-se usar o aço, tornando a forma mais cara. Porém sua reutilização é bem maior, cerca de 1000 vezes.^(9,10,18)

As formas são provisórias, cujo objetivo é acomodar o concreto fresco, moldando as paredes. Durante o processo de concretagem, a resistência das formas à pressão do lançamento do concreto até a sua cura é decisiva, sendo que as formas precisam ser estanques e proteger rigorosamente o contorno das peças que estão sendo moldadas.

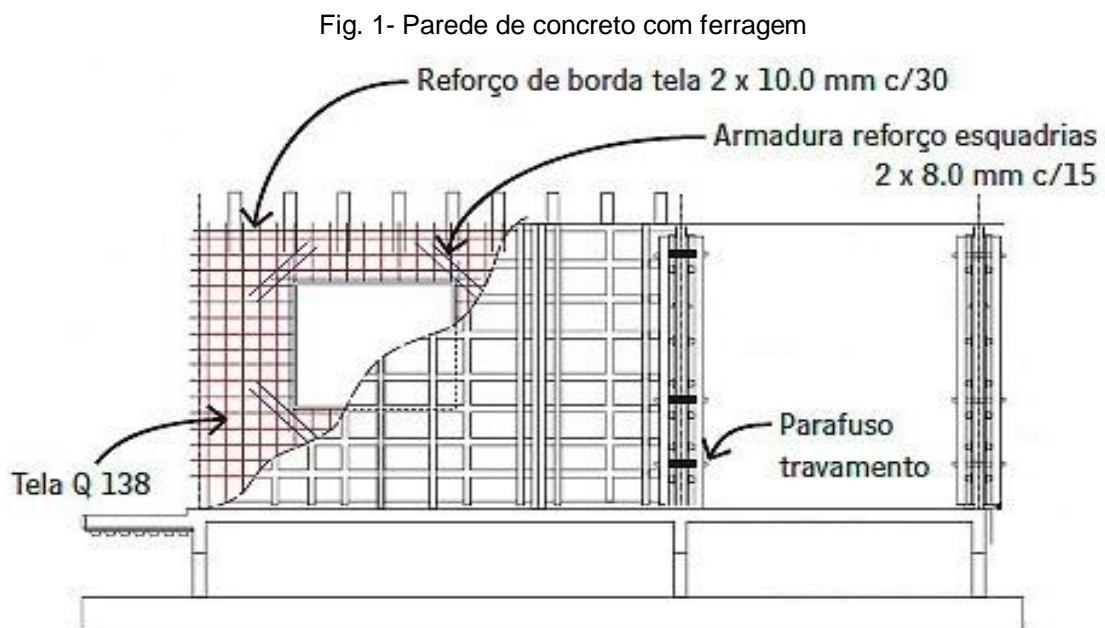
O desenvolvimento e o detalhamento do projeto de formas são muito importantes para a viabilidade das paredes de concreto e para a qualidade na entrega. Todo conjunto de formas precisam vir acompanhado do projeto de formas, demonstrando todos os detalhes e comparando se todos os projetos estão compatíveis, o qual deverá seguir minuciosamente o projeto original.^(9, 10,19)

As formas devem ser conservadas de forma adequada, seguindo as direções do fabricante para o reaproveitamento máximo de vida útil. As formas devem ser limpas antes da aplicação do desmoldante para proporcionar uma boa aparência das paredes após a desforma e minimizar o acúmulo de concreto. A limpeza deve ser feita sem prejudicar o encaixe dos painéis, evitando com isso, fissuras pelas quais possa haver vazamento do concreto. A forma adequada de aplicação do

desmoldante reduz o desenvolvimento de bolhas na superfície do concreto, evitando futuras correções. (9, 10, 19)

2.6.3 Armação ou Ferragem

A armação usada na parede de concreto é um painel de ferragem soldada, disposto na linha vertical da parede. As bordas, vãos de portas e janelas recebem reforços de painéis ou barras de armação conforme apresentado na Figura 1. (9,16,19)



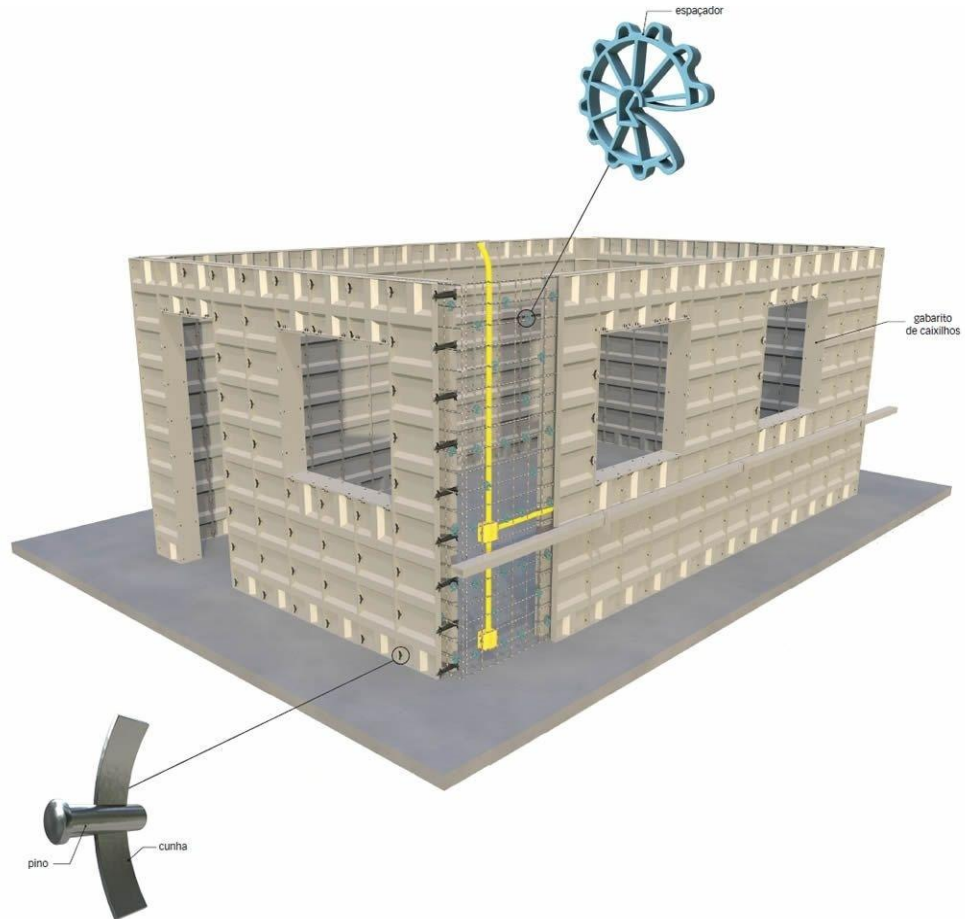
Fonte: (21) adaptado

Em edificações mais altas, as paredes precisam receber duas camadas de painéis soldadas, montadas verticalmente, e com reforços verticais nos pontos das paredes, a armação deve atender a três condições básicas: resistir a esforços de flexotorção, controlar a compressão do concreto e estruturar e afixar as tubulações elétricas, hidrossanitárias, etc. Normalmente utilizam-se painéis soldados na linha das paredes, nas duas faces, além de barras em pontos peculiares, e cinta superior nas paredes, vergas e contra vergas. (9,16,19)

Primeiramente é feita a instalação da armação principal, os painéis soldados, e em seguida as armaduras de reforços. As ancoragens de cantos e cintas são inseridas na armação, fechando os locais onde serão distribuídas as portas e janelas. Por fim, são colocados os espaçadores plásticos, indispensáveis para garantir o posicionamento e a geometria dos painéis, advertindo sempre que na

instalação dos painéis soldados e reforçados, necessita acompanhamento característico dos projetos. ^(9,16,19)

Fig. 2 - Painéis metálicos



Fonte: (22) adaptado

2.6.4 Acabamento

Esse sistema construtivo diminui a quantidade de etapas e rudimentos, tornando a construção padronizada, com maior qualidade e produtividade. A redução da espessura do recobrimento é uma das principais características do sistema construtivo de paredes de concreto. Não há exceções quanto ao manejo de qualquer tipo de acabamento, sendo apenas estabelecida a execução das especificações do fornecedor do material. ^(9,19)

A concretagem das paredes procede em um plano bem nivelado, porém, é imprescindível a correção de pequenos defeitos, como por exemplo, da amarração

das formas. Essas deformidades normalmente são simplesmente ajustadas, mas necessitam ser feitas o mais rápido possível antes do concreto atingir grande resistência, o que dificultaria as correções nas paredes. ^(9,19)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento inicial, avaliamos o histórico de desenvolvimento desse sistema de construção, de forma breve, descrevendo o aparecimento pelo mundo e retornando o foco fundamental para as paredes de concreto no Brasil. Expusemos as principais particularidades, os equipamentos e materiais utilizados nesse tipo de estrutura, bem como a importância do controle de qualidade e principalmente a sequência na execução.

Em seguida, é exposto o estudo de caso com embasamento na execução de um projeto que emprega esse sistema construtivo, que proveu informações autênticas e juntamente com informações acadêmicas e técnicas, permitiu a indispensável análise do sistema construtivo proposto.

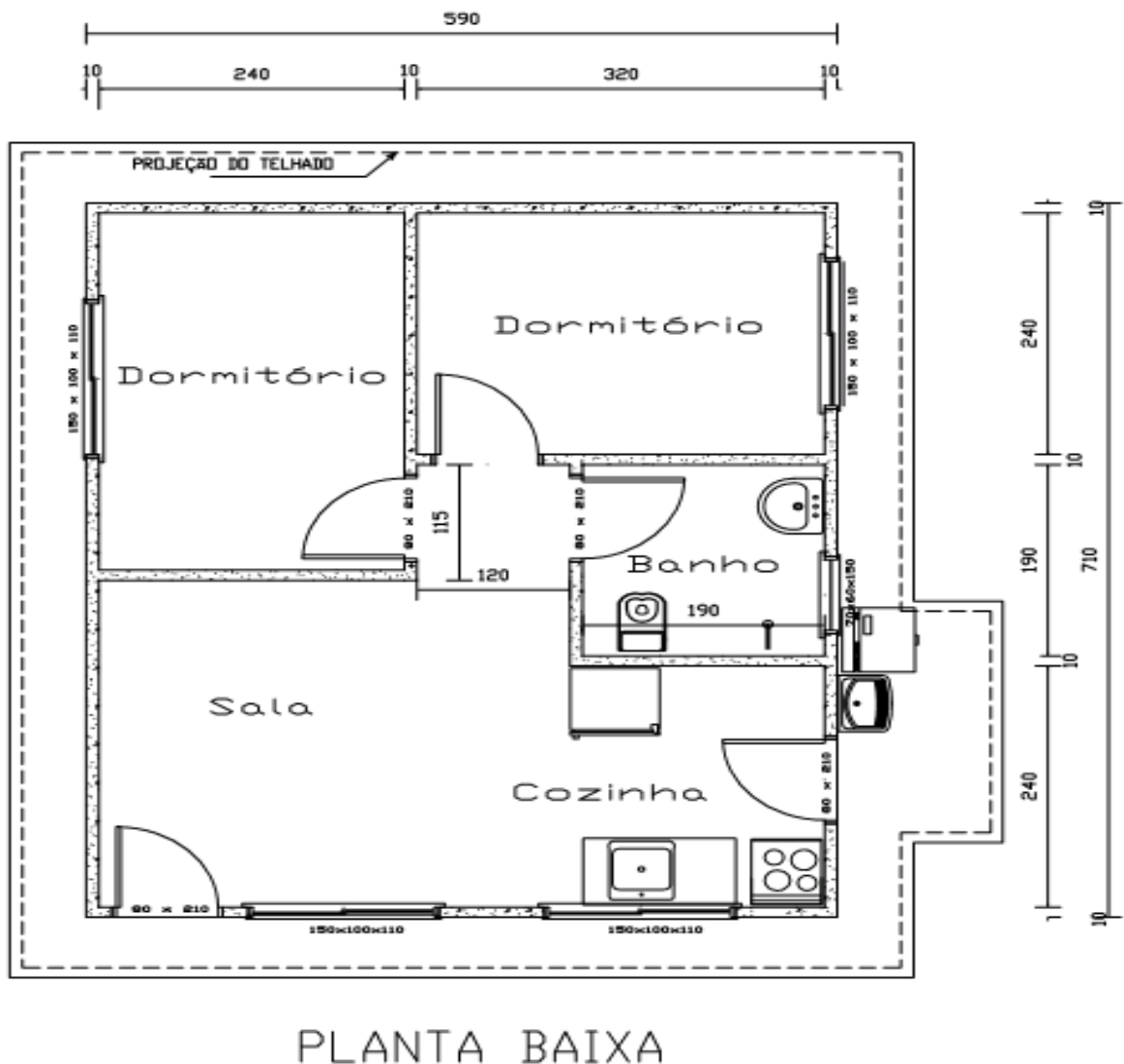
Materiais como artigos técnicos, normas, revistas e sites de pesquisas constituíram as pesquisas relacionadas ao procedimento empregado nesse sistema construtivo, que emprega paredes de concreto armado no local, que se encontram descritos nos capítulos de introdução, revisão bibliográfica e estudo de caso. No desenvolvimento também foram apresentados dois testes de controle de qualidade do material utilizado nesse sistema construtivo, o concreto.

Por fim, os dados obtidos em campo evidenciaram a flexibilidade, praticidade e a exatidão desse sistema, empregado em grande escala, além da velocidade na execução, sem abrir mão da qualidade. Foram utilizados dados realizados em campo, com as visitas para o acompanhamento da obra, podem-se ressaltar informações sobre a execução, como a velocidade na montagem visando sempre à qualidade, e especialmente para formação de conceitos sobre o tema abordado, tendo como foco principal as paredes de concreto como alternativas construtivas em grande escala.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de construção de paredes de concreto moldadas no local faz com que a execução seja ágil em obras de grande escala, como por exemplo, condomínios. Na construção de um conjunto habitacional, do Programa “Minha Casa Minha Vida”, cada casa possui dois quartos, sala e cozinha conjugadas, banheiro e área de serviço, alcançando aproximadamente 42 metros quadrados de área construída, onde são erguidas diariamente, em média, 6 casas, no ponto para receber o telhado. Esse sistema segue uma linha de produção que está sendo construída em Patos de Minas, no bairro Coração Eucarístico, onde cerca de 800 habitações foram construídas.

Fig. 3 - Planta Baixa



4.1 Etapas do sistema construtivo

Nessa fase da pesquisa, realizaram-se visitas periódicas ao local da obra, sendo seis meses de acompanhamento na construção do conjunto habitacional. As fotos aqui apresentadas foram o resultado desse acompanhamento sistemático.

Fig. 4 - Terraplanagem do terreno onde será construída a casa.



Fig. 5 - Marcação do radier com a rede de esgoto pronta.



Fig. 6,7 e 8 - Após o gabarito do radier pronto passam-se as tubulações de instalações hidrossanitárias e em seguida coloca-se uma lona plástica para evitar a desidratação do concreto.



Fig. 9,10 e 11 - Na etapa de preparação do radier, coloca-se uma malha de ferro de 10 mm no sentido transversal e longitudinal conservando quadrados de 25cmx25cm. Logo após esta etapa, está pronto para receber o concreto fck 20Mpa, com 10 cm de espessura.



Fig. 12 e 13 - Próxima etapa após o radier concluído é a marcação, usando as bolachas, para a colocação das armaduras.



Fig. 14, 15 e 16 - Próxima etapa é o encaixe das armaduras usando as ferragens de CA-60 de 5.0 mm, passando os eletrodutos das caixas elétricas e tubulações hidrossanitárias para receber os painéis metálicos para a concretagem das paredes. Os espaçadores são colocados a cada 50 cm, tanto na horizontal quanto na vertical, de forma a possibilitar o cobrimento de concreto.



Fig. 17, 18 e 19 - Os painéis metálicos que irão compor as formas das paredes são preparados para a montagem, aplicando o desmoldante e logo após encaixados, amarrados e escorados para receber o concreto.



Fig. 20 e 21 - Na chegada do concreto usinado é verificado o abatimento do concreto, *slump*, e são moldados os corpos de prova, que são encaminhados ao laboratório para o armazenamento apropriado, conforme a norma brasileira NBR 5738.



Fig. 22, 23 e 24 - A concretagem das paredes pode ser iniciada após 15 horas da execução do radier, e então é usado um caminhão betoneira e um caminhão bomba (lança) para o lançamento do concreto nas formas.



Fig. 25,26 e 27 - O tempo de desenformar é de no mínimo 12 horas após a concretagem, mediante verificação dos resultados da resistência à compressão axial do concreto. Passando na verificação de resistência, podemos inicializar a montagem do telhado.



Fig. 28, 29 e 30 - As paredes passam pelo controle de qualidade. Se forem encontradas falhas, elas são reparadas com graute, depois recebem uma camada de selador e pintura. As paredes também podem receber outros tipos de acabamento, como textura rolada, grafiato e revestimento cerâmico.



Fig. 31 e 32 - Casa finalizada e imagem panorâmica da obra.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o sistema empregado na construção das paredes essencialmente, um jogo de formas, tela de aço e o concreto que irão moldar as paredes. É um procedimento alternativo e bem aceito especialmente em construções populares, como no programa “Minha Casa, Minha Vida”, já que pode ser executado em tempo reduzido, se comparado a métodos convencionais, mantendo a qualidade como prioridade.

Esse sistema construtivo é uma inovação, como vimos em estudos e pesquisas, contudo com referências de aceitação, pois apresentam vários fatores positivos, tendo o prazo e a qualidade como principais características.

No entanto, por se tratar de um sistema construtivo inovador para o mercado, as formas utilizadas ainda têm um alto custo, pois são um produto importado, ficando inviável para um empreendedor de pequeno porte que não executará obras em grande escala.

Por fim, estudos futuros analisando o desempenho de habitações construídas com esse sistema serão de extrema importância para mostrar, a partir de evidências a sua eficácia em termos de qualidade para usuário e sua manutenção.

REFERÊNCIAS

- 1 - FONSECA JUNIOR, Ary. Um olhar sobre a evolução e o futuro da parede de concreto no Brasil: Tendências para 2015. **O Núcleo de Referência Parede de Concreto**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-1, dez. 2014. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/tendencias-para-2015>>. Acesso em: 01 dez. 2015.
- 2 - ANDRADE, Paulo Henrique de **Evolução do concreto armado**. 2006. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-06/civil-29.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- 3 - KAEFER, Luís Fernando. **A Evolução do Concreto Armado**. 1998. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/lutt/ConcretoProtendido/HistoriadoConcreto.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- 4 - SANTOS, Roberto Eustáquio dos. **A armação do concreto no Brasil**. 2008. 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/FAEC-84KQ4X/2000000140.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- 5 - VASCONCELLOS, Grace Abrahão Souza de Frias e. **A Arquitetura de Pedro Paulo de Melo Saraiva: 1954 a 1975 e o Edifício 5ª Avenida**. 2012. 210 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/2012/208.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2015.
- 6 - VASCONCELOS, Augusto Carlos de; CARRIERI JUNIOR, Renato. **A escola brasileira do concreto armado**. São Paulo: Axis Mundi Editora, 2005.
- 7 - GIONGO, Jose Samuel. **Concreto armado: Introdução e propriedades dos materiais**. 2007. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Apost.MateriaisProf.Samuel.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- 8 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2003: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004. 221 p. Disponível em: <abnt.org.br>. Acesso em: 21 nov. 2015.

9 - **Revista TÉCNICA: PAREDES DE CONCRETO** São Paulo: Editora Pini Ltda, 2013. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/146/imprime141977.asp>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

10 - CORREA, Júlio Marcelino. **Considerações sobre projeto e execução de edifícios em paredes de concreto moldados in loco**. 2012. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: <http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa_files/tcc2012-JULIO.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

11 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **PAREDE DE CONCRETO NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012. 41 p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/109588444/NBR-16055-Paredes-de-Concreto#scribd>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

12 - TOMO, Fabricio da Cruz. **Critérios para projeto de edifícios com paredes portantes de concreto pré-moldado**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. Disponível em: <file:///D:/arquivos naoapagar/Usuario/Downloads/2013ME_FabricioCruzTomo.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2015.

13 - **Revista PINI: CONSTRUÇÃO MERCADO** São Paulo: Editora Pini, abr. 2015. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao.aspx>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

14 - FEITOZA, Daniel Mauro; CARMO, Marcos Paulo S. do. **Uso de paredes de concreto em casas populares**. 2012. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2012. Disponível em: <http://unifeb.edu.br/index.php/horarios2016/cat_view/293-trabalho-de-conclusao-de-curso/295-tcc-2012/304-daniel-mauro-feitoza--marcos-paulo-schiavinato-do-carmo>. Acesso em: 15 out. 2015.

15 - AREAS, Daniel Moraes. **Descrição do processo construtivo de parede concreto para obra de baixo padrão**. 2013. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006241.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

16 - BORGES, Fernando Melo. **Sistema construtivo de habitação com parede de concreto**. 2011. 133 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2011. Disponível em: <http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/monografias/TCC_-_Fernando_Melo_Borges_-_Sistema_Constr>. Acesso em: 27 nov. 2015.

17 - NOGUEIRA, Francisco Alex Duarte; AGOSTINHO, Rafael de Oliveira; CALISSI, Raphael Rodrigues. **Paredes de Concreto em edifícios de interesse social**. 2011. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-11/civil-22.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

18 - BAPTISTA, Rodrigo Horta Magno. **Análise do processo de execução de edificações compostas por paredes de concreto executada “in loco”**. 2011. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118182/baptista_rhm_tcc_guara.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 dez. 2015.

19 - PINHO, Dino de Tarso Pinheiro e. **Sistema construtivo parede de concreto**. 2010. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2010/Dino_Pinho_Sistema_Construtivo_de_Parede>. Acesso em: 15 nov. 2015.

20 - MOURÃO, Ernesto Valdemar Pereira; ROCHA, Fernanda Fátima da; CAVALCANTI, Paulo Cezar. **Controle de Qualidade do Concreto Produzido em Central Dosadora de Concreto**. 2010. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-10/civil-09.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

21 - **REVISTA TÉCNICA: Paredes de concreto armado moldadas in loco**. São Paulo: Editora Pini Ltda, fev. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/167/artigo286799-1.aspx>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

22 - **REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO**. São Paulo: Editora Pini Ltda, mar. 2012. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/152/artigo307921-1.aspx>>. Acesso em: 18 mar. 2016.