

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADA NO
LOCAL – UMA COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA SEGUINDO A NBR
16055:2012 E SEGUINDO O DATEC N° 005-B:2014**

Marcos Antônio Soares Pereira

Santa Cruz do Sul

2015

Marcos Antônio Soares Pereira

**SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADA NO
LOCAL – UMA COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA SEGUINDO A NBR
16055:2012 E SEGUINDO O DATEC N° 005-B:2014**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil, da Universidade de
Santa Cruz do Sul, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Ms. Marcus Daniel Friederich dos
Santos

Santa Cruz do Sul

2015

Marcos Antônio Soares Pereira

**SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADA NO
LOCAL – UMA COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA SEGUINDO A NBR
16055:2012 E SEGUINDO O DATEC N° 005-B:2014**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil, da Universidade de
Santa Cruz do Sul, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

M. Sc. Marcus Daniel Friederich dos Santos

Professor orientador - UNISC

M. Sc. Marco Antonio Pozzobom

Professor examinador - UNISC

M. Sc. Ricardo Walter Glauche

Professor examinador - UNISC

Santa Cruz do Sul

2015

A minha mãe Clélia, por todo apoio, incentivo e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por nunca me abandonar nos momentos mais difíceis.

A minha mãe Clélia que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, sempre me apoiando e incentivando com muito amor e carinho. Por sempre lutar junto comigo não medindo esforços para que eu pudesse chegar até aqui e realizar mais um de meus sonhos. Meu amor e eterna gratidão.

Agradeço as minhas irmãs Zora Ionara e Ana Beatriz pelo apoio e incentivo ao longo da graduação.

Agradeço ao Ronaldo Luis Pereira, Supervisor técnico da HoBrazil, por todo apoio técnico passado ao longo desse trabalho, de forma atenciosa e prestativa.

Agradeço as laboristas Henrique e Rafael por todo auxílio ao realizar os ensaios, esclarecendo dúvidas de forma atenciosa e prestativa.

Agradeço a todos meus colegas de graduação que estiveram comigo durante essa jornada e por todos momentos compartilhados.

Agradeço aos grandes amigos que encontrei durante a graduação e quero levar para toda vida: Pablo, José Rodrigo, Arlindo, Oldair, Jéferson, Thales, Luiz Fernando, Maiquel, Israel, Nick, Diógenes, William, Luiz Henrique, Hiago, Patrick, Janaina, Natasha e Kamila.

Aos bons e velhos amigos que mesmo distante torceram para que eu finalizasse minha graduação.

A todos mestres que tive ao longo da graduação por todo conhecimento passado.

E, por fim, agradeço de forma especial ao exemplar orientador e sempre disponível Prof. M. Sc. Marcus Daniel Friederich dos Santos, sem suas orientações esse trabalho não seria possível de ser realizado. Muito obrigado!

“Pois a vitória de um homem as vezes se esconde
Num gesto forte que só ele pode ver.”
(*O Rappa – Lado B Lado A, lançada em 1999*)

RESUMO

A demanda por habitação no País cresceu de forma considerável nos últimos anos, aliado a boa fase da economia e programas de créditos do governo federal. Por tratar-se de um sistema racionalizado e sistematizado, o sistema construtivo com paredes de concreto moldadas no local, pode gerar redução de tempo de execução, reduzir consideravelmente as perdas de materiais e diminuir os custos de produção. Dessa forma, a todo momento surgem novas tecnologias que podem contribuir para alcançar a eficiência no processo de produção e redução de custos nos sistemas. Figurando dentre esses sistemas, surgiu o DATec 005-B 2014, que é o sistema construtivo de paredes maciças moldadas no local com armadura de fibra de vidro coberta por poliéster e concreto leve com adição de polímero. O presente trabalho faz uma comparação entre esse novo sistema e o sistema seguindo a NBR 16055:2012, que normatiza os requisitos e procedimentos para construção de edificações de paredes de concreto moldada no local. Para produção desse comparativo, foi utilizado a obra Parque Residencial Umbú I e II, como unidade de medida de comparação, onde foi realizado um acompanhamento das etapas de produção desse sistema. Também, foi realizado ensaios de tração em armadura fibra de vidro e de aço, afim de comparar as resistências mecânicas entre esses dois materiais. E, por fim, foi realizado uma comparação de custos de produção utilizando esses dois sistemas construtivos.

Palavras-chave: DATec 005-B 2014, NBR 16055:2012, Paredes de concreto moldada no local, Comparação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Jogo de fôrma metálica com detalhamento.....	19
Figura 2: Fôrma metálica.....	20
Figura 3: Fôrma metálica com painéis de compensado.	21
Figura 4: Fôrma plástica.....	21
Figura 5: Determinação de posicionamento dos painéis.....	24
Figura 6: Aplicação de desmoldante em fôrmas.	25
Figura 7: Armadura metálica eletrosoldada.....	26
Figura 8: Fundação do tipo radier.	30
Figura 9: Armaduras prontas para colocar fôrmas.	31
Figura 10: Espaçador fixado à armadura.	32
Figura 11: Emenda em armaduras.....	32
Figura 12: Tubulações fixadas nas armaduras.....	33
Figura 13: Instalações elétricas fixada nas armaduras.	34
Figura 14: Montagem de fôrmas.	35
Figura 15: Unidades construídas na obra Parque Residencial Umbú I e II.	41
Figura 16: Fios de fibra de vidro cobertos por fita isolante nas extremidades..	42
Figura 17: Fio de fibra de vidro esmagado e quebrao nas extremidades.....	43
Figura 18: Fios de fibra de vidro com solda plástica Poxipol.....	43
Figura 19: Fio de fibra de vidro com suporte plástico nas extremidades.....	44
Figura 20: Fio de fibra de vidro descolado do suporte.	44
Figura 21: Fios de fibra de vidro com solda plástica Poxipol transparente.....	45
Figura 22: Fio de fibra de vidro atingindo resistência máxima.....	45
Figura 23: Fio de aço atingindo resistência máxima.	46
Figura 24: Radier finalizado.....	47
Figura 25: Armadura de fibra de vidro coberta por poliéster.	48
Figura 26: Armaduras posicionadas seguindo NBR 16055:2012.....	49
Figura 27: Armaduras posicionadas seguindo NBR 16055:2012.....	49
Figura 28: Armaduras posicionadas seguindo DATec 005-B 2014.	50
Figura 29: Armaduras posicionadas seguindo o DATec 005-B 2014.....	50
Figura 30: Espaçadores posicionados nas armaduras.....	51
Figura 31: Montagem do sistema de fôrmas.	51

Figura 32: Armaduras e instalações posicionadas nas lajes.....	52
Figura 33: Ensaio de abatimento do tronco cone.....	53
Figura 34: Preparo do incorporador de ar para adicionar ao concreto.....	53
Figura 35: Concreto sendo lançado nas fôrmas.....	54
Figura 36: Paredes concretadas.	55
Figura 37: Lançamento, espalhamento e nivelamento do concreto em lajes...	55
Figura 38: Falha de concretagem no canto de parede.....	56
Figura 39: Falhas de concretagem nas paredes.	57
Figura 40: Instalações elétricas aparente por falha de concretagem.....	57
Figura 41: Instalações elétricas mal posicionadas.	58
Figura 42: Instalações com posicionamento errado.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: 10 dicas para escolher as fôrmas.....	22
Tabela 2: Comparativo entre vantagens e desvantagens das fôrmas.....	23
Tabela 3: Ensaio de tração em fios de fibra de vidro de 4x2mm.....	59
Tabela 4: Ensaio de tração em fios de fibra de vidro de 5x3mm.....	59
Tabela 5: Ensaio de tração em fios de aço de 4,20mm.....	60
Tabela 6: Comparativo de resistência entre fios de fibra de vidro e de aço.....	60
Tabela 7: Armaduras seguindo NBR 16055:2012 segundo HoBrazil.....	61
Tabela 8: Armaduras seguindo DATec 005-B 2014 segundo HoBrazil.....	61
Tabela 9: Armadura de fibra de vidro em metros quadrado.....	62
Tabela 10: Materiais seguindo DATec 005-B 2014 segundo HoBrazil.....	64
Tabela 11: Materiais seguindo NBR 16055:2012 segundo HoBrazil.....	64

LISTA DE ABREVIATÖES

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABESC	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAA	Concreto Auto Adensável
CDC	Comunidade da construção
DATec	Documento Técnico de Avaliação
IBTS	Instituto Brasileiro de Telas Soldadas
MCMV	Minha Casa, Minha Vida
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.2. Objetivos.....	15
1.2.1. Objetivo geral.....	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Justificativa.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SEGUINDO NBR 16055:2012.....	17
2.1. Histórico.....	17
2.2. Sistema construtivo de paredes de concreto moldada no local - NBR 16055:2012.....	17
2.3. Características gerais dos equipamentos e materiais utilizados.....	18
2.3.1. Fôrmas.....	18
2.3.1.1. Tipos de fôrmas.....	20
2.3.1.2. Características das fôrmas.....	22
2.3.2. Desmoldante.....	24
2.3.3. Armaduras.....	25
2.3.3.1. Armadura de tela de aço soldada.....	25
2.3.3.2. Quantidade de armadura de tela de aço soldada.....	26
2.3.4. Concreto.....	27
2.3.4.1. Concreto Autoadensável – CAA.....	28
2.4. Características gerais de execução.....	29
2.4.1. Escolha do tipo de forma.....	29
2.4.2. Recebimento e transporte das armaduras.....	29
2.4.3. Limpeza das armaduras.....	29
2.4.4. Fundações.....	30
2.4.5. Montagem das armaduras.....	31
2.4.6. Emendas.....	32
2.4.7. Instalações.....	33
2.4.7.1. Instalações hidráulicas.....	33
2.4.7.2. Instalações elétricas.....	34

2.4.8. Montagem do sistema de fôrmas.....	34
2.4.9. Concretagem.....	36
2.4.9.1. Planejamento da aplicação do concreto.....	36
2.4.9.2. Lançamento do concreto.....	37
2.4.9.3. Adensamento do concreto.....	38
2.4.9.4. Juntas de concreto.....	38
2.4.10. Cura do concreto.....	39
2.4.11. Desforma.....	40
3. METODOLOGIA.....	41
3.1. Ensaio de tração em fios de fibra de vidro e de aço.....	42
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	47
4.1. Acompanhamento em obra.....	47
4.1.1. Construção do radier.....	47
4.1.2. Montagem das armaduras e fôrmas.....	48
4.1.3. Montagem das lajes.....	52
4.1.4. Concreto e concretagem.....	52
4.2. Problemas encontrados no processo construtivo.....	56
4.3. Resultados ensaios em armaduras.....	59
4.4. Comparativo de quantidade de armaduras.....	60
4.5. Comparativo de custos de materiais.....	62
5. CONCLUSÃO.....	66
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	69

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da economia nos últimos anos, a área da construção civil encontra-se em um momento de expansão. E, aliada a estímulos governamentais, bem como financiamentos a longo prazo e programas como “Minha Casa, Minha Vida”, aumentou a facilidade de crédito para camadas população de baixa renda. Dessa forma, auxiliando na produção de grandes escalas de habitações reduzindo o déficit habitacional que o país se encontra.

O Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, por ser um sistema racionalizado com oferta de boa produtividade e obras com qualidade, torna-se cada vez mais atrativo para atender as premissas que exige o mercado, caracterizando-se em um sistema para produção repetitiva de unidade habitacional. Sempre levando em consideração os padrões técnicos reconhecidos pelas Normas.

Segundo CORSINI (2012), esse sistema consiste basicamente entre o emprego de fôrmas removíveis que são utilizadas para moldar a parede, armadura metálica eletrosoldada e concreto que unidos constituirão uma estrutura monolítica.

Entretanto, com essas mudanças no mercado imobiliário, a indústria da construção civil está sempre em busca de novas tecnologias e materiais que possam fazer parte desse sistema construtivo. Dessa forma, surgiu a armadura de fibra de vidro coberta por poliéster. Um material que pode substituir a armadura metálica eletrosoldada.

Visando desenvolver maior conhecimento para utilizar as propriedades dos materiais com o melhor do seu funcionamento, o presente trabalho tem por objetivo realizar acompanhamento a obra e análises laboratoriais de comportamento e desempenho, afim de fazer um comparativo entre esse sistema construtivo seguindo o DATec 005-B 2014 e seguindo a NBR 16055:2012.

1.2. Objetivos

A seguir, apresentam-se os objetivos que se propõe o presente trabalho, sendo divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1. Objetivo geral

Estudar e analisar o uso de armadura de fibra de vidro protegida com poliéster em paredes maciças de concreto moldadas no local, bem como comparar o sistema seguindo a NBR 16055:2014 com o DATec 005-B 2014.

1.2.2. Objetivos específicos

- Estudar o sistema construtivo de parede de concreto moldada no local com base nos procedimentos da NBR 16055:2012;
- Estudar o sistema construtivo de paredes de concreto com base nos procedimentos do DATec N° 005-B 2014;
- Realizar ensaios de resistência mecânica em armaduras de fibra de vidro coberta por poliéster;
- Analisar, através dos ensaios, comportamento de armadura de fibra de vidro coberta por poliéster;
- Acompanhar e analisar a obra Parque Residencial Umbú I e II na cidade de Alvorada – RS, onde é utilizado o sistema paredes de concreto seguindo DATec N° 005-B 2014;
- Fazer um comparativo entre o sistema construtivo seguindo DATec 005-B 2014 e seguindo NBR 16055:2012.

1.3. Justificativa

Devido a um déficit habitacional e programas governamentais de facilidade ao crédito, há um gradativo crescimento do sistema de parede de concreto moldado no local para unidades unifamiliares.

Para a ABCP (2014), com a competitividade da economia em baixa, temos um dos principais problemas do nosso país, causando enorme desafio para aperfeiçoar a infraestrutura e acabar com os déficits sociais. E, a construção civil, tem uma contribuição enorme para solução desses problemas. A competitividade nacional só será ofertada com os pontos fundamentais que são: velocidade de execução, produtividade e qualidade.

Ao vigorar em 2012, a NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos, impulsionou ainda mais o uso desse sistema na construção civil, contemplando questões como execução e dimensionamentos, que embora já tenha sido utilizado no Brasil a mais de 30 anos, ainda não havia uma norma específica.

O sistema parede de concreto moldada no local, proporciona obras com rapidez em execução, qualidade, bom desempenho e redução de desperdícios. Dessa forma, esse sistema pode dar uma grande contribuição para acabar com o déficit habitacional que o país se encontra.

Ao entrar em vigor a norma que regulamenta a utilização do sistema parede de concreto, as construtoras observaram um cenário mais positivo, o que futuramente poderia gerar uma alta demanda por construções desse sistema. Sobretudo, com uma maior utilização desse sistema construtivo, a todo momento surgem novas tecnologias que possam contribuir para o melhor aproveitamento do sistema. Uma delas é a armadura de fibra de vidro coberta por poliéster.

A armadura de fibra de vidro coberta por poliéster é um material que está sendo utilizado no interior das paredes de concreto, onde antes era utilizado armadura metálica eletrosoldada. Esse novo material não permite a incidência de ataque alcalino na armadura, o que era frequente em armadura metálica, quando permitiam contato com agentes externos.

E, baseando-se na falta de maiores estudos e conhecimentos sobre esse novo material, despertou interesse por estudar e analisar comportamento e desempenho da armadura de fibra de vidro coberta por poliéster. Visto que, nesse sistema, a armadura mais utilizada ainda é a metálica eletrosoldada.

Outro fator que motivou a esse estudo, é produção de um comparativo entre o sistema seguindo a NBR 16055:2012, onde é utilizado armadura metálica eletrosolda e seguindo o DATec 005-B 2014, onde utiliza-se armadura de fibra de vidro coberta por poliéster e concreto leve com polímero.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SEGUINDO NBR 16055:2012

2.1. Histórico

O Sistema de Paredes de Concreto, embora pareça ser um sistema moderno, passou a ser o sistema construtivo preferido nos Estados Unidos a partir do ano de 1940, onde existia uma enorme busca por redução de custos e prazos na construção civil.

Também, em busca de redução de prazos, a Europa adotou esse sistema na década de 50, visto que milhares de pessoas necessitavam de residências apressadamente após a Segunda Guerra Mundial.

No Brasil, o uso de paredes de concreto moldadas no local começou a partir da década de 60. Entretanto, devido à pouca procura, não obteve muito êxito passando a ser pouco utilizado.

Nos últimos anos, devido ao déficit habitacional que o país se encontra e aliado a programas governamentais como Minha Casa, Minha Vida, houve uma demanda muito grande por habitação popular no país. Dessa forma, a construção civil teve que optar por sistemas construtivos que ganhassem tempo de execução conciliado a redução de custos e bom desempenho.

2.2. Sistema construtivo de paredes de concreto moldada no local - NBR 16055:2012

De acordo com CORSINI (2012), esse sistema é basicamente o uso de fôrmas para unificar telas de aço e concreto a fim de constituir uma parede. Sendo indicado para produções em grandes escalas, mesmo embora não sendo limitado somente a obras residenciais, é mais usado nessas construções.

Segundo MISURELLI ; MASSUDA (2009), o método construtivo Parede de Concreto, é um sistema que permite produção em grande escala, garantia no controle de qualidade e redução dos prazos, o que torna o sistema muito atrativo para o mercado da construção. Com o Sistema Parede de Concreto, há a possibilidade de construir desde casas térreas até edificações com mais de 30 pavimentos, em casos especiais.

Nesse sistema, toda estrutura e vedação estão unidas da mesma forma, tornando a edificação em um elemento único com todo sistema de instalações e esquadrias já inclusos.

Segundo a COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2008), utilizando o sistema parede de concreto, diminui-se consideravelmente as improvisações, visto que diminui o número de operários em obra. Além, de serem operários com treinamento.

2.3. Características gerais dos equipamentos e materiais utilizados

A seguir serão abordados os equipamentos e os materiais utilizados do sistema de parede de concreto, objetivando conhecer melhor uma obra utilizando esse sistema.

2.3.1. Fôrmas

De acordo com a NBR 16055 (2012), o sistema de fôrmas são estruturas temporárias que contém a finalidade de dar sustentação para o concreto fresco, moldando as paredes de acordo com o projeto. Também deve ser considerado sua resistência para que não haja alteração em seu molde na hora do lançamento do concreto até que ele atinja sua consolidação estrutural. Portanto, na hora de montar as fôrmas, tem que seguir severamente sua geometria, a fim de não gerar mudanças nos moldes.

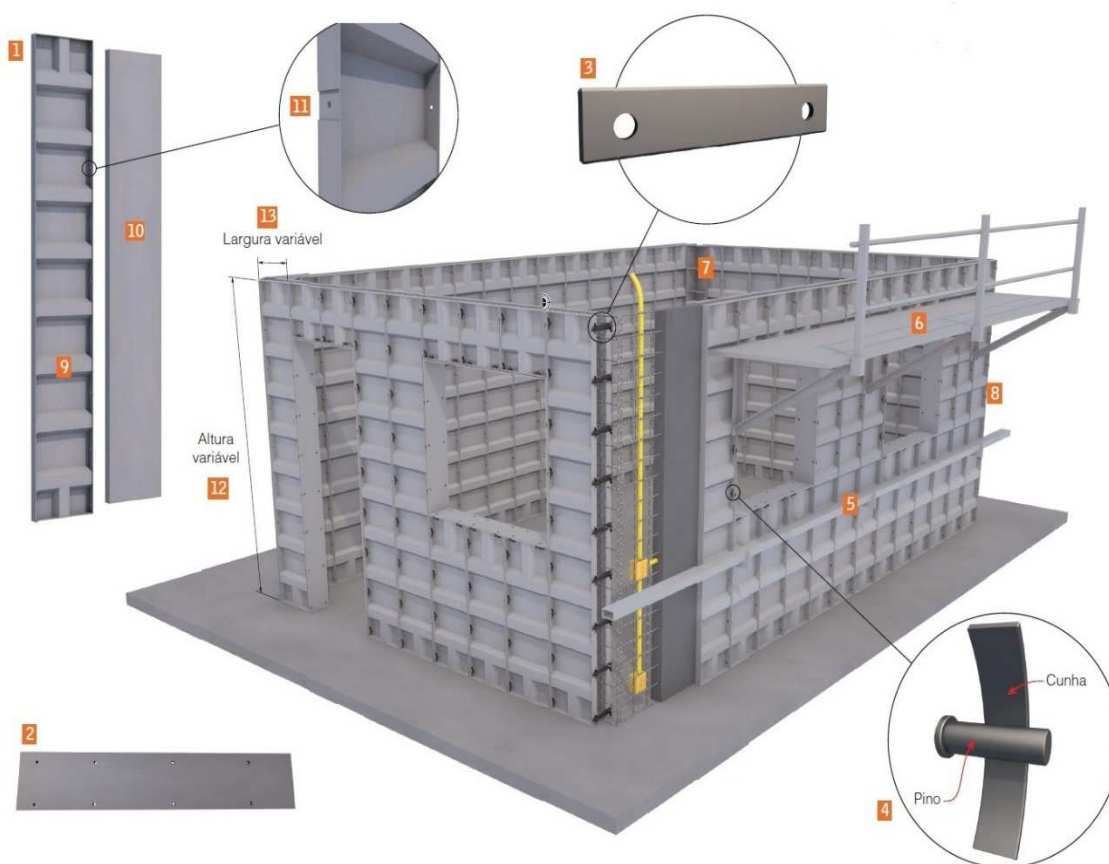
Como esse sistema exige métodos construtivos bem organizados, é de grande importância um planejamento e detalhamento de todo o projeto. Com isso, teremos maior qualidade na obra.

De acordo com a NBR 16055 (2012), as fôrmas devem ser projetadas a obter resistência quando forem submetidas ao processo construtivo. As cargas devem ser suportadas até que o concreto consiga atingir as características estruturais e possa ser removido o escoramento.

A NBR 16055 (2012) ainda atenta, que problemas causados por fôrmas, não podem ser prejudiciais no que diz respeito a formato, função, aparência e durabilidade de uma parede de concreto. Tampouco, essas qualidades não podem ser prejudicadas por remoção, escoramento ou apuradores dos sistemas de fôrmas.

MISURELLI ; MASSUDA (2009), advertem que as fôrmas devem ser checadas antes de começar o processo de construção para que não haja imprevistos na hora da execução. E, após o uso das mesmas, devem ser seguidas as indicações do fornecedor na hora da estocagem, dessa forma, possibilitando uma maior vida útil das fôrmas. Abaixo, na figura 1, pode-se observar um jogo de forma metálica, com todas suas partes bem detalhadas.

Figura 1: Jogo de fôrma metálica com detalhamento.



1 Painéis de alumínio

Devem receber camada de desmoldante antes de cada concretagem. Após a desforma, devem ser lavados com jatos d'água para assegurar sua vida útil.

2 Chapas de fechamento para os vãos de janelas e portas

São fornecidas sob medida, de acordo com o projeto.

3 Espaçadores

Fabricadas em aço e fixadas com pino e cunha, essas peças são reutilizáveis. Servem para definir a espessura da parede.

4 Pinos e cunhas

São utilizados para travamento dos painéis e fixação dos espaçadores e alinhadores.

5 Perfis para alinhamento

São posicionados na união dos painéis com pino e cunha.

6 Console ou plataforma

Usado como andaime de trabalho preso à própria fôrma.

7 Canto interno

8 Canto externo

9 Estrutura

Perfis de alumínio reforçado.

10 Forro

Chapa de alumínio plana.

11 Furações

Apenas nos perfis laterais e das cabeças. Servem para encaixe de espaçadores.

12 Altura

Definida sob medida de acordo com o projeto.

13 Largura

Definida sob medida de acordo com o projeto.

Fonte: Revista Equipe da Obra.

2.3.1.1. Tipos de fôrmas

De acordo com a CDC (2008), existem três tipos de formas mais usadas: fôrmas metálicas, fôrmas de estrutura metálicas com chapas de compensado e fôrmas plásticas.

Nas fôrmas metálicas são utilizados quadros e chapas de metal. Esses materiais dão a sustentação necessária e o acabamento final da peça depois de concretada, assim como pode-se observar na figura 2.

Figura 2: Fôrma metálica.



Fonte: Comunidade da Construção.

As fôrmas de estrutura metálicas com chapa de compensado são basicamente feitas de quadros de metal que dão a sustentação necessária e ao invés de usar chapas metálicas é utilizado chapas de compensado ou materiais sintéticos, objetivando suportar o concreto para dar o acabamento final da peça. Na figura 3, pode-se observar fôrmas com os quadros metálicos e com chapas de compensado.

Figura 3: Fôrma com estrutura metálica com painéis de compensado.



Fonte: Comunidade da Construção.

Já as fôrmas plásticas, são constituídas por quadros e chapas feitos com plásticos recicláveis, assim como observa-se na figura 4.

Figura 4: Fôrma plástica.



Fonte: Redação Jornal Coletivo.

A ABESC apresenta 10 dicas na hora de escolher as fôrmas, conforme observa-se na tabela 1.

Tabela 1: 10 dicas para escolher as fôrmas.

10 DICAS PARA ESCOLHER AS FÔRMAS	
Ao escolher o sistema de fôrmas, considere os seguintes aspectos:	
1.	Produtividade da mão-de-obra na operação do conjunto.
2.	Peso por m ² dos painéis.
3.	Número de peças do sistema.
4.	Durabilidade da chapa e número de reutilizações.
5.	Durabilidade da estrutura (quadros).
6.	Modulação dos painéis.
7.	Flexibilidade diante das opções de projetos.
8.	Adequação à fixação de embutidos.
9.	Análise econômica e comercialização (locação, venda, leasing etc.).
10.	Suporte técnico do fornecedor (capacidade instalada, área de cobertura, agilidade de atendimento, oferta de treinamento e assistência técnica).

Fonte: "Parede de concreto", ABESC.

2.3.1.2. Características das fôrmas

Segundo FARIA (2009), utilizando uma adaptação de "Parede de Concreto: Uma Alternativa Competitiva", do Engenheiro Arcindo Vaquero y Mayor (ABESC), podemos destacar vantagens e desvantagens nos três tipos de fôrmas, conforme observa-se na tabela 2.

Tabela 2: Comparativo entre vantagens e desvantagens das fôrmas.

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Fôrmas plásticas	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis leves • Baixo custo de aquisição • Possibilidade de modulação • Disponibilidade de locação 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade com prumo e alinhamento • Acabamento superficial ruim • Menor durabilidade • Poucos fornecedores
Fôrmas convencionais (metálica e chapa compensada)	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento nacionais tem custo menor • Maior durabilidade • Montagem fácil • Bom acabamento superficial • Grande disponibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis mais pesados – podem exigir guias ou guindastes para o transporte • Necessidade de troca frequente das chapas compensadas • Grande quantidade de peças soltas
Fôrmas de alumínio	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis duráveis • Equipamentos muito leves • Qualidade de prumo e alinhamento • Bom acabamento superficial • Rapidez de montagem • Boa estanqueidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo para aquisição • Pouca disponibilidade no mercado nacional • Dificuldades de modulação • Necessidade de capacitação de mão de obra

Fonte: Revista Técnica,

De acordo com a NBR 16055 (2012), o sistema de fôrmas deve contemplar um bom desenvolvimento juntamente com um detalhamento, isso ajudará a garantir uma boa qualidade da parede de concreto.

O sistema de fôrmas deve detalhar alguns posicionamentos, dentre eles podemos destacar o detalhamento geométrico das posições das peças que constituem o sistema. Abaixo, na figura 5, pode-se observar que a cada painel vai uma numeração diferente, juntamente com uma pintura de cores diferentes entre painéis.

Figura 5: Determinação de posicionamento dos painéis.



Fonte: O autor.

Também deve ser bem detalhado escoramentos, cargas que são acumuladas nos escoramentos e toda sequência de execução para montar e desmontar o sistema de fôrmas.

2.3.2. Desmoldante

Segundo a NBR 16055 (2012), deve obrigatoriamente ser utilizado desmoldantes nos painéis antes da concretagem. É o desmoldante que garante que a peça não adere ao concreto de maneira que dificulte a desmontagem, além, de uma maior dificuldade na limpeza e possíveis danos que poderia ocasionar aos painéis.

A NBR 16055 (2012) alerta aos principais requisitos que esses produtos desmoldantes devem atender: garantia de não aderência aos painéis; não aderência de resíduos indesejados na superfície dos painéis ou então resíduos que sejam difícil de remover o que comprometeria aderência e aspecto das paredes; produtos que não alterem as características do concreto; e, produtos que não degradem os painéis.

De acordo com a NBR 16055 (2012), na hora da aplicação desses produtos desmoldantes, devem ser seguidas as recomendações dos fabricantes. Na figura 6, pode-se observar aplicação de desmoldante em jogo de fôrmas.

Figura 6: Aplicação de desmoldante em fôrmas.



Fonte: HoBrazil.

2.3.3. Armaduras

2.3.3.1. Armadura de tela de aço soldada

Segundo a NBR 7481 (1990), as armaduras são constituídas de barras de aço eletrosoldada e pré-fabricadas determinadas a fazer a armação do concreto. As armaduras são feitas em formas de telas retangulares, com a união de fios em sentido longitudinal e fios no sentido transversal, ajustados e soldados nos nós de contato, através de caldeamento.

A malha de aço tem formato de retângulo ou quadrado, que é formada através da interseção de fios de aço ortogonais fazendo a menor forma geométrica. E a largura de fabricação de telas deve ser de 2,45 m em rolos com comprimento de 60m a 120 m. O espaçamento entre os fios, em telas padronizadas que tem os comprimentos iguais para as duas direções, deve ser de 10, 15 ou 30 cm. A figura 7, observa-se armadura metálica eletrosoldada.

Figura 7: Armadura metálica eletrosoldada.



Fonte: Telmetal.

Segundo a CDC (2008), existe três condições básicas para armaduras em parede de concreto: resistência a esforços de torção que pode ocorrer nas paredes; controle do concreto em relação a retrações; e, auxiliar na fixação das instalações hidráulicas, elétricas e demais tubulações que possam ter nas paredes.

2.3.3.2. Quantidade de armadura de tela de aço soldada

O sistema composto por telas soldadas pode ser com somente uma tela no centro das paredes. Entretanto, em casos com parede de espessura superior a 15 cm e paredes térreas que possam estar sujeitas a contato de veículos ou então que tenham terraço em balanço, a NBR 16055 (2012) alerta para o uso de duas telas no interior das paredes:

De acordo com a NBR 16055 (2012), em aberturas horizontais maiores ou iguais a 40 cm, deverão ser reforçadas com armaduras na parte superior e na parte inferior das mesmas.

2.3.4. Concreto

Segundo REGINATO; FOIATO; PIOVESAN (2013), concreto é uma mistura entre cimento, agregados, água, e muitas vezes com aditivos. Seu endurecimento, entre outras situações, é designado através de reações exotérmicas encontradas no cimento.

De acordo com a CDC (2008), para ter um preenchimento correto das fôrmas, evitando segregações e auxiliando no acabamento, o concreto tem que ter boa trabalhabilidade.

Segundo KHRAPKO (2012), o principal parâmetro de qualidade é a constância de trabalhabilidade, em sistemas de construção a base de concreto.

KHRAPKO (2012), salienta que os principais mecanismos que fazem perder a trabalhabilidade do concreto são: a rigidez plástica gerada pela perda de água provocada por processos de evaporação junto com a precoce hidratação que tem o cimento; e, pela perda de trabalhabilidade que ainda pode ser convertida, conhecida como tixotropia ou formação estrutural. Existem muitos fatores para ausência de trabalhabilidade, tais como o acondicionamento e tamanho das partículas, cimento, condição do ambiente, tempo, dentre outros.

Para GEYER; SÁ (2006), existem outras características que devem ser verificadas antes mesmo que aconteça seu endurecimento, dentre elas pode-se citar coesão, segregação, exsudação e ar incorporado. A qualidade final das estruturas está totalmente equivalente à qualidade que se encontra o concreto em estado fresco.

A NBR 16055 (2012) especifica que, para o concreto atender as exigências desse sistema, tem que estabelecer: resistência de compressão para desformar de acordo com o ciclo estabelecido no plano de concretagem; resistência de compressão atingido nos 28 dias e, trabalhabilidade com testes de tronco cone ou testes de espaçamento.

Segundo a NBR 16055 (2012), no sistema de paredes de concreto moldadas no local, o concreto mais indicado e utilizado é o concreto autoadensável. Visto que há muitas vantagens em relação a sua fluidez, o que facilita o trabalho, concretagem e dificuldade de segregação do concreto.

2.3.4.1. Concreto Autoadensável - CAA

Segundo GIROTTO; BARBOSA; MACIEL (2014), concreto autoadensável que também é expressado pela sigla CAA, é um tipo de concreto que tem a capacidade de completar a superfície interna das fôrmas sem que

haja segregação e, com a característica de adensar somente através da gravidade, sem a necessidade de vibração. Nesse tipo de concreto, viscosidade e coesão agem em conjunto garantindo que não ocorra segregação na mistura.

Os mesmos autores atentam que a fluidez é responsável por um melhor trabalho do concreto entre as armaduras, o que ocasiona um concreto com maior facilidade para preencher, resistividade à segregação e maior facilidade para transitar pelos pequenos espaços dentro das fôrmas.

De acordo com a CDC (2008), usualmente esse tipo de material é produzido com a utilização de aditivos superplastificantes, o que torna esse concreto uma boa alternativa para esse sistema. Considerando que, esse concreto tem característica bem plástica e um efeito extremamente rápido.

COUTINHO (2011) destaca as principais vantagens desse tipo de concreto: permitir que seja concretado sem adensamento onde tenha mais armaduras; não ocasionar problemas na concretagem garantindo maior durabilidade da parede; diminuição de trabalhadores devido a menor mão-de-obra utilizada na hora de concretar e adensar as fôrmas; permite concretagem mais rápida devido ao aceleração na hora de lançar o concreto nas fôrmas; indicado para paredes de concreto aparente devido ao bom acabamento; tem facilidade para ser bombeado em grande alcance horizontal e vertical; o barulho do vibrador é eliminado; diminui riscos de trabalho; aumenta segurança em relação ao sol devido ao ganho de velocidade; diminui risco de problemas de audição devido a eliminação do barulho de vibrador; redução de desperdícios com o lançamento do concreto e também com falhas de execução;; ganho de vida útil de painéis de fôrmas por não haver vibração.

Segundo COUTINHO (2011), uma desvantagem é o custo do CAA. Entretanto, com esse tipo de concreto, tem um menor custo de aplicação, pois executa a obra de forma mais rápida com menos mão de obra, o que geraria um custo final menor.

2.4. Características gerais de execução

Objetivando mostrar as etapas construtivas do sistema de parede de concreto, a seguir será abordado as etapas de execução de uma obra utilizando esse sistema.

2.4.1. Escolha do tipo de forma

Para NAKAMURA (2014), alguns aspectos devem ser levados em consideração na hora de escolha da fôrma. Dentre eles, podem se destacar: fôrmas com maior facilidade para montar e desmontar, o que aumentaria ganho de tempo; peso dos painéis das fôrmas; a quantidade de painéis das fôrmas; a quantidade de peças, o que pode aumentar o tempo de execução das fôrmas; grau de facilidade para ajustar portas e gabaritos; grau de facilidade para ajustar instalações hidráulicas, elétricas e demais que possam conter no projeto. Entretanto, alerta que, para utilização das fôrmas para conseguir maior agilidade e qualidade na execução, exige tecnologia na mão de obra.

2.4.2. Recebimento e transporte das armaduras

De acordo com a NBR 16055 (2012), as barras de aço, telas soldadas e armaduras pré-fabricadas não devem ser danificadas durante as operações de transporte, armazenagem e posicionamento no elemento estrutural. Além disso, cada produto deve ser claramente identificável na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias de posições.

2.4.3. Limpeza das armaduras

Segundo a NBR 16055 (2012), não pode haver indícios de ferrugem nas armaduras, o que poderia afetar o aço. Ou, até mesmo, a aderência entre concreto e aço. Entretanto, armaduras que contenham leve oxidação devido a condições de agressividade ao ambiente, podem ser utilizadas nas paredes de concreto.

A NBR 16055 (2012), atenta também a existência de produtos destacáveis em função de corrosão. Caso seja constatado a existência, as armaduras devem passar por uma limpeza e após uma avaliação se não foram reduzidas seções.

2.4.4. Fundações

Segundo a CDC (2008), deve haver um perfeito nivelamento da fundação, dessa forma possibilitando com que as formas sejam estruturadas facilmente e também evitando que sejam montadas de forma desigual, o que ocasionaria um desalinhamento das paredes na parte superior. Sendo assim, ordena-se que seja construída uma laje nivelada, para que as paredes não sejam construídas diretamente no terreno. Com dimensões superiores as formas externas, de forma que permita apoiá-las e montar os moldes corretamente. No entanto, se a escolha for por radier, ordena-se que concrete ao mesmo tempo da calçada do lado externo. Também, ao fazer a fundação já deve estar ajustado todas tubulações e conexões definidas em projeto.

De acordo com MISURELLI ; MASSUDA (2009), para fundação do tipo radier, é colocado uma camada mínima de 3 cm de brita e após uma lona para concretar de forma convencional, através do caminhão betoneira. Para as fundações do tipo radier, a cura para o concreto deve permanecer por mínimo de uma semana. Na figura 8, observa-se fundação do tipo radier.

Figura 8: Fundação do tipo radier.



Fonte: HoBrazil.

Para a CDC (2008), nesse sistema construtivo pode ser adota qualquer tipo de fundação, pois não há restrições.

2.4.5. Montagem das armaduras

Para a NBR 16055 (2012), é imprescindível que na montagem das armaduras seja seguido rigorosamente as determinações do projeto. Também, deve haver precisão na hora de posicionar as armaduras, sempre procurando seguir o que foi definido em projeto. Dessa forma, na hora que for lançar o concreto, as armaduras não mudem de posição para não alterar as distancias entre faces. Na figura 9, pode-se observar armaduras posicionadas esperando fôrmas para concretagem.

Figura 9: Armaduras prontas para colocar fôrmas.



Fonte: Comunidade da construção

Segundo a NBR 16055 (2012), para manter um cobrimento nas armaduras, usa-se espaçadores. Esses espaçadores são distribuídos nas armaduras com a finalidade de possibilitar o cobrimento de concreto exigido em projeto, com sua fixação na armadura não são modificados na hora de lançar o concreto.

Para a CDC (2008), primeiramente monta-se a armadura de tela soldada, após acrescenta os reforços, ancoragens para os cantos e as cintas. E, o término dessa etapa, é colocado os espaçadores. A seguir, na figura 10, pode-se observar espaçadores posicionados fixados às armaduras.

Figura 10: Espaçador fixado à armadura.



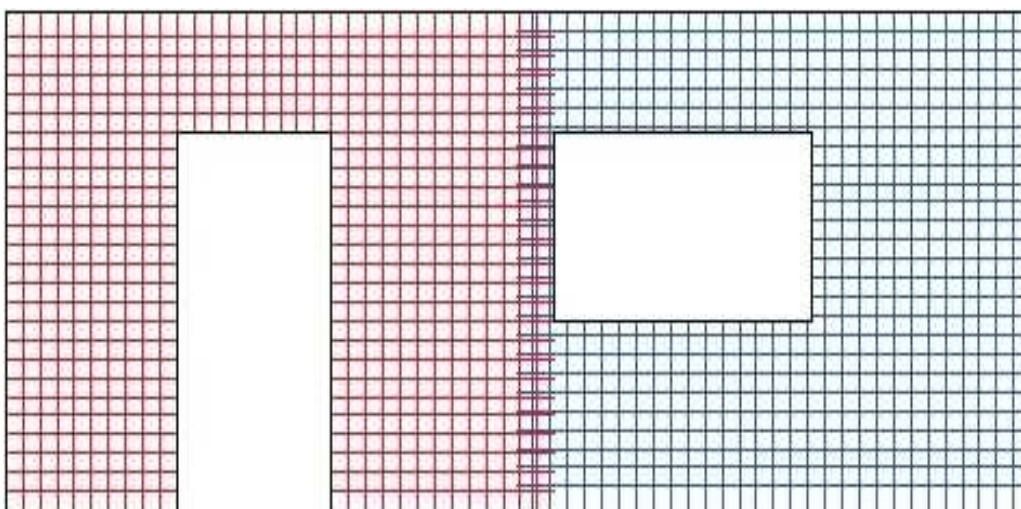
Fonte: Comunidade da construção.

2.4.6. Emendas

Emendas em barras devem seguir a NBR 14931 (2004, pág. 10): “Por transpasse; por luva com preenchimento metálico, prensadas ou rosqueadas; por solda; por outros dispositivos devidamente justificados”.

Emendas em armaduras de tela soldas só podem ser feitas conforme projeto, atenta a NBR 16055 (2012). Na figura 11, observa-se emenda em armaduras.

Figura 11: Emenda em armaduras.



Fonte: O autor.

2.4.7. Instalações

Devido a esse sistema formar uma peça monolítica, já estão embutidos todas intalações elétricas, hidráulicas, dentre outros materiais. Dessa forma, abaixo segue as principais características dessas instalações.

2.4.7.1. Instalações hidráulicas

Segundo a CDC (2008), deverá ser marcado nas fôrmas, bem como nos painéis, os pontos onde passarão as conexões das redes hidráulicas, sempre marcando posições iguais para as futuras execuções das edificações.

Os mesmos autores alertam que, quando as formas são feitas de chapas compensada, os furos onde serão fixadas as conexões, deverão ser realizados com serra de copo, evitando então uma danificação nos painéis. Entretanto, nas fôrmas de metal ou alumínio, devem ser evitadas perfurações para passagem ou fixação de rede hidráulica. Nesses sistemas de fôrmas, as conexões são amarradas nas armaduras e também apoiadas por espaçadores que irão garantir um cobrimento de concreto entre os painés e conexões.

Também atentam para um possível ganho de produtividade, que seria a montagem das redes hidráulicas anterior a montagem de fôrmas. No entanto, antes de ajustar os painés para concretagem, devem ser realizados testes para que previna de possíveis vazamentos em tubulações. Na figura 12, pode-se observar tubulações montadas e fixadas nas armaduras.

Figura 12: Tubulações fixadas nas armaduras.



Fonte: Todo Imóveis.

2.4.7.2. Instalações elétricas

De acordo com a CDC (2008), as instalações elétricas tem a mesma organização das instalações hidráulicas. Todos os materiais que compõe o sistema elétrico são demarcados através de gabaritos dentro das fôrmas, de forma que sigam os projetos.

Os mesmos autores alertam que, em fôrmas que possam apresentar espaços onde possam infiltrar concreto, as mesmas devem ganhar preenchimentos, impedindo que os dutos de instalações sejam concretados. Usualmente, os eletrodutos são organizados e fixados nas armaduras, o que impossibilita o deslocamento dos mesmos na hora da concretagem. Sempre deve ser usados espaçadores entre os dutos, para garantir que fiquem cobertos pelo concreto. Na figura 13, observa-se instalações elétricas fixadas nas armaduras.

Figura 13: Instalações elétricas fixada nas armaduras.



Fonte: Comunidade da construção.

2.4.8. Montagem do sistema de fôrmas

Segundo a CDC (2008), antes do começo da montagem das fôrmas deve estar feito o nivelamento do terreno e posteriormente do piso. Dessa forma, as fôrmas serão montadas uniformemente sem que fiquem desniveladas na parte superior, o que ocasionaria paredes irregulares. Após feito o

nivelamento do piso, para facilitar na orientação dos painéis das fôrmas, é feita uma marcação no piso.

Usualmente a montagem das fôrmas começa pela cozinha ou banheiro, começando pelos cantos e posteriormente seguindo para parte interna. Os autores alertam que começar por essa parte é muito importante, pois, é onde contém tubulações que devem ser fixadas no centro da parede.

As fôrmas podem ser montadas de duas formas. Uma forma seria começando com os painéis internos, após seriam ajustadas as armaduras e todas instalações e somente depois o fechamento com os painéis externos. Uma segunda alternativa, seria realizar a montagem dos painéis internos e externos simultaneamente, dessa forma o processo começaria pela montagem das armaduras seguido da montagem de todas instalações e somente ao término dessas etapas que seriam erguidos os painéis internos e externos, concluindo a montagem.

Os autores também destacam que há um rigoroso posicionamento dos painéis, e que devem ser mantidos em todas unidades construídas, dentre eles citam-se: a ordem de posicionamento de portas e janelas; posicionamento dos grampos que são utilizados para fixar os painéis; escoras que são utilizadas para aprumar os painéis; e, posicionamento das ancoragens. Na figura 14, pode-se observar montagem de fôrmas.

Figura 14: Montagem de fôrmas.



Fonte: SH Formas

2.4.9. Concretagem

Segundo a NBR 16055 (2012), o concreto que será lançado nas fôrmas pode ser produzido na obra ou por empresas de concretagem. Entretanto, o concreto sempre deve cumprir o que está pedido em projeto.

Para a CDC (2008), concretos dosados por empresas são mais eficientes em relação ao controle de agregados, peso, precisão e garantia. Por isso, usualmente são feitas concretagem através de empresas especializadas.

2.4.9.1. Planejamento da aplicação do concreto

Segundo a NBR 16055 (2012), devem ser tomados alguns cuidados na hora da aplicação do concreto, para obter um concreto homogêneo. As fôrmas devem ser concretadas uniformemente, para que não ocasione deformações nas fôrmas por concretagem em pontos aglomerados.

A norma ainda atenta que deve haver um plano de concretagem muito bem elaborado, para que o mesmo assegure o abastecimento de concreto em quantidades corretas juntamente com as características que foram designadas em projeto. O plano de concretagem de acordo com as fôrmas, deve prever o volume a ser concretado em relação ao tempo que será trabalhado. Também, deve se ter estabelecido como será o lançamento e adensamento do concreto.

O plano de concretagem também deve prever onde será as juntas de concretagem e o acabamento que a estrutura deseja obter ao final da concretagem. A aplicação do concreto tem que permitir que o mesmo esteja em estado plástico e eximido de juntas na hora da concretagem, alerta ainda a NBR 16055 (2012).

A norma ainda alerta sobre os equipamentos que serão utilizados na aplicação do concreto, onde os mesmos devem estar em perfeitas condições de uso. Dessa forma, garantindo que o concreto possa percorrer todo trajeto que for designado sem que haja segregação. Também, deve-se ter atenção para os dimensionamentos dos equipamentos, pois os mesmos devem estar de acordo com o processo de aplicação escolhido com quantidades suficientes, evitando assim possíveis atrasos.

Também, deve ser feita uma inspeção em todos painéis e armaduras antes de ser realizada a aplicação do concreto. Essa inspeção deve ser atenciosamente verificada para que na hora da aplicação, tudo ocorra como foi planejado, em comum acordo com o projeto.

2.4.9.2. Lançamento do concreto

Segundo a NBR 16055 (2012), antes de começar a aplicação, deverá ser feita uma verificação de trabalhabilidade estabelecida e também se não passou limites de abatimento e espalhamento que são estabelecidos na entrega.

Entretanto, se o abatimento for inferior ao que está estabelecido na nota fiscal, poderá ser permitido o acréscimo de água, devendo seguir os limites estabelecidos pela NBR 7212 (2012): antes de realizar a adição de água deve ser constatado o abatimento igual ou maior que 10 mm; a adição de água não pode exceder o abatimento maior que 25 mm; após a adição de água e corrigido o abatimento não pode ser maior que o limite especificado; e, seja maior que 15 min o tempo entre a primeira aplicação de água e o começo da descarga.

De acordo com a NBR 16055 (2012), a aplicação e adensamento do concreto devem envolver toda armadura e outros equipamentos que estejam embutidos no interior do sistema de fôrmas. Devem ser tomados cuidados na aplicação de forma que mantenha a regularidade no concreto, preenchendo as fôrmas uniformemente, nunca lançando concreto em pontos concentrados para que evite deformações nas fôrmas.

A aplicação deve ser feita com técnicas corretas a fim de eliminar ou reduzir consideravelmente a segregação, sempre evitando ou então tomando muito cuidado na altura em que é lançado o concreto. Essa prudência tem que ser majorada no momento em que a altura do lançamento ser superior a 2 metros.

Dentre os principais cuidados a serem tomados, a NBR 16055 (2012) recomenda: usar concreto autoadensável e usar materiais que possam ajudar na condução do concreto, diminuindo a segregação.

A NBR 16055 (2012, pág. 38), atenta existe alguns cuidados especiais que devem ser tomados, tais como: “evitar o deslocamento de armaduras, ancoragens, fôrmas e embutidos (por exemplo, eletrodutos, caixas elétricas, contramarcos e outros)”.

2.4.9.3. Adensamento do concreto

Segundo a NBR 16055 (2012), nesse sistema onde as fôrmas são estreitas e com altura significativa, deve se tomar alguns cuidados para adensar o concreto corretamente, de forma eficiente.

Caso não seja utilizado o concreto autoadensável, a NBR 16055 (2012) recomenda: adensar manualmente ou mecanicamente o concreto; preencher de forma uniforme todos os espaços dentro do jogo de fôrmas; tomar cuidados para não tocar nas armaduras nem deslocar materiais ou painéis; tomar cuidado para distribuir o concreto homoganeamente em toda a fôrma em lugares com maior densidade de armaduras; tomar cuidado com ar aprisionado na hora de concretar para que ocorra todo preenchimento da fôrma; garantir que as fôrmas tenham dispositivos para saída de ar na aplicação do concreto; garantir que não fiquem ar aprisionado em lugares como janelas e portas; e, utilizar martelo de borracha para acompanhar o preenchimento das fôrmas de forma correta.

A norma também atenta que, mesmo que uso do concreto autoadensável dispense equipamentos de vibração na hora da aplicação do concreto para o adensamento, pode ser comumente encontrado vibradores de imersão em sistemas de parede de concreto produzidas com concreto autoadensável. Esses vibradores tem o objetivo de acabar com a mínima possibilidade de acontecer segregação nesse concreto.

2.4.9.4. Juntas de concreto

Segundo a NBR 16055 (2012), na hora que interromper a aplicação do concreto, de forma que ocasione juntas na concretagem, deverão serem tomadas algumas precauções garantindo a ligação entre o concreto endurecido e concreto novo.

A norma alerta que, anteriormente a aplicação no novo concreto, deverá remover-se a pasta de cimento juntamente com uma limpeza da junta,

retirando materiais soltos. Também, em outras situações onde exija maior aderência entre o concreto novo e endurecido, é usado jateamento de abrasivos, ou então, picoteamento do concreto endurecido juntamente com uma lavagem, de forma que apareçam os agregados graúdos.

A NBR 16055 (2012), também atenta que uma boa medida para unir juntas, seria permitir que fique arranques de armaduras para fora do concreto endurecido, dessa forma, o concreto novo liga ao endurecido utilizando as armaduras que já estão curadas no concreto anterior.

Uma dos cuidados importantes que devem ser tomados é, sempre que possível, colocar as juntas em locais onde exista menor esforço de cisalhamento. Dessa forma, não diminuindo a resistência da peça pronta, é o que alerta a NBR 16055 (212).

2.4.10. Cura do concreto

Segundo a NBR 16055 (2012), durante o tempo que o concreto ainda não estiver endurecido, o mesmo deve ser curado procurando proteger dos agentes prejudiciais, de forma que: evite perder água; proporcionar resistência apropriada para superfície; e, proporcionar criação de uma superfície com durabilidade.

Os principais agentes deletérios no concreto em seu primeiro estágio são mudanças relacionadas ao ambiente externo, bem como: temperaturas com alternância rápida o que causaria secagem acelerada; chuvas com bastante intensidade; esfriamento brusco que poderia causar congelamento; e, agentes químicos como contato com as paredes ou vibrações que podem causam fissuras no concreto prejudicando sua aderência.

A norma alerta que, sempre deve ser executada cura do concreto, sempre com início em seguida da desforma das paredes, e se for em lajes, em seguida ao acabamento de concreto. Com isso, evita que o concreto seque prematuramente, permitindo a durabilidade e resistência desejada em projeto. Quanto mais rápido for feita a cura, as possibilidades de fissuras nas paredes serão menores.

2.4.11. Desforma

De acordo com a CDC (2008), a etapa de desformação é feita quando o concreto adquirir resistência e elasticidade exigidas no projeto. Mas, deve-se tomar muito cuidado na hora de retirar as fôrmas, sempre evitando choques entre painéis e parede. E, após desmontar todo conjunto de fôrmas, deve ser realizada uma limpeza nos painéis, afim de retirar argamassas que possam ficar aderida e também para garantir maior vida útil das mesmas.

Os mesmos autores também indicam que limpeza com jato pode ser eficaz para uma boa limpeza nos painéis. Entretanto, deve tomar cuidado na regulagem dos bicos dos jatos, pois, havendo uma pressão muito grande, eles podem danificar as placas. Após ser lavadas as placas, utiliza-se agente desmoldante e o painel está pronto para sua reutilização.

3. METODOLOGIA

Para elaboração desse trabalho, foi realizado um acompanhamento a obra Parque Residencial Umbú I e II com a objetivo de analisar, estudar e comparar o sistema seguindo o DATec 005-B 2014 com o sistema seguindo a NBR 16055:2014, desde procedimentos, materiais utilizados nos dois sistemas, problemas de execução e custos.

A obra utilizada nesse trabalho está localizada no bairro Umbú na cidade de Alvorada – RS, onde serão construídas 3.000 unidades de residências unifamiliares seguindo o DATec 005-B 2014. Cada unidade tem duas residências unificadas e são constituídas de dois pavimentos: térreo e primeiro pavimento. Na figura 15, pode- se observar unidades construídas.

Figura 15: Unidades construídas na obra Parque Residencial Umbú I e II.



Fonte: O autor.

Para realização desse trabalho, a metodologia foi dividida em etapas:

- Pesquisar e analisar especificações técnicas segundo o DATec 005-B 2014;
- Visitar e acompanhar obra Parque Residencial Umbú I e II;
- Verificar etapas de construção das unidades seguindo esse sistema;
- Descrever os processos construtivos seguindo esse sistema;
- Analisar problemas encontrados seguindo esse sistema;

- Comparar materiais utilizados nos dois sistemas;
- Comparar resistência das armaduras dos dois sistemas;
- Comparar custos utilizando os dois sistemas;
- Conclusões em comparação aos dois sistemas.

3.1. Ensaio de tração em fios de fibra de vidro e de aço

Para fazer um comparativo de resistência entre armaduras de fibra de vidro e de aço, foram realizados ensaios nos laboratórios do Curso de Engenharia Civil da UNISC.

Como ainda não existe uma norma regulamentadora para realização de ensaios em fios de fibra de vidro, foi utilizado a NBR 6207:1982, que é para tração em fios de aço. Foram realizados 12 ensaios em fios de armadura de fibra de vidro coberta por poliéster, sendo esses:

- 3 ensaios em fios de 2x4mm por 200mm comprimento;
- 3 ensaios em fios de 2x4mm por 400mm comprimento;
- 3 ensaios em fios de 3x5mm por 200mm comprimento;
- 3 ensaios em fios de 3x5mm por 400mm comprimento.

Para a fibra de vidro não quebrar nas suas extremidades, e com isso não atingir sua resistência máxima, os fios receberam uma cobertura de fita adesiva nas extremidades. Na figura 16, observa-se fios de fibra de vidro cobertos por fita isolante nas extremidades.

Figura 16: Fios de fibra de vidro cobertos por fita isolante nas extremidades.



Fonte: O autor.

No entanto, na hora do rompimento dos fios, a fibra acabava esmagando ou quebrando e com isso a máquina não conseguia medir sua resistência máxima. Na figura 17, pode-se observar fios com cobertura de fita isolante com extremidades esmagadas e quebradas.

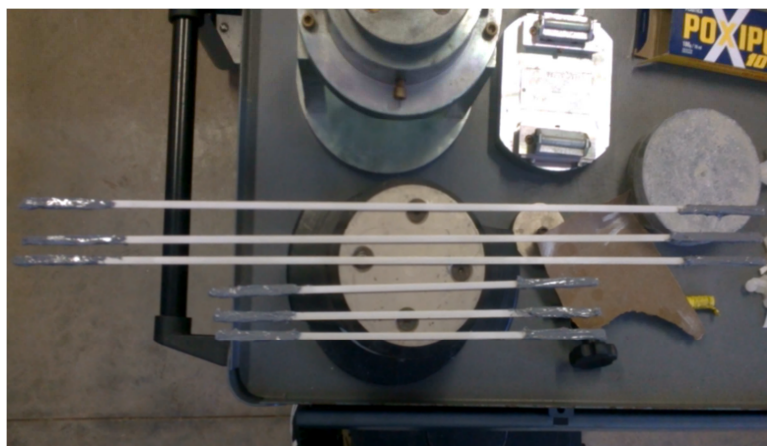
Figura 17: Fio de fibra de vidro esmagado e quebrado nas extremidades.



Fonte: O autor.

Não conseguindo realizar o ensaio, lixou-se e aplicou-se solda plástica epóxi nas extremidades dos fios. A máquina irá pressionar a resina não deixando esmagar o fio de fibra de vidro, dessa forma, conseguindo chegar na resistência máxima do fio. Na figura 18, pode-se observar fios de fibra de vidro com solda plástica Poxipol prontos para realizar ensaio.

Figura 18: Fios de fibra de vidro com solda plástica epóxi.



Fonte: O autor.

Ao realizar o ensaio, percebeu-se que a resina se quebrava e ocasionava esmagamento e/ou quebraimento no fio de fibra de vidro. Então, desenvolveu-se suporte de plástico para ajudar na fixação com a mesma solda plástica epóxi nas extremidades. Esse suporte absorverá a compressão da máquina nas extremidades dos fios, fazendo que os fios atinjam sua resistência máxima. Na figura 19, pode-se observar suporte plástico com solda plástica epóxi nas extremidades de um fio de fibra de vidro.

Figura 19: Fio de fibra de vidro com suporte plástico nas extremidades.



Fonte: O autor.

Ao realizar o ensaio, observou-se que a solda plástica descolava do suporte e com isso a fibra não conseguia atingir a resistência máxima. Na figura 20, pode-se observar fio de fibra de vidro descolado do suporte plástico.

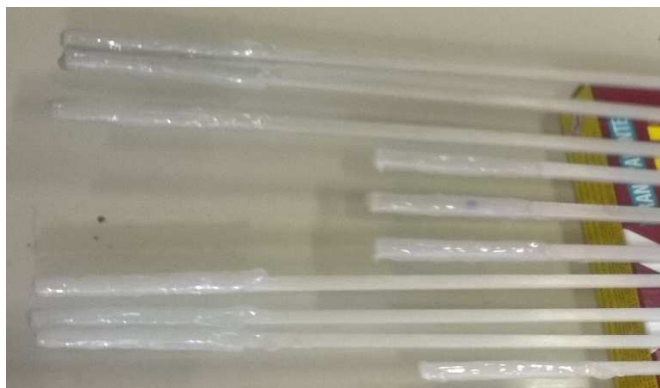
Figura 20: Fio de fibra de vidro descolado do suporte.



Fonte: O autor.

Como essa solda plástica estava se quebrando, optou-se por utilizar a solda plástica epóxi transparente. Então, lixou-se e aplicou-se a solda plástica nas extremidades dos fios e realizou-se novamente os ensaios. Na figura 21, observa-se fios com solda plástica epóxi transparente nas extremidades.

Figura 21: Fios de fibra de vidro com solda plástica epóxi transparente.



Fonte: O autor

Dessa vez, obteve-se êxito nos ensaios, atingindo a resistência máxima nos fios de fibra de vidro. Na figura 22, pode-se observar fio de fibra de vidro atingindo sua resistência máxima.

Figura 22: Fio de fibra de vidro atingindo resistência máxima.



Fonte: O autor.

Para analisar e comparar a resistência da armadura de fibra de vidro com a armadura de tela metálica, realizou-se ensaios em fios de aço de 4,20mm de diâmetro. Os ensaios seguiram os procedimentos da NBR 6207:1982, que é para tração em fios de aço. Foram realizados 6 ensaios em fios de armadura metálica, sendo esses:

- 3 ensaios em fios de 4,20mm diâmetro por 200mm comprimento;
- 3 ensaios em fios de 4,20mm diâmetro por 400mm comprimento.

Os fios foram submetidos ao ensaio atingindo suas resistências máximas. Na figura 23, observa-se fio de aço atingindo a resistência máxima.

Figura 23: Fio de aço atingindo resistência máxima.



Fonte: O autor.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Acompanhamento em obra

Nesta etapa do presente trabalho, será apresentado o acompanhamento realizado a obra Parque Residencial Umbú I e II. Nesse acompanhamento foi analisado todo processo construtivo, bem como todos problemas encontrados utilizando esse sistema.

4.1.1. Construção do radier

Após feito nivelamento do terreno, é construído o radier utilizando os mesmos procedimentos da NBR 16055:2012. Entretanto, há alternância na armadura e no concreto utilizado. No lugar da armadura eletrosoldada de metal, nesse sistema é utilizado a armadura de microfibra de vidro. E, o concreto utilizado recebe um incorporador de ar HO100 e microfibra de nylon. Com a aplicação desse aditivo, tem em média um aumento de 15% do volume de concreto. Para cada metro cúbico de concreto é adicionado 1,5 litros de HO100 e 350 gramas de microfibra de nylon. Para a construção do radier é utilizado 7 metros cúbicos de concreto, no entanto, o concreto é preparado para produção de 8 metros cúbicos. Dessa forma, são utilizados 12 litros de HO100 e 2,8 quilos de microfibra de nylon. Após colocada a camada de brita, ajustada a armadura conforme projeto, o concreto é lançado, espelhado e nivelado finalizando o radier. Na figura 24, observa-se radier finalizado esperando para construção.

Figura 24: Radier finalizado.



Fonte: O autor.

Após finalizado o radier começa a montagem das armaduras, tubulações e sistema de fôrmas.

4.1.2. Montagem das armaduras e fôrmas

Nesta etapa, também segue os procedimentos da NBR 16055:2012, onde monta-se as armaduras, em seguida faz a fixação das tubulações internas nas armaduras e após a montagem das fôrmas para concretagem.

A armadura é o principal material que difere dos materiais utilizados seguindo procedimentos da NBR 16055:2012. Essas armaduras são formadas de fibra de vidro coberta por poliéster, e são posicionadas no interior das paredes no lugar da armadura de aço. Na figura 25, pode-se observar armadura feita de fibra de vidro coberta por poliéster.

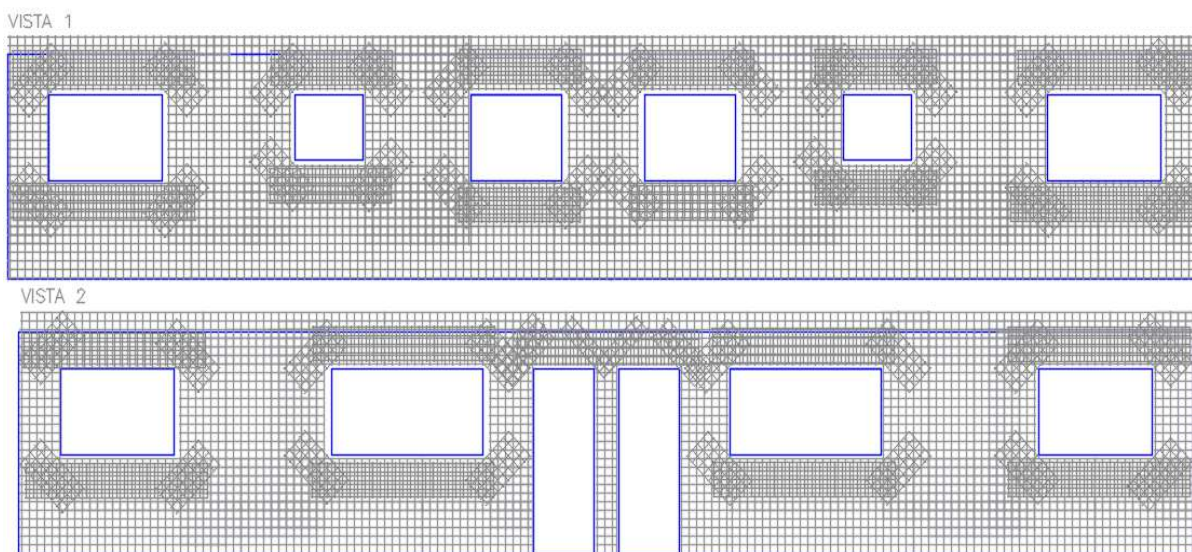
Figura 25: Armadura de fibra de vidro coberta por poliéster.



Fonte: O autor.

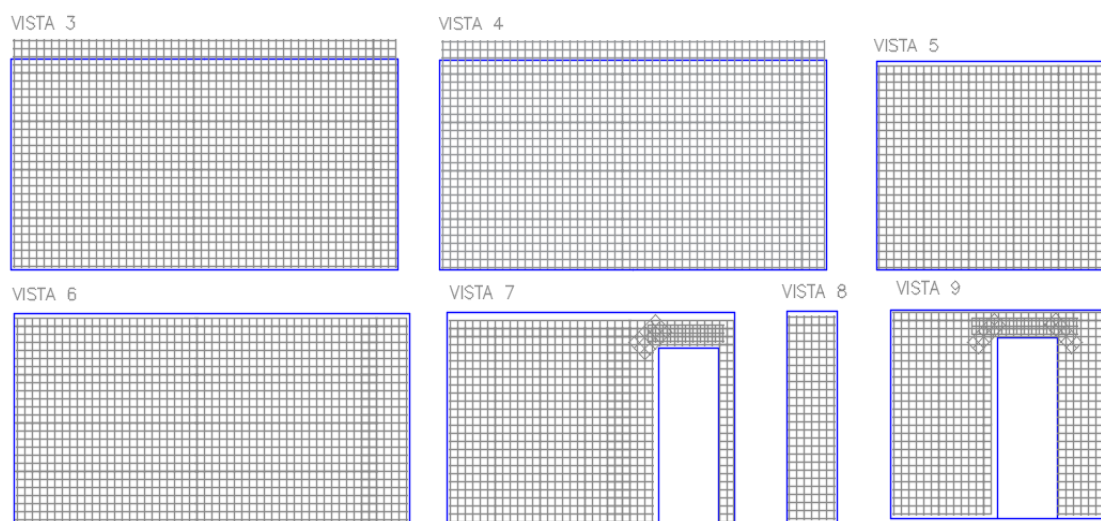
Seguindo os procedimentos da NBR 16055:2012, as armaduras devem estar presentes em todas as faces das paredes. No entanto, seguindo esse sistema, as armaduras são posicionadas e emendadas em lugares previstos em projeto, e não sendo armadas em toda a face da parede. Para poder comparar a quantidade de armadura utilizada nesse sistema e seguindo a NBR 16055:2012, foi utilizado por base a obra Parque Residencial Umbú I e II, com as plantas de armaduras para os dois sistemas. Nas figuras 26 e 27, observam-se quantidade de armaduras nas faces das paredes seguindo a NBR 16055:2012.

Figura 26: Armaduras posicionadas seguindo NBR 16055:2012.



Fonte: O autor.

Figura 27: Armaduras posicionadas seguindo NBR 16055:2012.

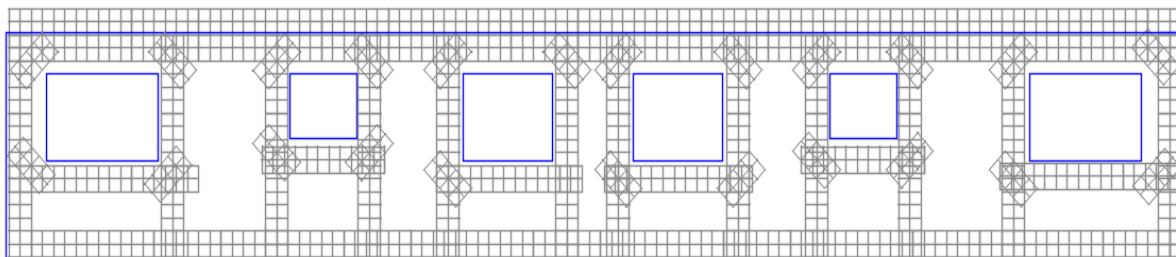


Fonte: O autor.

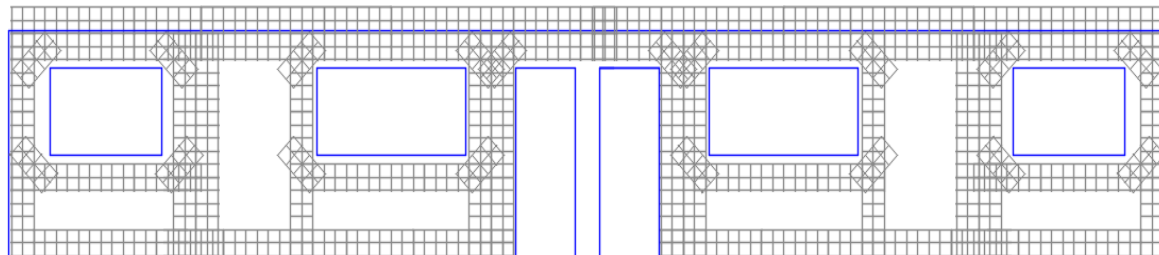
E, nas figuras 28 e 29, observam-se quantidade de armaduras nas faces das paredes seguindo os procedimentos do DATec 005-B 2014.

Figura 28: Armaduras posicionadas seguindo DATec 005-B 2014.

VISTA 1



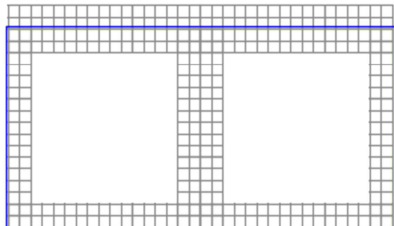
VISTA 2



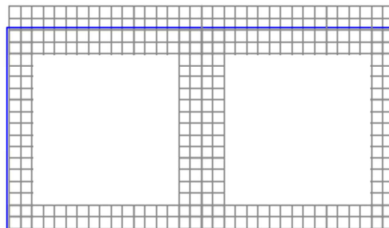
Fonte: HoBrazil

Figura 29: Armaduras posicionadas seguindo o DATec 005-B 2014.

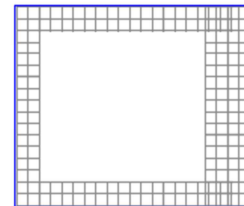
VISTA 3



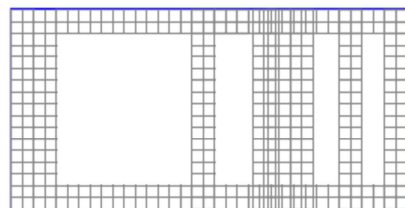
VISTA 4



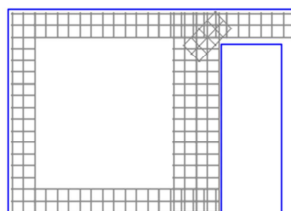
VISTA 5



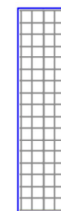
VISTA 6



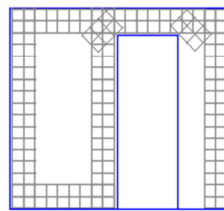
VISTA 7



VISTA 8



VISTA 9



Fonte: HoBrazil

Como pode-se analisar nas plantas de armaduras, seguindo a NBR 16055:2012 é utilizado maior quantidade de armaduras, devido estarem em todas faces das paredes.

Após as armaduras estarem montadas e posicionadas, são fixadas todas tubulações elétricas e hidráulicas nas mesmas. Esta etapa segue os mesmos procedimentos da NBR 16055:2012.

Em seguida, acontece a fixação de espaçadores nas armaduras. Os espaçadores e procedimentos utilizados são os mesmos seguindo a NBR 16055:2012. Na figura 30, observa-se espaçadores posicionados em armadura.

Figura 30: Espaçadores posicionados nas armaduras.



Fonte: O autor.

Após montar armaduras, posicionar e fixar tubulações e espaçadores, começa a montagem das fôrmas. Esta etapa também segue os procedimentos da NBR 16055:2012 para montagens do sistema de fôrmas. Na figura 31, observa-se a montagem de fôrmas.

Figura 31: Montagem do sistema de fôrmas.



Fonte: O autor.

Após concluir a etapa de montagem fôrmas, é iniciado a montagem das armaduras das lajes.

4.1.3. Montagem das lajes

Essa etapa segue os mesmos procedimentos da NBR 16055:2012, sendo ajustadas as treliças e telas de aço e fixada as instalações elétricas. Na figura 32, observa-se armadura de laje posicionada com treliças e telas de aço e instalações elétricas fixadas.

Figura 32: Armaduras e instalações posicionadas nas lajes.



Fonte: O autor.

Após finalizar a montagem das armaduras das lajes, a unidade está pronta para ser concretada.

4.1.4. Concreto e concretagem

O concreto utilizado chega à obra com o slump de 100mm com margem de 2 para mais ou para menos, e após sua chegada é realizado o ensaio de abatimento do tronco cone para verificação do slump. Na figura 33, pode-se observar o ensaio de abatimento do tronco cone no concreto.

Figura 33: Ensaio de abatimento do tronco cone.



Fonte: O autor.

Após realizar o ensaio, e constatar se o concreto atende o slump de 100mm com margem de mais ou menos 20mm, é realizada a adição de incorporador de ar ao concreto. Essa adição tem por finalidade aumentar a quantidade do concreto fresco, visto que utilizando esse aditivo o concreto tende a aumentar em aproximadamente 12% o seu volume. Na figura 34, pode-se observar o preparo para adicionar o aditivo ao caminhão betoneira.

Figura 34: Preparo do incorporador de ar para adicionar ao concreto.



Fonte: O autor.

Para paredes, em cada metro cúbico de concreto é utilizado 3 litros de aditivo HO200 e 350 gramas de microfibras de nylon. Para construção das paredes, é utilizado 9 metros cúbicos de concreto, no entanto, o concreto é preparado para produção de 10 metros cúbicos. Dessa forma, são utilizados 30 litros de HO200 e 3,5 quilos de microfibras de nylon.

Ao aplicar o aditivo ao caminhão betoneira, o concreto é batido por 15 minutos e após esse tempo é realizado novamente o ensaio de abatimento de tronco cone. Dessa vez o slump tem que ficar o mais próximo de 200mm, e em média fica 180mm, com concreto preparado o caminhão segue para concretagem.

Seguindo os procedimentos da NBR 16055:2012, as paredes devem atingir a resistência mínima de 25MPa. Entretanto, seguindo os procedimentos do DATec 005-B 2014, a resistência mínima exigida é de 15MPa.

A concretagem das paredes segue os mesmos procedimentos da NBR 16055:2012. O concreto é lançado sobre o jogo de fôrmas e são dadas algumas batidas com marreta de borracha para vibrar as fôrmas e o concreto fluir melhor entre as armaduras. Na figura 35, observa-se o concreto sendo lançado nas fôrmas enquanto as fôrmas levam batidas para vibrar.

Figura 35: Concreto sendo lançado nas fôrmas.



Fonte: O autor

Após concluir a etapa de concretagem de paredes, em seguida já é concretada a laje. Na figura 36, observa-se laje prontas para concretagem.

Figura 36: Paredes concretadas.



Fonte: O autor.

Para lajes, em cada metro cúbico de concreto, é utilizado 1,5 litros de aditivo HO100 e 350 gramas de microfibra de nylon.

Para construção da laje, é utilizado 5 metros cúbicos de concreto, no entanto, o concreto é preparado para produção de 6 metros cúbicos. Dessa forma, são utilizados 9 litros de H0100 e 2,1 quilos de microfibra de nylon. A concretagem da laje também segue os procedimentos da NBR 16055:2012. Na figura 37, observa-se o concreto sendo lançado, espalhado e nivelado.

Figura 37: Lançamento, espalhamento e nivelamento do concreto em lajes.



Fonte: O autor.

As fôrmas permanecem nas paredes por 24 horas, e após esse tempo, já podem ser retiradas. Começando novamente o ciclo do sistema construtivo.

4.2. Problemas encontrados no processo construtivo

Nesse sistema, assim como seguindo os procedimentos da NBR 16055:2012, também ocasiona alguns problemas nas etapas do processo construtivo. Os principais problemas são relacionados a concretagem.

Como nesse sistema é utilizado concreto leve com adição de polímero e não a utilização de concreto auto adensável, em alguns pontos ficam algumas falhas de concretagem. Como a armadura de fibra de vidro não apresenta ataque alcalino e não oxida, o único problema nessas falhas de concretagem seria estrutural, visto que poderia comprometer partes da unidade. Em locais como nos cantos devem se ter maior atenção devido as emendas das armaduras e com isso a dificuldade para o deslocamento do concreto dentro das fôrmas. Na figura 38, pode-se observar falhas de concretagem no canto de parede.

Figura 38: Falha de concretagem no canto de parede.



Fonte: O autor.

As falhas de concretagem também podem acontecer nas faces das paredes, quando as mesmas não forem bem executadas. Na figura 39, observa-se falhas de concretagem em paredes, onde pode-se observar entrada de luz sobre as falhas.

Figura 39: Falhas de concretagem nas paredes.



Fonte: O autor.

Em locais onde as instalações elétricas não foram bem ajustadas e/ou fixadas, também pode haver falhas de concretagem, devido ao posicionamento muito próximo das fôrmas. Na figura 39, pode-se observar instalações elétricas com falhas de concretagem.

Figura 40: Instalações elétricas aparente por falha de concretagem.



Fonte: O autor.

Na figura 41, pode-se observar instalações elétricas mal posicionadas nos cantos, deixando instalações muito próxima da face da parede.

Figura 41: Instalações elétricas mal posicionadas.



Fonte: O autor.

Outro problema ocasionado por fixação ou posicionamento errado das instalações dentro das paredes, é que ao serem concretadas, podem ficar em locais indesejados e gerar trabalhos que não haviam sido previstos. Esses retrabalhos podem gerar perda de tempo no processo construtivo, devido a ter que abrir a parede, posicionar corretamente e preencher com argamassa. Na figura 42, observamos instalações posicionadas de forma errada na parede.

Figura 42: Instalações com posicionamento errado.



Fonte: O autor.

4. 3. Resultados ensaios em armaduras

Foi realizado ensaios de tração em fios de fibra de vidro e fios de aço, com o objetivo de conhecer a resistência da armadura. Na tabela 3, observa-se os resultados obtidos nos ensaios de tração em fios de fibra de vidro com dimensões de 4x2mm por 200 e por 400mm de comprimento. E, na tabela 4, observa-se os resultados obtidos nos ensaios de tração em fios de fibra de vidro com dimensões de 5x3mm por 200 e por 400mm de comprimento.

Tabela 3: Ensaios de tração em fios de fibra de vidro de 4x2mm.

Dimensões	Comprimento	Tensão máx. (Mpa)	Força máx. (kgf)
4 x 2 mm	200 mm	802,70	695,85
		868,37	752,78
		692,02	599,91
Média		787,70	682,85
4 x 2 mm	400 mm	844,05	731,70
		831,89	721,15
		891,48	772,81
Média		855,81	741,89

Fonte: O autor.

Tabela 4: Ensaios de tração em fios de fibra de vidro de 5x3mm.

Dimensões	Comprimento	Tensão máx. (Mpa)	Força máx. (kgf)
5 x 3 mm	200 mm	454,00	653,68
		608,51	876,14
		536,75	772,81
Média		533,09	767,54
5 x 3 mm	400 mm	621,69	895,12
		681,01	980,52
		516,25	743,29
Média		606,32	872,98

Fonte: O autor.

Foi realizado ensaios em fios de aço de 4,20mm de diâmetro com o objetivo de comparar com a resistência de armadura de fibra de vidro. Na tabela 5, pode-se observar os resultados obtidos nos ensaios de tração em fios de aço de 4,20mm de diâmetro por 200 e por 400mm de comprimento.

Tabela 5: Ensaio de tração em fios de aço de 4,20mm.

Diâmetro	Comprimento	Tensão máx. (Mpa)	Força máx. (kgf)
4,20 mm	200 mm	749,27	1058,53
		735,09	1038,50
		733,59	1036,39
Média		739,32	1044,47
4,20 mm	400 mm	743,30	1050,10
		758,97	1072,24
		741,80	1047,99
		Média	748,02

Fonte: O autor.

Para fazer a comparação foi adotado a menor média de resistência para cada diâmetro. Com esses resultados pode-se fazer uma comparação de resistência entre os fios de fibra de vidro com os fios de aço. Na tabela 6, observa-se os resultados de resistência entre os fios de fibra de vidro e de aço.

Tabela 6: Comparativo de resistência entre fios de fibra de vidro e de aço.

Fio	mm	Tensão máxima (Mpa) (menor média 200mm)	Força máxima (kgf) (menor média 400mm)
Fibra de vidro	4x2	787,70	682,85
Fibra de vidro	5x3	533,09	767,54
Aço	4,20	739,32	1044,47

Fonte: O autor.

Analisando os resultados obtidos nos ensaios, pode-se concluir que, os fios de fibra de vidro com dimensões de 4x2mm têm resistência maior comparados aos fios de aço. E, os fios de fibra de vidro com dimensões de 5x3mm tem resistência inferior comparados aos fios de aço. Entretanto, seguindo a NBR 6207:1982, que é a norma que foi utilizada para realizar os ensaios, os fios têm que suportar a resistência mínima de aço CA50 500MPa. Dessa forma, todos os fios de fibra de vidro estariam dentro da norma de resistência mínima, pela média de tensão máxima passar de 500MPa para cada fio de fibra de vidro.

4.4. Comparativo de quantidade de armaduras

Para comparar a quantidade de armaduras utilizadas em cada sistema, foi utilizado a planta de armaduras da obra Parque Residencial Umbú I e II

como unidade comparativa. E, para o sistema seguindo a NBR 16055:2012, foi utilizado a armadura metálica Q113 para comparar. Na tabela 7, observa-se a quantidade de armaduras utilizadas no sistema seguindo a NBR 16055:2012.

Tabela 7: Armaduras seguindo NBR 16055:2012 segundo HoBrazil.

NBR 16055:2012	Armadura	m ²
	Radier - Q113	181,53
	Paredes - Q113	507,34
	Parede aço CA50 8mm	182,00
	TOTAL (m ²)	870,87

Fonte: Adaptado pelo autor.

E, na tabela 8, pode-se observar a quantidade de armaduras utiliza-se no sistema seguindo o DATec 005-B 2014.

Tabela 8: Armaduras seguindo DATec 005-B 2014 segundo HoBrazil

DATec 005-B 2014	Armadura	Un.
	Tela perfis monofilamento 4 x 2 - Radier	20
	Tela perfis monofilamento 4 x 2 - Parede + Oitão	110
	Tela perfis monofilamento 5 x 3 - Parede	5
	Canto tipo T	24
	Canto tipo L	66

Fonte: Adaptado pelo autor.

Como foi analisado, a quantidade de armaduras não é somada levando em consideração a mesma unidade de medida. Nas armaduras de aço, é medida em metros quadrado e nas armaduras de fibra de vidro é medida em unidades. Dessa forma, não tem como fazer uma comparação de quantidade em metros quadrado. Entretanto, para fim de comparação em metros quadrados de armadura, foi feita uma tabela convertendo armadura de fibra de vidro para metro quadrado. Abaixo, na tabela 9, observa-se a quantidade de armadura de fibra de vidro modificada para metro quadrado.

Tabela 9: Armadura de fibra de vidro em metros quadrado.

Armadura	Un.	Comp.	Larg.	Comp. X Larg. (m ²)	(Comp. X Larg.) X Un. (m ²)
Tela perfis monofilamento 4 x 2 Radier	20	2,6	0,35	0,91	18,20
Tela perfis monofilamento 4 x 2 Parede + Oitão	110		0,35	0,91	100,10
Tela perfis monofilamento 5 x 3 Parede	5		0,65	1,69	8,45
Canto tipo T	24		0,35	0,91	21,84
	24		0,65	1,69	40,56
Canto tipo L	66		0,35	0,91	60,06
	66		0,35	0,91	60,06
TOTAL					309,27

Fonte: O autor.

Analisando a tabela, é utilizado 309,27 metros quadrado de armadura de fibra de vidro para unidade seguindo o DATec 005-B 2014. Uma grande diferença para a quantidade utilizada seguindo a NBR 16055:2012, que é de 870,87 metros quadrado.

Essas quantidades correspondem as armaduras utilizadas para o radier e paredes. Como para a produção de armadura das lajes, esse sistema segue a NBR 16055:2012, as mesmas não foram consideradas para fim de cálculo.

4.5. Comparativo de custos de materiais

Para fazer um comparativo de custos entre os materiais utilizados nos dois sistemas, foi utilizado a obra Parque Residencial Umbú I e II como unidade comparativa. Para fim de cálculo foram utilizadas as mesmas quantidades de concreto, de armadura (especifica para cada sistema), e aditivos (especifico para sistema seguindo DATec 005-B 2014). Foi utilizado os valores do aditivo HO100 e HO200 e os preços das armaduras de fibra de vidro e de aço. Também foi levado em consideração o valor do concreto utilizado em cada um dos sistemas.

No sistema seguindo a NBR 16055:2012 para construção do radier é utilizado 7 metros cúbicos de concreto Fck 25MPa com slump de 210mm com margem de 30 para mais ou para menos. Nesse sistema, para construção do

radier, é utilizado 7 metros cúbicos de concreto Fck 25MPa com slump de 100mm com margem de 20 para mais ou para menos.

Para construção das paredes, seguindo a NBR 16055:2012 é utilizado 12 metros cúbicos de concreto Fck 25MPa com slump de 210mm com margem de 30 para mais ou para menos. Nesse sistema, para construção das paredes, é utilizado 10 metros cúbicos de concreto Fck 25MPa com slump de 100mm com margem de 20 para mais ou para menos.

Para construção das lajes, seguindo a NBR 16055:2012, é utilizado 5 metros cúbicos de concreto Fck 25MPa com slump de 210mm com margem de 30 para mais ou para menos. Nesse sistema para construção das lajes, é utilizado 5 metros cúbicos de concreto Fck 25MPa com slump de 100mm com margem de 20 para mais ou para menos.

No sistema seguindo o DATec 005-B 2014 é aplicado 30 litros de HO200 e 3,5Kg de microfibras de nylon para paredes, 12 litros de HO100 e 2,8Kg de microfibras de nylon para radier e 9 litros e 2,1Kg de microfibras de nylon para lajes. Seguindo a NBR 16055:2014 não há aplicação desse aditivo.

As armaduras seguindo a NBR 16055:2012 são de aço e para uma unidade da obra Parque Residencial Umbú I e II, utiliza-se para radier 181,53 metros quadrados de armadura Q113, para paredes 507,34 metros quadrado de armadura Q113 e 182,00 metros de armadura de aço CA50. Seguindo o DATec 055-B 2014, utiliza-se 20 unidades de tela perfil monofilamento de 4x2 para radier, 110 telas perfis monofilamento 4x2 para parede com oitão, 5 unidades de telas perfis monofilamento de 5x3 para parede, 24 unidades de telas de canto tipo "T" e 66 unidades de telas de canto tipo "L".

Na Tabela 10, pode-se observar os valores para cada quantidade de cada material para sistema seguindo o DATec 005-B 2014.

Tabela 10: Materiais seguindo DATec 005-B 2014 segundo HoBrazil.

Produto	Unidade medida	Quant.	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
HO100	L	21,00	R\$ 13,00	R\$ 273,00
HO200	L	30,00	R\$ 15,00	R\$ 450,00
Microfibra de nylon	Kg	8,40	R\$ 25,00	R\$ 210,00
Tela perfis monofilamento 4x2 Parede Oitão	Un.	110	R\$ 24,00	R\$ 2.640,00
Tela perfis monofilamento 5x3 Parede	Un.	5	R\$ 42,00	R\$ 210,00
Canto tipo T	Un.	24	R\$ 4,00	R\$ 96,00
Canto tipo L	Un.	66	R\$ 4,00	R\$ 264,00
Tela perfis monofilamento 4x2 Radier	Un.	20	R\$ 24,00	R\$ 480,00
Armadura tela Q113 - Laje	m ²	59,38	R\$ 6,10	R\$ 362,22
Radier Concreto Fck 25 MPa slump 100±20	m ³	7,00	R\$ 268,00	R\$ 1.876,00
Paredes Conc. Fck 25 MPa slump 100±20	m ³	10,00	R\$ 268,00	R\$ 2.680,00
Oitões Concreto Fck 25 MPa slump 100±20	m ³	2,00	R\$ 268,00	R\$ 536,00
Laje Concreto Fck 25 MPa slump 100±20	m ³	5,00	R\$ 268,00	R\$ 1.340,00
Taxa de bomba	vb	1	R\$ 600,00	R\$ 600,00
TOTAL	R\$ 12.017,22			

Fonte: Adaptado pelo autor.

Na Tabela 11, pode-se observar os valores para materiais seguindo a NBR 16055:2012.

Tabela 11: Materiais seguindo NBR 16055:2012 segundo HoBrazil.

Produto	Unidade medida	Quant.	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Armadura Radier tela Q113	m ²	181,53	R\$ 6,10	R\$ 1.107,35
Armadura Paredes tela Q113	m ²	507,34	R\$ 6,10	R\$ 3.094,77
Armadura aço CA 50 8mm	Kg	182,00	R\$ 1,36	R\$ 247,52
Armadura tela Q113 - Laje	m ²	59,38	R\$ 6,10	R\$ 362,22
Radier Conc. Fck 25 MPa slump 210±30	m ³	7,00	R\$ 280,00	R\$ 1.960,00
Paredes Conc. Fck 25 MPa slump 210±30	m ³	12,00	R\$ 280,00	R\$ 3.360,00
Oitões Conc. Fck 25 MPa slump 210±30	m ³	2,00	R\$ 280,00	R\$ 560,00
Laje Concreto Fck 25 MPa slump 210±30	m ³	5,00	R\$ 280,00	R\$ 1.400,00
Taxa de bomba	vb	1	R\$ 600,00	R\$ 600,00
TOTAL	R\$ 12.691,86			

Fonte: Adaptado pelo autor.

Fazendo um comparativo de custos para os dois sistemas, utilizando o sistema seguindo o DATec 055-B 2014, terá uma redução de R\$ 674,64 por unidade construída. Esse valor apresenta uma redução de 5,316% dos custos utilizando os materiais descritos nas tabelas.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho foi elaborado baseado em uma comparação entre os requisitos e procedimentos para o sistema construtivo de paredes de concreto moldada no local seguindo a NBR 16055:2012 e seguindo o DATec 005-B 2014. Primeiramente, foi realizado um estudo entre os dois sistemas construtivos. E, posteriormente, um acompanhamento na obra Parque Residencial Umbú I e II, para poder comparar os dois sistemas. Com os dados observados, foram feitas comparações entre os dois sistemas.

Analisando os sistemas seguindo o DATec 005-B 2014 e a NBR 16055:2012, foi verificado que os sistemas são muito semelhantes e que os materiais e procedimentos são diferentes somente na parte estrutural da edificação, sendo elas armaduras e concreto.

Durante o acompanhamento a campo, evidenciou-se que, ao seguir o DATec 005-B 2014, pode ocorrer alguns problemas de execução. Na maioria das vezes, relacionados ao concreto utilizado, que pode ocasionar falhas de concretagem. De qualquer forma, está previsto que possa acontecer alguns problemas técnicos em construções com grande quantidade de unidades construídas em pouco espaço de tempo, pois pode ocorrer erros em seguir repetição de procedimentos de execução. E, por isso, é de fundamental importância ter uma equipe de supervisão para apoiar em correções, quando necessárias.

Em relação a resistência das armaduras e, como ainda não existe uma norma para ensaios em fibra de vidro, utilizando como base a NBR 6207:1982, pode-se concluir que a armadura de fibra de vidro está dentro dos padrões exigidos pela norma para fios de aço. Pois, em todos ensaios atingiu a resistência mínima maior que a tensão máxima exigida pela norma, que é de 500MPa para fios de aço CA50. A quantidade de armadura também é diferente entre os sistemas, no entanto, como a fibra de vidro é medida por unidade, não tem como fazer um comparativo com a mesma unidade de medida. O único comparativo que pode ser feito é o custo final de armaduras para cada unidade seguindo cada sistema.

Outro material que muda entre os sistemas, é o concreto utilizado. Embora nos dois sistemas utilizam-se concreto de Fck 25MPa, seguindo o DATec 005-B 2014 o concreto chega a obra com slump de aproximadamente 100mm, e após é adicionado o aditivo incorporador de ar que aumentará para slump de aproximadamente 180mm, garantindo um concreto com maior fluidez. No entanto, o concreto utilizado seguindo a NBR 16055:2012, chega a obra com slump de 210mm.

As paredes também têm resistência mínima diferente entre os dois sistemas. Seguindo a NBR 16055:2012, as paredes devem ter resistência mínima de 25MPa e, seguindo o DATec 005-B 2014, com a adição do incorporador de ar, as paredes ficam com a resistência mínima de 15MPa.

Outro fator que diferencia entre os sistemas é o custo final, visto que, são utilizadas armaduras e concretos diferentes para cada sistema. Seguindo a NBR 16055:2012, utiliza-se armadura de aço e concreto de Fck 25MPa com slump de 210mm, e seguindo o DATec 005-B 2014, utiliza-se armadura de fibra de vidro e concreto de Fck 25MPa com slump de 100mm com adição de incorporador de ar. Dessa forma, comparando o custo de concreto e armadura utilizado para cada sistema, pode-se concluir que utilizando o sistema seguindo a NBR 16055:2012, o custo final será de R\$ 12.691,86 e, seguindo o DATec 005-B 2014 será de R\$ 12.017,22. Ou seja, seguindo o DATec 005-B 2014, o custo final por unidade construída será R\$ 674,64 inferior ao custo final seguindo a NBR 16055:2012. Usando como base de comparação a obra Parque Residencial Umbú I e II, onde serão construídas 3.000 unidades, seguindo o DATec 005-B 2014, terá uma redução final de R\$ 2.023.920,00

Vale ressaltar que, essa comparação está somente relacionada para armaduras e concreto, portanto, somente para parte estrutural da unidade. Para uma comparação final de unidade construída, devem ser levados em conta todas etapas do processo construtivo. Entretanto, como somente a parte estrutural diferencia nos dois sistemas, para este trabalho não foi levado em comparação de custos as outras etapas do processo construtivo.

Diante do exposto, apesar de necessitar novos estudos e comparativos nos dois sistemas construtivos, o presente trabalho evidencia uma redução de

custo final na parte estrutural entre os sistemas. Considerando que, deve-se ter uma grande quantidade de produção de unidades habitacionais nesses sistemas, seguindo o DATec 005-B 2014, pode-se tornar uma solução para reduzir custos, agregar maior qualidade a produção e tornar um sistema mais competitivo.

6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)

____ NRB 16055:2012 Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos

____ NBR 6207:1982 Arame de aço – Ensaio de tração

____ NBR 7212:2012 Execução de concreto dosado em central - Procedimentos

____ NBR 14931:2004 Execução de estruturas de concreto - Procedimentos

____ NBR 7481:1990 Tela de aço soldada – Armadura para concreto

ABESC, Informativo Técnico. Parede de concreto – 2011. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html>

ALONSO, Urbano Rodriguez. Previsão e controle das fundações, 2011. Disponível em: <http://www.blucher.com.br/editor/amostra/05869.pdf>

ARÊAS, Daniel Moraes. Trabalho de conclusão de curso. Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão. 2013. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006241.pdf>

CONSTRUÇÃO, Comunidade. Coletânea de Ativos da ABCP 2008. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/colaborativo-portal/download.php?selected=Parede%20de%20Concreto#selAnch>

CORSINI, Rodnei. Paredes normatizadas. Revista Técnica, Ed.:183, Junho/2012. Disponível em: [file:///C:/Users/Marcos/Downloads/Tecne_-_Junho_2012%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Marcos/Downloads/Tecne_-_Junho_2012%20(1).pdf)

COUTINHO, Bianca Serra. Dissertação de mestrado. Propriedades e comportamento estrutural do concreto auto-adensável. Disponível em: http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/BiancaSerraCoutinho.pdf

FARIA, Renato. Revista Técnica, Edição 143, fevereiro/2009, Paredes Maciças. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/143/artigo286570-2.aspx>

GIROTTO ; BARBOSA ; MACIEL, L.S., M.P. e G.F. Artigo científico: Avaliação do comportamento reológico na retração plástica e na fissuração de argamassas de concreto auto adensável, fevereiro/2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/riem/v7n1/02.pdf>

JUNIOR ; FILHO, Ary Fonseca e Roberto Barella. Revista Técnica, Edição 140, novembro/2008, Melhores práticas – Paredes de concreto. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/140/paredesdeconcreto2875941.aspx>

KHRAPKO, Michael. Artigo científico: Mantendo a trabalhabilidade requerida do CAA, 2012. Disponível em: <http://www.engemolde.com.br/artigos/conteudo.asp?cod=2>

MASCARENHAS, A. C. Fôrmas para concreto – 1988 Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA.

MISSURELI ; MASSUDA, Hugo e Clovis. Revista Técnica, Edição 147, junho/2009. Como construir paredes de concreto. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/146/paredes-de-concreto-141977-1.asp>

NAKAMURA, Juliana. Revista Técnica, Edição 202, janeiro/2014, Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/202/artigo304347-1.aspx>

PACHECO, Frederico Heidrich. Trabalho de conclusão de curso. Sistema parede de concreto – Elaboração de listas de verificação para aprimorar a execução dos serviços. Julho/2012. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/63188>

REAL MIX, Informativo técnico Julho/2006. Disponível em: http://www.realmixconcreto.com.br/downloads/Ano2_informativo_internet.pdf

REGINATO ; FOIATO ; PIOVESAN, Lucas Alexandre, Maiara e Angela Zamboni. Artigo científico: Avaliação da resistência à compressão do concreto curado em baixa temperatura. Disponível em: <file:///C:/Users/Marcos/Downloads/3691-13484-1-PB.pdf>

Sistema Nacional de Avaliações Técnicas - DATec N° 005-B: Paredes maciças moldadas no local de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro com poliéster – HoBrazil. Junho/2014

VIEIRA, Mariana. Construir pode ficar mais limpo e rápido. Redação Jornal Coletivo, 17/05/2011. Disponível em: <http://coletivo.maiscomunidade.com/conteudo/2011-05-17/imoveis/97278/CONSTRUIR+PODE+FICAR+MAIS+LIMPO+E+RAPIDO.pnh tml>