

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

HUGO SANTOS LOPES REIS

**DESCRIÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES
CONSTRUTIVAS DO SISTEMA PAREDES DE CONCRETO MOLDADA IN
LOCO PARA CONSTRUÇÕES DE PEQUENO PORTE**

São Luís
2018

HUGO SANTOS LOPES REIS

**DESCRIÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES
CONSTRUTIVAS DO SISTEMA PAREDES DE CONCRETO MOLDADA IN
LOCO PARA CONSTRUÇÕES DE PEQUENO PORTE**

Monografia apresentado ao Curso de Engenharia
Civil da Universidade Estadual do Maranhão,
para a obtenção de grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Luciano Carneiro Reis

São Luís

2018

Reis, Hugo Santos Lopes

Descrição do processo executivo e recomendações construtivas do sistema de paredes de concreto moldadas in loco para construções de pequeno porte / Hugo Santos Lopes Reis. ____ São Luís, 2018.
99 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Luciano Carneiro Reis.

1. Parede Concreto. 2. Processo executivo. 3. Orçamento. 4. Gestão.
I. Título.

CDU 624.012.45

HUGO SANTOS LOPES REIS

**DESCRIÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES
CONSTRUTIVAS DO SISTEMA PAREDES DE CONCRETO MOLDADA IN
LOCO PARA CONSTRUÇÕES DE PEQUENO PORTE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia
Civil da Universidade Estadual do Maranhão,
para a obtenção de grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Esp Luciano Carneiro Reis

Aprovada em: 21 / 06 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Luciano Carneiro Reis

Prof. Esp. Luciano Carneiro Reis (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão

Rodrigo de Azevedo Neves

Prof. Dr. Rodrigo de Azevedo Neves
Universidade Estadual do Maranhão

Iêdo Alves de Souza

Prof. Dr. Iêdo Alves de Souza
Universidade Estadual do Maranhão.

Á minha mãe Lucirene Ferreira Lopes

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força que me deu durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais, que investiram em minha educação.

Aos amigos e professores da UEMA, que proporcionaram momentos enriquecedores, durante a graduação.

Aos professores Luciano Carneiro Reis e Clayton Carvalhedo Silva, pelas orientações deste trabalho.

“Não importa quanto a vida possa ser ruim, sempre existe algo que você pode fazer, e triunfar. Enquanto há vida, há esperança.”

Stephen Hawking

RESUMO

A utilização do sistema construtivo de paredes de concreto tem aumentado cada vez mais no Brasil, devido principalmente, a sua alta velocidade e bom desempenho estrutural, outro fator que reforça a tendência de se adotar esse sistema construtivo, é a procura cada vez maior das empresas de engenharia de industrializar os meios de produção, maximizando os lucros e reduzindo etapas de construção e gastos com mão de obra. Este trabalho tem como foco, expor vícios e erros mais comuns cometidos na execução das obras no Brasil, mostrando como as vantagens da adoção da padronização dos meios de produção podem trazer grandes avanços e soluções para diversos problemas que trazem prejuízos econômicos para as empreiteiras, por meio de desperdícios, e impactos negativos no meio ambiente com o despejo de resíduos sólidos. A pesquisa inclui os materiais usados no método suas principais características além de expor as etapas do processo executivo de obras na qual se aplica o método parede de concreto. O estudo também se pautou em uma comparação de custos de execução de uma obra habitacional executada exclusivamente com o método parede de concreto e na descrição dos materiais adotados. Por fim será feito um estudo de caso apresentando na prática os processos executivos estudados do método.

Palavras-Chave: Parede Concreto. Processo executivo. Orçamento. Gestão.

ABSTRACT

The use of the concrete wall construction system has been increasing in Brazil, due mainly to its high speed and good structural performance, another factor that reinforces the tendency to adopt this constructive system, is the increasing demand of the companies from engineering to industrializing the means of production, maximizing profits and reducing construction steps and spending on labor. This paper focuses on exposing common mistakes and errors committed in the execution of works in Brazil, showing how the advantages of adopting the standardization of the means of production can bring great advances and solutions to several problems that bring economic damages to the contractors, for waste and negative impacts on the environment with the disposal of solid waste. The research includes the materials used in the method its main features in addition to exposing the steps of the executive process of works in which the concrete wall method is applied. The study was also based on a comparison of costs of execution of a housing project executed exclusively with the concrete wall method and in the description of the materials adopted. Finally, a case study will be presented presenting in practice the studied executive processes of the method.

Keywords: Concrete wall. Executive process. Budget. Management

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Desperdícios que podem ocorrer na construção civil.....	18
Quadro 2 – Meio físico	23
Quadro 3 – Meio biótico	24
Quadro 4 – Meio antrópico	24
Quadro 5 – Tipos de concreto utilizados nas paredes de concreto.....	26
Quadro 6 – Desmoldantes para fôrma de parede de concreto.....	34
Quadro 7 – Comparativo de custos entre os dois métodos.....	50
Quadro 8 – Comparativo de custos entre etapas	50
Quadro 9 – Perímetros para aceitação visual	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fôrmas plásticas.....	30
Figura 2 – Fôrmas de madeira	30
Figura 3 – Fôrmas de aço	31
Figura 4 – Fôrmas de alumínio	31
Figura 5 – Fôrmas de polipropileno	32
Figura 6 – Esquema de elementos de segurança para fôrmas de Parede de concreto	33
Figura 7 – Exemplo de execução de uma armadura.....	36
Figura 8 – Concretagem de uma parede	38
Figura 9 – Ligação eletroduto/armadura com utilização de espaçador plástico	42
Figura 10 – Exemplo de posicionamento da camada absorvente	44
Figura 11 – Área de lazer.....	52
Figura 12 – Planta baixa da casa tipo 1	53
Figura 13 – Planta baixa da casa tipo 2	54
Figura 14 – Modelo da Fachada.....	54
Figura 15 – Fachada principal	55
Figura 16 – Fachada principal vista lateral.....	55
Figura 17 – Exemplo de casa.....	56
Figura 18 – Exemplo de casa.....	57
Figura 19 – Processo de execução da fundação	58
Figura 20 – Processo de execução da fundação	59
Figura 21 – Preparação para recebimento do concreto	59
Figura 22 – Aplicação do concreto	60
Figura 23 – Aplicação do concreto	60
Figura 24 – Aplicação do concreto	61
Figura 25 – Aplicação do concreto	61
Figura 26 – Estoque de telas no canteiro de obras	63
Figura 27 – Execução da armadura	64

Figura 28 – Exemplo de posicionamento das fôrmas.....	64
Figura 29 – Exemplo de posicionamento das fôrmas.....	65
Figura 30 – Exemplo de posicionamento de fôrmas	66
Figura 31 – Exemplo de posicionamento nas fôrmas.....	66
Figura 32 – Exemplo de posicionamento da armadura e fôrmas	67
Figura 33 – Exemplo de posicionamento das fôrmas	67
Figura 34 – Pinos de travamento	68
Figura 35 – Instalações embutidas após concretagens	69
Figura 36 – Instalações embutidas após concretagem	69
Figura 37 – Instalações embutidas após concretagem	70
Figura 38 – Caixas das tomadas.....	70
Figura 39 – Concretagem das paredes	71
Figura 40 – Caminhão betoneira	72
Figura 41 – Processo de lançamento do concreto	72
Figura 42 – Processo de lançamento do concreto	73
Figura 43 – Equipamentos para o ensaio Slump Teste.....	74
Figura 44 – Ensaio do Slump Test	74
Figura 45 – Ensaio do Slump Test	75
Figura 46- Corpos de prova para ensaio de resistência	75

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Problemas de gestão de qualidade	15
2.2 Desperdícios na construção civil	16
2.3 As vantagens da padronização construção civil	19
2.4 O impacto Ambiental da construção civil	22
3 PAREDE DE CONCRETO	25
3.1 Concreto	26
3.2 Fôrmas	28
3.3 Armação	35
3.4 Processos executivos	36
3.4.1 Concretagem	36
3.4.2 Lançamento de concreto	37
3.4.3 Adensamento	39
3.4.4 Cura e desforma	40
3.4.5 Acabamentos	41
3.4.6 Instalações Hidráulicas e Elétricas	41
3.5 Patologias	43
3.5.1 Bolhas superficiais Abertas	43
3.5.2 Fissuras	44
3.5.3 Manchas	45
3.5.4 Falhas de Execução	46
3.5.5 Falhas de Concretagem	47
3.6 Vantagens e Desvantagens	47
3.7 Comparativos Orçamentários	49
4 ESTUDO DE CASO	52

4.1	Descrições do empreendimento	52
4.2	Análise de Projeto	55
4.3	Análise da Obra	56
4.3.1	Fundação	57
4.3.2	Armaduras	62
4.3.3	Fôrmas	64
4.3.4	Instalações Prediais	68
4.3.5	Concretagem	70
5	CONCLUSÃO	76
	REFERÊNCIAS	77
	ANEXOS	81

1 INTRODUÇÃO

Verifica-se uma grande necessidade, da indústria da construção civil, de se adaptar aos tempos de crise, contribui para essa urgência a questão ambiental, que se faz um assunto muito atual, tendo em vista as possíveis consequências do descaso com o meio ambiente.

Diante desses desafios, engenheiros têm recorrido aos diferentes métodos construtivos para alcançar mais eficiência, reduzindo a mão de obra e os desperdícios, e uma tendência tem se destacado: a industrialização do meio de produção, para tal se fez necessário mais que nunca se recorrer a padronização dos empreendimentos, maximizando a produção em larga escala e contando com menos mão de obra.

Verifica-se então diversas vantagens do método construtiva da parede de concreto em detrimento ao método mais convencional aporticada, como será exposto, o método parede de concreto está alinhado com todas as vantagens que são atualmente cobradas pelos mercados tais como: redução de custos, prazos menores, qualidade de serviço e redução da mão de obra.

1.1 Justificativa

Os atuais debates acerca do papel da construção civil no desenvolvimento sustentável e no barateamento dos métodos de construção tem fomentado, as empresas a recorrerem a novas formas de executar seus empreendimentos, além dos obstáculos caldos por uma falta de inovação no meio temos ainda lidado com uma grande crise econômica, tendo isso em vista é muito relevante se atentar e investir para construções com paredes de concreto armado.

Verifica-se na Indústria da construção civil do Brasil uma deficiência na gestão de obras, isso fica evidente por meio do número alarmante de obras que atrasam e são entregues fora do prazo, ou ainda aquelas que sofrem embargos devido à má gestão dos recursos ou acidentes. De acordo com o estudo da Sandra Carla Lima Dórea (2004, p.5): “verificou-se que procedimentos inadequados estabelecidos nas etapas de planejamento, projeto

e execução do processo construtivo contribuíram para este quadro” O estudo ressalta ainda que para a melhoria do quadro é necessário um alto investimento em padronização e gestão de obras.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Estabelecer um estudo descritivo do processo executivo do método parede de concreto e verificar as vantagens da parede de concreto e da padronização.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Realizar um estudo de caso de uma obra de um conjunto residencial;
- Analisar a relação orçamentaria e variações do processo de planejamento entre a estrutura convencional aporticada e o sistema paredes de concreto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Problemas de gestão de qualidade

O engenheiro civil é um profissional, que para gerir uma obra deve ser capaz de organizar uma quantidade de recursos disponibilizados pela instituição, ou seja, o engenheiro exerce uma atividade ativa na execução das obras, intervindo diretamente na execução de todos os segmentos da obra coordenando o progresso do empreendimento por meio de prazos e objetivos visando sempre obter a maior qualidade possível.

É evidente a preocupação que um gestor deve ter com a comunicação entre ele e seus colaboradores, o recurso mais custoso para uma obra é de fato, a mão-de-obra, e também a que possui os mais diversos tipos de conflito, de acordo com Aureliano Tavares, Orlando Longo, Robson Sueth (2014), os tipos de conflitos gerados entre o engenheiro civil e os colaboradores são: Conflitos de Comunicação; Conflitos de Relacionamento; Conflitos Relacionado ao Conhecimento Técnico; e Conflitos Culturais.

Em um canteiro de obra o engenheiro civil irá rotineiramente enfrentar resistências por parte de seus colaboradores, tais conflitos e desentendimentos não possuem sempre um aspecto negativo, como uma contestação feita por alguém com uma boa vivência de obras, acerca da execução de algum procedimento, podendo complementar o planejamento, ganhando tempo e contribuindo com o prazo da obra; Entretanto:

Se a resistência teve conotação pessoal, uma análise sobre o relacionamento interpessoal deve ser feita para se descobrir suas razões e imediatamente propor uma solução para o problema, visando-se além da instabilidade da cadeia hierárquica com possibilidade de indisciplina, também os benefícios que a desconstrução daquilo que pode estar impedindo o bom relacionamento pode trazer para a empresa, sem prejudicar suas atividades e seu clima organizacional. (TAVARES; LONGO; SUETH, 2014, p.5).

Pode-se ressaltar ainda o fato alarmante exposto pela pesquisa realizada pelo Mark Farmer no The Farmer Review of the UK Construction

Labour Model, a construção civil é um setor extremamente resistente a mudanças especialmente no quesito modernização dos meios de produção, soma-se isso ao medo generalizado dos empresários a serem os primeiros a mudar, causando grande falta de inovação da indústria como um todo, reduzindo a produtividade, a capacidade de adaptação em tempos de crise e baixa na produtividade.

2.2 Desperdício na construção civil

Diante da grande competitividade no setor da construção civil, construtoras tem investido pesado no aumento da produtividade, buscando sempre um diferencial no mercado comercial, muitos dos investimentos são destinados à diminuição dos desperdícios.

Desperdício na construção civil possui um significado muito amplo e abrangente como, por exemplo: Entulhos, sobras, mão de obra ou máquinas ociosas, em qualquer um desses casos ocorre prejuízos financeiros não apenas relacionados à quantidade de um material apenas, mas um prejuízo generalizado.

As perdas de materiais chegam a 8% e as perdas financeiras, inclusive aquelas relativas a custos de retrabalhos, chegam a 30% segundo pesquisas realizadas pela escola politécnica da USP.

Ainda pode-se dizer que a perda de materiais básicos na construção civil pode chegar a quase 50%, não só pela baixa qualidade de mão de obra e falta de controle dos administradores das obras Segundo Roman (2009), mas também pela falta de padronização dos materiais.

Apesar dos investimentos e das pesquisas realizadas por construtoras, tendo como objetivo a diminuição do desperdício, verifica-se a falta de mão de obra qualificada. Este ponto é coerente com a informação de Lima Júnior et al. (2005): 72% dos operários nunca frequentaram cursos e treinamentos, dado que evidencia ainda mais a importância de se reduzir os trabalhos realizados no canteiro de obras, através da padronização, reduzindo a mão de obra.

Nascimento (2014) ressalta que no caso da construção civil, os desperdícios, frequentemente são associados apenas às perdas de materiais.

No entanto, é importante destacar que os desperdícios vão além desse conceito, incluindo qualquer ineficiência no uso de equipamentos, mão de obra e investimentos superiores ao necessário para a obra (NASCIMENTO, 2014).

De acordo com Souza (2004), foi à década de 90 o período no qual o combate ao desperdício ganhou força, com o crescimento do interesse das construtoras em investir na investigação das falhas do processo construtivo, responsável pelo desperdício:

- Falhas no processo construtivo, causado ou por falta de planejamento por parte da instituição, ou pela falta de manutenção dos equipamentos utilizados causando desperdícios, que poderiam ser evitados com uma atenção especial a gestão dos recursos;
- Processos administrativos deficitários, a compram de materiais, que não velam em conta questões rotineiras de uma obra, ou compras baseadas apenas no menor preço, problemas de comunicação na empresa, programas de contratação e demissão inadequados e retrabalhos administrativos em varias áreas da empresa;
- Patologias construtivas, relacionadas com a falta de planejamento e com o baixo controle de qualidade com a execução dos procedimentos estruturais, e com a má definição dos critérios adotados durante a execução.

Pode-se dizer que o Desperdício pode ser ter sua origem em cada qualquer etapa de uma obra, seja: planejamento, projeto, fabricação de fabricação, execução e manutenção. Com esses dados Thomas (2001) elaborou uma tabela, relacionando a origem com os desperdícios, Quadro 1.

Quadro 1 - Desperdícios que podem ocorrer na construção civil

ORIGEM	DESPERDÍCIOS TÍPICOS
<p align="center">Projetos/ Especificações</p>	<p>Superdimensionamentos: fundações, vigas, lajes, arrimos, drenos, tubulações, isolações, sistemas de ar condicionado.</p> <p>Subdimensionamentos: poderão acarretar patologias, exigindo inversão de recursos durante a vida da obra.</p> <p>Consumo excessivo de cimento e outros aglomerantes (traço muito rico de concretos e argamassas).</p> <p>Danos a fôrmas e escoramentos, em função da ausência ou inadequação de planos de concretagem.</p> <p>Danos à estrutura recém concretada, em função de ausência ou inadequação de planos de decimbramento.</p> <p>Patologias geradas por incompatibilidades físicas ou químicas entre materiais justapostos.</p> <p>Problemas gerais de construtibilidade: componentes muito delgados, altas taxas de armaduras, balanços muito acentuados etc.</p> <p>Detalhamento falho de projetos, repercutindo em atrasos, improvisações e desperdícios.</p> <p>Coordenação falha entre projetos, repercutindo em demolições, acréscimo de serviços, prejuízos a kits e pré-moldados etc.</p>
<p align="center">Supervisão Técnica/ Gerenciamento da obra</p>	<p>Entulho visível (quebra de blocos, desperdícios de argamassa e concretos, locação errada de paredes, corte errado de tubos).</p> <p>Entulho invisível: enchimento de lajes, juntas muito largas nas alvenarias, engrossamento de revestimentos, pinturas encorpadas.</p> <p>Horas ociosas de homens e equipamentos: programações inadequadas, compras equivocadas, ou falta de materiais, equipamentos quebrados, desarmonia entre subempreiteiro ou equipes.</p> <p>Avárias em materiais e componentes: processos inadequados de armazenagem ou transporte ou manuseio, proteção inadequada de serviços acabados limpeza com produtos ácidos / abrasivos.</p> <p>Danos a componentes estruturais, em função da estocagem inadequada de materiais sobre peças recém concretadas.</p> <p>Baixa produtividade em função de equipamentos ou ferramentas inadequadas (balancins, bombas, vibradores, serras).</p> <p>Retrabalho, reparos: abertura de fôrmas, ruptura de escoramentos, desaprumo e falta de esquadro em paredes, ondulações em revestimentos, vazamentos ou entupimentos de tubulações, pisos com caimentos invertidos, pinturas sobre bases úmidas etc.</p> <p>Acidentes no trabalho, com perdas materiais, comoção, desestímulo, queda geral na produtividade.</p> <p>Atrasos de cronograma, repercutindo em multas, custos financeiros, improvisações, horas extras, trabalho noturno.</p>

Fonte: Thomas (2001)

Complementa Thomas (2001), que as falhas gerenciais são tão graves quanto a falta de qualificação da mão de obra, pois como observado na tabela os desperdícios provenientes da falta de supervisão Técnica, são bem mais numerosas.

2.3 As vantagens da padronização na construção civil

Segundo Rosso (1966), a padronização é definida como “a aplicação de normas a um ciclo de produção ou a um setor industrial completo com objetivo de estabilizar o produto ou o processo de produção”.

Pode-se citar ainda Hopp e Spearman (1996) para os quais a definição da padronização reflete: “A busca pela melhor forma de executar cada tarefa, eliminando movimentos lentos ou desnecessários e preconizava a utilização de mão de obra pouco qualificada, a qual competia simplesmente o cumprimento daquilo que estava prescrito”.

Empresários devem utilizar da padronização como uma das ferramentas de controle de qualidade nos serviços, relacionando com a construção civil, a padronização das obras garante: prazos menores, menos mão de obra e menos desperdício, dessa forma satisfazendo o cliente com um produto de boa qualidade.

No entanto, para que se seja capaz de garantir a qualidade de um determinado produto ou serviço, é necessário foco em planejamento e no controle dos processos necessários para a execução deste produto ou serviço. Portanto os investimentos em sistemas construtivos cada vez mais padronizados podem trazer um retorno em curto prazo, através do aumento da satisfação dos clientes, proporcionando um aumento da competitividade da empresa.

Para Oliveira e Graffunder (2004), a aplicação de métodos mais padronizados nos procedimentos de execução já durante a fase de projeto tende a atingir racionalização, o melhor aproveitamento dos recursos, obtendo assim maior produtividade, eficiência no trabalho e qualidade do produto.

Complementam Meira e Araujo (1997), afirmando que por meio da padronização pode-se ter uma solução viável para redução dos desperdícios

característicos da construção civil, com resultados proporcionais ao nível de envolvimento das pessoas que participam deste processo.

A organização dos canteiros de obra está intrinsecamente ligada com uma boa gestão e garantem diversas vantagens para uma gestão de obras, uma das possibilidades da padronização é a aplicação algo similar a uma linha de montagem dentro do canteiro de obras. Isso se torna viável a partir do momento em que se utilizam sistemas construtivos industrializados, reduzindo o processo construtivo a simples repetição de tarefas de montagem. Salienta-se que apenas o sistema construtivo industrializado não garante aumento da produtividade, mas é necessário a adoção da padronização em todos setores da obra para se evitar desperdícios de recursos e tempo.

De acordo com Heineck (1994):

[...] não basta que o canteiro seja repetitivo, há necessidade de que os operários se desloquem sem interrupção de uma tarefa para outra; ainda mais, dentro da própria tarefa, não pode haver paradas devido à falta de materiais, falta de detalhamento construtivo, interferência com outras tarefas, desbalanceamento e falta de elementos na equipe de trabalho, ou ingerência de causas naturais como chuvas etc.

Contribui ainda Nakamura (2010), que através da padronização na construção civil, empresas podem apresentar canteiros mais organizados e usufruir melhor dos materiais, contribuindo ainda para inspeções de recebimento e estoque de materiais. Tem-se ainda ganho com a segurança na execução de serviços na obra, pois através da industrialização, tem-se uma maior padronização e treinamento das equipes.

Tendo em vista um canteiro de obra padronizado e contando com um sistema construtivo industrializado, permitiu o surgimento da chamada construção enxuta ou ainda “lean construction” que se caracteriza, com o emprego dos princípios da produção enxuta utilizada em outras indústrias, como a automobilística, para aperfeiçoar a gestão dos processos da construção civil, reduzindo perdas e aumentando a produtividade.

A maior diferença entre uma produção que utiliza dos meios mais comuns de construção, para a construção enxuta ou padronizada, esta na forma como se entende o processo construtivo, ou seja, no modelo tradicional uma obra é vista como um processo transformador, onde se transforma a

matéria prima no produto final, já na construção enxuta percebe o processo construtivo de outra forma, ele é entendido como um fluxo de materiais e mão de obra que leva em consideração todos os acontecimentos durante o processo, desde a escolha da matéria-prima até o produto final. Ela é então subdividida em atividades de transporte, processamento e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, ou seja, são denominadas atividades de fluxo. Já a atividade de processamento pode ser definida como atividade de conversão, atividade esta que agrega valor ao produto final.

Para efeito de detalhamento Koskela (1992) determinou os princípios da construção enxuta são eles:

- Redução das parcelas de atividades que não agregam valor;
- Aumento do valor dos produtos através da consideração das necessidades dos clientes;
- Reduzir a variabilidade de materiais do mesmo tipo;
- Redução do tempo de ciclo, visando a otimização do estoque de materiais no canteiro de obras;
- Aumento da flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Introduzir melhoria contínua no processo.

A melhoria do processo de planejamento e controle da produção envolve não só aspectos técnicos, mas também mudanças de caráter comportamental. Tais mudanças são necessárias para que haja um efetivo envolvimento dos profissionais, responsáveis pela criação dos projetos e pela gestão da obra.

Por fim, Meira e Araujo (1997) afirmam ainda que a padronização constitui-se em um elemento importante na busca da racionalização dos processos construtivos, contribuindo tanto para a empresa como para o bem estar de seus funcionários.

2.4 O impacto Ambiental da construção civil

A forma como a sociedade tem se relacionado com o meio ambiente tem sido um assunto no qual fomenta muita discussão, pois atingimos níveis alarmantes de índices de poluição, e a indústria da construção civil tem um papel fundamental, na redução da poluição, através de investimentos em construções mais enxutas, como já destacadas neste trabalho obras enxutas desperdiçam menos material, portanto a elaboração de novos sistemas construtivos não é focada apenas em produzir mais, mas também, em poluir menos.

De acordo com a ABNT ISO (NBR 14001, 2004), impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização.”

Complementa ainda a Resolução CONAMA nº1, de 23 de janeiro de 1986:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais.

Pode-se definir canteiros de obras como: as áreas de trabalho fixas e temporárias, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra. Portanto no setor da construção civil, é no canteiro de obras onde são causados impactos significativos como incômodos à vizinhança (sonoros e visuais etc.) e poluição (solo, água e ar), impactos ao local da obra (aos ecossistemas, erosão, assoreamentos, trânsito etc.) e consumo de recursos (principalmente água e energia).

Como o intuito de analisar o impacto ambiental da construção civil no meio ambiente, é válido adotar a análise proposta por (DEDANI, 2003), onde se divide as atividades realizadas no canteiro de obras em 4 itens, sendo eles: Infraestrutura do canteiro de obras; Recursos; Resíduos; e Incômodos e Poluição.

A infraestrutura pode ser entendida como: as construções provisórias sejam elas áreas de produção, apoio, equipamentos e proteções

coletivas, é na infraestrutura que são executadas operações que visam reduzir o impacto ambiental.

Os recursos tratam sobre todo o consumo do canteiro de obra seja ele de recursos naturais ou de manufaturados nesse item também estão situados o desperdício de água, energia elétrica e gás, ou seja, para um gestor de obras esse item requer grande rigor além com o recebimento e utilização, mas também, com a segurança do estoque na obra.

O item resíduos se refere a exigências da Resolução nº 307/2002 do CONAMA, ou seja, manejo e destinação, incluindo resíduos perigosos. Por fim o item incômodos e poluição, diz respeito a atividades de transformação da produção tratadas nas diferentes fases da obra.

Diante do que fora exposto sobre os aspectos ambientais encontrados nos canteiros de obras pode-se identificar os impactos no meio ambiente em 3 áreas: físico (solo, ar e água), biótico e antrópico (vizinhança e trabalhadores), pode-se ainda utilizar tabelas para expor melhor os danos causados:

Quadro 2 – Meio físico

Meio Físico		
Solo	Ar	Água
Alteração das propriedades físicas	Deterioração da qualidade do ar	Alteração da qualidade águas superficiais
Contaminação química	Poluição sonora	Aumento da quantidade de sólidos
Indução de processos erosivos	-	Alteração da qualidade das águas subterrâneas
Esgotamento de reservas minerais	-	Alteração dos regimes de escoamentos
-	-	Escassez de água.

Fonte: Dedani, 2003

Quadro 3 – Meio biótico

Meio biótico
Interferências na fauna local
Interferências na flora local
Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais
Alteração da dinâmica do ecossistema global

Fonte: Dedani, 2003

Quadro 4 – Meio antrópico

Meio antrópico	
Trabalhadores	Vizinhança
Alteração nas condições de saúde	Alteração da qualidade paisagística
Alteração nas condições de segurança	Alteração nas condições de saúde
-	Incômodo para a comunidade
-	Alteração no tráfego de vias locais
-	Pressão sobre os serviços urbanos (exceto drenagem)
-	Aumento do volume aterros de resíduos
-	Interferência na drenagem urbana

Fonte: Dedani, 2003

3 PAREDE DE CONCRETO

O sistema construtivo parede de concreto armado moldado in loco, teve sua origem nos anos 70, através da utilização bem-sucedida do concreto celular e convencional em obras industrializadas, que segundo a Revista *Téchne* (2009), com os bons resultados como a redução do custo e do tempo de execução dos empreendimentos, entretanto com a falta de compatibilidade do método com as empreitadas mais comuns na época.

Ainda acrescenta Missureli e Massuda (2009, p. 74). “O método é inspirado em experiências consagradas e bem-sucedidas de construções industrializadas em concreto celular (sistema Gethal) e concreto convencional (sistema Outinord), que eram mundialmente conhecidas nas décadas de 70 e 80”. Porém, com a falta de escala e de continuidade de obras nesses padrões – devido a limitações financeiras da época - essas tecnologias não se consolidaram no mercado brasileiro.

Para um desempenho adequado do método deve-se sempre visar obras de alta escala, pois o método fora desenvolvido para a maximização da produção, pode-se ainda citar (BRAGUIM, 2013,p.42) “[...] a modulação de medidas, existência de simetria na geometria da edificação em planta, alinhamento de paredes e a padronização das distâncias entre piso [...]”.

Os projetistas que desenvolverão as execuções e projetos devem trabalhar juntos, colocando a agilidade e padronização como prioridades. Argumenta Pandolfo (2007) que a coordenação de projetos é essencial, já que a estrutura e a vedação compõem um sistema só, o que obriga a uma análise multidisciplinar da edificação.

Pelo fato de se tratar de um sistema racionalizado a Associação Brasileira de Cimento Portland (2008, p. 10) afirma: que o sistema é recomendável para empreendimentos que têm alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais. Empreendimentos que, nas grandes cidades, exigem das construtoras prazos de entrega curtos, economia e otimização da mão de obra, segundo Corsini (2012, p.44), “as paredes de concreto são extremamente competitivas em edifícios de dez andares para cima, e de dez andares para baixo compete por igual com os sistemas

construtivos comumente aplicados no Brasil, seja no aspecto de demanda de material, seja no de mão de obra”.

Ressalta ainda a Associação Brasileira de Cimento Portland (2008, p. 11) sobre a qualidade das obras que utilizam o sistema construtivo parede concreto:

A qualidade final de uma obra está diretamente ligada aos materiais utilizados, aos métodos de execução e ao controle tecnológico que se faz, desde a produção dos insumos até sua aplicação. No sistema PAREDE DE CONCRETO, a qualidade é garantida pelo uso de:
Fôrmas com grande precisão dimensional
Materiais com produção controlada (concreta, tela de aço, etc.)
Atividades planejadas e não artesanais, potencializando a produção dentro dos requisitos de qualidade estabelecidos.

3.1 Concreto

O concreto deve satisfazer requisitos específicos para sua utilização nesse sistema de construção, de acordo com Missurelli e Massuda (2009) no Brasil, existem quatro tipos de concreto que são usados para o sistema, sendo eles:

- Concreto celular;
- Concreto com elevado teor de ar incorporado – até 9%;
- Concreto com agregados leves ou com baixa massa específica;
- Concreto convencional ou concreto autoadensável.

Verifica-se a necessidade do estudo de viabilidade econômica e tecnológica da empresa projetista do empreendimento, para assim determinar qual é o concreto mais recomendado para cada tipo de construção. As características dos tipos de concreto estão resumidas no Quadro abaixo.

Quadro 5 - Tipos de concreto utilizados nas paredes de concreto

Tipo	Descrição	Massa Específica (Kg/m ³)	Resistencia à Compressão Mínima (Mpa)
L1	Concreto Celular	1500 a 1600	4
L2	Concreto agregado leve	1500 a 1800	20
M	Concreto Com ar incorporado	1900 a 2000	6
N	Concreto Normal	2000 a 2800	20

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2009, p.37

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2010, p.52) afirma que o concreto auto adensável é o mais adequado a obras nas quais se faz uso do sistema paredes de concreto, pois as espessuras de paredes e lajes nesse sistema são muito pequenas, dificultando o lançamento e a vibração do material nas fôrmas. Somam-se ainda duas características importantes: paredes de concreto, pois as espessuras de paredes e lajes nesse sistema são muito pequenas, dificultando o lançamento e a vibração do material nas fôrmas.

Segundo Tutikian (2004, p.33), existem outros fatores que fazem do concreto autoadensável seja o que traz mais benefícios para obras executadas através do sistema são eles:

- Acelera a construção;
- Reduz a mão de obra no canteiro;
- Melhora o acabamento final da superfície;
- Pode aumentar a durabilidade por ser mais fácil de adensar;
- Permite grande liberdade de formas e dimensões;
- Permite a redução das dimensões das peças;
- Elimina o barulho de vibração.
- Torna o local de trabalho mais seguro, visto a diminuição do número de trabalhadores;
- Obtenção de ganho ecológico;
- Pode reduzir o custo final do concreto e/ou da estrutura.

Ainda assim, o concreto convencional pode ser utilizado, para construções com esse método, desde que o engenheiro garanta fluidez adequada e que os agregados tenham dimensões máximas compatíveis, com

a espessura das paredes. A ABNT (NBR 16055:2012) especifica ainda que as paredes internas podem ter, no mínimo, 8 cm de espessura. Com a colocação da tela centralizada e após a inserção das instalações, pode haver espaços em que o concreto, caso não tenha *slump* adequado, acabe por não alcançar, originando vazios na estrutura.

Tendo sido feita a seleção do concreto a ser utilizado na execução da concretagem, a empresa deve atentar para que o concreto garanta certas especificações como:

- Resistência à compressão para desforma, compatível com o ciclo de concretagem;
- Resistência à compressão característica aos 28 dias (*fck*);
- Classe de agressividade do local de implantação da estrutura, conforme a ABNT NBR 12655:2006;
- Trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone (ABNT NBR NM 67) ou pelo espalhamento do concreto ABNT(NBR15823-2:2010);
- Módulo de elasticidade do concreto, a uma determinada idade e tensão;
- Retração do concreto.

3.2 Fôrmas

Sobre as formas a ANBT(NBR 16055:2012, p. 22) conclui que: "O sistema de fôrmas é composto de estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. É compreendido por painéis de fôrmas, escoramento, aprumadore e andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos"

Ainda segundo Missureli e Massuda (2009, p.76):

As formas são estruturas provisórias cujo objetivo é moldar o concreto fresco compondo-se assim as paredes estruturais. A resistência a pressões do lançamento de concreto até a sua solidificação é fator decisivo. Para isso, as fôrmas devem ser estanques e favorecer rigorosamente a geometria das peças que estão sendo moldadas.

Vale ressaltar que existem formas feitas de vários materiais sendo eles: Plástico, Madeira, Aço, Alumínio e Polipropileno. A escolha do tipo de forma será determinada pelos fatores como:

- Analise econômica;
- Transporte;
- Produtividade e a adequação à fixação de embutidos;
- Suporte técnico;
- Durabilidade da chapa;
- Modulação;
- Escala;
- Produtividade;
- Número de peças do sistema.

Pode-se ainda definir que o número de formas utilizado na obra obedece aos seguintes fatores:

- Treinamento da mão de obra;
- Desmoldante usado;
- Cuidados na montagem, desforma e transporte;
- Manutenção;
- Limpeza.

A seguir uma amostra das características das formas de cada material junto a sua tipologia:

- Fôrmas de plástico;
- Estruturas em aço;
- Chapas de plástico;
- Painéis de utilização de 30 a 250 usos

Figura 1 – Fôrmas plásticas



Fonte: <http://www.brasilengenharia.com>

- Fôrmas de madeira;
- Chapas em madeira;
- Painéis pesados;
- Índice de utilização 30 a 50 usos.

Figura 2- Formas de madeira



Fonte: Revista Técnica

- Fôrmas de aço;
- Estrutura em aço;
- Chapa em aço;
- Painéis pesados;
- Índice de utilização \pm 500.

Figura 3 – Fôrmas de aço



Fonte: www.construpor.com

- Fôrmas de alumínio;
- Estrutura em alumínio;
- Painéis leves;
- Índice de utilização ± 1.500 usos.

Figura 4 – Fôrmas de alumínio



Fonte: Revista Espacios

- Formas polipropileno;
- Estrutura em aço;
- Chapa em polipropileno;
- Painéis leves;
- Índices de utilização ± 1.500 usos.

Figura 5 - Fôrmas de polipropileno



Fonte: Revista espacios

Acerca da escolha do tipo de forma para um edifício de múltiplos pavimentos Pandolfo (2007, p. 62) escreve:

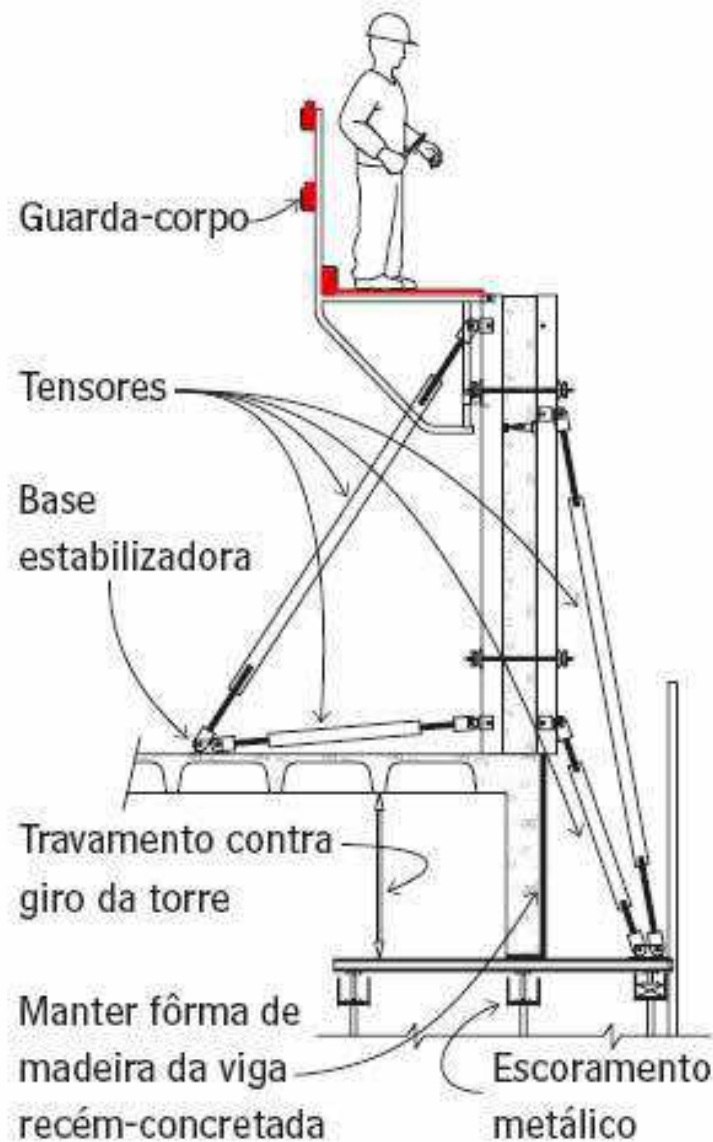
As formas têm como exigências básicas:

Suportar um número de utilizações suficiente. Para isso, as soluções de contato em tipo compensado plastificado são atrativas porque podem ser trocadas ou facilmente recuperadas.

Serem desmontáveis em conjuntos de dimensão adequada - aos ciclos e cargas de grua. Usualmente, são interessantes módulos de 12 a 18 m² com massas da ordem de 1.200 a 1.500 kg. É interessante que as plataformas de trabalho - elementos de aprumo - façam parte do mesmo conjunto, otimizando operações de montagem e desmontagem. Possibilitem a fixação de caixilharia e instalações em seu interior, sem comprometimento estrutural.

Mantenha estabilidade dimensional ao longo dos sucessivos reúsos, além do alinhamento perfeito e esquadro. É importante também a existência de acessórios para adequação perfeita ao projeto de arquitetura. Incluir como parte integrante do sistema, elementos de segurança e proteção (Figura 6).

Figura 6 - Esquema de elementos de segurança para fôrmas de parede de concreto



Fonte: PANDOLFO (2007, p. 63)

Logo antes da fixação das fôrmas é necessária a utilização do desmoldante, que tem a função de garantir a retirada da forma sem danificações após a concretagem possibilitando a sua reutilização.

Segundo a Associação de Cimento Portland (2010, p. 57):

[...] a utilização do desmoldante adequado é importante para a manutenção da superfície dos painéis, para o acabamento superficial da peça a ser concretada e também para não comprometer a aderência do revestimento final. Cada sistema de fôrmas (metálica, madeira ou plástica) requer um tipo de agente desmoldante específico e a sua escolha deve ser criteriosa.

Existe um tipo de desmoldante adequado para cada tipo de fôrma, de acordo com o Quadro 6:

Quadro 6 – Desmoldantes para fôrmas de parede de concreto

FABRICANTE	FORMA	AGENTE	CONSUMO(M ² /L)	OBSERVAÇÕES
BASE	Madeira	Reofinish FR 350	90 a 100	-
	Plástico			
	Metálica			
MC-BAUCHEMIE	Madeira	Ortolan 710	50	Varia em função da temperatura, não do tipo de superfície.
	Plástico	Ortolan 711		
	Metálica	Ortolan 712		
OTTO BAUMGART	Madeira	Desmol CD ou Desmol	100 a 200 ou 100	-
	Plástico	Desmol CD	100 a 200	-
	Metálica	Desmol betoneira	35	-
RHEOTEC	Madeira	Desmoldante 5000	20	-
	Plástico	-	-	-
	Metálica	Desmoldante	40	-
SIKA	Madeira	Separol Top	150	-
	Plástico	Separol metal	50 a 100	-
	Metálica	Separol metal	50 a 100	-

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2010, p. 57)

De acordo com Missureli e Massuda (2009, p. 76), a sequência de execução da montagem das fôrmas padrão é:

- Nivelamento da laje de piso;
- Marcação de linhas de paredes no piso de apoio;
- Montagem das armaduras;
- Montagem das redes hidráulica e elétrica;
- Posicionamento dos painéis de fôrma;
- Montagem dos painéis: painéis internos primeiro; painéis externos em segundo; ou opção de montagem pareada (painéis internos e externos montados simultaneamente);
- Colocação de caixilhos (portas e janelas);
- Colocação de grampos de fixação entre painéis;
- Posicionamento das escoras de prumo;

- Colocação de ancoragens: fechamento das fôrmas de paredes.

3.3 Armação

Segundo Missurelli e Massuda (2009, p.77), “A armação adotada no sistema paredes de concreto é a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede. Bordas, vãos de portas e janelas recebem reforços de telas ou barras de armadura convencional.”. Em edificações altas, pode ser preciso armar as paredes nas duas faces. Complementando “A montagem, o posicionamento e o cobrimento especificados para as armaduras devem ser verificados, devendo as armaduras estar previamente limpas [...]” (ABNT, 2012, p. 27).

Complementa ainda Missurelli e Massuda (2009, p.78) que:

[...] as armaduras devem atender a três requisitos básicos: resistir a esforços de flexotorção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás. Usualmente, utilizam-se telas soldadas posicionadas no eixo das paredes ou nas duas faces, dependendo do dimensionamento, além de barras em pontos específicos tais como cinta superior nas paredes, vergas, contravergas etc.

Pode-se ainda determinar uma ordenação padrão da montagem das armaduras:

- Montagem da armadura principal, em tela soldada;
- Montagem das armaduras de reforços, ancoragens de cantos e cintas. É possível agilizar a montagem das armaduras, cortando previamente os locais onde serão posicionadas as esquadrias de portas e janelas, caso o projeto não preveja esse procedimento;
- Colocar os espaçadores plásticos, que são imprescindíveis para garantir o posicionamento das telas e a geometria dos painéis.

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2010, p.50), a montagem das armaduras deve conter certas precauções como:

- Posicionar as telas soldadas em toda a parede, sem interrupções;
- Montar um dos lados da fôrma;

- Cortar a tela soldada nos locais de vãos de esquadrias e portas;
- Utilizar os pedaços de telas cortados para reforços de cantos e como armadura para peças menores.

Vale ressaltar ainda que os espaçadores são colocados a cada 50 cm, podendo ser tanto na horizontal quanto na vertical, dessa forma possibilitando que o cobrimento de concreto definido em projeto seja atingido. (SILVA, 2010).

”Além disso, o espaçamento entre barras de aço verticais e horizontais não pode ser maior que duas vezes a espessura da parede, sendo de no máximo 30 cm”. ABNT (NBR 16055:2012, p. 14).

Figura 7 - Exemplo da execução de uma armadura



Fonte: www.cimentoitambe.com.br

3.4 Processos executivos

3.4.1 Concretagem

O concreto requer um rigoroso controle tecnológico, portanto a melhor opção para a utilização nesse sistema é o concreto usinado. Por não permitir um controle tecnológico compatível com o sistema, os concretos produzidos na obra não são preferíveis. A adição de aditivos superplastificantes e fibras podem ser realizadas no caminhão betoneira quando este já estiver chegado ao local de aplicação. O uso da fibra é importante quando o painel for

muito grande e o efeito da retração tenha que ser amenizado. Logo se recomenda o uso de concreto com fibras ou outros materiais que iram diminuir os efeitos da retração. (WENDLER FILHO, 2008).

No caso do concreto usinado deve sempre ocorrer uma verificação da documentação de entrega, certificando que a descrição do material corresponde ao que foi solicitado e se os dados da obra estão corretos. Confira o lacre da bica de descarga antes deste ser rompido. Em caso de discordância de informações o concreto não pode ser recebido.

O recebimento do concreto é uma etapa importante, já que o slump deve corresponder ao especificado no projeto para um bom desempenho do sistema. Caso o abatimento seja inferior ao indicado na nota fiscal a ABNT (NBR 7212/1984) especifica os seguintes procedimentos:

- O abatimento seja igual ou superior a 10 mm;
- O abatimento seja corrigido em até 25 mm;
- O abatimento, após a adição, não ultrapasse o limite máximo especificado;
- O tempo entre a primeira adição de água aos materiais e o início da descarga seja superior a 15 minutos.

3.4.2 Lançamento do concreto

Sobre o lançamento do concreto Sacht (2008, p.68) esclarece que: “Usualmente, o lançamento do concreto nas fôrmas pode ser feito utilizando caçambas içadas por guindastes ou utilizando bombeamento. ” Especifica ABCP (2009), que se deve utilizar preferencialmente bomba para o lançamento do concreto nas formas. Dentre as razões, estão: o tempo de operação, redução de perdas e garantia da trabalhabilidade do material.

Segundo Associação Brasileira de Cimento Portland (2009), o lançamento obrigatoriamente deve ser planejado para evitar patologias. A escolha de pontos de lançamento deve garantir que a massa de concreto possa se propagar homoganeamente, preenchendo todos os vazios.

Misurelli e Massuda (2009) determina uma sequência a ser seguida para o lançamento:

- Iniciar por um dos cantos da construção até as paredes próximas estarem cheias;
- Seguir mesmo procedimento no canto oposto;
- O procedimento é o mesmo para os outros dois pontos;
- Pontos nas linhas elevadas (telhado);
- O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final;
- Não deve haver interrupções com duração superior a 30 minutos;
- Essas recomendações são relativas a edificações térreas com 4 cantos opostos.

É altamente recomendado que imediatamente após a concretagem, ser feita uma lavagem externa das fôrmas com jato de água para retirar todo o resíduo de concreto. Esse procedimento ajuda na conservação das formas e evita o aumento de peso indesejado.

Vale também citar à ABNT(2012, p. 32): “Nas concretagens de lajes inclinadas e escadas, deve-se conduzir o concreto de forma ascendente, ou seja, das regiões inferiores para as superiores do elemento estrutural.”

Figura 8 - Concretagem de uma parede



Fonte: grupoams.eng.br

3.4.3 Adensamento

Como já citado o concreto auto adensável é o ideal e não necessita de adensamento, contudo, o concreto convencional precisa, sendo essa uma parte importantíssima e requer bastante atenção para evitar defeitos nas paredes.

A ABNT (NBR 16055:2012) traz cuidados a serem tomados na etapa de adensamento. São eles:

- O adensamento (manual ou mecânico) deve garantir que o concreto preencha todos os espaços da fôrma sem prejuízo da aderência das armaduras. Para tanto, é preciso que no processo não se toque na armadura nem desloque os embutidos da fôrma;
- No caso de alta densidade de armaduras, cuidados especiais devem ser tomados para que o concreto seja distribuído em todo o volume da peça e o adensamento se processe de forma homogênea;
- O enchimento da fôrma deve ser realizado sem a ocorrência de falhas por ar aprisionado. O sistema de formas deve prever dispositivos que garantam a saída desse ar durante a concretagem, em especial nas regiões logo abaixo das janelas ou outros locais propícios à formação de vazios. Para tal, é necessário prever furos nas fôrmas (com cerca de $\frac{3}{4}$ " de diâmetro), segundo Misurelli e Massuda (2009), deve-se também acompanhar o enchimento das fôrmas por meio de leves batidas com martelo de borracha nos painéis.

Vale, ainda, a citação do autor Misurelli e Massuda (2009), o adensamento deve ser cuidadoso, para que a mistura preencha todos os espaços da fôrma. Nessa operação, o executor deve tomar as precauções necessárias para impedir a formação de ninhos ou segregação dos materiais e para não danificar os painéis das fôrmas.

Deve ainda ser evitada a vibração excessiva do concreto, tendo em vista que pode provocar a segregação do material e a migração de agregados

finos e água para a superfície (exsudação), dessa forma não prejudicando a qualidade e o desempenho do acabamento.

3.4.4 Cura e Desforma

De acordo com o Fiabani (2010), a cura deve ser realizada tomando cuidado para evitar mudanças bruscas de temperatura, secagem, vento, chuva forte, agentes químicos, choques e vibrações de grande intensidade para evitar o surgimento de fissuras e trincas.

Como a única superfície de concreto exposta, no caso desse sistema construtivo, é apenas a face superior, então o cuidado maior é justamente com essa face. Recomenda-se mantê-la úmida, caso seja usado aditivo acelerador de pega (ter cuidado com os cloretos, geralmente presente nesse tipo de aditivo, que podem causar danos às armaduras).

Complementa Batista (et al., 2014) A melhor maneira para a inibição de fissuras por retração é a cura úmida. Portanto reforça a escolha por uma cura na qual ocorre molhagem logo após o fim da pega.

Salienta Misurelli e Massuda (2009). Que a retirada das estruturas provisórias deve ser feita obrigatoriamente logo após o concreto atingir a resistência prevista no projeto, sem impacto, evitando o aparecimento de fissuras.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 16055:2012) determina uma precaução nessa etapa:

Nenhuma ação adicional não prevista nas especificações de projeto ou na programação da execução da estrutura de concreto deve ser imposta à estrutura ou ao sistema de escoramento sem que se comprove que o conjunto tem resistência suficiente para suportar com segurança as ações a que estará sujeito (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, p. 24).

Na desmontagem, os painéis devem ser posicionados ao lado da próxima habitação a ser executada. É essencial que seja realizada uma limpeza completa, utilizando-se escovas de aço rotativas ou espátulas, removendo a película de argamassa (cimento + água + areia) aderida ao

molde. Esta limpeza deve ser realizada com muita cautela, evitando danos à fôrma, e garantindo a sua reutilização.

Vale ressaltar a importância da não retirada de escoramentos, de acordo com (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, p. 24) “Enquanto não houver certeza de que os elementos estruturais e o sistema de escoramento têm resistência suficiente para suportar com segurança as ações a que estão sujeitos”.

3.4.5 Acabamentos

No caso do revestimento interno a parede, de acordo com Silva (2010, p.25), dispensa chapisco, emboço e reboco, pode-se receber diversos tipos de revestimentos diretamente, como pinturas, texturas, revestimentos cerâmicos etc. A capa fina de gesso é o mais empregado, sendo a espessura bem reduzida algo similar ao Sistema de Alvenaria Estrutural.

Para o revestimento externo podem ser aplicadas texturas diretamente ou revestimentos tipo monocapa. A textura bastante lisa da parede de concreto pode dificultar a aderência do revestimento, portanto, é necessária também, a aplicação de selagem.

3.4.6 Instalações Hidráulicas e Elétricas

De maneira geral, o sistema construtivo de Paredes de concreto as instalações tanto hidráulicas quanto elétricas são embutidas na parede, via de regra, geralmente fixadas às armaduras.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2008, p. 54), Existe a possibilidade de se embutir as tubulações verticais nas paredes de concreto, se as seguintes condições:

- Quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15°C;
- Quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 MPa;
- Quando o diâmetro máximo for de 50 mm;

- Quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da largura da parede, restando espaço suficiente para, no mínimo, o cobrimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66% da largura da parede e com cobrimentos mínimos de 15 mm desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm.

Tubulações horizontais não são admitidas, a não ser em trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 m, desde que este trecho não tenha função estrutural. A ABNT (NBR 16055, 2012, p.12) proíbe a instalações das tubulações, verticais ou horizontais, nos encontros de paredes, Segundo Corsini (2012, p. 45), essa restrição se justifica por conta da a tubulação horizontal fazer com que o trecho deixe de se comportar como estrutural, fazendo com que o restante da parede tenha que suportar todo o peso.

De acordo com Associação Brasileira de Cimento Portland (2010, p. 60),

Os tubos e eletrodutos são fixados às armaduras, evitando-se que se desloquem durante o lançamento e adensamento do concreto. A boa prática recomenda a utilização de espaçadores plásticos, disponíveis no mercado, para garantir o posicionamento das peças e dar o cobrimento necessário previsto em projeto.

Figura 9 – Ligação eletroduto/armadura com utilização de espaçador plástico



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2010, p. 60)

3.5 Patologias

Como todos os sistemas construtivos, as Paredes de Concreto estão sujeitas a erros de execução, que originam patologias, que reduzem a resistência da estrutura e seu desempenho. A seguir serão apresentadas as patologias mais frequentes em paredes de concreto moldado in loco.

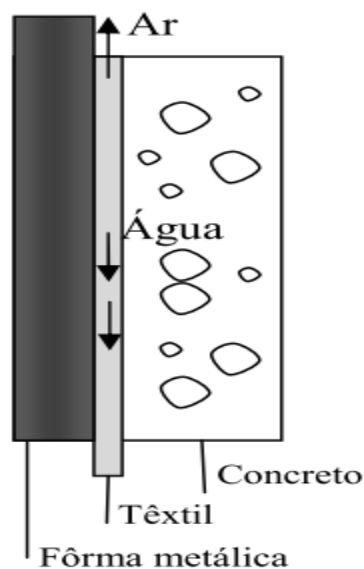
3.5.1 Bolhas Superficiais Abertas

De acordo com Geyer (1995, p.13-27), a presença de bolhas superficiais é um dos problemas mais comuns em paredes de concreto, que tem sua origem durante o processo de mistura e lançamento do concreto, onde uma parcela do ar presente na massa consegue ser expulsa, mas outra permanece durante a cura devido a viscosidade do concreto. A água e o ar que permanecem no concreto tem a tendência de se concentrar próximo das paredes das formas, isso ocorre devido à pressão que o concreto exerce. Isso origina uma camada de cerca de 5mm composta por uma pasta de cimento seguida de outra com presença predominante de agregados miúdos. Nesta região, mais externa, é onde são encontradas as bolhas.

Complementa Geyer (1995, p.13-27) uma medida que pode ser adotada para solucionar este problema: revestir a fôrma convencional com uma cobertura têxtil porosa que permita a saída da água e do ar contidos no concreto, a cobertura deve ser posicionada rente à fôrma, pois as maiorias das bolhas se localizam nessa região, desse modo à formação das bolhas é evitada, já que a saída desses elementos é facilitada.

Pode-se ainda realizar uma filtragem na parede recém concretada, cobrindo assim as bolhas e melhorando a qualidade estética da parede.

Figura 10 - Exemplo de posicionamento da camada absorvente



Fonte: Geyer (1995, p.25)

3.5.2 Fissuras

De acordo com Nunes (2007, p. 8), é possível classificar as fissuras de acordo com sua origem em quatro grupos:

- Deformação;
- Retração hidráulica;
- Retração térmica;
- Expansão hidráulica.

As fissuras originadas por deformação são causadas por esforços atuantes na estrutura, ou seja, ela se origina quando a estrutura está recebendo esforços de compressão, cisalhamento ou flexão superior ao que suporta. Estes esforços podem ser gerados por choques mecânicos, armazenamento inadequado ou por sobrecargas.

De acordo com Nunes (2007, p.4-11):

A retração hidráulica pode gerar fissuras quando o concreto ainda está fresco, devida à perda da água exsudada para a superfície ou mesmo devido à evaporação da mesma. Este tipo de fissuramento é mais comum em elementos de concreto cuja relação área superficial/espessura é muito grande.

Portanto sempre é recomendada a molhagem do concreto durante a cura.

Complementa (JOSIEL, 1975, p.54-55). As fissuras devidas a retração térmica estão relacionadas com o coeficiente de dilatação térmica do concreto. Com a variação da temperatura ocorre a variação volumétrica do concreto endurecido, gerando assim fissuras no mesmo, este efeito é mais sensível para peças de maior idade.

Salienta ainda Fiabani (2010, p.54) que: “[...] as fissuras são causadas pela expansão volumétrica da água que se encontra nos poros do concreto, produzindo grandes pressões.”

3.5.3 Manchas

Podemos listar diversas causas para a o aparecimento de manchas após a execução das paredes, Segundo Silva (1993, p.3) as mais frequentes são:

- Variação na cor do cimento e da areia;
- Variação na relação água/cimento
- Concentração de aditivos em pontos localizados;
- Desmoldantes;
- Desforma em tempos diferentes;
- Impurezas no concreto;
- Movimento da água dentro das fôrmas devido aos gradientes de energia.

O autor recomenda medidas para evitar as manchas como: o uso de matérias-primas de marcas e fornecedores constantes, além de utilizar granulometrias uniformes dos agregados para todo o lote. Por fim ressalta-se, o cuidado com os aditivos usados no concreto, sempre prezar a homogeneização para combater pontos de concentração aparentes.

3.5.4 Falhas de Execução

Diversos tipos de patologias têm suas origens por falhas de execução do sistema construtivo, muitas dessas patologias são bens comuns. Como por exemplo, vazamentos de concreto das formas citando Mitidieri, Souza e Barreiros (2012, p. 4) tais vazamentos ocorrem principalmente pela base da forma na interface com a laje, ocasionando na necessidade de remoção do concreto em excesso, dessa forma reduzindo assim a produtividade do sistema. O autor lista ações que podem solucionar tais problemas.

- Verificação do posicionamento das fôrmas de maneira a se evitar excentricidades entre paredes de pavimentos superpostos, especialmente nas fachadas;
- Posicionamento e fixação dos elementos de travamento das fôrmas, com o intuito de reduzir deformações e deslocamentos;
- Limpeza das fôrmas antes da aplicação do desmoldante, visando melhorar a aparência da parede após desenforma e reduzir e acúmulo de concreto que possa prejudicar o encaixe dos painéis de fôrma e, assim, formar frestas por onde possa haver vazamento de pasta do concreto;
- Correta aplicação de desmoldante para reduzir a formação de bolhas na superfície do concreto, que exigem posterior correção.

Segundo Mitidieri, Souza e Barreiros (2012, p. 4), outro problema recorrente são os erros de posicionamento da armadura nas paredes, de modo que a mesma possa não ter o revestimento necessário, ou mesmo estar aparente após a concretagem gerando assim a necessidade de reparos, acarretando em atrasos e custos extras não previstos. Como forma de evitar tais problemas, recomenda-se um maior controle do corte e posicionamento da armadura, especialmente a armadura de reforço de vãos e de ligação entre paredes, além da utilização de espaçadores plásticos, que permitam o cobrimento necessário da armadura.

3.5.5 Falhas de Concretagem

De acordo Mitidieri, Souza e Barreiros (2012, p. 5-7), pode-se observar diversas patologias nas paredes de concreto moldadas in loco, relacionadas a falhas de concretagem, como a segregação do concreto na base das paredes, que necessitam de correção antes do acabamento, ocasionando em perda de produtividade, podendo ocasionar problemas mais sérios como a formação de vazios na estrutura, defeito esse que prejudica seriamente o comportamento estrutural da parede e sua distribuição de cargas.

Tais problemas podem ser causados tanto por erros no posicionamento das armaduras e instalações elétricas e prediais, ou devidas utilização de concreto sem controle tecnológico adequado. Dessa forma, é sempre recomendado atenção ao recebimento do concreto para evitar qualquer desvio nas qualificações, além de um controle tecnológico rigoroso.

No momento do recebimento Mitidieri, Souza e Barreiros (2012) lista verificações importantes como:

- Em nota fiscal, as características e constituintes do concreto e o tempo transcorrido entre a adição de água e o recebimento do concreto na obra;
- Realização de ensaios de consistência do concreto, por técnico com qualificação e treinamento adequados para verificar se o concreto está com a fluidez, viscosidade e coesão adequadas.

3.6 Vantagens e Desvantagens

Analisando todos os fatores expostos, pode-se determinar diversos benefícios da escolha de construir com o sistema das paredes de concreto moldado in loco, como o tempo de execução do empreendimento, pois como sabemos uma obra de grande porte tem que ser entregue da forma mais rápida para garantir altos lucros. Pode-se ainda listar mais fatores como, por exemplo:

- Alta produtividade e conseqüentemente velocidade na execução;

- Uso de revestimento de menor espessura comparado ao sistema de alvenaria de bloco cerâmico;
- Esquadreamento perfeito da edificação;
- Conforto térmico e acústico, graças ao concreto autoadensável;
- Alta resistência ao fogo;
- Maior controle de qualidade;
- Vãos com medidas exatas;
- Execução simultânea da estrutura e vedação.

Os efeitos ambientais estão associados, de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como à abertura da cava, ou seja, a retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local. Também se pode citar a diminuição da produção de resíduos sólidos e redução dos desperdícios com os materiais. Esses fatores ambientais reforçam a contribuição para o desenvolvimento sustentável, algo que reforça os benefícios da escolha do método, pois a preocupação com a redução da poluição do meio ambiente traz diversos benefícios para as empresas, como selos ecológicos.

Entretanto pode-se ainda listar algumas desvantagens, vale ressaltar que todos os sistemas possuem desvantagens sendo assim tais desvantagens não devem ser interpretadas como impedimentos para a escolha desse sistema construtivo:

- O conjunto de fôrmas é pré-determinado de acordo com o projeto arquitetônico, impossibilitando eventuais modificações;
- A viabilidade se dá apenas na produção repetitiva e em alta escala;
- Alto custo das fôrmas pode inviabilizar o processo;
- Custo se dá em função da reutilização das fôrmas e da velocidade de execução;
- Dificuldade na realização de ampliação e reformas.

3.7 Comparativos Orçamentários

Para o presente comparativo orçamentário que será realizado no presente trabalho, utilizaram-se os projetos arquitetônicos e estruturais cedidos pela empresa responsável, por meio destes projetos foi possível a elaboração dos quantitativos, levando em conta todos os procedimentos e materiais necessários para a execução da obra, os orçamentos e cronogramas utilizados estão disponíveis no anexo e apêndices da monografia.

Os documentos analisados são referentes aos projetos do residencial Prime Araçagy, executados pela empresa Builders Construções, o comparativo orçamentário será realizado relacionando dois métodos construtivos: o método de construção aporticado no qual existe o uso de alvenaria de vedação, e o método construtivo parede de concreto, ressaltando sempre as vantagens de um método sobre o outro.

Vale ressaltar que, os documentos orçamentários cedidos pela empresa não constavam o orçamento analítico, sendo de responsabilidade do autor a criação do orçamento analítico do sistema parede de concreto, além do orçamento da mesma obra sendo executada com o método aporticado convencional e do projeto estrutural utilizando o software revit.

A composição dos preços da maioria dos itens orçados para os dois métodos executivos foram baseados pelo o que se paga na obra Residencial Prime Araçagy e outros pelo auxílio da planilha do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Salienta-se que este valor pode sofrer variações dependendo da eficácia do gerenciamento da obra. Os orçamentos foram elaborados para a construção de uma única casa, além de cada insumo necessário para a execução da obra, foram considerados os serviços preliminares e a administração local. A área construída foi considerada as mesmas para os dois métodos.

Quadro 7 - Comparativo de custos entre os dois métodos

Custos de Execução			
Sistema Construtivo	Área Construída	Custo por m²	Custo Total
Sist. Aporticado	52,41 m ²	R\$ 991,82	R\$ 51.981,71
Sist. Parede de Concreto	52,41 m ²	R\$ 658,70	R\$ 34.522,37

Fonte: Autor

Verifica-se que o sistema construtivo parede de concreto moldada no local é mais vantajoso para a execução do empreendimento, apresentando uma economia de R\$ 333,12 por m² de área construída, o que representa uma redução de 33,58% no valor total da obra, tornando a execução pelo sistema parede de concreto mais viável.

O Quadro 8 aponta em quais serviços obteve-se a maior vantagem e desvantagem entre os sistemas construtivos.

Quadro 8 – Comparativo de custo entre etapas

CUSTO POR UNIDADE HABITACIONAL		
Serviço	Sist. Aporticado	Sist. Parede de Concreto
Fundação	R\$ 3.580,09	R\$ 8.512,26
Estrutura	R\$ 11.542,36	R\$ 26.010,11
Vedação	R\$ 36.859,26	-
Total	R\$ 51.981,71	R\$ 34.522,37

Fonte: Autor

Percebe-se com essa comparação entre as etapas que o método executivo de alvenaria convencional leva certa vantagem na execução da etapa estrutural, isso se dá pelo alto custo do concreto que é empregado no sistema parede de concreto. Por outro lado, o sistema parede de concreto leva larga vantagem no custo do revestimento das paredes, visto que se trata de um método que dispensa a aplicação de acabamentos como: chapisco, emboço e reboco, pois a fôrma utilizada para a moldagem da parede já é responsável por

um acabamento de excelente qualidade, vale ressaltar a grande economia proporcionada por se dispensar o uso de alvenaria convencional, pode-se ainda ressaltar a economia com mão de obra, pois nota-se uma redução das etapas de construção.

4 ESTUDO DE CASO

Com o intuito de apresentar as características do método construtivo parede de concreto fazendo um paralelo com todo o material apresentado, será realizado um estudo de caso da execução de um condomínio fechado no qual fora utilizado o sistema construtivo parede de concreto.

4.1 Descrição do empreendimento

O empreendimento analisado neste capítulo chama-se Residencial Prime Araçagy, é composto por dois condomínios fechados com casas de dois ou três quartos, possuindo cento e vinte seis (126) casas no condomínio Prime Araçagy I, e cento e quinze (115) casas no condomínio Prime Araçagy II. O empreendimento possui uma área de total de 59.638,17m² onde 29.779,17m² são referente ao Araçagy I e 29.259,18m² referente ao Araçagy II, vale ressaltar que o Prime Araçagy possui área de lazer incluindo uma área para churrasco, Playground, piscina infantil e adulta. Ele tem como público-alvo a classe média e apresenta custo médio de 200 a 220 mil reais por casa. Está localizado na Estrada Velha do Farol do Araçagy, São José de Ribamar/MA. Seus esquemas de implantação podem ser visualizados na Figura 11.

Figura 11- Área de lazer



Fonte: <http://www.buildersconstrucoes.com.br>

As casas são divididas em dois tipos sendo a primeira possuindo dois quartos com uma área construída de 52,41 m² e a segunda apresentando

dois dormitórios e área de 52,95m². Ambas as modulações apresentam banheiro, sala, cozinha, área de serviço e vaga na garagem. Ambas são representadas respectivamente nas Figuras 12 e 13.

Figura 12- Planta baixa da casa tipo 1



Fonte: <http://www.buildersconstrucoes.com.br>

Figura 13 - Planta baixa da casa tipo 2



Fonte: <http://www.buildersconstrucoes.com.br>

Figura 14 - Modelo da fachada



Fonte: <http://www.buildersconstrucoes.com.br>

O empreendimento tem previsão de entrega para o ano de 2018, e tendo sido vendidos alguma das casas.

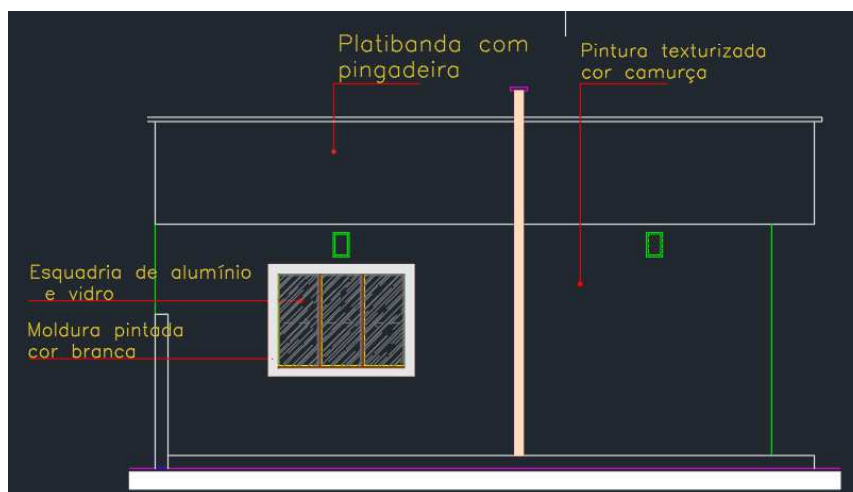
O projeto estrutural do edifício estudado foi realizado pela empresa Builders Construções, empresa esta especializada em desenvolvimento de

projetos estruturais utilizando concreto armado, alvenaria estrutural e paredes de concreto.

4.2 Análise de Projeto

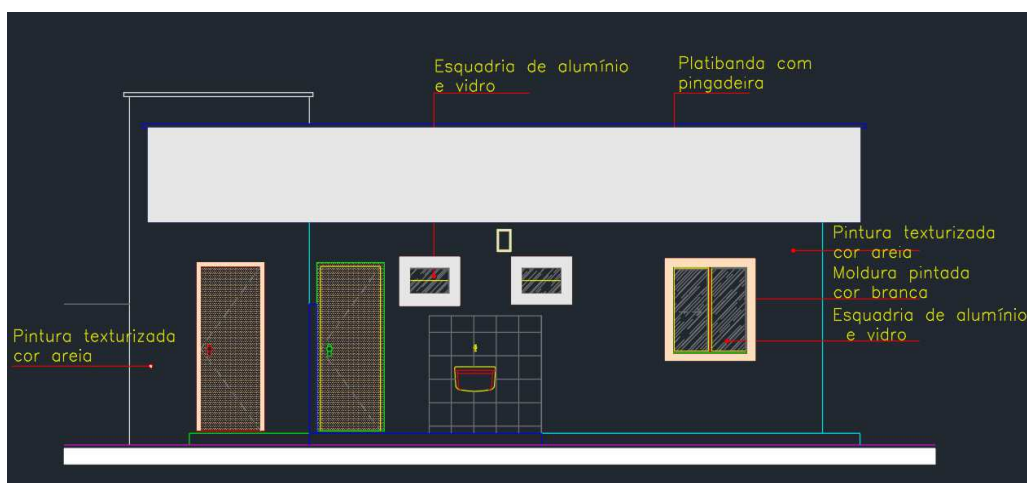
Conforme já citado, o empreendimento apresenta, cento e vinte seis (126) casas no condomínio Prime Araçagy I, e cento e quinze (115) casas no condomínio Prime Araçagy II, com pé direito de 3,00 metros. O esquema da fachada do mesmo pode ser vista nas Figuras a seguir.

Figura 15 - Fachada principal



Fonte: Lana Helena P Silva (2017)

Figura 16 - Fachada principal vista lateral



Fonte: Lana Helena P Silva (2017)

Conforme o projeto será utilizado paredes de concreto em todas as casas enquanto que as construções da área de lazer e o reservatório serão realizados utilizando alvenaria. Esta mudança se deve ao fato de que estas edificações são diferenciadas das demais, o que requereria um novo conjunto de fôrmas as quais possuem um alto custo e não serão utilizadas muitas vezes, tornando assim sua utilização economicamente inviável.

As paredes de concreto foram dimensionadas com espessuras de 10 centímetros, tanto as internas quanto as externas.

4.3 Análise da Obra

Conforme apresentado anteriormente, o empreendimento estudado é composto de dois condomínios, executados em parede de concreto moldados in loco. Na época da visita técnica as casas se encontravam em diferentes etapas de construção, onde algumas casas já possuíam cobertura e outras ainda não tinham sido iniciadas, pode-se notar diferentes estágios da construção nas Figuras a seguir.

Figura 17- Exemplo de casa



Fonte: Autor

Figura 18 - Exemplo de casa



Fonte: Autor

A construção do empreendimento era feito através de financiamento da Caixa Econômica Federal, porém, durante sua execução ocorreram diversas complicações, com isso a execução das casas foi paralisada até que se encontre outro banco que financie a sua conclusão. De acordo com o engenheiro da obra, já estavam sendo feitas negociações com o banco Bradesco.

Para a execução da obra existia uma sequência construtiva definida que consistia em executar a fundação de uma casa, posteriormente, levantá-la para depois da desforma então trabalhar na cobertura um de cada vez. Porém devido a urgências que algumas casas possuíam para serem entregues, algumas estão mais avançadas que outras.

4.3.1 Fundação

A fundação das casas foi executada com o uso de radiers, seguindo a proposta da empresa, ou seja, executar a obra da forma mais industrializada possível reduzindo o máximo o número de etapas, e maximizando os lucros, além de fatores comerciais pode-se somar a necessidades técnicas, o local da obra apresenta um solo com baixa resistência, contribuindo para a escolha de se construir com radiers.

Pode-se definir radier como um tipo de estrutura de fundação superficial que funciona como uma laje contínua de concreto armado ou protendido em toda a área da construção e transmite as cargas da estrutura da casa (pilares ou paredes) para o terreno. É usualmente empregado quando o solo tem baixa capacidade de carga, uniformizando os recalques, e o processo de execução do radier, é compatível com o processo executivo adotado no sistema paredes de concreto, contribuindo com a padronização.

Figura 19 - Processo de execução da fundação



Fonte: Autor

Figura 20 - Processo de execução da fundação



Fonte: Autor

Figura 21- Preparação para recebimento do concreto



Fonte: Autor

Figura 22 - Aplicação do concreto



Fonte: Autor

Figura 23 - Aplicação do concreto



Fonte: Autor

Figura 24 - Aplicação do concreto



Fonte: Autor

Figura 25 - Aplicação do concreto



Fonte: Autor

4.3.2 Armaduras

Conforme já exposto anteriormente, no sistema de paredes de concreto moldados in loco a armadura consiste em telas soldadas nervuradas. No caso da obra visitada, a armadura era fornecida não passava por nenhum tipo de ensaio após recebimento, já que se trata de um produto altamente industrializado e com grande controle tecnológico em sua produção, dispensando a necessidade de ensaios por parte da empresa que executa a obra. Como todo produto, ao ser entregue era verificada a quantidade de telas, se as informações contidas na etiqueta conferiam com o que fora requisitado.

No Quadro 9, a seguir destaca-se a tolerância para aceitação dos produtos:

Quadro 9 - Perímetros para aceitação visual

Verificação	Tolerância
Largura total	$\pm 2,5$ cm ou 1% (o que for maior)
Comprimento total	$\pm 1\%$
Comprimento das franjas	± 2 cm
Diâmetro (3 a 6 mm)	$\pm 0,05$ mm
Diâmetro (6,3 a 8 mm)	$\pm 0,07$ mm
Diâmetro (9 a 12,5 mm)	$\pm 0,10$ mm
Espaçamento	± 6 mm

Fonte: www.comunhidadedaconstrucao.com.br

Tendo em vista a organização e logística do layout do canteiro de obras, logo após seu recebimento as telas eram dispostas em áreas próximas a sua destinação final sendo organizadas em pilhas e sendo separadas por tipo de tela e apoiadas sobre pedaços de madeira.

Figura 26 - Estoque de telas no canteiro de obras



Fonte: Autor

Em relação à montagem vale destacar que as telas são amarradas nos arranques deixados após a concretagem da fundação, Em regiões onde existem aberturas, são cortadas as telas e é executado um reforço. Então são fixados os espaçadores plásticos que garantem o cobrimento necessário e a armação está completa.

Figura 27 - Execução da armadura



Fonte: Autor

Figura 28 - Execução da armadura



Fonte: Autor

4.3.3 Fôrmas

A responsável pelo fornecimento das fôrmas para a execução da obra foi à empresa Pórtico: construções metálicas situadas em Minas Gerais

são fôrmas de aço apresentam um ótimo desempenho e podem ser utilizadas em até 500 vezes. Fora adquirido um conjunto para a execução de uma casa por vez, para a agilidade da obra foi determinado que enquanto era executada a concretagem de uma casa, a armação da próxima já deveria ser realizado para poder assim atingir o prazo de entrega.

A fôrma deve ser apoiada sobre a fundação corretamente nivelada, e deve manter o prumo correto, sendo aceita variação máxima de 5 mm. Primeiramente, fixam-se as formas internas para então depois fechá-las externamente, todas já devem ter recebido aplicação de desmoldante, então são colocados os caixilhos e fixados os painéis com os grampos próprios da forma, após esta etapa são fixados os pinos de travamento (três pinos por painel) estes são responsáveis por evitar aberturas na fôrma durante o lançamento de concreto.

Figura 29 - Exemplo de posicionamento das formas



Fonte: Autor

Figura 30 - Exemplo de posicionamento das fôrmas



Fonte: Autor

Figura 31 - Exemplo de posicionamento das fôrmas



Fonte: Autor

Figura 32 - Exemplo de posicionamento da armadura e fôrmas



Fonte: Autor

Figura 33 - Exemplo e posicionamento das fôrmas



Fonte: Autor

Figura 34 - Pinos de travamentos



Fonte: Autor

4.3.4 Instalações Prediais

Como característico do método os eletrodutos e tubulações hidro sanitárias são totalmente embutidos nas lajes e paredes, de forma geral todos são amarrados à armadura para evitar seu deslocamento durante a concretagem. Enquanto que, as caixas de passagem são fixadas com arames à fôrma da parede, de modo que ao final do lançamento do concreto não haja entrada de material na mesma.

Figura 35 - Instalações embutidas após concretagem



Fonte: Autor

Figura 36 - Instalações embutidas após concretagem



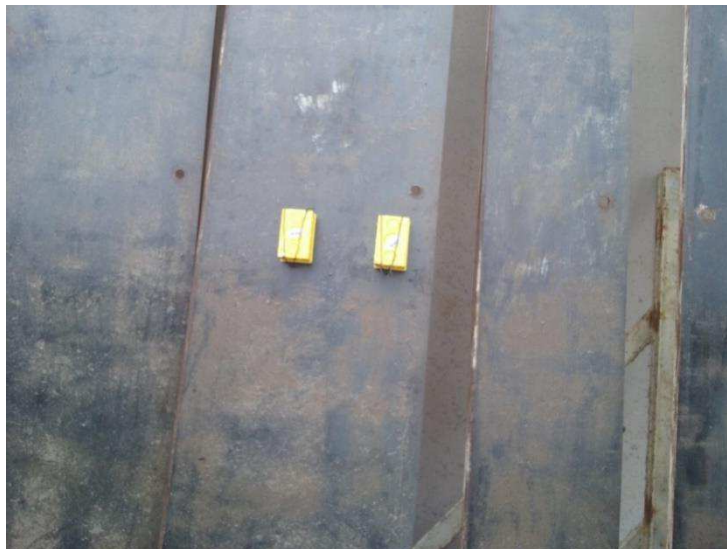
Fonte: Autor

Figura 37 - Instalações embutidas após concretagem



Fonte: Autor

Figura 38 - Caixas das tomadas



Fonte: Autor

4.3.5 Concretagem

A concretagem realizada na obra estudada ocorre em duas categorias de casa, a primeira com dois quartos e um banheiro e a segunda com dois quartos e uma suíte, sendo feito de casa em casa, isso se dá ao fato de possuírem apenas um conjunto de fôrmas. Portanto enquanto uma casa

esta em processo de cura do concreto, a fundação da próxima já deve ser executada.

Cada categoria de casa requer quantidades diferentes quantidades de concreto, a primeira por possuir uma área construída menor: 52,41 m² requerem 22,00 m³ de concreto, já a segunda com uma área construída maior: 63,29 m² necessita de mais concreto cerca de: 24,00 m³, ambos com fck de 20 Mpa com aditivos para aumentar a fluidez.

Para o enchimento das paredes é utilizado uma bomba de concreto, sendo lançado o concreto em pontos predefinidos até atingir um metro de altura, após isto se mudam os pontos de lançamento e são preenchidas as fôrmas mais um metro de altura, repetindo estes passos até a conclusão da concretagem.

Figura 39 - Concretagem das paredes



Fonte: Autor

Figura 40 - Caminhão betoneira



Fonte: Autor

Figura 41 - Processo de lançamento do concreto



Fonte: Autor

Figura 42 - Processo de lançamento do concreto



Fonte: Autor

É retirada de cada caminhão ao mesmo momento da concretagem, uma série de corpos de prova, além de uma amostra do concreto para a realização do slump test assim, verificando a consistência e o fator água cimento, os corpos de prova devem ser ensaiados tanto pela fornecedora quanto pela empresa responsável por executar a obra, após o primeiro rompimento tem início a retirada das fôrmas e escoramentos básicos, sendo apenas deixados os escoramentos da laje, os quais são mantidos por aproximadamente 10 dias até que o concreto alcance resistência superior a 20 MPa. Logo após da retirada das fôrmas é passado utilizando rolos o agente de cura química, este que tem a função de evitar a perda de água do concreto reduzindo o surgimento de fissuras nas superfícies das paredes e perda de resistência. Vale ressaltar que, o lançamento de concreto dura duas horas e meia em média, e obrigatoriamente deve ser realizado sem intervalos, caso contrário acarretando em serias consequências para a qualidade do concreto, a distância entre a concreteira e o canteiro de obras é bem extensa, o tempo de viagem deve ser considerado para a logística da obra.

Figura 43 - Equipamentos para o ensaio Slump Test



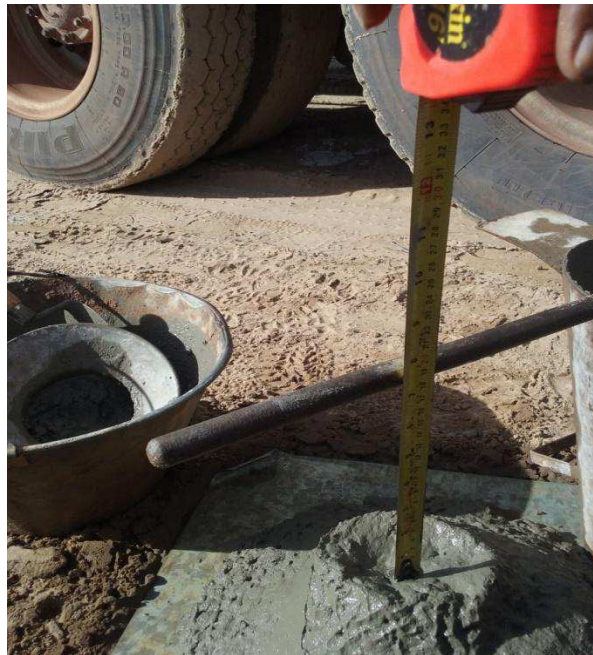
Fonte: Autor

Figura 44 - Ensaio do Slump test



Fonte: Autor

Figura 45 - Ensaio do Slump test



Fonte: Autor

Figura 46 - Corpos de prova para ensaio de resistência



Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que este trabalho foi possível apresentar que o sistema construtivo paredes de concreto moldados in loco possui diversas vantagens quando comparada com os sistemas convencionais de construção, além disso, também constatou a importância da padronização e da eliminação das etapas de construção, fazendo com que se construa mais e mais barato sempre priorizando a qualidade do produto final, portanto, o sistema construtivo parede de concreto se apresenta ser uma escolha ideal para obras em larga escala, por apresentar grande agilidade de construção, redução de desperdícios e ótimo desempenho estrutural.

O sistema construtivo possui um alto valor de investimento se comparado aos sistemas convencionais, principalmente devido ao preço das fôrmas, entretanto, os benefícios como a redução de desperdícios e de gastos com a mão de obra para construções de grande repetitividade como: conjuntos habitacionais, condomínios residenciais e grupo de edifícios, acabam por compensar o investimento aumentando a competitividade da empresa, além de tronar as obras mais enxutas diminuindo o impacto ambiental, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Espera-se que, as informações e constatações contidas neste trabalho monográfico possam servir de referências, contribuindo para futuras pesquisas do tema abordado.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Nelma Mirian Chagas de; MEIRA, Gibson Rocha. **Processo de padronização na construção civil**: aplicação de revestimentos internos (azulejos). Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP1997_T3114.PDF>. Acesso em: 12 maio 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Paredes de Concreto**: coletânea de ativos. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/wp-content/uploads/2010/06/Coletanea_Ativos_Parede_Concreto_2008-2009.pdf>. Acesso em: 20 maio 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: concreto: determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 12655**: concreto de cimento Portland: preparo, controle e recebimento: procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 14001**: sistema de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15823-2**: determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual: método de cone de Abrams. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 16055**: parede de concreto moldada no local para construção de edificações: requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 7212/1984**: execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro, 1984.

BASTOS, Luísa Welter. **Análise de Custos de Desperdícios na Construção Civil**. 2015. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) –Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

BATISTA, A. M.; SOUZA, H. O.; OYAKAWA, M. Fatores que propiciam aparecimento de fissuras nas lajes maciças em edifícios de interesse social. In: _____. **Sustentabilidade, Inovação e Empreendedorismo Tecnológico**. São Paulo, v. 1, p. 156-196, ago./dez. 2014.

BRAGUIN, T. C. **Utilização de modelos de cálculo para projetos de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local**. Universidade de São Paulo, 2013. 227p.

CORSINI, R. Paredes Normalizadas. **Revista techne**. São Paulo, ano 20, n. 183, p. 40-46, jun. 2012.

DEGANI, C.M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas**. 2003. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Civil) – Escola construtoras de edifícios Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DÓREA, Sandra Carla Lima; SILVA, Rosiany da Paixão; PESSOA, Tânia Oliveira. Levantamento de falhas de execução das estruturas de concreto armado para edifícios em Aracaju/SE. **Anais...** Aracaju, 2004. Fundação de apoio à Pesquisa e à inovação Tecnológica de Sergipe/FAPITEC/SE, 2004.

FIABANI, V. **Edificações com paredes de concreto**: fatores que influenciam o surgimento de defeitos na superfície das placas. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.86p.

GEYER, A.L.B. **A melhoria da qualidade das superfícies do concreto através da drenagem com formas revestidas internamente por um geotêxtil**.1995. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,1995.

HEINECK, L.F.M.; ANDRADE, V.A. (1994). A Racionalização da Execução de Alvenarias do tipo Convencional e Estrutural Através de Inovações Tecnológicas Simples. In:____. **5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries**, Florianópolis, UFSC, 1994.

HOPP, W., SPEARMAN, M. **Factory Physics: Foundation of Manufacturing Management**. Boston: McGraw-Hill, 1996.

JOSIEL, A. **Fisuras e grietas em morteiros y hormigones**. Barcelona: editores técnicos associados, 1975.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report #72, 75p.Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

KRÜGER; José Adelino; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **A elaboração de manuais de procedimentos padronizados para melhoria da qualidade e produtividade – ação de uma empresa de construção civil num ambiente de competitividade e globalização**. Disponível em<:http://www.infohab.org.br/biblioteca_resultado.aspx .>. Acesso em: 8 maio 2018.

OLIVEIRA, Roberto de; GRAFFUNDER, Paulo Afrânio. A qualidade atual dos projetos de edificações residenciais, sob a ótica dos agentes da obra – estudo de caso. In: _____. **IV Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. 2004. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/biblioteca_resultado.aspx .>. Acesso em: 11 abr.2018.

LIMA JUNIOR et al. **Segurança e Saúde no Trabalho da Construção: experiência brasileira e panorama internacional**. Brasília: OIT. Secretaria Internacional, 2005.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Paredes de concreto. **Téchne**, São Paulo, n. 147, jun. 2009.

MITIDIARI, C, V; SOUZA, J, C, S; BARREIROS, T, S. Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local: aspectos do controle de execução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 54, 2012, Maceió. **Anais...Alagoas: IBRACON**, 2012, p. 1-8.

MEIRA, Gilson Rocha; ARAUJO, Nelma Mirian Chagas de. Padronização como fator de redução de desperdício na construção civil. In: _____. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 1997.

NAKAMURA, Juliana. Padronização de procedimentos e sistema de informação. **Revista Construção Mercado**, São Paulo, n.92, mar. 2009.

NASCIMENTO, J. M. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil. **Revista Especialize On-line IPOG**, v. 1, p.1-11, 2014.

NUNES, N.L. **Retração do concreto de cimento Portland**. 2007. 59 f. Tese (Doutorado em Engenharia)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NUNES, V.Q.G. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. 2011. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PANDOLFO, Edificações com paredes de concreto. **Téchne**. São Paulo, n. 118, jan.2007.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, p. 2548-2549.

ROSSO, Teodoro. **Pré-fabricação, a Coordenação Modular: Teoria e Prática**. São Paulo: Instituto de Engenharia, 1966.

ROMAN, Humberto Ramos. Pesquisa olha para padronização de componentes para cortar desperdício. **Revista Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br/noticias/padronizar-os-componentes-da-construcao-civil-tambem-e-investir-na-industrializacao.>>. Acesso em: maio 2018. (Entrevista concedida a Dayane Cunha.)

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco**: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos. Dissertação de Mestrado. UFSCAR. São Carlos, 2008.

SILVA, P.F.A. **Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana**. 1993. 22 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, D.D **Comparação entre normas para dimensionamento de edifícios de paredes de concreto armado**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 52, Recife, out. 2010. São Paulo: IBRACON. 17p.

SILVA, F.B.D. Fôrma de alumínio para paredes estruturais de concreto armado moldadas no local. **Téchne**, São Paulo, n. 153, dez.2010.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A. C. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios**: uma abordagem progressiva. *Ambiente Construído*, v. 4, n. 4, p.33-46, 2004.

TAVARES, Aureliano; LONGO, Orlando; SUETH, Robsom. Gestão do conhecimento para a sociedade. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. São Paulo, **Anais...** São Paulo, out. 2014.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

TUTIKIAN, B.F. **Método para dosagem de concretos autoadensáveis**. 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

WENDLER FILHO, A. A. Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE). **Paredes de Concreto**: Cálculo para Construções Econômicas, 2008. Disponível em: <<http://site.abece.com.br/download/pdf/Eventos-Palestra-Wendler.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ANEXOS