



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
ENGENHARIA CIVIL

CARLOS EDUARDO DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE TÉCNICA,
ECONÔMICA E AMBIENTAL, ENTRE OS SISTEMAS DE PAREDE DE
CONCRETO MOLDADO IN LOCO E ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

LAGES – SC

2020

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
ENGENHARIA CIVIL**

CARLOS EDUARDO DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE TÉCNICA,
ECONÔMICA E AMBIENTAL, ENTRE OS SISTEMAS DE PAREDE DE
CONCRETO MOLDADO IN LOCO E ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro universitário Unifacvest como parte dos requisitos para a obtenção do grau em Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Msc. Aldori Batista dos Anjos.
Engenheiro Ambiental e Sanitarista

LAGES – SC

2020

CARLOS EDUARDO DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE TÉCNICA,
ECONÔMICA E AMBIENTAL, ENTRE O SISTEMA DE PAREDE DE
CONCRETO MOLDADO IN LOCO E A ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro universitário Unifacvest como parte dos requisitos para a obtenção do grau em Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Msc. Aldori Batista dos Anjos.
Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Lages – SC, _____ / _____ /2020. Nota _____

Professor Mestre Aldori Batista dos Anjos.
Coordenador do curso de Engenharia Civil

LAGES - SC

2020

CARLOS EDUARDO DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE TÉCNICA,
ECONÔMICA E AMBIENTAL, ENTRE OS SISTEMAS DE PAREDE DE
CONCRETO MOLDADO IN LOCO E A ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Lages – SC, _____ de _____ de 2020

Professor Mestre Aldori Batista dos Anjos

Orientador

BANCA EXAMINADORA

UNIFACVEST

UNIFACVEST

Professor Mestre Aldori Batista dos Anjos
Professor de TCC

Professor Mestre Aldori Batista dos Anjos
Coordenador de Curso

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo principalmente a Deus, o grande autor de todas as coisas, pelo dom da vida, por toda proteção e pela oportunidade de cursar uma faculdade. Agradeço principalmente pela minha família, pessoas que tem apoiado a minha caminhada de vida e formação acadêmica. Sem eles eu não estaria hoje aqui, foram essenciais para que eu chegasse até a reta final.

Agradecimento especial à minha mãe, Rosangela, mulher guerreira e batalhadora, que nunca mediu esforços na vida, para dar tudo o que eu e meus irmãos precisávamos, sempre torcendo pelo sucesso dos filhos. Obrigado por tudo Mãe!

Também ao meu pai, Carlos, homem exemplo, trabalhador, admirável, sempre batalhando para pagar os estudos a mim e a meus irmãos, e torcendo pelo nosso sucesso. Muito obrigado pai!

Agradeço aos meus irmãos, aos meus avós e tios, que sempre me incentivaram e torceram por mim.

Gratidão aos amigos e colegas que a universidade me deu, o convívio nos fez verdadeiros irmãos. Meu agradecimento por todas as coisas que tivemos a oportunidade de passar juntos, o dia a dia, e por todos os momentos vividos dentro e fora da universidade, as brigas, o medo e os sorrisos que foram muitos. Momentos especiais que serão levados em nossa memória, e tenho a certeza que essa amizade será levada para o resto das nossas vidas.

Aos professores, mestres educadores, peças fundamentais na vida de qualquer ser humano. Agradeço aos meus educadores desde o início do jardim da infância, até os mestres educadores que lecionaram durante este curso, de forma diferente, cada um teve contribuição essencial e uma marca especial na minha formação. Posso afirmar que muitos serão referenciados como exemplos para minha vida e carreira profissional. Muito obrigado!

Por fim agradeço as pessoas que de alguma forma me ajudaram, incentivaram e me deram força para a conclusão desta etapa tão importante na minha vida.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo elaborar e esplanar os dois sistemas abordado, sistema construtivo de parede de concreto moldado in loco e parede de alvenaria de vedação. Foram expostos as técnicas dos sistemas para execução, os aspectos como vantajosos e e desvantajoso dos referidos, Também foram tratados dos aspectos ambientais e economicos dos sistemas no processo construtivo. Foi analisado que no sistema de alvenaria de vedação e um sistema muito comum, tem a suas vantagens para execução em processo unico, ou seja, quando for fazer uma unica residência, por ser um processo totalmente manual, tem um grande grau de desperdícios de material, assim gerando um custo economico mais alto para o proprietario na construção. Por se trata de um processo manual ele não exige uma mão de obra qualificada na execução. No processo de parede de concreto moldado in loco, um processo que está ganhando força no mercado das construtoras, seja ela, construção popular ou construções de alto padrão. Por se trata de um sistema totalmente industrializado ele da um grande rendimento na obra, ganho de produtividade, ja que se trata de parede de concreto, sistema utilizando fôrmas para fazer o preenchimento de concreto, assim dando estrutura para as edificações. Mas o sistema tem uma desvantagem pode ser aplicado em mais de uma edificação, conjunto de construções com o mesmo modelo arquitetônico, por motivo do uso das fôrmas.

Palavra chave: Sistema construtivo. Parede de concreto. Alvenaria de vedação.

ABSTRACT

The present work had for objective to elaborate and to plan the two approached systems, constructive system of concrete wall molded in loco and wall of masonry of fence. The techniques of the systems for execution were exposed, the aspects as advantageous and and disadvantageous of the referred ones, They were also treated of the environmental and economical aspects of the systems in the construction process. It was analyzed that in the masonry sealing system and a very common system, it has its advantages for execution in a single process, that is, when making a single residency, as it is a completely manual process it has a high degree of material waste , thus generating a higher economic cost for the owner in the construction. Because it is a manual process, it does not require skilled labor in execution. In the process of molded concrete wall in loco, a process that is gaining strength in the construction companies' markets, be it popular construction or high standard construction. Because it is a fully industrialized system it gives a great performance on the work, gains in productivity, since it is a concrete wall, a system using formwork to fill concrete, thus giving structure to the buildings. But the system has a disadvantage that it can be applied to more than one building, a set of buildings with the same architectural model, due to the use of formwork.

Key word: Construction system: Concrete wall: Sealing masonry

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP- Associação Brasileira de Cimento Portland.

RCC- Resíduo da construção Civil

CONAMA-Conselho Nacional do MeioAmbiente

ABESC- Associação Brasileira de serviços de concretagem

ITBS- Instituto brasileiro de telas soldadas.

MCMV-Minha casa minha vida

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Dimensões de tijolos normalizadas pela NBR 15270- 1(2005)

TABELA 2- Destinação dos resíduos da construção civil

TABELA 3- Tipos de concreto recomendados

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Apresentas principais vantagens e desvantagens dos tipos de fôrmas.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-Marcação da primeira fiada

FIGURA 2-Marcação da primeira fiada

FIGURA 3-Elevação da alvenaria de blocos cerâmicos

FIGURA 4- Vista de vergas e contra- verga a alvenaria

FIGURA 5-Definição do chapisco, emboço e reboco.

FIGURA 6-Peças de alvenaria quebradas

FIGURA 7- Resíduos de tijolos cerâmicos

FIGURA 8- Resíduos sólidos jogando próximo a um afluente de um rio

FIGURA 9- Edifícios sendo executado em parede de concreto

FIGURA 10- Conjunto de fôrmas metálicas

FIGURA 11- Conjunto de forma plástica

FIGURA 12- Conjunto de fôrmas compensadas com metálicas junto

FIGURA 13- Telas de aço eletrossoldadas

FIGURA 14-Aço em barra

FIGURA 15- Eletrodutores e caixas elétricas

FIGURA 16-Montagem das fôrmas metálicas

FIGURA 17-Ponto de lançamento do concreto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVO	14
1.2.1 OBJETIVOGERAL	14
1.2.2 OBJETIVOESPECIFICO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 PAREDE DE ALVENARIA DEVEDAÇÃO	15
2.2 DEFINIÇÃO	15
2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DA ALVENARIA	15
2.2.2 MARCAÇÃO	16
2.2.3 ASSENTAMENTO	18
2.2.4 ENCUNHAMENTO	19
2.3 FUNÇÃO DA ALVENARIA	21
2.3.1 ALVENARIA	21
2.3.2 FUNÇÃO	21
2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS	22
2.5 VIABILIDADE TÉCNICA DA ALVENARIA DEVEDAÇÃO	23
2.5.1.1 PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA ALVENARIA	23
2.5.1.2 SUAS CARACTERÍSTICAS E REQUISITOS GERAIS	23
2.5.2 VIABILIDADE ECONÔMICA;	27
2.5.3 ANÁLISE DE CUSTO ECONÔMICO;	27
2.5.4 IMPORTÂNCIA QUALIFICADORA PARA ECONOMIA NA PRODUÇÃO	28
2.5.5 PERDA ECONÔMICA NA ALVENARIA DEVEDAÇÃO	29
2.6.1- MEIO AMBIENTE E SEUS RESÍDUOS	30
2.6.2 ALVENARIA E SEUS RESÍDUOS	30
2.6.2.1- ALVENARIA E SEUS PROBLEMAS AO MEIO AMBIENTE	32
2.6.2.2 REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCD)	33
2.7- PAREDE DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO	33
2.7.1 HISTÓRICO	33
2.7.1.1 NORMALIZAÇÃO	37
2.7.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS NO PROJETO	38
2.7.2.1 CONCRETO	38
2.7.2.2 FÔRMAS	40
2.7.2.3 ESCORAMENTO	44
2.7.2.4 ARMAÇÃO	44

2.7.3 PROCESSO CONSTRUTIVO DA PAREDE DE CONCRETO.....	45
2.7.3.1 FUNDAÇÃO.....	45
2.7.3.1.1 ARMAÇÃO E MOLDAGEM.....	47
2.7.3.1.2 MONTAGEM DAS FÔRMAS.....	48
2.7.3.1.3 CONCRETAGEM E SUAS APLICAÇÕES.....	49
2.7.3.1.4 TRABALHABILIDADE DO CONCRETO E SEU RECEBIMENTO	51
2.7.3.1.5 DESFORMA.....	51
2.7.3.1.6 CURADO DO CONCRETO.....	52
2.7.3.1.7 ACABAMENTO.....	52
2.7.4. CARACTÉRISTICAS E SEU DESEMPENHO.....	53
2.7.4.1 VANTAGEM E DESVANTAGENS.....	53
2.7.4.2 VANTAGEM.....	53
2.7.4.3 DESVANTAGENS.....	54
2.8 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	54
2.8.1 ANÁLISE DO CUSTO DA OBRA.....	54
2.9 ANÁLISE AMBIENTAL.....	56
2.9.1 GERAÇÃO DE RESÍDUO.....	56
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por intuito inicial demonstrar uma das novas tendências na área da engenharia civil, o método construtivo chamado paredes de concreto.

Observa-se que com a grande demanda de construções, há extrema necessidade de uma modernização no canteiro de obra. Apesar da construção civil já ter evoluído muito com seus programas de software e grandes equipamentos de trabalho, ela trabalha diariamente com um método milenar, de origem dos povos egípcios que são as alvenarias.

Com a chegada das novas técnicas e a industrialização no mercado da construção civil, a tecnologia no canteiro da obra é algo essencial; esse sistema que será apresentado idealiza um novo método construtivo gerando rendimentos e proporções nas obras. No sistema construtivo de parede de concreto, irá enfatizar a implantação da industrialização na construção civil.

Levando em consideração que o mercado da construção é um importante potencial econômico, o presente trabalho vem em busca de explorar esse novo conceito da construção. Analisando o método tradicional da alvenaria, que vem de um histórico milenar do Oriente médio que surgiu entre 8.000 a.C a 4.000 a.C. Um material feito de barro queimado, argila secada no sol e bloco de arenito, um trabalho totalmente manual. Já o método construtivo paredes de concreto, utiliza o concreto auto-adensável (CCA), que foi introduzido pelo professor Hajime Okamuro da Kochi university of Technology em 1986 no Japão. Onde o país vinha se agravando com o problema na redução do número de trabalhadores qualificados na construção civil. Foi então que ao buscar uma solução, criaram um concreto especial; o concreto auto-adensável. Concreto celular e concreto com incorporação de bolhas de ar. Usando concreto com a alta fluidez, podendo preencher a forma onde é aplicado. No Brasil o concreto teve um início em 2007, consolidando-se no país por meio da Abesc e em conjunto com a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). Em 2012 foi registrado um avanço para o referido sistema no segmento das edificações de parede de concreto formada no local.

Além de o método utilizar fôrmas em sua totalidade o que resulta em construções muito padronizadas. Entretanto o sistema teve uma expansão significativa no programa do governo federal, minha casa minha vida (MCMV).

1.1 Justificativa

O estudo tem o propósito de mostrar as viabilidades técnica, ambiental e econômica, da parede de concreto em relação ao método tradicional de alvenaria de vedação. Com o cenário altamente competitivo no mercado da construção civil, as construtoras exigem um alto desempenho na entrega das construções. Portanto, o presente trabalho visa explorar a inovação e a tecnologia dentro dos canteiros de obras. Dessa forma, tentar mostrar um método construtivo que permite o aumento na produtividade, redução de mão de obra especializada e desperdícios.

O método mais conhecido e tradicional do Brasil e no mundo, é parede de alvenaria. Um trabalho totalmente manual, exigindo uma série de etapas. Esse sistema é um conjunto de pedras blocos e tijolos que formam uma estrutura em uma edificação. Tem como objetivo oferecer a resistência, a vedação de espaço e fornecer a proteção acústica e térmica de seus usuários. Com o intuito de mudar e dar uma nova visão, este trabalho apresenta uma nova alternativa; um sistema que é diretamente fundamentado dentro da tecnologia. Utilizando concreto auto-adensável, que através de sua boa fluidez é compactado pela ação única do seu próprio peso, sem utilização de qualquer tipo de vibração em seu preenchimento na forma ou moldura. Permitindo assim a reutilização dessas formas e a industrialização que se necessita em um canteiro de obra. E também possibilitando uma nova visão para o setor da construção civil. Pois viabiliza construções mais rápidas, limpas e com baixa taxa de desperdícios, gerando menos entulho se comparado com a alvenaria.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O referente trabalho tem por objetivo mostrar os métodos construtivos de paredes de concreto e alvenaria de vedação. Demonstrar suas técnicas e características construtivas, avaliando e comparando o ganho na produtividade e um melhor custo benefício em relação as estruturas definidas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Especificar as Normas brasileiras de regulamentação (NBR) relacionadas aos dois sistemas;
- A
- Estudar os processos construtivos de parede de concreto
- moldado in loco parede de alvenaria de vedação.
- Fazer um comparativo técnico entre os métodos construtivos.
- Apresentar vantagens e desvantagens dos dois métodos executivos.
- Apresentar a questão ambiental dos dois métodos.
- Compará-lo economicamente quanto ao desperdício de material no que se refere aos métodos estudados.
- Verificar o uso correto do concreto no sistema de paredes de concreto e esclarecer os demais problemas recorrentes encontrados nos dois sistemas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Parede de alvenaria de vedação

Alvenaria é toda obra construída por meio de pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto que tem por objetivo oferecer resistência, durabilidade e impermeabilidade.

2.2 Definição

De acordo com Azeredo (1997, p.125). A utilização de tijolos garante a resistência e durabilidade. Já a impermeabilização é garantida com a utilização de produtos específicos. As alvenarias podem ser classificadas como de vedação ou estrutural.

Azevedo (1997, p.125) afirma que as alvenarias mais utilizadas é a de tijolos de barro cozido. A matéria prima é a argila misturada com pedra arenosa. Azeredo explica que depois de selecionada a argila, ela é misturada com um quantidade de água até formar uma pasta. São cozidos no forno por uma temperatura entre 900° e 1100 °C. A cor do tijolo varia de acordo com a qualidade de argila utilizada. Através do teste de sonoridade pode-se distinguir o grau de cozimento dos tijolos, pois ele bem cozido apresenta um som particular. Um tijolo de qualidade deve ter uma cor agradável, reentrâncias bem definidas e arestas vivas.

2.2.1 Classificação de Alvenarias

De acordo com Moliterno (1995) podemos classificar as alvenarias frequentemente encontradas nas construções, desde a antiguidade até a nossa atualidade, em duas grandes classes:

- a) Alvenaria não estrutural ou de vedação;
- b) Alvenaria estrutural ou ornamental.

Alvenaria não estrutural: Também conhecida como parede de vedação . é aquela que não é dimensionada para resistir esforços além do seu peso próprio. Geralmente é empregada como revestimento, fechamento, divisórias, proteção de chuva, vento e outros

agentes climáticos.

Alvenaria estrutural: São estruturas onde as transmissões e ações são feitas através de tensões de compressão. Essas estruturas que mesmonão sendo considerada nos cálculos estatico e elástico, colaboram indiretamente de modo a absorver as cargas. Neste caso ela tem a função estrutural de segurança secundária, tendo de ser capaz de suportar todas as cargas. Ou seja, seu peso, laje e cobertura, possuindo tambem a função de vedar o edificio.

2.2.2 Marcação

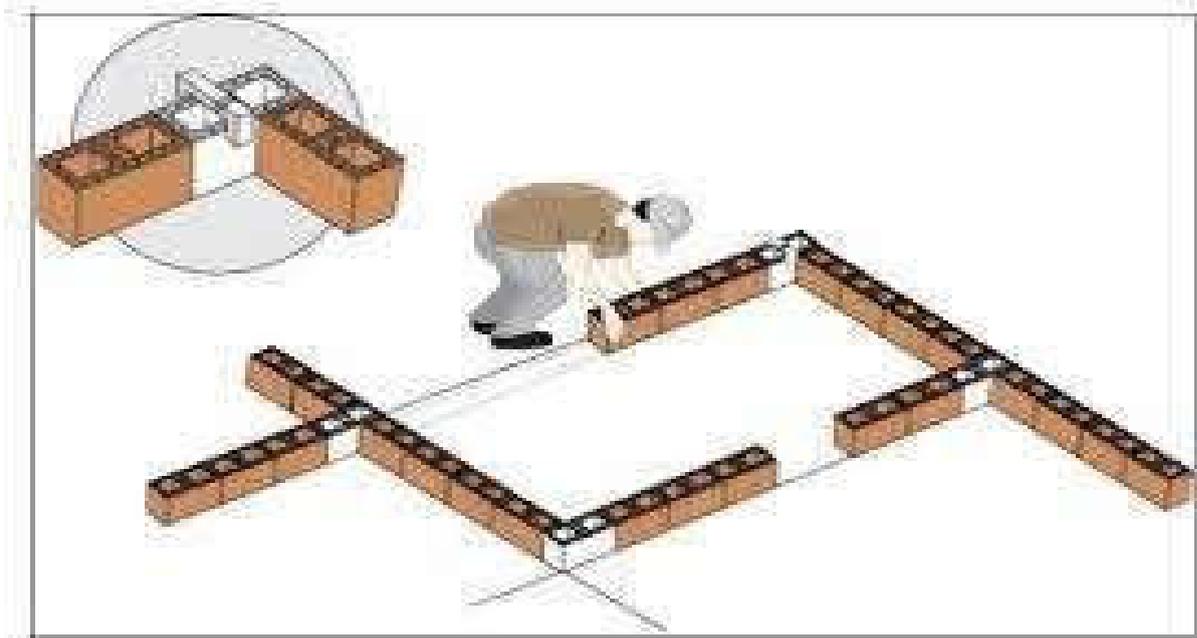
A marcação é o processo da execução da primeira fiada da alvenaria. Segundo Aragão, (HELENO ARAGÃO pag.139), é importante conferir a modulação entre as dimensões da parede a ser construída e as dimensões dos tijolos cerâmicos.

As marcações dos pontos devem ser feitas de acordo com o projeto arquitetônico e o estrutural, de modo a garantir a linearidade da alvenaria. Antes da locação deverá ser verificado o nivelamento do piso, caso haja desnivelamento é necessario remover ou aplicar argamassa nas depressões (D2R ENGENHARIA, 2012).

Recomenda-se que a marcação seja iniciada pelas paredes externas facilitando o enquadramento das paredes. A locação das paredes deve ser feitas com a utilização de cotas acumuladas buscando minimizar o acúmulo de erros de medição. Após ser marcados os eixos das paredes e verificar os esquadros, inicia-se a locação da primeira fiada, preferencialmente em pontos estratégicos como canto de paredes, encontro e aberturas. (D2R ENGENHARIA, 2012).

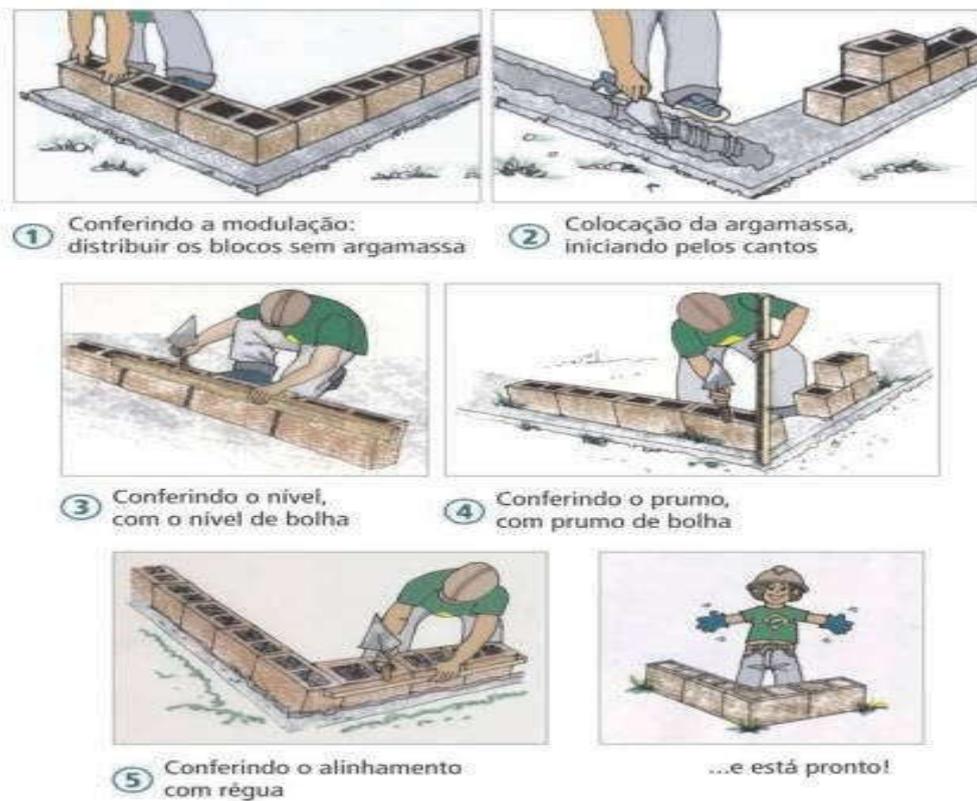
As juntas verticais da primeira fiada sempre devem ser preenchidas. Os blocos devem ser preenchidos com argamassa, onde as juntas devem ter no máximo 10 mm, e não devem apresentar vazios. De acordo com a NBR 8545 (1984 pg. 10).

Figura 1- Marcação da primeira fiada



Fonte: Selecta Blocos, 2012

Figura 2-Marcação da primeira fiada



Fonte: Construfacilj

2.2.3 Assentamento

Depois de verificar a modulação e definidos as juntas, inicia-se o assentamento, onde os tijolos devem ser previamente molhados (mas não ensopados), poucos antes do assentamento, para evitar absorção da água da argamassa. A execução da alvenaria deve seguir o projeto executivo considerando suas posições e espessuras. Na elevação da alvenaria, as fiadas vão sendo confeccionadas umas sobre as outras. A argamassa deve ser aplicada sobre a superfície da fiada anterior e nas faces laterais dos tijolos que será assentado, de forma que as juntas verticais sejam descontínuas.

A cada duas ou três fiadas, no máximo, deve ser aferido a planicidade, o nível e o prumo da parede. Caso haja a necessidade da utilização de assentamento com junta verticais contínuas a NBR 8545 (1984, pg. 6) recomenda a utilização de armadura longitudinal situadas na argamassa de assentamento.

A NBR 8545 (1984, p.7) afirma que o assentamento dos componentes cerâmicos deve ser planejado de tal forma que nos encontros de parede sejam realizados juntas de amarração e armação entre paredes, caso não seja adotado a “junta de amarrada”, também pode ser utilizada a telas metálica, sendo respeitada as mesma duas ou três fiadas, no máximo, assim evitado a ocorrência de fissuras no futuro.

No caso de aberturas para janelas e portas, a NBR 8545 (1984, p.9) explica que devem ser moldados vergas e contra-vergas, que funcionam como pequenas vigas de concreto. As vergas e contra-vergas, reforçam a parede, permitindo a distribuição das tensões que se concentram nos vértices dos vãos em cima e embaixo das aberturas da alvenaria para evitar fissurações nos cantos desses vãos. Excedendo 25 cm de cada lado do vão, com altura mínima de 10 cm, podem ser empregadas o próprio componente de alvenaria (blocos canaletas preenchidos com concreto e com barras de aço no seu interior). Quando o vão passa de 2,4 m devem ser calculado com vigas. A figura 3 mostra o sequenciamento do assentamento da alvenaria:

Figura3 - Elevação da alvenaria de blocos cerâmicos



Fonte : Fk Comércio 2012.

2.2.4 Encunhamento

Quando a última fiada de tijolos já estiver sido construída, deve ser realizado o encunhamento. É o contato da alvenaria de vedação e estrutura superior. Neste lugar de contato pode haver fissuras. Isso ocorre devido à transmissão de alguns esforços para a alvenaria. Para este fim podem ser empregados tijolos maciços, cunhas de concreto e com argamassas aditivadas e com expansor.

As edificações que não contém estruturas em concreto armado, deve ser aplicado uma cinta de amarração em todas as paredes.

A figura 4, mostra a vista frontal da parede, cinta de amarração e as vergas e contra-vergas, onde são localizadas:

Figura 4- vista de vergas e contra-vergas na alvenaria.



Fonte: cerâmica city 2017.

2.3 Função da alvenaria e suas vantagens e desvantagens

Alvenaria tem a função de oferecer condições de resistência, durabilidade, e impermeabilidade aos seus usuários.

2.3.1 Alvenaria

Alvenaria é toda obra constituída de pedra naturais, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por meios de argamassa. (AZEREDO 1997,p.125).

Conforme o D2R (D2R,ENGENHARIAS, 2012) a alvenaria é um conjunto coeso e rígido, construído em obra através de uma união de tijolos ou blocos por junta de argamassa (ou até mesmo sem elas).

2.3.2 Função

- A alvenaria não estrutural se constitui em um esqueleto dos edifícios em que se empregadas isoladamente requer combinações com o concreto armado.
- Oferecer resistência às cargas de ventos para que a segurança de seus ocupantes não seja prejudicada.
- Isolamento acústico dos ambientes internos.

- Impedir a entrada dos fenômenos da natureza nos ambientes internos (chuva, sol, vento, entre outros.)
- Contribuir para a manutenção do conforto térmico (frio e calor).
- Ter a resistência contra à ação de fogo, nem para propagação de chamas nem para à produção de gases tóxicos.

A alvenaria não estrutural, também conhecida como alvenaria de vedação é mais comumente encontrada, sendo utilizada para fechamento de vãos das maioria dos edifícios construídos pelo processo de constrivo, ou seja, o processo tradicional. Aquele que se caracteriza pelo emprego de estrutura de concreto armado (lajes,vigas e pilares) e vedação de blocos ou cerâmicos ou de concreto.(D2R, ENGENHARIAS, 2012).

2.4 Vantagens e desvantagens

A alvenaria de vedação de tijolos cerâmicos é o método construtivo comum, sendo uns dos sistemas mais utilizados pelos brasileiros em construção devido a facilidade para a sua execução. Segundo LANO, (ALLEN,LANO, 5ª EDIÇÃO, pg,298) a alvenaria é a mais simples das técnicas construtivas: o pedreiro empilha pedaços de material,(tijolos, blocos etc),um sobre o o outro, para fazer paredes.

Algumas vantagens do sistema construtivo de tijolos cerâmicos:

- Isolamento térmico e acústico;
- Boa estanqueidade à água;
- Economia na mão de obra, aplicação de tijolos furados permitirá maior rendimento ao trabalho do pedreiro;
- Resistência a chamas;
- Durabilidade superior a cem anos;
- Facilidade na composição;

- Produção não poluente, sem geração de resíduos prejudiciais ao meio ambiente;
- Sem limitação de uso em relações às condições ambientais.

Algumas desvantagens da alvenaria de vedação também podem ser citadas:

- Necessidade de revestimento adicionais para buscar uma textura lisa;
- Rasgo e retrabalho na execução para passagens das tubulações hidráulicas e eletrodutos.

2.5 Viabilidades técnicas da alvenaria de vedação

2.5.1 Processo de industrialização da alvenaria

Segundo AZEREDO (Azeredo. 1997 pg.125) a matéria prima da fabricação de tijolos é a argila misturada com um pouco de terra arenosa. Após selecionada e retirada o material do meio ambiente, ela passa por uma seleção onde essa argila é misturada com um pouco de água até formar uma pasta. Dessa pasta o tijolos são moldados em fôrmas e colocados secar no sol. Neste estado são chamados “adobes” e são cozidos em fornos com a temperatura entre 900 C° e 1100 C°. Guimarães (2005, pg 37) ensina que o tijolo cerâmico é um produto técnico ao qual são exigidas determinadas características e comportamentos em obras.

São determinadas sete fases na produção dos tijolos, conforme o autor(Soares e pereira,2004;pereira) as fases e descrições são:

1. Extração de argilas: a extração ocorre através de mineração a céu aberto onde há uso de máquinas para escavação e transporte até a indústria.(ZAGONEL.2010);
2. Homogeneização e moagem: mistura para homogenia é acrescentar água quando necessário para obter a plasticidade desejada(Ribeiro, 2003);
3. Extrusão: no extrusor é retirado o ar e moldada a argila, dando formato à peça (Zagonel,2010);
4. Corte: a massa é moldada após sair do extrusor;
5. Secagem: para perder a maior parte da umidade contida nas unidades, estas são dispostas geralmente em prateleiras para secagem ocorrendo a contração da unidade, entre 4 e 10%. Chegando a 4 ou 3% no final do processo (Zagonel,2016);
6. Queima: após a secagem as unidades são levadas ao forno para queima (Zagonel, 2016);
7. Embalagem e expedição: ocorre uso de plástico e papelão envolvendo os tijolos em quantidade sob pallets, que são transportados da indústria até o seu destino final. (Zagonel,2016).

2.5.2 Suas características e requisitos gerais

São produtos laminados ou extrudados que apresentam na sua estrutura externa uma série de rachaduras e no seu interior, pequenos canais prismáticos furus. As rachaduras externas facilitam a aderência e a pega da argamassa. Apresentam também a forma de um paralelepípedo retangular com dimensões variáveis de acordo com número de furos. (AZEREDO, 1997, PG 134).

Os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte, eles podem ser com furos na vertical ou na horizontal. Quanto as suas características geométricas, o bloco de vedação deve possuir a forma de um prisma reto, sendo sua geometria indicada esquematicamente; NBR 7171/92 (ABNT, 1992).

A especificação da ABNT (ABNT, 7171/92), faz suas classificação dos blocos cerâmicos de vedação em sete classes onde o uso correto da alvenaria de vedação devem atender menor classe de resistência (classe10) que corresponde a uma resistência a compressão de 1,0 MPA.

O proprio nome ja diz, sua principal estrutura em uma construção e principalmente para vedação.

- Fabricação: queima em alta temperatura, matéria prima é a argila contendo ou não aditivos;
- Identificação: bloco deve ter por obrigação a identificação da fabrica nas suas faces externas. (identificação da empresa, dimensões de febricação em cm).

O bloco cerâmico de vedação deve trazer, obrigatoriamente, gravado em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso.Nessa inscrição deve constar no mínimo o seguinte: a) identificação da empresa; b) dimensões de fabricação em centímetros, na seqüência largura (L), altura (H) e comprimento (C),na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida em centímetros.Para fins de comercialização, a unidade é o milheiro (NBR 15270-1, ABNT, 2005, p.5

Tabela 10: Apresenta as dimensões normalizadas pela NBR 15270-1, 2005

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14		24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M	19		19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

NOTA Os blocos com largura de 6,5 cm e altura de 19 cm serão admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em "shafts" ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico

FONTE: ABNT 15270/05

O ideal é que a definição do tipo de blocos sempre acompanhe os projetos com o memorial descritivo e especificação de determinada obra com suas características desejadas, indicando a norma brasileira que o produto deveria obedecer.

Todos os blocos devem estar em conformidade com as normas vigentes no que diz respeito as características geométricas (formas e dimensões) ter à compreensão mínima que pede a ANBT. (ABNT NBR 7171, 1992, NBR 8042_Blocos cerâmicos para alvenaria_ Determinação da área líquida, 1993: NBR 6461_ Blocos cerâmicos para alvenaria- verificação da resistência à compressão, 1993)

2.5.3 Análise do custo econômica

Sabemos que o tradicional método de parede de alvenaria é o mais empregado no processo construtivo tradicional brasileiro. Na alvenaria de vedação se destaca como sendo uns dos responsáveis por uma expressiva parcela de desperdício na obra, assim vem em curto tempo o prejuízo financeiro com a diminuição dos lucros.

Devido a alta competitividade no mercado da construção civil, o processo construtivo da alvenaria de vedação vem de um método usado a milhares de anos atrás. Com o passar do tempo houve muita melhoria no método mas ainda tem um alto índice de desperdício na obra. Com um aumento muito competitivo do mercado da construção civil, as empresas buscam uma solução para enfrentar os desafios relacionados aos custos de construção e o valor das vendas.

Segundo AGOPYA (AGOPYA AN et. Al, 2009) a parede de alvenaria muitas vezes é responsável por uma parcela expressiva no desperdício. Verificado as construções de edifícios, as perdas de tijolos estão comumente entre 15% e 40% na obra.

Uma forma de economia seria a racionalização construtiva que é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos materiais no que se refere a organização, tecnologia e tempo (Sabbatini , 1989).

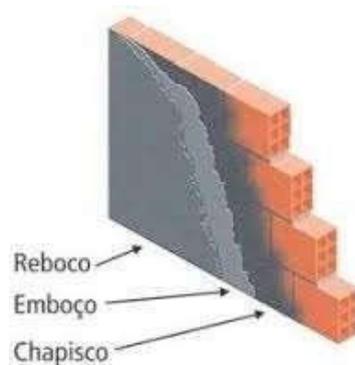
A realização de alterações e os cortes que são realizados na alvenaria de vedação, ainda são muito comuns. Onde o processo da alvenaria é assentado e posteriormente são realizados corte na alvenaria para passagem de instalações (LORDSLEEM, 2004).

Como a execução da parede de vedação necessita de regularização no seu acabamento, ela precisa seguir critérios para poder obter a parede com superfícies lisas e planas. Portanto, é necessário realizar três acabamentos: chapisco, emboço e reboco:

- Chapisco é responsável por garantir aderência às demais camadas;
- Emboço é responsável pela regularização da superfície e assim evita a penetração de água e agentes agressivos;

- Rebocogaranteoaspectofinaldaalveariaobtendoumparedelisa pronta para receber o revestimento ou apintura.

A figura 5 demonstra as características na alvenaria é onde suas fases de aplicações na alvenaria:



Fonte: Filho. A.B.A,ET. EL (2001);

É importante respeitar e obedecer a ordem correta, pois esses procedimentos são determinantes na qualidade final da obra. Devem ser dosadas, verificar se a base está limpa e livre de impregnações, além de respeitar o tempo de cura entre o intervalo de uma camada para outra.

2.5.4 Importancia qualificação para economizar na produção

Franco (2006) fala da importância da elaboração de um projeto para produção de vedação, uma vez que a fase de projeto interage diretamente a produção”. Ele cita que é importante aparecer no projeto informações a serem utilizadas. Como o tipo de argamassa, o tipo de amarração entre alvenaria, fixação da alvenaria, juntas de trabalho e relação da alvenaria com às instalações.

Destaca-se algumas fatores que podem gerar economia na obra:

- Mão de obra qualificada é fundamental no processo construtivo;
- Marcação correta da alvenaria, assim reduzindo desperdício do material;
- Organização no canteiro e nas etapas da execução;
- Cuidado na hora do transporte da alvenaria;
- Equipamento apropriado na execução, acelerando assim o processo de produção.

2.5 Perdas econômicas na alvenaria de vedação

O processo construtivo de alvenaria é considerado como uma etapa da construção responsável pelos maiores índices de desperdícios de matérias de uma obra.

As paredes de alvenaria são os elementos mais usados e empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, sendo muitas vezes responsáveis por uma parcela expressiva do desperdício gerado nas obras de construções (as perdas de tijolos/blocos está comumente entre 15 e 20%) Agopyan ET al.(1998).

Franco (2006) relata em uma análise, em se tratando de perdas de matérias em processos construtivos, que blocos e tijolos são responsáveis por cerca de 10% do total de perdas.

PINHO, (PINHO; LORDSLEEM JR. 2009) em uma pesquisa verificou que a construção de edifícios atingiu os valores médios de 17% de perda de material na obra. Os blocos cerâmicos (tijolos)chegam a 113% de desperdícios de argamassa de levante e acabamento em obras.

Na alvenaria de vedação, para que se possa fazer as instalações hidráulicas e elétricas, é necessário fazer os recortes na “parede”. Onde resulta em uma constante necessidade de quebra, assim gerando um quantidade de resíduo e resultando em um desperdícios de tempo e mão de obra; O que leva a um custo economico alto no final da obra.

Podemos citas algumas caracteristica da perda do material:

- Perdas de material no processo da execução;

- Perdas de estoque e má armazenamento do material;
- Perdas de transporte na logística;
- Perdas de material, argamassa e tijolos;
- Materiais com facilidade de quebrar.

Figura 6 - Peças de alvenaria quebradas.



Fonte: (RevistaTECHOJE)

Os desperdícios na construção civil estão intensamente ligados no fator cultural de todos os brasileiros. Podendo se identificar com o fator quando observamos o despropositado volume de lixo que é recolhido todos os dias em nossas cidades. Ainda conforme o autor JOSÉ ALVES cada metro quadrado (1m^2), de áreas construídas estaremos gastando 1,3 metros quadrado ($1,3\text{ m}^2$), ou ainda, para cada três unidades residências, comerciais ou industriais, estaremos jogando fora. (José ALVES- revistatechoje).

A definição é clara e objetiva para perdas, que é quando se utiliza uma quantidade de material maior que o necessário em blocos cerâmicos na alvenaria. Há perdas quando se utiliza uma quantidade de blocos superior à necessário, que quando são evitáveis são denominadas de desperdícios. (Souza2005).

2.6.1 Meio ambiente e seus resíduos

O setor da construção civil é um dos maiores responsáveis pela geração de resíduos sólidos nas cidades brasileiras, ela é responsável por 61% dos entulhos gerados nos centros urbanos brasileiros.

2.6.2 Alvenarias e seus resíduos

Conforme disposto na Resolução CONAMA nº 307 de 2002, tem-se como definição de RCC- Resíduo da construção Civil: “Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA nº307).

O CONAMA número 307, define o RCD como resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes de preparação e de escavação de terrenos, onde comumente chamamos de entulhos de obra. Para esses resíduos pode ser classificado com a sua possibilidade de reaproveitamento, são elas:

1. Classe A – são os resíduos reutilizáveis como agregados, tais como: solos de terraplanagens, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto, etc.;

2. Classe B – resíduos recicláveis para outras destinações, tais como; plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras etc.;

3. Classe C- são resíduos para os quais não foram desenvolvidos tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como produtos oriundos de gesso;

4. Classe D – são os resíduos perigosos provenientes do processo de construções. Tais como; tintas, óleos, solventes e outros. Ou seja, aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde. (BRASIL, 2002).

A demanda da construção nas cidades é crescente, sabemos que quanto maior a cidade mais problemática será a questão do RCD na construção civil. O resíduo é gerado em diversas fases e circunstâncias do ciclo de vidas e das fases de construções.

A figura 7: mostra o resto de tijolos cerâmicos misturado com argamassas em uma edificação na cidade de Lages-SC.

Figura 7- Resíduos de tijolos cerâmicos.



Fonte; autor 2020.

2.6.2.1 Alvenaria e seus problemas ao meio ambiente

O não reaproveitamento dos resíduos leva a falta de locais não apropriados para o seu descarte. (Agopyan, 2003).

Segundo Filho et al (2007) a falta de manejo adequado dos resíduos sólidos em locais não apropriados nas cidades, contribui para a destruição das matas ciliares nas margem de rios e córregos além de poluição visual e possíveis contaminações de lençóis freáticos, gerando também um problema de saúde devido a proliferação de animais e insetos causadores de doenças.

A estimativa de entulhos kg/hab. Ano, varia não apenas de uma cidade para outra, mas também pela estimativa dos autores que incluem a remoção de solos no quantitativo, enquanto que outros não. (Aopyan, 2003). A figura 8; mostra o descaso com o meio ambiente. Resto de resíduos (RCD) jogado em um local não apropriado à beira de um rio.

Figura 8-Resíduos sólidos jogado próximo a um afluente de um rio.



Fonte: portal do tratamento da água (2012).

Conforme Filho et al (2007), apesar dos resíduos sólidos da construção serem de baixa periculosidade, eles geram um grave problema de acúmulo no país, devido grande volume produzido e as formas de depositarem que são inadequadas. Hoje a construção civil é alvo de críticas em relação a desperdícios de matéria, visando a tecnologia para a possibilidade de reutilizar e reciclar esses resíduos.

Shneider e Philippi Jr.(2004) ressaltam que em muitas das vezes as próprias transportadoras privadas são as principais causadoras das deposições irregulares dos resíduos. São depositados irregularmente em logradouros públicos, com a finalidade de baratear os custos. Assim garantem um preço acessível às empresas que as contratam em uma margem maior de lucro, assim transferindo o custo para sociedade em geral.

2.6.2.2 Reaproveitamento dos resíduos da construção civil (RCD)

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) com a resolução nº 307 em 5 de julho de 2002,(BRASIL 2002) onde determina que os resíduos da construção civil(RCD) deverão ser destinados da seguinte formas, conforme a tabelas 2 (BRASIL,2002):

Classe A	Ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a áreas de aterro e resíduos da construção, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporários, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização futura ou reciclagem.
Classe C	Ser armazenados e transportados, assim reutilizando em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	Ser armazenadas e transportadas, assim reutilizando em conformidade com as normas técnicas específica

As soluções possíveis para a diminuição dos RCD nos centros urbanos brasileiros, e citados algumas colocações em destaque, como: a capacidade de recursos humanos, a utilização de ferramentas adequadas, a melhoria nos transporte e estoques, sua melhor gestão de processo, campanhas educativas e taxaço sobre a geraço de resíduos. (Azevedo, Moraes, 2006)

Pinto (1999) diz que todas as políticas adotadas com um intuito de diminuir o impacto ambiental acarretam na reduço da geraço de matérias primas. Assim,consequentemente reduz a utilização de aterros, o despejo em depósitos irregulares e o excesso de consumo dos recursos.

Silva (2006) criou algumas alternativas para o emprego dos RCD reciclados no Brasil sendo utilizados para:

- Pavimentos que são empregados com resíduos reciclados como base, sub-base, revestimentos primários, na forma de brita corridas ou misturas comsolos;
- Agregados para concreto não estrutural, processados pelas usinas de reciclagem podendo ser substituiço dos agregados convencionais (areia britaetc.);
- Confecço de argamassas que são originados após o processo por equipamento denominado argamasseiras. Pode ser utilizando como agregado paraargamassasdeassentamentoerevestimento,havendooutros.

2.7 Parede de concreto moldado in loco.

O método de parede de concreto moldado in loco está em processo de expansão no Brasil, ma em alguns países da América do Sul como Chile e Colômbia, o modelo de parede e concreto já é uma alternativa de construção industrializadas.

2.7.1 Histórico

Em 1980 a empresa Gethal, brasileira, fundada em 1946 em Caxias dos Sul –RS, desenvolveu a tecnologia de parede e lages em concreto celular moldado in loco. Os produto demonstrou ser melhor tecnicamente e de menor custo comparado ao concreto convencional e aos sistemas tradicionais. Na mesma época, uma empresa francesa de nome Outinord utilizava um sistema de parede de concreto moldados no local, onde era utilizado forma metálicas em formato de túnel que permitiam a concretagem simultânea de paredes e lages. Ela chegou a ser importada para Brasil, mas não teve sucesso. Tais sistemas (Gethal e o Outinord) já mostravam a visão da industrialização na construção civil.

No final do ano de 2006 a empresa Rodebens Negócios Imobiliários, foi a primeira empresa a adotar o método parede de concreto em seus empreendimentos. No final do ano de 2006 a empresa recebia os primeiros jogos de forma para construção de um condomínio na cidade de São José do Rio Preto (SP). As formas de alumínio foram compradas nos Estados Unidos. Geraldo Cêsta também explica que já existia formas de plástico para serem comercializadas no Brasil, porém a qualidade era inferior ao que se tem hoje e a utilização na época era muito restrita.

Com o avanço do sistema construtivo parede de concreto, no ano de 2007 a ABCP(Associação Brasileira de Cimento Portland), juntamente com associação brasileira das empresas de serviços de concretagem (ABESC), e o instituto brasileiro de telas soldadas (ITBS), começaram a fazer visitas em obras nas capitais com o objetivo de aprofundar o conhecimento das edificações, feita pelo método parede de concreto moldado in loco. A partir disso, os profissionais constataram que a utilização desse método poderia trazer ótimos resultados no ramo da habitação. E teve como objetivo criar um texto pré- normativo para nortear as obras que

estavam já utilizando o sistema. No procedimento, descreve cálculos para edifícios em parede de concreto de até 5 pavimentos e dando sequência em pesquisas e tomaram como base edificações em outro países, onde o sistema era bem consolidado e bem sucedido.

Outro ponto importante foi a iniciativa da criação do Grupo Parede de Concreto, o qual teve forte participação de projetos estruturais, professores de universidades e outro profissionais.(Braguim2013).

Segundo (Nunes 2011), as inspirações mais conhecidas para o processo da utilização e pesquisa,vem dos países como a Colômbia, México e Chile. Onde obras de grande porte já haviam sido construídas e já havia nessas obras relatos da existencia dessas inspirações, como no México que já havia conjuntos de residencias de 20 pavimentos e na Colômbia um edificio de 25 pavimentos.

Em 2009 o governo federal criou um programa social com um objetivo de diminuir déficit habitacional do país chamado de Minha casa Minha vida. O programa foi um forte e um importante impulso do crescimento do sistema construtivo de parede de concreto(Braguim 2013).

Figura 9 demonstra o sistema de parede de concreto moldado in loco , esses edifícios predominam principalmente nas regiões norte e nordeste brasileiro.

Figura 9-Edifícios sendo executado em parede de concreto.



Fonte: massa cinzenta (2016).

Devido o programa federal ser financiado pela Caixa econômica federal, necessitou que houvesse um estudo de viabilidade sobre a tecnologia. Em 2007 o grupo parede de concreto foi instalado na associação brasileira de cimento portland (ABCP).

2.7.1.1 Normatização

Com a o avanço do sistema construtivo da parede de concreto e já com uma normativa existente, em maio de 2012 foi regulamentada a norma brasileira – parede de concreto moldado in loco para a construção de edificações e seus requisitos e procedimentos. (ABNT 16055:2012). Com o regulamento em vigor foi dado um suporte para empresas construtoras e profissionais das construções que desejam trabalhar com o sistema.

Depois de ser realizados os estudos e pesquisas acerca do sistema, a norma levou oito meses para ser escrita e submetida à consulta da ABNT, para assim ser aprovada e publicada. Segundo Rubens Monge, coordenador do grupo parede de concreto da ABCP, na época, disse que já havia milhares de unidades habitacionais construídas com esse sistema e na norma, foram colocadas as práticas já utilizadas e comprovadamente corretas (Corsini,2012).

A norma se aplica em qualquer geometria de construção (em plantas ou alturas), com paredes de concreto moldado in loco com fôrmas removíveis.As características dos projeto devem seguir os seguintes aspectos:

- Concretagem simultânea de parede e lajes (ou com especificação de ligação armada entre elas);
- Uso de concreto comum ou autoadensável, com densidade normal de $2,0\text{tlf/m}^3$ a $2,8\text{tlf/m}^3$, com resistência característica à compressão aos 28 dias entre 20 MPa e 40Mpa;
- Uso de telas soldadas telas soldadas distribuídas em toda a parede, com armaduras mínimas indicadas nanorma;
- A espessuras mínima das paredes com altura de até 3 m deve ser de 10 cm. Destaca- se que se tem a permissão para uma espessura de 8 cm apenas nas paredes internas de edificações de até dois pavimento. Já as paredes com altura maiores, a espessuras mínimas deve ser $1/30$ do menor valor entre a altura e metade do comprimento e equivalente da parede;

- Nas paredes de até 15 cm, podem ser utilizadas telas centradas, paredes com mais de 15 cm, assim como qualquer parede sujeita a esforços horizontais ou momentos fletores aplicados, devem ser armadas com duas telas.(ABNT,2012).

A NBR 16055 (ABNT, 2012) ressalta que vale para projetos que especifiquem concreto comum ou auto adensável. As especificações do concreto para o devido projeto referido devem estabelecer os seguintes aspectos:

- Resistência à compressão para desforma compatível com o ciclo de concretagem;
- Resistência à compressão característica aos 28 dias(f_{ck});
- Trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone, consistência específica para 22+- 2cm (slump test).
- Classe de agressividade do local de implantação da estrutura conforme a NBR 12.566;

Os espaçamentos devem ser determinados através de dados no projeto e nos ensaios específicos. Na falta do ensaio se adota distanciamento máximo de 8 m entre juntas para paredes internas e 6 m para paredes externas. ABNT 2012.

2.7.2 Características gerais no projeto

No sistema construtivo de parede de concreto é formado basicamente por três elementos essenciais: concreto, forma e armação. De acordo com a NBR 16055 2012. Esse conjunto deve atender os requisitos e a qualidade que pede no projeto e dos materiais descrito na norma. No conjunto final desses elementos ele deve gerar um produto final, onde resista a todas as ações que produzem efeitos significativos na construção (tanto na construção quanto na vida útil).

2.7.2.1 Concreto

O concreto é o material principal empregado no sistema parede de concreto, assim para garantir a segurança e a qualidade, vários tipos de concreto foram testados embasados na norma de desempenho NBR 15575 afim que pudessem compor o sistema construtivo parede de concreto. Neste ensaio foram levados em conta o desempenho térmico, acústico, resistência e permeabilidade. Em geral, quatro tipos de concreto são indicados para uso neste sistema (ABCP, 2007) são eles:

- Concreto celular (L1): No processo da produção do concreto celular é adicionada uma espuma que gera bolha de ar, assim trazendo a baixa massa específica e o bom desempenho termoacústico;
- Concreto com agregados leves ou com baixa massa específica (L2): preparação de agregados leves resultando em um bom desempenho termo acústico L1.;
- Concreto com alto teor de ar incorporado- 9% (M): suas característica e produção são semelhantes ao concreto celular;
- Concreto convencional ou autoadensável (N): concreto mais recomendado é considerado uma excelente alternativa no uso da parede de concreto, pois suas aplicações são rápidas e um material extremamente plástico. É um concreto que recebe adição de superplastificantes para atingir seu objetivo final.

A tabela 3 apresenta o resumo dos tipos de concreto recomendados, o concreto autoadensável tem sido o mais utilizados devidos os fatores que facilitam no processo, como rápidas aplicações e a ausência de vibradores.

Tipo	concreto	Massa específica (kg/m³)	Resistência mínima à compressão (MPA)	Tipologia usualmente utilizada
L1	Celular	1500- 1600	4	Casa até 2 pavimento
L2	Com agregado leve	1500- 1800	20	Qualquer tipologia
M	Com alta teor de ar incorporado	1900-2000	6	Casa até 2 pavimento
N	Convencional ou autoadansável	2000- 2800	20	Qualquer tipologia

Fonte: ABCP 2007

Ainda vale ressaltar que os cuidados devem ser observados a partir do recebimento. É necessária uma checagem criteriosa, a NBR 16055:2012 também indica que as outras normas regulamentadoras referentes ao concreto sejam seguidas. Como a classe de agressividade do local de implantação da estrutura deve ser conforme a NBR 12566- concreto de cimento portland. A trabalhabilidade, a qual a medida é no teste de abatimento do tronco de cone (slump test) recomenda-se um valor entre 180 e 230mm, conforme a medida NBR NM 67, o teste de espalhamento (slump flow) deve ser feito conforme NBR 15823-2 concreto autoadensável recomenda-se um valor entre 600 e 750mm.

2.7.2.2 Fôrmas

A escolha de fôrma adequada é o fator determinante na potencialização da produtividade. A ABNT NBR 16055:2012, afirma que o sistema de fôrma é composto de uma estrutura provisória, onde o objetivo é moldar o concreto fresco. Ainda conforme a NBR 16055:2012, o sistema de fôrma deve ser projetado e construído de modo onde atinge algumas características.

São diversos tipos de fôrmas para as paredes de concreto moldado in loco. Hoje os tipos mais utilizados são as fôrmas de alumínio, madeira e a plástica. A NBR 16055:2012 especifica algumas características no sistema de fôrmas, que devem ser projetadas e construídas de modo que:

- Elas devem resistir à diversas solicitações durante o seu processo executivo, como: ações ambientais, cargas de estruturas temporária, acidentes causados pelo lançamento e adensamento de concreto na estrutura;
- Obter uma rigidez suficiente para garantir a especificação do projeto e as suas integridades dos elementos estruturais;
- Garantir o estaqueamento e a conformidade com a geometria das peças que estão sendo moldadas.

A ABESC (2012) afirma que a escolha da fôrma adequada é um fator determinante na potencialização da produtividade e economia na obra.

- Fôrma metálica: peças em alumínio ou aço, que formam painéis e dão formas de acabamento à estrutura concretada. São acessórios principais que compõem essas fôrmas; são espaçadores, pinos e cunhas. Os painéis têm modulação de até 80 cm de comprimento, suas dimensões múltiplas de 5cm e a altura pode ser de até 2,30m e os painéis resistem a pressões de até 47K_n/m².

Figura 10- Conjunto de fôrmas metálicas.



Fonte: www.comunidadeconstrucao.com.br

- Fôrma plástica; peças feitas com plásticos recicláveis. A função delas é tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada.

Figura 11- Conjunto de fôrma plástica



Fonte: edisciplinas.usp.br

- Fôrma compensados: formadas por peças em aço ou alumínio em forma de quadros onde se utilizam chapas de compensados 12mm de madeira ou um material sintético para dar o seu acabamento e o fechamento da estrutura concretada. Tem um peso de 25 Kg/m², pode ser reutilizadas entre 50 a 80 vezes.

Figura 12- Conjunto de fôrmas compensadas com metálicas junto



Fonte: www.comunidadeconstrução.com.br.

O site Comunidade do Concreto dá 10 dicas para fazer um bom escolha hora da compra ou aluguel de uma fôrma:

- 1 Produtividade de mão de obra na operação do conjunto;
- 2 Peso por m² dos painéis;
- 3 Número de peças do sistema;
- 4 Durabilidade de chapas e número de reutilizações;
- 5 Durabilidade da estrutura e quadros;
- 6 Modulação dos painéis;
- 7 Flexibilidade diante das opções de projeto;
- 8 Adequação à fixação de embutidos;
- 9 Análise econômica, comercial, locação e venda;
- 10 Suporte técnico do fornecedor, suas capacidades instaladas, área de cobertura, agilidade de atendimento, oferta de treinamento e assistência técnica.

Quadro 1 apresenta as principais vantagens e desvantagens dos tipos de fôrmas.

SISISTEMA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Fôrma plástica	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis leves. • Baixo custo de aquisição. • Possibilidade de modelação. • Disponibilidade de locação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade com prumo e alinhamento. • Acabamento superficial ruim. • Menor durabilidade. • Poucos fornecedores.
fôrmas convencional (metálicas e chapas de compensados)	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento nacionais, tendo um custo menor. • Maior durabilidade. • Montagem fácil • Bom acabamento superficial. • Grande disponibilidade no mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis mais pesados. • Necessidade de troca frequente das chapas. • Dificuldade de modulação. • Grande quantidade de peças soltas.

<p>Fôrmas de alumínio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis duráveis. • Equipamento leve. • Qualidade no prumo e alinhamento. • Bom acabamento superficial. • Rapidez na montagem dos painéis. • Boa estanqueidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo para aquisição. • Pouca disponibilidade no mercado nacional. • Necessidade de captação de mão de obra.
----------------------------------	--	---

Fonte: Faria 2008

2.7.2.3 Escoramentos

No processo construtivo, o escoramento recebe um conjunto grande de esforços onde resulta da junção da carga do seu peso próprio mais o peso da estrutura e das cargas acidentais que pode ocorrer no processo da execução da estrutura. No projeto de escoramento deve ser considerada a deformação e a flambagem dos elementos além das vibrações que o escoramento estará sujeito.

A NBR 16055, 2012 alerta que para evitar recalques ou deformações do escoramento em função dos esforços recebidos por ele, algumas preocupações devem ser tomadas; como prever apoio de concreto ou piso para apoiar as escoras e ajustar os níveis de local bem como garantir a distribuição das tensões.

2.5.3.1 Armação

As armaduras no sistema aborbado, mostra a necessidade de três requisitos que a armação deve atender: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétricas, hidráulicas e gás embutidos. Hoje existem dois tipos de armadura que são utilizadas nas paredes e lajes:

- Tela de aço eletrossoldadas, que é uma armadura pré-fabricada, em forma de redes de malha, construídas de fios de aço longitudinais e transversais, sobrepostos e soldados em todos os pontos de contato (nós), destinadas a arma concreto. Figura 13.

- Aços em barras devem atender o projeto, e obedecer a ABNT NBR 7480- Barras e fios de aço destinado a armaduras para concreto.

Figura 13- telas de aço eletrossoldadas



Fonte: Comunidade do concreto

Figura 14- telas em aço e barras de apoio.



Fonte: Comunidade do concreto.

A ABCP (2007) afirma que é normal o uso de telas soldadas no eixo das paredes e barras em pontos estratégicos como cintas, vergas e contra vergas.

Toda a armadura deve ser montada de acordo com o projeto estrutural, não podendo ter alteração em armadura de especificação diferente sem antes consultar o projetista.

Devendo todas as peças serem bem identificadas para evitar confusões e erros. (NBR 16055, 2012).

2.7.3 Processo Construtivo da Parede de Concreto

A seleção do tipo da fundação deve considerar a segurança, estabilidade, durabilidade e a questão do alinhamento e nivelamento necessário para a produção das paredes, (Comunidade da construção 2007).

2.7.3.1 Fundação

Em qualquer método construtivo o principal é uma fundação bem elaborada e resistente. No método construtivo de parede de concreto moldado in loco, não é diferente.

Na hora de fazer a escolha da fundação deve-se levar em conta as condições do local do empreendimento, clima, resistência mecânica do solo e a geografia do local.

Bonackeski (2006) diz que o tipo de fundação mais utilizada é o radier, que deve ser construído com um espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos das fôrmas, permitindo o apoio e facilidade de montagem.

Ainda vale ressaltar que não existe restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotada. Podendo empregar os sistemas em sapata corrida, laje de apoio (radier) e blocos de travamento para estacas ou tubulões conforme a exigência do projeto.

Com o detalhamento da fundação definida, são construídas contendo o embutimento das tubulações de água servidas e outros ponto de conexão. Antes de executar a concretagem, devemos posicionar as tubulações com um auxílio de um gabarito específico (Comunidade da construção, 2007).

Podemos levar em consideração alguns fatores que devem ser observados nessas etapas:

A locação e o nivelamento das fundações devem estar de acordo com o projeto arquitetônico e das fôrmas;

Devem-se tomar todas as precauções para evitar que a umidade do solo migre para a edificação;

Recomenda-se a realização de cura úmida de concreto por um período mínimo de sete dias para fundação em laje radier;

A concretagem das fundações tipo radier é feita de forma convencional, diretamente do caminhão betoneira sobre uma lona plástica que cobre uma camada nivelada de brita, com uma espessura mínima de 3cm.

2.7.3.1.1 Armação e modelagem

Em relação a armação da estrutura adotada no sistema de parede de concreto, varia de acordo com as dimensões e as cargas atuantes na edificação. Da Silva (2007) relata que o primeiro passo é fazer o alinhamento de ferro de arranque, que são posto a cada 50 cm (aço CA 60; Ø 5mm) sendo fixados na telas soldadas .

Após a execução das armaduras, devem ser posicionadas as tubulações elétricas, caixas hidráulicas, gases e eletrodutos e telas soldadas posicionando conforme o dimensionamento do projeto. Os pontos devem estar perfeitamente fixados para evitar deslocamento na concretagem (Faria2009).

Figura 15- Eletrudotores e caixa elétricas.



Fonte: Modular

De forma alguma não é permitido que tubulações passem nos encostos de parede, assim como também não admitem tubulações horizontais. Salvo se for trecho de até um terço do comprimento da parede, não podendo ultrapassar 1 metro.NBR 16055 (2012). Para dar continuidade nas estruturas, deve ser prevista a colocação dos arranques em quaisquer lugares, passando a ser dada a continuidade na armação.

Para garantir o correto posicionamento da armadura e a geometria na fixação dos painéis, se faz necessário a aplicação de espaçadores na armação, tubulação hidráulica e eletrodutos, a fim de garantir a cobertura mínima de concreto, assim evitando fissuras e eventuais exposições de armadura.

2.7.3.1.2 Montagem das fôrmas

Para fazer a montagem das fôrmas é necessário acompanhar o projeto e verificar se todos os materiais estão presentes na obra. É de extrema importância que os painéis sejam numerados e indicados com a numeração do projeto.

Os painéis que irão compor as fôrmas na parede devem ser preparados para a sua montagem. Nesta etapa é aplicado desmoldante próprio para o tipo de material a ser utilizado, o que impedirá que o concreto grupe nos painéis, dificultando o acabamento com a textura.

Segundo a ABCP (2007) a montagem das fôrmas depende do tipo de fôrmas escolhidas e seguindo a sequência executiva do projeto. Geralmente se inicia a montar a partir das quinas e em seguida os painéis internos. A figura 16 ilustra a montagem de fôrma, neste caso está sendo utilizada fôrma metálica.

Figura 16- Montagem das fôrmas



Fonte: ferreira (2012)

Conforme PEIXOTO, (Alves, Peixoto;2011) a montagem deve dar sequência ao projeto original, devendo obedecer rigorosamente o nivelamento da laje de piso as marcações de linhas de parede no piso, tendo a fixação dos painéis internos primeiro e painéis externos em seguida, assim tendo sua montagem pareada.

Os painéis possuem pequenos furos onde são encaixados os pinos com buchas que determinam a espessura da parede onde poder ser de 8, 10, 15 cm conforme o projeto estrutural. Esses furos são essenciais para fazer o alinhamento das paredes quando elas forem fechadas. Depois da desforma os furos são preenchidos com argamassa.

A NBR 16055;(2012) enfatiza a importância e a necessidade da conferência do escoramento já aprumados e alinhadores horizontais antes da concretagem. Também deve verificar os estaqueamentos das fôrmas, assim evitando o vazamento do concreto e retrabalho no processo.

De acordo com ALVES E PEIXOTO, no sistema de concretagem possibilita a concretagem das lajes juntamente com as paredes, lembrando que não há uma restrição para o tipo de lajes. FARIAS (2011), enfatiza que depois dos procedimentos de posicionamento das fôrmas, escoramento, eletrodutos e tubos hidráulicos, é necessário fazer o nivelamento para evitar possíveis problemas na concretagem do pavimento superior se for necessário.

2.7.3.1.3 Concretagem e suas aplicações

A concretagem é a etapa fundamental para que a estrutura garanta a qualidade e edificação exigida no projeto. Na aplicação do concreto nas fôrmas, deve obedecer o planejamento detalhado levando em consideração as características do concreto a ser utilizado.

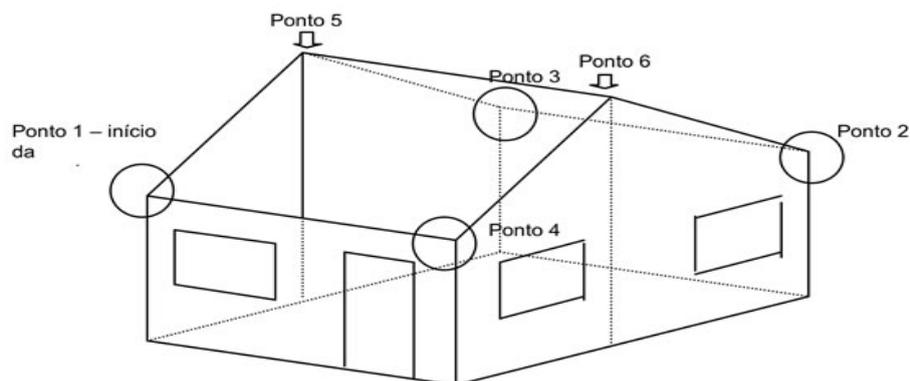
Na execução da concretagem, a atividade deve ser bem planejada e obedecer os critérios de escolha de ponto, de forma que o concreto ocupe homogeneamente todos os espaços vazios sem a presença de vibradores. NBR 16055;(2012).

Ao fazer a concretagem com o uso de concreto auto-adensável ou celular deve ser levado em consideração a alta fluidez do concreto semelhante a um líquido, onde assim irá preencher os vazios das fôrma. No lançamento do concreto há um critério de escolha de ponto, de modo que a massa fluida possa se espalhar homogeneamente pelas fôrmas sem quaisquer dificuldades de preenchimento (Comunidade da construção2011).

No processo de concretagem devemos fazerem “pontos”, onde se iniciam os cantos da edificação até atingir uma significativa parcela da parede próxima a este ponto. Depois se muda para a posição ao canto oposto, assim o procedimento se repete e é feito nos quatro cantos opostos da estrutura.

Finalizam-se a concretagem com o lançamento na linha mais elevada das fôrmas dos moldes para casa de térreas. Conforme a figura 17- indica os pontos onde deve ser feito o lançamento do concreto.

Figura 17- Pontos de lançamentos do concreto.



Fonte: Comunidade da construção

De acordo com os autores, o concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final. Ressaltam também, que é importante ter o cuidado para manter a homogeneidade do concreto na hora da sua aplicações.

Alguns cuidados que devemos ter no procedimento que começa no recebimento e vai até a sua trabalhabilidade:

Recebimento ou transporte:

O mais indicado é o uso de caminhão betoneira, com o material carregado para produção do concreto dosado em uma central. Um fator muito importante no procedimento é o tempo de transporte decorrido entre o início da mistura, onde se conta a partir da primeira adição de água, até a entrega do concreto na obra;

- Tempo de transporte deve ser fixado de modo que o fim do adensamento não ocorra após o início da pega do concreto;
- Tempo decorrido entre o início da mistura até a entrega do concreto deve ser inferior a 90 minutos e o tempo decorrido entre o início da mistura na central e final da descarga no concreto não pode ultrapassar 150 min.

- Concreto auto-adensável (tipo N) deve ser aplicado 40 mim após ser aplicado o aditivo,concreto celular (tipo L1) deve ser ser aplicado na fôrma em até 30 mim após ser feita o processo de mistura daespuma.
- Para alguns tipos de concreto a mistura é completada no local da obra: a incorporação de spuma (concreto celular- tipo L1), do agente incorporador de ar (concreto com alto teor de ar incorporado – tipo M) ou aditivo superplastificante concreto convencional ou auto- adensável- tipo N). Estas adições devem ser conferidas com as especificações de projeto e danota fiscal (Comunidade da construção, 2011).

2.7.3.1.4 Trabalhabilidade e controle de recebimento do concreto

Segundo DA SILVA (2007), o concreto deve passar por alguns testes antes de sua aplicação no canteiro. Buscando saber e verificar como está a consistência do concreto e se não ultrapassou o abatimento (SLUMP) ou espalhamento (flow) , no caso do concreto auto-adensável,onde o mesmo recebe aditivo fluidificante que aumenta o seu abatimento.

Antes da aplicação deve ser feito um controle do concreto fresco, logo na chegada do caminhão betoneira na obra, sendo realizada uma amostragem de concreto conforme a norma ABNT NBR NM 33. Os ensaios necessários são:

- Slump; sempre realizado antes da descarga do caminhão. Teste para ver a trabalhabilidade doconcreto;
- Slump flow ou espalhamento: realizado depois da medição do slump e antes da descarga docaminhão;
- Massa específica do concreto: de acordo com a ABNR NBR 9833, realizado para tipo L1, L2 eM;
- Moldagem de corpo de prova: em um terço médio do volume transportado por um caminhão betoneira, deve-ser colher um volume de concreto para moldar corpo de prova cilíndrico, conforme descreve a norma ABNTNBR5738(Comunidade daconstrução).

SANTOS (2012), explica que a velocidade da aplicação do concreto na obra e a

utilização de bomba lançam, elimina a perda da trabalhabilidade do concreto na hora da concretagem das paredes. Não são admitidas interrupções com duração superior a 30 minutos. Se ultrapassado esse tempo fica caracterizado uma junta de concretagem. Caso encontrado um novo lançamento de uma camada de concreto, após o início da sua pega, deverá seguir recomendações para junta de construção; juntas frias.

2.7.3.1.5 Desforma

Santos (2012) diz que um ponto importante da desforma é quando o concreto adquire uma resistência de 1 Mpa. Onde é visualmente previsto para 12 horas após a sua concretagem. Já Venturini, (2011) fala que depois de uma média entre 12 a 14 horas após concretagem adquire a resistência mínima de 3 Mpa, sendo possível começar a desforma, minimizando os impactos para evitar o surgimento de fissuras. Deve-se obedecer à sequência da numeração dos painéis, que será a mesma utilizada em uma novamontagem.

Devem-se evitar choques ou esforços no concreto durante a desforma, assim preserva a estrutura.

Caso haja pavimento superior a desforma só pode ser feita depois de um estudo para não comprometer a laje executada. Faria (2011).

2.7.3.1.7 Cura do concreto

A norma Brasileira NBR 12645 (Execução de parede em concreto celular espuma moldado no local, 1992), diz que a cura do concreto deve ser iniciada logo após a desforma, para que o concreto não seque de forma prematura. Já a NBR 16055 (2012), vem completando que quanto antes for feita a cura, menor a probabilidade de aparecer as fissuras superficiais, já que a área de concreto exposta é muito extensa.

Um dos métodos mais comuns de cura ocorre por molhagem, ou seja, é um umedecimento do concreto com água. Para isso é necessário que o concreto esteja continuamente em contato com a água por pelo menos três dias, molhando a paredes pelos menos 5 vezes ao dia (regiões com grande incidência de ventos nesse período deve ser maior). (Comunidade da construção, 2011).

2.7.3.1.7 Acabamento

Ribeiro (2010), explica que logo após a desforma recomenda-se fazer o procedimento de controle de qualidade. Esse procedimento indica eventuais defeitos de execução. As paredes depois de desformadas precisam estar niveladas e aprumadas com uma textura regular, apenas mostrando sinais da superfície das junções entre painéis e furos das ancoragens.

Nas junções dos painéis, podem ser criado maninas de concreto, que acabam saindo na superfície e marcando essas áreas, devem ser removidas com uma espátula logo após a desforma e os furos de ancoragens devem ser preenchidos com argamssas de cimento e areia.(ABCP, 2008)

A eliminação de chapisco e reboco é uma das grandes vantagens do sistema, caracterizado por ser uma parede mais lisa comparada ao outros sistemas. Não há nenhuma restrição do tipo de acabamento a ser aplicado na parede de concreto.

2.7.4 Características e seu desempenho

Segurança contra incêndio: segundo a norma pede 30 mim de estabilidade em caso de emergência, por ser material composto de elementos incobustibebel, e seus material de acabamento tem propriedade adequedas para enfretarpropagaçãoodechamas (Silva,2011);

Desempenho acústico: conforme a NBR 16055;2012, para efeitos de avaliação técnica, as lajes de concreto armado destinada a unidade habitacional, com emprego de concreto comum, a espessura de 10 cm atendem ao critério relativo ao desepenho acústico e isolamento de ruidos aéreos para esses tipos de contrução.

2.7.4.1 Vantagens e desvantagens

Podemos dizer que é um sistema que se baseia completamente em um conceito de industrialização da produção, de materiais e equipamento, mecanização e modulação. ABCP, afirma que as vantagens referentes aos sistemas parede de concreto moldado in loco, é referente a tempo de obra e custo oferecido, levando em consideração a diminuição da mão de obra em até 70% comparada em outros métodos tradicionais.

Vale ressaltar ainda, que como as redes hidráulicas elétricas já são embutidas na parede e concretadas já prontas, reduzem não só o tempo de execução, mas também custo na obra, além de reduzir a geração de entulhos. (ABCP.2012).

2.7.4.2 Vantagem

De acordo com a Comunidade da construção (2012) entre as principais vantagens estão:

- a) Velocidade de execução;
- b) Custo geral da obra competitivo;
- c) Execução simultânea da estrutura e vedação;
- d) Industrialização do processo;
- e) Controle de qualidade;
- f) Eliminação de chapisco e reboco;
- g) Resistência ao fogo;
- h) Desempenho térmico e acústico;
- i) As fôrmas são reutilizáveis.

Na utilização do sistema de parede de concreto ele oferece um controle total das etapas, sem desperdício, sendo mais apropriado no que se refere a prevenção de geração de resíduos se comparado aos sistemas convencionais. ABCP(2012).

2.7.4.3 Desvantagens

O sistema de parede moldado in loco apesar de apresentar ótima vantagens, ele apresenta também algumas desvantagens, segundo Sacht (2008):

- a) Baixa flexibilidade;
- b) Custo e função de reutilização das formas e da velocidade de execução;
- c) Necessita de equipamento de grande porte para transporte das formas;
- d) A viabilidade se dá apenas na produção repetitiva e em grande escala;
- e) Dificuldade na realização de ampliação e reformas;
- f) Manifestação patológicas, principalmente as fissuras, e falhas na concretagem.

2.8 Viabilidade econômica

Encontramos o benefício na economia da construção do sistema parede de concreto moldado in loco, tem um alto grau de ganho na produtividade, atendendo o empreendedor que irá produzir mais, em menos tempo.

2.8.1 Análise do custo econômico na obra

Segundo o grupo parede de concreto, quando se refere em tempo e produtividade o sistema é duas vezes mais produtivo que sistema de alvenaria (estrutural e não estrutural). Por ser um fato que é um processo industrializado, o sistema foge do método artesanal, que é muito utilizado na alvenaria.

O uso de parede de concreto no Brasil foi implantado pelo programa minha casa minha vida. Até 2019, 65% dos projetos destinados ao programa utilizavam a tecnologia. Mas hoje ela já está sendo incorporada também na construções de casa de alto padrão e agora em prédios de grande porte. (Parede de concreto ABCP, 2020).

Essa tecnologia é uma alternativa viável para projetos de edifícios altos, sendo uma “cópia, cola”. No Brasil no 1º semestre de 2020 foi inaugurado um prédio com mais de 20 pavimentos. Em Santa Catarina, na cidade de Balneário Camború, está em construção o mais

novo e o maior edificação do país com a utilização do sistema, empreendimento de uma construtora privada que terá 50 pavimentos e 160 metros de altura.

Peixoto e Alves (2012) e Santos (2013), citam que em estudos de casos realizados chegaram a valores de 1,5 e 1,8% de economia quando utilizado o sistema de parede de concreto comparado ao sistema de alvenaria.

Ao se tratar de produção em larga escala, a utilização do sistema com condições técnicas ideais para construção em conjunto habitacional, atendendo de grande e médio porte, exigem prazos de entrega curto (Mapa na obra 2013). Pode-se dizer que há ganhos em todos os aspectos como:

- Produtividade: é reflexo do tempo de obra, a qual o sistema é extremamente reduzido comparado ao sistema tradicionais;
- Custo de obra: lucro à medida que a produção ganha impulso e velocidade, sendo concluída antes do tempo previsto em outros sistemas;
- Mão de obra: número de colaboradores pode ser reduzido quando comparado aos demais sistemas. Também pode ser exercida a multifuncionalidade da equipe de trabalho onde um mesmo colaborador consegue alternar as atividades;
- Acabamento: com o método tradicional de alvenaria é necessário a aplicação de chapisco, o reboco ou emboço. Já no sistema parede de concreto quando bem executado, o acabamento final é suficiente para que a edificação já possa ser pintada ou receber o assentamento cerâmico.

Segundo o presidente da ABSC, Jairo Abud, a utilização do concreto auto-adensável é o que justifica o rendimento na produtividade. Compensando a diferença de valores para o concreto convencional, ainda ressalta que todas as construtoras que passaram a utilizar o sistema parede de concreto não retornam mais para os sistemas tradicionais de construção. (Parede de concreto, 2020).

2.9 Análise ambiental

O sistema parede de concreto moldado in loco é uma alternativa para a sustentabilidade na construção civil, por ser uma construção moldada suas paredes são feitas de fôrma, assim é quase zero o número de entulho no canteiro.

2.9.1 Geração de resíduos

O avanço do sistema parede de concreto moldado in loco pode ajudar a diminuir a estatística da geração de resíduos da construção civil. Destaca-se que os canteiros de obra são mais limpos. revista Concreto e construção. ed. 90 (2018) Ainda afirma que os desperdícios de material é baixo nesse sistema construtivo. A geração de resíduos é baixa por motivos como:

- Evita os recortes na parede para passagem de tubulações hidráulicas;
- Recorte para passagem de instalações elétricas;
- O uso de fôrma dando a oportunidade de usar a mesma vez;
- Canteiro de obra mais organizado e limpo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a grande demanda da construção civil, ela se vê com um déficit de qualidade e agilidade nas construções. Esse estudo abordou e analisou dois sistemas construtivos, o sistema construtivo de alvenaria de vedação e o sistema construtivo de parede de concreto moldado in loco.

No sistema construtivo da alvenaria de vedação verificamos as suas vantagens e desvantagens do processo e suas técnicas de execução. Observa-se que o sistema de vedação foi e ainda é muito usado no Brasil e no mundo, tanto nas construções residenciais como em edifícios de grande porte. Apesar de ser um método milenar, foi se aprimorando ao longo dos anos. A alvenaria de vedação de tijolos cerâmicos não tem fim estrutural, já que a sua utilização é apenas para fins de vedação, além de ser um processo totalmente manual, assim exigindo mais mão de obra, apesar de não requerer qualificação dos colaboradores. Outro ponto negativo e relevante é o alto índice de desperdício de material na obra, o que gera um alto número de entulhos, que muitas vezes são descartados em lugares não apropriados. Esse desperdício de material causa uma grande perda econômica e também impactos ambientais.

O sistema construtivo de parede de concreto moldado in loco, tem um histórico recente no Brasil. Um processo totalmente industrializado traz a sistematização de produção simples e bem organizado no canteiro de obra, levando uma alta produtividade nas construções.

O sistema traz junto com ele inúmeras vantagens como: a velocidade na execução da obra, assim reduzindo muito o prazo da entrega, o sistema industrializado e racionalizado que tem um bom desempenho estrutural atendendo todas as necessidades.

Podemos notar ainda que entre as vantagens e desvantagens o sistema construtivo parede de concreto, tem um destaque a mais, por racionalizar a mão de obra e o material, pelo ganho na produtividade, sua rápida execução e levando em conta também o desperdício de matéria prima que é muita baixa.

Diante do estudo foi feita as comparações entre os métodos citados acima o que podemos concluir que ambos os sistemas tem seus pontos positivos e negativos. Com a observação pode-se dizer que o sistema construtivo parede de concreto moldado in loco, chegou no mercado de trabalho da construção civil em uma hora importante. Mesmo diante de algumas barreiras culturais e econômicas encontrada, mas esse sistema foi importante para

impulsionar a construção de maneira inovadora ,assim atendendo a crescente demanda de moradias com um curto prazo de entrega.

Comparado com a alvenaria de vedação, o sistema de parede moldado in loco se destaca na qualidade e no prazo de entrega de obra, onde traz uma redução econômica e ambiental, já que o método de vedação precisa fazer retrabalho no seu acabamento, como o corte da parede para passagens das instalações elétricas e hidráulicas e seus acabamantoa para dar um bom aspecto final na parede, sabendo-se que a parede de concreto e suas instalações são embutidas na hora da concretagem, assim evitando o seu corte.

Em relação a parede de concreto não precisa de acabamento assim ela faz a eliminação dos chapiscos, emboços e rebocos e a eliminação de assentamento da alvenaria é o fator que mais chama atenção. Com o estudo foi possível ver que esse processo construtivo apresenta características positivas quando comparado com o sistema de alvenaria de vedação.

Porém, o sistema parede de concreto só é vantajoso e se torna viável a partir de um elevado número de repetições e com a características arquitetônicas idênticas, pois as fôrmas usadas na execução são padronizadas, podendo ser usadas em uma escala de casas idênticas ou edifícios que segue um padrão. Em edifícios tanto populares como também em obras privadas.

Visando isso o sistema de alvenaria de vedação se torna viável ainda na aplicação de casa residenciais, que contém suas arquiteturas diferentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS NBR 16055:2012-Parede de concreto moldada no loco para a construção de edificações – requisitos e procedimento. Rio de Janeiro 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS NBR 12655- Concreto de cimento portland- preparo, controle, recebimento e aceitação.

AZEVEDO, Hélio Alves de. O edifício até sua cobertura. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. 125p

Alves, Cleber de Oliveira; Peixoto, Egleson José dos Santos. ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO ARMADO MOLDADO NO LOCAL COM FÔRMAS DE ALUMÍNIO..trabalho de conclusão de curso (curso superior engenharia civil), centro de ciências exatas e tecnologia da universidade da Amazônia, Belém 2011.

ABESC, associação brasileira das empresas de serviços de concretagem. PAREDE MOLDADA IN LOCO. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/assets/files/concreto-em-destaque.pdf>, acesso em 15 novembro, 2020.

Associação Brasileira de Cimento Portland
(ABCP) SISTEMAS

CONSTRUTIVOS RACIONALIZADOS PERMITEM OBRAS MAIS RÁPIDAS E EFICIENTES, 2012. Disponível em

<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/sistema-construtivo-racionalizados-permitem-obras-mais-rápidas-e-eficientes>, acesso em 16 novembro 2020

AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. Resíduos da

construçãocivil em salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. 2006.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/%0D/esa/v11n1/29139.p](http://www.scielo.br/pdf/%0D/esa/v11n1/29139.pdf)

df

acesso em 16 de outubro 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 307, 5 de Julho de 2002. DIRETRIZES, CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

CONAMA – Conselho Nacional do meio Ambiente. <https://www.gov.br/mma/pt-br> acesso em 17 novembro 2020

Concreto e construções (concreto para habitação, sistema construtivo parede de concreto, alvenaria estrutural e pré-fabricados de concreto) IBRACON . [Ed]. 90 abr _ junho de 2018. IRIA LÍCIA OLIVEIRA

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO PAREDE DE CONCRETO disponível em <http://www.Comunidadeconstrucao.com.br/sistema>

Corsini, R. PAREDE NORMALIZADAS REVISTA TÉCNICA, São Paulo; pini n 183 dez 2011. em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil143>

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO PAREDE DE CONCRETO disponível em <http://www.Comunidadeconstrucao.com.br/sistema>

DA SILVA, D.M.A. – Solo grampeado com concreto projetado. Dissertação de bacharelado. Departamento de Eng. Civil, UCSal. Salvador, 20

D2R ENGENHARIA. Vedações Verticais. Disponível em: <<http://www.d2rengenharia.com.br/vedacoes-verticais.php>>. Acesso em: 15 de

outubro 2020.

FILIPPE ARAÚJO, V LOPES BONACHESKI, ESPECIALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO E GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO UTILIZANDO PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “IN LOCO” – ESTUDO DE CASO.. ALVENARIA ESTRUTURAL. ESCOLA DE ENGENHARIA, Trabalho de Conclusão de Curso, PUC-RS. Porto Alegre: 2006. <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=119> acesso em: 18novembro2020.

FARIA, Renato. Paredes maciças. Revista Técnica, São Paulo, v. 143, n. 17, fev. 2009. Disponível em: . Acesso em: 23 outubro2020.

FARIAS , Renato, PAREDE MACIÇAS FÔRMAS METÁLICAS CONVENCIONAIS , PAINÉIS EM ALUMÍNIO E EM AÇOS SÃO AS OPÇÕES OFERECIDA PARA EXECUÇÃO DE PAREDES DE CONCRETO PARA CADA EMPREENDIMENTO UTILIZADOS EXIGE ESTUDO DETALHADO. Edição 143-fevereiro/2009, disponível em : [http:// techne.pini.com.br/engenharia-civil143/paredesmaciças](http://techne.pini.com.br/engenharia-civil143/paredesmaciças)

FEREIRIRA. R. Economia Concreta Revista Equipe de Obra, São Paulo; pini n 47 maiode2012. Disponível em <http://equipededeobra.pini.com.br/construcaorreforma/47/economia-concreto-ao-optar-por-parede-de-concreto>.

Minha casa minha vida parede de concreto.Núcleo de referência Parede deconcreto 2014. Disponível em:<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destque-interno/programa-minha-casa-minha-vida-e-parede-de-concreto>.acesso Acesso em 15 outubro2020.

Nucleo de parede de concreto<http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigo>. Acesso em:10 de

outubro 2020.

LIVROS: FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA DE EDIFICAÇÕES, MATERIAS E MÉTODOS,(EDWARD ALLEN, JOSEPH LANO,5ª EDIÇÃO)

LORDSLEEM JR., A. C. ; DUARTE, C. M. M. ; MONTEIRO, E. C. B.; BARKOKÉBAS JUNIOR, B. . **Metodologia de avaliação quantitativa da qualidade da obra.** In: V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2007, Campinas. Criação de valor na construção civil: teoria e prática,2007.

SCHNEIDER, D. M.; PHILIPPI, JR. A. Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo. Tese defendida em 2003, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo,2003.

HELENE ; ARAGÃO, **No prumo. (1ª EDIÇÃO,2017)**

MAPA DA OBRA. Parede de concreto reduz custo de obra com alta repetitividade 2016, disponível em:<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/parede-de-concreto-reduz-custo-de-obras-com-alta-repetitividade/>, acessado em 17 de novembro.