



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

YAGO CARNEIRO ARRUDA

**ESTUDO DE CASO SOBRE VÍCIOS CONSTRUTIVOS ENCONTRADOS EM
ESTRUTURAS DO TIPO PAREDE DE CONCRETO MOLDADA *IN LOCO***

FORTALEZA

2022

YAGO CARNEIRO ARRUDA

ESTUDO DE CASO SOBRE VICIOS CONSTRUTIVOS ENCONTRADOS EM
ESTRUTURAS DO TIPO PAREDE DE CONCRETO MOLDADA *IN LOCO*

Artigo TCC apresentado ao curso de Bacharel em Engenharia Civil da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO – como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia civil.

Orientador: Felipe Oscar Pinto Barroso

FORTALEZA

2022

YAGO CARNEIRO ARRUDA

ESTUDO DE CASO SOBRE VICIOS CONSTRUTIVOS ENCONTRADOS EM
ESTRUTURAS DO TIPO PAREDE DE CONCRETO MOLDADA *IN LOCO*

Artigo TCC apresentado no dia de junho de 2022 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia civil da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

Prof^o.

Orientador – Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Prof^a.

Membro - Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Prof^o.

Membro - Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Ao professor Felipe Oscar, ficam meus sinceros agradecimentos pela dedicação e companheirismo durante sua orientação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e em seguida agradeço a meus pais que forneceram toda a base para minha formação pessoal e profissional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO	19
2.1. Metodologia Construtiva da Parede de Concreto Moldado <i>in Loco</i>	19
2.2. Vantagens do Método Construtivo Parede de Concreto Moldado <i>in Loco</i>	21
2.3. Desvantagens do Método Construtivo Parede de Concreto Moldado <i>in Loco</i>	22
3. VÍCIOS CONSTRUTIVOS RELACIONADOS A PAREDES DE CONCRETO	22
3.1. Vícios que Afetam o Desempenho do Produto	23
3.2. Vícios que Causam Transtornos ou Prejuízos Materiais	23
3.3. Vícios por Falha de Projeto ou de Execução	24
4. METODOLOGIA.....	24
4.1. Caracterização do Local.....	24
4.2. Critérios Utilizados para Avaliar a Execução das Paredes de Concreto	27
5. RESULTADOS DO LEVANTAMENTO E DISCURSÃO	28
6. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

ESTUDO DE CASO SOBRE VICIOS CONSTRUTIVOS ENCONTRADOS EM ESTRUTURAS DO TIPO PAREDE DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO

Yago Carneiro Arruda¹
Felipe Oscar Pinto Barroso²

RESUMO

O papel da Engenharia civil visa, como premissa básica, executar atividades ligadas ao ramo da construção de maneira segura e econômica. Quando o pensamento está voltado para construções residenciais em larga escala, o método mais indicado atualmente é parede de concreto moldado in loco, onde é possível industrializar o processo construtivo. Visto que é necessário mão de obra treinada para a execução, a ciclicidade dos processos aumenta consideravelmente a produtividade, diminuindo os prazos, pois conta com um modelo construtivo baseado na repetitividade e, para tal, usufrui da reutilização de formas. O método de parede de concreto moldado no local é caracterizado quando todas as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem. Isso possibilita que, após a desforma, os vãos de portas e janelas bem como tubulação e ou eletroduto de pequeno porte já estejam instalados na edificação. O método é vantajoso devido à alta taxa de repetitividade dos processos estruturais. A parede de concreto moldado in loco possui suas peculiaridades, mas quando o assunto é vícios construtivos, por falha de projeto e de execução, tendem a ter consequências bem mais severas devidos a alta complexidade da parede. É necessário que se observe esses vícios na fase de execução, pois é alto o valor agregado quando se trata de retrabalho, é muito mais vantajoso treinar e capacitar a equipe para que se evite essas não conformidades do que as corrigir na fase de acabamento. Para avaliar os vícios construtivos em uma obra de paredes de concreto, a pesquisa foi realizada em um condomínio residencial, onde análises foram feitas através do comparativo entre o checklist da obra e o que está descrito na NBR 16055. Foram analisadas as paredes de 160 apartamentos, divididos em 2 blocos, e foi constatado que aproximadamente 10% das paredes possuíam não conformidades, porém, apenas 3,62% do total precisam de intervenções para se adequar às exigências da NBR 16055.

Palavras-chave: paredes de concreto, vícios construtivos, desalinhamento de paredes.

ABSTRACT

The role of Civil Engineering aims, as a basic premise, to carry out activities related to the construction sector in a safe and economical way. When thinking is focused on large-scale residential construction, the most suitable method currently is cast-in-place concrete wall, where it is possible to industrialize the construction process. Since trained labor is required for the execution, the cyclicity of processes considerably increases productivity, reducing deadlines, as it has a constructive model based on repeatability and, for that, it takes advantage of the reuse of forms. The cast-in-place concrete wall method is characterized when all the walls of each construction cycle of a building are cast in a single concreting step. This makes it possible that, after removing the form, the openings of doors and windows as well as small pipes and/or conduits are already installed in the building. The method is advantageous due to the high repeatability rate of the structural processes. The cast-in-place concrete wall has its

peculiarities, but when it comes to constructive vices, due to design and execution failure, they tend to have much more severe consequences due to the high complexity of the wall. It is necessary to observe these vices in the execution phase, as the added value is high when it comes to rework, it is much more advantageous to train and qualify the team to avoid these non-conformities than to correct them in the finishing phase. To evaluate the constructive defects in a work of concrete walls, the research was carried out in a residential condominium, where analyzes were made through the comparison between the checklist of the work and what is described in NBR 16055. The walls of 160 apartments were analyzed, divided into 2 blocks, and it was found that approximately 10% of the walls had non-conformities, however, only 3.62% of the total need interventions to adapt to the requirements of NBR 16055.

Key words: concrete walls, constructive vices, wall misalignment.

1. INTRODUÇÃO

O método de parede de concreto moldado *in loco* é a melhor saída atualmente para minimizar o déficit Habitacional do Brasil, quando se leva em consideração as projeções se acentua a necessidade de habitações. segundo o economista Robson Gonçalves, professor da Fundação Getúlio Vargas (FGV), o crescimento da população brasileira e a formação de novas famílias deve gerar uma demanda para mais 30,7 milhões de novos domicílios até 2030. Ou seja, há a necessidade da execução de residências em larga escala afim de suprir essa demanda.

Observando esses estudos, essas demandas aquecem o mercado imobiliário e exigem das construtoras um ritmo acelerado de execução em menos tempo, para atender as exigências as construtoras buscam métodos inovadores que possibilitem tal característica. Nesse cenário se encaixa o método construtivo de parede de concreto moldado *in loco*, por ter como características a industrialização de processos antes artesanais, consegue entregar uma alta produtividade aliada a taxa de repetitividade.

No método construtivo das paredes de concreto moldado *in loco*, o uso adequado possibilita o reaproveitamento de fôrmas e dos materiais utilizados para sua construção. No entanto, para que se possa utilizar a fôrma de forma repetitivas, deve-se atenta para o zelo e limpeza das mesmas, afim de garantir a perfeição da peça moldada. Devem ser verificadas as características e principalmente a capacidade resistente da fôrma e do material que a constitui, NBR 14931 (ABNT 2004).

Entretanto, para que o modelo construtivo obtenha sucesso é necessário que a velocidade de produção esteja atrelada a qualidade de execução, pois o ganho de tempo que a estrutura proporciona não pode ser perdido corrigindo vícios construtivos encontrados na fase de acabamento final. A partir dessa premissa, alinhar a velocidade de produção com a velocidade de acabamento é diretamente responsável pelo sucesso do projeto final. No decorrer deste artigo será feito um estudo de caso sobre os possíveis vícios construtivos encontrado no método de parede de concreto moldado in loco.

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar vícios construtivos e estudar suas causas e propor pontos de melhorias a pequeno, médio e logo prazo.

2. PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

Segundo a NBR 16055 o método de parede de concreto moldado no local consiste quando todas as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem, possibilitando que, após a desforma, os vãos de portas e janelas bem como tubulação e ou eletroduto de pequeno porte já estejam instalados na edificação. O método é vantajoso devido à alta taxa de repetitividade dos processos estruturais, que se dividem em 4 estágios principais;

1º Estágio: montagem das telas de aço.

2º Estágio: montagem da forma.

3º Estágio: concretagem.

4º Estágio: desforma.

2.1. Metodologia Construtiva da Parede de Concreto Moldado *in Loco*

1º Estágio: montagem das telas de aço, nessa fase são montadas as armaduras de aço da parede e laje, com telas de aço soldáveis e armaduras de reforço conforme mostrado na Figura 1, de acordo com o discriminado no projeto. É nessa fase que são inseridas todas as instalações pertinentes a paredes e lajes.

Figura 1 - Armação vertical em conjunto com todas as instalações montadas



A)

(Fonte; Autor 2021)



B)

2º Estágio: montagem da forma, nesse estágio é executado a montagem das formas cobrindo a armadura, de maneira que garanta o posicionamento, o travamento e o prumo detalhado em projeto, Figura 2 (NBR16055). É nessa etapa em que se deve ter atenção para a obediência rigorosa do que está em projeto, pois para cada parede ou vão possui sua forma específica.

Figura 2- Vão com a forma de alumínio montada



(Fonte; autor2021)

3º Estágio: concretagem, a ABNT NBR 14931: 2004 – Execução de Estruturas de Concreto, Procedimento, estabelece que para a concretagem, deve ser observado todos os procedimentos relativos ao recebimento, liberação, lançamento e amostragem para controle tecnológico. Nesse estágio é feito o preenchimento das formas com o concreto assim como na Figura 3, antes do concreto ser despejado nas fôrmas é necessário que seja feito a moldagem dos corpos de provas

e os ensaios como slump flow ou slump convencional, determinado qual deve ser feito pelo projetista, para determinar se o concreto está com as características de projeto.

Figura 3 – Processo de lançamento do concreto (preenchimento das fôrmas)



(Fonte: Autor 2021)

4º Estágio: desforma, o plano de desforma devem levar em conta os materiais utilizados associado ao ritmo de construção, tendo em vista o carregamento decorrente e a capacidade de suporte das lajes anteriores (NBR16055). Após romper o primeiro corpo de prova após a concretagem e for verificado se o concreto atingiu a resistência inicial ideal para desforma, é feito a desmontagem dos elementos da forma restando a parede de concreto ré escorada conforme a Figura 4. A retirada do escoramento permanente deve ser especificada em projeto. Cuidados adicionais devem ser tomados com o alinhamento de escoras entre andares sucessivos e escoramento da escada (WENDLER, 2013).

Figura 4 – Forma em processo de desforma e transferência dos andaes inferiores para superiores



(Fonte: autor 2021)

Essa sequência é repetida, dando ciclicidade ao processo. Esse ciclo de fôrma, concretagem e desforma pode ser realizado em apenas um dia. Fica a critério da obra a quantidade de ciclos que serão executados durante os dias, semanas e meses. A produtividade será influenciada pela mão de obra disponível e a quantidade de formas da construtora, que variam de acordo com a necessidade da obra.

Esse sistema possibilita a construção de empreendimentos de pequeno e de grande porte como, casas térreas, edifícios de até 30 pavimentos, considerados casos específicos. (MISURELLI E MASSUDA, 2009).

2.2. Vantagens do Método Construtivo Parede de Concreto Moldado in Loco

Segundo Missurelli e Massuda (2009) a parede de concreto fornece benefícios para o construtor, quando comparada aos métodos construtivos convencionais, exemplo:

- Velocidade de execução
- Prazos de entrega e custos programados
- Industrialização do processo
- Maior qualidade e desempenho técnico: Devido à alta taxa de repetição dos serviços é mais fácil treinar e capacitar a equipe de execução da estrutura.
- Economia de material: Os principais materiais utilizados são, aço e concreto e estes são insumos que possibilitam alto controle de rastreabilidade, sem falar nos elementos de vedação, as fôrmas que são reutilizáveis.

Também fornece benefícios ao meio ambiente, uma vez que o método, não carece de cortes e manipulações, que resultam em entulho. Outro benefício para o construtor está atrelado ao projeto, pois quando se está voltado para edifícios populares os projetos são padronizados.

2.3. Desvantagens do Método Construtivo Parede de Concreto Moldado in Loco

Devido as resistências que o concreto adquire em poucas horas, erros na fase de concretagem devem ser evitados, pois a solução desses erros é bastante onerosa. O projeto e a aquisição das

formas principalmente metálicas tendem a ter um alto custo devido à complexidade do método construtivo. Entre as principais desvantagens desse sistema, pode-se destacar:

- Alto custo de reforma: Depois que o concreto atingi sua resistência final a manutenção se torna algo de difícil execução pois todas as paredes exercem função estrutural e cabe um zelo ao realizar determinados reparos tornando o serviço demorado e muito oneroso.
- Alto custo das fôrmas: a aquisição de um conjunto de formas é algo muito caro tornando assim um desafio para construtoras de menor porte.
- Limitação de grandes vão: Segundo a norma 16055 o vão livre máximo de 4 m e sobrecarga máxima de 300 kgf/m², que não sejam pré-moldadas. Além disso, o piso máximo da construção deve ser de até 3 m e as dimensões em planta de no mínimo 8 m.

3. VÍCIOS CONSTRUTIVOS RELACIONADOS A PAREDES DE CONCRETO

Os vícios construtivos são defeitos ou anomalias de fabricação ou projeto que afetam a usabilidade e segurança do imóvel. Segundo NBR 13752 - Perícias de engenharia na construção civil, define vícios como:

“Anomalias que afetam o desempenho de produtos ou serviços, ou os tornam inadequados aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ao consumidor. Podem decorrer de falha de projeto ou de execução, ou ainda da informação defeituosa sobre sua utilização ou manutenção.” (NBR 13752. 1996. P.5.).

A NBR 13752 divide indiretamente os vícios entre vícios que afetam o desempenho do produto, vícios que causam transtornos ou prejuízos materiais, vícios por falhar de projeto e execução e vícios de informação defeituosa sobre a utilização ou manutenção.

A parede de concreto moldado in loco possui suas peculiaridades, mas quando o assunto é vícios construtivos, os vícios por falha de projeto e execução tendem a ter consequências bem mais severas devidos a alta complexidade da parede.

3.1. Vícios que Afetam o Desempenho do Produto

Geralmente são vícios aparentes, vícios de fácil constatação, exemplo:

- Vidro quebrado ou manchado.

- Diferentes tonalidades no revestimento ou na pintura.
- Azulejo aplicado de forma equivocada, quebrado ou fora da paginação de projeto.
- Falta de espelhos nas instalações elétricas.
- Portas descoladas ou trincadas.
- Falta de componentes de louças e metais.

3.2. Vícios que Causam Transtornos ou Prejuízos Materiais

São as falhas construtivas indetectáveis no ato da entrega (ou só detectáveis nessa ocasião por técnicos especializados), e que surgem com a utilização do empreendimento ou só são detectadas algum tempo depois da entrega. Exemplos:

- Curto-circuito nas instalações elétricas,
- Infiltrações ou vazamentos de água que são detectados apenas depois da entrega,
- Trincas, fissuras

As fissuras e trincas são defeitos que se manifestam em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos, entre outros, na maioria das vezes, gerados por esforços elevados sobre os materiais. Entretanto, as fissuras são os defeitos que mais são encontrados nas construções (OLIVEIRA, 2012). Na parede de concreto não poderia ser diferente, pois o conjunto formado pelas paredes de concreto formam blocos monolíticos de concreto. Os fatores que favorecem a aparição de fissuras e trincas na parede de concreto são inúmeros, entretanto, existem 4 fatores primordiais mais presentes no método executivo de parede de concreto moldado in loco.

3.3. Vícios por Falha de Projeto ou de Execução

Vícios por falha de projeto ou execução são os maiores causadores de manifestações patológicas da parede de concreto. Depois da parede concretada, a resolução destas falhas tem solução muito onerosa, visto que, segundo a NBR16055 é vedado abrir vão na parede com orifícios maiores que 5 cm de diâmetro e espaçamento vertical mínimo de 30 cm e espaçamento horizontal mínimo de 60 cm. Para realizar atividade como desgastamento da parede ou

preenchimento, deve-se envolver calculista e fazer reparos com concreto de igual resistência o que torna o reparo muito caro.

Os principais problemas voltados para falhas de projeto e execução são desalinhamento vertical (prumo) e desalinhamento horizontal (esquadro), bem como montagem da forma de forma diferente do projeto, mas este em menor incidência.

4. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em um condomínio residencial em fase de entrega para os proprietários. A obra foi toda executada no método construtivo de parede de concreto moldado in loco, exceto áreas de vivências como: salão de festas, guarita, casa de bombas e estação elevatória de esgoto.

4.1. Caracterização do Local

É uma obra executada por uma construtora que atua no território nacional e internacional, referência no seguimento de parede de concreto moldada in loco. Está localizado na cidade de Eusebio-CE. O empreendimento possui 800 unidades habitacionais, dividido em 40 blocos de 20 apartamento cada bloco, entretanto a pesquisa foi realizada em uma parcela de 160 unidades, que consistem aos módulos 3 e 4, com 8 blocos (15,16,17,18,23,24,25,26), conforme discriminado na Figura 5.

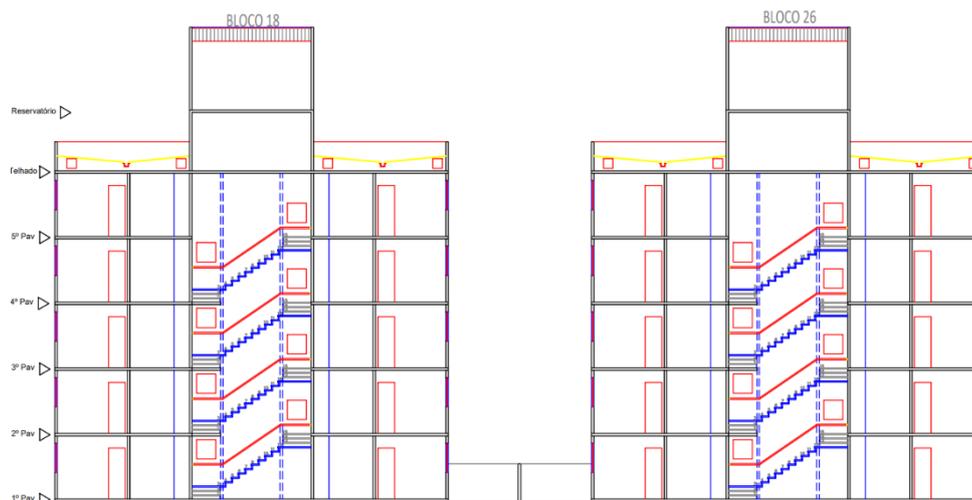
Figura 5- Planta de implantação do condomínio.



(Fonte: Tatiana Andrade Chigometto)

Os blocos possuem 5 pavimentos, Figura 6, (térreo e mais 4 lajes de habitação, com mais 2 lajes para barrilete que dá acesso ao telhado e mais uma laje que dá acesso ao reservatório superior), os apartamentos são enumerados partir do 101, 102, 103 e 104 e terminam na última laje 501, 502, 503 e 504.

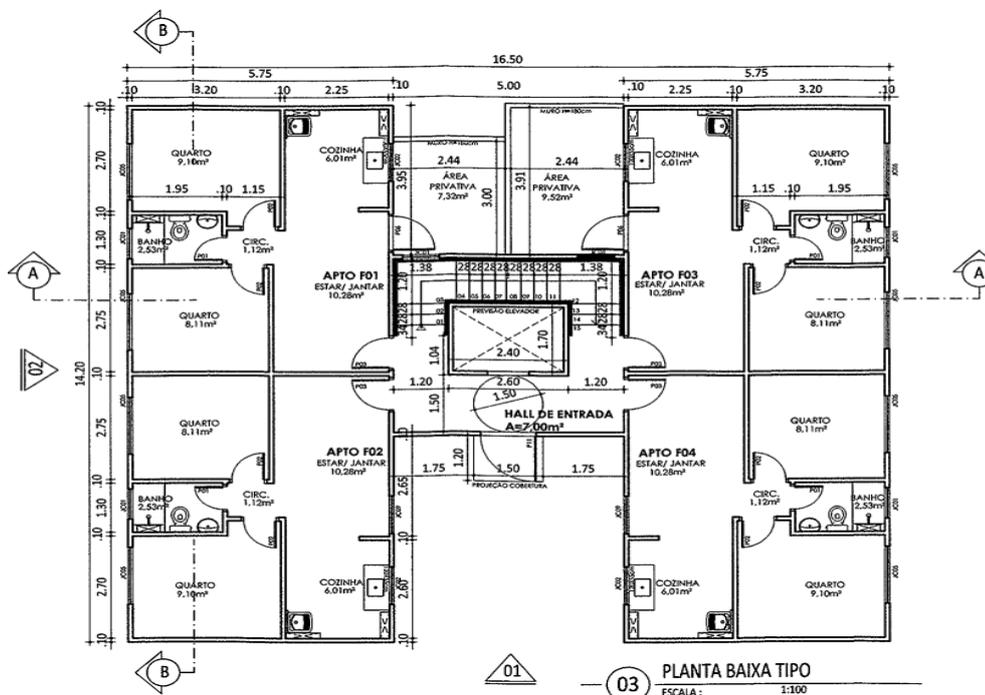
Figura 6 – Vista em corte, mostrando a configuração dos blocos



(Fonte: Tatiana Andrade Chigometto)

Os apartamentos possuem sala, cozinha, banheiro e dois quartos, e tem 40 m² e os térreos possuem áreas privativa em determinados blocos. São quatro unidades por pavimento, onde os apartamentos F01 e F02 são paredes germinadas bem como F03 e F04, ver Figura 7.

Figura 7 – Planta baixa, mostrando o interior do bloco.



(Fonte: Tatiana Andrade Chigometto)

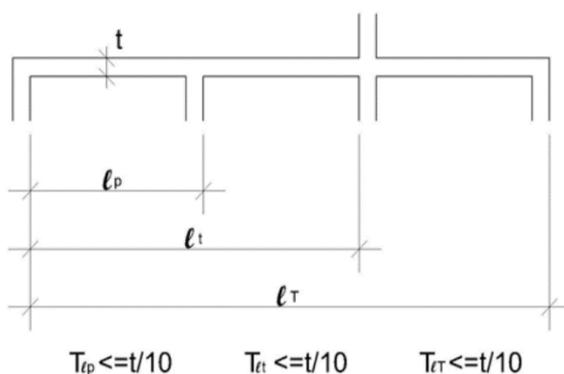
4.2. Critérios Utilizados para Avaliar a Execução das Paredes de Concreto

As análises foram feitas através do comparativo entre o checklist da obra e o que está descrito na NBR 16055. Foi levado em consideração, como objeto de estudo, apenas os vícios citados 3.3. Para analisar esse item, os desvios verticais e horizontais foram utilizados um prumo de face e um esquadro (60x80x100 cm), Figura 13, onde todas as paredes dos 160 apartamentos estudados foram aferidas.

Tolerâncias em relação desalinhamento vertical e horizontal e comprimento da parede.

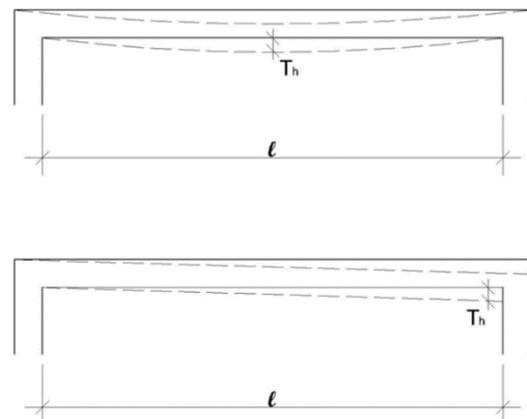
- Espessura da parede, tem-se a tolerância de mais ou menos 5 mm. (Figura – 8)
- Comprimento da parede, tem-se a tolerância de um decimo da sua espessura. (Figura – 8)
- Desalinhamento horizontal da parede, tem-se 5 mm ou $l/500$, o menor valor de cada. (Figura - 9)
- A posição do eixo da parede definido em projeto deve seguir sempre a parede de baixo como referência, tem uma tolerância de desalinhamento de mais ou menos 5 mm. (Figura 9)
- Desalinhamento vertical (desaprumo) deve ser menor que o valor de $h/500$ ou 5 mm (h altura do pavimento em mm). (Figura - 10)
- desaprumo cumulativo deve ser menor que 10mm. (Figura - 10)

Figura 8 - Tolerância espessura da parede



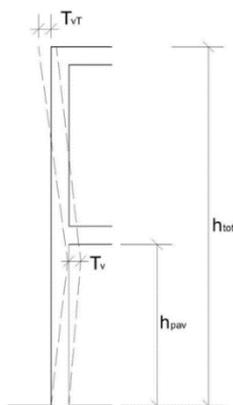
(Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, P, 28)

Figura 9 - Tolerância desalinhamento horizontal



(Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, P, 29)

Figura 10 – tolerância desalinhamento vertical



(Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, P, 29)

A norma ainda especifica que o nivelamento da forma deve ser feito antes da concretagem e o nivelamento do pavimento após. As costas de projetos não devem ser desrespeitadas mais que 10 mm, se houver necessidade de tolerâncias maiores devesse ser alinhado entre projetista e responsável técnico pela obra. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, P, 30)

5. RESULTADOS DO LEVANTAMENTO E DISCURSÃO

Os dados presentes na Tabela 1 e Tabela 2 são o somatório de não conformidades (NC) encontrados nas análises de campo. Os dados são referentes as paredes, onde foi aferido se havia desalinhamento vertical e horizontal e se esses desalinhamentos estavam dentro ou fora da norma. Foram estudadas todas as paredes dos 160 apartamentos.

Tabela 1 - Prumo e esquadro modulo 3.

A)

Modulo 3				
Blocos	Unidades (Aprt)	Parede fora de prumo		
		Tolerância (menor ou igual a 5mm)		
		Não conformidades	Dentro da tolerância	
Sim	Não			
17	20	8	6	2
18	20	2	1	1
25	20	12	9	3
26	20	19	12	7
TOTAL		41	28	13
%		100%	68%	32%

B)

Modulo 3				
Blocos	Unidades (Aprt)	Parede fora de esquadro		
		Tolerância (menor ou igual a 5 mm)		
		Qtidade pendência	Dentro da tolerância	
Sim	Não			
17	20	8	7	1
18	20	16	11	5
25	20	23	15	8
26	20	34	20	14
TOTAL		81	53	28
%		100%	65%	35%

(Fonte: autor2022)

Tabela 2 - Prumo e esquadro modulo 4.

A)

Modulo 4				
Blocos	Unidades (Aprt)	Parede fora de prumo		
		Tolerância (menor ou igual a 5 mm)		
		Não conformidades	Dentro da tolerância	
Sim	Não			
15	20	3	3	0
16	20	9	7	2
23	20	20	14	6
24	20	16	10	6
TOTAL		48	34	14
%		100%	71%	29%

(Fonte: autor2022)

B)

Modulo 4				
Blocos	Unidades (Aprt)	Parede fora de esquadro		
		Tolerância (menor ou igual a 5 mm)		
		Qtidade pendência	Dentro da tolerância	
Sim	Não			
15	20	12	7	5
16	20	15	13	2
23	20	20	10	10
24	20	18	9	9
TOTAL		65	39	26
%		100%	60%	40%

Ao analisar os dados da Tabela 1 e Tabela 2 percebe-se que no módulo 3, 13 paredes não estão dentro da tolerância da norma para desalinhamento vertical e 28 paredes não estavam conforme as tolerâncias da norma em relação a desvios horizontais. Isso acarretara em uma manifestação patológica que necessitará de tratamento por parte da equipe da obra.

Já o número de não conformidades que atendiam as tolerâncias da norma para desalinhamento vertical nos módulos 3 e 4 são em média 70% do valor total da amostragem. E para desalinhamento horizontal são em média 62%, mostrando que a maioria das não conformidade atendem a requisitos da norma não precisando de reformas para que se atenda a qualidade devida para os proprietários.

Na Figura 13 apresentada a baixo, o operador está utilizando o esquadro para verificar o alinhamento horizontal para analisar se atende aos requisitos da NBR 16055 presentes na Figura 11.

Figura 13 – Parede 2 cm fora de esquadro não atendendo a requisitos da norma



(Fonte: autor2022)

A parede apresentada na Figura 13 está 20 mm fora de esquadro não atendendo aos requisitos da norma e desrespeitando a tolerância apresentada na Figura 11. Ao analisar os dados percebe-se que dos 160 apartamentos vistoriados, para parede desalinhada verticalmente, foram encontrados 89 não conformidades das quais estavam dentro da tolerância da norma 62 apontamentos. O restante, 27 apontamentos, não obedeciam a tolerância da norma e precisaram de tratativas como preenchimento da parede ou desbastamento.

Já ao analisar os dados de parede desalinhada horizontalmente foram encontrados um total de 146 não conformidades. Desse total, 92 atendiam ao requisito da norma e os restantes dos 54 apontamentos não atendiam, necessitando, assim, de uma tratativa por parte da obra. Levando em consideração que cada apartamento tenha em média um total de 14 paredes para serem analisadas como mostra a Figura 14.

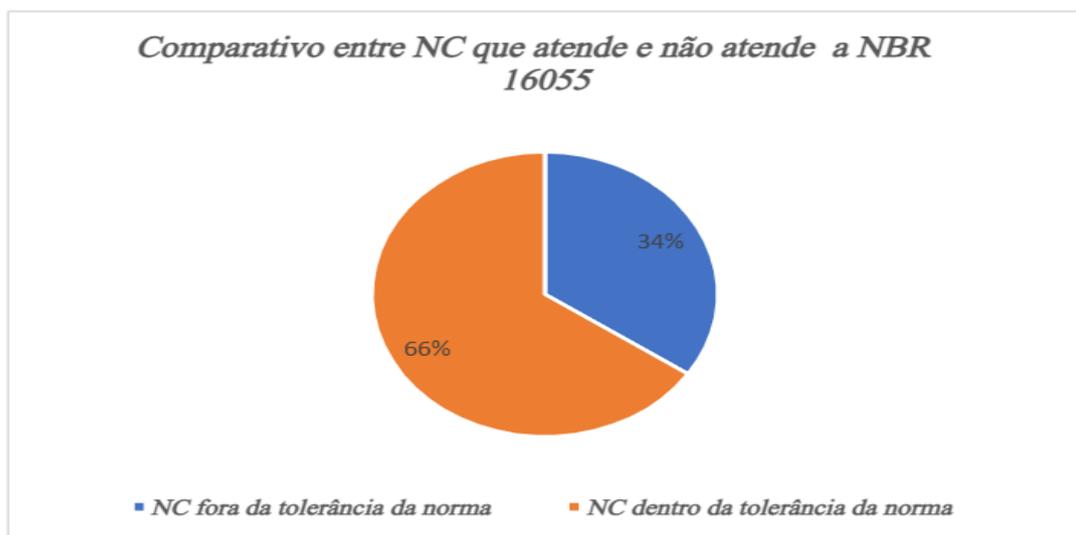
Figura 14 – Total de paredes a serem analisadas por apartamento.



(Fonte: autor 2022)

Cada apartamento possui em média 14 paredes, como foram analisados 160 apartamentos logo o somatório de paredes analisadas chega a 2240 parede. De posse desse número e dos resultados das Tabela 1 e Tabela 2 é possível montar os Gráficos 1 e 2 e analisar a eficiência da obra.

Gráfico 1- Comparativo entre as não conformidades que estão de acordo com a tolerância da norma.

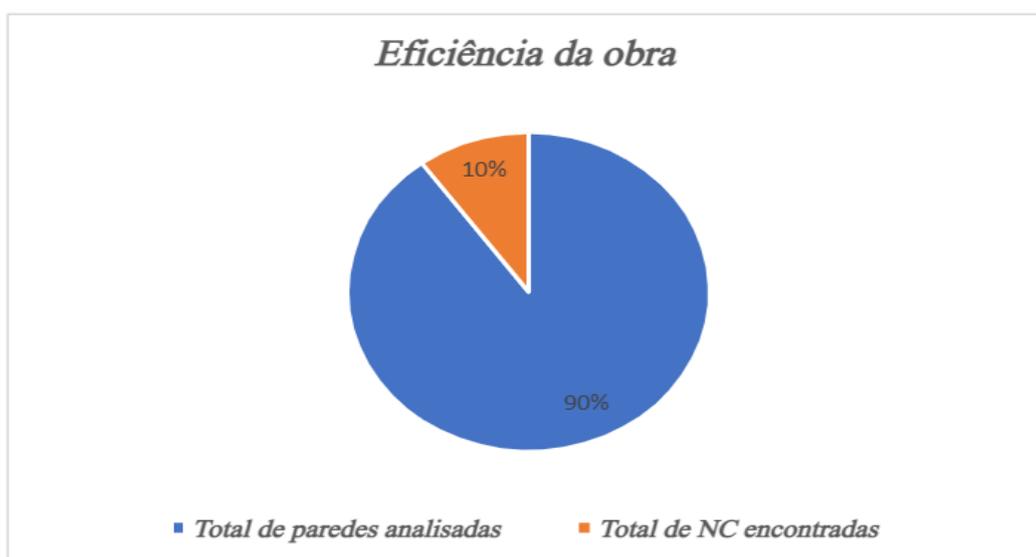


(Fonte: autor)

Ao analisar os dados do Gráfico 1 fica evidenciado que a maioria das não conformidades cerca de 66% da pesquisa está dentro das tolerâncias da norma.

O Gráfico 2 ilustrado abaixo faz referência a eficiência da obra, visto que nele tem o comparativo entre o total de paredes analisadas (2240) e o total de não conformidade encontradas (235). Desse número, estão contidos as não conformidades que atendem a norma, não precisando de reformas para atender a NBR 16055, e as não conformidades que precisaram de reforma para atender o grau de qualidade exigido pela norma.

Gráfico 2- Grau de eficiência da obra.



(Fonte: autor)

Analisando o Gráfico 2 é possível observar que em apenas 10% do total de paredes analisadas, dados esses extraídos das tabelas 1 e 2, possuíam vícios, isso demonstra uma ineficiência por parte da equipe da obra. Das 2240 paredes observadas, foram encontradas 235 em não conformidade e dessas 235, 81 não conformidades precisaram de reformas para se adequar a norma.

6. CONCLUSÃO

Constatou-se nessa pesquisa que o método de parede de concreto embora seja industrializado e precise de uma maturidade na questão executiva, ainda há um número considerável de apontamentos ligados a vícios construtivos. Durante a pesquisa, observou-se que foram encontrados um apontamento e meio por apartamento, ou seja, todo apartamento tinha pelo menos uma parede com não conformidade seja ele de desalinhamento vertical ou horizontal.

Em função disso, é necessário observar esses desvios na fase de execução, pois é alto o valor agregado quando se trata de retrabalho. É muito mais vantajoso treinar e capacitar a equipe para que se evite essas não conformidades do que as corrigir na fase de acabamento. As medidas tomadas pela obra, tanto na prevenção quanto na tratativa das não conformidades, obtiveram êxito, mostrando a capacidade de resolução de problemas da equipe da obra. Cabe usufruir da experiência corretamente e evitar que estes mesmos vícios estejam presentes em futuras obras.

Por fim, foi constatado que a qualidade de execução da estrutura desse método é um dos contribuintes para o sucesso e o fracasso da obra, mitigar esses erros é a única solução para se entregar um projeto no custo e no prazo. Pesquisas como essas serve para diminuir cada vez mais vícios que podem causar patologias no método de parede de concreto moldado *in loco*, é de grande relevância para o construtor ter a posse do conhecimento apresentado neste artigo, pois é mais uma ferramenta para alertar e demonstrar os desafios encontrados pelo método de parede de concreto moldado *in loco*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MERCADOS IMOBILIÁRIOS (ABMI). **País precisará de 30,7 milhões de novas moradias até 2030, revela estudo**. Disponível em <<https://abmi.org.br/pais-precisara-de-307-milhoes-de-novas-moradias-ate-2030>>. Acessado em 22 de abril de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14931**: 2004. Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. 53p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13752**: 1996. Perícias de engenharia na construção civil – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16055**: 2012. Parede de concreto moldada no local para a construção de edificação – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012. 35p.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. Como construir: paredes de concreto. **Revista Técnica**, 2009.

PONZONI, Jessica. **Paredes de concreto moldadas in loco: verificação do atendimento às recomendações da norma NBR16055/2012 nos procedimentos executivos em obra de edifício residencial**. Monografia de Graduação. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013, 78 p.

WENDLER, Arnold. NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. **Núcleo de Paredes de Concreto**. 2013. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/nbr16055- parede-de-concreto-moldada-no-local-para-a-construcao-de-edificacoes-requisitose-procedimentos>> Acessado em 22 de abril de 2022.