



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



MARCOS PAULO PIO DE OLIVEIRA BORGES

**SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO EM EDIFICAÇÃO DE
MÚLTIPLOS PAVIMENTOS CONSIDERANDO AS PERSPECTIVAS INICIAIS DO
EMPREENDIMENTO**

Uberlândia
2020

MARCOS PAULO PIO DE OLIVEIRA BORGES

**SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO EM EDIFICAÇÃO DE
MÚLTIPLOS PAVIMENTOS CONSIDERANDO AS PERSPECTIVAS INICIAIS DO
EMPREENDIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof^o Dr^o Rodrigo Gustavo
Delalibera

Uberlândia

2020

MARCOS PAULO PIO DE OLIVEIRA BORGES

**SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO EM EDIFICAÇÃO DE
MÚLTIPLOS PAVIMENTOS CONSIDERANDO AS PERSPECTIVAS INICIAIS DO
EMPREENDIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil

Uberlândia, 15/12/2020

Banca Examinadora:

Profº Drº Rodrigo Gustavo Delalibera

Profº Drº Antônio de Paulo Peruzzi

Profº Drº Joseph Salem Barbar

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as graças e misericórdias ao longo de minha vida. A minha família por ser minha base e o apoio emocional, tornando possível todas as etapas da vida acadêmica.

A todos os profissionais da área com que tive contato, seja pessoalmente ou virtualmente, por agregaram de maneira positiva na vivência do meio profissional.

Aos colegas de faculdade, que sempre caminharam juntos para que pudéssemos alcançar o objetivo final dentro da graduação.

A todos os professores por transmitir de maneira clara e sucinta todo seu conhecimento adquirido ao longo dos anos.

De forma especial ao professor orientador Rodrigo Gustavo Delalibera por ter disponibilizado seu tempo e conhecimento para agregar de forma positiva em minha formação acadêmica e conclusão do curso de engenharia civil sempre de maneira muito profissional e atenciosa.

“Ter um sonho grande dá o mesmo trabalho que
ter um sonho pequeno.”

Jorge Paulo Lemann

RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade apresentar o desenvolvimento de projeto arquitetônico de edifício residencial levando em consideração os parâmetros permitidos pela lei de uso e ocupação do solo instaurada no município de Uberlândia, Minas Gerais, no ano de 2011, além de dar ênfase no processo construtivo de empreendimentos que utilizam como sistema construtivo a parede de concreto. O Brasil demanda grande quantidade de novas residências apesar da grande quantidade de programas governamentais realizados nos últimos anos, uma vez que sua população está em crescimento. Para a sociedade de uma maneira geral o sistema construtivo parede de concreto ainda está muito ligado a residências de baixo padrão, provavelmente devido a programas habitacionais como o “Minha Casa Minha Vida”. Porém nos últimos anos, a incidência de empreendimentos de grande porte, sejam de médio ou alto padrão, desenvolvidos com o sistema construtivo em questão está em crescimento, mostrando a qualidade e eficiência do sistema quando aplicado de maneira planejada e coordenada, desta forma garantindo bem-estar aos moradores, qualidade na construção e considerável retorno financeiro aos empreendedores.

Palavras-chave: Parede de concreto, lei de uso e ocupação do solo, população, sistema construtivo.

ABSTRACT

The purpose of this academic paper is to present the development of an architectural project for a residential building taking into account the parameters allowed by the land use and occupation act established in the city of Uberlândia, Minas Gerais, in 2011, emphasizing the construction process of projects that use the concrete wall as a construction method. Brazil demands a great amount of new residences despite the large number of government programs carried out in recent years, since its population is growing rapidly. For society in general, the concrete wall construction system is closely linked to low standard homes, in part due to housing programs such as “Minha Casa Minha Vida”. However, in recent years, the incidence of large-scale projects, either medium or high standard, developed with the constructive method in question is growing, showing the quality and efficiency of the system when applied in a planned and coordinated manner, thus ensuring well-being to residents, quality of construction and considerable financial return to entrepreneurs.

Keywords: Concrete wall, land use and occupation act, population, building systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Layout pavimento térreo	22
Figura 2 – Perspectiva do edifício	23
Figura 3 - Representação da instalação de pisogramas	26
Figura 4 – Fôrma em formato de túnel – Outinord	28
Figura 5 – Sistema Gethal	29
Figura 6 – Demarcação para instalar a fôrma	32
Figura 7 – Fôrma Metálicas	33
Figura 8 – Fôrma Metálicas com Compensado	34
Figura 9 – Fôrma de Plástico	34
Figura 10 - Custo x Utilizações para fôrma alugada e comprada	36
Figura 11 – Reforços Estruturais	36
Figura 12 – Posicionamento das instalações junto a armadura	37
Figura 13 – Armadura com tela simples centrada na parede	38
Figura 14 – Armadura com tela dupla	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo de áreas do empreendimento	21
Tabela 2 – Resumo do empreendimento	21
Tabela 3 – Custo acumulado para fôrma comprada e alugada	35

QUADROS

Quadro 1 – Anexo VI – Quadro de Adequação dos Usos às Zonas	16
Quadro 2 – Anexo VII – Volumetria	18
Quadro 3 – Regras de delimitação das áreas privativas	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
2 ESTUDO DA VIABILIDADE DO PROJETO	14
2.1 PERMISSÃO DE CONSTRUÇÃO.....	14
2.1.1 Zoneamento urbano	15
2.1.2 Adequação de uso pretendido.....	15
2.1.3 Taxa de ocupação máxima e coeficiente de aproveitamento máximo.....	16
2.1.4 Tipologia da edificação.....	19
2.1.5 Planta baixa e perspectiva do edifício	21
2.1.6 Afastamento frontal mínimo.....	23
2.1.7 Afastamentos laterais e de fundo mínimos	24
2.1.8 Afastamento entre blocos de edificações pertencentes ao mesmo empreendimento.....	24
2.1.9 Absorção de águas pluviais.....	25
2.1.10 Vagas de estacionamentos.....	26
3 SISTEMA CONSTRUTIVO: PAREDE DE CONCRETO.....	27
3.1 CONCEITO	27
3.2 HISTÓRIA.....	28
3.3 NORMALIZAÇÃO.....	29
3.4 EXECUÇÃO.....	30
3.4.1 Fôrmas.....	32
3.4.2 Armadura.....	36
3.4.3 Instalações	38
3.4.5 Concreto	39
3.4.7 Desempenho térmico	41
3.4.8 Vantagens e desvantagens.....	42
4 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história diversos fatores foram fundamentais nas decisões de migração da população mundial. Conforme indicado por Abrantes (2018), tais movimentos são denominados movimentos migratórios, sendo influenciados por guerras, pobreza, trabalho ou pela busca de melhores condições de vida.

Segundo Beltrão, Camarano e Kanso (2004), no Brasil, aproximadamente 18 milhões de pessoas deixaram o campo rumo a cidade nas décadas de 60 e 70, impulsionando a migração rural urbana no país, tal movimento perdurou pelas décadas seguintes, porém, a um ritmo não tão intenso.

Juntamente com o movimento migratório da população rural para as cidades brasileiras, ocorreu a redução da mortalidade, decorrente da ampliação de saneamento básico, melhoria da alimentação e aumento dos cuidados médicos. Yunes e Ronchezel já indicavam uma redução na taxa de mortalidade geral no Brasil de 47,5% durante os anos de 1941 e 1970, resultando, indiscutivelmente em um aumento no número de habitantes do país.

No início da segunda metade do século XX, o governo brasileiro se viu em meio a necessidade do incremento de moradias dignas à população crescente, uma vez que o número de moradias existentes nas cidades brasileiras não suportaria a demanda populacional.

Em 1964, impulsionado pelo cenário político-social, foi criado o Banco Nacional da Habitação (BNH). Valadares e Hoffmann (2020) destacam que o banco teve como principais funções gerir e financiar créditos para construção e aquisição de residências, principalmente voltadas a classes de menor renda.

No final da década de 60, o BNH dispunha de recursos que o colocavam como o segundo banco do país (Valadares e Hoffmann, 2020). O sucesso perdurou até a década de 70, já na década seguinte, alavancado pela crescente inflação nacional, o número de inadimplentes aos empréstimos concedidos pelo BNH tornou-se alto. Em 1986, o fim do Banco Nacional da Habitação foi anunciado.

Segundo o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, no início do século XXI a população brasileira correspondia a 169.590.693 habitantes, já em 2010 representava 190.755.799 habitantes. Crescimento de 11% ou 21.165.106 habitantes, distribuídos entre todos os estados do território nacional.

De acordo com os resultados divulgados pelo IBGE, a população brasileira em 2019 atingiu o patamar de 210.147.125 habitantes. A realidade em junho de 2020, segundo o próprio IBGE é de que a população está em torno de 211.600.000 habitantes. Um aumento de aproximadamente 1,5 milhões de habitantes durante um período de um ano.

Para a realidade uberlandense, o IBGE estima um crescimento populacional entre 2010 e 2019 de 12,62%, passando de 604.013 pessoas em 2010 para 691.305 em 2019.

Considerando a estimativa do crescimento populacional de 2018 para 2019 entre as cidades do interior do país com mais de 500 mil habitantes, a Prefeitura de Uberlândia informa que o município está na segunda colocação em relação ao aumento populacional, apresentando índice de crescimento de 1,18% em relação à atualização anterior. Reflexo disso é o aumento na demanda da construção de novas residências no município, na mesma proporção do crescimento populacional dos últimos anos.

A necessidade de suprir a demanda de novas unidades residenciais, fez com que as construtoras buscassem novas tecnologias para aperfeiçoamento do processo construtivo, migrando de sistemas já consolidados como alvenaria convencional e alvenaria estrutural para métodos ainda pouco utilizados até a última década, como a parede de concreto, moldadas ou não in loco.

Visando a padronização para liberação de novos empreendimentos nas cidades brasileiras, e um maior alinhamento entre população e construtoras, juntamente com o plano do desenvolvimento proposto pelo município, cria-se o plano diretor, o qual introduzido no artigo 182 da Constituição Federal de 1988 é descrito como “instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana”, tornando-se obrigatório para municípios com população superior a 20 mil habitantes.

O plano diretor de Uberlândia regulamenta as políticas, diretrizes, normas e planos do município, visando manter a ordem em todas as zonas passíveis de construções, de forma a garantir o cumprimento social da propriedade urbana gerando subsídios ao planejamento e gestão da cidade (DANTAS, 2013).

No âmbito da regulamentação do empreendimento, considerou-se para o desenvolvimento do presente trabalho a lei complementar N°524, de 08 de abril de 2011, conhecida como Código de Obras e a lei complementar N°525, de 14 de abril de 2011, dispondo sobre o Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo, bem como seus anexos.

1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A crescente demanda por novas residências nos municípios brasileiros, a necessidade das construtoras e incorporadoras de produzirem um grande volume de unidades em um curto período de tempo com baixo custo e qualidade, fez crescer a busca por novos métodos construtivos ainda pouco disseminados na cultura nacional.

Nesse cenário, com construções que prezam pelo prazo de execução, custo, qualidade final do produto, limpeza e organização no canteiro de obras, o sistema construtivo parede de concreto ressurge com grande força no mercado brasileiro para preencher tais necessidades.

O presente trabalho busca apresentar e disseminar conhecimento sobre os detalhes construtivos de empreendimentos desenvolvidos em parede de concreto, desde sua concepção até sua elaboração.

1.2 OBJETIVOS

Apresentar o processo de concepção e elaboração de projeto arquitetônico de edifícios residencial multifamiliar com emprego de sistema construtivo paredes de concreto na cidade de Uberlândia.

2 ESTUDO DA VIABILIDADE DO PROJETO

2.1 PERMISSÃO DE CONSTRUÇÃO

Ao iniciar a concepção de um empreendimento, seja residencial, comercial ou industrial, o primeiro passo a ser tomado é o estudo da área em questão, tomando por base a lei de uso e ocupação do solo, na qual dispõe sobre as permissões de construções para cada região do município, de acordo com sua estratégia de desenvolvimento, gerindo de forma eficiente e sustentável o uso do seu território. Leva-se em consideração fatores como localização, classificação do uso pretendido para o empreendimento, coeficiente de aproveitamento do terreno, taxa de ocupação do solo, distanciamento da construção das divisas do lote, áreas de estacionamento de veículos e de drenagem das águas pluviais.

Foi utilizado como objeto de estudo neste trabalho um terreno localizado na zona sul de Uberlândia, Minas Gerais, com o total da área do terreno de 16.822,52 m². Vale ressaltar que os procedimentos descritos ao longo do presente relatório são pertinentes à empreendimentos realizados no Município de Uberlândia e que em outros municípios deve-se realizar uma análise crítica para averiguar os trâmites legais para aprovação.

2.1.1 Zoneamento urbano

Com base no Anexo I – Mapa de Zoneamento da Zona Urbana de Uberlândia, da Lei Complementar N°525, para validação inicial do projeto no qual certifica-se que a região se localiza na Zona Residencial 3 (ZR3), sendo propícia para a implantação de construções com seu uso previsto para edificações de caráter multifamiliar vertical.

2.1.2 Adequação de uso pretendido

Ao utilizar o Anexo VI – Quadro de Adequação dos Usos às Zonas (Quadro 1), da mesma lei complementar já citada, constata-se a adequabilidade do uso pretendido, H2v – Habitação Multifamiliar Vertical.

Quadro 1 – Anexo VI – Quadro de Adequação dos Usos às Zonas

Usos/ Zona	ZC1	ZC2	ZCF	ZPL	ZPP	ZPA	ZI	ZR1	ZR2	ZR3	ZRPA	ZM	ZT	ZEIS	SVS	SVA	SVC	SVE	SE
H1 - Habitação Unifamiliar	A	A	A	P	A	-9	P	A	A	A	A	A	A	P	P	A	A	A	A
H2h - Habitação Multifamiliar Horizontal	A	A	A	P	P(4)	-9	P	A	A	A	P(4)	A	A	P	P	A	A	A	A
H2v - Habitação Multifamiliar Vertical	A	A	A(1)	P	P	-9	P	P	A	A	P	A	A	P	P	A	A	A	A
H3 - Habitação de Interesse Social	A	A	P	P	P	-9	P	P	A	A	P	A	A	A(7)	P	A	A	A	A
C1 - Comércio Varejista Local	A	A	A(2)	P	P	-9	A	A(6)	A	A	P	A	A	A	A	A	A	A	A
C2 - Comércio Varejista Diversificado	A	A	P	P	P	-9	A	P	P	P	P	P	A	P	A	A	A	A	A(11)
C3P - Comércio Especial e/ou Atacadista de Pequeno Porte	A	A	P	P	P	-9	A	P	P	P	P	P	A	A	A	A	A	A	A
C3M - Comércio Especial e/ou Atacadista de Médio Porte	P	P	P	P	P	-9	A	P	P	P	P	P	A	P	A	A	P	A	P
C3G - Comércio Especial e/ou Atacadista de Grande Porte	P	P	P	P	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	A	P	A(13)	P(10)	P	P(10)	P
C4-I - Comércio Atacadista Especial I	P	P	P	P	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	A	P	A(13)	P	P	P	P
C4-II - Comércio Atacadista Especial II	P	P	P	P	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	P	P	A(13)	P	P	P	P
S1 - Serviço Local	A	A	A(2)	P	P	-9	A(5)	A(6)	A	A	P	A	A	A	A(5)	A	A	A	A
S2 - Serviço Diversificado	A(8)	A	P	P	P	-9	A	P	P(12)	P	P	P	A	P	A	A	A	A	A(8)
S3 - Serviço Especial	P	P	P	P	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	A	P	A(13)	P	P	P	P
E1 - Equipamento Social e Comunitário - Local	A	A	A(2)	P(3)	P	-9	A(13)	A	A	A	P	A	A	A	P	A	A	A	A
E2 - Equipamento Social e Comunitário - Geral	P	P	P	P(3)	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	A	P	A(13)	A	A	A	P
E3-I - Equipamento Social e Comunitário - Especial I	P	P	P	P	P	-9	A	P	P	P	P	P	A	P	A	A	P	P	P
E3-II - Equipamento Social e Comunitário - Especial II	P	P	P	P	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	P	P	A(13)	P	P	P	P
I1 - Indústria de Pequeno Porte	A	A	A(2)	P	P	-9	A	P	A	A	P	A	A	A	A	A	A	A	A
I2 - Indústria de Médio Porte	P	A	P	P	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	A	P	A(13)	A	P	A	P
I3 - Indústria de Grande Porte	P	P	P	P	P	-9	A(13)	P	P	P	P	P	P	P	A(13)	P	P	P	P
M - Misto*	A	A	A(2)	P	P	-9	A(13)	A	A	A	P	A	A	A	A(13)	A	A	A	A

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia (2020)

A = Adequado

P = Proibido

2.1.3 Taxa de ocupação máxima e coeficiente de aproveitamento máximo

Prosseguindo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo, utilizando o Anexo VII – Volumetria, verifica-se a taxa de ocupação máxima e o coeficiente de aproveitamento máximo, além dos afastamentos mínimos permitidos das divisas e a área mínima possível para um terreno de acordo com sua classificação definida no mapa de zoneamento do anexo I, descrito anteriormente.

Para a área ZR3, na qual está localizado o terreno em estudo, a ocupação máxima para habitação multifamiliar vertical (H2v) é de 60% no primeiro pavimento para as áreas de uso comum e nos demais pavimentos de empreendimentos de até quatro andares, permite-se o aproveitamento em até 45% do terreno. Já para construções maiores do que 4 pavimentos o limite permitido é de 30% para os demais pavimentos.

Conforme descrito na Lei N°525, taxa de ocupação é o fator numérico pelo qual se multiplica a área do lote para obter-se a área máxima da projeção horizontal da edificação, isto é, a quantidade de pavimentos não é relevante desde que a projeção não ultrapasse a taxa de ocupação permitida ao terreno.

Levando em consideração o coeficiente de aproveitamento máximo para a área em questão, destinada para desenvolvimento de habitação multifamiliar vertical, é possível considerar um aproveitamento de três vezes o seu terreno. Segundo consta na Lei N°525 de 2011, coeficiente de aproveitamento máximo é o fator numérico pelo qual se multiplica a área do lote para obtenção da área total máxima permitida de construção. Vale ressaltar que a área máxima diz respeito a soma de todos os pavimentos, excetuando-se vagas de garagem e áreas comuns do edifício (Salão de festas, piscinas, quadras, corredores, escadas).

Segundo Dantas (2013), o coeficiente de aproveitamento, associado ao zoneamento, está totalmente ligado à capacidade do município em atender de forma adequada as demandas sociais em cada região da cidade.

No anexo VII – Volumetria, da mesma lei citada anteriormente, é possível verificar o afastamento frontal, lateral e de fundo da construção em relação às divisas do terreno, além da testada e área mínima do lote. Tais parâmetros são determinantes para a qualidade de vida quando utilizados em consonância com o uso e ocupação do solo (DANTAS, 2013).

Quadro 2 – Anexo VII – Volumetria

Zona	Taxa de Ocupação Máxima (%)	Coefficiente de Aproveitamento Máximo	Afastamento Frontal	Afastamento Lateral e Fundo Mínimo (m)	Testada Mínima (m)	Área Mínima do Lote (m ²)
ZC1	60 (1) (11)	4,5	Facultativo (5)	1,5 (5)	10	250
ZC2	60 (2) (11)	2,75	3,0 (5)	1,5 (5)	10	250
ZCF	70	1,5 (10)	Facultativo	1,5	10	250
ZPL	-	-	-	-	-	-
ZPP	20	0,2	3	1,5	50	5.000
ZPA	- (3)	- (3)	- (3)	- (3)	- (3)	- (3)
ZI	60	1,2	3,0 (5)	1,5 (5)	14	500
ZR1	60(8)	1,2(7)(8)	3,0 (8)	1,5 (8)	12(8)	360(8)
ZR2	60	2,75	3,0 (5)	1,5 (5)	10	250
	H2v >4 pav					
	40(4)					
ZR3	60	1,2	3,0 (5)	1,5 (5)	12	360
	H2v ≤4 pav 45(4) H2v >4 pav 30(4)	p/ H2 = 3,0				
ZRPA	20	0,2	3	1,5	50	5.000
ZM	60	3	3,0 (5)	1,5 (5)	10	250
	H2v >4 pav 40(4)					
ZT	60	2,75	3,0 (5)	1,5 (5)	10	250
	H2v >4 pav 40(4)					
ZEIS I	80	2,5	3,0(5)	1,5 (5)	8	200
ZEIS II	80(9)	2,5(9)	3,0(9)(5)	1,5 (5) (9)	8(9)	200(9)
ZEIS III	-(6)	-(6)	3,0(5)	1,5 (5)	-(6)	-(6)
SVS	70 (1)	1,4	3,0 (5)	1,5	20	1000
SVA	70 (2)	4	3,0 (5)	1,5 (5)	-(6)	-(6)
SVC	70 (2)	3,5	3,0 (5)	1,5 (5)	-(6)	-(6)
SVE	70 (1)	4	3,0 (5)	1,5 (5)	-(6)	-(6)
SE	60	3	3,0 (5)	1,5 (5)	-(6)	-(6)

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia (2020)

Levando em consideração o descrito anteriormente foi realizado a equalização da área máxima passível de ocupação no terreno e a máxima projeção possível de ocupação.

a) Área máxima privativa permitida de construção

$$A_{MÁX} = A_T \times CA \quad (1)$$

Onde,

$A_{MÁX}$ é a Área Máxima Permitida de Construção no terreno (m²)

A_T é a Área Total do Terreno (m²)

CA é o Coeficiente de Aproveitamento Máximo

Considerando,

Área total do terreno = 16.822,52 m²

Coefficiente de aproveitamento máximo = 3

Logo,

Área Máxima Permitida de Construção no terreno = 50.467,56 m²

b) Ocupação máxima do terreno

$$OC_{MÁX} = A_T \times \text{Taxa de Ocupação Máxima} \quad (2)$$

Onde,

$OC_{MÁX}$ é a Área Máxima de Ocupação Permitida no terreno (m²)

A_T é a Área Total do Terreno (m²)

Taxa de ocupação máxima é fornecido de acordo com a zona em que se encontra o terreno e sua classificação quanto ao uso (Quadro 2 – Volumetria).

Considerando,

Área total do terreno = 16.822,52 m²

Taxa de ocupação máxima = 30%

Logo,

Área Máxima de Ocupação Permitida no Terreno = 5.046,75 m²

2.1.4 Tipologia da edificação

Após verificação de qual zoneamento urbano o terreno em estudo se enquadra, análise cautelosa da possibilidade de instalação do uso pretendido ao empreendimento na área, verificações da taxa de ocupação e do coeficiente máximo de aproveitamento permitidos, bem como os afastamentos e área mínima do terreno, torna-se possível o estudo da quantidade de edifícios e unidades residências a serem construídas no lote. Tais decisões são de suma importância aos poderes públicos de maneira a permitir um melhor controle das atividades na região, mantendo o nível de qualidade de vida à população e disponibilidade de serviços públicos.

Para o presente trabalho considerou-se apartamentos apresentando duas tipologias distintas de layout interno, de forma a atender a necessidade e demanda dos mais variados públicos presentes no cotidiano de uma grande cidade.

Os layouts internos foram elaborados também com base na NBR 9050/2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos e na Lei Nº13.146 de 6 de julho de 2015, de modo que o projeto proporcione conforto e segurança a todos os possíveis usuários da edificação, obedecendo as medidas mínimas de acessibilidade para os acessos e circulação.

Art. 55. A concepção e a implantação de projetos que tratem do meio físico, de transporte, de informação e comunicação, inclusive de sistemas e tecnologias da informação e comunicação, e de outros serviços, equipamentos e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, devem atender aos princípios do desenho universal, tendo como referência as normas de acessibilidade. (Lei nº13146 de 6 de julho de 2015).

O decreto Nº9451, de 26 de julho de 2018, descreve que para sistemas construtivos que não permitam modificações posteriores devem garantir um percentual mínimo de três por cento de unidades acessíveis em seu interior, não estando as unidades residenciais restritas somente ao pavimento térreo. Em empreendimentos que não adotem a implantação de unidades acessíveis, o mesmo deve garantir que sejam projetadas unidades adaptáveis para possíveis reformas.

O quadro 3, disponibilizado na lei municipal que dispõe sobre o zoneamento do uso e ocupação do solo de Uberlândia, expõe sobre as possibilidades de considerações para a determinação das áreas de uso comum ou privado.

Quadro 3 – Regras de delimitação das áreas privativas

Unidades	Área Comum	Área Privativa
Área Comum	-	Faces internas das paredes de separação
Área Privativa	Faces externas das paredes de separação	Eixo das paredes internas de separação

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia (2020)

A quantidade de área em projeção horizontal fica definida pela taxa de ocupação máxima, descrita anteriormente. Para o empreendimento em questão é possível que haja a ocupação de até 30% da área total do terreno, o que totaliza uma área de 5.046,75 m² passíveis de construções. A seguir (Tabela 1) fica demonstrado o resumo das áreas do empreendimento para a definição do número de edifícios e apartamentos possíveis de serem construídos.

Tabela 1 – Resumo de áreas do empreendimento

Área máxima permitida de construção (m ²)	50.467,56
Área máxima permitida de Projeção horizontal (m ²)	5.046,75
Área privativa apartamento 1 (m ²)	90,60
Área privativa apartamento 2 (m ²)	78,00
Área privativa por pavimento (m ²)	337,20

Fonte: Autor (2020)

Levando em consideração 337,2 m² de área privativa projetada para o térreo, seria possível a construção de 14 unidades com dimensões iguais. Porém, somente seria possível adotar construções padronizadas de até 10 pavimentos devido a restrição da área máxima permitida de construção.

Visando a construção de torres altas, o número de unidades térreas sofreu redução para 6 unidades, totalizando 2.023,20 m² de área construída em projeção horizontal.

Consequentemente, o número máximo de pavimentos possíveis a serem construídos na área em estudo buscando o melhor aproveitamento da área do terreno resultou em 24 pavimentos, com uma área total de 48.556,8 m² de área privativa.

Tabela 2 – Resumo do empreendimento

Área do terreno (m ²)	16.822,52
Área privativa por pavimento (m ²)	337,20
Torres no empreendimento	6
Área privativa em projeção horizontal (m ²)	2.023,20
Pavimentos por torre	24
Área privativa construída (m ²)	48.556,80
Total Apartamentos Tipo 1	288
Total Apartamentos Tipo 2	288
Total de Apartamentos	576

Fonte: Autor (2020)

Vale ressaltar que a definição do número de pavimentos levou em consideração apenas o quesito de máximo aproveitamento do terreno em estudo e a compatibilização com a padronização das torres, assim buscando alinhamento com o desenvolvimento da padronização de empreendimentos em parede de concreto, desconsiderando, a necessidade de projeto estrutural elaborado em consonância com as normas brasileiras vigentes.

2.1.5 Planta baixa e perspectiva do edifício

O projeto arquitetônico foi elaborado de maneira a apresentar dois apartamentos com 90,60 m² de área privativa, no qual uma das opções possibilita acessibilidade conforme o

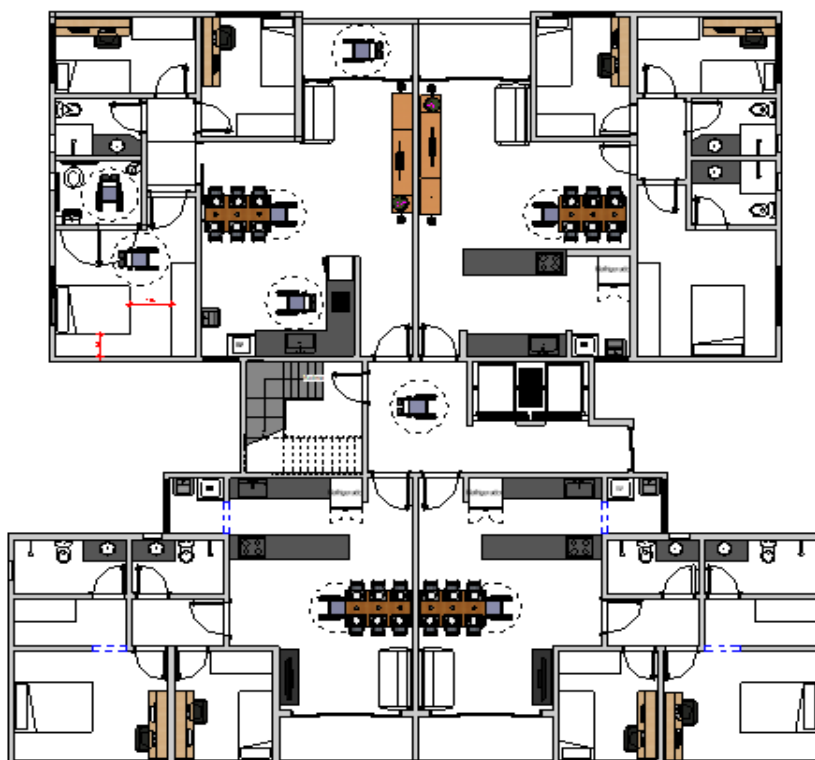
descrito na NBR 9050/2015, além de outros dois apartamentos, cada unidade com 78,00 m² de área privativa.

Os apartamentos com maior área privativa conta com uma suíte, dois quartos, um banheiro social, sala de tv, sala de jantar, cozinha e área de serviço conjugada, além de uma varanda. Para a opção com layout voltado para pessoas com necessidades especiais, as portas possuem aberturas especificadas em normas, suíte com itens para dar maior conforto e usabilidade aos moradores, além de contar com amplas áreas de movimentação em todo o apartamento.

Já a opção de apartamento com área de 78,00 m² conta com uma suíte, acompanhada de closet, um quarto, um banheiro social, sala de tv, sala de jantar e cozinha conjugada, além de uma área de serviço e também uma varanda.

A planta baixa do pavimento tipo, bem como a perspectiva do edifício está apresentada a seguir, e no anexo A.

Figura 1 – Layout pavimento térreo



Fonte: Autor (2020)

Figura 2 – Perspectiva do edifício



Fonte: Autor (2020)

2.1.6 Afastamento frontal mínimo

A definição dos afastamentos frontal considera o descrito no artigo 31 da Lei N° 525/2011 para edifícios com mais de dois pavimentos acima do logradouro, mantendo no mínimo a distância de três metros.

$$A_{FR} = \frac{H}{10} + 2,10 \quad (3)$$

Onde,

A_{FR} é o afastamento frontal (m)

H medida desde o nível médio do meio fio, até o piso do pavimento mais alto da edificação, exceto casa de máquinas, caixa d'água e área privativa coberta até 35% da laje.

Considerando,

$H = 69,00 \text{ m}$

Logo,

Afastamento frontal = 11,7 m

2.1.7 Afastamentos laterais e de fundo mínimos

Para consideração do cálculo dos afastamentos laterais e de fundo mínimo utiliza-se o mesmo artigo citado anteriormente para o cálculo do afastamento frontal mínimo. Para os lotes em que existe mais de uma testada, adota-se uma para ser considerada como a frente e as demais são consideradas como laterais ou de fundo.

$$A_{LF} = \frac{H}{10} + 1,5 \quad (3)$$

Onde,

A_{LF} corresponde ao afastamento lateral e o afastamento de fundo (m)

H medida desde o nível médio do meio fio, até o piso do pavimento mais alto da edificação, exceto casa de máquinas, caixa d'água e área privativa coberta até 35% da laje.

Considerando,

$$H = 69,00 \text{ m}$$

Logo,

$$\text{Afastamento lateral e afastamento de fundo} = 8,4 \text{ m}$$

2.1.8 Afastamento entre blocos de edificações pertencentes ao mesmo empreendimento

$$A_h = \frac{H}{5} + 1,2 \quad (4)$$

Onde,

A_{LF} corresponde ao afastamento entre blocos (m)

H medida desde o nível médio do meio fio, até o piso do pavimento mais alto da edificação, exceto casa de máquinas, caixa d'água e área privativa coberta até 35% da laje.

Considerando,

$$H = 69,00 \text{ m}$$

Logo,

$$\text{Afastamento lateral e afastamento de fundo} = 15 \text{ m}$$

Além de considerar a lei do uso e ocupação do solo para determinar as medidas mínimas a serem adotadas para a aprovação junto a Prefeitura Municipal, deve-se também levar em

consideração as recomendações do Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerias (CBMMG). A instrução técnica 05, de 2005, traz a equação geral (5) para que possa ser projetado edifícios em um mesmo terreno de forma a evitar catástrofes envolvendo incêndios.

$$d = \alpha \times (\text{largura ou altura}) + \beta \quad (5)$$

Onde,

d = distância de separação (m)

α = coeficiente em função da relação (largura/ altura ou altura/largura), da porcentagem de aberturas e da classificação de severidade;

β = coeficiente de segurança que assume os valores de 1,5m (β_1) nos municípios que possuem Corpo de Bombeiros Militar com viaturas para combate a incêndios.

Considerando,

$\alpha = 0,89$

largura = 18,78 m

$\beta = 1,5$ m

Logo,

Afastamento entre os edifícios em um mesmo terreno = 18,21 m

2.1.9 Absorção de águas pluviais

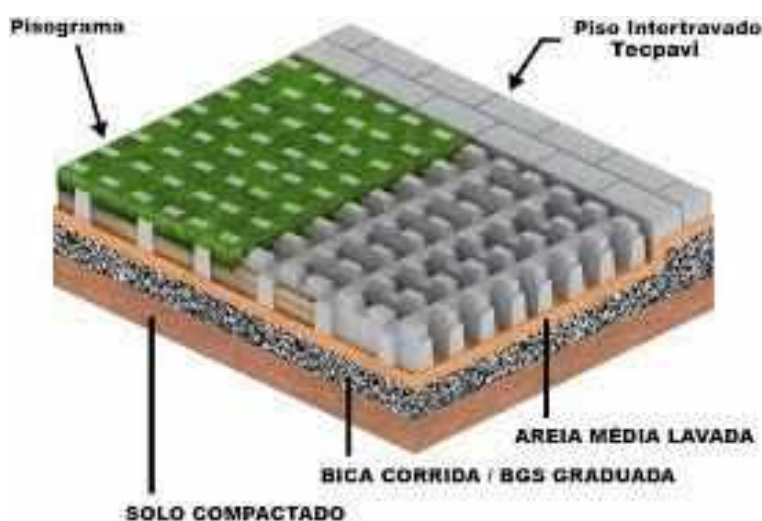
Como citado em *Cidades e Inundações - Um guia para a Gestão Integrada do Risco de Inundação Urbana para o Século XXI*, compreender as causas e efeitos dos impactos das inundações e projetar, investir e implementar medidas que os minimizem devem tornar-se parte do pensamento corrente de desenvolvimento e estar incluídos nos objetivos mais amplos de desenvolvimento. Consciente disso, o presente trabalho apresenta o descrito no artigo 38 da Lei Nº525, permitindo uma quantidade superior a 20% do terreno livre de impermeabilizações e construções para que a água pluvial possa seguir seu fluxo natural sem grandes danificações à população e a rede coletora pública de drenagem pluvial.

Portanto, a área livre de construções que impeçam a drenagem das águas pluviais no empreendimento será de no mínimo 3.364,04 m². Pode-se utilizar de superfície com vegetação, pisos intertravados, pisogramas (figura 3) ou outra tecnologia drenante adequada.

A permeabilidade ajuda na prevenção das enchentes, tornando-se um piso ecologicamente correto. É uma ótima opção para criar espaços verdes para diversos tipos de usuários.

Pisogramas auxiliam na prevenção de enchentes além de ser uma ótima opção para criação de espaços verdes para diversos tipos de usuários. É um piso ecologicamente correto, como mencionado pela empresa TecPavi.

Figura 3 - Representação da instalação de pisogramas



Fonte: TecPavi (2016)

2.1.10 Vagas de estacionamentos

A última etapa relacionada à concepção do empreendimento e ligada diretamente à Lei Complementar N° 525/2011 diz respeito as áreas de estacionamento de veículos.

Para empreendimentos multifamiliares verticais é possível que 90% das vagas possuam dimensões mínimas de 2,4 m por 4,5 m de forma a permitir realizações de manobras. O restante das vagas deve possuir as dimensões mínimas de 2,4 m e 5,0 m, com área mínima de 12 m², conforme descrito no artigo 39 da lei de uso e ocupação do solo de Uberlândia.

Para área de estacionamento descobertas e vagas superiores a 20, deverá o empreendimento constar de arborização na proporção de uma árvore para cada quatro vagas de estacionamento.

Baseado no mesmo teor já mencionado anteriormente para a escolha dos layouts dos apartamentos, para as vagas de estacionamento também deve-se ter a atenção voltada para a inclusão de pessoas com deficiência, sendo assim necessário a reserva de no mínimo dois por cento das vagas de garagem ou estacionamento, vinculadas ao empreendimento, para veículos

que transportem pessoa com deficiência com comprometimento de mobilidade, conforme descrito no art. 47 da Lei nº 13.146, de 2015.

3 SISTEMA CONSTRUTIVO: PAREDE DE CONCRETO

3.1 CONCEITO

Parede de concreto é por definição, “Elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede.” (ABNT NBR 16055:2012).

Apesar da existência de diversos sistemas construtivos modernos, o praticado em alvenaria convencional ainda está muito enraizado na cultura brasileira, tornando-o um dos métodos mais utilizados entre as construtoras. Como lembrado por OLIVEIRA (2019), este método é marcado pela baixa produtividade, alto índice de desperdício e pela necessidade de elevada quantidade de mão de obra.

Visando ir contra as características citadas acima, temos a prática do sistema construtivo parede de concreto. Tal método é citado por trazer a industrialização para dentro do canteiro de obra remetendo ao processo praticado em grande parte pelas indústrias automobilísticas. (ABCP, 2007).

Conforme Areas (2013), o resultado obtido com industrialização da construção é refletido no canteiro de obras com a racionalização de suprimentos, redução de custos, menor número de trabalhadores e o aumento na produtividade do empreendimento.

De forma contrária ao que ocorre em construções em que o método convencional é utilizado para o desenvolvimento do empreendimento, o método parede de concreto reduz resíduos providos da quebra de alvenaria para passagem de tubulações hidráulicas e elétricas, bem como retrabalho e atrasos de cronogramas. De acordo com Costa, Lima (2011, apud D'Ambrosio, 2009) o sistema de parede de concreto pode reduzir entulhos em até 80% se comparado à alvenaria estrutural.

O sistema construtivo parede de concreto reduz as atividades artesanais e improvisações, assim, reduzindo o número de trabalhadores no canteiro de obras. Com mão-de-obra qualificada e maior produção em menos tempo, os indicadores de produtividade se destacam positivamente, bem como as margens de lucratividade. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012)

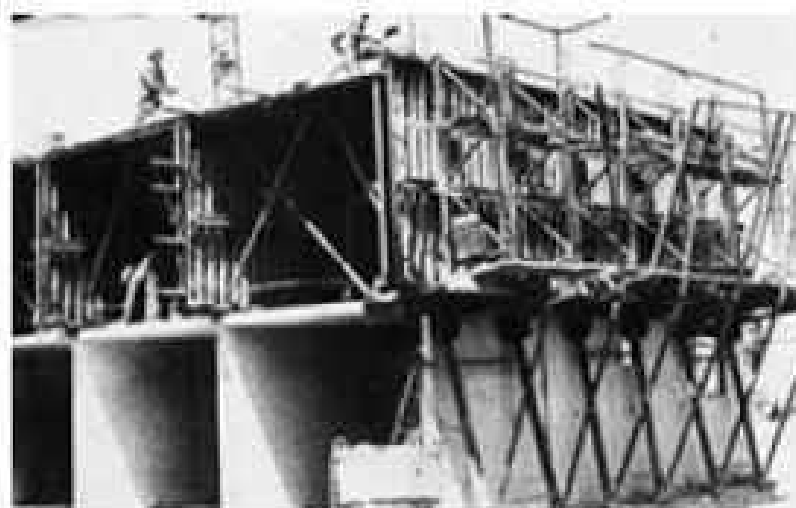
Para que o empreendimento seja entregue no prazo previsto se faz necessário a escolha do método construtivo que melhor se encaixa à obra e a elaboração do planejamento prévio, além da definição de todas as etapas construtivas antecipadamente, evitando assim decisões na obra. A etapa de projeto é a mais importante do ciclo de produção de paredes de concreto, na medida em que esse sistema construtivo se propõe a construir obras com grande rapidez. (MONGE, 2014).

Areas (2013) ressalta que o método construtivo parede de concreto possui um elevado custo para implantação, não sendo a melhor opção no que se refere a baixos custos de materiais, maquinários e mão de obra, portanto somente irá se tornar viável caso o prazo de execução do empreendimento seja reduzido, uma vez que minimiza os gastos com custos indiretos de canteiro de obras e pessoal.

3.2 HISTÓRIA

Conforme mencionado por Macêdo (2016), a nível mundial, a empresa francesa Outinord desenvolvia parede de concreto moldada in loco (concreto convencional) com a utilização de fôrmas metálicas no formato de túnel, permitindo a concretagem simultânea de paredes e lajes (figura 4), e paralelamente, a empresa brasileira Gethal, com sede em Caxias do Sul, desenvolvia o modelo de industrialização da construção civil através da parede de concreto celular moldado in loco (figura 5), método de menor custo se comparado ao concreto convencional. Tais métodos construtivos era comum de encontrar em grandes canteiros de obras nas décadas de 70 e 80.

Figura 4 – Fôrma em formato de túnel – Outinord



Fonte: Braguim (2013)

Figura 5 – Sistema Gethal



Fonte: gethal.com.br (2020)

Na década de 70 o Brasil viveu a experiência de ter um banco financiador do desenvolvimento urbano, o Banco Nacional da Habitação (BNH). Segundo Valadares e Hoffmann (2020), o BNH passou a direcionar a expansão das periferias das cidades brasileiras através de investimentos habitacionais.

Em meados da década de 80, o financiamento tornou-se escasso devido à crise financeira que o país passava devido à alta inflação, fato este que obrigou as construtoras a se reinventarem. Devido ao contexto histórico do momento e a falta de construções em grande escala, o método construtivo de parede de concreto que até então recebia incentivos fiscais, tornou-se inviável financeiramente à época.

A partir de 2009, apoiado no programa governamental e na necessidade de oferecer um alto número de moradias dignas em um curto prazo, as construtoras e incorporadoras trouxeram novamente à tona o método construtivo parede de concreto.

Esse período foi marcado fortemente pelos incentivos fiscais oferecidos pelo governo federal através do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) para financiamento de moradias populares.

Art.2º O PMCMV tem como finalidade criar mecanismos de incentivo à produção e à aquisição de novas unidades habitacionais pelas famílias com renda mensal de até 10 (dez) salários mínimos, que residam em qualquer dos Municípios brasileiros. (Lei Nº 11.977, de 7 de julho 2009.)

3.3 NORMALIZAÇÃO

Após longo período com ausência de uma norma regulamentadora do sistema construtivo parede de concreto, em abril de 2012 a Associação Brasileira de Normas Técnicas

(ABNT) publicou a ABNT NBR 16055:2012 Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos, estabelecendo as regras necessárias a serem seguidas para a construção de paredes de concreto moldadas in loco.

Anteriormente à norma, a aprovação do sistema construtivo se dava através do Documento de Avaliação Técnica (DATec), certificado fornecido pelo Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (Sinat), órgão do Ministério das Cidades. Todo o processo para obtenção da documentação que garantia uma padronização da qualidade das edificações demandava um prazo relativamente longo, podendo ser decisivo para a escolha do método construtivo do empreendimento. (BRAGUIM, 2013)

Consoante a ABNT NBR 16055:2012, edifícios de até 5 pavimentos e que contemplam as características a seguir, podem ser considerados edifícios simplificados, facilitando alguns dimensionamentos e verificações de conformidade.

- Lajes de vão livre máximo de 4 m e sobrecarga máxima de 300 kgf/m². Não são admitidas lajes pré-moldadas;
- Piso a piso máximo da construção de 3 m;
- Dimensões em planta de no mínimo 8 m.

Tais considerações não impedem que sejam projetados e executados edifícios em parede de concreto com o número de pavimentos superior a cinco, desde que o projeto atenda aos requisitos mínimos presentes na ABNT NBR 16055:2012, bem como as demais normas regulamentadoras mencionadas ao longo da norma, estando em concordância com Farias (2018).

3.4 EXECUÇÃO

O processo construtivo das paredes de concreto torna-se industrializado contendo semelhanças aos processos desenvolvidos em indústrias com linha de montagem, mantendo assim seu padrão de qualidade e prazo. Conforme Freire (2001), as etapas construtivas do método parede de concreto pode ser resumida da seguinte forma:

- Adequações na logística do canteiro de obras;
- Escolha do concreto a ser utilizado no empreendimento;
- Montagem das fôrmas;
- Execução da armação;

- Execução da concretagem;
- Cura do concreto e retirada das fôrmas e escoramento.

Conforme mencionado por Machado e Gomes (2019), para o método construtivo descrito no presente trabalho, recomenda-se sua utilização em empreendimentos que haja grande repetitividade de etapas construtivas, podendo ser utilizado em construções de baixo até alto padrão.

A principal característica desse método construtivo é sua montagem “in loco” de todos os elementos em uma única etapa gerando paredes com dupla função: estrutural e vedação simultaneamente. Desta forma, após a retirada das fôrmas, as paredes possuem em seu interior elementos embutidos pertencentes as instalações hidráulicas e elétricas, assim como vãos de janelas e portas. (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

Levando em consideração o fato de que empreendimentos em parede de concreto são conhecidos por seus rápidos ciclos de construção e execução de etapas sequenciadas dependentes uma das outras, a gestão de suprimentos deve ser bastante eficaz de forma a não haver ausência de materiais e equipamentos. (CORSINI, 2011).

Baseando-se no fato de que todo e qualquer empreendimento para ter o sucesso aguardado precisa-se de um início bem executado, torna-se necessário alguns cuidados ao início da construção da parede de concreto. Anteriormente a instalação das fôrmas, a marcação do piso apresenta-se como etapa fundamental para garantir o alinhamento das paredes e consequentemente a correta montagem de fôrmas e execução da concretagem. (MACHADO E GOMES, 2019).

Figura 6 – Demarcação para instalar a fôrma



Fonte: Pereira e Lara (2017)

3.4.1 Fôrmas

Fôrmas são estruturas provisórias instaladas com o objetivo de moldar o concreto recém lançado formando assim uma superfície estanque, de modo a fixar e favorecer a geometria das peças concretadas dando a geometria necessária às paredes de concreto. (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

Braguim (2013) lembra que para a elaboração de empreendimentos altamente potencializados financeiramente, a escolha correta da tipologia de fôrmas para utilização no molde do concreto armado é fundamental, bem como o desenvolvimento e detalhamento do projeto de fôrmas.

A NBR 16055 (2012) nos remete a importância do projeto de fôrmas para a correta execução de empreendimentos em parede de concreto, afirmando que as formas deverão vir acompanhadas de seu projeto, além do engenheiro responsável fazer a conferência de sua instalação antes da concretagem, garantindo assim a conformidade entre a execução e projeto.

Dentre as possibilidades de escolhas do tipo de fôrma a ser utilizada em empreendimentos construídos no método parede de concreto, existem opções de materiais elaborados em alumínio, plásticos e fôrmas mistas, que utilizam estrutura metálica e chapas de compensado para o contato direto com o concreto, todas as opções possuem vantagens e desvantagens, a seguir serão descritas:

a) Fôrmas metálicas

Possuem como diferencial sua leveza e facilidade de serem encontradas no mercado com diversas dimensões, fatos que possibilitam aumento de produtividade e combinações geométricas necessárias para a moldagem do concreto.

Fôrmas metálicas podem ser utilizadas em diversas situações dentro do canteiro de obra devido sua versatilidade, sendo possível a utilização para moldagem de pilares, vigas, paredes curvas e paredes de espessuras distintas, muitas das vezes sendo necessário apenas um trabalhador. (MACHADO E GOMES, 2019).

Figura 7 – Fôrma Metálicas



Fonte: Braguim (2013)

b) Fôrmas metálicas com compensado

Assim como mencionado para o item anterior, a fôrma que envolve madeira para seu fechamento também possui a vantagem de ser adaptável as mais variadas combinações geométricas. Porém possui como pontos negativos sua menor durabilidade e maior peso se comparada com a fôrma metálica.

Figura 8 – Fôrma Metálicas com Compensado



Fonte: ABCP (2007)

c) Fôrmas de plástico

A utilização de fôrmas metálicas constitui-se da utilização de painéis plásticos e elementos metálicos, que tem por função a estanqueidade do concreto, além de garantir o alinhamento, nível, prumo e esquadro das paredes, garantindo assim a execução conforme descrito em projeto. (BASSETTE, 2016)

Bassete (2016), também traz a informação de que os plásticos empregados na elaboração dos painéis modulares são fabricados e controlados por ensaios laboratoriais, de maneira que sejam resistentes e aguentem inúmeras concretagens se bem armazenados, além de retirar o mito do plástico ser um material frágil.

Figura 9 – Fôrma de Plástico



Fonte: Machado e Gomes (2019)

Para uma correta montagem das fôrmas, a presença de enumeração dos painéis igualmente descrita nos projetos é de extrema importância, havendo assim uma maior segurança

e facilidade no momento em que estiver fixando as fôrmas para a concretagem das paredes de concreto.

Independente da escolha do tipo de fôrma empregada, para todas elas deve-se tomar os devidos cuidados na sua manutenção. Segundo Amoedo (2013), um fator importante a ser observado é a utilização de desmoldante nos painéis afim de facilitar sua retirada na desforma.

Além da decisão de qual tipo de fôrma utilizar no empreendimento, a decisão de alugar ou comprar os painéis é um fator determinante para a viabilidade financeira da obra. A escolha sobre a compra ou não das fôrmas sofre influência de fatores além canteiro de obras, tais como: reutilização ou não dos painéis em outras construções, orçamento disponibilizado pela construtora para a aquisição de bens materiais, juros gerados de financiamentos caso não disponha do valor total de compra e quantidade de utilizações da fôrma. (AMOEDO, 2013).

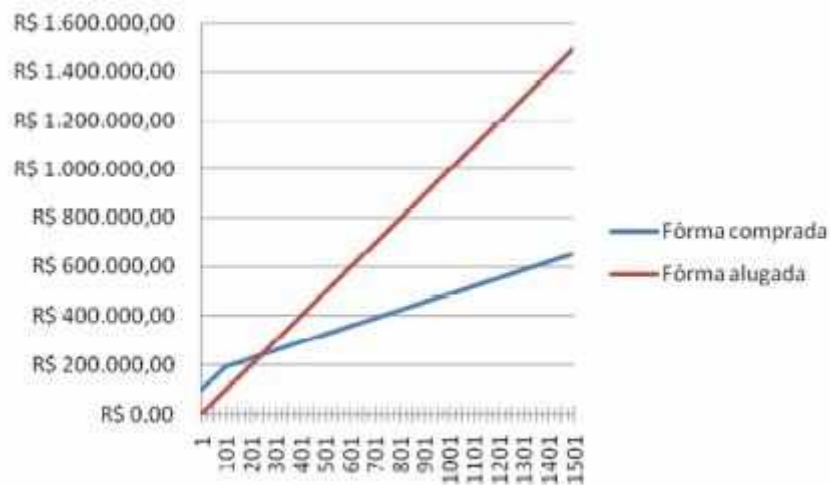
Para apresentação de valores demonstrativos de compra ou aluguel de fôrmas para empreendimentos de parede de concreto, será apresentado o trabalho desenvolvido por Amoedo (2013), no qual realizou a comparação com os valores de mercado de compra e aluguel, praticado por uma empresa fornecedora de fôrmas de alumínio. O custo da fôrma, considerando o ano do estudo, foi de R\$650.000,00, para a locação R\$994,18, podendo ser utilizado no máximo com 1500 repetições. A seguir apresenta-se a tabela e o gráfico considerando a depreciação causado pelo uso bem como o número em que a compra se torna a melhor opção em termos financeiros.

Tabela 3 – Custo acumulado para fôrma comprada e alugada

Numero de utilizações	Valor de depreciação acumulada para fôrma comprada	Custo acumulado do aluguel da fôrma	Diferença
0	R\$ 97.500,00	R\$ 0,00	R\$ 97.500,00
1	R\$ 98.475,00	R\$ 994,18	R\$ 97.480,82
243	R\$ 241.150,00	R\$ 240.591,22	R\$ 558,78
244	R\$ 241.475,00	R\$ 241.585,40	R\$ 110,40
1500	R\$ 650.000,00	R\$ 1.491.267,90	R\$ 841.267,90

Fonte: Amoedo (2013)

Figura 10 - Custo x Utilizações para fôrma alugada e comprada



Fonte: Amoedo (2012)

Para esse estudo, a partir da 244ª utilização das fôrmas de alumínio, seria mais viável economicamente a compra dos painéis.

3.4.2 Armadura

Conforme mencionado por Misurelli e Massuda (2009), em construções cujo o sistema construtivo é a parede de concreto, adota-se como armação a tela soldada no eixo vertical das paredes, e em caso de edifícios mais altos, as paredes devem receber duas camadas de telas soldadas. Para projetos que sejam necessários reforços estruturais, utilizam-se telas ou barras de armadura convencional nas bordas, vãos de portas e janelas (Figura 11).

Figura 11 – Reforços Estruturais



Fonte: Machado e Gomes (2019)

Oliveira (2019) menciona que as armaduras possuem três funções básicas, sendo elas: resistir a esforços de flexotorção nas paredes, controlar a retração do concreto, estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás (figura 12).

Figura 12 – Posicionamento das instalações junto a armadura



Fonte: Oliveira (2019)

Para a correta execução das armaduras, todos os detalhes devem constar no projeto estrutural, definindo o cobrimento mínimo, espaçamento entre as armaduras, escolha por utilização de armaduras duplas ou simples, bem como a espessura da parede. A ABNT NBR 16055 (2012) trata, além de outros fatores, do dimensionamento da armadura em paredes de concreto e dos cuidados necessários para a montagem, levando em consideração aspectos como recebimento, transporte, armazenagem e limpeza.

A montagem inicia-se pela armadura principal, em tela soldada. Em seguida, são inseridas as armaduras de reforços estruturais, ancoragens de cantos e cintas, conforme descrito no projeto. Por último são instalados os espaçadores plásticos, peça fundamental para garantir o correto posicionamento das telas aos painéis de fôrmas. (OLIVEIRA, 2019)

A seguir serão apresentadas paredes com tela simples (figura 13) e tela dupla (figura 14) de armadura, a definição de qual modelo utilizar está vinculado ao projeto estrutural, no qual ocorre a análise da resistência quanto às cargas horizontais e verticais. No presente trabalho o que tange ao dimensionamento não estará descrito.

Figura 13 – Armadura com tela simples centrada na parede



Fonte: Braguim (2013)

Figura 14 – Armadura com tela dupla



Fonte: Braguim (2013)

3.4.3 Instalações

Seguindo as etapas construtivas para execução de empreendimentos em parede de concreto, as instalações elétricas e hidráulicas deverão ser posicionadas logo após a montagem das telas armadas, pois a utilizam como suporte e fixação para seu correto posicionamento.

A ABNT NBR 16055:2012 estabelece algumas condições para a instalação de tubulação vertical embutidas nas paredes:

- Quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15°C;
- Quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 MPa;
- Quando o diâmetro máximo for de 50 mm;
- Quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da espessura da parede, restando espaço suficiente para, no mínimo, o cobrimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66% da espessura da parede e com cobrimentos mínimos, desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm para cada lado;
- Tubos metálicos não encostem nas armaduras para evitar corrosão galvânica.

As tubulações horizontais somente são admitidas em trechos sem função estrutural em que as tubulações não ultrapassarem um terço do comprimento total da parede, sendo limitado a um metro. Em hipótese alguma será admitido tubulações nos encontros de paredes.

3.4.5 Concreto

Após a verificação da correta montagem das fôrmas, instalações elétricas e hidráulicas e com o aval do responsável técnico pela obra, o pavimento está liberado para o recebimento do concreto. O concreto utilizado poderá ser advindo de usinas montadas na obra ou de concreteiras terceirizadas, em ambos os casos deverá resultar um produto homogêneo, que garanta a coesão, boa fluidez e resistência a segregação. Tais cuidados são responsáveis por garantir preferencialmente um concreto autoadensável, com boa superfície e minimização da necessidade de serviços de acabamento (estucagem), além de eliminar retrabalho (AREAS, 2013).

Segundo Machado e Gomes (2019), é importante que se faça uma concretagem monolítica, sem interrupções. Garantindo assim uma superfície mais uniforme, sem segmentações de elementos estruturais e emendas nas paredes.

Para garantir a qualidade da concretagem, a ABNT NBR 16055:2012 informa a importância do plano de concretagem bem elaborado por aqueles que executam a concretagem, sendo necessário assegurar o fornecimento da quantidade adequada de concreto e as características descritas em projeto.

Para o método construtivo parede de concreto é fundamental a garantia de trabalhabilidade do concreto, garantindo assim a fluidez com um bom lançamento e adensamento dentro das fôrmas, principalmente próximo as aberturas das esquadrias. (CORSINI, 2011).

Para a etapa de lançamento do concreto, a ABNT NBR 16055:2012 nos informa o correto procedimento para execução e aceitação de material, seguindo conforme descrito abaixo:

- Verificação da trabalhabilidade do concreto conforme descrição em projeto, caso necessário permite-se a adição de água complementar obedecendo aos limites normativos;
- Lançamento e adensamento do concreto de modo a envolver toda a armadura e componentes embutidos;
- Preenchimento da fôrma de maneira uniforme, evitando o lançamento em pontos concentrados com capacidade de causar deformações no sistema;

Para etapa de lançamento do concreto se faz necessário cuidados de forma a eliminar ou reduzir a segregação entre seus componentes, tomando maiores cuidados quanto maiores forem a altura de lançamento e a densidade de armadura. Entre os cuidados pode-se citar o emprego de concreto autoadensável e uso de dispositivos que conduzam o concreto, minimizando a segregação e o concreto preencha todo o espaço do painel.

Para a desforma, somente pode-se iniciar o processo a partir do momento em que o concreto atingir a resistência mínima estabelecida em projeto. De maneira simultânea a desforma, ocorre também o posicionamento das formas para a etapa seguinte e a limpeza removendo as partículas aderidas ao molde. Etapa de limpeza deve ser realizada de maneira cuidadosa para que a durabilidade das fôrmas seja garantida. Após a limpeza, aplica-se o agente desmoldante adequado para o tipo de fôrma escolhido para utilização no empreendimento.

Um outro procedimento fundamental é a realização de cura após a concretagem, garantindo assim as propriedades para as quais o traço foi elaborado. Caso não ocorra a hidratação necessária ao concreto, é possível que ocorra a perda de resistência, redução de sua durabilidade e aparecimento de fissuras por retração do concreto.

3.4.6 Desempenho acústico

Isolamento acústico é a capacidade da estrutura em atenuar ruídos externos e internos, entre unidades habitacionais distintas e entre cômodos de uma mesma unidade, bem como suas áreas comuns.

A ABNT NBR 15575-4 Edificações habitacionais – Desempenho: Sistema de vedações verticais internas e externas -SVVIE, descreve três métodos para verificação de atendimento aos critérios da norma, sendo eles:

- Método de precisão, realizado em laboratório
- Método de engenharia, realizado em campo
- Método simplificado de campo

Um bom isolamento do sistema acústico entre as habitações garante que os usuários possuam um repouso adequado, garante condições favoráveis para o ambiente de estudo, trabalho e lazer, situações tendenciosas para o aumento de produtividade e saúde. (MACHADO E GOMES, 2019).

3.4.7 Desempenho térmico

O mínimo desempenho térmico necessário é descrito na ABNT NBR 15575-4, o qual consta verificação aos requisitos e critérios para fachadas e coberturas, sendo o processo simplificado. Caso seja necessária uma análise mais aprofundada, aplica-se os procedimentos apresentados na ABNT NBR 15575-1, no qual consta procedimento de simulação do desempenho térmico ou regulamentações para medições em campo.

Segundo a ABCP (2007), não é possível ter uma conclusão quanto a adequabilidade às normas de desempenho térmico somente a partir dos materiais que compõem o sistema de vedações, pois é uma condição dependente do projeto do empreendimento, tendo relação direta com a insolação, aberturas de ventilações e sombreamento do imóvel.

Ainda com base no estudo descrito na coletânea de ativos da Associação Brasileira de Concreto Portland, de 2007, chega-se à conclusão de que para o método construtivo parede de concreto é possível atender as exigências mínimas de desempenho térmico em todas as zonas climáticas brasileiras, desde que o projeto cumpra todas as exigências de normas, uma vez que o desempenho térmico depende de vários fatores além das paredes.

3.4.8 Vantagens e desvantagens

Uma das vantagens mais notáveis para o sistema construtivo parede de concreto é a construção rápida, canteiro de obras limpo e redução do uso de revestimento, por possuir uma superfície já relativamente pronta para recebimento do acabamento superficial.

Porém como desvantagem pode-se citar uma certa limitação para futuras modificações arquitetônicas caso não tenha sido previsto a possibilidade em projeto, uma vez que o sistema estrutural é composto pelas paredes. Misurelli e Massuda (2009) informa que a limitação arquitetônica não é unicamente do sistema construtivo parede de concreto, estando também presente em outros sistemas autoportantes como é o caso de alvenaria estrutural. Nos casos em que as instalações elétricas e hidráulicas estão embutidas nas paredes, em futuras manutenções o grau de dificuldade poderá ser grande pois envolve rompimentos e cortes das paredes de concreto, envolvendo uma maior atenção e profissionais capacitados.

4 CONCLUSÃO

O aumento considerável da utilização do sistema construtivo parede de concreto no Brasil nos últimos anos não se deve única e exclusivamente aos incentivos fiscais oferecidos junto ao governo federal mas também deve-se à necessidade da indústria da construção civil em evoluir nos processos construtivos, buscando sempre novas tecnologias e métodos que proporcionem uma construção mais rápida, racionalizada e limpa, pontos cruciais que levam a empresa obter um lucro relativamente maior ao final de todo o processo construtivo desde que o empreendimento tenha todas as etapas pensadas, planejadas previamente e acompanhadas diariamente.

O intuito de descrever um edifício de 24 pavimentos durante o desenvolvimento do presente trabalho é provocar um pensamento e reflexão de que é possível tirar o rótulo do método construtivo parede de concreto ser somente para empreendimentos de baixa renda e pequenas estruturas térreas. Sendo possível a construção de edificações de todos os padrões econômicos, atendendo todas as necessidades visuais, estruturais, financeiras, térmicas e acústicas sem perder a efetividade do empreendimento.

Com o lançamento da norma regulamentadora em 2012, ABNT NBR 16055:2012 Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos, os profissionais passam a ter um respaldo técnico mais amplo e definido,

deixando de ser obrigatório a emissão do Documento de Avaliação Técnica para o método em estudo, tornando o processo mais ágil.

Para que o método construtivo parede de concreto seja viável financeiramente constatou-se que é necessário um estudo prévio bem definido, ter uma equipe técnica qualificada para acompanhamento do empreendimento desde a elaboração dos projetos para que todos estejam compatibilizados e evitem retrabalhos e atrasos durante a construção propriamente dita. Assim, evitando falta de materiais, atraso de etapas construtivas, anomalias na construção e retrabalhos, além de evitar estouro de orçamento por gastos indevidos e não programados e atraso na entrega do empreendimento.

Quanto ao atendimento à norma de requisitos básicos, o método construtivo em parede de concreto atende perfeitamente todos os requisitos desde que a norma seja seguida em todos os seus detalhes, proporcionando qualidade de vida aos moradores.

Já ao que diz respeito a lei de uso e ocupação do solo, fica claro a importância da existência de regulamentação acessível à toda população de forma a ficar claro quais os critérios são aplicados na permissão da construção de novos empreendimentos no município, além de demonstrar qual a intenção do governo em levar desenvolvimento à cidade, assim permitindo ou restringindo determinadas construções por regiões.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro. 2015. 148 p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013. 60 p.

FARIAS, Rômulo da Silva. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto com a incorporação da interação solo-estrutura e das ações evolutivas**. 2018. 263 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

BRAGUIM, Thales Couto. **Utilização de modelos de cálculo para projetos de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 227 p. 2013.

DANTAS, Josenita Araújo da Costa. **Parâmetros Urbanísticos na Regulamentação do Uso e Ocupação do Solo: estudo da densidade e do coeficiente de aproveitamento nos planos diretores de natal de 1994 e 2007**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 152 p. 2013.

MACEDO, Julianne Simões de. **Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local**. 2016. 77 p. TCC - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

AREAS, Daniel Moraes. **Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão**. 2013. 84 p. TCC - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013

MACHADO, Gabriel de oliveira; GOMES, Matheus Henrique Arruda. **Análise de desempenho termoacústico do sistema construtivo de paredes de concreto**. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, 59 p. 2019.

PEREIRA, Yuri Brendo; LARA, Lucas Félix. **Comparativo do sistema construtivo de parede de concreto em relação ao sistema de alvenaria convencional**. 2017. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, 2017.

OLIVEIRA, Victor Rafael Melo de. **Avaliação de patologias após execução do sistema construtivo de parede em concreto em edifícios destinados às habitações populares na cidade de Uberlândia**. TCC - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 65 p. 2019.

AMOEDO, Tiago Ventin. **Viabilidade econômica de um empreendimento utilizando o sistema construtivo parede de concreto moldada in loco**. TCC - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 70 f. 2013.

COSTA, E.S.; LIMA, D.O. **Comparação de custo e viabilidade técnica de obras com parede de concreto em relação a obras de alvenaria e estrutural**. TCC – Curso de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 62 p. 2011.

BELTRAO, K. I.; CAMARANO, A. A.; KANSO, S. **Dinâmica populacional brasileira na virada do século XX**. Rio de Janeiro: IPEA, 2004a (Texto para Discussão, 1.034).

ABCP. Parede de Concreto - Coletânea de ativos 2007/2008.

ABCP. Parede de Concreto - Coletânea de ativos 2011-2013.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. **Como construir parede de concreto**. *Téchne*, v. 7, n. 147, p. 74-80, jun. 2009.

CORSINI, Rodnei. **Paredes normatizadas**. *Revista Téchné*. São Paulo. 2011

YUNES, J; RONCHEZEL, V. S.C. **Evolução da mortalidade geral, infantil e proporcional no Brasil**. *Revista Saúde Pública*. São Paulo, 8 (supl.):3-48, 1974.

VALADARES, Lícia do Prado; HOFFMANN, Andrea Ribeiro. **Banco Nacional Da Habitação (BNH)**. Disponível em: <http://www.fgv.br/cpd/doc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/banco-nacional-da-habitacao-bnh>. Acesso em: 8 jun. 2020

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. **População de Uberlândia cresce 1,18%, segundo IBGE.** Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2019/08/28/populacao-de-uberlandia-cresce-118-segundo-ibge/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SANTOS, Altair. **Norma populariza parede de concreto moldada “in loco”.** 2012. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/norma-populariza-parede-de-concreto-moldada-in-loco/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

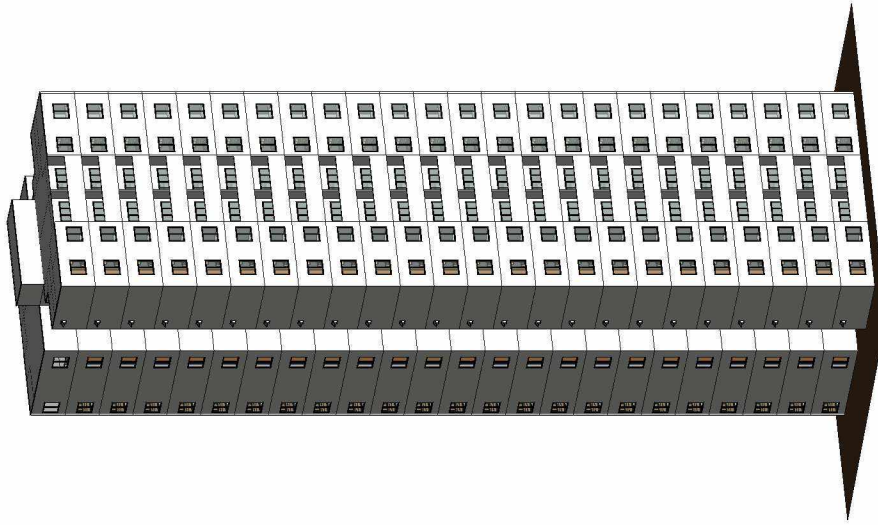
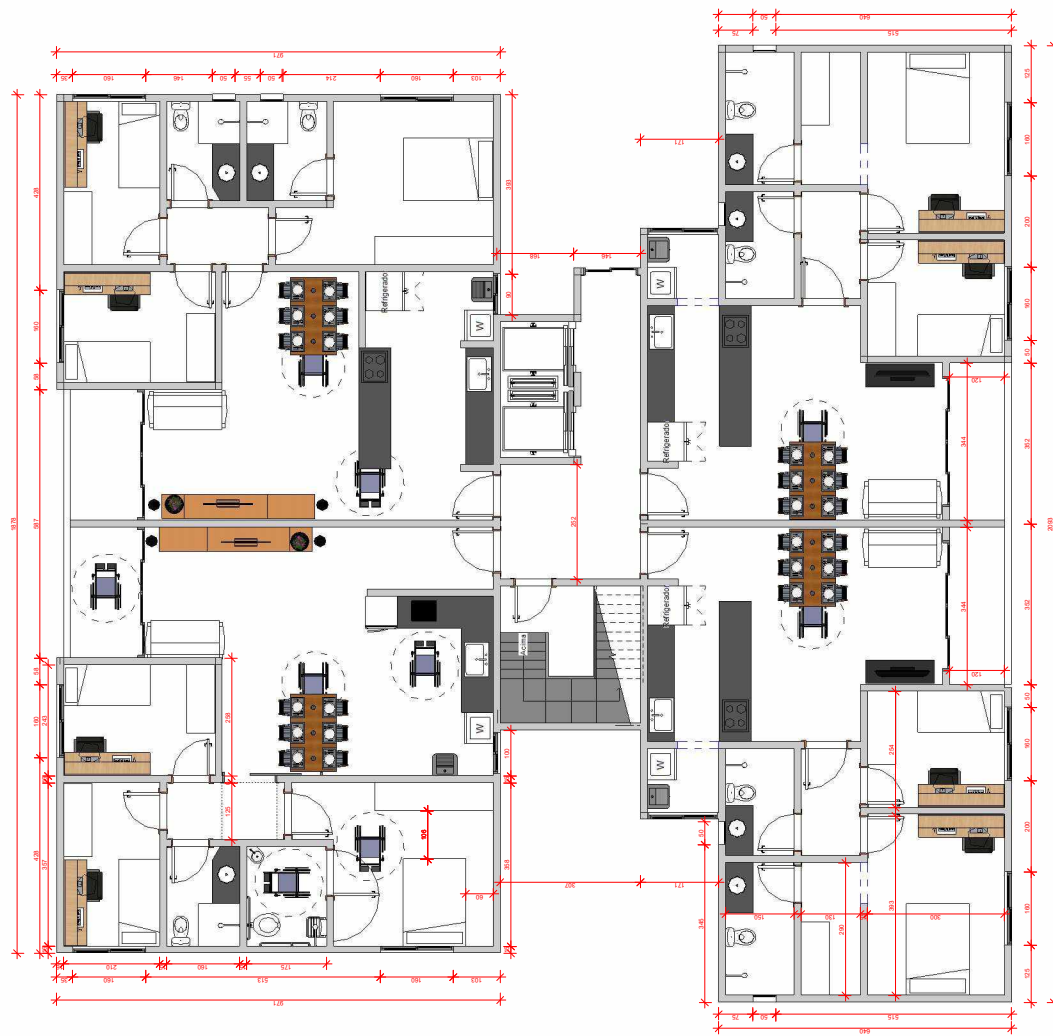
ABRANTES, Beatriz. **Êxodo rural: definição, causas e consequências!** 2018. Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/2018/11/12/exodo-rural/>. Acesso em: 13 jun. 2020

Lei Complementar N°525, de 14 de abril de 2011.

Lei Complementar N°524, de 08 de abril de 2011.

Lei N°13146, de 6 de julho de 2015

Instrução Técnica N° 05. **Separação entre edificações (Isolamento de Risco).** Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 1º Edição, 2005.



Trabalho de Conclusão de Curso
Universidade Federal de Ubatuba
Faculdade de Engenharia Civil
Orientador: Prof ^o Dr ^o Rodrigo Gustavo Delalibera
Aluno: Marcos Paulo Pio de O. Borges
Data: 15/12/2020
Escala
1:50