

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**JULIANA NAOMI HAYASHI**

**Aspectos construtivos e projetuais de edifício residencial dos anos de 1970 em São Paulo, SP:**  
análise comparativa da evolução e relação com a legislação até os dias atuais

Guaratinguetá  
2022

**Juliana Naomi Hayashi**

**Aspectos construtivos e projetuais de edifício residencial dos anos de 1970 em São Paulo, SP:**  
análise comparativa da evolução e relação com a legislação até os dias atuais

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Márcia Regina de Freitas

Guaratinguetá  
2022

H413a	<p>Hayashi, Juliana Naomi</p> <p>Aspectos construtivos e projetuais de edifício residencial dos anos de 1970 em São Paulo, SP: análise comparativa da evolução e relação com a legislação até os dias atuais / Juliana Naomi Hayashi – Guaratinguetá, 2022.</p> <p>158 f. : il.</p> <p>Bibliografia: f. 139-158</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2022.</p> <p>Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Regina de Freitas</p> <p>1. Construção civil. 2. Edifícios, estruturas, etc.. 3. Condomínios. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 69</p>
-------	---

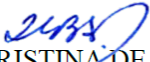
Luciana Máximo  
Bibliotecária CRB-8/3595

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

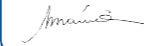
**JULIANA NAOMI HAYASHI**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO  
REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUANDO EM  
ENGENHARIA CIVIL "

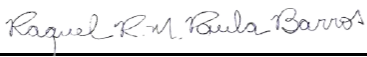
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. ISABEL CRISTINA DE BARROS TRANNIN  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA:**

DocuSigned by:  
  
5FAC48E8E11046E

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Márcia Regina de Freitas  
Orientadora/UNESP-FEG



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Raquel R. M. Paula Barros  
UNESP-FEG

  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Thais Santos Castro  
UNESP-FEG

Fevereiro de 2022

## **DADOS CURRICULARES**

### **JULIANA NAOMI HAYASHI**

**NASCIMENTO** 29.01.1998 - São Paulo / SP

**FILIAÇÃO** Minoru Hayashi  
Esther Miekko Ito Hayashi

**2017 / 2022** Curso de Graduação (Engenharia Civil)  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho"

Dedico este trabalho ao meu avô Daisaburo (*in memoriam*) e à minha avó Tazuko.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Minoru e Esther, por todo apoio durante o período da minha graduação. Em especial, agradeço ao meu pai pelos conselhos e livros para elaboração deste trabalho.

Agradeço à minha orientadora, Márcia Regina de Freitas, por toda dedicação, assistência e esforço para o desenvolvimento desta monografia.

Agradeço aos meus avós Daisaburo (*in memoriam*) e Tazuko, às minhas tias Noemi, Massami e Megumi, aos meus irmãos Mayumi, Ricardo e Fábio e à minha sobrinha Larissa, por estarem comigo nesta fase de formação acadêmica.

Agradeço ao meu namorado Fábio Augusto, por estar ao meu lado desde o início da faculdade.

Agradeço à minha amiga Haline, pela amizade e apoio durante o processo de pesquisa e escrita deste trabalho.

Agradeço ao engenheiro José Cosenza por me conceder livros valiosos que foram utilizados neste trabalho.

E agradeço a todos os professores, colegas e funcionários da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá que contribuíram para minha formação como engenheira civil.

*“Não há nada em nossas vidas que seja fixo ou permanente.”*  
(Monja Coen)



## RESUMO

Na cidade de São Paulo (SP), a construção civil de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos intensificou-se na década de 1930, com estruturas de concreto armado e alvenaria de vedação. Esse processo construtivo se mantém majoritário nos edifícios paulistanos, ocorrendo, contudo, ao longo do tempo modificações e avanços nas técnicas construtivas. Para analisar essas mudanças, neste trabalho, um edifício construído em 1973 foi selecionado como objeto de estudo. Essa escolha foi motivada pela sua construção ter ocorrido em um período anterior às novas normas e códigos de obras elaborados após as tragédias nos incêndios dos Edifícios Andraus e Joelma, em 1972 e 1974, respectivamente, possibilitando a identificação das mudanças, entre a década de 1970 e hoje em dia, ocorridas tanto na segurança contra incêndio quanto nos demais subsistemas que compõem um edifício. As técnicas construtivas do objeto de estudo – nos subsistemas de superestrutura, vedação, revestimento, esquadrias, hidrossanitário, elétrica, gás, segurança contra incêndio e cobertura – identificadas em pesquisa de campo foram comparadas com técnicas e tecnologias aplicadas às construções atuais, considerando o ano de 2021. A partir da análise comparativa, conclui-se que novas técnicas surgiram para promover a industrialização de processos artesanais, garantir a manutenibilidade dos subsistemas, inserir o fator sustentabilidade, aumentar a segurança e aplicar ou criar novos equipamentos, ferramentas e materiais desenvolvidos entre as décadas de 1980 e 2010, na construção de edifícios residenciais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Edifício de Múltiplos Pavimentos. Evolução. Técnicas e Tecnologias Construtivas. Subsistemas de Edifícios. Legislação edilícia.

## ABSTRACT

In the city of São Paulo (SP), civil construction of multiple floors residential buildings intensified in the 1930s, with reinforced concrete structure and masonry walls. This constructive process remains in majority of São Paulo's buildings, occurring, however, along time changes and improvements in the constructive techniques. To analyze these changes, in this monograph, a building constructed in 1973 was selected as a study object. This choice was motivated by its construction have occurred in a prior period to the new standards and building codes elaborated after the tragedies of fire in Andraus and Joelma's buildings, in 1972 and 1974, respectively, enabling the identification of changes, between the decade of 1970 and nowadays, in fire safety as well as in other subsystems that form a building. The constructive techniques of the study object – in the subsystems of structure, masonry, coating, door and window framing, plumbing, electric power, gas, fire safety and roofing – identified in field research were compared to techniques and technologies applied to new constructions considering the year of 2021. From the comparative analyses, is conclusive that new techniques came up to promote the industrialization of artisanal process, to guarantee the maintainability of subsystems, to insert the sustainability factor, to increase safety and to apply or create new equipment, tools and materials developed between the decades of 1980 and 2010, in construction of residential buildings.

**KEYWORDS:** Multiple Floors Buildings. Evolution. Constructive Techniques and Technologies. Building Subsystems. Building Legislation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Instrumentos: (a) normógrafo; (b) régua tê; (c) régua paralela; (d) tecnógrafo	24
Quadro 1	Exemplos de programas computacionais para construção civil.....	26
Figura 2	Certificações verdes .....	28
Figura 3	Requisitos dos Usuários da NBR 15.575:2013.....	30
Figura 4	Evolução do licenciamento edilício .....	31
Figura 5	(a) Edifício Andraus; (b) Edifício Joelma.....	33
Figura 6	Conteúdo da parte técnica do decreto nº 10.878:1974.....	35
Figura 7	Fluxograma para análise comparativa .....	38
Figura 8	Visão aérea dos edifícios: (a) Casemiro de Abreu; (b) Fagundes Farela; (c) Gonçalves Dias; (d) Álvares de Azevedo .....	39
Figura 9	Edifícios: (a) Casemiro de Abreu; (b) Fagundes Farela; (c) Gonçalves Dias; (d) Álvares de Azevedo.....	40
Figura 10	Projeto original do Edifício Casemiro de Abreu.....	41
Figura 11	Projeto executado do Edifício Casemiro de Abreu .....	41
Figura 12	Galeria: (a) Conjunto Condomínio Castro Alves; (b) Copan .....	42
Figura 13	Formato H do edifício Casemiro de Abreu .....	43
Figura 14	Planta baixa apartamento Casemiro de Abreu (70 m <sup>2</sup> ) .....	44
Figura 15	Pilares que avançam nos cômodos.....	46
Figura 16	Propaganda da Vedacit (Cemix) na Revista Acrópole .....	47
Figura 17	Exemplo de fôrma do sistema Toshio Ueno em obra da construtora Cyrela	49
Quadro 2	Sistemas de fôrmas .....	50
Figura 18	Fôrmas de: (a) papelão; (b) plástico; (c) OSB; (d) metal .....	51
Figura 19	Mesa voadora sendo posicionada por grua .....	51
Figura 20	Fôrmas de madeira e cimbramento metálico .....	52
Figura 21	Reescoramento em faixas (largura 15 cm).....	53
Figura 22	Espaçador de: (a) concreto; (b) plástico .....	54

Figura 23	Fluxograma das etapas de concretagem.....	55
Figura 24	Nível a laser rotativo e visor do receptor indicando que a região está em nível	57
Figura 25	Linha do tempo: superestrutura (1970 - 2020) .....	58
Figura 26	Parede de alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos.....	59
Quadro 3	Técnicas construtivas envolvidas na alvenaria de vedação .....	61
Figura 27	Execução da alvenaria de vedação.....	62
Figura 28	Escantilhão com regulagem telescópica .....	63
Figura 29	Ferramenta alinha tijolo/bloco .....	63
Figura 30	Assentamento: (a) tradicional; (b) em dois cordões .....	64
Figura 31	Propaganda da Argamáxima de 1980 .....	64
Quadro 4	Comparativo quanto ao reforço no encontro entre pilar e alvenaria .....	65
Figura 32	Fixação de pinos à pólvora com finca pinos .....	66
Figura 33	Encunhamento com tijolos maciços .....	66
Figura 34	Encunhamento com: (a) argamassa com expansor; (b) cunhas pré-fabricadas	67
Quadro 5	Tipos de blocos e tijolos existentes na TCPO 1980 e 2019 .....	68
Figura 35	Modulação em alvenaria de vedação .....	69
Figura 36	Partes de um elevador cremalheira .....	70
Figura 37	Linha do tempo: vedação (1970 - 2020).....	71
Figura 38	Retirada do revestimento argamassado danificado .....	72
Figura 39	Aplicação chapisco rolado com rolo de pintura de textura alta .....	73
Figura 40	Taliscas posicionadas e guias para sarrafear o emboço .....	74
Figura 41	Acabamento original nas paredes internas do Casemiro de Abreu.....	74
Figura 42	Camadas dos tipos de revestimento .....	75
Figura 43	Uso da régua H em reboco projetado.....	76
Figura 44	Máquina de projeção e reboco sendo projetado.....	77
Figura 45	Máquina rebocadora em funcionamento.....	77
Figura 46	Infográfico: comparação entre Qualigesso JET (gesso projetado), gesso e cimento .....	79
Figura 47	Passo a passo da projeção mecânica de pasta de gesso.....	79

Figura 48	Linha do tempo: revestimento (1970 – 2020).....	80
Figura 49	Taco de madeira para fixação do batente da porta e guarnição branca .....	81
Figura 50	Tacos assentados com argamassa de cimento e areia.....	82
Figura 51	Grapa de ferro de formato: (a) retangular; (b) "rabo de andorinha" .....	83
Figura 52	Embalagem kit porta pronta e etiqueta de identificação .....	84
Figura 53	Pontos de aplicação da espuma expansível.....	84
Quadro 6	Tipos de vão e instalação .....	85
Figura 54	Janela de ferro da sala de estar.....	85
Figura 55	Janela de ferro do dormitório e detalhe do peitoril .....	86
Figura 56	Execução: (a) abertura grapa para chumbamento com argamassa; (b) aca- bamento.....	87
Figura 57	Técnica construtiva para instalação de janela de alumínio .....	88
Figura 58	Janela basculante de: (a) ferro; (b) alumínio .....	89
Figura 59	Colocação das guarnições/alizares.....	89
Figura 60	Instalação com fixação mista (parafuso e bucha + espuma) .....	90
Figura 61	Linha do tempo: esquadrias (1970 – 2020) .....	90
Figura 62	Hidrômetros individualizados.....	92
Figura 63	Tubulação de PVC original com vazamento no Casemiro de Abreu.....	93
Quadro 7	Tubos de plástico: Desvantagens na década de 1970 versus Solução em 2021	93
Quadro 8	Evolução dos materiais de tubulações de esgoto e água .....	94
Figura 64	Tubulações de água de PVC: (a) originais; (b) trocadas durante o conserto	95
Figura 65	Paredes onde as tubulações de água estão embutidas .....	95
Figura 66	<i>Shaft</i> vertical com acesso fácil.....	96
Figura 67	<i>Shaft</i> vertical sem acesso fácil .....	97
Figura 68	<i>Shaft</i> horizontal.....	97
Figura 69	Carenagem hidráulica .....	98
Figura 70	Kit industrializado de tubulações PEX e chassi estrutural.....	99
Figura 71	Fotografia do banheiro tirada em 1996 .....	100
Figura 72	Tubulação de esgoto: (A) em laje rebaixada com preenchimento de entulho de obra; (B) sob laje com rebaixo em gesso .....	100

Figura 73	Linha do tempo: hidrossanitário (1970 – 2020) .....	102
Figura 74	Pontos de tomadas no Edifício Casemiro de Abreu.....	103
Figura 75	Trecho da TCPO - assentamento de eletrodutos .....	104
Figura 76	Tubo rígido embutido em alvenaria .....	104
Figura 77	Alvenaria racionalizada com pontos de elétrica pré-definidos .....	105
Figura 78	Montantes da parede de <i>drywall</i> .....	106
Figura 79	Instalação eletrofita: (a) colar; (b) posicionar malha de fibra de vidro; (c) passar massa acrílica.....	106
Figura 80	<i>Shaft</i> de elétrica e passagem de cabos em seu interior.....	108
Figura 81	Características construtivas - barramento blindado .....	108
Figura 82	Barramento blindado sendo perfurado para fixação .....	109
Figura 83	Exemplos de automação .....	110
Figura 84	Linha do tempo: elétrica (1970 – 2020) .....	111
Figura 85	Abrigo dos medidores de gás encanado.....	112
Figura 86	Camadas do tubo TigreGás.....	116
Figura 87	Calha para proteção dos tubos multicamada para gás.....	116
Figura 88	Prensagem do tubo multicamada .....	117
Figura 89	Exemplos de locais para ventilação permanente.....	117
Figura 90	Linha do tempo: gás (1970 - 2020) .....	118
Figura 91	Localização da escada e da caixa de elevadores .....	120
Figura 92	Duto para passagem de lixo no Casemiro de Abreu .....	123
Figura 93	Corrimão tubular novo .....	123
Figura 94	Pressurização de escadas de emergência .....	124
Quadro 9	Definição da quantidade de saídas de emergência e tipo de escadas .....	125
Figura 95	Linha do tempo: segurança contra incêndio (1970 – 2020).....	126
Figura 96	Imagem aérea do telhado do Edifício Casemiro de Abreu .....	127
Figura 97	Detalhe do caimento do telhado da região: (a) esquerda; (b) direita .....	127
Quadro 10	Tipos de telhas existentes na TCPO 1980 e 2019 .....	128
Figura 98	Tipos de telhas encontradas no mercado em 2021.....	129

Quadro 11 Tipos de impermeabilização .....	130
Figura 99 Exemplo de laje de cobertura impermeabilizada.....	131
Figura 100 Telhado verde na Fundação Cásper Líbero, na Avenida Paulista-SP .....	132
Figura 101 Projeto com as camadas do telhado verde da Sky Garden .....	133
Figura 102 Linha do tempo: cobertura (1970 – 2020).....	134
Quadro 12 Resumo comparativo: década 1970 <i>versus</i> década 2010.....	135

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRASFE	Associação Brasileira de Fôrmas, Escoramentos e Acesso
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEB	<i>Comité Euro-International du Béton</i>
COE	Código de Obras e Edificações
COMGÁS	Companhia de Gás de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPVC	Cloreto de Vinila Clorado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRE	Instituto Brasileiro de Economia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MPa	Megapascal
NB	Norma Brasileira
NBR	Norma Técnica Brasileira
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEX	Polietileno Retificado
PPR	Polipropileno Copolímero Random
PVC	Policloreto de Vinila
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
1.1	JUSTIFICATIVA .....	19
1.2	LIMITAÇÕES .....	19
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	20
2.1	OBJETIVO GERAL .....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	21
3.1	CONDOMÍNIO, EDIFICAÇÃO, EDIFÍCIO, HABITAÇÃO E PRÉDIO .....	21
3.2	TÉCNICA, MÉTODO, PROCESSO, SUBSISTEMA E SISTEMA CONSTRUTIVOS.....	22
3.3	A CONSTRUÇÃO CIVIL DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS PAULISTANOS	23
<b>3.3.1</b>	<b>Em termos de projeto</b> .....	24
<b>3.3.2</b>	<b>Em termos de segurança do trabalho</b> .....	26
<b>3.3.3</b>	<b>Em termos de materiais e inovações tecnológicas</b> .....	27
<b>3.3.4</b>	<b>Em termos de sustentabilidade</b> .....	27
<b>3.3.5</b>	<b>Em termos de qualidade habitacional</b> .....	29
3.4	LEGISLAÇÃO EDILÍCIA PAULISTANA E AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	31
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	37
4.1	PROCESSO METODOLÓGICO .....	37
4.2	OBJETO DE ESTUDO: O EDIFÍCIO CASEMIRO DE ABREU .....	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
5.1	SUPERESTRUTURA .....	45
<b>5.1.1</b>	<b>Concreto de alta resistência</b> .....	46
<b>5.1.2</b>	<b>Execução da superestrutura</b> .....	48
5.1.2.1	Fôrmas .....	48
5.1.2.2	Escoramento .....	51
5.1.2.3	Armadura .....	54
5.1.2.4	Espaçador para garantir o posicionamento e cobrimento da armadura.....	54
5.1.2.5	Concretagem .....	55
5.2	VEDAÇÃO.....	59
<b>5.2.1</b>	<b>Pé direito e altura do pano de alvenaria</b> .....	59
<b>5.2.2</b>	<b>Execução da alvenaria</b> .....	61

5.2.2.1	Marcação da alvenaria com escantilhão de madeira <i>versus</i> de metal ajustável	62
5.2.2.2	Uso de linha para posicionar tijolos na fiada .....	63
5.2.2.3	Assentamento dos tijolos .....	63
5.2.2.4	Uso de ferro-cabelo <i>versus</i> tela metálica .....	64
5.2.2.5	Encunhamento .....	66
<b>5.2.3</b>	<b>Tipos de alvenaria de vedação .....</b>	<b>67</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Modulação da alvenaria de vedação .....</b>	<b>68</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Transporte vertical dos tijolos ou blocos .....</b>	<b>69</b>
<b>5.2.6</b>	<b>Uso de <i>drywall</i>.....</b>	<b>70</b>
5.3	REVESTIMENTO.....	72
<b>5.3.1</b>	<b>Execução revestimento argamassado.....</b>	<b>72</b>
5.3.1.1	Chapisco .....	72
5.3.1.2	Emboço.....	73
5.3.1.3	Reboco .....	74
<b>5.3.2</b>	<b>Revestimento em camada única.....</b>	<b>75</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Projeção mecânica do revestimento .....</b>	<b>76</b>
<b>5.3.4</b>	<b>Máquina rebocadora .....</b>	<b>77</b>
<b>5.3.5</b>	<b>Uso de gesso como revestimento .....</b>	<b>77</b>
5.3.5.1	Aplicação gesso .....	78
5.3.5.2	Aplicação gesso projetado .....	78
5.4	ESQUADRIAS .....	81
<b>5.4.1</b>	<b>Instalação de portas .....</b>	<b>81</b>
5.4.1.1	Com taco de madeira .....	81
5.4.1.2	Com grapas de ferro.....	82
5.4.1.3	Com espuma expansível em kits porta pronta .....	83
<b>5.4.2</b>	<b>Instalação de janelas.....</b>	<b>85</b>
5.4.2.1	Com chumbamento por grapa.....	86
5.4.2.2	Com contramarco.....	87
5.4.2.3	Com parafusos .....	88
5.4.2.4	Com espuma expansível .....	89
5.5	HIDROSSANITÁRIO.....	91
<b>5.5.1</b>	<b>Medição de água coletiva <i>versus</i> individual.....</b>	<b>91</b>
<b>5.5.2</b>	<b>Materiais das tubulações do sistema hidrossanitário .....</b>	<b>92</b>
<b>5.5.3</b>	<b>Instalação de tubulações de água.....</b>	<b>94</b>
5.5.3.1	Por embutimento em alvenaria .....	94
5.5.3.2	Em <i>shafts</i> hidráulicos.....	96
5.5.3.3	Escondidas por carenagem hidráulica.....	98
5.5.3.4	Com kits hidráulicos industrializados.....	98
<b>5.5.4</b>	<b>Instalação de tubulações de esgoto em laje rebaixada <i>versus</i> sob laje.....</b>	<b>99</b>

<b>5.5.5</b>	<b>Captação de águas pluviais</b> .....	101
5.6	ELÉTRICA .....	102
<b>5.6.1</b>	<b>Materiais dos eletrodutos</b> .....	103
<b>5.6.2</b>	<b>Instalação de eletrodutos</b> .....	105
5.6.2.1	Por embutimento em alvenaria .....	105
5.6.2.2	Entre os furos dos blocos de alvenaria racionalizada .....	105
5.6.2.3	Entre os montantes do <i>drywall</i> .....	105
<b>5.6.3</b>	<b>Eletrofita para transpor pontos de iluminação e tomadas</b> .....	106
<b>5.6.4</b>	<b>Instalação de prumadas de elétrica</b> .....	107
5.6.4.1	Dentro da alvenaria.....	107
5.6.4.2	Dentro de <i>shafts</i> de elétrica.....	107
5.6.4.3	Com barramento blindado .....	107
<b>5.6.5</b>	<b>Automação residencial</b> .....	109
5.7	GÁS .....	111
<b>5.7.1</b>	<b>Identificação das tubulações de gás</b> .....	114
<b>5.7.2</b>	<b>Ensaio de estanqueidade</b> .....	115
<b>5.7.3</b>	<b>Materiais das tubulações de gás</b> .....	115
<b>5.7.4</b>	<b>Ventilação permanente em ambientes internos com aparelhos a gás</b> .....	117
5.8	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO .....	119
<b>5.8.1</b>	<b>Características de escadas para segurança contra incêndio</b> .....	122
5.8.1.1	Dutos para lixo ao redor da escada .....	122
5.8.1.2	Corrimãos .....	123
5.8.1.3	Pressurização de escadas de emergência .....	124
5.8.1.4	Quantidade mínima.....	125
5.9	COBERTURA .....	126
<b>5.9.1</b>	<b>Materiais das telhas de cobertura</b> .....	128
<b>5.9.2</b>	<b>Impermeabilização da cobertura</b> .....	129
<b>5.9.3</b>	<b>Telhado verde</b> .....	131
5.10	TODOS OS SUBSISTEMAS .....	134
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	137
6.1	SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS .....	138
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	139

## 1 INTRODUÇÃO

O Edifício Guinle foi a primeira construção alta na cidade de São Paulo (SP). Em 1912, foi projetado pelo engenheiro-arquiteto Hipólito Pujol Júnior com 7 andares, e construído entre 1913 e 1916, na Rua Direita. Mais tarde, em 1924, na Rua Líbero Badaró foi inaugurado o Edifício Sampaio Moreira, projetado pelos arquitetos Samuel das Neves e Cristiano Stockler das Neves com 12 andares, sendo considerado o arranha-céu mais antigo da cidade.

Após a construção desses marcos em edifícios de múltiplos pavimentos, a verticalização da capital paulista se intensificou com a industrialização e a urbanização vivenciada nos séculos XX e XXI. Nesse período, o crescimento populacional e o fluxo imigratório no município elevaram a densidade demográfica, e consequentemente ampliou-se a necessidade da construção em altura para habitação, comércio e serviços.

Os dois edifícios marcantes na história da verticalização de São Paulo foram construídos com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação. Apesar desse processo construtivo ter se mantido majoritário até hoje, com a expansão horizontal e vertical da cidade, as técnicas construtivas evoluíram. Concomitantemente a legislação e as normativas construtivas também foram sofrendo alterações ao longo das décadas, e influenciaram o modo de projetar e construir.

Dessarte, este trabalho tem a intenção de analisar as mudanças ocorridas nos aspectos construtivos e projetuais de edifícios na cidade de São Paulo, enfocando as técnicas construtivas, a partir da comparação entre as técnicas de um edifício residencial construído em 1973 e as técnicas adotadas pelo mercado atual, considerando o ano de 2021 como base. Paralelamente será feita uma revisão das principais normas e legislação vigentes entre a década de 70, do século XX, e a década de 10, do século seguinte<sup>1</sup>.

De acordo com Queiroz e Costa (2017), a análise dos estudos sobre a verticalização das cidades pode ser definida em sete dimensões distintas: temporal, espacial, técnica, ambiental, econômica, política e cultural. No presente trabalho, serão feitos estudos acerca da verticalização da cidade de São Paulo, abrangendo principalmente as dimensões temporal, técnica, ambiental e política.

Abordando técnicas construtivas aplicadas em edifícios residenciais de múltiplos pavi-

---

<sup>1</sup> Faz-se necessário esclarecer que este trabalho foi desenvolvido ao longo do ano de 2021 e defendido no começo do ano de 2022. Desse modo, as técnicas construtivas atuais discutidas ao longo do trabalho estavam presentes especificamente em 2021, bem como durante a década de 2010.

mentos, neste trabalho, a dimensão temporal contempla o histórico das técnicas utilizadas entre a década de 1970 e a década de 2010; a dimensão técnica avalia aspectos sobre execução, benefícios e desvantagens, e analisa as especificações das principais normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); a dimensão ambiental inclui exigências feitas pela legislação para mitigar os impactos ambientais, e também ações que contribuem para sustentabilidade (exemplo: captação de água da chuva em reservatórios para reuso e telhados verdes); e a dimensão política versa sobre leis e decretos que influenciam na definição das técnicas construtivas utilizadas em edifícios.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A confecção deste trabalho é justificada pela intenção de contribuir com o estudo de parte da história das técnicas construtivas de edifícios residenciais altos na cidade de São Paulo (SP), no intervalo de tempo entre a década de 70, do século XX, e da década de 10, do século XXI. Assim, sua relevância reside na descrição e registro dessa história, permitindo o conhecimento das mudanças das técnicas e tecnologias aplicadas na área da construção civil.

## 1.2 LIMITAÇÕES

No presente trabalho, propõe-se analisar criticamente os aspectos construtivos e projetuais, com enfoque nas técnicas construtivas, dos edifícios de apartamentos, no município de São Paulo (SP), no período entre 1973 e 2021. Para tanto, buscou-se um edifício residencial com construção finalizada na primeira metade da década de 1970 como objeto de estudo.

Desse modo, serão identificadas as técnicas construtivas aplicadas neste edifício específico, surgindo como limitação a não identificação de técnicas adotadas em outros prédios da mesma época. Assim, as técnicas identificadas representam uma amostra das que foram usadas nos edifícios da década de 70, em São Paulo.

Essa limitação é estendida também às técnicas atuais citadas neste trabalho. Por isso, durante a análise comparativa deste estudo serão expostas as principais novas técnicas construtivas utilizadas pelo mercado e que representem, de certa forma, a evolução ou a substituição daquelas aplicadas na construção do edifício selecionado como objeto de estudo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho é analisar as mudanças ocorridas nos aspectos construtivos e projetuais de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, na cidade de São Paulo (SP), com enfoque nas técnicas construtivas, de modo a descrever um trecho dessa história, comparando um edifício construído em 1973 e as novas técnicas e tecnologias disponíveis, considerando o ano de 2021.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para concretização do objetivo geral, são traçados os seguintes objetivos específicos:

- 1- Selecionar um edifício da década de 1970 como objeto de estudo;
- 2- Realizar a revisão bibliográfica sobre os principais aspectos da construção de edifícios na cidade de São Paulo (SP) e sobre a relação entre as técnicas construtivas e a legislação municipal edilícia paulistana;
- 3- Identificar as técnicas construtivas aplicadas no objeto de estudo;
- 4- Executar a análise comparativa entre as técnicas aplicadas no edifício da década de 70 selecionado e as técnicas construtivas atuais baseadas no ano de 2021, com consultas às principais normativas e legislação vigentes em cada época.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“Entre 1920 e 1950 esforços foram realizados pelos agentes do mercado no sentido de retirar da habitação em alturas a velha imagem degradada e promíscua dos cortiços que abarrotavam os bairros das cidades de maior porte na virada do século 19 para o século 20” (VILLA, 2008, p. 25).

Em um contexto já superado dessa imagem ruim dos apartamentos, neste capítulo, nas duas primeiras seções, será feita a conceituação de termos, tais como edifício e técnica construtiva, a fim de elucidar os significados adotados no decorrer deste trabalho.

Enquanto, nas duas seções subsequentes será discorrido sobre as características da construção civil em altura de residências e sobre a relação entre a evolução da legislação municipal edilícia e as técnicas construtivas, na cidade de São Paulo (SP).

#### 3.1 CONDOMÍNIO, EDIFICAÇÃO, EDIFÍCIO, HABITAÇÃO E PRÉDIO

Devido às dúvidas que os significados dos termos condomínio, edificação, edifício, habitação e prédio podem gerar, os significados aqui considerados serão explicados a seguir. Em relação ao termo habitação, o Código de Obras Arthur Saboya faz referência ao local de domicílio das pessoas (SÃO PAULO (SP), 1934). Enquanto, Pedro (2000) é mais específico e diz que a habitação é onde a vida dos moradores se desenvolve, podendo o espaço incentivar ou inibir esse desenvolvimento.

Para as palavras edificação, edifício e prédio serão expostos os significados do dicionário do mercado imobiliário elaborado por Figueiredo (2005). Define-se que edificação é a “obra coberta destinada a abrigar atividade humana ou qualquer instalação, equipamento e material” (FIGUEIREDO, 2005, p. 20). Assim, por exemplo, uma garagem coberta sem fechamento lateral é tida como uma edificação.

Já o edifício é a “construção verticalizada composta por unidades destinadas a diversos fins, como residencial (apartamentos), comercial (escritórios), de hospedagem (*flats* e hotéis), entre outros” (FIGUEIREDO, 2005, p. 20). Logo, a palavra edifício está relacionada com a construção em altura. Tem-se que o edifício é também uma edificação. Além disso, o termo edifício pode ser substituído pelo termo prédio, mantendo o mesmo significado.

Finalizando a elucidação, a Lei do Condomínio, em seu primeiro artigo, descreve o condomínio como “edificações ou conjuntos de edificações, de um ou mais pavimentos, construídos sob a forma de unidades isoladas entre si, destinadas a fins residenciais ou não-residenciais [...], e constituirá, cada unidade, propriedade autônoma” (BRASIL, 1964). Exemplificando, um conjunto de prédios forma um condomínio e cada apartamento é uma propriedade autônoma.

### 3.2 TÉCNICA, MÉTODO, PROCESSO, SUBSISTEMA E SISTEMA CONSTRUTIVOS

Os termos técnica, método, processo, subsistema e sistema construtivos são utilizados muitas vezes como sinônimos e com sentido vago. Para o esclarecimento desses termos, as definições elaboradas por Sabbatini (1989) serão expostas na sequência, sendo elas originalmente formuladas para edifícios e, no presente trabalho, aplicadas para a mesma formulação original.

Iniciando com o termo central deste trabalho, a Técnica Construtiva "é um conjunto de operações empregadas por um particular ofício para produzir parte de uma construção" (SABBATINI, 1989, p. 15). Disso decorre que a técnica construtiva engloba as ações e a utilização de equipamentos e ferramentas desempenhadas pelo trabalhador para construir uma parte do edifício.

Complementar a essa definição, Gama<sup>1</sup> (1986 *apud* BARROS, 1996, p. 20-21) afirma que a técnica é “um conjunto de regras práticas para fazer coisas determinadas, envolvendo habilidade do executor e transmitidas, verbalmente, pelo exemplo, no uso das mãos, dos instrumentos e ferramentas e das máquinas”. Na construção civil, verifica-se que a passagem de conhecimento das técnicas é realizada tanto em cursos de formação profissional, quanto dentro do canteiro de obras informalmente.

Sabbatini (1989, p. 17) esclarece que “um conjunto de específicas técnicas construtivas e a maneira como elas se interrelacionam (noção de precedência, de sequência, de organização) para se obter um certo produto, definem um método construtivo”. Logo, o que diferencia a técnica do método é a complexidade. O Método Construtivo "é um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação” (SABBATINI, 1989, p. 18).

<sup>1</sup> GAMA, Ruy. **Tecnologia e o trabalho na história**. São Paulo: Nobel-EPUSP, 1986. *apud* BARROS, Mercia Maria Bottura de. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05072017-090939/pt-br.php>. Acesso em: 01 jul. 2021.



A partir dessa última definição, é possível extrair a informação de que o termo subsistema se refere a uma parte do edifício. Diante disso, será adotado que cada disciplina essencial para construção de edifícios, corresponde a um subsistema distinto. Assim, tem-se os seguintes subsistemas tratados neste estudo: superestrutura, vedação, revestimento, esquadrias, hidrossanitário, elétrica, gás, combate a incêndio e cobertura.

Tem-se que Processo Construtivo "é um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizado na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro)" (SABBATINI, 1989, p. 20). Averigua-se, pois, que o edifício tratado como objeto de estudo apresenta um processo construtivo de estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos.

Por fim, Sabbatini define que o Sistema Construtivo "é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes interrelacionados e completamente integrados pelo processo" (SABBATINI, 1989, p. 25). Portanto, esse termo não se aplica ao edifício que será estudado, pois sua construção foi executada com baixo nível de industrialização e não existem registros dos projetos de elétrica e hidrossanitário.

### 3.3 A CONSTRUÇÃO CIVIL DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS PAULISTANOS

A construção civil paulistana foi impulsionada pelo aumento da demanda de residências, com o aumento populacional. Segundo dados do recenseamento de 1900 promovido pelo Ministério da Indústria, Viação e Obras Públicas, nesse ano eram 239.820 pessoas no município de São Paulo (BRASIL, 1905). Esse número aumentou totalizando uma população estimada de 12.325.232 pessoas em 2020, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020).

Ao resgatar a história da verticalização paulistana, verifica-se que ela foi motivada por essa alta demanda de residências somada à falta de espaço urbano (VILLA, 2008), sendo que a construção em altura com função residencial se tornou expressiva a partir de 1930, e no início, geralmente os apartamentos eram alugados (PINHEIRO, 2008). Assim, com o passar das décadas, residir em apartamentos foi se tornando comum para os moradores da megacidade de São Paulo.

### 3.3.1 Em termos de projeto

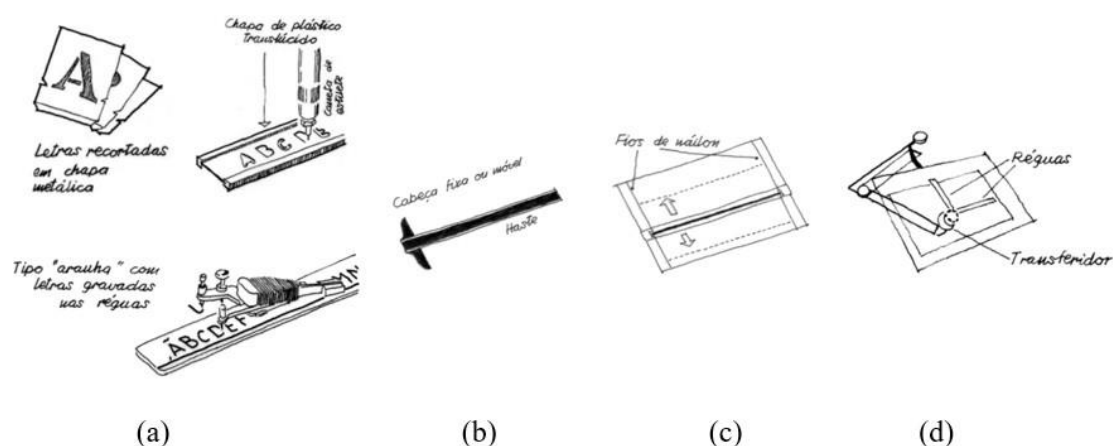
Em especial, para a construção desses edifícios de múltiplos pavimentos, cada vez mais entendeu-se com o tempo que a elaboração de projetos é essencial para que a construção da edificação seja exequível e segura. Na década de 1990, Melhado (1994) destacava a importância da qualidade dos projetos no sentido de sua “revalorização” que a época, segundo relato, apresentava deficiências durante seu processo de elaboração.

Além disso, com o passar das décadas dos séculos XX e XXI, o maior nível de detalhamento e clareza dos projetos foi atingido com o desenvolvimento de ferramentas que auxiliam tanto nos cálculos quanto nos desenhos dos projetos da construção civil.

Até a década de 80, todos os desenhos técnicos dos projetos eram feitos a mão, no papel, utilizando, conforme conta Montenegro (2017), os seguintes instrumentos e materiais: borracha, canetas de estilete e grafos, curva francesa, esquadro, compasso, lápis, normógrafo, prancheta, régua graduada, t $\hat{e}$  e paralela, tecnógrafo, tinta nanquim, tira-linhas e transferidor.

As ilustrações de alguns desses instrumentos estão na Figura 1.

Figura 1 – Instrumentos: (a) normógrafo; (b) régua t $\hat{e}$ ; (c) régua paralela; (d) tecnógrafo



Fonte: Montenegro (2017).

Isso mudou com a criação, em 1982, do AutoCAD sendo a primeira ferramenta expressiva no mundo de desenho assistido por computador – *Computer Aided Design* (CAD) – desenvolvida pela empresa Autodesk, fundada no ano anterior por John Walker (BELLUOMINI, 2017). Com o tempo, engenheiros e arquitetos brasileiros passaram a fazer os desenhos através do *software* AutoCAD, ou similares, facilitando a confecção dos desenhos arquitetônicos, estruturais e complementares.

Ao passo que a Modelagem da Informação da Construção – *Building Information Modeling* (BIM), segundo relata Menezes (2011), começou a despertar interesse no Brasil a partir dos anos 2000, enquanto no exterior o conceito dessa metodologia já era discutido desde a década de 70. A autora caracteriza o BIM como sendo:

... uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, o qual gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão das fases da construção, entre outras atividades (MENEZES, 2011, p. 154).

Nas ferramentas que podem ser utilizadas com a metodologia BIM – como o Revit da Autodesk (lançado em 2000) ou o Archicad da Graphisoft (lançado em 1987) –, a modelagem tridimensional dos projetos em um modelo único é capaz de gerar vistas, elevações e cortes automaticamente, bem como o quantitativo dos materiais é extraído do modelo e a compatibilização entre os projetos de disciplinas distintas é facilitada dentro do *software*.

Apesar dessas vantagens, o BIM está sendo lentamente implementado nos escritórios brasileiros. Isso é evidenciado pela pesquisa Sondagem da Construção realizada pelo Instituto Brasileiro de Economia (IBRE), que mostra o baixo percentual de empresas da construção<sup>2</sup> que declararam utilizar a metodologia BIM, sendo 9,2% em março (IBRE, 2018a) e 7,5% em setembro do ano de 2018 (IBRE, 2018b). O percentual é um pouco maior em empresas de edificações residenciais: 13,9% em março (IBRE, 2018a) e 14,8% em setembro do mesmo ano (IBRE, 2018b).

A pesquisa de setembro de 2018, também identificou os motivos das empresas que declararam não utilizar o BIM, sendo eles: desconhecimento da tecnologia (33%), crise econômica setorial atingindo a demanda (25%), elevado valor dos investimentos de implantação (13%), falta de mão de obra qualificada (9%), dificuldade de financiamento para o investimento inicial (5%) e outros (15%) (IBRE, 2018b). Esses motivos representam as barreiras para implementação do BIM nas empresas brasileiras, inclusive as paulistanas.

Além dos *softwares* para aplicação da metodologia BIM, atualmente (2021) existem diversos programas computacionais que auxiliam arquitetos e engenheiros. De acordo com um

<sup>2</sup> O IBRE (2018a, 2018b) realizou as pesquisas em empresas dos seguintes segmentos: preparação de terreno; construção de edifícios (residenciais e não residenciais) e obras de engenharia; obras de infraestrutura para engenharia elétrica e para telecomunicações; obras de instalações (hidráulicas, sanitárias, gás, prevenção contra incêndio, ar condicionando, ventilação e refrigeração); obras de acabamento; incorporação de empreendimentos imobiliários e outros serviços especializados para construção; obras de infraestrutura; e serviços especializados.

levantamento do *site* Seleção Engenharia (2017) o Quadro 1 foi montado contendo a finalidade dos programas e os nomes de uma parcela dos *softwares* existentes.

Quadro 1 – Exemplos de programas computacionais para construção civil

<b>FINALIDADE</b>	<b>SOFTWARES</b>
Desenho 2D	AutoCAD – LibreCAD – DraftSight
Modelagem 3D	AutoCAD 3D – SketchUp – 3DS Max – Solidworks
BIM	Revit – ArchiCAD
Análise Estrutural	Ftool – SAP 2000 – Ansys
Análise Estrutural do Concreto	Eberick – TQS – Cypecad – MSCalc
Instalações Elétrica	AutoCAD Electrical – PRO-Elétrica – CadProj Elétrica – QiElétrico
Instalações Hidrossanitárias	TigreCad – PRO-Hidráulica – CadProj Hidráulica – QiHidrossanitário
Compatibilização projetos	Naviswork – On Target – Solibri Model Checker
Planejamento e Gestão	Excel – MS Project – GanttProject – Primavera Construction
Orçamento	OrçaFascio – Arquimedes – Sienge

Fonte: Criado com base em Seleção Engenharia (2017).

### 3.3.2 Em termos de segurança do trabalho

Neste contexto da construção em altura, outro aspecto pertinente é a segurança dos trabalhadores e pedestres. Por isso, a norma regulamentadora NR 35 sobre trabalho em altura foi lançada em 2012 pelo Ministério do Trabalho e Emprego e modificada em 2019, sendo considerado “trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda” (BRASIL, 2019). O aparecimento dessa norma representou um avanço nas condições de trabalho dos empregados da construção civil, contudo sua aplicação é essencial para firmar tal avanço.

Dentre as medidas de proteção contidas na NR 35 estão a capacitação em treinamentos dos trabalhadores, a avaliação da condição de saúde dos operários pelo empregador, a supervisão do trabalho em altura, a inclusão de sistemas de proteção coletiva e individual contra queda, e a realização da análise de risco do trabalho a ser feito (condições meteorológicas, sistemas e pontos de ancoragem dos equipamentos de segurança, sinalização do entorno, queda de ferramentas e materiais, emergência, primeiros socorros etc.) (BRASIL, 2019).

### **3.3.3 Em termos de materiais e inovações tecnológicas**

Prosseguindo nas características da construção civil em altura, Sato (2011, p. 171) constatou que “o grande vetor que possibilitou a evolução das técnicas construtivas, e que terá relação direta com o futuro sustentável, está relacionado com a formação e desenvolvimento da indústria de materiais da construção”. Posto isso, entende-se que a criação e o aprimoramento dos materiais foram cruciais para o desenvolvimento desse ramo da engenharia civil.

Além dos materiais construtivos, as inovações tecnológicas foram desenvolvidas também para os equipamentos e técnicas na construção civil ao longo do tempo. Isso é verificado no resultado da pesquisa de Moura (2015), que catalogou 164 inovações tecnológicas encontradas na revista *Téchne* entre 2005 e 2015, dentre as quais estão o tubo de polietileno reticulado (PEX), o elevador cremalheira, o amarrador de armadura e a máquina rebocadora.

### **3.3.4 Em termos de sustentabilidade**

Concomitante ao surgimento dessas inovações, a preocupação com a sustentabilidade foi sendo incorporada na construção civil. Em 1987, no relatório “Nosso Futuro Comum” gerado na Comissão Brundtland, foi apresentada a seguinte definição para o desenvolvimento sustentável: “é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1987, p. 46).

Para salvaguardar as gerações futuras, o desenvolvimento sustentável na construção civil é importante por ser um setor da economia responsável por diversos impactos ambientais na extração no meio ambiente, beneficiamento, fabricação, transporte dos materiais; na construção da obra; e na geração e destinação dos resíduos (ROTH; GARCIAS, 2009).

Motta (2009) pontua que a legislação pode remover as piores práticas insustentáveis, porém, isso não implica necessariamente no emprego de práticas sustentáveis de excelência. O autor comenta que essa limitação, de fazer apenas o que é exigido, também pode ocorrer na emissão de certificações verdes que, apesar disso, são responsáveis pela divulgação de boas práticas sustentáveis (MOTTA, 2009). Assim, a relevância dessas certificações (Figura 2) é constatada.

Para mitigar os impactos ambientais, Roth e Garcias (2009) citam como estratégias sustentáveis a escolha inteligente de materiais e processos construtivos, gestão dos resíduos da obra e utilização de materiais reciclados. Complementar a isso, dentre as estratégias ligadas ao uso

Figura 2 – Certificações verdes



Fonte: SustentArqui (2014).

do edifício estão a instalação de placas fotovoltaicas, inclusão de sistema para reuso de água da chuva e coleta seletiva com a destinação correta dos resíduos sólidos gerados pelos moradores do edifício.

A gestão dos resíduos sólidos durante a obra deve seguir as orientações dispostas na Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 2002, alterada posteriormente pelas Resoluções nº 348/2004, nº 431/2011, nº 448/2012 e nº 469/2015. Sendo estabelecido aos geradores como primeira prioridade a não geração de resíduos (CONAMA, 2012), no caminho da sustentabilidade.

Segundo o texto da Resolução nº 448 do CONAMA, no artigo 5º, todos os municípios devem elaborar o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, contendo orientações para os pequenos geradores (CONAMA, 2012). Ao passo que aos grandes geradores é exigido, no artigo 8º, a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (CONAMA, 2012), para cada obra, como na construção de um edifício residencial.

Resumidamente, o resultado dessas sucessivas resoluções: (1) destaca a responsabilidade dos geradores sobre os resíduos da construção civil, (2) classifica os resíduos, (3) determina o conteúdo do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, (4) elenca as etapas dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil dos grandes geradores (caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação), e (5) indica a destinação dos resíduos de cada classe (CONAMA, 2002, 2004, 2011, 2012, 2015).

### 3.3.5 Em termos de qualidade habitacional

Em meados da década de 1990, Melhado (1994, p. 230) julgava incipiente “a implantação da qualidade em empresas de incorporação e construção de edifícios” em especial na fase de projetos que carecia maior controle da qualidade. Fato que mudaria nas duas décadas seguintes, no sentido de promover melhor qualidade habitacional.

De acordo com Juran e Gryna<sup>3</sup> (1991 *apud* MELHADO, 1994, p. 15), o termo qualidade pode assumir dois significados principais: (1) “qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto”, e (2) “qualidade é a ausência de falhas”. Disso decorre que uma habitação apresentará qualidade quando satisfizer as necessidades dos clientes<sup>4</sup> e não apresentar falhas.

Enfatizando essa conceituação, a norma NBR ISO 9000:2015, referente à sistema de gestão da qualidade, afirma que a “qualidade dos produtos e serviços inclui não apenas sua função e desempenho pretendidos, mas também seu valor percebido e o benefício para o cliente” (ABNT, 2015, p. 2). Ou seja, além de satisfazer os requisitos de desempenho da edificação, a qualidade implica na percepção positiva dos clientes ao ocupar a habitação.

Em destaque, para avaliação da qualidade de uma habitação, é relevante citar a norma de desempenho de edificações habitacionais, a NBR 15.575, publicada pela primeira vez em 2013 e atualmente (2021) vigente. Essa norma traz os requisitos, dispostos na Figura 3, para o comportamento em uso das edificações no que concerne os aspectos gerais e os sistemas estruturais, de piso, de vedações verticais internas e externas, de coberturas e hidrossanitários.

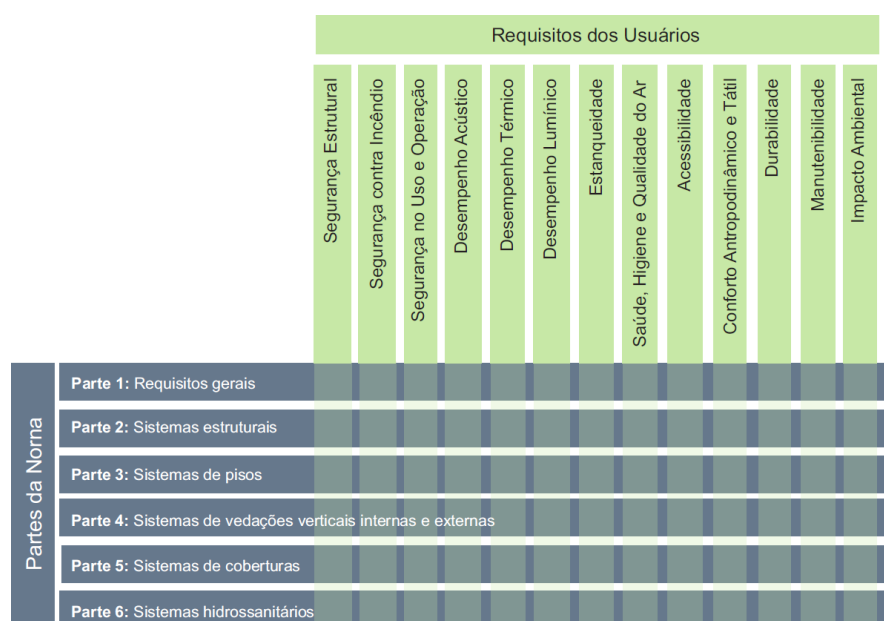
Mereb *et al.* (2015) destacam que a NBR 15.575 representa um marco no mercado de habitação brasileiro, com a mudança no processo de especificação e elaboração de projetos que devem, a partir da publicação da norma, considerar o comportamento em uso da edificação. Por isso, essa norma tornou-se importante na construção de edifícios residenciais.

Devido a essa importância, Lazzarini e Hippert (2021) contam que depois da publicação da norma, listas de verificação (*checklists*) foram elaboradas por organizações para facilitar sua aplicação. Ademais essas autoras, a partir de seus estudos, formularam diretrizes para controle das documentações geradas pelas empresas que comprovam a implantação da NBR 15.575,

<sup>3</sup> JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle de qualidade**. 4. ed. São Paulo: Makron/McGraw-Hill, 1991. 1 v. *apud* MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. p. 9-49. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-09052019-085538/en.php>. Acesso em: 06 maio 2021.

<sup>4</sup> Neste contexto, a palavra clientes é utilizada em referência aos moradores e usuários de uma habitação.

Figura 3 – Requisitos dos Usuários da NBR 15.575:2013



Fonte: Mereb *et al.* (2015).

tais como a definição de uma organização para as pastas eletrônicas, o controle das versões e a indicação do tempo de retenção dos documentos (LAZZARINI; HIPPERT, 2021).

Contudo, os requisitos dessa norma, somente são aplicáveis a edificações construídas posteriormente à data de vigência da edição de 2013. Não sendo aplicáveis a obras já concluídas, obras em andamento e projetos protocolados nos órgãos competentes até a data em que a norma passou a vigorar, obras de reformas, *retrofit*<sup>5</sup> de edifícios e edificações provisórias (ABNT, 2013). Portanto, não é aplicável ao edifício utilizado como objeto de estudo neste trabalho.

Levando em consideração as conceituações apresentadas sobre qualidade habitacional, como consequência de sua existência, os clientes podem facilmente apresentar qualidade de vida que, nas palavras de Forattini (1991, p. 75), “em sua essência, pode ser traduzida pela satisfação em viver”.

A partir dessas considerações, é possível ter uma visão geral a respeito da construção civil em altura de residências em São Paulo. Em síntese, há cerca de 90 anos esse tipo de edificação foi sendo cada vez mais demandado, devido às restrições de espaço e ao aumento populacional. Nesse intervalo de tempo o modo de projetar, a segurança do trabalho em altura, os materiais, as tecnologias, a sustentabilidade e a qualidade habitacional da construção civil foram sofrendo modificações e avanços.

<sup>5</sup> Modernização de um edifício

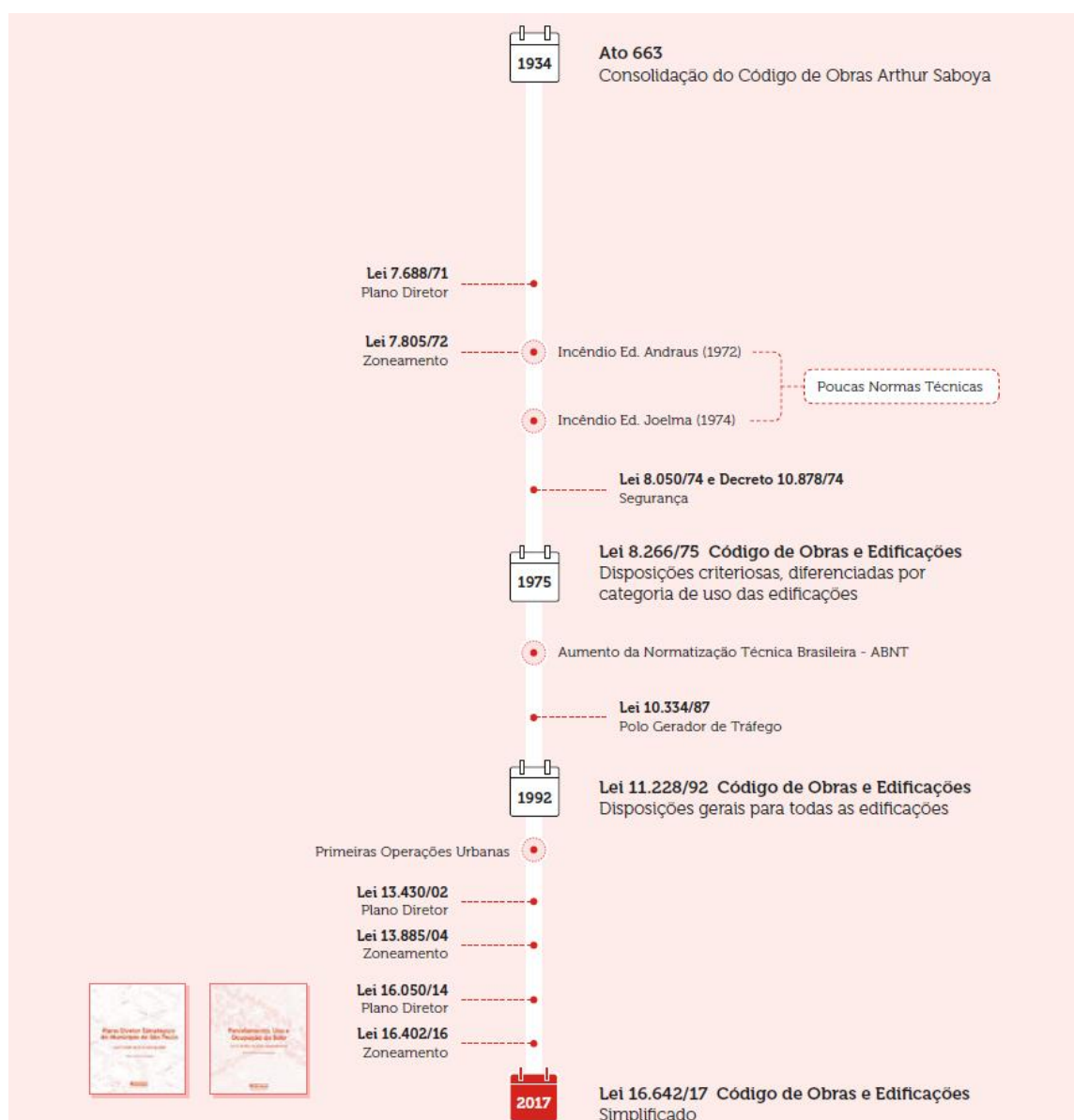


### 3.4 LEGISLAÇÃO EDILÍCIA PAULISTANA E AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Nos limites da cidade de São Paulo, a legislação municipal edilícia é responsável pelo regramento das construções erguidas legalmente. O estudo do histórico dessa legislação, no entendimento desta autora, é relevante para compreensão de sua importância e influência nos projetos de arquitetura e engenharia civil. Esses projetos, por sua vez, influenciam as técnicas construtivas ao estabelecer o tempo requerido, o grau de dificuldade, e o nível e tipo de qualificação do profissional para sua execução.

Em razão disso, brevemente será exposta a evolução do licenciamento edilício do município de São Paulo, guiada pela linha do tempo da Figura 4, apresentada no Código de Obras e Edificações (COE) ilustrado de 2017.

Figura 4 – Evolução do licenciamento edilício



Fonte: Código de Obras e Edificações ilustrado (2017).

O engenheiro civil Arthur Saboya, formado pela Escola Politécnica em 1908, foi chefe da seção de aprovação de plantas. Em 1927, assumiu o cargo de diretor de Obras Municipais sendo responsável pela atualização do Código de Obras, juntamente com o engenheiro civil Sílvio de Noronha, chefe da seção de urbanismo (CAMPOS, 2002).

No ano de 1929, o novo código foi nomeado Código de Obras Arthur Saboya e promulgado na lei nº 3.427 (SÃO PAULO (SP), 1929), “combinando o padrão aprovado em 1920 com a lei de loteamentos de 1923 e os diversos adendos a esses instrumentos em um código único e mais abrangente” (CAMPOS, 2002, p. 352), sendo consolidado pelo ato nº 663, em 10 de agosto de 1934.

Mais tarde, em 1971, o primeiro plano diretor de desenvolvimento integrado foi instituído pela lei nº 7.688 (SÃO PAULO (SP), 1971). Os objetivos incluíam preservar o meio ambiente, melhorar as condições sanitárias, indicar os terrenos para cada tipo de uso urbano (residencial, comercial, industrial, institucional, de serviços, e de uso especial), facilitar a circulação das pessoas dentro da cidade, aumentar a quantidade de habitações, e criar uma comissão municipal de desenvolvimento integrado, um órgão técnico de planejamento integrado e grupos de planejamento setorial (SÃO PAULO (SP), 1971).

Contudo, a respeito da apresentação desse plano diretor de desenvolvimento integrado, Nery Jr. (2002) avalia que:

... não passava de um conjunto de objetivos e de diretrizes genéricos e pouco pragmáticos, os quais visavam ao desenvolvimento social, econômico, físico e ambiental da cidade. A única exceção foi o dispositivo, contido no Artigo 55, que fixou o coeficiente máximo de aproveitamento, para toda a cidade, de 4 vezes a área do terreno. A principal finalidade do PDDI seria dar legitimidade política à (futura) lei geral de zoneamento, promovendo uma propaganda na qual a população acreditasse que essa lei de zoneamento proviria de um saber técnico, uma vez que ele seria decorrente de um plano diretor, cujo objetivo principal seria o de “propiciar o bem-estar da comunidade” (Artigo 1º da Lei nº 7.688/71) (NERY JR., 2002, p. 109).

Desse modo, a lei geral de zoneamento foi aprovada pela lei nº 7.805 (SÃO PAULO (SP), 1972), em primeiro de novembro de 1972, tratando do parcelamento, uso e ocupação do solo no município inteiro (SÃO PAULO (SP), 1972). Nery Jr. (2002) em seus estudos identificou 194 normas de zoneamento datadas de tempos anteriores à lei geral de zoneamento. Por isso, o autor pôde observar que “o instrumento foi progressiva e tecnicamente sendo aprimorado, por meio de parâmetros urbanísticos cada vez mais complexos” (NERY JR., 2002, p. 61).

Naquele mesmo ano, em 24 de fevereiro de 1972, havia acontecido um incêndio no Edifício Andraus (Figura 5a), um prédio comercial com 32 andares inaugurado em 1962. O incêndio teve início no terceiro andar, na loja Pirani. Infelizmente 16 pessoas morreram e 336 ficaram feridas. O jornal Folha de S. Paulo (1972a), publicado no dia seguinte à data fatídica, enfatizou que a “salvação veio dos céus” em referência aos helicópteros mobilizados que, para salvar as pessoas, puderam pousar no topo do prédio devido à existência de heliponto.

Figura 5 – (a) Edifício Andraus; (b) Edifício Joelma



(a)

(b)

Fonte: Folha de S. Paulo (1972b); Faria Jr. (1974).

Segundo o jornal, “João Batista Zicari Filho, um dos gerentes da loja tentou abafar as chamas com um dos três extintores que havia em cada andar do edifício, mas o seu esforço foi inútil” (FOLHA DE S. PAULO, 1972c, p. 6). Assim, apesar da presença de extintores, sua aplicação, neste caso, não foi capaz prevenir a propagação do fogo. Entre outros agravantes estão: a pele de vidro que propiciou a propagação vertical do fogo, a presença de material combustível como roupas das lojas e móveis, e a inexistência de escadas de segurança<sup>6</sup>, alarmes de incêndio e sinalização de emergência.

Em decorrência desse terrível acidente, de acordo com Seito *et al.* (2008), dentro das Polícias Militares foram criados Comandos de Corpo de Bombeiro, na prefeitura iniciou-se estudos para reformular o Código de Obras Arthur Saboya de 1934, e grupos de trabalho surgiram,

<sup>6</sup> O artigo 34 do Código de Obras e Edificações de 1975 diz que “considera-se escada de segurança a escada a prova de fogo e fumaça, dotada de antecâmara ventilada [...]” (SÃO PAULO (SP), 1975).

“indicando necessidades de reformulação quer na legislação quer no corpo de bombeiros (em especial de São Paulo). Entretanto, sem que houvesse sido produzido quaisquer efeitos, ocorre o segundo grande incêndio, o do Edifício Joelma” (SEITO *et al.*, 2008, p. 24).

Em primeiro de fevereiro de 1974, aconteceu o incêndio no Edifício Joelma (Figura 5b), um prédio comercial de 25 andares inaugurado em 1971. O incêndio começou no 12º andar, por conta de um curto circuito em um equipamento de ar condicionado. Tristemente mais pessoas foram afetadas, 179 pessoas morreram e 320 ficaram feridas. Diferentemente do Edifício Andraus, o Joelma não possuía heliponto, o que dificultou o resgate das pessoas que subiram até o topo do prédio na tentativa de se salvar. Apesar da dificuldade, muitas pessoas foram resgatadas por helicópteros.

Embora possuísse extintores e mangueiras para combate a incêndio, o prédio não apresentava escadas de segurança, alarmes e sinalização de emergência. Outro agravador foi a grande quantidade de material combustível, o jornal Folha de S. Paulo averiguou que “segundo informações de funcionários da Crefisul atendidos no Pronto Socorro do Hospital Municipal, as instalações da empresa no Edifício Joelma, que ocupavam do 11º ao 25º, eram totalmente acarpetadas e divididas com chapas de fibra de madeira” (FOLHA DE S. PAULO, 1974a, p.6).

Dois dias depois do incêndio, o jornal da Folha trouxe o seguinte posicionamento do então prefeito Miguel Colasuonno:

Sabemos que os edifícios hoje têm muito mais conforto, maior número de equipamentos elétricos, maiores possibilidades de sobrecarga de energia. Ao mesmo tempo, a construção civil emprega outros materiais, altamente inflamáveis. Por isso, no novo Código, colocaremos exigências adequadas a essa dupla realidade (FOLHA DE S. PAULO, 1974b, p. 15).

Apenas seis dias após a tragédia, em 7 de fevereiro, o prefeito Miguel Colasuonno fez o decreto nº 10.878 que “institui normas especiais para a segurança dos edifícios, a serem observadas na elaboração dos projetos e na execução, bem como no equipamento e no funcionamento, e dispões ainda sobre sua aplicação de caráter prioritário” (SÃO PAULO (SP), 1974a). O conteúdo do decreto é listado em seções no 3º parágrafo do 1º artigo relativo à parte técnica, sendo mostrado na Figura 6.

Ainda em 1974, em 22 de abril, a lei nº 8.050 é promulgada para providenciar a segurança de uso dos prédios na cidade, tratando da adaptação de edifícios e projetos (SÃO PAULO (SP), 1974b), sendo aplicada “às edificações existentes ou em construção, com projetos que tenham

Figura 6 – Conteúdo da parte técnica do decreto nº 10.878:1974

- Seção A) Classificação das edificações
- Seção B) Características dos materiais depositados ou manipulados
- Seção C) Lotação dos edifícios
- Seção D) Acesso e escoamento nos edifícios
- Seção E) Disposições internas para segurança
- Seção F) Particularidades construtivas e dimensionamento para resistência ao fogo
- Seção G) Tipos de acabamento interno
- Seção H) Suprimento de água para combate ao fogo
- Seção I) Equipamentos de energia e sinalização
- Seção J) Extintores
- Seção K) Pára-raios
- Seção L) Escadas de emergência em edifícios existentes

Fonte: São Paulo (SP) (1974a).

sido aprovados antes de 8 de fevereiro de 1974”, “aos projetos aprovados antes da mesma data com alvará em vigor e cujas obras não tenham sido iniciadas” e “aos pedidos de aprovação de plantas protocolados anteriormente à mencionada data” (SÃO PAULO (SP), 1974b).

Na lei nº 8.050 são atribuídas as condições para as áreas acrescidas e as adaptações na construção destinadas a proporcionar segurança, tais como passarela de ligações entre edificações, laje para pouso de helicópteros e escadas externas a edificação. Nessas condições, as áreas acrescidas não serão computadas no coeficiente de aproveitamento e na taxa de ocupação do lote, haverá permissão para ocupar parte dos recuos obrigatórios e de áreas de insolação, iluminação e ventilação e também autorização para ultrapassar os gabaritos de altura (SÃO PAULO (SP), 1974b).

Em 20 de junho 1975, o novo Código de Obras e Edificações (COE) é promulgado pelo prefeito Olavo Egydio Setubal. Motivadas pelos dois grandes incêndios ocorridos na cidade, para que as edificações oferecessem segurança de uso, foram incluídas as especificações de circulação, saída, escadas de segurança, para-raios e instalações de emergência, o cálculo da lotação para indicar o adequado escoamento das pessoas e a classificação dos materiais, a fim de indicar o risco de uso da edificação (SÃO PAULO (SP), 1975).

Posteriormente, em junho 1987, a lei nº 10.334 foi promulgada, criando áreas especiais de tráfego e suas regras de implantação, além de apresentar regras referentes ao estacionamento de veículos (SÃO PAULO (SP), 1987). De acordo com Freitas Jr. (2008, p. 113), essa lei “segundo alteração do zoneamento de 1972, pretendia adequar o uso do solo ao melhor desempenho do sistema viário”.

Adiante, em 1992, a lei nº 11.228 promulgou um novo Código de Obras e Edificações na cidade de São Paulo que, segundo Freitas Jr. (2008), apresentou separação total entre o regramento construtivo edilício e certas normas de zoneamento que ainda estavam presentes nos códigos anteriores. Sobre os COE até 1992, Sato (2011) analisa que:

No início (do século XX), os códigos eram muito prescritivos, chegando a determinar dimensões e materiais, e adotando regras diferentes para cada conjunto de ruas de São Paulo em que se fosse construir. A partir da década de 1950 que esses códigos passaram a não ser mais adequados (devido ao crescimento desenfreado da cidade), e um grupo de profissionais passou a criticá-los e modificá-los (entre eles Alexandre Albuquerque e Teodoro Rosso). Caminhou-se tanto nesse sentido que o atual código (de 1992) passa somente diretrizes (SATO, 2011, p. 189-170).

Dando prosseguimento às mudanças na legislação no século XXI, o plano diretor sofreu duas alterações, em 2002 (lei nº 13.430) e em 2014 (lei nº 16.050). Neste último (2014), o quarto artigo determinou que os objetivos do plano sejam concretizados até 2029, e previa uma revisão em 2021 (SÃO PAULO (SP), 2014). Quanto à lei geral de zoneamento, esta sofreu também duas alterações, em 2004 (lei nº 13.885) e em 2016 (lei nº 16.402). As modificações de ambos dispositivos da lei são justificadas para proporcionar um desenvolvimento mais adequado da cidade em termos sociais, ambientais, sanitários e democráticos.

Chegando ao fim da linha do tempo, o vigente (2021) Código de Obras e Edificações foi aprovado em 9 de maio de 2017 (SÃO PAULO (SP), 2017a). Segundo a Secretária Municipal de Urbanismo e Licenciamento, Heloisa Proença (COE ILUSTRADO, 2017), este novo código pretende: (1) simplificar os processos de licenciamento, (2) modernizar os procedimentos realizando-os por meio eletrônico, (3) estar alinhado com o plano diretor e o zoneamento, e (4) conferir maior responsabilidade ao empreendedor, engenheiro e arquiteto, tanto na questão de aplicar o COE e outras normativas, quanto nas soluções do *layout* interno os quais não precisam ser apresentadas no projeto simplificado entregue à prefeitura.

A partir desse breve histórico da legislação edilícia de São Paulo, examina-se que a legislação interfere no local (zonas), na altura (coeficiente de aproveitamento), na área (taxa de ocupação), no interior (COE) e nos arredores (tráfego e plano diretor) das edificações construídas na cidade. Isto em uma tentativa de organizar o caótico crescimento vertical e horizontal. Dessa forma, as soluções dos projetos de arquitetura e engenharia civil – e conseqüentemente as técnicas construtivas – são influenciadas para estarem dentro da lei.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 PROCESSO METODOLÓGICO

Este trabalho apresenta método de pesquisa de caráter descritivo da história das técnicas construtivas, englobando os aspectos construtivos e projetuais, da construção em altura residencial, na cidade de São Paulo (SP). Nesse tipo de pesquisa descritiva, Andrade (2010) elucida que os fatos são estudados pela observação, registro, análise, classificação e interpretação, sem a manipulação de quem os estuda.

Essa história será estudada a partir da análise crítica das técnicas construtivas adotadas em um edifício da década de 1970, em comparação com as selecionadas neste estudo que estão em uso pelo mercado da construção em 2021 e que representem a evolução ou a substituição das técnicas do objeto de estudo. Por isso, buscou-se um edifício dos anos 70 para servir como objeto de estudo, de acordo com as razões apresentadas na seção 4.2.

Para essa análise comparativa, o presente estudo estará embasado em fontes primárias e secundárias. Por meio de visitas ao edifício selecionado como objeto de estudo, as fontes primárias serão coletadas e contemplarão observações, registros fotográficos e conversas informais com moradores, em uma pesquisa de campo.

Severino (2007, p. 123) explica que, na pesquisa de campo, “a coleta de dados é feita nas condições naturais em que os fenômenos ocorrem, sendo assim diretamente observados, sem intervenção e manuseio por parte do pesquisador”. Logo, as técnicas construtivas que puderem ser identificadas em campo serão posteriormente descritas e analisadas.

As técnicas identificadas serão analisadas com base nas fontes secundárias, buscadas em pesquisas bibliográfica e documental. Severino (2007) esclarece que a pesquisa bibliográfica é realizada a partir de registros que já passaram pela análise de outros autores, diferentemente da pesquisa documental de registros que não apresentam essa análise prévia, tidos como matéria-prima.

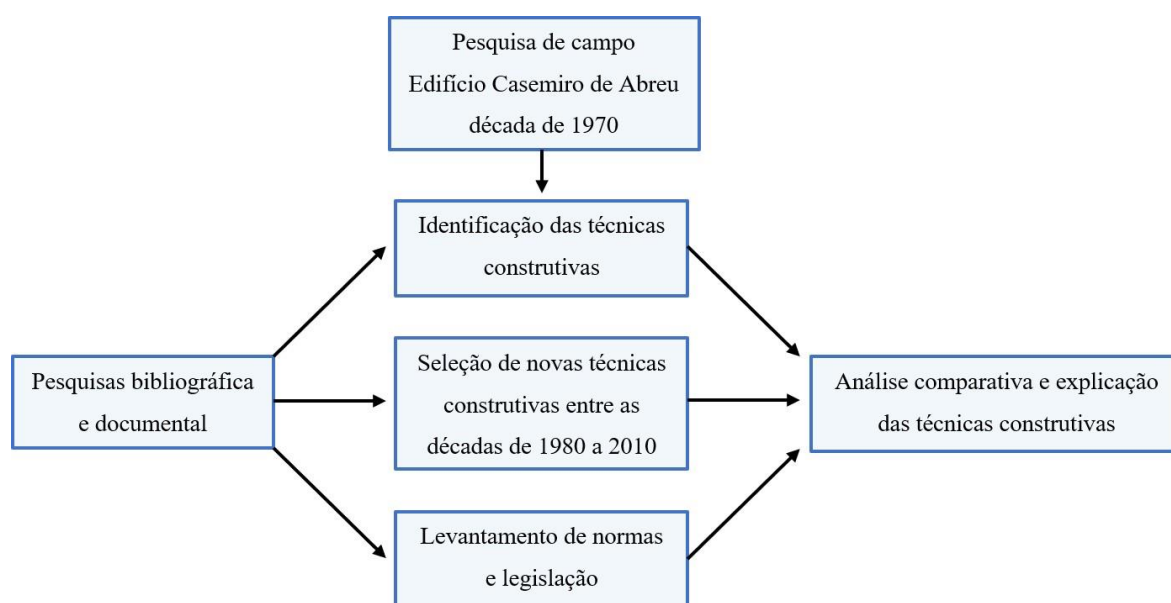
Desse modo, o lado bibliográfico irá englobar a leitura e o estudo de livros, artigos, teses e dissertações, com destaque para os autores Aro (2004), Campos (2002), Gomiero (1994), Holanda (2003), Iizuka (2001), Morikawa (2003), Moura (2015), Negrisola (2011; 2019), Orozco (2018), Pinheiro (2008), Sabbatini (1989) e Sato (2011). Enquanto, o aspecto documental envolverá projetos do edifício estudado, manuais técnicos, leis, decretos, normas, revistas e jornais.

Fundamentada nas fontes suprarreferidas, os resultados obtidos serão tratados de modo qualitativo. Assim, serão expostos os motivos, benefícios e desvantagens da aplicação das técnicas construtivas avaliadas para construção de edifícios de múltiplos pavimentos residenciais, no decorrer da análise comparativa proposta que resultará em um quadro resumo final.

Assim, o fluxograma da Figura 7 será seguido para que a análise comparativa das técnicas construtivas seja executada, para os subsistemas abaixo relacionados:

- (1) Superestrutura;
- (2) Vedação;
- (3) Revestimento;
- (4) Esquadrias;
- (5) Hidrossanitário;
- (6) Elétrica;
- (7) Gás;
- (8) Segurança contra incêndio;
- (9) Cobertura.

Figura 7 – Fluxograma para análise comparativa



Fonte: Autoria própria (2021).



## 4.2 OBJETO DE ESTUDO: O EDIFÍCIO CASEMIRO DE ABREU

Neste trabalho, buscou-se como objeto de estudo um edifício com construção finalizada na primeira metade da década de 70, no município de São Paulo (SP), pois os edifícios dessa época específica foram projetados e construídos de acordo com a legislação e normativa anteriores às novas regras e exigências de segurança elaboradas após as tragédias dos incêndios no Edifício Andraus, em 1972, e no Edifício Joelma, em 1974.

Desse modo, será viável a identificação das soluções de arquitetura e engenharia civil em concordância com o Código de Obras Arthur Saboya de 1934, vigente à época da construção do objeto de estudo, bem como a comparação com a legislação e normativa posteriores a sua construção que exigiram adaptações no edifício ao longo dos anos.

Com base nessa premissa, foi selecionado o Edifício Casemiro de Abreu, finalizado em 1973 pela Construtora Elias & Elias. Este edifício de apartamentos residenciais está localizado na zona central de São Paulo e está inserido no Conjunto Condomínio Castro Alves, composto por outros três edifícios.

Curiosamente, o condomínio e os quatro prédios apresentam nomes de poetas da literatura romântica brasileira: Castro Alves (1847-1871), Casemiro de Abreu (1839-1860), Fagundes Varela (1841-1875), Gonçalves Dias (1823-1864) e Álvares de Azevedo (1831-1852). Na Figura 8 está a imagem aérea do condomínio, e na Figura 9, fotos das fachadas de cada edifício.

Figura 8 – Visão aérea dos edifícios: (a) Casemiro de Abreu; (b) Fagundes Farelá; (c) Gonçalves Dias; (d) Álvares de Azevedo



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 9 – Edifícios: (a) Casemiro de Abreu; (b) Fagundes Farela; (c) Gonçalves Dias; (d) Álvares de Azevedo



Fonte: Autoria própria (2021).

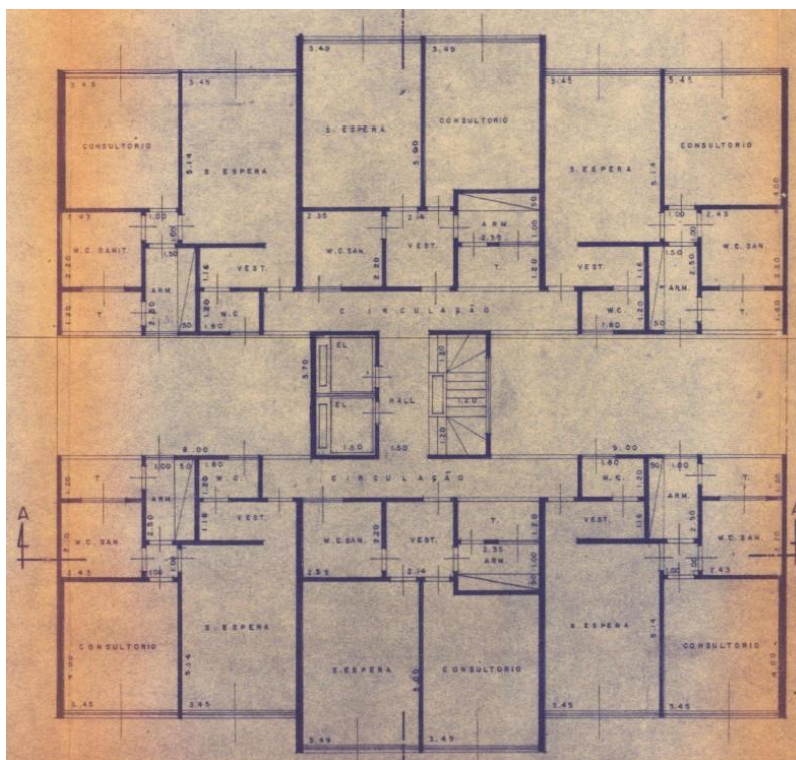
Para este estudo, por meio do Portal de Processos, foi realizada uma solicitação à Prefeitura Municipal de São Paulo dos documentos pertinentes ao processo de aprovação da construção do objeto de estudo pela Construtora Elias & Elias. O acesso aos arquivos digitalizados foi realizado pelo Sistema Eletrônico de Informações.

Após análise dos documentos disponibilizados pela Prefeitura, foi constatado que a ideia original era a construção de quatro prédios de escritórios e consultórios e uma galeria com lojas, conforme descrito no Alvará emitido em 1964 e projetado na planta baixa de setembro de 1962, mostrada na Figura 10. No desenho do projeto original do Casemiro de Abreu, alguns ambientes estão identificados como: "S. ESPERA"(sala de espera) e "CONSULTORIO"(consultório).

No Recibo de Alvará de 1964, em junho de 1972 é apostilada uma fotocópia “para substituir sem aumento de área, a planta aprov. p/ proc. 105.687/65, para MUDANÇA DE DESTINOS, nos termos do artº 49 do C. Obras, para transformação de consultórios em apartamentos”, registrando a mudança de uso das edificações do projeto. Essa mudança ocorreu provavelmente pelo custo superior do projeto original.

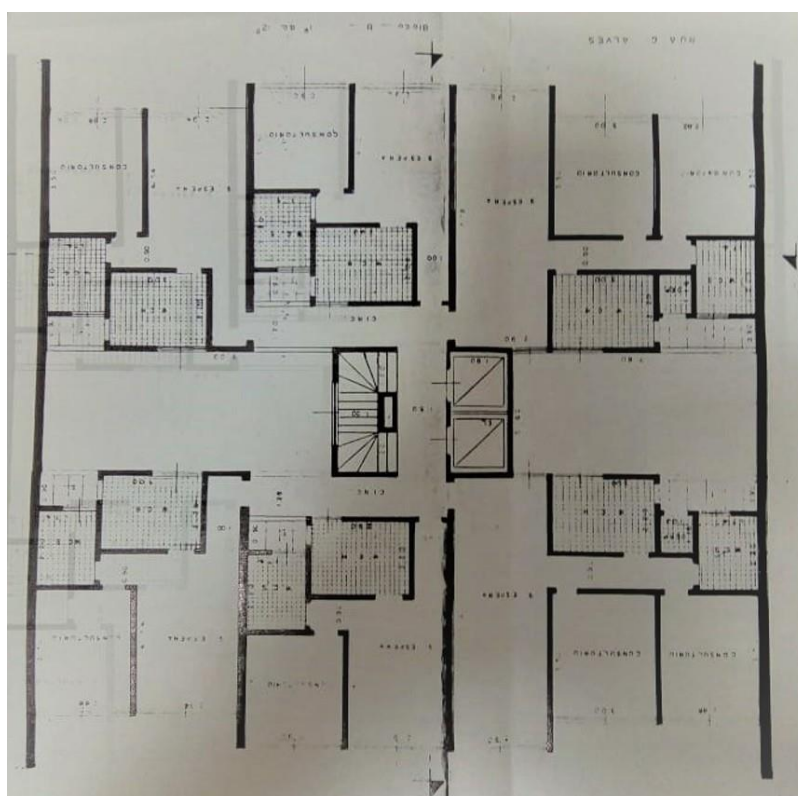
O Conjunto Residencial Castro Alves começou a ser construído em 1967 e foi finalizado em 1973, sendo que o Casemiro de Abreu como edifício residencial de 12 andares foi projetado com pavimento tipo da planta baixa da Figura 11, mantendo o formato em H original e apresentando seis apartamentos por andar com três diferentes tipos de *layout* dos ambientes internos.

Figura 10 – Projeto original do Edifício Casemiro de Abreu



Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo (2021).

Figura 11 – Projeto executado do Edifício Casemiro de Abreu



Fonte: Conjunto Condomínio Castro Alves (2021).



A construção da galeria foi mantida do projeto original da Construtora Elias & Elias, desse modo, os edifícios do condomínio apresentam no pavimento de ligação com a rua, um espaço de galeria composta por três corredores longos interligados com lojas comerciais e restaurantes. Segundo Sarra e Mülfarth (2020, p. 11), a partir do Decreto-Lei nº 41<sup>1</sup>

... muitos edifícios de escritórios de localização central optaram também por dar uso comercial ao térreo, caracterizando uma tipologia em que a torre de escritórios ficava embasada sobre galerias comerciais que se abriam para a rua, dando a sensação de um prolongamento da calçada (SARRA; MÜLFARTH, 2020, p. 11).

Essa ocupação do térreo por galerias comerciais também é verificada em edifícios residenciais, como no caso do edifício em análise (Figura 12a), de 1973, e do Edifício Copan projetado pelos arquitetos Oscar Niemeyer e Carlos A. C. Lemos (Figura 12b), de 1966, dentre outros espalhados pela cidade. Isso difere dos prédios contemporâneos (2021) de São Paulo que normalmente são construídos rodeados por muros, com espaços privados no térreo.

Figura 12 – Galeria: (a) Conjunto Condomínio Castro Alves; (b) Copan



Fonte: Autoria própria (2021); Carvalho (2020).

No Casemiro de Abreu, os apartamentos apresentam pé direito<sup>2</sup> de 2,70 metros de altura nos dormitórios, sala de estar/jantar, cozinha e corredor, e de 2,50 m no banheiro, lavabo e lavanderia. Estando parcialmente em desconformidade com o Código de Obras Arthur Saboya vigente na época. Isto porque, segundo os dois primeiros parágrafos do artigo 141 desse código, o

<sup>1</sup> O Decreto-Lei nº 41 de 3 de agosto de 1940 estabelece a regulamentação para as construções na Avenida Ipiranga. No parágrafo único do artigo 9 diz que “estudará a Prefeitura a concessão oportuna de favores especiais para os prédios que não possuírem corpos superelevados (art. 4º) e cujos pavimentos térreos apresentem recuos, galerias, colunatas ou arcadas, equivalentes a uma ampliação dos passeios, utilizáveis para mesas de cafés, bars, etc.” (SÃO PAULO (SP), 1940).

<sup>2</sup> Pé direito é a altura entre o piso e o teto.

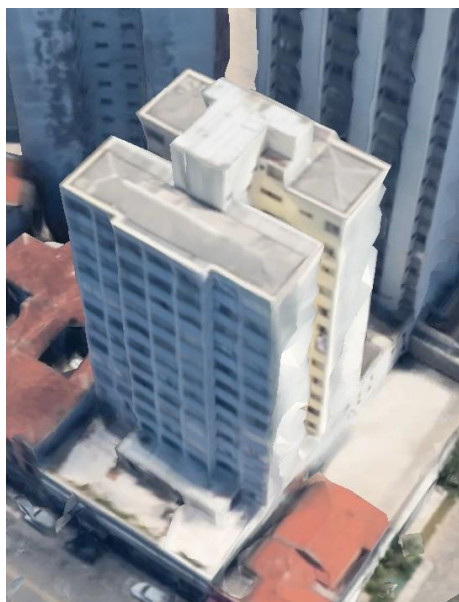
pé direito mínimo é de 3,0 m nos “compartimentos de dormir” e de 2,50 m nos “compartimentos de permanência diurna” (SÃO PAULO (SP), 1934).

Para o cumprimento das determinações do Código de Obras Arthur Saboya de 1934 relativas à ventilação, iluminação e insolação no interior dos edifícios, segundo observações de Sarra e Mülfarth:

Entre as estratégias passivas adotadas, pode-se citar: orientação da fachada mais favorável à insolação; planta estreita; amplas aberturas; uso de elementos de proteção contra a radiação solar como o brise-soleil; recuo das aberturas; possibilidade de controle das aberturas pelos ocupantes; emprego de massa térmica; etc. Foi permitido o uso de saguões como solução para propiciar iluminação e ventilação naturais (SARRA; MÜLFARTH, 2020, p. 8).

No edifício Casimiro de Abreu, a preocupação com a ventilação e iluminação dos apartamentos é verificada pelo formato em H do pavimento-tipo (Figura 13), pois esse formato favorece a ventilação cruzada dentro dos ambientes internos e possibilita a iluminação durante o dia inteiro.

Figura 13 – Formato H do edifício Casimiro de Abreu

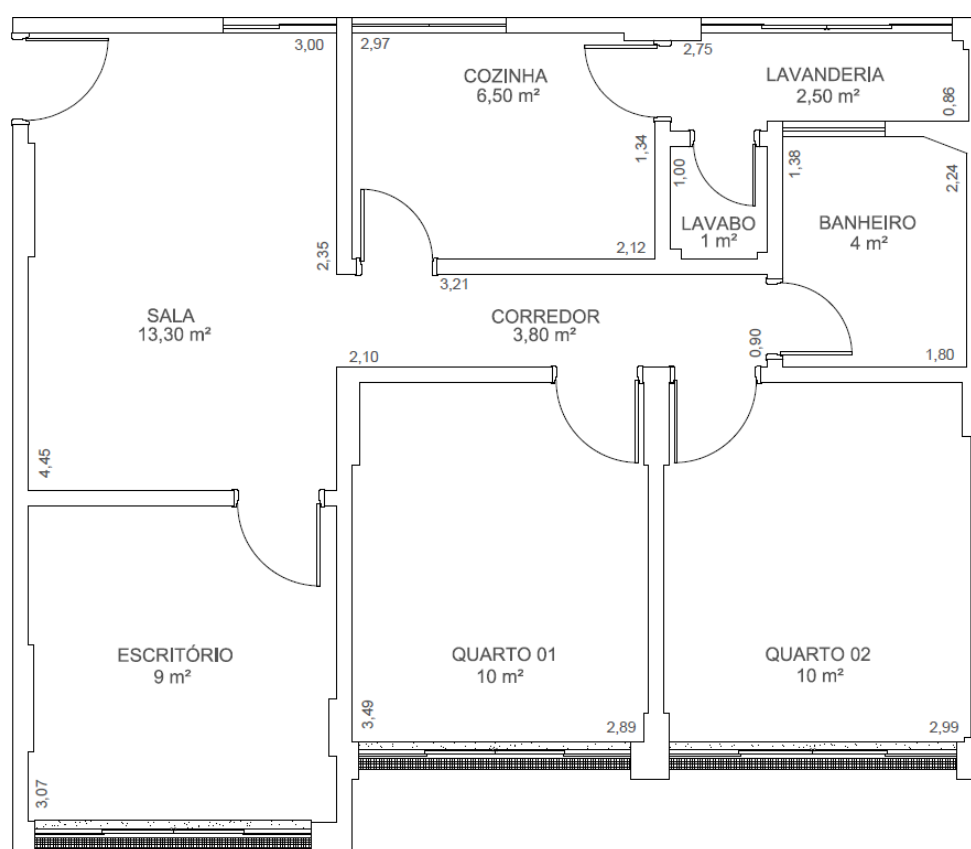


Fonte: Google Earth (2021).

Ao passo que nas construções de edifícios em formato retangular (tipo caixote), tem-se ventilação e iluminação menos favorecida a depender da posição do apartamento. Entretanto, esse formato dispensa o trabalho requerido de revestir e dar acabamento nas fachadas nas reentrâncias do formato H, proporcionando economia de material e mão de obra.

A saber, no decorrer do Capítulo 5 - Resultados e Discussão, as fotografias internas e as plantas baixas exibidas foram coletadas na pesquisa de campo em um apartamento selecionado do Edifício Casemiro de Abreu. A planta baixa desse apartamento foi desenhada após medição *in loco* e o resultado com a indicação dos cômodos e as áreas está na Figura 14, apresentando aproximadamente 70 m<sup>2</sup>. Nota-se diferenças entre a planta arquitetônica da construtora (Figura 11) e o construído, sendo a de maior destaque a parede dividindo a sala, criando o escritório.

Figura 14 – Planta baixa apartamento Casemiro de Abreu (70 m<sup>2</sup>)



Fonte: Autoria própria (2021).

Desse modo, durante a análise comparativa de cada subsistema, a unidade de apartamento a que se faz referência é este apartamento. A escolha dessa unidade foi motivada pelo imóvel ter passado por uma pequena reforma em 2020, devido a um vazamento na tubulação de água do lavabo, sendo possível tirar fotografias da alvenaria e de parte do sistema hidrossanitário. Somado a isso, o morador se disponibilizou a contar a história de reformas, mudanças e adaptações do apartamento, em conversas informais.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

“A construção de edifícios – ou a arquitetura, de modo geral – surgiu como marca natural da evolução da espécie humana e firmou-se a partir do crescimento das civilizações urbanas, assumindo aos poucos as mais variadas conotações sociais, artísticas e culturais” (MELHADO, 1994, p. 52). Estudar parte da história dos edifícios de São Paulo (SP), é estudar indiretamente também o lado social, artístico e cultural paulistano.

Consciente disso, neste capítulo, para os subsistemas de superestrutura, vedações, revestimento, esquadrias, hidrossanitário, elétrica, gás, segurança contra incêndio e cobertura que compõem um edifício de apartamentos, será feita uma descrição e a análise comparativa entre as técnicas construtivas identificadas no objeto de estudo e as técnicas atualmente utilizadas pelo mercado da construção em altura, baseando-se no ano de 2021.

É necessário ressaltar que as técnicas construtivas de cada subsistema serão descritas de forma geral, sem o aprofundamento nos detalhes técnicos, pois a descrição de forma pormenorizada aproximaria este trabalho de um manual técnico, e esse não é o objetivo. Além disso, as especificações mais minuciosas variam entre diferentes projetos de edifícios, impossibilitando a descrição de todos os detalhes que existem.

A seguir são enfatizadas as mudanças na superestrutura de edifícios residenciais.

### 5.1 SUPERESTRUTURA

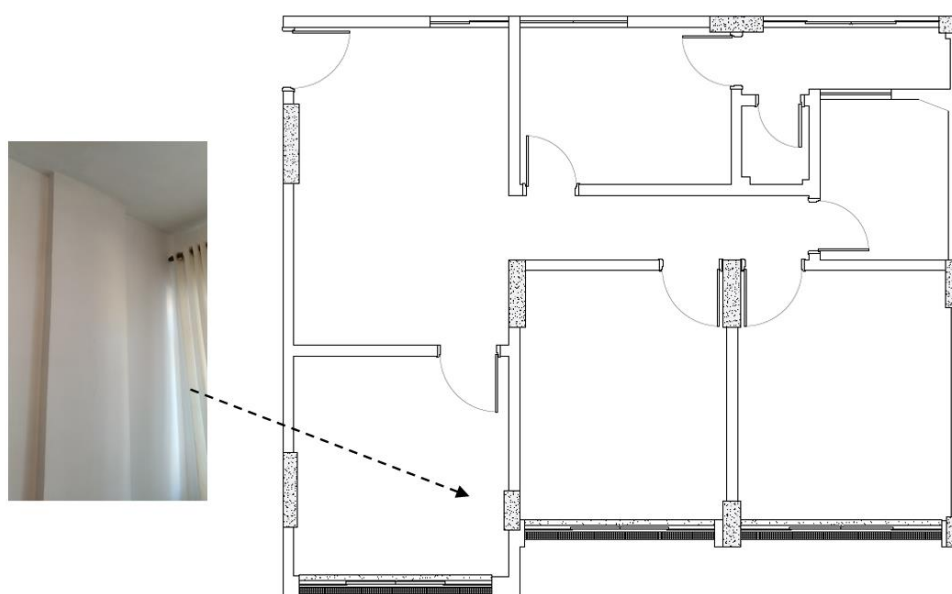
Em seus estudos sobre os primeiros edifícios residenciais paulistanos de 1930 a 1940, Pinheiro (2008) averiguou que esses prédios foram construídos em estrutura de concreto armado sem ousadia estrutural nas formas que este material permite. A autora diz que “trata-se, quase invariavelmente, de estruturas em pilar e viga, calculadas sem grandes ousadias, vedadas em tijolos e associados a lajes planas [...], sem qualquer preocupação de configurar plantas-livres” (PINHEIRO, 2008, p. 110).

Essa situação também ocorre no Edifício Casemiro de Abreu de 12 andares da década de 1970. A superestrutura de concreto armado do prédio é composta por lajes, vigas e pilares retilíneos sem curvas ou balanços. Avalia-se que essa escolha facilitou a execução das técnicas construtivas das fôrmas para conter o concreto e da montagem da armadura, pois estruturas retilíneas e sem balanço eram menos trabalhosas na época.

### 5.1.1 Concreto de alta resistência

Verifica-se nos apartamentos que os pilares apresentam dimensões maiores do que a espessura das paredes de 14 cm. Os pilares avançam de 5 a 7 cm – não descontando o revestimento e a pintura – nos cômodos, criando “dentes” nas paredes. Na Figura 15 é mostrada a planta baixa com os pilares em cinza com hachuras. É necessário frisar que estão desenhados apenas os pilares que se sobressaem nas paredes.

Figura 15 – Pilares que avançam nos cômodos



Fonte: Autoria própria (2021).

Com a evolução dos materiais de construção, essa situação de criar vários “dentes” ou reentrâncias nos compartimentos, como no escritório em detalhe na Figura 15, pode ser evitada ou minimizada<sup>1</sup> com o uso de concreto de alta resistência<sup>2</sup>, porque utilizando esse tipo de concreto a seção do pilar é reduzida sem comprometer a estrutura. Alves (2000) pondera que apesar do custo superior com cimento e aditivos, o concreto de alta resistência requer um volume menor de material.

Silva (1995) conta que na década de 70, o concreto de alta resistência era produzido aumentando-se a quantidade de cimento e diminuindo a de água, mas, embora mais resistente havia maior retração e conseqüente chance de fissuração. A autora discorre que na década de

<sup>1</sup> É possível a aplicação de concreto protendido em lajes que acarreta na redução no número de pilares necessários.

<sup>2</sup> Segundo Silva (1995), a depender da época em questão, os valores da resistência para definir concreto de alta resistência mudam. A autora exemplifica que na década de 50, um concreto de 34 MPa era tido como de alta resistência. Enquanto hoje (2021), a NBR 12.655 (ABNT, 2015), referente a concreto de cimento Portland, define que concreto de alta resistência tem resistência à compressão maior ou igual a 55 MPa.



80 houve a introdução de novos materiais superplastificantes e microsilica ao concreto, que aumentaram sua resistência, trabalhabilidade e impermeabilidade (SILVA, 1995).

Ainda a mesma autora, na década de 90, destacava a escassez de estudos sobre o comportamento do concreto de alta resistência no Brasil (SILVA, 1995). Em tempos anteriores no país, o mercado na década de 70 já apresentava aditivos redutores de água como o oferecido na propaganda do produto Cemix da Vedacit, vinculada na Revista Acrópole na edição de julho de 1971, ilustrada na Figura 16. Entretanto, é provável que não tenha sido aplicado no Casemiro de Abreu com o intuito de reduzir as seções dos pilares, devido a essa escassez de estudos.

Complementar a isso, Gomiero (1994) relata o crescimento no uso de concreto de alta resistência à compressão entre 40 MPa e 80 MPa, desde meados dos anos 80, comentando seu uso inicial em pilares de edifícios altos. Em sua pesquisa, Gomiero (1994) cita vários edifícios altos dos Estados Unidos que utilizaram concreto de alta resistência, como o *Lake Point Tower* em 1965 e o *225 W. Wacker Drive* em 1989, sem menção a edifícios brasileiros.

Figura 16 – Propaganda da Vedacit (Cemix) na Revista Acrópole

**Para 4 necessidades,  
uma solução concreta:**

# *Cemix*

DÊ AO CONCRETO O ADITIVO QUE ÉLE MERECE E OBTENHA DÊLE  
A QUALIDADE E A RESISTÊNCIA QUE V. EXIGE

			
<b>Cemix air</b>	<b>Cemix retard</b>	<b>Cemix rápido</b>	<b>Cemix</b>
<b>INCORPORADOR DE AR</b> Para concreto de massas e concretos com agregados leves.	<b>REDUTOR DE ÁGUA, RETARDADOR</b> Para concretos de massa, concreto sem juntas de trabalho, concretos com revibração e concretagens em climas quentes.	<b>REDUTOR DE ÁGUA, ACELERADOR</b> Para concreto profundido.	<b>REDUTOR DE ÁGUA</b> Para concretos estruturais, concretos de alta resistência, concretos impermeáveis e concreto aparente.  Há sempre um CEMIX para cada finalidade

Outros produtos de nossa fabricação:

<b>VEDACIT</b> Impermeabilizante para argamassa e concreto	<b>Garbolástica</b> Mastique asfáltico para serviços gerais	<b>Neutrol</b> Tinta betuminosa, brilhante, de secagem rápida
--	---	---

**OTTO BAUMGART**  
INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A.  
PRODUTOS QUÍMICOS PARA CONSTRUÇÃO - IMPERMEABILIZAÇÕES EM GERAL  
ESCRITÓRIO CENTRAL E FÁBRICA: RUA FEITAL 1083 - FONE: (PARR) 298-5522  
L.O.J.A. AV. PRESTES MAIA, 350 - FONES: 32-7280/35-2428/36-4420/37-9247  
CAIXA POSTAL 3482 - ENDEREÇO TELEGRÁFICO: BAUMGART - SÃO PAULO



Fonte: Acrópole (1971).

Rocha (2014) destaca a importância da vigente (2021) NBR 6118:2014, referente a projetos de estruturas de concreto, abranger concretos com resistência até 90 MPa – nas normas de 2003 e 2007 era até 50 MPa –, para ampliação do uso de concreto de alta resistência, eliminando a necessidade de embasamento em normas de outros países. Dessa maneira, edifícios residenciais podem ser projetados com concreto de alta resistência respaldados por essa norma.

Durante a época de elaboração dos projetos do Casemiro de Abreu, estava vigente a norma brasileira NB-1 revisada em 1960, com o título “Cálculo e execução de obras de concreto armado” (ABNT, 1960). Conforme contam Porto e Fernandes (2015), essa norma é a segunda versão da primeira de 1940, apresentando referências às normas do Comité Euro-Internacional du Béton (CEB).

Prosseguindo com foco nos aspectos construtivos, o capítulo V da NB-1 traz orientações para a execução das obras em relação às fôrmas, escoramento, armadura de aço, concreto e prova de carga (ABNT, 1960). Devido à inexistência de registros da execução da superestrutura do Edifício Casemiro de Abreu, para possibilitar a análise comparativa, admite-se neste trabalho que sua execução tenha ocorrido em conformidade com a NB-1/1960.

## **5.1.2 Execução da superestrutura**

### **5.1.2.1 Fôrmas**

Em relação às fôrmas, a NB-1 informa que elas não devem sofrer deformações devido ao ambiente ou ao peso do concreto fresco, e recomenda a contra flecha nas fôrmas de grandes vãos (ABNT, 1960). Após a montagem, a norma determina as seguintes precauções antes da concretagem: (1) vedação das juntas; (2) limpeza nas fôrmas; e (3) saturação das fôrmas e “para o escoamento da água em excesso, deixar-se-ão furos nas fôrmas de vigas, paredes e pilares” (ABNT, 1960, p. 22).

Essa recomendação para molhagem é feita para fôrmas de madeira, sendo esse o único material para fôrmas citado por essa norma. Ao passo que a primeira e vigente (2021) edição da NBR 15.696:2009 de fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto, cita os seguintes materiais: madeira bruta, madeira industrializada, aço, alumínio, plásticos, papelão e compostos (ABNT, 2009). Constata-se, portanto, que a variedade de materiais para fôrmas foi ampliada entre a década de 1970 e atualmente (2021).

Morikawa (2003) conta que a partir de 1960, devido ao custo e à redução da oferta de

tábuas de madeira, ocorreu sua substituição por chapas de madeira compensada, comentando que o engenheiro Toshio Ueno foi o primeiro no Brasil a criar um projeto do sistema de fôrmas, segundo informação dada pelo engenheiro Paulo Takahashi que trabalhou na Indústrias Madeirit entre 1979 e 1981 e na Prátika Ind. E Com. De Fôrmas Ltda. entre 1981 e 1996.

Com informações extraídas da pesquisa sobre materiais alternativos para fôrmas de Morikawa (2003) e da apostila sobre “fôrmas de madeira para concreto armado” de Calil Junior *et al.* (2005), o Quadro 2 foi montado para mostrar uma visão geral das diferentes técnicas construtivas de fôrmas, contendo dados sobre os sistemas em relação ao material, criador, ano de criação, técnica construtiva envolvida e principais vantagens e desvantagens.

Além dos materiais citados no Quadro 2, atualmente (2021) também estão disponíveis no mercado as fôrmas metálicas de aço ou alumínio, com a possibilidade de várias reutilizações. No entanto, Nazar (2007) comenta que as fôrmas metálicas são utilizadas com menos frequência em pilares, lajes e vigas na construção de edifícios, em comparação com as fôrmas de madeira.

Na Figura 17 está um exemplo do sistema de fôrmas Toshio Ueno. Na imagem estão identificados os sarrafos que reforçam o painel de madeira compensada da fôrma da viga, os “garfos” que escoram a fôrma e os tensores que realizam o travamento do pilar. Na sequência, na Figura 18 estão imagens de fôrmas de papelão para pilares, de plástico para lajes maciças, de OSB para vigas e metálica para escadas.

Figura 17 – Exemplo de fôrma do sistema Toshio Ueno em obra da construtora Cyrela



Fonte: Modificado de Morikawa (2003).

As mesas voadoras são outra alternativa composta por fôrmas e escoramentos içadas de um pavimento para o superior por guias, como ilustrado pela Figura 19. De acordo com Santelmo do portal AECweb [201-], as mesas voadoras estão presentes nas obras brasileiras desde a década de 1990 com o objetivo de racionalização e aumento da produtividade da construção.

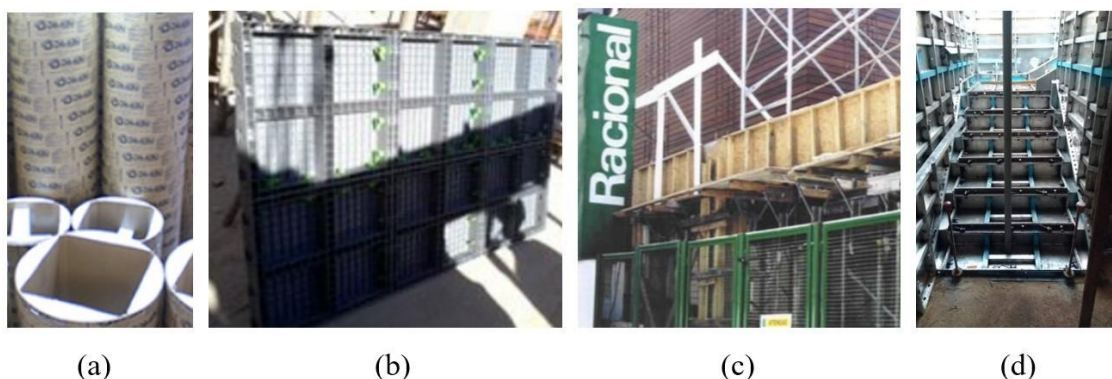
Quadro 2 – Sistemas de fôrmas

Sistema	Material da fôrma	Criador / Ano	Técnica construtiva	Vantagens	Desvantagens
ABCP	Madeira cerrada	Associação Brasileira de Cimento Portland / 1943	Montagem dos painéis com tábuas de 2,5 cm de espessura para fôrmas das lajes, pilares e vigas. As peças de travamento, os painéis e as escora são pregadas. Para a escora utiliza-se caibro de 7,5 cm x 10,0 cm.	→ Sistema conhecido pela mão de obra → Reaproveitamento de material	→ Perdas de material no corte → Deformações → Acabamento imperfeito na superfície do concreto → Para concreto aparente, a madeira precisa ser aparelhada
Toshio Ueno	Madeira compensada plastificada ou resinada	Toshio Ueno / déc. 1960	Montagem dos painéis com compensado de espessura variadas para fôrmas das lajes, pilares e vigas. Os painéis são enrijecidos com sarrafos de madeira cerrada. As peças de travamento, os painéis e as escora são pregadas. Usa-se tensores no travamento dos pilares. Para a escora utiliza-se pontaletes e "garfos".	→ Reaproveitamento, conferência e levantamento do material	→ Empenamento dos painéis → Requer precisão no esquadro e nas medidas → Em canteiro, necessita de espaço para fabricação e estoque → Desmontagem cuidadosa
Madeirit	Madeira compensada plastificada ou resinada	Indústrias Madeirit / déc. 1970	Industrialização do sistema Toshio Ueno. No canteiro, as peças são somente montadas.	→ Reaproveitamento, conferência e levantamento do material → Precisão nas dimensões → Mão de obra especializada → Não requer espaço para estoque	→ Empenamento dos painéis → Deslocamento dos painéis das lajes → Desmontagem cuidadosa → O cliente é responsável por reformar os painéis para reuso
Prátika	Madeira compensada ("chapa lisa") plastificada ou resinada	Prátika Indústria e Comércio de Fôrmas / 1981	Industrialização do sistema Toshio Ueno. No canteiro, as peças são somente montadas.	"	"
Papelão	Papéis kraft e semi-kraft de diferentes gramaturas, com colas e resinas	Dimibu / 1978	Não requer montagem. O travamento e escoramento do concretubo é feito com pontaletes, mão francesa de madeira ou peças metálicas.	→ Material leve que não absorve a água de amassamento → Confinam a nata de cimento no concreto → Acabamento perfeito na superfície concreto	→ Sem reaproveitamento → Aplicação somente em pilares
Madernor e Betonform	Plástico	Metroform / 1995	Montagem das placas plásticas para compor as fôrmas de lajes, pilares e vigas, com chavetas. O travamento e escoramento é convencional de madeira ou metálico, com fixadores que dispensam o uso de pregos.	→ Não requer desmoldante → Material leve, reciclável e altamente reaproveitável	→ Impossibilidade de fôrmas curvas → Adaptação da fôrma com madeira
Chapas de OSB	Oriented Strand Board (Tiras de Madeira Orientadas)	Experiência de uso pela Racional Engenharia e Construtora Trato / déc. 2000	Baseado no sistema Prátika. No canteiro, as peças são somente montadas.	→ Reaproveitamento, conferência e levantamento do material → Precisão nas dimensões → Mão de obra especializada → Acabamento perfeito na superfície concreto	→ Reaproveitamento de 3 usos → Deslocamento das chapas → Desmontagem cuidadosa → O cliente é responsável por reformar os painéis para reuso

Fonte: adaptado de Morikawa (2003) e Calil Junior *et al.* (2005).

Na técnica construtiva, segundo a empresa Mills (2021), a mesa voadora dispensa a desmontagem ou montagem das fôrmas a cada concretagem dos pavimentos, refletindo em economia de mão de obra. Apesar de ser possível utilizar a mesa voadora em laje com vigas, o engenheiro Nilton Nazar em entrevista a Santelmo do portal AECweb [201-] recomenda sua utilização em lajes sem vigas de borda e poucas vigas internas.

Figura 18 – Fôrmas de: (a) papelão; (b) plástico; (c) OSB; (d) metal



Fonte: Dimibu (2021); Atex (2021); Morikawa (2003); Neo Formas (2021).

Figura 19 – Mesa voadora sendo posicionada por grua



Fonte: Mills S. A. (2015).

#### 5.1.2.2 Escoramento

Quanto aos escoramentos, a NB-1/1960 vigente na década de 70 proibia a utilização de pontaltes de madeira com seção menor que 5,0 x 7,0 cm (ABNT, 1960). Isso para evitar o uso de pontaltes pouco resistentes. Em meados da década de 2000, Barros *et al.* (2006) relatam o emprego de pontaltes de pinho ou peroba de 7,5 x 7,5 cm e de madeira roliça de eucalipto com até 20 m de comprimento.

Enquanto a madeira sempre foi usada como escora, o escoramento metálico, de acordo com a Americandaimes (2017), surgiu na Europa após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) com sistemas tubulares de aço, sendo que no Brasil teve uso inicial em 1953 na cúpula da Catedral da Sé, em São Paulo (SP). Desde então seu uso e tecnologia envolvida foram aumentando.

Enfatizando a aplicação de escoras metálicas, Nazar (2007) diz que é usual o sistema misto com fôrmas de madeira e cimbramento metálico (Figura 20). Situação também observada atual-



mente (2021) na construção de edifícios, devido à durabilidade, dimensão regulável, robustez e reutilização desse tipo de cimbramento.

Figura 20 – Fôrmas de madeira e cimbramento metálico



Fonte: Metroform (2021).

No findar da década de 1960, segundo Assahi (2005) houve mudanças na produção de fôrmas na fase de escoramento com a

utilização de escoras estrategicamente distribuídas para permitir a retirada da grande parte da fôrma (entre 80% a 90%) enquanto que somente estas permaneciam prendendo uma pequena parte da fôrma, chamada de tiras de *re-escoramento*, ainda com a estrutura em plena fase de cura, com idade entre 3 a 5 dias. Chamou-se, inicialmente, de **reescoramento**, pois as mesmas eram posicionadas 3 dias após concretagem das lajes e das vigas, antes do início do *descimbramento*. Atualmente, chamam-nas de **escoras remanescentes**, pois, a prática mostrou que é mais seguro quando as posicionamos antes ou durante a concretagem das vigas e lajes, conseguindo-se, desta maneira, melhor uniformidade de carregamento nas mesmas (ASSAHI, 2005, p. 1).

O autor comenta que essa retirada de grande parte da fôrma proporciona a reutilização do mesmo jogo de fôrmas em pavimentos superiores, diminuindo a quantidade de jogos (ASSAHI, 2005). Ademais, pelo exposto averígua-se que a mudança da técnica construtiva de reescoramento para escoramento remanescente representa ganho de tempo e qualidade.

Não é possível confirmar ou negar que essa nova técnica de reescoramento foi aplicada no Edifício Casemiro de Abreu, pois sua construção (1967 – 1973) ocorreu exatamente no período de desenvolvimento da técnica e não há registros sobre isso. Verifica-se, contudo, que antes do final da década de 1960, não havia essa redução na quantidade de jogos de fôrmas necessários, pois não se aplicava a técnica de reescoramento.

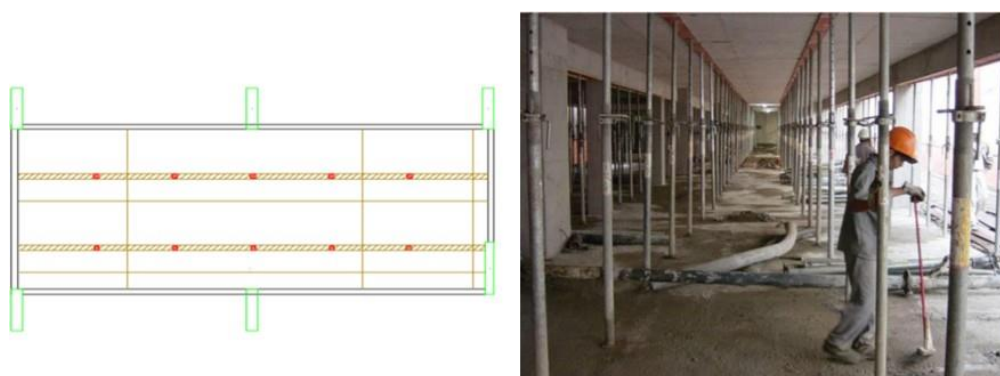
A primeira e vigente (2021) edição da NBR 15.696, sobre fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto, prevê a aplicação de reescoramento nas estruturas de concreto armado,

além do escoramento remanescente (ABNT, 2009). Ou seja, ambas as técnicas de reescoramento de Toshio Ueno, aplicada na década 70 em diante, e de escoras remanescentes que surgiu posteriormente são aplicáveis nas construções atuais (2021).

A Associação Brasileira de Fôrmas, Escoramento e Acesso, participante na criação dessa norma, explica que no reescoramento as escoras são removidas e tem-se alívio total, deformação e ativação da estrutura, e então outras escoras são colocadas para suportar a concretagem dos pavimentos acima (ABRASFE, 2021).

Outra maneira de reescoramento é o em faixas, porém não há alívio da estrutura (Figura 21) e, segundo ABRASFE (2021) realizam-se os passos: montagem do escoramento – colocação das fôrmas das lajes – posicionamento das faixas de reescoramento – concretagem – colocação do reescoramento – remoção das fôrmas e escoras colocadas anteriormente a concretagem.

Figura 21 – Reescoramento em faixas (largura 15 cm)



Fonte: ABRASFE (2021).

Essa divergência entre o que foi relatado por Assahi (2005) e o indicado pela ABNT (2009) e ABRASFE (2021), pode ser entendida como experiências diferentes em obra. Assahi percebeu que as escoras remanescentes eram mais vantajosas na prática, porém a utilização do reescoramento não foi eliminada como opção de técnica construtiva entre as décadas de 1970 e de 2010.

Complementarmente, em relação ao escoramento remanescente, a ABRASFE (2021) cita a utilização de escoras metálicas com roscas ajustável para aliviar o escoramento e de escoras que não são retiradas após a remoção das fôrmas em painéis da laje. Entende-se que a construção de edifícios exige a reutilização das escoras nos pavimentos superiores por questões de economia.

### 5.1.2.3 Armadura

Quanto à armadura, na década de 1970, segundo a NB-1/1960, “antes de serem introduzidas nas fôrmas, as barras de aço deverão ser convenientemente limpas” (ABNT, 1960, p. 22). Essa norma oferece apenas essa orientação genérica, ao passo que a segunda versão da NBR 14.931:2004, em vigência atualmente (2021), sobre execução de estruturas de concreto, orienta realizar a limpeza para retirar ferrugem, substâncias deletérias e produtos destacáveis por meio de jateamento de areia ou jato de água, e após orienta fazer uma avaliação do comprometimento ou não da seção nominal da barra (ABNT, 2004).

Na década de 70, a NB-1 descrevia o uso de arame para o posicionamento da armadura (ABNT, 1960). Enquanto a norma em vigência (2021), NBR 14.931 orienta que o posicionamento da armadura pode ser executado tanto por arames na amarração quanto por pontos de solda em aços soldáveis (ABNT, 2004). Verifica-se, portanto, que houve o acréscimo da opção por solda na montagem da armadura dentro da normativa técnica.

Outra maneira descrita por Moura (2015, p. 112) é com uso do equipamento amarrador de armadura “que possui cliques plásticos para amarração da armadura das estruturas”.

### 5.1.2.4 Espaçador para garantir o posicionamento e cobertura da armadura

Depois do corte e dobra do aço, para assegurar o posicionamento e o cobrimento da armadura, nos anos 70, preconizava-se através da NB-1/1960, “o uso de arame e tarugos de aço ou de tacos de concreto” (ABNT, 1960). Na Figura 22a, está um exemplo de espaçador feito de concreto para garantir o cobrimento de uma laje. Além dos espaçadores de concreto, atualmente (2021) a NBR 14.931 prevê o uso de espaçadores de plástico (Figura 22b) ou de outro material que não apresentem partes metálicas expostas (ABNT, 2004).

Figura 22 – Espaçador de: (a) concreto; (b) plástico



Fonte: Barros *et al.* (2006); adaptado de Barreto *et al.* (2016).



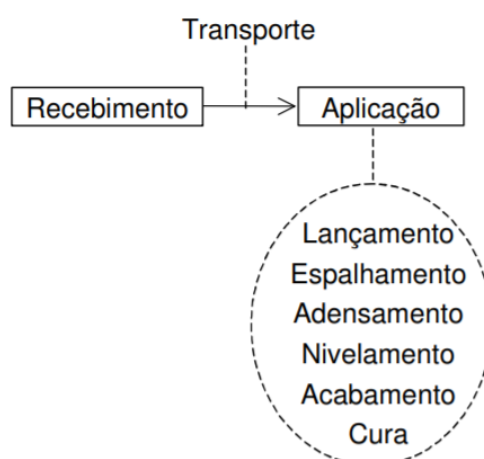
Barreto *et al.* (2016) avaliaram espaçadores de plástico segundo critérios de dimensão, identificação do cobrimento nominal, fixação à armadura, estabilidade, capacidade de carga e facilidade na aplicação. Nenhum dos espaçadores testados satisfizeram a todos os critérios juntos, por isso os autores concluíram a necessidade de criação de uma norma para sua regulamentação quanto à produção e uso (BARRETO *et al.*, 2016). Por enquanto (2021) essa normatização ainda não foi desenvolvida pela ABNT.

#### 5.1.2.5 Concretagem

Com as fôrmas e armadura finalizadas, a concretagem é executada. As técnicas construtivas envolvidas na concretagem não foram modificadas entre 1970 e 2020 ocorrendo, entretanto, avanços nos materiais e equipamentos utilizados. Devido aos diversos aprimoramentos durante esse período, neste trabalho, para cada etapa contida no fluxograma da Figura 23, será exposta uma tecnologia inovadora ou material/equipamento moderno existente no mercado atual (2021).

No fluxograma elaborado por Araújo e Freire (2004) estão esquematizadas as técnicas construtivas da concretagem que, segundo os autores, compreendem o recebimento em caminhão betoneira, o transporte no interior da obra (carrinho de mão, jERICA, elevador de carga, bombeamento, grua) e a aplicação que envolve o lançamento, espalhamento, adensamento, nivelamento, acabamento na superfície e cura. Essas etapas de concretagem permaneceram as mesmas desde a época de construção do Casemiro de Abreu.

Figura 23 – Fluxograma das etapas de concretagem



Fonte: Araújo e Freire (2004).

Na fase de recebimento do concreto, é possível ter acesso a informações do caminhão betoneira através da telemetria que, de acordo com a empresa Econômica Telemetria (2021), funciona para gestão dos caminhões, com o uso de rastreadores e sensores. Dentre as informações controladas estão:

- (1) localização em tempo real, planejamento de rotas;
- (2) cerca eletrônica (limites permitidos para circulação);
- (3) funcionamento do balão;
- (4) inibição de desvio de carga;
- (5) controle manutenções dos veículos.

Essas informações são valiosas para as empresas que fornecem concreto usinado e para a equipe da obra que saberá o horário exato de chegada do concreto.

Quanto à aplicação do concreto, com a construção de edifícios mais altos do que na década de 70, além do bombeamento com mastro de distribuição, atualmente (2021) o lançamento do concreto no interior das fôrmas em edifícios altos pode ser feito através de bombeamento a seco. Santos (2018) explica que os componentes secos são elevados para o pavimento de concretagem (até 120 metros) por sistema de bombeamento a ar comprimido, sendo misturados com água e, então, lançados manualmente ou projetados no andar. A depender da avaliação técnica, essa solução se faz adequada.

Segue-se com o espalhamento do concreto e adensamento. Neste contexto, existe o concreto autoadensável que, segundo a Concretize (2007), foi desenvolvido no Japão em 1988. Tutikian e Molin (2008, p. 7) explicam que o concreto autoadensável “é capaz de se moldar nas fôrmas por conta própria e preencher, sem necessidade nenhuma de vibração ou compactação externa de qualquer natureza, os espaços destinados a ele”.

Vieira (2013) destaca que o concreto autoadensável apresenta como vantagens: menor tempo requerido na concretagem, redução da equipe de concretagem (para sarrafeamento e vibração), evita o ruído dos vibradores, melhora a qualidade do concreto (menos poroso e com menos falhas de concretagem).

No entanto, na década de 2000, Tutikian e Molin (2008) comentam que o uso do concreto autoadensável em obras convencionais – como de edifícios – ainda não era comum devido ao custo, porém preveem, à época, o aumento do seu uso no cenário brasileiro. Logo, seu uso em

edifícios residenciais configura-se como opção possível atualmente (2021).

No caso da etapa de nivelamento do concreto, o processo pode ser feito com o auxílio do nível a laser rotativo, mostrado na Figura 24, conferindo maior precisão de medidas na laje acabada em relação à década de 70. Segundo o técnico Cassyano Silva, em vídeo de Carvalho (2017), o nivelamento do equipamento – posicionado sobre o painel da laje – é totalmente automático e o receptor acoplado a um sarrafo, auxilia a nivelar certa região da laje, indicando o nível através do visor quando a linha horizontal aparece como na Figura 24 e o é emitido um aviso sonoro.

Figura 24 – Nível a laser rotativo e visor do receptor indicando que a região está em nível



Fonte: Bosch (2021); PS Carvalho (2017).

Para a superfície do concreto apresentar acabamento de qualidade, o uso de desmoldantes nas fôrmas contribui para isso, segundo Neves (2021). O autor não aconselha o uso de óleo diesel ou óleo de fluido hidráulico, devido ao perigo à saúde dos trabalhadores, ao fato de causar manchas no concreto e por questões ambientais.

Os desmoldantes de emulsão aquosa são aplicados com pulverizadores (NEVES, 2021) e configuram um material moderno em relação aos anos 70. O desmoldante da Sika (2011) é composto por parafina emulsionada em meio aquoso e a sua ficha técnica recomenda o uso em fôrmas de madeira (bruta, compensada, resinada), a diluição em água, a aplicação com broxa, escovão, rolo ou pulverizador de baixa pressão, a secagem total antes do contato com concreto e a remoção mecânica em casos em que o concreto será revestido.

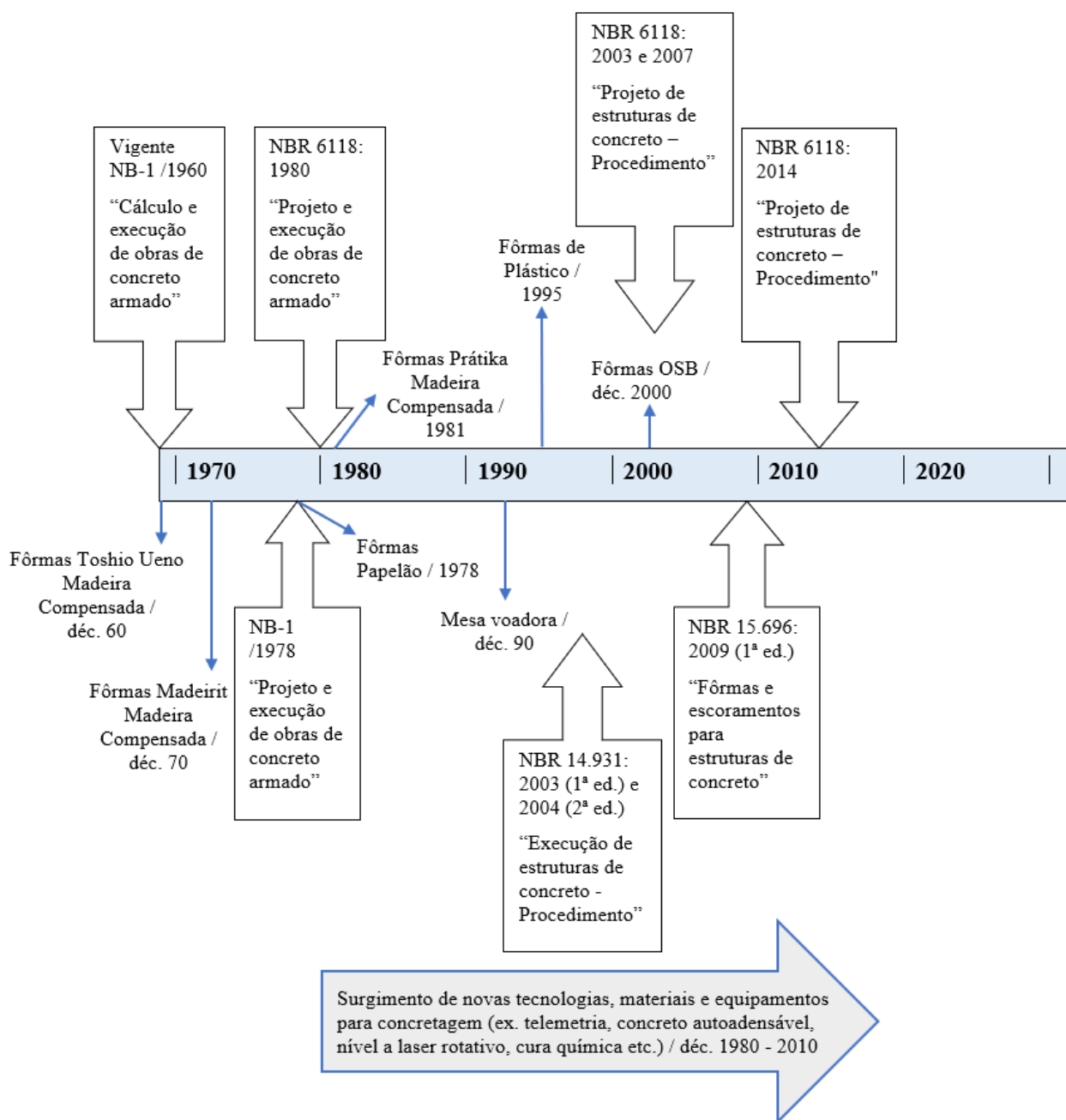
Por fim, para o processo de cura que mantém a hidratação presente no concreto, existe a cura química. No catálogo da Vedacit (2017), o produto Curing (emulsão de hidrocarbonetos parafínicos) funciona como agente de cura, dispensando a aspersão de água sobre o concreto com mangueira - como executado no Casemiro de Abreu.

Segundo a Vedacit (2017), o produto deve ser aplicado quando o concreto estiver fosco,

indicando que está em processo de secagem e a aplicação deverá ser feita com pulverizador de baixa pressão, sendo que um tambor de 200 kg tem rendimento aproximado de 1.000 m<sup>2</sup>. O uso desse tipo de produto facilita o processo de cura do concreto.

Com base na análise comparativa realizada sobre a superestrutura, a linha do tempo da Figura 25 foi traçada.

Figura 25 – Linha do tempo: superestrutura (1970 - 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

## 5.2 VEDAÇÃO

No Edifício Casemiro de Abreu, as paredes apresentam função de vedação externa e divisão dos ambientes internos, sendo formadas por alvenaria de tijolos cerâmicos furados. Avalia-se que a escolha do tijolo furado foi motivada pela maior leveza e menor quantidade de argamassa de assentamento requerida em comparação com o tijolo cerâmico maciço.

Nas fotografias do apartamento, da Figura 26, é mostrada a alvenaria exposta após remoção do revestimento argamassado, devido ao umedecimento causado por um vazamento na tubulação de água do lavabo. Antes da aplicação do revestimento novo, foram aguardados alguns dias para que os tijolos pudessem secar, pois estavam excessivamente úmidos.

Figura 26 – Parede de alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos



Fonte: Autorial própria (2020).

Observa-se que as juntas verticais e horizontais de argamassa apresentam espessura regular. Entretanto, verifica-se que as paredes não foram bem posicionadas e alinhadas, pois o corredor do apartamento inicia com 90 cm de largura e sofre um estrangulamento, terminando com 86 cm. Nesse aspecto, a qualidade da alvenaria é comprometida.

### 5.2.1 Pé direito e altura do pano de alvenaria

A altura do pé direito relaciona-se com a altura do pano de alvenaria, estando essa medida ligada à sensação de amplitude do ambiente e ao conforto do usuário dentro da edificação. Ao

longo das décadas, essa dimensão foi sofrendo diminuições. A fim de compreender as motivações dessas reduções, é interessante resgatar o histórico da altura do pé direito das edificações, de acordo com o que a legislação municipal e estadual indicava. Campos discorre que:

De acordo com as concepções higienistas vigentes desde o século XIX, a salubridade dos cômodos era garantida por cubagens mínimas de ar (30 ou 40 m<sup>3</sup> para cada ocupante de um aposento). Isso levava à adoção de altos pés-direitos mínimos (entre 4 e 5 metros) pelas posturas municipais. Para o novo higienismo dos urbanistas modernos, como Vítor Freire e Alexandre de Albuquerque, tais princípios eram equivocados: mais importante que a cubagem seria a insolação e a ventilação adequada das habitações, otimizando o tamanho e a orientação das janelas e evitando a ocupação excessiva dos terrenos (CAMPOS, 2002, p. 217).

Em 1916, segundo Manna (2016), a reformulação do Código Sanitário do Estado de São Paulo resultou no estabelecimento do pé direito mínimo de três metros. Essa dimensão também é indicada nos “compartimentos de dormir” no Código de Obras Arthur Saboya de 1934 e 2,50 m nos “compartimentos de permanência diurna” (SÃO PAULO (SP), 1934), vigente à época do Casemiro de Abreu que foi construído com 2,70 metros de altura nos dormitórios, sala de estar/jantar, cozinha e corredor, e de 2,50 m no banheiro, lavabo e lavanderia, estando parcialmente em desconformidade com o código.

Ao passo que o Código de Obras e Edificações definido pela lei nº 8.266 de 1975, passou a indicar pé direito mínimo de 2,50 m para compartimentos de permanência prolongada (dormitórios, escritórios, salas de estar e jantar, cozinhas, copas) e de 2,30 m para compartimentos de permanência transitória (circulação, banheiros, lavabos, *closets*, áreas de serviço/lavanderias) (SÃO PAULO (SP), 1975).

Já em 1992, a lei nº 11.228 revogou a lei nº8.266/1975 e a lavanderia passou a apresentar pé direito mínimo de 2,50 m (SÃO PAULO (SP), 1992) e os demais ambientes permaneceram com a dimensão mínima da lei anterior. Após quase 25 anos, o Código de Obras e Edificações foi alterado, em 9 de maio de 2017, com a aprovação da lei nº 16.642 em vigência atualmente (2021). Verifica-se novamente que apenas a lavandeira sofreu modificação, retomando os 2,30 m que indicava a lei nº8.266/1975 (SÃO PAULO (SP), 2017).

Notadamente a adoção de valores reduzidos de pé direito – de 3,0 m (década de 1970) para 2,50 m (década de 2010) – contribui para a retração dos custos na construção em altura, pois em cada pavimento são subtraídos custos de mão de obra e de material (concreto armado dos pilares e fiadas de tijolos e argamassa de assentamento). Contudo, a sensação de amplitude do espaço é

diminuída e pode causar desconforto, principalmente para pessoas de estatura alta.

### 5.2.2 Execução da alvenaria

Quanto à execução da alvenaria de vedação, Azevedo (2019) se propôs a organizar as informações existentes, descrevendo as técnicas construtivas e indicando as ações de racionalização possíveis (Quadro 3).

Quadro 3 – Técnicas construtivas envolvidas na alvenaria de vedação

Processo ( <i>técnica construtiva</i> )	Ferramentas / Equipamentos	Fatores de racionalização
<b>Nivelamento da laje</b>	Mangueira de nível ou nível alemão. Desempenadeira lisa.	Uso do nível alemão
<b>Definição da galga</b>	Escantilhão com mola e sistema de regulagem telescópica com régua ou caibro, para alvenaria de vedação. Mangueira de nível ou aparelho de nível a laser.	Demarcação da galga fora da estrutura. Uso de escantilhão.
<b>Demarcação dos eixos de referência</b>	Fio de nylon e esticador de linha, régua de alumínio e trena. Ou colher de pedreiro e régua de alumínio.	Uso de aparelho de nível a laser.
<b>Assentamento dos blocos</b>	Colher de pedreiro, bisnaga, meia cana, palheta.	Assentamento com palheta ou meia cana.
<b>Execução das juntas</b>	Colher de pedreiro, bisnaga, meia cana, palheta.	Utilização de palheta ou meia cana. Aplicar argamassa em dois cordões.
<b>Marcação da primeira fiada</b>	Colher de pedreiro, aparelho de nível a laser, régua de bolha, prumo de face, linha, esquadro.	Uso de aparelho de nível para conferir alinhamento, nível, prumo e esquadro.
<b>Execução das juntas de controle</b>	Balde, funil, pistola.	Optar por materiais industrializados.
<b>Execução de vergas e contravergas</b>	Marreta, martelo, colher de pedreiro, régua de medição, balde. Para pré-fabricadas, grua ou guindaste. Para assentamento de blocos canaleta, colher de pedreiro, ou bisnaga, ou meia cana ou palheta.	Uso de vergas e contravergas pré-fabricadas.
<b>Delimitação dos vãos</b>	Batente envolvente, contramarco de concreto pré-moldado ou gabarito metálico.	Optar por gabarito metálico.
<b>Nivelamento da alvenaria</b>	Nível a laser, nível de bolha ou nível de mangueira, régua e trena	Uso de aparelho de nível a laser.
<b>Verificação do prumo</b>	Prumo de face, trena metálica, aparelho de nível a laser.	Uso de aparelho de nível a laser.
<b>Verificação de alinhamento</b>	Régua de alumínio, trena metálica, aparelho de nível a laser.	Uso de aparelho de nível a laser.
<b>Verificação do esquadro</b>	Esquadro metálico, nível a laser.	Uso de aparelho de nível a laser.
<b>Execução da ligação à estrutura</b>	Para o ferro cabelo, broca de vídia; para tela metálica, finca pinos	Optar pelo uso de telas metálicas.
<b>Execução da fixação (encunhamento)</b>	Argamassa, com colher de pedreiro ou bisnaga. Tijolos e cunhas com colher de pedreiro. Poliuretano, com aerossol.	Uso de argamassa industrializada ou cunhas de concreto pré-fabricadas. Aplicação da argamassa com bisnaga.

Fonte: adaptado e modificado de Azevedo (2019).

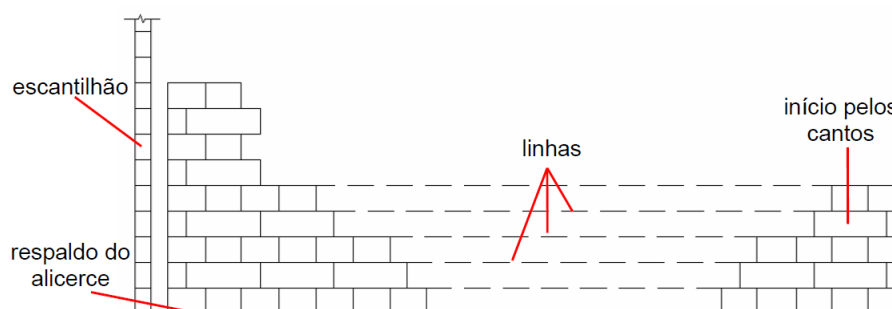
O resultado de coleta de dados feita pela autora é de valia para o presente trabalho, pois abrange tanto técnicas tradicionais como técnicas construtivas atualmente (2021) disponíveis no mercado. Em razão disso, parte dos resultados obtidos por Azevedo (2019) está exposta no Quadro 3, em que a coluna dos "fatores de racionalização" faz referência a técnicas que não foram adotadas na construção do Casemiro de Abreu nos anos 70.

A partir do exposto no Quadro 3, em relação à época de construção do Casemiro de Abreu, verifica-se o surgimento de novos equipamentos e ferramentas não existentes, tais como nível alemão, nível a laser, escantilhão com regulagem telescópica e pistola finca pinos. Com isso, as técnicas construtivas são executadas com mais facilidade e agilidade, representando avanços na construção edifícios. Parte desses avanços serão discutidos na sequência.

#### 5.2.2.1 Marcação da alvenaria com escantilhão de madeira *versus* de metal ajustável

De acordo com Borges<sup>3</sup> (1962) *apud* Sato (2011), na técnica construtiva tradicional de elevação da alvenaria – usada no Casemiro de Abreu –, os tijolos são assentados inicialmente pelos cantos, com auxílio do escantilhão de madeira que apresenta marcações feitas com serrote, indicando a altura do próximo conjunto tijolo mais junta horizontal; depois são assentados os tijolos do meio do vão guiados por linhas indicadas na Figura 27. Com a evolução, Sato (2011) afirma que existe, como ferramenta moderna, o escantilhão ajustável, mostrado na Figura 28.

Figura 27 – Execução da alvenaria de vedação



Fonte: Borges (1962) *apud* Sato (2011).

<sup>3</sup> BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1962. *apud* SATO, Luana. **A evolução das técnicas construtivas em São Paulo**: residências unifamiliares de alto padrão. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-11082011-140108/pt-br.php>. Acesso em: 09 maio 2021.



Figura 28 – Escantilhão com regulagem telescópica

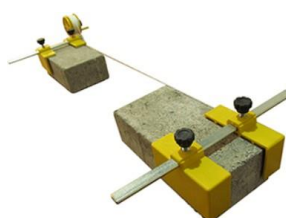


Fonte: Equipeobra (2021).

#### 5.2.2.2 Uso de linha para posicionar tijolos na fiada

A linha esticada por pregos na argamassa indica o nível em que os tijolos devem ser posicionados pela face superior (MILITO, 2009). Bem como na década de 70, hoje (2021) utiliza-se ainda a linha como guia, existindo uma ferramenta que é acoplada ao tijolo ou bloco para esticá-la (DEPLASTI, 2021), mostrada na Figura 29. Em relação à década de 70, atualmente (2021) a execução da alvenaria é facilitada e mais precisa com uso de equipamentos como o nível a laser que proporciona o nivelamento das fiadas e o correto posicionamento das paredes.

Figura 29 – Ferramenta alinha tijolo/bloco

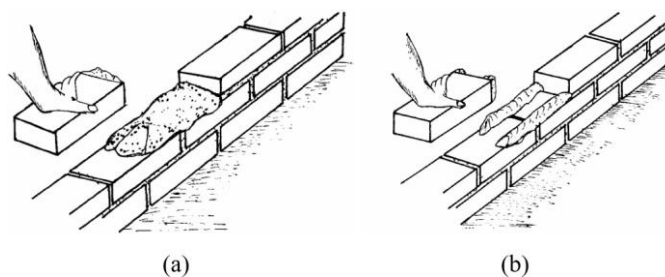


Fonte: Deplasti (2021).

#### 5.2.2.3 Assentamento dos tijolos

Quanto ao assentamento dos tijolos/blocos e execução das juntas horizontais, Milito (2009) esclarece que tradicionalmente a argamassa é colocada como ilustrado na Figura 30a, com a colher de pedreiro – sendo essa a forma de assentamento no Edifício Casemiro de Abreu nos anos 70 –, enquanto outra forma de aplicação é feita em dois cordões como ilustrado na Figura 30b. Na técnica em cordões economiza-se quantidade de argamassa de assentamento.

Figura 30 – Assentamento: (a) tradicional; (b) em dois cordões



Fonte: Milito (2009).

Na Tabela de Composição de Preços para Orçamentos de 1980, existe uma propaganda, mostrada na Figura 31, do produto Argamáxima cuja aplicação é feita com bisnaga, criando os cordões para o assentamento dos blocos. Logo, verifica-se que na década de 70, essa técnica já estava disponível no mercado.

Figura 31 – Propaganda da Argamáxima de 1980



Fonte: TCPO (1980).

#### 5.2.2.4 Uso de ferro-cabelo *versus* tela metálica

Entre os pilares e a alvenaria, Silva (2003) esclarece que devem ser providenciadas soluções por conta do modo diferente em que ocorre a deformação da estrutura e do pano de alvenaria, por isso utilizam-se reforços que absorvam os esforços nessa interface.

A partir dos ensaios conduzidos por Medeiros e Franco (1999), os autores concluíram que o uso de ferro-cabelo sem dobra não é eficiente como reforço, enquanto a eficiência do ferro-cabelo dobrado é muito dependente da qualidade de execução da mão de obra, ao passo que a aplicação de telas metálicas eletrossoldadas de arame galvanizado previne fissuras no encontro e sua aplicação reduz a influência da mão de obra no desempenho do reforço.

Os autores elaboraram um quadro comparativo com essas duas técnicas, disposto no Quadro 4, em que fica evidente as diferenças dos reforços utilizados na década de 1970 (ferro cabelo) e de 2010 (tela soldada).

Quadro 4 – Comparativo quanto ao reforço no encontro entre pilar e alvenaria

TELA SOLDADA	FERRO CABELO
QUANTO AO USO	
Maior grau de racionalização do serviço de colocação da armadura de ancoragem.	Maior desperdício de material e mão-de-obra.
Chegando cortada nos tamanhos necessários a tela pode ser rapidamente fixada sem necessidade de beneficiamento.	Requer corte, dobra e chumbagem no concreto, dificultando a colocação.
Maior possibilidade de ajuste em diferentes situações, como: ligação de paredes de diferentes espessuras, ligação de paredes não ortogonais, reforço de paredes com blocos vazados.	Maior dificuldade para ajuste das várias situações de projeto.
Potencial de uso em toda a extensão da junta horizontal de argamassa, armando a parede para resistir à esforços de flexão e cisalhamento.	Fios unidirecionais contínuos, sem fios transversais soldados, apresentam desempenho restrito para esta finalidade, dependendo unicamente da aderência argamassa-armadura.
Facilidade de recobrimento do fio de pequeno diâmetro pela argamassa.	Maior dificuldade para recobrimento adequado. Necessidade de camada extra de argamassa para assentamento dos blocos da fiada superior.
Permite sobreposição se necessário, como no encontro de paredes não ortogonais e emendas por traspasse, por exemplo.	Não permite sobreposição devido a limitação de espessura da junta horizontal.
Facilidade para aplicação da argamassa e assentamento dos blocos. Mesmo fixada ao pilar a tela permite manobra.	O ferro cabelo chumbado é pouco maleável dificultando a execução da alvenaria.
Uso imediato após colocação.	Necessidade de espera para cura completa do adesivo usado na chumbagem.
Fixação por meio de cravação com pino através de finca pinos de baixa velocidade.	Chumbagem no pilar com uso de adesivo epóxi.
Uso de pino e cantoneira permite fixação com segurança.	Uso de brocas para fazer furos de chumbagem é dificultado pela armadura do pilar.
A dobra ocorre somente no momento da colocação da tela na junta	A posição final ocorre desde a fixação, perturbando o andamento da execução da parede e de outros serviços
Menor necessidade de controle de qualidade	Necessidade de maior controle devido a um maior número de operações unitárias e uso de adesivo em local de difícil execução
Maior potencial de atendimento ao projeto	Uso restrito
Garantia de qualidade do produto pelo fabricante. Tela, pinos e cantoneiras são industrializados.	Preparação dos materiais em obra dificulta garantia do conjunto.

Fonte: Medeiros e Franco (1999).

No Edifício Casemiro de Abreu é provável que tenha sido utilizado ferro-cabelo como reforço para evitar fissuras, sendo a opção disponível, pois segundo relato de Medeiros e Franco (1999, p. 13), no final da década de 90, no “Brasil, a utilização das telas era relativamente recente, havendo ainda muito espaço para crescimento de seu uso”. Após 20 anos, verifica-se que já é usual, na construção de edifícios, o uso de telas metálicas fixadas com equipamento denominado finca pinos, com funcionamento à pólvora ilustrado na Figura 32.

Figura 32 – Fixação de pinos à pólvora com finca pinos

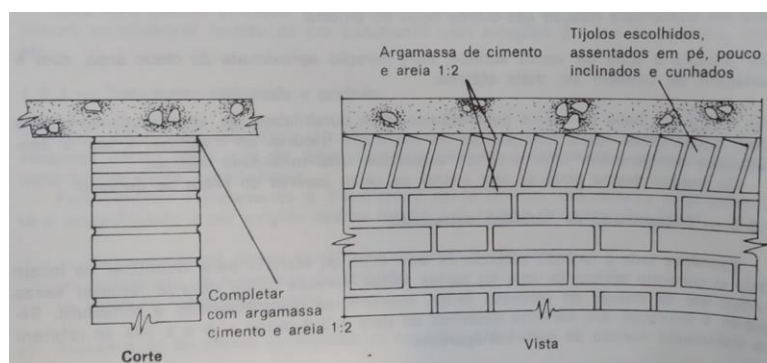


Fonte: Walsywa (2020).

#### 5.2.2.5 Encunhamento

Para o encunhamento, que corresponde ao fechamento no encontro entre a alvenaria e a estrutura (viga ou laje), Ripper (1984) recomenda que sejam aguardados cerca de 7 dias para que as juntas sejam curadas e fiquem na posição final, podendo ocorrer um pequeno abaixamento do pano de alvenaria nesse processo. Segundo o autor, o encunhamento é feito com assentamento de tijolos em pé com certa inclinação, com argamassa de cimento e areia (RIPPER, 1984), como ilustrado na Figura 33, sendo essa técnica provavelmente utilizada no Casemiro de Abreu.

Figura 33 – Encunhamento com tijolos maciços

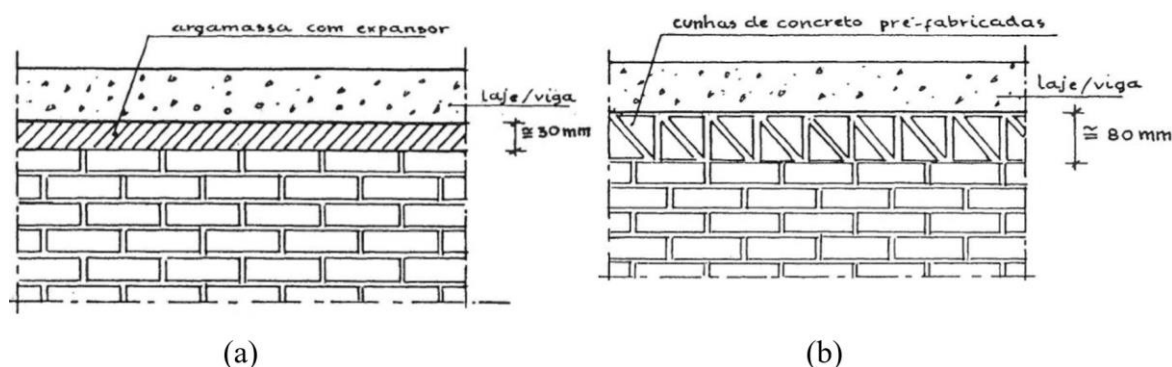


Fonte: Ripper (1984).

A primeira norma referente à execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos, corresponde à NBR 8545 lançada em 1983 e publicada novamente em 1984, sem modificações, estando vigente em 2021. Em relação ao encunhamento, o item 4.1.17 contém a seguinte orientação: “para obras com estrutura de concreto armado a alvenaria deve ser interrompida abaixo das vigas ou lajes. Este espaço deve ser preenchido após 7 dias, de modo a garantir o perfeito travamento entre a alvenaria e a estrutura” (ABNT, 1984, p. 7).

Segundo a norma, esse preenchimento pode ser feito com argamassa com expansor, cunhas de concreto pré-fabricadas ou com tijolos e argamassa (ABNT, 1984) (Figura 34). Logo, averigua-se que essas opções de técnica construtiva já estavam presentes nas obras paulistanas na década de 80, considerando que a norma foi lançada em 1983. Sendo usual hoje (2021), além dessas técnicas, a aplicação de espuma expansível de poliuretano no encunhamento.

Figura 34 – Encunhamento com: (a) argamassa com expansor; (b) cunhas pré-fabricadas



Fonte: NBR 8545 (1984).

### 5.2.3 Tipos de alvenaria de vedação

Para auxiliar na identificação dos tipos de alvenaria de vedação que foram utilizados na década de 70 e que são utilizadas hoje (2021), duas Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) da editora Pini foram consultadas, com anos de referência de 1980 e 2019. Devido à possibilidade de acesso a essas edições, elas foram utilizadas para análise neste trabalho, sendo que a edição de 1980 contém dados sobre os serviços utilizados durante a década de 70 e a edição 2019, sobre os serviços atualmente (2021) disponíveis no mercado.

Na consulta, foi verificado que para diferenciar da alvenaria estrutural, na TCPO de 1980 denomina-se “alvenaria de elevação” e na TCPO de 2019, “alvenaria de vedação”. Além disso, averiguou-se que todos os tipos de blocos e tijolos que aparecem na descrição dos serviços na

tabela de 1980 também estão presentes na de 2019, com exceção do bloco de vidro, diferindo apenas, em alguns casos, na forma de nomear a tipologia conforme disposto no Quadro 5. Portanto, constata-se que no intervalo de tempo analisado (1970 – 2020) não houve nenhum acréscimo de material para blocos e tijolos dentro da TCPO.

Quadro 5 – Tipos de blocos e tijolos existentes na TCPO 1980 e 2019

TCPO 1980	TCPO 2019
"ALVENARIA DE ELEVAÇÃO"	"ALVENARIA DE VEDAÇÃO"
Tijolo comum	Tijolo maciço cerâmico
Tijolo cerâmico furado	-
-	Bloco cerâmico furado
Bloco de concreto celular	Bloco de concreto celular autoclavado
Bloco de concreto aparente	-
Bloco de concreto	Bloco de concreto
Tijolo cerâmico laminado	Tijolo cerâmico laminado
Bloco sílico-calcário	Bloco sílico-calcário
Bloco maciço de gesso	Bloco de gesso
Elemento vazado de concreto	Elemento vazado de concreto
Bloco de vidro	-

Fonte: Criado com base em TCPO (1980) e TCPO (2019).

Entretanto, houve mudanças na descrição da forma de assentamento. Na TCPO de 1980 o assentamento dos blocos e tijolos é descrito com argamassa produzida em obra (ex. argamassa mista de cal virgem e areia) – apenas para o bloco de concreto há especificação de serviço com “cimento cola” –, ao passo que na TCPO de 2019 além da opção da argamassa produzida em obra, existe o assentamento com argamassa industrializada. Disso, excetua-se o assentamento do bloco de gesso com especificação na TCPO de 1980 por “sistema macho-fêmea com cola de gesso” e na TCPO de 2019 por “argamassa para colagem”.

#### 5.2.4 Modulação da alvenaria de vedação

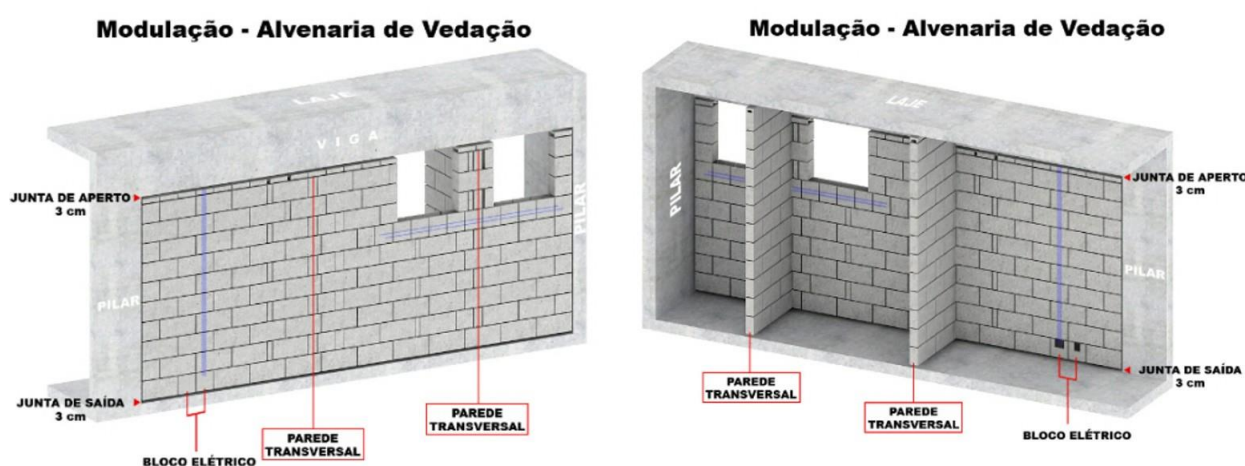
Em relação à utilização de blocos de concreto na vedação de edifícios, Holanda (2003) relata a criação do Sistema de Vedação Modular (SVM) pela Glasser fabricante de blocos, no ano de 1999 em São Paulo, com alto grau de racionalização em sua execução. Esse sistema



apresentava como premissa “fornecer o sistema completo, que significa fornecer além dos componentes constituintes de vedação, a orientação para a elaboração do projeto e ainda, o fornecimento da mão de obra capacitada, responsabilizando-se em entregar a vedação vertical pronta” (HOLANDA, 2003, p. 21). O SVM da Glasser constitui um exemplo de modulação em alvenaria de vedação – não disponível na época de construção do Casemiro de Abreu.

Segundo esclarecimento de Holanda (2003), a modulação dos blocos que apresentam furos na vertical, objetiva diminuir entulho originados de cortes não planejados dos blocos, assim os módulos de blocos são cortados em fabrica e o projeto é feito com base nos tamanhos dos módulos (30, 20, 10 cm). Atualmente (2021), no site da Glasser é possível encontrar soluções que aplicam esse conceito de modulação como mostrado na Figura 35.

Figura 35 – Modulação em alvenaria de vedação



Fonte: Glasser (2021).

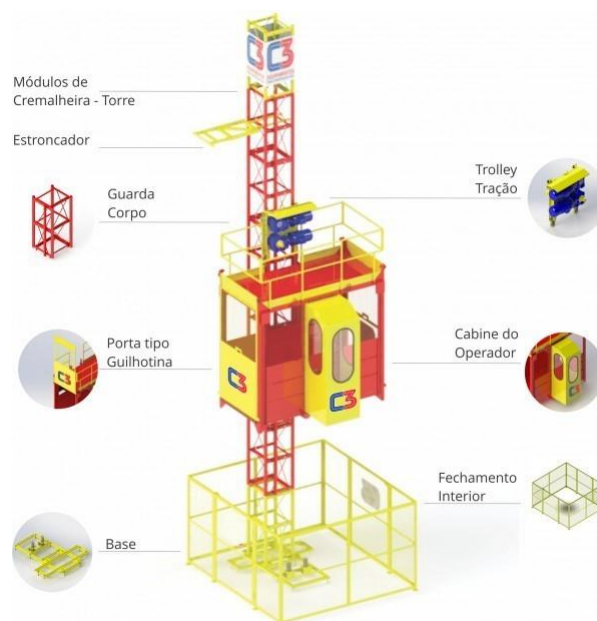
### 5.2.5 Transporte vertical dos tijolos ou blocos

No subsistema de vedação é interessante comentar sobre o transporte vertical dos blocos ou tijolos dentro da obra que, durante a época do Casemiro de Abreu era feito unicamente por elevador a cabo, enquanto hoje (2021), nas obras de edifícios faz-se o uso do elevador cremalheira, ilustrado pela Figura 36. O elevador cremalheira encontra-se no catálogo de inovações tecnológicas de 2005 a 2015, elaborado por Moura (2015).

De acordo com a Revista M&T (2010), a fixação do elevador cremalheira é mais segura, o sistema de frenagem é melhor e a capacidade de transporte de carga é maior em comparação com os elevadores a cabo, refletindo positivamente na produtividade da construção. Logo, o uso

do elevador cremalheira é vantajoso para o transporte vertical de tijolos e blocos em *pallets*.

Figura 36 – Partes de um elevador cremalheira



Fonte: C3 Equipamentos (2021).

### 5.2.6 Uso de *drywall*

Alternativamente, em substituição à alvenaria de paredes internas de um edifício, pode-se ter a instalação de paredes de *drywall*. Segundo Yazigi (2009), a estrutura composta por montantes, chapas de gesso acartonado parafusadas e material de preenchimento termoacústico, representa a industrialização do sistema de vedação, facilitando o embutimento das instalações de elétrica e hidráulica, agilizando o processo (apenas montagem) e reduzindo a carga sobre a estrutura e fundação.

O *drywall* existe no Brasil desde a década de 1970 – época de construção do Casemiro de Abreu – sendo fabricado em Pernambuco, entretanto sua disseminação e aprimoramento ocorreu na década de 1990 (GYPSUM, 2020). Consequentemente, verifica-se que o uso do *drywall* nas construções de edifícios residenciais é uma realidade atualmente (2021).

Na técnica construtiva de uma parede simples de *drywall*, seguem-se os passos: (1) marcação da posição da parede; (2) fixação das guias na laje e contrapiso; (3) fixação dos montantes; (4) chapeamento por parafusamento aos montantes; e (5) tratamento das juntas entre

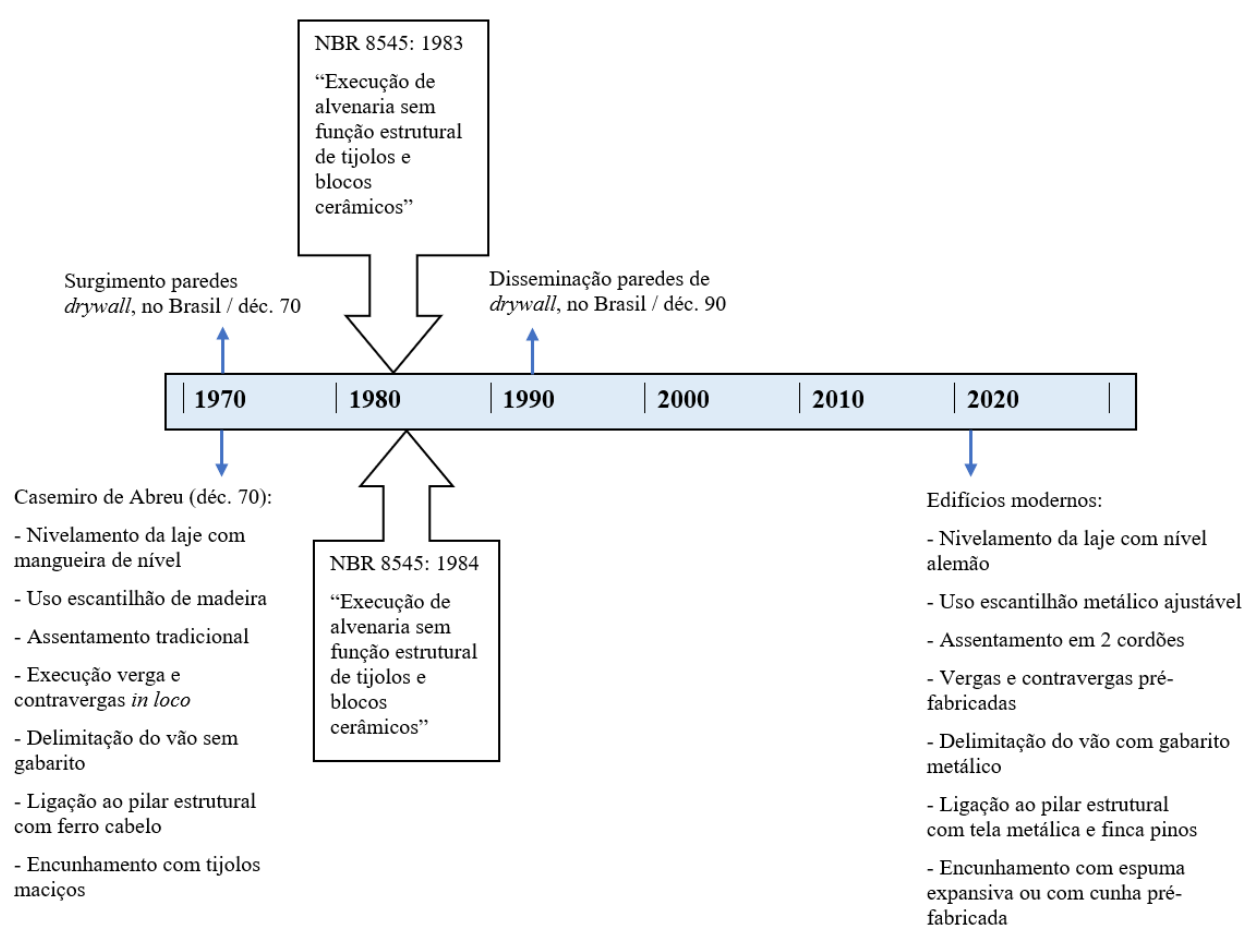


placas com massa (GYPSUM, 2015). Quando necessário é incluído lã de vidro ou outro material termoacústico entre os montantes.

Conforme conclusões de Condeixa (2013), a construção da alvenaria é um trabalho semi-artesanal em contraposição ao *drywall*, de instalação rápida e limpa e, em caso de demolição, a alvenaria gera mais resíduos. Contudo, o gesso e lã de vidro do *drywall* requerem cuidados especiais no descarte e o tempo de vida útil é inferior (20 anos) ao da alvenaria (40 anos), acarretando em geração de resíduos mais cedo (CONDEIXA, 2013). Por isso, a correta gestão de resíduos é imprescindível nas paredes de *drywall*.

Com base na análise comparativa realizada sobre as vedações de edifícios, a linha do tempo da Figura 37 foi traçada, contendo uma lista com as técnicas utilizadas no Casemiro de Abreu e outra lista com as técnicas que podem ser aplicadas em um edifício contemporâneo (2021).

Figura 37 – Linha do tempo: vedação (1970 - 2020)



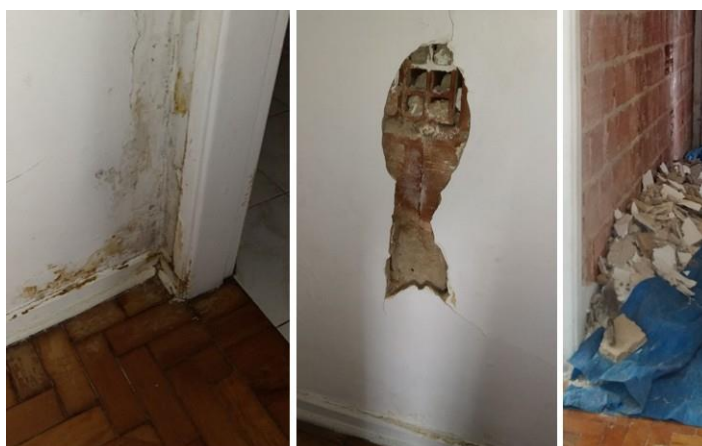
Fonte: Autoria própria (2021).

### 5.3 REVESTIMENTO

Nesta seção, em particular, tratar-se-á sobre os revestimentos internos das paredes dos apartamentos, excetuando-se os revestimentos das paredes dos banheiros, lavabos e cozinhas que foram revestidos a meia parede com azulejos, e os revestimentos externos do Edifício Casemiro de Abreu. Os revestimentos são argamassados em todas as paredes. Tem-se a seguinte descrição no Memorial Descritivo apresentado à Prefeitura de São Paulo pela construtora: “todas as paredes serão revestidas interna e externamente c/ duas demãos de argamassa grossa e fina”.

Devido a um vazamento ocorrido nas tubulações do lavabo que vinha ocorrendo desde a entrega do apartamento pela construtora, o revestimento da parede do corredor foi danificado. Nas fotos da Figura 38 são mostradas as manchas na parede, o buraco criado devido ao descolamento de parte do revestimento e a retirada do revestimento argamassado que estava úmido e, em certas partes, com som "oco" na reforma em 2020, demonstrando falta de aderência.

Figura 38 – Retirada do revestimento argamassado danificado



Fonte: Autoria própria (2020).

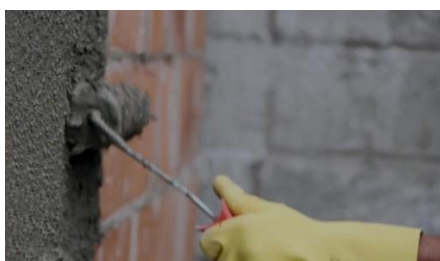
#### 5.3.1 Execução revestimento argamassado

##### 5.3.1.1 Chapisco

Tradicionalmente o revestimento argamassado apresenta três camadas: chapisco, emboço e reboco, sendo essa a técnica construtiva aplicada no Casemiro de Abreu nos anos 70. Azeredo (1987) instrui que se deve molhar a superfície da alvenaria para remoção do pó – superfícies de concreto não devem ser molhadas – para então ser lançado o chapisco feito para aderência do reboco.

Segundo Maciel *et al.* (1998) existem o chapisco tradicional (cimento, areia e água) – utilizado no Casemiro de Abreu –, o industrializado (mistura industrializada e água, parecido com argamassa colante) e o rolado (mistura cimento e areia, água e resina acrílica). Dentre essas opções utilizadas atualmente (2021), os produtos industrializados têm melhor controle na qualidade. A empresa Massareti (2021) indica o chapisco rolado para superfícies de concreto, podendo ser aplicado com desempenadeira denteada ou com rolo de pintura de textura alta, como mostrado na Figura 39.

Figura 39 – Aplicação chapisco rolado com rolo de pintura de textura alta



Fonte: Massareti (2021).

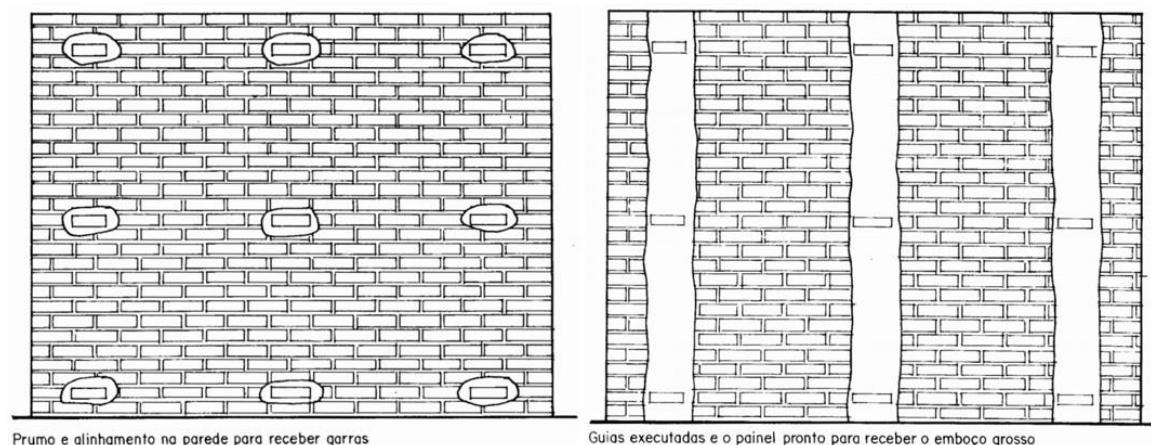
Selmo *et al.* (2002) relatam que o uso de argamassas industrializadas se intensificou na década de 1990 por motivos de disponibilidade de oferta pela indústria cimentícia e de racionalização da construção civil. Atualmente (2021) existem diversas marcas no mercado que oferecem argamassa industrializada, como a Votorantim, Precon, Quartzolit e Massareti.

#### 5.3.1.2 Emboço

Para o emboço, Azeredo (1987) explica que as taliscas – pedaços de madeira ou azulejos – são posicionadas com argamassa, conforme Figura 40, com o prumo e alinhamento verificados, conferindo a espessura requerida para emboço. Sendo o emboço original do Casemiro de Abreu descrito como argamassa grossa no Memorial Descritivo citado anteriormente. Essa mesma técnica de “taliscamento” foi aplicada durante a reforma da parede no apartamento, indicando a permanência da técnica da década de 1970 até os dias atuais (2021).

Segundo Azeredo (1987), entre as taliscas é feita uma placa de argamassa no sentido vertical denominada guia (Figura 40), que irá guiar o sarrafeamento com régua 2,5 m x 10 cm – movimento de baixo para cima em zigue zague – da argamassa previamente lançada e com as bolhas de ar removidas com a colher de pedreiro.

Figura 40 – Taliscas posicionadas e guias para sarrafeiar o emboço



Fonte: Azeredo (1987).

### 5.3.1.3 Reboco

No caso do Edifício Casemiro de Abreu, na etapa do reboco descrito como argamassa fina no Memorial Descritivo citado no início da seção, o acabamento final entregue pela construtora não era liso, apresentando textura, como mostra a Figura 41. Avalia-se que, dessa forma, a execução foi agilizada e facilitada, pois mais tempo e cuidado seriam requeridos para deixar a parede lisa. Somente em reforma na década de 90, as paredes do apartamento foram alisadas.

Figura 41 – Acabamento original nas paredes internas do Casemiro de Abreu

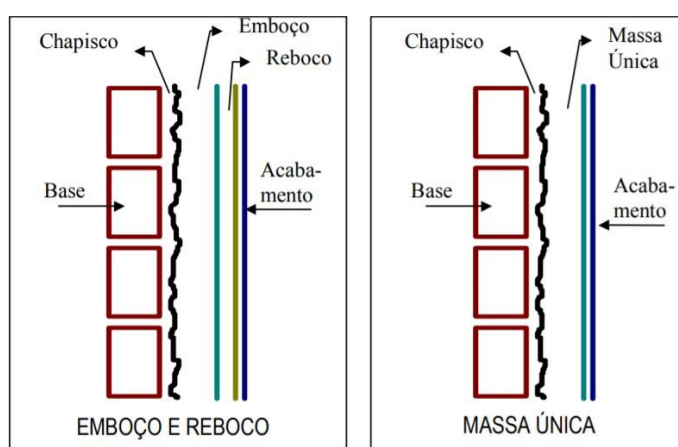


Fonte: Autoria própria (2021).

### 5.3.2 Revestimento em camada única

Além do exposto, tem-se também, de acordo com Maciel *et al.* (1998), o revestimento com camada única, o qual também necessita da camada de aderência de chapisco. Essa camada única é conhecida também como emboço paulista. As camadas desses dois tipos de revestimento são mostradas na Figura 42, em que o acabamento final corresponde ao acabamento dado para pintura com massa acrílica, selador e tinta, por exemplo.

Figura 42 – Camadas dos tipos de revestimento



Fonte: Maciel *et al.* (1998).

Esses dois tipos de revestimento (camada única / chapisco – emboço – reboco) são citados na NBR 13.749, referente a revestimento de paredes e teto de argamassas inorgânicas, tanto na primeira (1996) quanto na segunda (2013) versão (ABNT, 1996; 2013). A segunda versão da norma sofreu poucas alterações, estando vigente em 2021. Segundo a norma, a espessura do revestimento das paredes internas deve ser maior ou igual a 5 mm e menor ou igual a 20 mm (ABNT, 1996; 2013).

É importante explicitar que a norma vigente (2021) NBR 7200:1998 – antiga NB-231 de 1982 –, sobre execução de revestimento, traz as seguintes instruções: antes da execução do revestimento, a estanqueidade das tubulações embutidas deve ser testada, os elementos de elétrica (ex. caixa de passagem) devem ser embutidos e “os vãos para portas e janelas devem estar previamente definidos, estando os contramarcos, se especificados, devidamente fixados” (ABNT, 1998). Essas orientações devem ser seguidas na execução dos edifícios residenciais contemporâneos (2021).

### 5.3.3 Projeção mecânica do revestimento

A NBR 7200 em vigência (2021) prevê o lançamento da argamassa por processo mecânico (ABNT, 1998). Na técnica correspondente o reboco é projetado. A projeção mecânica é mais rápida do que a o lançamento da argamassa com colher de pedreiro. Trata-se de uma técnica que já havia sido testada na década de 70 em edifícios paulistanos, segundo Crescencio *et al.*<sup>4</sup> (2000 *apud* Paravisi, 2008), em tentativas de sua inserção. Atualmente (2021) configura-se como técnica disponível no mercado.

Após a projeção da argamassa, a fornecedora de máquinas, massa e complementos para reboco projetado, Sik Construções (2012), recomenda a utilização da régua H para evitar perda de argamassa que caem no chão durante a distribuição do revestimento na parede (Figura 43).

Figura 43 – Uso da régua H em reboco projetado



Fonte: Sik Construções (2012).

De acordo com a Sik Construções (2012), o reboco projetado reduz o número de viagens da argamassa pronta dentro do elevador para uma viagem única, na qual os sacos de massa são levados para produção no pavimento. Isso aumenta a produtividade da mão de obra fator sempre importante para a construção de edifícios.

Xavier e Alves (2018), em seu estudo de caso sobre a viabilidade do reboco projetado (Figura 44), concluíram ser viável sua utilização, devido à alta produtividade verificada e o resultado obtido em ensaio de resistência à tração do reboco projetado estar dentro do especificado pela NBR 13.749:2013, com valor superior a 0,20 MPa em revestimentos internos.

<sup>4</sup> CRESCENCIO, R. M; PARSEKIAN, G. A.; BARROS, M. S. B.; SABBATINI, F. H. Execução de revestimentos com argamassa projetada. *In: 8º ENTAC*, Salvador, 2000. **Anais...** Salvador, 2000, v. 2, p. 1067-1074. *apud* PARAVISI, Sandra. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12561/000630210.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 out. 2021.



Figura 44 – Máquina de projeção e reboco sendo projetado



Fonte: Xavier e Alves (2018).

### 5.3.4 Máquina rebocadora

Dentre as inovações tecnológicas na construção civil, catalogadas de 2005 a 2015 por Moura (2015), está a máquina rebocadora que, apesar do alto custo de aquisição e necessidade de treinamento da mão de obra, apresenta alta produtividade de 400 m<sup>2</sup> de reboco por dia. Portanto, conclui-se que seu uso é vantajoso na construção de edifícios, principalmente em relação à execução manual dos anos 70 com lançamento da argamassa com colher de pedreiro. Na Figura 45 as imagens ilustram o funcionamento da máquina da Baram que é abastecida com a argamassa pelo operador, enquanto a máquina eleva-se até o teto rebocando a parede.

Figura 45 – Máquina rebocadora em funcionamento



Fonte: Baram (2011).

### 5.3.5 Uso de gesso como revestimento

Quanto ao uso do gesso como material de revestimento interno, constam informações acerca disso na norma primeira versão da NBR 7200 de 1982, denominada NB-231. A NB-231 era aplicável em revestimentos com argamassa de areia e cal e/ou cimento e de cal e gesso (ABNT, 1982). John e Antunes (2002) avaliam que a presença de argamassa de gesso<sup>5</sup> na norma

<sup>5</sup> Segundo John e Antunes (2002), na argamassa de gesso tem-se agregado (vermiculita, areia) na composição.

foi por influência de normas internacionais. Os autores afirmam que

... o emprego de argamassas de gesso como revestimento não é comum no mercado brasileiro, apesar do emprego de revestimentos em pasta de gesso ter se tornado bastante generalizado, ao menos na região sudeste. A adição de agregado certamente viabilizará a redução do custo deste tipo de revestimento (JOHN; ANTUNES, 2002, p. 29).

Disso conclui-se que na década de 70 a aplicação de argamassa de pasta de gesso como revestimento interno também não era usual, apesar da indicação na norma de 1982. Enquanto, atualmente, Costa e Silva *et al.* (2021) declaram ser comum nas obras brasileiras a técnica construtiva em que se utiliza pasta de gesso como revestimento interno de paredes, aplicadas com desempenadeira plástica ou metálica sobre superfície de tijolos, blocos e concreto, e ainda comentam que a aplicação por projeção mecânica da pasta de gesso é crescente.

#### 5.3.5.1 Aplicação gesso

A normativa referente à utilização de pasta de gesso como revestimento interno em paredes é datada de 1997, correspondente à NBR 13.867 em sua primeira e em vigência (2021) versão. Dentre algumas recomendações da norma (ABNT, 1997) estão:

- (1) a escarificação ou aplicação de argamassa de chapisco de alta aderência em superfícies muito lisas antes da aplicação do gesso;
- (2) o cobrimento com argamassa de chapisco sobre materiais como o ferro;
- (3) não se deve aplicar gesso em superfícies que serão expostas à água (ex. paredes do banheiro);
- (4) a limpeza e umedecimento da superfície antes da aplicação do gesso;
- (5) utilizar guias-mestras para nivelamento e prumo do revestimento;
- (6) não se deve utilizar tintas à base de cimento sobre o gesso.

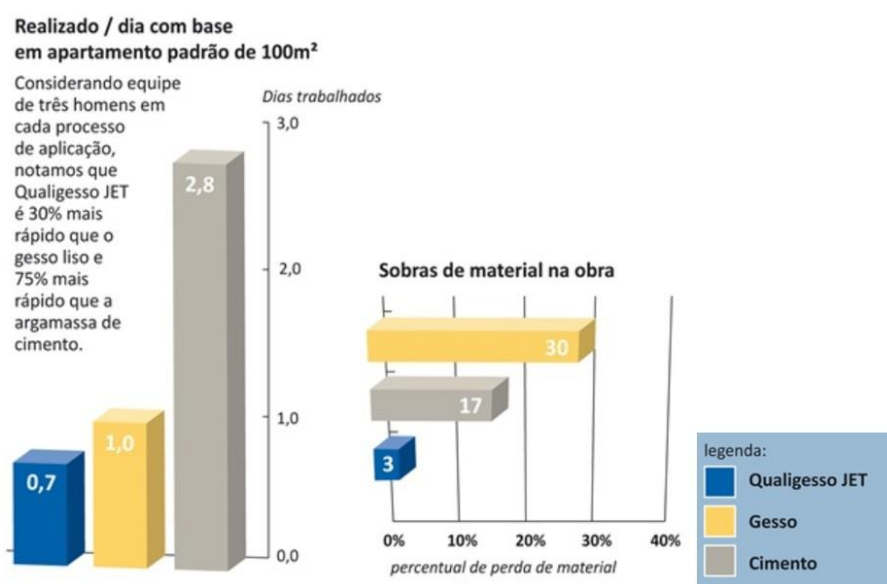
#### 5.3.5.2 Aplicação gesso projetado

Em relação à projeção mecânica desse tipo de revestimento, Santos (2020) avalia que a baixa aplicação da técnica de projeção do gesso ocorre pelo alto custo da massa de gesso específica para projeção.



A Gypsum (2021) comercializa o gesso projetado conhecido como Qualigesso JET, destacando a agilidade proporcionada pela técnica e o baixo impacto ambiental devido a pouca perda de material de 3%, mostrado no infográfico da Figura 46. Contudo, o gesso convencional é mais barato (GYPSUM, 2021), devendo-se fazer uma análise de custo (material e mão de obra) para definição da melhor opção no projeto do edifício.

Figura 46 – Infográfico: comparação entre Qualigesso JET (gesso projetado), gesso e cimento



Fonte: Gypsum (2021).

Na técnica de projeção da pasta de gesso, executa-se a projeção, o sarrafeamento e o acabamento do revestimento, conforme Figura 47.

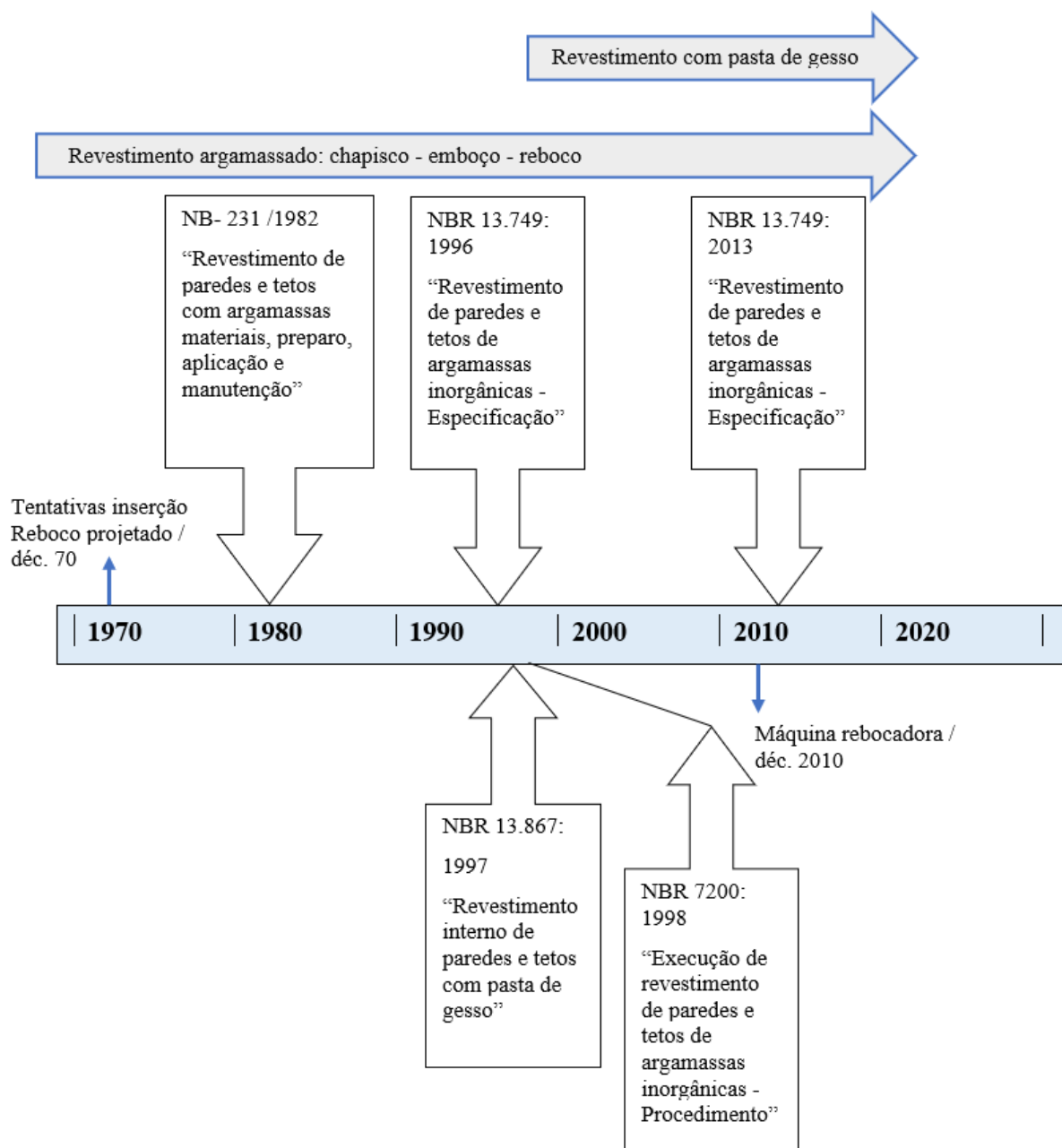
Figura 47 – Passo a passo da projeção mecânica de pasta de gesso



Fonte: Gypsum (2021).

Com base na análise comparativa realizada sobre o revestimento interno das paredes dos apartamentos, a linha do tempo da Figura 48 foi traçada.

Figura 48 – Linha do tempo: revestimento (1970 – 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

## 5.4 ESQUADRIAS

### 5.4.1 Instalação de portas

Os apartamentos do Edifício Casemiro de Abreu foram entregues pela construtora Elias & Elias com portas ocas de madeira simples. Avalia-se que essa escolha foi motivada por questões econômicas, uma vez que portas maciças de madeira apresentam preço superior e custo adicional com as dobradiças, devido ao peso elevado da porta. Além disso, a leveza das portas ocas facilita o transporte horizontal e vertical durante a construção em altura.

#### 5.4.1.1 Com taco de madeira

Nos apartamentos, identificou-se que para a fixação do batente foram utilizados tacos de madeira. Na Figura 49, o taco de madeira indicado pela seta faz parte da fixação da porta do banheiro e seu aspecto escurecido e estufamento foi causado por um vazamento na tubulação de água do lavabo, próximo ao banheiro.

Figura 49 – Taco de madeira para fixação do batente da porta e guarnição branca



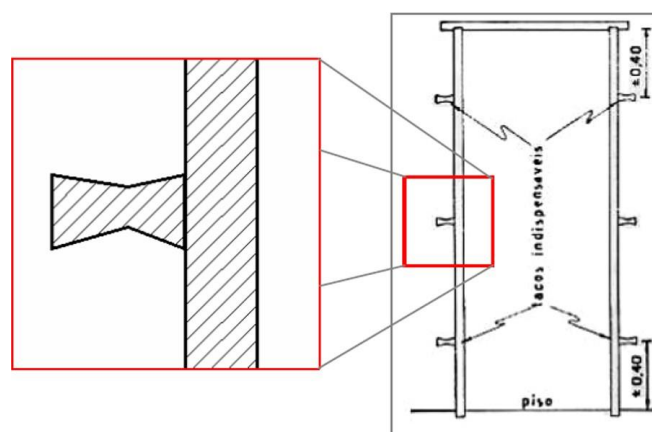
Fonte: Autoria própria (2021).

A técnica construtiva consistia na colocação de tacos de peroba nos batentes, sendo que seu assentamento era feito durante a elevação da parede, com argamassa de cimento e areia (BORGES<sup>6</sup>, 1962 *apud* SATO, 2011, p. 140). O desenho da Figura 50 ilustra o posicionamento dos tacos ao longo do batente da porta. Então, a guarnição era pregada para dar acabamento no

<sup>6</sup> BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1962. *apud* SATO, Luana. **A evolução das técnicas construtivas em São Paulo**: residências unifamiliares de alto padrão. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-11082011-140108/pt-br.php>. Acesso em: 09 maio 2021.

encontro entre o marco e a alvenaria, e a folha da porta era fixada ao batente pelas dobradiças, com a utilização de parafusos.

Figura 50 – Tacos assentados com argamassa de cimento e areia



Fonte: Borges (1962) *apud* Sato (2011).

#### 5.4.1.2 Com grapas de ferro

Contrariando a técnica construtiva, Ripper (1984) não recomenda o uso de tacos de madeira, pois eles podem mudar de volume e conseqüentemente danificar o revestimento. O autor, ainda, complementa que “é melhor a fixação com chumbadores de ferro, parafusados no batente, facilitando assim a desmontagem do mesmo, se necessário” (RIPPER, 1984, p. 78).

Diante disso, a utilização de tacos de madeira foi descontinuada ao longo do tempo. Borges (2009, p. 75) assinala que “atualmente, perdeu-se o hábito do uso desses tacos”, apesar disso o autor é favorável ao uso destes elementos pela verticalidade precisa conferida aos batentes e diz que essa mudança representa queda na qualidade de serviço com uso de grapas<sup>7</sup> de ferro.

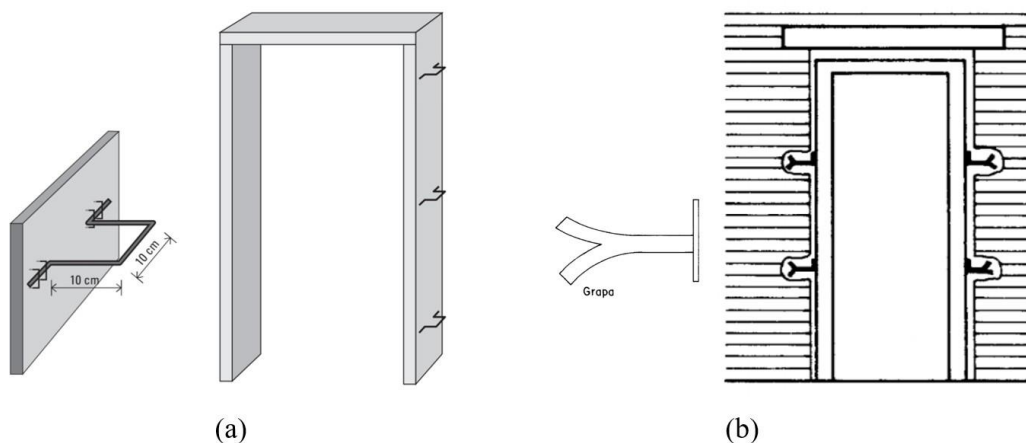
Passou-se a utilizar as grapas de ferro, formando “ganchos”, “esses ‘ganchos’ já são entregues com os batentes e o chumbamento dos mesmos é feito com cimento e areia” (BORGES, 2009, p. 75). Com auxílio de cunhas colocadas entre o batente e a alvenaria, o posicionamento do marco no prumo e em nível é ajustado. A Figura 51a ilustra o formato, a fixação e o posicionamento dos “ganchos” no batente. Ou seja, entre a década de 1970 e a de 2010, o uso de tacos de madeira foi substituído pelas grapas de ferro.

O uso de grapas para fixação de portas também é citado por Azeredo (1987), que explica que as grapas com formato de “rabo de andorinha” podem substituir os tacos de madeira,

<sup>7</sup> Segundo a terminologia contida na parte 1 da NBR 10821 referente a esquadrias externas e internas, grapa é a “peça acoplada ao marco ou contramarco, destinada à fixação da esquadria ou do contramarco do vão” (ABNT, 2017, p. 14).

devendo-se fazer furos na alvenaria para o chumbamento das grapas no contra batente onde, posteriormente, o batente é instalado, conforme ilustra a Figura 51b.

Figura 51 – Grapa de ferro de formato: (a) retangular; (b) "rabo de andorinha"



Fonte: Borges (2009); Azeredo (1987).

#### 5.4.1.3 Com espuma expansível em kits porta pronta

Além disso, conforme conta Lopes (2000), a necessidade de industrialização da construção, reduzindo processos artesanais, fez com que os kits de portas surgissem no início da década de 90. O kit porta pronta elimina a etapa de instalação da folha com o aparafusamento das dobradiças e facilita a instalação com a aplicação de espuma expansiva. O kit vem embalado e etiquetado com o nome do cliente, a especificação do produto e o local de instalação, como mostra a Figura 52.

Com o kit porta pronta o processo é agilizado, tornando-se fator vantajoso para a construção em altura que exige a instalação de um número considerável de portas em cada pavimento – no caso do edifício em estudo, são ao menos 34 portas por pavimento, totalizando 408 portas nos 12 pavimentos tipo. Logo, em comparação com a época de construção do Casemiro de Abreu, a instalação dessas 408 portas, atualmente (2021), seria mais rápida.

Segundo instruções do manual técnico da empresa Dalcomad (2021), na técnica construtiva, o vão de alvenaria precisa estar acabado com revestimento, não sendo permitido aplicar a espuma sobre gesso ou tijolo, e o vão de *drywall* requer limpeza com álcool para remoção de resíduos. Recomenda-se borrifar água na superfície do vão, a fim de garantir maior aderência do poliuretano expansível (DALCOMAD, 2021).

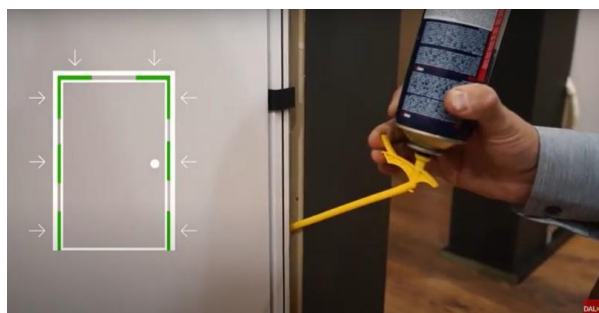
Figura 52 – Embalagem kit porta pronta e etiqueta de identificação



Fonte: Randa (2021).

Para instalação, (1) o filme plástico, a lâmina de papelão e a trava inferior de madeira são removidos do kit; (2) as cunhas são colocadas entre o vão e a porta; (3) a verticalidade é verificada com o prumo; (4) o poliuretano expansível é aplicado nas regiões indicadas em verde na Figura 53; (5) aguarda-se 24 horas para cura da espuma; (6) o excesso de espuma é removido com estilete; (7) as cunhas, espaçadores e travessas de segurança são removidas; (8) as guarnições são aderidas com cola branca; e (9) a maçaneta e a fechadura são instaladas na porta (DALCOMAD, 2021).

Figura 53 – Pontos de aplicação da espuma expansível



Fonte: Dalcomad (2020).

Complementarmente ao exposto, em relação às técnicas atuais aplicadas durante a instalação das esquadrias, existe a norma NBR 10.821-5 de 2017 que define recomendações para a instalação de esquadrias externas, de qualquer material, em sua primeira e vigente (2021) versão. No Quadro 6 estão reunidos os métodos de instalação para cada tipo de vão.

A fixação mecânica corresponde à utilização de parafusos e buchas, e a fixação química, à aplicação de espuma expansível. Enquanto o vão “osso” é o vão sem revestimento, e com

revestimento é o vão definido, com requadro executado. Cabe salientar que tais métodos são aplicáveis tanto na instalação de portas quanto de janelas de uma edificação.

Quadro 6 – Tipos de vão e instalação

Tipos de vão	Métodos de instalação		
	Entre vãos Com contramarco	Entre vãos Sem contramarco	Fachadas Fixação por ancoragem
Vão "osso"	Chumbamento com grapa	Chumbamento com grapa	-
	Com fixação mecânica	-	Com fixação mecânica
Vão definido ou acabado	Com fixação mecânica	Com fixação mecânica	Com fixação mecânica
	-	Com fixação mista (mecânica + química)	-

Fonte: NBR 10.821-5 (2017).

#### 5.4.2 Instalação de janelas

Com relação às janelas dos apartamentos do Edifício Casemiro de Abreu, foram entregues janelas de ferro. Na Figura 54 é mostrada uma das janelas originais que apresenta dois basculantes na parte superior e duas folhas de vidro, uma móvel e a outra fixa. Devido à presença de ferrugem, algumas regiões foram tratadas com pintura antiferrugem de cor laranja. As grades de alumínio foram instaladas posteriormente à entrega da construtora Elias & Elias.

Figura 54 – Janela de ferro da sala de estar



Fonte: Autoria própria (2021).

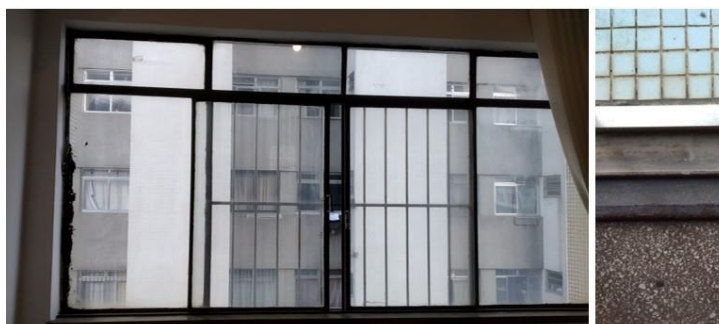


De acordo com Iizuka (2001, p. 17), o “ferro laminado foi a primeira alternativa no Brasil para industrializar o processo produtivo da esquadria a um custo razoável [...]. Em relação à madeira, facilitaram projetos com maior área de vidro e a sua utilização em edifícios”. Por esses motivos, a escolha de janelas de ferro no edifício em estudo é justificada.

Brevemente, sobre o histórico dos materiais das esquadrias, além da madeira historicamente utilizada no Brasil, segundo Iizuka (2001), depois do ferro laminado, seguiu-se a fabricação com aço, mais leve e com mais possibilidades de variedades e tipos do que seu antecessor. Em ambos os materiais, a preocupação com a corrosão é perene. Já as esquadrias de alumínio apareceram no final da década de 50 com características de conformação geométrica, leveza e resistência à ação do tempo e à corrosão pela anodização e outros tratamentos superficiais (IIZUKA, 2001). Depois na década de 70, começaram as primeiras experiências com esquadrias de PVC e nos anos 90, a oferta dessas esquadrias se ampliou, sendo o isolamento térmico uma de suas características e a baixa resistência mecânica solucionada com reforços metálicos (IIZUKA, 2001).

Observa-se que na Figura 55, a janela do dormitório ocupa toda a parede, proporcionando iluminação em abundância ao ambiente, o que é característico nos prédios do Conjunto Condomínio Castro Alves da década de 70. No detalhe da fotografia está o peitoril de pastilha no lado externo e granilite no lado interno.

Figura 55 – Janela de ferro do dormitório e detalhe do peitoril



Fonte: Autoria própria (2021).

#### 5.4.2.1 Com chumbamento por grapa

Para a instalação das janelas de ferro dos apartamentos do Casemiro de Abreu, examina-se que foi feito o chumbamento por grapa, sem contramarco. Entretanto, não é possível identificar o formato da grapa metálica utilizada. As operações dessa técnica construtiva compreendiam a colocação das grapas no marco da janela, a fixação das grapas no vão de alvenaria, com



argamassa de cimento e areia, e o posterior requadro do vão. Então, os perfis de ferro laminado eram limpos, lixados e pintados. Por fim, era feita a colocação dos vidros.

De forma similar aos anos 70, atualmente (2021) as janelas também podem ser chumbadas com grapa e utilização de argamassa. Segundo orientações da empresa Esaf Ibrap (2012), no vão "osso" de alvenaria aplica-se chapisco rolado. Após sua secagem, a esquadria – já com os vidros instalados e protegidos pela embalagem – é posicionada no vão, com a colocação das cunhas nas laterais e na parte superior, próximos às quinas, com a verificação do prumo e do nível (ESAF IBRAP, 2012).

Na sequência, as grapas são abertas com auxílio de uma chave de fenda, como ilustrado na Figura 56a, e a argamassa é aplicada com uma colher de pedreiro, fixando as grapas (ESAF IBRAP, 2012). “O acabamento deve ser feito usando com referência a aba de encaixe do baguete de fixação da embalagem plástica, do lado interno e externo da edificação” (ESAF IBRAP, 2012, minuto 2:56). Esse acabamento é mostrado na Figura 56b.

Figura 56 – Execução: (a) abertura grapa para chumbamento com argamassa; (b) acabamento



Fonte: Esaf Ibrap (2012).

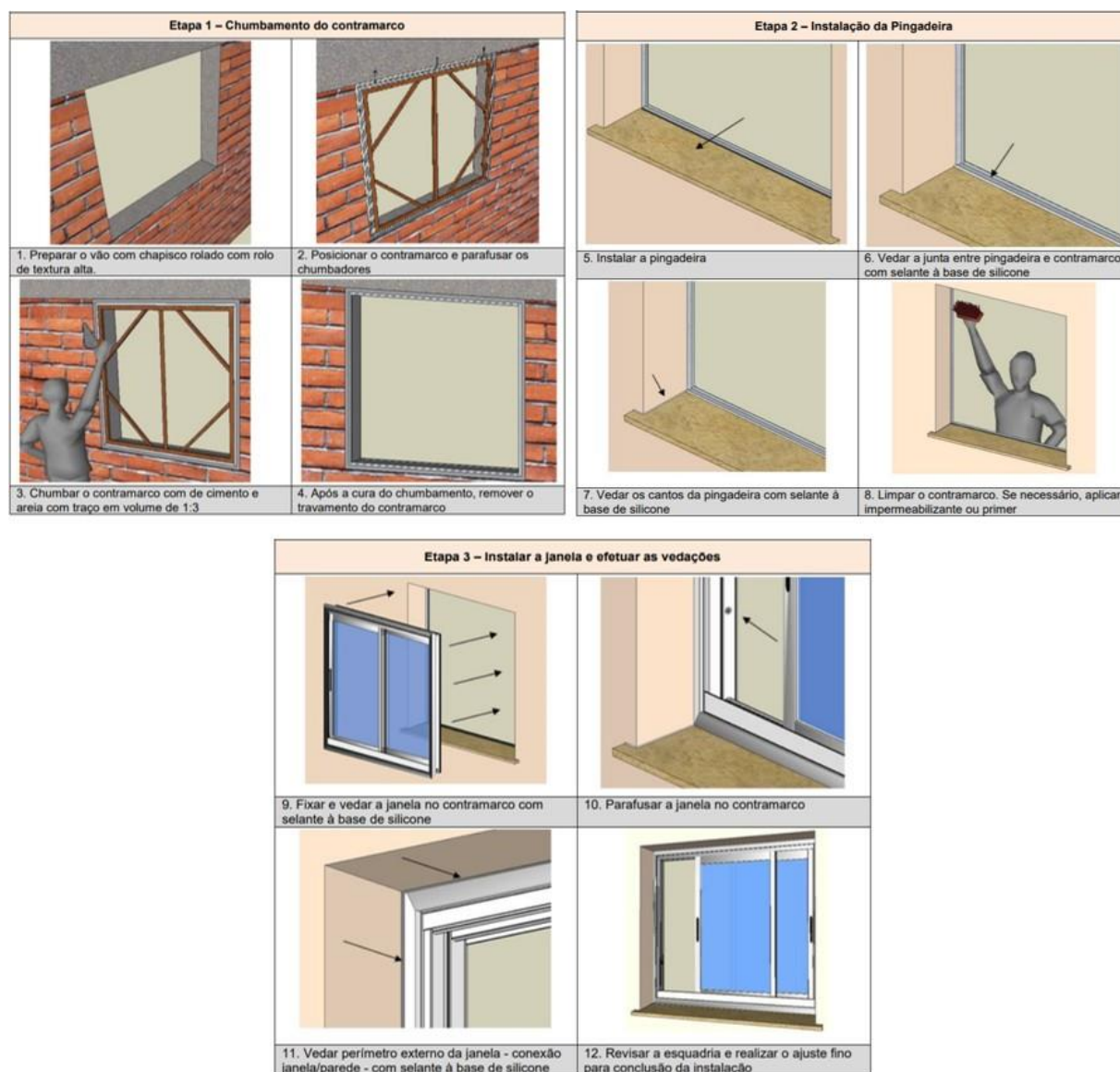
#### 5.4.2.2 Com contramarco

Apesar da existência de esquadrias de alumínio à época da construção do edifício em análise, em 1973, a construtora optou pela instalação de esquadrias de ferro que não requeriam contramarco. Sendo justamente para esquadrias de alumínio (década 50/60) que o contramarco surgiu, pois, conforme conta Iizuka (2001), a esquadria de alumínio podia amassar, ser riscada e receber respingos de argamassa e pintura, e com o contramarco (quadro provisório) sua instalação poderia ocorrer em um momento posterior.

Para instalação de esquadrias de janelas de alumínio com a utilização de contramarco, a técnica construtiva consiste em três etapas: chumbamento do contramarco, instalação da

pingadeira e colocação da janela. Cada etapa construtiva foi ilustrada e detalhada por Luduvico (2016) e apresentadas na Figura 57.

Figura 57 – Técnica construtiva para instalação de janela de alumínio



Fonte: Luduvico (2016).

#### 5.4.2.3 Com parafusos

Além do exposto, existe a opção de instalar a esquadria apenas com fixação mecânica, em locais com vãos acabados e sem contramarco. No caso do Edifício Casimiro de Abreu, as janelas de ferro da escada e corredor comuns foram substituídas, em dezembro de 2020, por janelas de alumínio (Figura 58), por fixação mecânica.

No caso das janelas de alumínio, a furação do marco pode ser realizada na obra, ao passo que para as janelas de PVC, a NBR 10821-5:2017 ressalta que “as furações em marcos já devem ser realizadas no momento de fabricação e devem englobar tanto o perfil de PVC quanto o seu reforço metálico interno” (ABNT, 2017, p. 9).

Figura 58 – Janela basculante de: (a) ferro; (b) alumínio



Fonte: Autoria própria (2020).

Para fixação mecânica, a mesma norma estabelece que “pode ser utilizado sistema bucha expansora e parafuso, ou parafuso de expansão, dispensando a necessidade de bucha, deve ser realizada a vedação do sistema parafuso-perfil após a fixação do parafuso, com tampa específica” (ABNT, 2017, p. 9). Em seguida ao aparafusamento, a empresa Esaf Ibrap (2013) recomenda a vedação com resina acrílica a base d’água com aplicador adequado, no perímetro interno da esquadria, antes da colocação das guarnições mostradas na Figura 59.

Figura 59 – Colocação das guarnições/alizares



Fonte: Esaf Ibrap (2013).

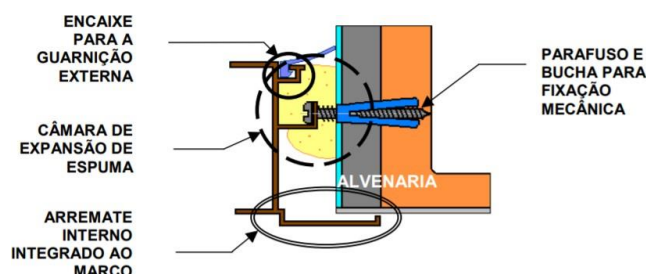
#### 5.4.2.4 Com espuma expansível

Uma novidade em relação à década de 70, usada atualmente (2021), é a fixação de janelas com aplicação de poliuretano expansível, conjuntamente com a utilização de parafusos e buchas, conforme exposto no Quadro 1 da NBR 10821-5:2017 (fixação mista). De acordo com o guia

para esquadrias para edificações da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2017), a espuma garante a vedação dos elementos da esquadria.

Na técnica, o contramarco é dispensado e o vão deve estar acabado, sendo necessário apenas o requadro perfeito no lado exterior da janela, pois esta fica rente à alvenaria pelo lado interno, recebendo um arremate com a guarnição ou é integrado ao marco, conforme ilustração da Figura 60. Desse modo, a quantidade de trabalho é reduzida, configurando ganho de tempo para a construção em altura.

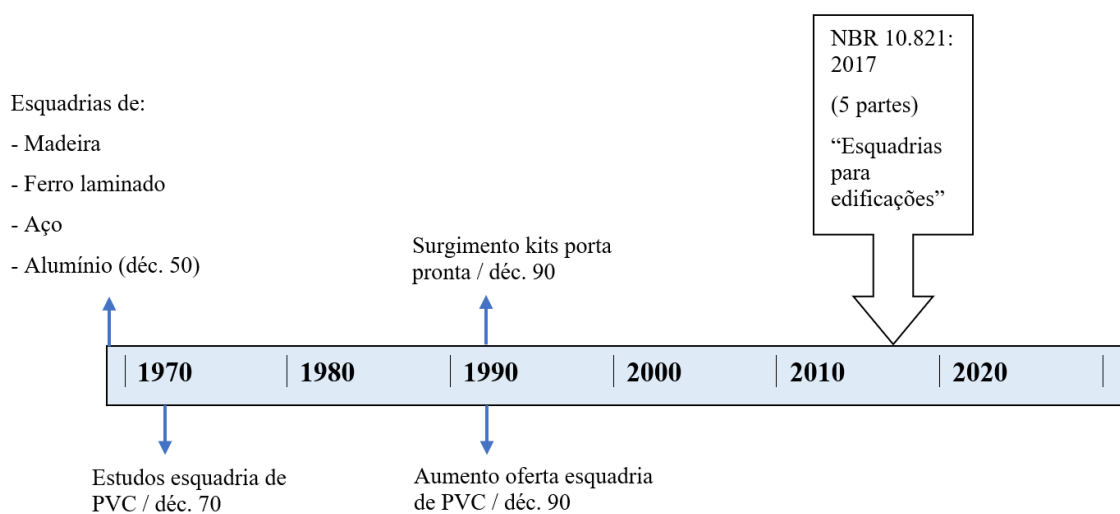
Figura 60 – Instalação com fixação mista (parafuso e bucha + espuma)



Fonte: Iizuka (2001).

Com base na análise comparativa realizada sobre as esquadrias de edifícios, a linha do tempo da Figura 61 foi traçada.

Figura 61 – Linha do tempo: esquadrias (1970 – 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

## 5.5 HIDROSSANITÁRIO

O sistema hidrossanitário de um prédio compreende o abastecimento de água, o recolhimento de esgoto, e a captação de águas pluviais da cobertura e das áreas externas. No prefácio do livro *Instalações prediais hidráulico-sanitárias* de Carvalho Júnior, o arquiteto Mário Sérgio Pini em agosto de 2014 relata o seguinte:

Até o final da década de 1970, as Tabelas Referenciais de Custos padrão apresentavam, timidamente, composições de custos relativas às instalações prediais hidrossanitárias e elétricas [...] esses serviços eram subempreitados, ou seja, contratados pelas construtoras junto a profissionais capacitados, encanadores e eletricitistas, que vendiam seus serviços, incluindo o custo de todos os materiais necessários. [...]. As estimativas de custos eram estatísticas, tendo como ponto de partida os pontos de energia, água ou esgoto. As axonométricas das redes não eram utilizadas para o levantamento adequado de quantidades dos itens necessários, isto é, muito se realizava sem projeto! Os custos desses serviços, em seu conjunto, não ultrapassavam 8% do custo total da edificação, justificando certo descaso na aplicação de Engenharia para planejamento, controle e gestão das instalações prediais e mesmo para o projeto (CARVALHO JÚNIOR, 2020, p. 9).

Essa situação é verificada no Edifício Casemiro de Abreu, pois não existe registro do projeto das instalações hidrossanitárias mencionado no Memorial Descritivo apresentado à Prefeitura de São Paulo: “obedecerão rigorosamente o projeto aprovado pelo D.A.E”, Departamento de Água e Energia Elétrica.

Além disso, houve problemas na qualidade como de vazamento de água no apartamento devido à falta de teste nas tubulações antes delas serem embutidas nas paredes. Desde o término da construção do prédio, o vazamento foi ocorrendo e danificando a parede do corredor. Em 2020, a parede foi quebrada e o vazamento consertado.

### 5.5.1 Medição de água coletiva *versus* individual

No Casemiro de Abreu, construído na década de 70, não existe separação dos sistemas de água entre os apartamentos. Por essa razão, a conta de água é dividida entre todos os moradores do prédio. Avalia-se que a unificação de todos os sistemas de água do edifício, facilita sua execução e elimina itens como hidrômetros, tubulações e peças de conexão que precisariam ser instalados em cada apartamento. No entanto, essa condição pode gerar conflitos entre moradores com consumos diferentes de água, e que, porém, pagam o mesmo valor.

Na medição coletiva existe uma coluna de água única alimentando os apartamentos em cada área molhada (lavabo, banheiro, cozinha e lavanderia). Enquanto na medição individualizada, como a ilustrada na Figura 62, Carvalho Júnior (2020) observa que a rede de distribuição de água difere das instalações convencionais, pois as colunas de água são centralizadas no prédio e distribuídas dentro de cada apartamento por tubulações que são escondidas em sancas ou forro de gesso.

Figura 62 – Hidrômetros individualizados



Fonte: Benetnasch soluções (2021).

Visando a sustentabilidade ambiental, a Lei nacional nº 13.312, de 12 de julho de 2016, “torna obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais” (BRASIL, 2016), passando a vigorar depois de 5 anos da publicação. Portanto, após 12 de julho de 2021 essa lei entrou em vigor no país e os edifícios residenciais têm a obrigação de construir sistemas hidrossanitários com hidrômetros para cada apartamento, a fim de incentivar o consumo consciente de água. Ou seja, a medição coletiva dos edifícios de condomínio presente na década de 70 não pode mais existir atualmente (2021).

### 5.5.2 Materiais das tubulações do sistema hidrossanitário

Quanto aos materiais das tubulações de esgoto e de água do Edifício Casemiro de Abreu, elas são de PVC (policloreto de vinila), como mostrado na Figura 63. Chaves (1979) comenta que, na década de 70, o uso dos tubos plásticos no Brasil era recente e cita outros materiais para tubulação que eram usuais nessa época como de ferro (fundido ou galvanizado), cobre, chumbo, cimento-amianto ou manilha de barro vidrado.

Figura 63 – Tubulação de PVC original com vazamento no Casemiro de Abreu



Fonte: A autoria própria (2020).

Chaves (1979), além de elencar as vantagens dos tubos de plástico (policloreto de vinila e polietileno) – como ser livre de incrustações internas e ter facilidade de instalação e transporte –, o autor cita suas desvantagens. Essas desvantagens foram confrontadas com soluções que surgiram ao longo do tempo na indústria de materiais da construção civil e exibidas no Quadro 7.

Quadro 7 – Tubos de plástico: Desvantagens na década de 1970 versus Solução em 2021

Chaves (1979, p. 129 e 130)	Em 2021
"Resistem a menores pressões que os tubos de ferro e cobre"	Os tubos CPVC, PPR e PEX são mais resistentes do que o PVC e substituem os tubos de ferro
"Não podem ser usados para transportar água ou outro líquido quente (não se recomenda seu uso acima de 54 graus nem 45 graus abaixo de zero)"	Os tubos CPVC, PPR e PEX podem transportar água quente
"Quando embutidos nas paredes ficam sujeitos a serem furados por prego inadvertidamente enterrado"	A indicação da localização exata das tubulações no projeto de "como construído" ( <i>as built</i> ) pode evitar esse problema
"São sempre mais vulneráveis que os tubos de ferro e mais frágeis, sendo muitas vezes indicado intercalar conexões ou trechos de ferro galvanizado em combinação com o plástico"	O uso de tubos de ferro para transporte de água foi descontinuado e substituído por tubos de plástico em edifícios residenciais
"Não deve ser usado para transporte de gás de rua ou liquefeito de petróleo, gasolina e óleos combustíveis"	Existe o tubo PEX específico para gás que apresenta 5 camadas (PEX - adesivo - alumínio - adesivo - PEX) de cor amarela
CPVC = cloreto de vinila clorado; PPR = polipropileno copolímero random; PEX = polietileno retificado	

Fonte: A autoria própria (2021).



Os materiais citados no Quadro 1 (CPVC, PPR, PEX, PEX multicamada) para as tubulações de água foram sendo desenvolvidos pela indústria de materiais e, segundo a Revista *Téchne*<sup>8</sup> (2008 *apud* Cavalcante, 2019) surgiram no mundo de acordo com o apresentado no Quadro 8, que contempla as décadas de 1970 a 2000 e materiais para tubulações de esgoto.

Quadro 8 – Evolução dos materiais de tubulações de esgoto e água

LINHA DO TEMPO	ESGOTO	ÁGUA
Antes dos anos 1970	chumbo, ferro galvanizado, caixas sifonadas em cobre ou latão, conexões em chumbo derretido e, posteriormente, juntas de borracha	ferro galvanizado
Anos 1970 e 1980	surgimento do PVC (policloreto de vinila), com menor custo, mais leveza e conexões facilitadas	surgimento do PVC marrom para água fria e do cobre para água quente
Anos 1990	surgimento do PPR (polipropileno copolímero random) com juntas por termofusão	chegada do PPR e do PEX (polietileno reticulado) para água quente
Atualmente	ferro fundido revestido com epóxi	surgimento do PEX multicamada, revestido com alumínio

Fonte: Revista *Téchne* (2008) *apud* Cavalcante (2019).

### 5.5.3 Instalação de tubulações de água

#### 5.5.3.1 Por embutimento em alvenaria

A técnica construtiva envolvida na instalação das tubulações dos sistemas de água do Edifício Casemiro de Abreu, consiste no embutimento dos tubos dentro das paredes, como visualizado nas fotos das tubulações de água originais (Figura 64a) e trocadas durante o conserto do vazamento (Figura 64b). Após a conclusão da alvenaria, os tijolos são quebrados – criando “rasgos” – para a colocação das tubulações. Depois do ensaio de estanqueidade, as tubulações são embutidas nas paredes com argamassa.

<sup>8</sup> LOTURCO, Bruno. “**Industrialização plástica**”. Revista *Téchne*. São Paulo: Paulo Kiss, 2008. *apud* CAVALCANTE, Felipe Martins. **Aplicação de inovações tecnológicas e de novos sistemas construtivos nas instalações hidráulicas e sanitárias: um ganho na produtividade**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/52026>. Acesso em: 10 set. 2021.



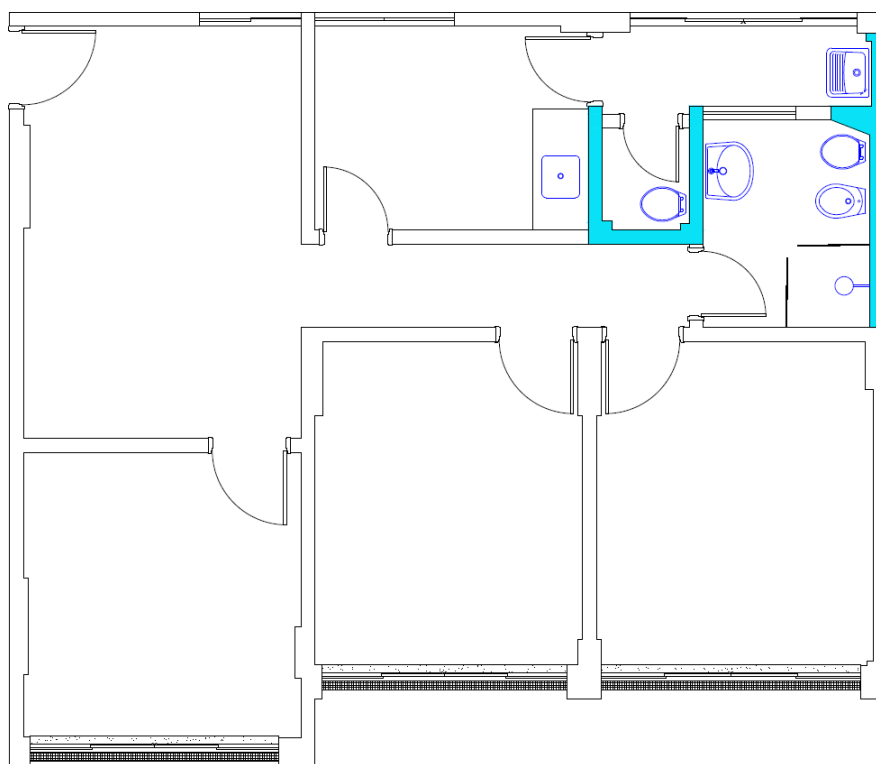
Figura 64 – Tubulações de água de PVC: (a) originais; (b) trocadas durante o conserto



Fonte: Autoria própria (2020).

Na planta baixa da Figura 65 estão destacadas, em azul claro, as paredes onde as tubulações estão embutidas, fornecendo água para o tanque, pias, chuveiro, vasos sanitários e bidê. A localização exata das tubulações não foi indicada, pois não existe registro do projeto hidrossanitário com a posição das colunas de água.

Figura 65 – Paredes onde as tubulações de água estão embutidas



Fonte: Autoria própria (2021).

### 5.5.3.2 Em *shafts* hidráulicos

A solução de embutimento em alvenaria das tubulações dificulta manutenções, pois para ter acesso às tubulações é necessário quebrar a alvenaria, que gera sujeira e entulho excessivos, como verificado durante o conserto do vazamento já citado. Em contraposição a essa técnica, a NB-92 de 1980, sobre instalações prediais de água fria, traz a seguinte recomendação:

Indica-se, como a melhor solução para a localização das tubulações, a sua total independência das estruturas e das alvenarias. Nesse caso devem ser previstos espaços livres, verticais e horizontais, para a sua passagem, com aberturas para inspeções e substituições, podendo ser empregados forros ou paredes falsas para escondê-las (ABNT, 1980, p. 7).

A NB-92 apresenta versão anterior de 1975, porém não foi possível ter acesso ao conteúdo dessa versão. Por essa razão, não é possível confirmar ou negar se essa recomendação da norma de 1980 já estava presente na versão anterior da década de 70.

Essas paredes falsas são conhecidas como *shafts*. Na Figura 66 é mostrado um *shaft* que apresenta acesso fácil às tubulações com fechamento removível. Quanto ao seu uso, no começo da década de 2000, Aro (2004), em seu estudo sobre a modernização tecnológica dos sistemas hidrossanitários, afirma que a utilização de *shafts* verticais no Brasil já estava consolidada.

O uso de *shafts* continua a ser recomendado pela norma em vigor (2021), NBR 5626:2020, sobre instalações prediais de água fria, pois a norma estabelece que em projeto deve-se prever a manutenibilidade do sistema (ABNT, 2020).

Figura 66 – *Shaft* vertical com acesso fácil

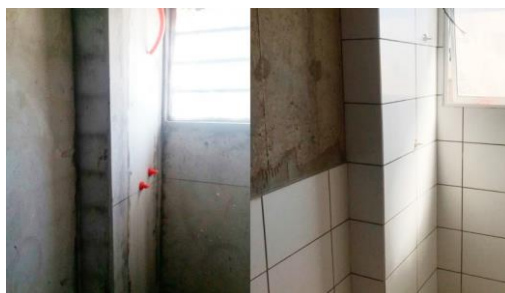


Fonte: Alcom (2015).

Outra opção para o fechamento é o *shaft* sem acesso facilitado às tubulações e, nesse caso, o *drywall* verde resistente à umidade engloba todo o *shaft* que então é revestido com cerâmica, porcelanato, pastilha ou ladrilho hidráulico. Existindo também o fechamento com placas de poliestireno expandido revestidas por tela e massa cimentícia (MIX MOLDURAS, 2018), ilustradas na Figura 67, ou com placas cimentícias. Avalia-se que apesar do acesso às tubulações não ser direto, a manutenção gera menos entulho e sujeira e o risco de danificar a tubulação é menor em comparação com o embutimento na alvenaria de blocos.

Apesar da consolidação do uso de *shafts* verticais no Brasil na década de 2000, Aro (2004, p. 75) assinala que “os ramais para abastecimento dos pontos de consumo continuam sendo executados através do embutimento na alvenaria”, e o autor sugere o uso de *shafts* horizontais onde as tubulações são instaladas em uma parede falsa em frente à parede de alvenaria, como ilustrado na Figura 68 do Pex do Brasil<sup>9</sup> (2003 *apud* ARO, 2004).

Figura 67 – *Shaft* vertical sem acesso fácil



Fonte: Mix Molduras (2018).

Figura 68 – *Shaft* horizontal



Fonte: Pex do Brasil (2003) *apud* Aro (2004).

<sup>9</sup> PEX DO BRASIL. **Catálogo PEX**. Disponível em: <http://www.pexdobrasil.com>. Acesso em 25 jun. 2003. *apud* ARO, Celso Ricardo. **A modernização tecnológica: seu patamar nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2004. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4695>. Acesso em: 08 set. 2021.

### 5.5.3.3 Escondidas por carenagem hidráulica

Atualmente (2021), além dessa possibilidade de uso dos *shafts* horizontais, as tubulações nos pontos de consumo (pias, tanques) podem ser aparentes, sendo escondidas por carenagem hidráulica que são chapas de poliestireno de alta resistência (EXPLAS, 2019). O resultado desse tipo acabamento é mostrado na Figura 69 e não era usado nos edifícios da década de 70.

Figura 69 – Carenagem hidráulica



Fonte: Explas (2019).

### 5.5.3.4 Com kits hidráulicos industrializados

Para facilitar o processo de montagem das tubulações, existem kits hidráulicos, também citados por Aro (2004, p. 81), os quais são “caracterizados por cortes prévios de tubos e montagem fora do local de alocação das peças, facilitando sua instalação”. Nos estudos de caso do autor, no caso A foram usados kits hidráulicos que, no entanto, não eram testados previamente, e nos casos B e C não foram utilizados, gerando desperdícios de material (ARO, 2004).

Couto (2014) elenca como vantagens do uso de kits hidráulicos: padronização, alta produtividade, não interferência e remoção do retrabalho na execução da alvenaria e do revestimento, diminuição de custos com mão de obra, e redução dos desperdícios de tubulação. E como desvantagens: possibilidade de não alinhamento da mão de obra com o processo envolvido na produção dos kits hidráulicos em central, investimento de projeto de produção (não existente no método convencional), e em caso de chassis sob medida, é necessário encomenda para sua fabricação (COUTO, 2014).

A partir dessa avaliação, constata-se que as vantagens dos kits hidráulicos se sobressaem às desvantagens. Além da montagem em central, os kits hidráulicos podem ser comprados da indústria, com testagem. O portal AECweb [201-] esclarece que “o momento ideal de optar pelos

kits hidráulicos é antes da montagem do apartamento modelo. Assim, o fabricante poderá validar junto a construtora os materiais que serão instalados usando o molde”. Logo, o planejamento é fundamental nesse tipo de técnica construtiva.

Na propaganda datada de 2011, a Astra comercializa kits hidráulicos com tubulações PEX que são encaminhados para obra em caixas, como mostra a Figura 70, com a identificação do apartamento. Segundo a Astra (2011), o kit apresenta chassi estrutural de chuveiro e lavatório, chicote hidráulico completo (tubulações PEX, conexões e coifas de vedação na passagem da laje) e cobertura de acabamento (carenagem hidráulica). Avalia-se, portanto, que em relação ao processo artesanal de montagem do sistema hidrossanitário na década de 70, a existência no mercado atual (2021) dos kits hidráulicos, representa uma evolução devido a suas vantagens.

Figura 70 – Kit industrializado de tubulações PEX e chassi estrutural



Fonte: Astra (2011).

#### 5.5.4 Instalação de tubulações de esgoto em laje rebaixada *versus* sob laje

Além do vaso sanitário, era comum na década de 1970 a existência de bidês nos banheiros, como mostrado na Figura 71 do apartamento do Casemiro de Abreu – o bidê a direita na foto foi removido após reforma –, sendo mais usual hoje (2021) a ducha higiênica. Na técnica construtiva, para instalação das tubulações de esgoto do vaso sanitário e bidê era feito um rebaixo na laje de concreto onde o sifão do ralo e tais tubulações eram posicionadas e o espaço vazio preenchido com entulho da própria obra.

Veról *et al.* (2019) avaliam que essa solução sobrecarrega a estrutura e torna a manutenção difícil, devido à necessidade de quebrar o piso, e ponderam que a técnica com as tubulações sob laje escondidas com rebaixo do forro de gesso é mais vantajosa com alívio de peso e acesso facilitado para manutenção pelo teto do apartamento inferior – ambas as técnicas estão ilustradas na Figura 72. Por isso, houve essa mudança na técnica construtiva entre as décadas de 1970 e de 2010.

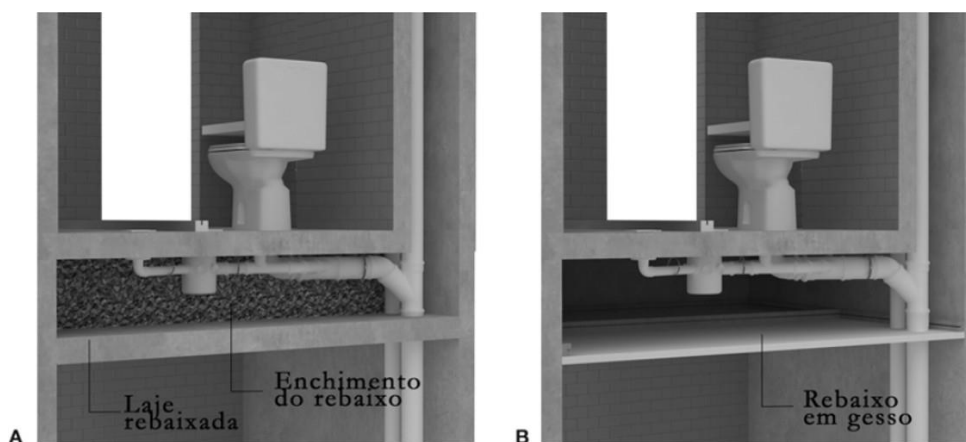
Figura 71 – Fotografia do banheiro tirada em 1996



Fonte: Autoria própria (2021).

De modo complementar, Macintyre (2010) analisa que o acesso às tubulações de esgoto pelo forro permite a identificação e a localização, de forma rápida, de possíveis vazamentos, com conserto menos custoso em relação à laje rebaixada. E como desvantagem dessa técnica construtiva, os autores Veról *et al.* (2019) e Macintyre (2010) pontuam o incômodo gerado ao vizinho do pavimento inferior se alguma manutenção precisar ser feita ao ser acessada pelo forro de gesso desse morador.

Figura 72 – Tubulação de esgoto: (A) em laje rebaixada com preenchimento de entulho de obra; (B) sob laje com rebaixo em gesso



Fonte: Veról *et al.* (2019).

### 5.5.5 Captação de águas pluviais

No tocante à captação de águas pluviais, a seção XVII do Código de Obras Arthur Saboya de 1934 trata desse assunto e exige que em todas as edificações existam dispositivos para o escoamento das águas da chuva, como algerozes (calhas) e condutores (tubo vertical), e proíbe que as águas pluviais sejam lançadas na rede de esgoto (SÃO PAULO (SP), 1934). Seguindo as exigências desse código, o Casemiro de Abreu possui calhas, condutores e grelhas.

Para a instalação desses dispositivos de captação, a técnica construtiva consiste em fixar as calhas ao telhado em inclinação mínima de 0,5%, com parafusos, e fixar os condutores com abraçadeiras aparafusadas nas paredes ou embuti-los na parede. Logo, a técnica para instalação permanece a mesma dos anos 70.

Segundo Chaves (1979), na década de 70 era usual os seguintes materiais para calhas: cobre, zinco, ferro zincado, fibrocimento, concreto armado, alvenaria e alumínio. Enquanto para os condutores usava-se de ferro fundido, fibrocimento, cobre, zinco, ferro zincado e alumínio (CHAVES, 1979). Hoje, segundo a Astra (2021), são comuns calhas de PVC, alumínio, aço galvanizado e aço inoxidável.

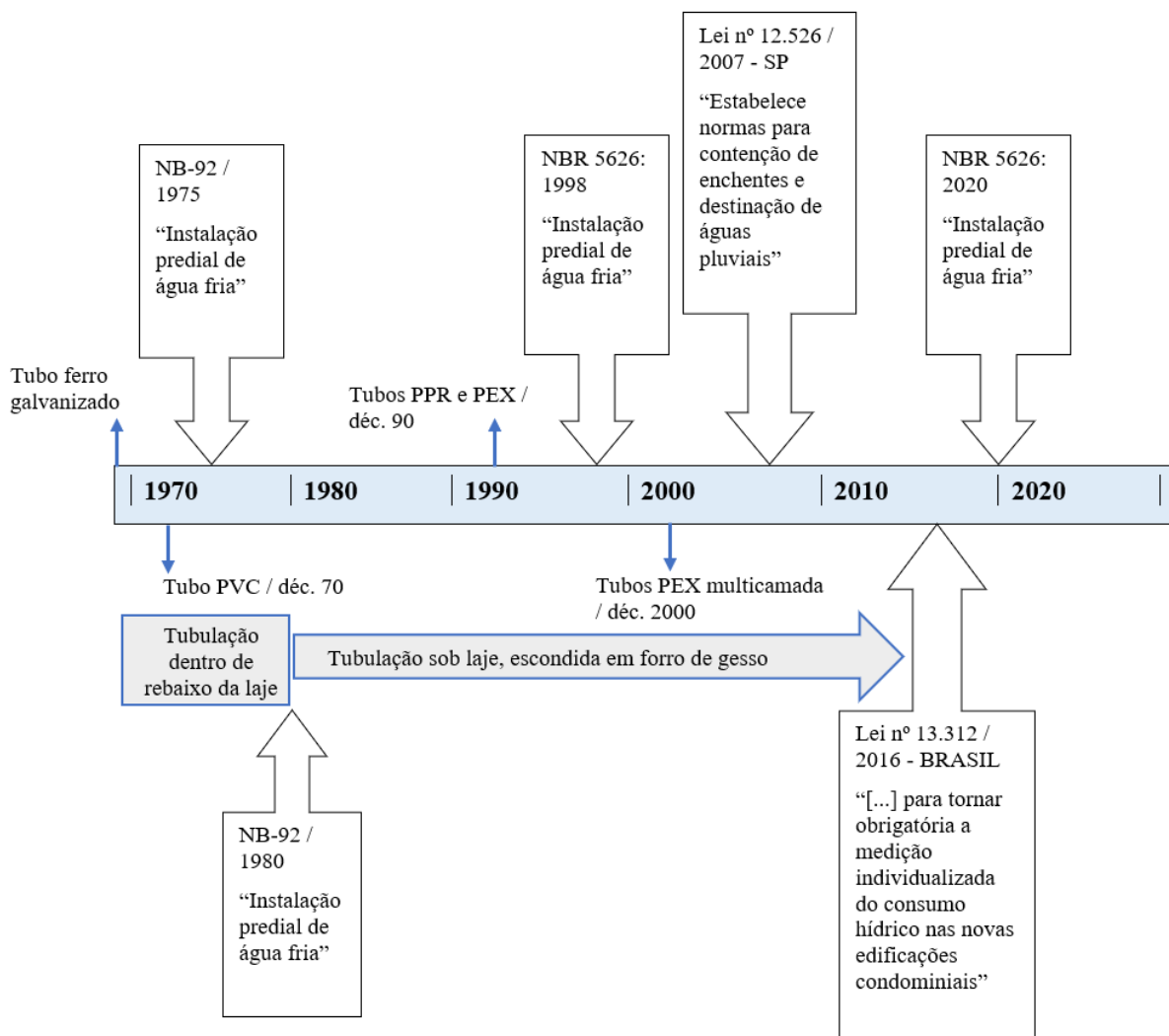
Além da captação, a Lei Estadual nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007, obriga a retenção em reservatório de acumulação das águas pluviais em áreas impermeabilizadas maior que 500 m<sup>2</sup>, para reduzir a quantidade de água encaminhada para as bacias hidrográficas durante a chuva, estimular o uso consciente de água potável, substituindo-a quando possível pelas águas pluviais, e controlar as enchentes nas cidades (SÃO PAULO, 2007). Diante disso, atualmente (2021) para que um edifício que irá ocupar uma área impermeabilizada maior que 500 m<sup>2</sup> receba aprovação e licença do projeto, ele precisará apresentar reservatório de acumulação.

Para o destino dessa água, o terceiro artigo dessa lei estabelece que deverá “I- infiltrar-se no solo, preferencialmente; ;II- ser despejada na rede pública de drenagem, após uma hora de chuva; III- ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade” (SÃO PAULO, 2007). Sendo a terceira opção a mais sustentável ambientalmente, ao dar uso às águas pluviais, e por consequência, reduzir o consumo de água tratada da rede ou de poços, indicando avanços em relação a década de 70.

Com base na análise comparativa realizada sobre o subsistema hidrossanitário, a linha do tempo da Figura 73 foi traçada.



Figura 73 – Linha do tempo: hidrossanitário (1970 – 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

## 5.6 ELÉTRICA

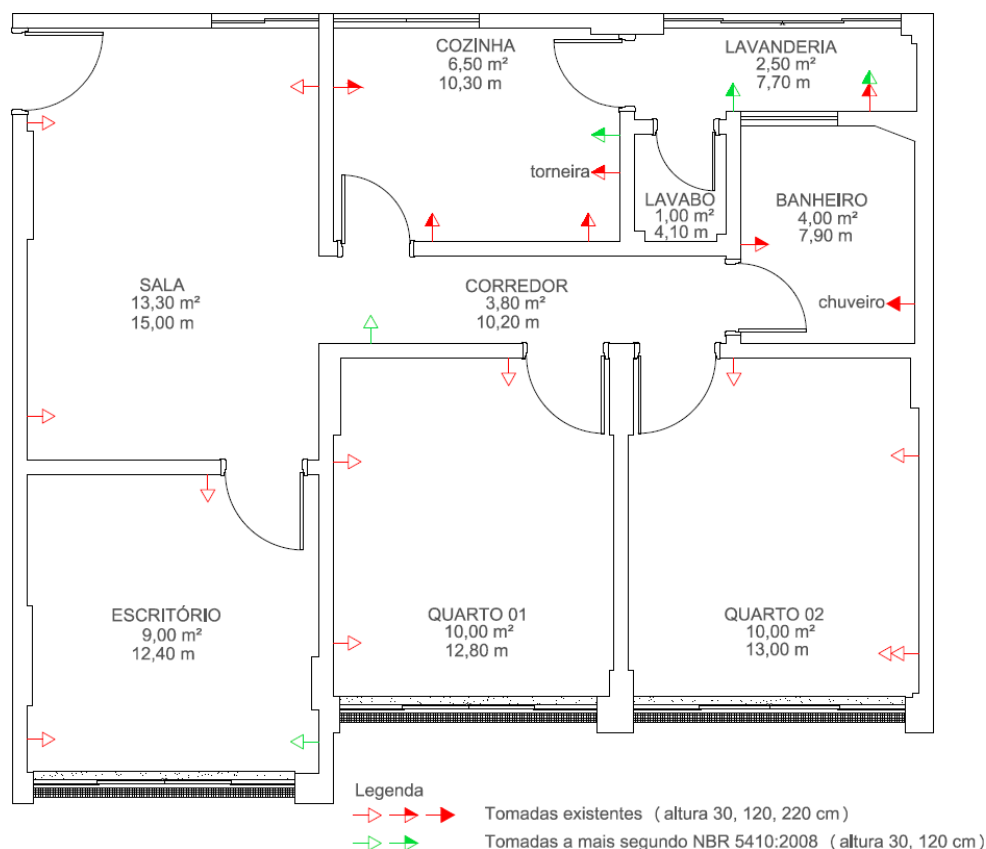
Da década de 1970 para de 2010, a quantidade de carga elétrica requerida em um apartamento elevou-se devido ao aumento da potência dos equipamentos e aumento da quantidade e tipos de eletrodomésticos, como computador, sanduicheira elétrica, *grill*, *air fryer*, adega etc. No apartamento do Casemiro de Abreu, existem, no total, 17 tomadas de uso geral mais duas tomadas de uso específico (torneira e chuveiro), distribuídas no apartamento, conforme Figura 74, sendo identificadas pela cor vermelha.

Com base na vigente (2021) versão corrigida da NBR 5410 de 2008, referente a instalações elétricas de baixa tensão, o cálculo do número de tomadas mínimo foi feito de acordo com a área e o perímetro, para o apartamento do Casemiro de abreu. As tomadas que deveriam existir para estar em conformidade com a NBR 5410 foram inseridas na Figura 74 e identificadas pela



cor verde. Dessa forma, examina-se que em um apartamento contemporâneo (2021) de tamanho similar, a quantidade de tomadas é maior. Portanto, o número de tomadas necessárias aumentou ao longo dessas décadas.

Figura 74 – Pontos de tomadas no Edifício Casemiro de Abreu



Fonte: Autoria própria (2021).

Apesar do Memorial Descritivo apresentado à Prefeitura de São Paulo constar que no Casemiro de Abreu a instalação elétrica “será executada em conformidade c/ projeto e regulamentos da Light”, não há registro desse projeto. Logo, não é possível consultar as informações que estariam contidas nesse documento.

### 5.6.1 Materiais dos eletrodutos

Em relação ao material do eletroduto, a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos de 1980 foi consultada para verificação de quais materiais eram usados na década de 70. Conforme mostrado nas fotografias do livro da Figura 75, a TCPO trata de serviços de assentamento

de eletrodutos metálico esmaltado ou galvanizado e eletrodutos de PVC rígido. Em contrapartida, atualmente (2021) usa-se predominantemente eletrodutos de PVC flexível, quando embutidos, e eletrodutos metálicos em casos de instalações elétricas aparentes.

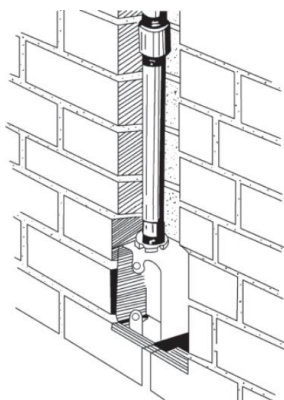
Figura 75 – Trecho da TCPO - assentamento de eletrodutos

07 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS / ALTA E BAIXA TENSÃO		<b>TCPO7</b>				
BAIXA TENSÃO Eletroduto esmaltado ou galvanizado 1" e conexões		SISTEMA PINI TODOS OS DIREITOS RESERVADOS				
070411 ASSENTAMENTO de eletroduto de 1" tipo rígido pesado esmaltado ou tipo galvanizado — UNIDADE: m.						
<b>componentes</b>	<b>consumos</b>	<b>Cr\$ unitário</b>	<b>Cr\$ material</b>	<b>Cr\$ mão de obra</b>	<b>custo total</b>	
Eletroduto de 1"	1,0 m					
Eletricista	0,20 h					
Ajudante	0,20 h					
Leis Sociais						
BDI						
Custo total Cr\$						
ASSENTAMENTO de eletroduto de 1" de PVC rígido rosqueável — UNIDADE: m. 070507						
<b>componentes</b>	<b>consumos</b>	<b>Cr\$ unitário</b>	<b>Cr\$ material</b>	<b>Cr\$ mão de obra</b>	<b>custo total</b>	
Eletroduto de PVC de 1"	1,0 m					
Eletricista	0,60 h					
Ajudante	0,60 h					
Leis Sociais						
BDI						
Custo total Cr\$					070508	

Fonte: TCPO (1980).

Verifica-se que na TCPO de 1980 não há especificação de serviço com eletroduto de PVC flexível, sendo citado apenas o PVC rígido. Já na TCPO de 2019 o eletroduto de PVC flexível corrugado é especificado. Logo, constata-se que o PVC flexível foi criado em um período posterior à época de construção do Casemiro de Abreu, por isso no prédio foi feita a instalação de tubos rígidos (PVC ou metálico), como ilustrado na Figura 76.

Figura 76 – Tubo rígido embutido em alvenaria



Fonte: Creder (2021).

## 5.6.2 Instalação de eletrodutos

### 5.6.2.1 Por embutimento em alvenaria

Dentro dos apartamentos do Casemiro de Abreu, na parte de elétrica, basicamente a técnica construtiva consistia no embutimento das caixas de luz e eletrodutos na laje de concreto armado e no embutimento dos eletrodutos, caixas de passagem, tomadas e interruptores na alvenaria de tijolos cerâmicos que é “rasgada”, criando espaço para instalação desses elementos. Avalia-se que a técnica de cortar a alvenaria gera entulho e trabalho excessivos. Em contraposição, para reduzir o trabalho hoje (2021) existem máquinas conhecidas como "cortadora de parede".

### 5.6.2.2 Entre os furos dos blocos de alvenaria racionalizada

Para eliminar tais desvantagens, surgiram alternativas após os anos 70, sendo uma delas a aplicação de alvenaria racionalizada em que os blocos apresentam furos na vertical, por onde os eletrodutos são passados, seguindo o projeto de alvenaria de vedação, como ilustrado na Figura 77, em que se observa as caixas de tomadas e interruptores encaixadas no recorte pré-feito no bloco. Holanda (2003) relata que a alvenaria racionalizada despontou no findar da década de 1980, com processos semelhantes ao da alvenaria estrutural, originada na década de 70.

Figura 77 – Alvenaria racionalizada com pontos de elétrica pré-definidos



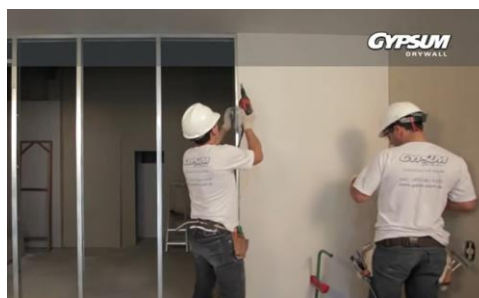
Fonte: Pauluzzi (2021).

### 5.6.2.3 Entre os montantes do *drywall*

Outra alternativa é a utilização de *drywall* nas paredes internas do edifício, eliminando as desvantagens supracitadas de “rasgar” a alvenaria, pois as instalações de elétrica são colocadas

entre os montantes da estrutura do *drywall* (Figura 78). Nessa técnica construtiva, tem-se a industrialização da construção com redução do tempo de execução.

Figura 78 – Montantes da parede de *drywall*

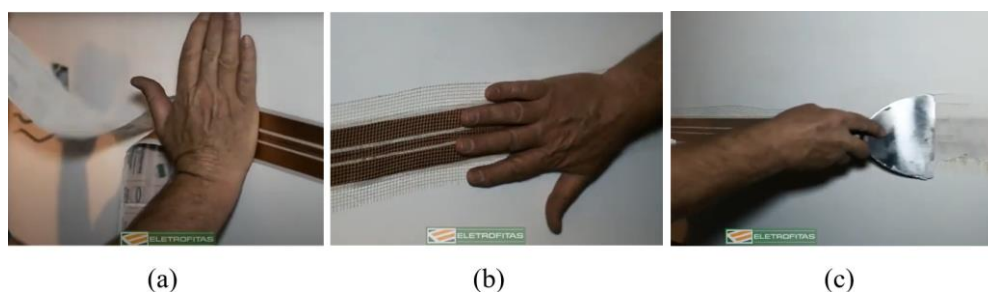


Fonte: Gypsum (2015).

### 5.6.3 Eletrofita para transpor pontos de iluminação e tomadas

Representando uma inovação tecnológica em relação aos anos 70, outra forma de transpor pontos de energia (iluminação e tomadas) é com a utilização da eletrofita, usada principalmente em reformas, sem a necessidade de quebrar a parede. O produto é formado por lâminas de metal condutor que possuem revestimento isolante de policarbonato nos dois lados da fita e cuja técnica construtiva consiste em colar na parede (autoadesivo), posicionar a malha de fibra de vidro sobre a fita, passar massa acrílica e dar acabamento (pintura, textura, papel de parede etc.) (ELETROFITAS, 2021), como mostrado na Figura 79.

Figura 79 – Instalação eletrofita: (a) colar; (b) posicionar malha de fibra de vidro; (c) passar massa acrílica



Fonte: Eletrofita (2019).

Conforme mencionam Macário e Holanda (2018), a eletrofita é constituída de materiais recicláveis e foi idealizada pelo paulistano John Frederick Davies, inspirado no produto chamado

de *undercarpet*, desenvolvido na década de 1960 nos Estados Unidos que apresentava cabos planos. As amostras de Davies foram analisadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnologias em 2007, gerando um relatório sobre condutor elétrico em fita autoadesiva (MACÁRIO; HOLANDA, 2018). Assim, a eletrofitas originou-se desses estudos.

## 5.6.4 Instalação de prumadas de elétrica

### 5.6.4.1 Dentro da alvenaria

Dando sequência, a prumada de elétrica do Casemiro de Abreu está rodeada por alvenaria, dificultando manutenções futuras. Encaminha-se os cabos de energia para os pavimentos em que os medidores de individuais se concentram a cada dois pavimentos, por exemplo, os pavimentos 5º e 6º tem os medidores reunidos no 5º pavimento.

### 5.6.4.2 Dentro de *shafts* de elétrica

Em contraposição, hoje (2021) faz-se o uso de *shafts* de elétrica<sup>10</sup>, similar ao construído para passagem de tubulações hidrossanitárias, porém totalmente separados. Orozco (2018) explica que dentro dos *shafts* de elétrica são chumbados perfilados metálicos para passagem dos cabos de energia, os quais são fixados com fita *hellermann* (abraçadeira de *nylon*), sendo que entre o quadro de distribuição dentro do apartamento e o equipamento de medição não há emendas nos cabos. Na Figura 80 está o detalhe dos cabos fixados ao perfilado metálico com abraçadeira de *nylon*.

### 5.6.4.3 Com barramento blindado

Outra opção para as prumadas de elétrica é o uso de barramento blindado no interior dos *shafts* que, segundo Cunha (2009), da Revista O Setor Elétrico, teve origem na indústria automobilística dos Estados Unidos, nos anos 1920, sendo criados para substituir cabos e fios, diminuindo a complexidade e os custos das mudanças constantes ocorridas no *layout* da fábrica da Ford.

<sup>10</sup> A selagem dos *shafts* de elétrica é necessária na segurança contra incêndio, bem como nos *shafts* de hidráulica.

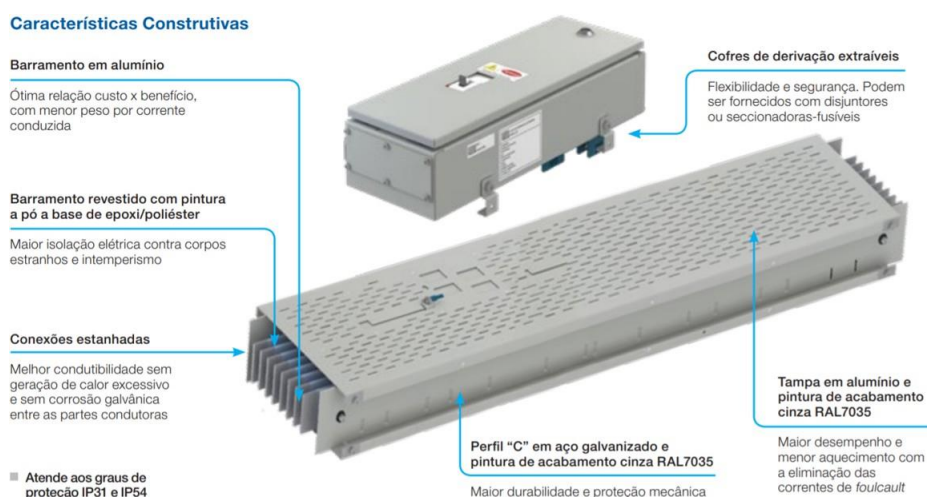
Figura 80 – *Shaft* de elétrica e passagem de cabos em seu interior



Fonte: Orozco (2018).

A autora também relata o crescimento da instalação de barramento blindado nas prumadas de edifícios residenciais entre meados da década de 90 e a década de 2000, no Brasil (CUNHA, 2009). Esse elemento pré-fabricado apresenta as características construtivas descritas na Figura 81. A pré-fabricação das prumadas de elétrica representa uma evolução em relação aos cabos usuais na década de 70.

Figura 81 – Características construtivas - barramento blindado



Fonte: Weg (2019).

A Thórus Engenharia (2020) esclarece que o barramento blindado (*busway*) é formado por barras condutoras (alumínio ou cobre) paralelas, e invólucro metálico que em muitos tipos constituem o condutor de aterramento, pontuando como vantagens: menor tempo de instalação, redução do espaço ocupado no térreo, leitura por telemedição e eliminação de desperdício devido à modulação da técnica construtiva, e desvantagens: ser “um material com variações para cada

fabricante, portanto, no momento da aprovação e definição do projeto é importante já definir um modelo de referência de algum fabricante homologado pela concessionária”.

Complementarmente, segundo a fabricante Weg (2019), quando comparada com a prumada de cabos, o tempo de instalação com barramento blindado é reduzido em até 80%. Além disso, o barramento blindado diminui queda de tensão e perdas de energia elétrica e apresenta sistema de barreira corta-fogo com proteção por até 240 min (WEG, 2019). Portanto, a partir de uma avaliação técnico econômica o uso do barramento blindado como técnica construtiva se faz adequado em edifícios residenciais.

De acordo com Orozco (2018), para instalação do barramento blindado, perfilados metálicos são chumbados dentro do *shaft* sobre os quais são fixadas chapas metálicas para fixação do barramento blindado com parafusos, arruelas e porcas; antes da fixação o barramento blindado é perfurado com furadeira, como mostrado na Figura 82. Nessa imagem é visível a chapa metálica à frente do barramento blindado (elemento vertical) e abaixo da chapa estão os perfilados metálicos.

Figura 82 – Barramento blindado sendo perfurado para fixação



Fonte: Orozco (2018).

### 5.6.5 Automação residencial

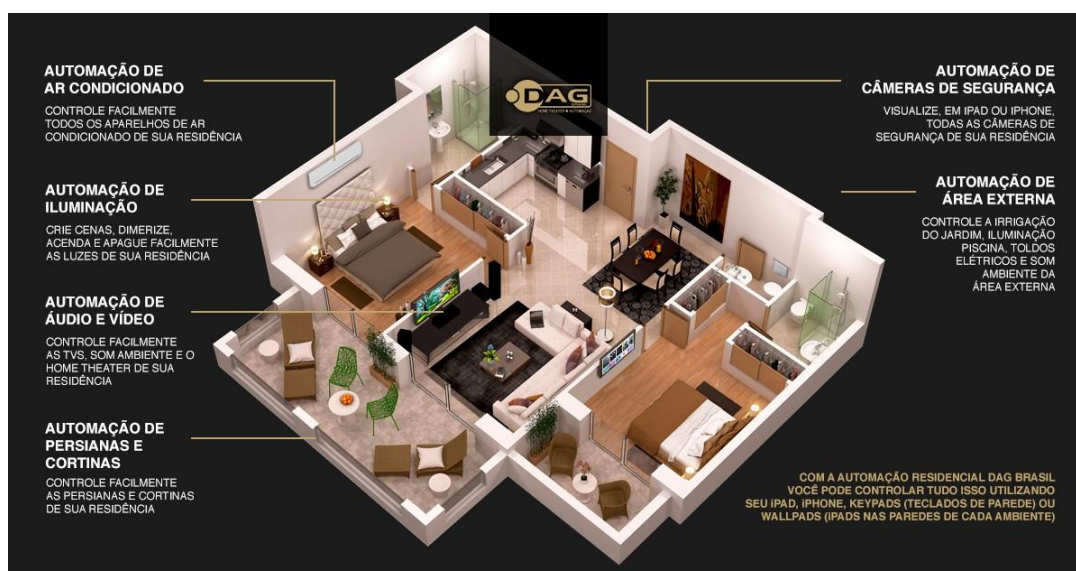
Além do exposto, é interessante citar o desenvolvimento da automação residencial que não existia na época de construção do Casemiro de Abreu. Também conhecida como domótica, segundo Prudente (2017), corresponde à “disciplina que se ocupa da integração das várias



instalações elétricas e informáticas presentes num prédio ou habitação (iluminação, alarme, condicionamento do ar, controle remoto)”, resultando em maior conforto, segurança e controle do consumo energético do morador. Na Figura 83 estão exemplos de aparelhos controlados pela automação de uma residência.

Com o intuito de divulgar e difundir as tecnologias da automação residencial, bem como treinar e formar profissionais, a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial foi criada no ano 2000 (AURESIDE, 2021). É possível considerar esta data como um marco temporal da inserção da automação residencial e predial no país na construção de casas inteligentes.

Figura 83 – Exemplos de automação



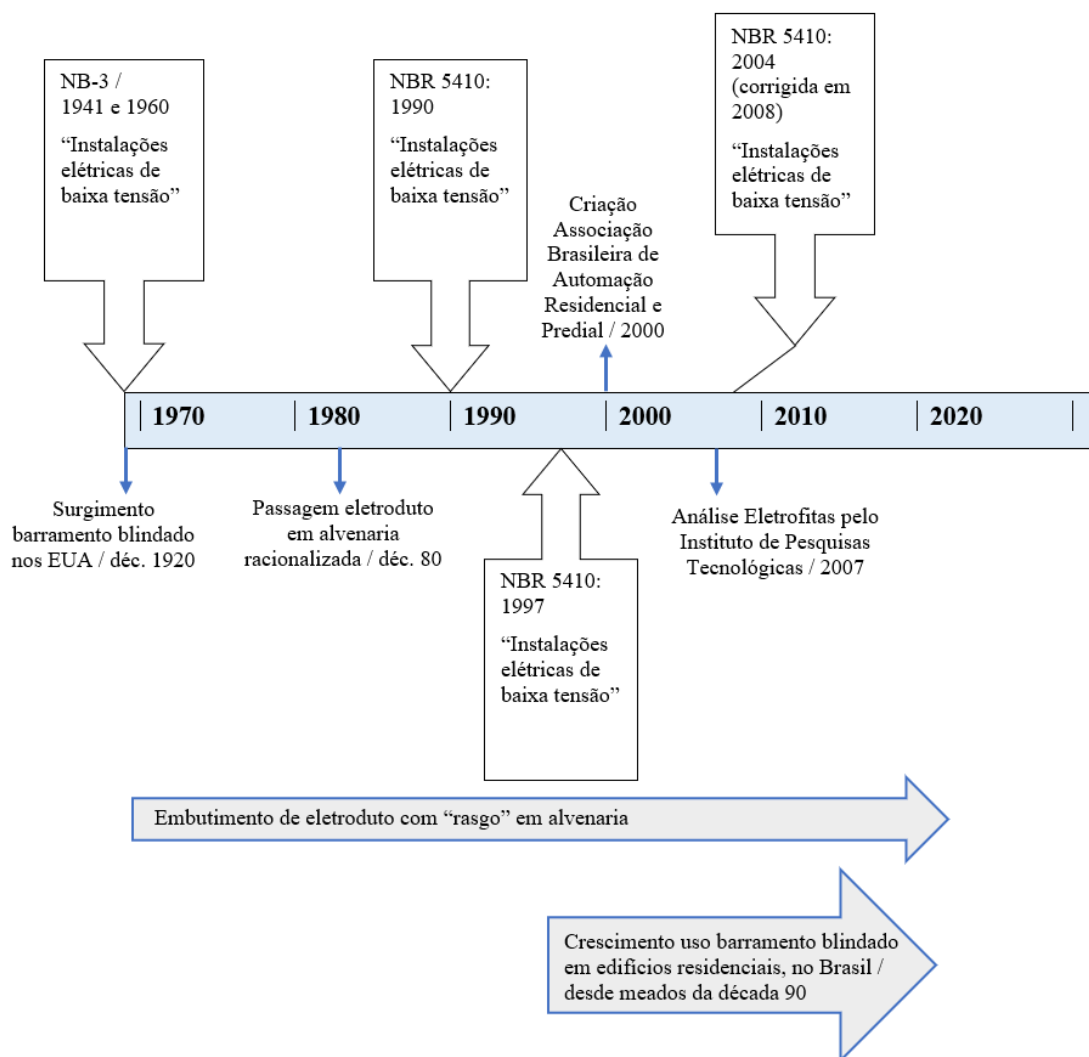
Fonte: DAG Brasil (2021).

Desenvolvido pela AURESIDE, o portal Lar Inteligente (2021) aponta a expansão da automação em empreendimentos residenciais com controle de segurança, iluminação, bombas, aquecedores, câmeras das áreas comuns de prédios e informa que os custos da automação foram reduzidos com a criação do sistema ponto a ponto que pode substituir os sistemas centralizados, sendo utilizada a Internet sem fio *Wi-fi* e comando por assistentes de voz. Assim, com essas tecnologias, o cotidiano dos moradores e funcionários é facilitado em comparação à década de 1970.

Com base na análise comparativa realizada sobre o subsistema de elétrica, a linha do tempo da Figura 84 foi traçada.



Figura 84 – Linha do tempo: elétrica (1970 – 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

## 5.7 GÁS

No passado, o gás nos apartamentos do Edifício Casemiro de Abreu, destinado à cocção de alimentos, era abastecido através de botijões de gás de 13 kg que ficavam localizados dentro das cozinhas. Em reforma geral, na década de 90, mudou-se o sistema para gás encanado de rua, por meio de tubulações de cobre externas ao edifício, removendo os botijões do interior dos apartamentos. O abrigo dos medidores individuais de gás e as tubulações que adentram nos apartamentos pelo lado de fora são mostrados na Figura 85.

Figura 85 – Abrigo dos medidores de gás encanado



Fonte: Autoria própria (2021).

A respeito da legislação, averígua-se que o Código de Obra Arthur Saboya não apresenta nenhuma orientação quanto às instalações prediais de gás (SÃO PAULO (SP), 1934), estando vigente à época de construção do Casemiro de Abreu. Por essa razão, os botijões de gás ficavam locados dentro das cozinhas sem contraindicações.

Essa ausência é justificada, pois segundo conta Guaglianone (1987), até 1937 apenas em uma pequena porção das cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Pernambuco havia abastecimento de gás encanado oriundo do carvão de pedra, por isso, na maioria dos lares usava-se lenha, álcool ou querosene para cozinhar.

Então, em 1937, devido ao acidente no dirigível Hindenburg nos Estados Unidos, as atividades desse tipo de transporte foram paradas e as reservas de gás da companhia alemã Zepelin, sediada no Rio de Janeiro, foram engarrafadas e vendidas pelo gerente da companhia Ernesto Igel, dando início à comercialização de “bujão de gás” no país (GUAGLIANONE, 1987). Ou seja, a disseminação do uso de botijão de gás e a ampliação do abastecimento de gás encanado em São Paulo ocorreu em um período posterior à publicação do Código de Obras Arthur Saboya, em 1934.

Essa situação mudou no Código de Edificações de 1975 e nos artigos 105 e 110 foi estabelecido que as instalações de gás devem ser regulamentadas pelo Decreto nº 12.706 de 1976, publicado posteriormente, e que os compartimentos onde os botijões de gás, fogões e aquecedores estiverem devem apresentar ventilação permanente (SÃO PAULO (SP), 1975).

Assim, a legislação passou a regulamentar as instalações prediais de gás.

Parte do texto do Decreto nº 12.706 de 1976 foi modificado e alterado pelo Decreto nº 17.866 de 1982. Define-se no artigo 2º que as novas edificações em locais da cidade que já apresentam abastecimento de gás encanado “deverão obrigatoriamente dispor de instalação permanente de gás canalizado” (SÃO PAULO (SP), 1976; 1982). Segundo o artigo 3º as novas edificações localizadas dentro do programa imediato de expansão da rede também deverão ser construídas com instalações permanente de gás canalizado (SÃO PAULO (SP), 1976).

No Decreto nº 12.706/1976 é permitido que o botijão fique dentro do apartamento, desde que seja apenas uma unidade, tenha no máximo 40 litros, não fique dentro de armários, escaninho ou canto fechado e o “bujão e o regulador fiquem em local imediatamente contínuo àquele onde se situa o aparelho de utilização e que seja desimpedido e permanentemente ventilado por ter uma das faces, pelo menos, aberta para o exterior da edificação” (SÃO PAULO (SP), 1976), ou seja, em uma varanda com abertura permanente para o exterior do apartamento.

Entretanto, o Decreto nº 24.714 de 7 de outubro de 1987, em seu artigo segundo, diz que as “novas edificações e construções em geral ficam obrigadas a dispor de instalações permanente de gás, assegurando que o armazenamento do gás combustível se processe fora da edificação, bem como possibilitando a utilização de gás proveniente da rede pública” (SÃO PAULO (SP), 1987). Logo, em caso de uso de botijão ou cilindros de gás estes devem estar fora do edifício.

O Decreto nº 24.714/1987 enfatiza que locais da cidade que disponham de gás encanado não podem utilizar botijões ou cilindros nas edificações e que as disposições do decreto serão fiscalizadas pela Companhia de Gás de São Paulo (COMGÁS) (SÃO PAULO (SP), 1987). Essas determinações buscam garantir a segurança da população paulistana que, segundo relatado no próprio decreto, sofria com acidentes em quantidade expressiva (SÃO PAULO (SP), 1987).

Dando continuidade às disposições do Decreto nº 12.706/1976, é apresentado o anexo I de “Normas técnicas para utilização de gás combustível nos edifícios e construções em geral”, o qual regulamenta que (SÃO PAULO (SP), 1976):

(1) a soma das áreas de ventilação permanente superior (altura maior do que 1,50 m) e inferior (altura até 0,80 m) deve ser de no mínimo 800 cm<sup>2</sup>;

(2) os abrigos de medidores de gás não devem estar próximos de hidrômetros, quando localizados no exterior da edificação devem ser ventilados com portas venezianas e no interior não devem ter portas venezianas, sendo a ventilação promovida por tubos direcionados para o

exterior da construção;

(3) as tubulações devem ser de aço ou material equivalente, ligadas por roscas, solda ou flanges;

(4) o tubo luva para proteção do tubo de gás pode ser constituído de aço, concreto ou outro material resistente e deve apresentar estanqueidade à umidade e outras substâncias, sendo utilizado para proteção do ramal interno ao passar por pisos sob elevadas cargas, elementos estruturais e outros casos especiais;

(5) as tubulações de gás localizadas na edificação devem estar acima e estar afastadas 20 cm, no mínimo, de tubulações de água, esgoto e cabos de energia e não pode estar dentro de chaminés, tubos de lixo, dutos de ar condicionado, tubos de águas pluviais e de esgotos sanitários, poços de elevador, dormitórios, locais de abrigo de equipamentos e aparelhos elétricos e compartimentos sem ventilação permanente;

(6) deve-se realizar teste de estanqueidade (injeção de ar ou gás inerte à pressão de 1,0 kg/cm<sup>2</sup>, com os registros fechados, para avaliação de queda ou não de pressão) e de obstrução (injeção de ar ou gás inerte à pressão de 1,0 kg/cm<sup>2</sup>, com os registros abertos, para avaliação na saída nos pontos de alimentação de gás) das tubulações de gás.

Os decretos suprarreferidos de 1976, 1982 e 1987 foram revogados pelo Decreto nº 57.776 de 2017, que regulamenta a lei que aprovou o novo Código de Obras e Edificações do município (SÃO PAULO (SP), 2017b). Então, o vigente (2021) Código de Obras e Edificações, dentro da seção I que versa sobre as responsabilidades e direitos, determina que o projeto de gás deve atender às normativas da ABNT e da concessionária de gás, no caso a COMGÁS (SÃO PAULO (SP), 2017a).

Na sequência, serão discutidas algumas recomendações relacionadas às técnicas construtivas para a instalação de gás contidas em duas versões da NBR 15.526 cuja primeira versão é de 2007 e a em vigência (2021) de 2012, referente ao projeto e execução de redes de distribuição de gás combustível em instalações residenciais. A NBR 15.526 de 2007 cancelou e substituiu a NBR 13.932 de 1997.

### **5.7.1 Identificação das tubulações de gás**

De acordo com a primeira edição da NBR 15.526 de 2007, as tubulações aparentes que se encontram na fachada podem ser pintadas da mesma cor desta, ao invés de serem pintadas

de amarelo como recomendado para as garagens e áreas comuns do prédio (ABNT, 2007). Em conformidade, assim foi executado no Casemiro de abreu na reforma na década de 90.

Em todos os casos, a tubulação deve “ser identificada com a palavra ‘GÁS’ na tubulação a cada 2 m ou em cada trecho aparente, o que primeiro ocorrer” (ABNT, 2007, p. 18). Constata-se uma pequena mudança na identificação do sistema de gás na versão vigente (2021) da NBR 15.526 de 2012, a qual estabelece que a tubulações ou suportes de fixação precisam ser identificados com a palavra “GÁS” a cada 10 metros ou em cada trecho aparente (ABNT, 2012).

### **5.7.2 Ensaio de estanqueidade**

Além do dimensionamento, a NBR 15.526 trata dos dispositivos de segurança, do abrigo de medição, das tubulações de gás e do ensaio de estanqueidade (ABNT, 2012). Avalia-se que as recomendações em relação às instalações das tubulações são similares ao que regulamentava o antigo Decreto 12.706/1976.

Ao passo que o ensaio de estanqueidade é mais detalhado descritivamente na NBR 15.526:2012 do que no Decreto 12.706/1976, devendo ser realizado em duas etapas com a montagem da rede finalizada e, então, com os reguladores de pressão e as válvulas de alívio ou bloqueio instalados (ABNT, 2012). Realizam-se o teste com gás comprimido ou gás inerte com acompanhamento do instrumento de medição de pressão calibrado para identificar possíveis pontos de vazamento de gás, sendo emitido laudo técnico (ABNT, 2012).

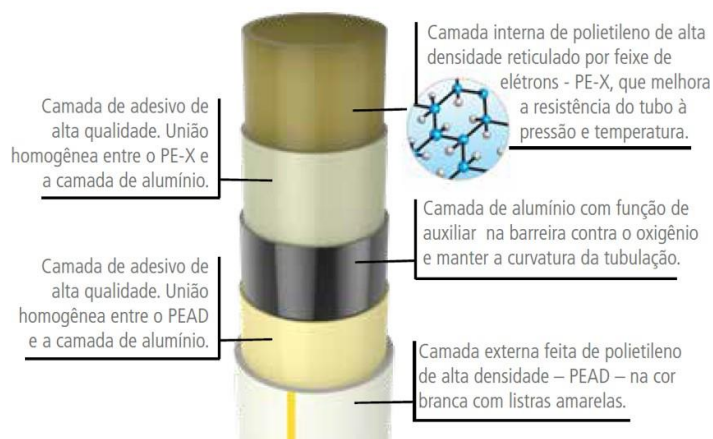
### **5.7.3 Materiais das tubulações de gás**

Quanto aos materiais das tubulações, conexões e elementos de interligação, a NBR 15.526 permite o uso de tubulações de aço-carbono, cobre rígido e flexível e polietileno (PE80 ou PE100), de conexões de aço forjado, ferro fundido maleável, cobre, polietileno e com terminais de compressão em tubos de cobre e tubos de polietileno e elementos de interligação composta por mangueira flexível de borracha, tubo flexível metálico, tubo de condução de cobre flexível e tubo flexível de borracha (ABNT, 2007; 2012).

Outro material disponível atualmente (2021) que não está contemplado na NBR 15.526 é o tubo multicamada composto por PEX, adesivo, alumínio e PEAD (polietileno de alta densidade), mostrado na Figura 86 (TIGRE, 2021). A Revista Brasil Engenharia (2014) divulgou o

lançamento da linha PEX multicamada da empresa Tigre, em 2014, denominada ALPEX GÁS, cuja tecnologia já estava presente no mercado da Europa.

Figura 86 – Camadas do tubo TigreGás



Fonte: Tigre (2021).

Segundo a fabricante Tigre (2021), esse tubo – chamado hoje de TigreGás – apresenta proteção anti-UV, podendo ser utilizado em áreas externas, contudo, se as tubulações estiverem expostas a vandalismo e danos, é recomendado a instalação de calha de aço carbono zincada ou pintada (Figura 87), com ventilação em cima e embaixo.

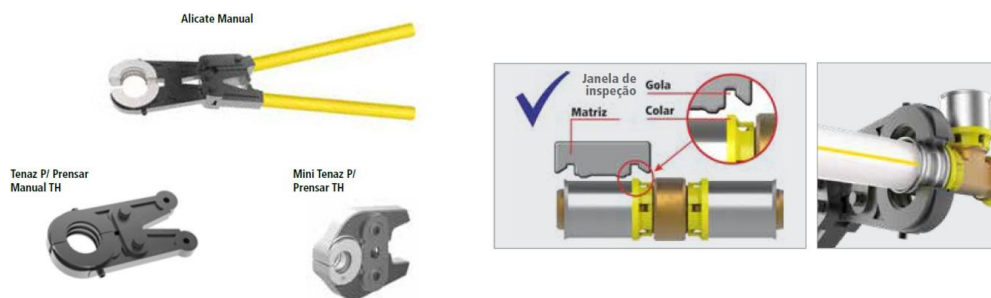
Figura 87 – Calha para proteção dos tubos multicamada para gás



Fonte: Tigre (2021).

Na técnica construtiva de instalação, os tubos PEX multicamada e as conexões de latão são unidos por prensagem com alicate que “prensa” a capa de cripagem em aço inoxidável ao tubo (TIGRE, 2021), conforme Figura 88. Quando bem executado, a segurança proporcionada por essa técnica de prensagem é maior do que a ligação manual das conexões e tubos na década de 70.

Figura 88 – Prensagem do tubo multicamada



Fonte: Tigre (2021).

Complementarmente, a NBR 15:526 indica que a instalação dos aparelhos a gás deve seguir a NBR 13.103, cuja primeira versão é de 1994 e a em vigência atualmente (2021) de 2012, estabelecendo que entre a distribuição interna e cada aparelho deve ser instalado válvula de bloqueio e que aparelhos a gás (como fogões) suscetíveis a serem movidos do lugar pelo usuário, devem ser ligados à rede de distribuição com tubos flexíveis (ABNT, 2012).

#### 5.7.4 Ventilação permanente em ambientes internos com aparelhos a gás

A instrução de haver ventilação permanente nos ambientes que apresentam aparelhos a gás (aquecedor, fogão) e as alturas para ventilação superior e inferior contidas no Decreto 12.706/1976, também são expostas no guia técnico de instalação residencial de gás da COMGÁS (2021) (Figura 89), normatizado na NBR 13.103:2020.

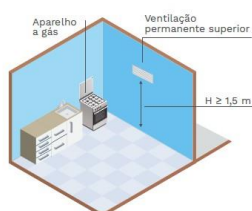
Figura 89 – Exemplos de locais para ventilação permanente

#### Exemplos de Ventilação

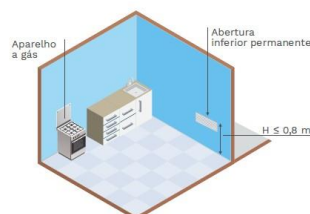
Exemplos de ventilação de ambiente



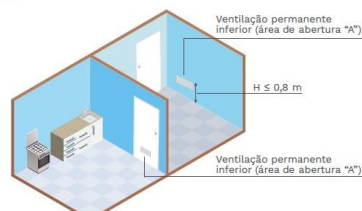
Exemplo de ventilação superior para ambiente externo



Exemplo de ventilação inferior para ambiente externo



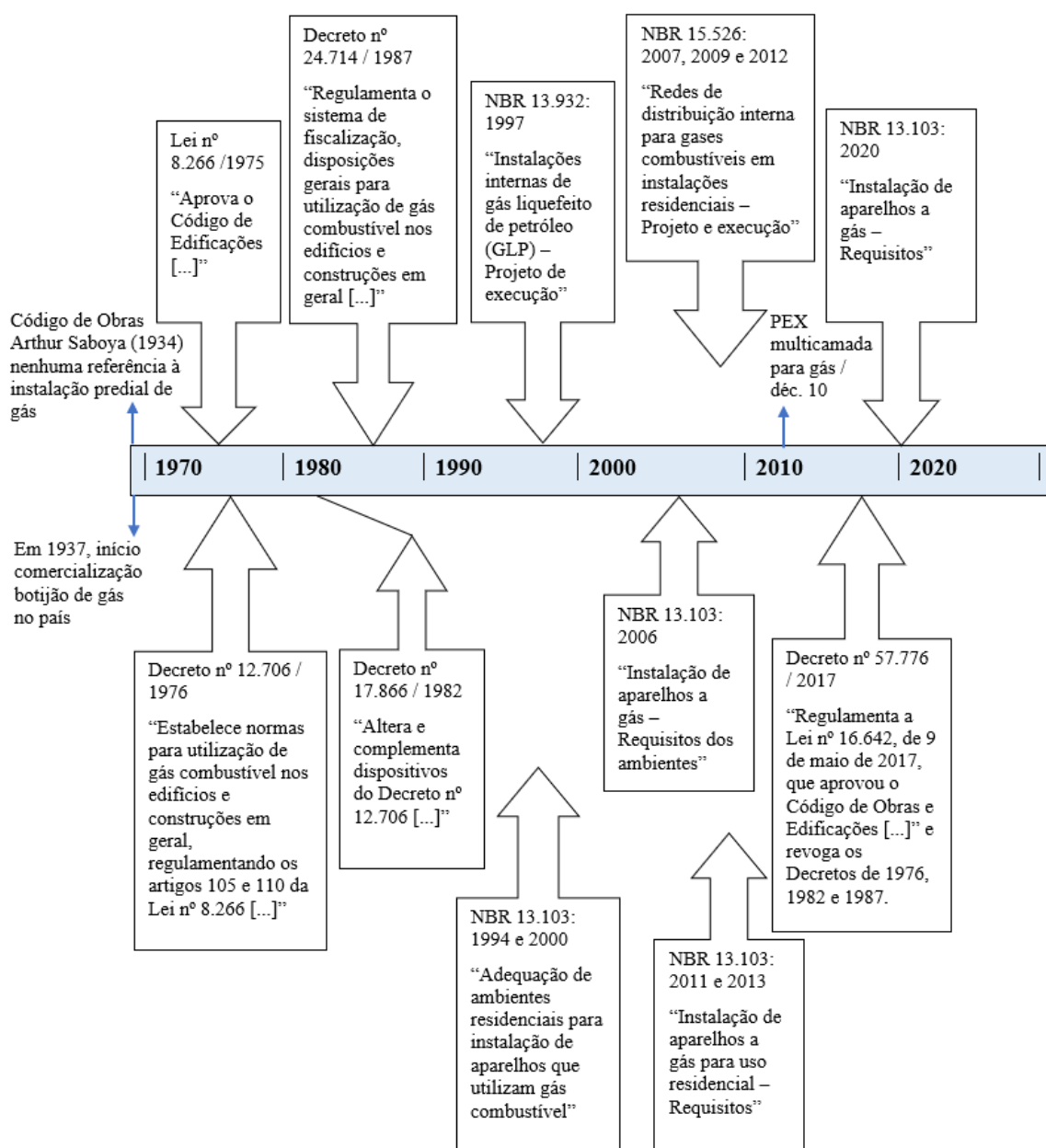
Exemplo de ventilação por ambientes comunicados ao exterior



Fonte: COMGÁS (2021).

Em vista da inexistência de recomendações relativas ao subsistema de gás no Código de Obras Arthur Saboya vigente à época de Construção do Casemiro de Abreu, nesta seção, foram apresentadas algumas recomendações contidas em normas e legislações posteriores para execução das técnicas construtivas relacionadas com a montagem e instalação das tubulações que encaminham o gás para os aparelhos de utilização. Assim, com base na análise comparativa realizada sobre a instalação de gás, a linha do tempo da Figura 90 foi traçada.

Figura 90 – Linha do tempo: gás (1970 - 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).



## 5.8 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

No que concerne à segurança contra incêndio, o período anterior às tragédias nos Edifícios Andraus e Joelma, em 1972 e 1974, respectivamente, é retratado a seguir por Negrisoló:

A regulamentação relativa ao tema era esparsa, contida nos Códigos de Obras dos municípios, sem quaisquer incorporações do aprendizado dos incêndios ocorridos no exterior, salvo quanto ao dimensionamento da largura das saídas e escadas de circulação, da determinação da necessidade de incombustibilidade das mesmas escadas e da estrutura de prédios elevados. Os Corpos de Bombeiros possuíam sua regulamentação advinda da área securitária, estabelecendo em geral a obrigatoriedade de medidas de combate a incêndio, como provisão de hidrantes e extintores, além da sinalização desses equipamentos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tratava do assunto por intermédio do Comitê Brasileiro da Construção Civil, pela Comissão Brasileira de Proteção Contra Incêndio, regulamentando mais os assuntos ligados à produção de extintores de incêndio. [...]

Toda avaliação e classificação de risco era decorrência do dano ao patrimônio, sendo a única fonte reguladora dessa classificação a Tarifa Seguro Incêndio do Brasil (TSIB) (NEGRISOLO, 2011, p. 8-9).

Dado este panorama, ocorreu que após esses dois grandes incêndios, a legislação edilícia paulistana foi modificada e novas normas foram criadas, prevendo medidas de segurança contra incêndio e instruções para saídas de emergência. Conforme menciona Ono (2007, p. 99), o Código de Obras de 1975 de São Paulo (SP) “foi o primeiro código de obras no país que contemplava medidas amplas para assegurar o abandono seguro das edificações”. Diante disso, nesta seção, será dado enfoque para as escadas de edifícios residenciais.

No Código de Obras de 1975 foi incluída a obrigatoriedade de escadas de segurança e saídas de emergência em edificações residenciais, com área total de construção maior do que 750 m<sup>2</sup> (SÃO PAULO (SP), 1975). A quantidade desses elementos depende do gabarito de altura do edifício, de acordo com o estabelecido na seção G sobre “Condições mínimas das escadas e saídas” (SÃO PAULO (SP), 1975).

As escadas de segurança apresentam as seguintes características principais como técnica construtiva, segundo esse novo código (SÃO PAULO (SP), 1975):

- (1) lances retos;
- (2) corrimãos de ambos os lados;
- (3) largura mínima de 1,20 m e máxima de 3,00 m;
- (4) material constituinte a prova de fogo e fumaça, paredes resistentes a 4 horas de fogo;

(5) apresenta antecâmara ventilada por onde o acesso a escada é feito;

(6) a antecâmara pode ser em balcão ou terraço – apresentam face aberta para o exterior com guarda-corpo – ou em vestíbulo – apresenta janela voltada para exterior ou poço;

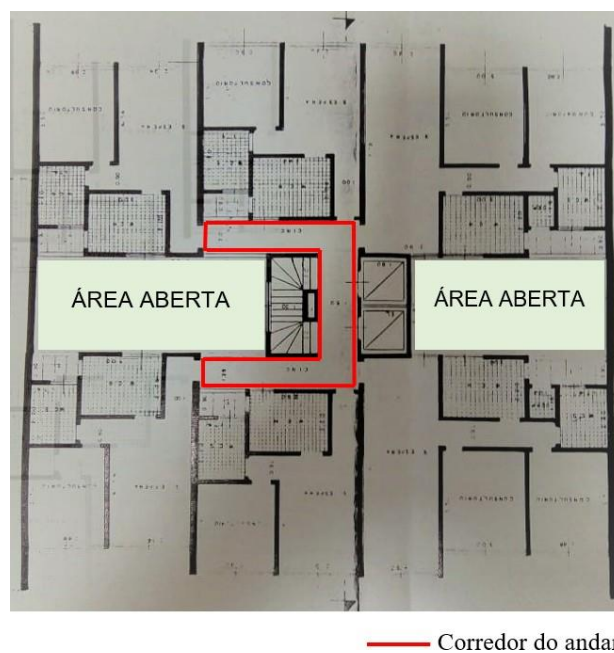
(7) em substituição à ventilação natural, as escadas podem apresentar pressurização por insuflação de ar, com equipamentos que funcionem mesmo em situação de incêndio;

(8) “as portas de elevadores não poderão abrir para a caixa de escada, nem para a antecâmara”;

(9) portas “abrirão sempre no sentido de quem, da edificação, sai para o exterior”, com vão maior ou igual a 80 cm e resistência de 1,30 horas de fogo.

Por ter sido construído em 1973, antes da publicação desse novo Código, a escada do Edifício Casemiro de Abreu não se configura como uma escada de segurança, pois não apresenta antecâmara e os lances não são retos (formam um leque). Na planta baixa da Figura 91, observa-se que a escada se comunica diretamente com os elevadores e com o corredor do andar que está delimitado pelo perímetro vermelho, sendo a escada iluminada e ventilada naturalmente por meio de janelas voltadas para a área aberta (correspondente à reentrância do formato H do prédio).

Figura 91 – Localização da escada e da caixa de elevadores



Fonte: Modificado do Conjunto Condomínio Castro Alves (2021).

Então, no Código de Obras de 1992, as escadas de segurança passam a ser denominadas de “escadas protegidas”, não há especificação de antecâmara constituída por balcão ou terraço, sendo

apenas especificado antecâmara em vestíbulos com ventilação natural ou forçada e permanece as mesmas recomendações do COE de 1975, de largura mínima de 1,20 m e apresentar corrimãos de ambos os lados da escada (SÃO PAULO (SP), 1992a).

O COE de 1992 determina que, minimamente, edificações residenciais multifamiliares com altura entre 12 e 80 m devem apresentar uma (1) escada protegida (item 12.8.4), e com altura maior do que 80 m, mais de uma (1) escada protegida (item 12.8.5), com adendo para edificações residenciais multifamiliares com altura menor ou igual a 27 m em que não é exigido antecâmara nas escadas (item 12.9.2) (SÃO PAULO (SP), 1992a).

Além disso, verifica-se que no Decreto nº 32.329, que regulamenta o Código de Obras de 1992, no Anexo 12, é feito o enquadramento como escada protegida no inciso quinto “Escada ‘protegida’, ‘enclausurada’ e ‘à prova de fumaça’ conforme NTO – NBR 9077, de acordo com os limites fixados na Tabela 2 desta Norma” (SÃO PAULO (SP), 1992b). Dessa forma, constata-se a indicação de uma norma da ABNT pela legislação.

Essa situação também é verificada no Anexo I sobre disposições técnicas do Código de Obras ilustrado de 2017, vigente em 2021, o item 6 trata das condições de segurança de uso e circulação, enfatizando que tais condições devem ser satisfeitas em conformidade com normas pertinentes, sejam elas normas técnicas ou instruções técnicas (SÃO PAULO (SP), 2017). Neste COE é feita especificação de “escadas protegidas” e “escadas à prova de fumaça”.

Duarte (2018) destaca a importância do engenheiro e arquiteto serem protagonistas ao projetarem edifícios visando a segurança contra incêndio e esclarece que apesar das normas da ABNT apresentarem caráter voluntário, elas manifestam relevância jurídica e técnica, e a legislação pode determinar sua aplicação. Tal circunstância ocorre nos Códigos de Obras de 1992 e 2017 que indicam a aplicação de normas.

Cabe salientar que além das normas da ABNT, o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo apresenta as Instruções Técnicas nº 11 de 2019, referente a “Saídas de emergência” (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019a) e a nº 13, também de 2019, sobre “Pressurização de escada de segurança” (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2019b), ambas com detalhes de dimensionamento que devem ser seguidos para obtenção do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros.

As normas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas versam sobre muitas partes de um sistema de segurança contra incêndio que devem estar presentes em um edifício de apartamentos, tais como iluminação e sinalização de emergência, hidrantes, mangotinhos,

extintores, alarmes de incêndio dentre outros. Devido a essa amplitude, neste trabalho, como comentado no início desta seção, será dado enfoque apenas na norma sobre saídas de emergência na parte da norma que trata sobre escadas, a NBR 9.077.

Com base na narrativa de Raul Rego Faillace, Negrisolo (2018), no 6º Workshop do Grupo de Fomento à segurança Contra Incêndio – onde são apresentados os trabalhos na minuta da NBR 9.077 –, contextualiza a criação da NB 208, em 1974, denominada “Saídas de emergência em edifícios altos”, depois do incêndio no Edifício Joelma e comenta que seu desenvolvimento na Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresentava erros de fundamento (adoção de duto sem entrada de ar) identificado pela Faculdade de Arquitetura.

Segundo o autor, até 1985, ano em que foi publicado a NBR 9.077 “Saídas de emergência em edifícios”, os arquitetos do país não tinham diretrizes claras para seguirem, a fim de proporcionar segurança na circulação dos prédios. Então, em 1993 é feita nova revisão, e em 2001, ocorre apenas a substituição de citação da versão de 1993 (NEGRISOLO, 2018).

Por fim, Negrisolo (2018) alerta sobre a falta de incorporação da norma de acessibilidade na NBR 9.077:2001 e discorre sobre mudanças que precisam ser feitas na norma, como passar a definir o risco a partir das características dos ocupantes da edificação e da velocidade de crescimento do fogo, considerando que atualmente o risco é definido pela ocupação e carga de incêndio. Logo, apesar dos avanços contidos na NBR 9.077, uma nova versão é necessária.

## **5.8.1 Características de escadas para segurança contra incêndio**

### **5.8.1.1 Dutos para lixo ao redor da escada**

No Casemiro de Abreu, os lances das escadas foram construídos ao redor de uma estrutura que forma uma espécie de duto (Figura 92), onde o lixo dos apartamentos era lançado até o pavimento da garagem. No prédio, há muito tempo esse sistema foi desativado, devido ao mal cheiro que era causado e presença de insetos. O espaço foi aproveitado para passagem de tubulações de elétrica e telefonia, com instalação da caixa de inspeção localizado à esquerda na Figura 92.

Em oposição a essa prática nos edifícios, o terceiro parágrafo do artigo 34 do Código de Obras de 1975 estabelece que no “recinto da caixa de escada ou da antecâmara não poderá ser colocado nenhum tipo de equipamento ou portinhola para coleta de lixo.” Logo, a partir de meados da década de 70, a técnica construtiva de dutos para passagem de lixo na caixa de escada foi proibida e descontinuada.

Figura 92 – Duto para passagem de lixo no Casemiro de Abreu



Fonte: Autoria própria (2021).

#### 5.8.1.2 Corrimãos

Para aumentar a segurança de uso, os corrimãos da escada do Casemiro de Abreu foram trocados ao longo do tempo. Houve a substituição do modelo de corrimão retangular para um modelo tubular contínuo, mostrado na Figura 93. Além disso, os corrimãos próximos a parte mais estreita da escada no formato em leque foram removidos, como é visível na Figura 92, pois não é seguro descer e subir os degraus na região da escada que sofre diminuição da pisada. Essa situação é diferente do recomendado na escada de segurança com lances retos, em que é obrigatório corrimãos em ambos os lados.

Figura 93 – Corrimão tubular novo



Fonte: Autoria própria (2021).

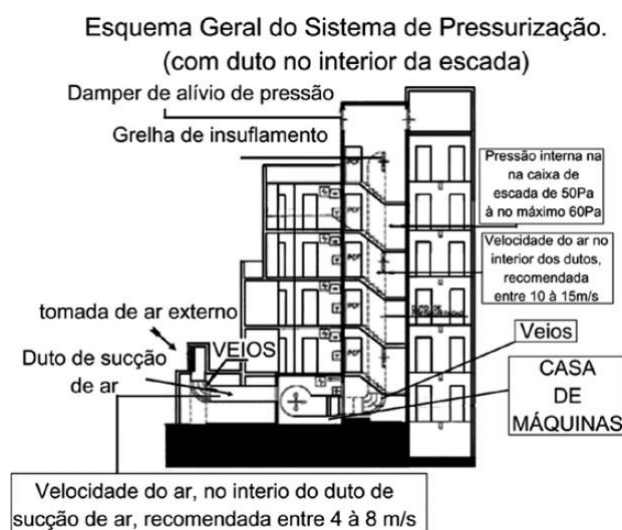
### 5.8.1.3 Pressurização de escadas de emergência

A NBR 9.077, em vigência (2021), define **escada enclausurada protegida** como “escada devidamente ventilada situada em ambiente envolvido por paredes corta-fogo e dotada de portas resistentes ao fogo” (ABNT, 2001, p. 3) e **escada não enclausurada** como “escada que, embora possa fazer parte de uma rota de saída, se comunica diretamente com os demais ambientes, como corredores, *halls* e outros, em cada pavimento, não possuindo portas corta-fogo” (ABNT, 2001, p. 3).

Além de definir escadas à prova de fumaça em dois tipos: **escada enclausurada à prova de fumaça** como “escada cuja caixa é envolvida por paredes corta-fogo e dotada de portas corta-fogo, cujo acesso é por antecâmara, igualmente enclausurada, ou local aberto, de modo a evitar fogo e fumaça em caso de incêndio” (ABNT, 2001, p. 3) e **escada à prova de fumaça pressurizada** como “escada à prova de fumaça, cuja condição de estanqueidade à fumaça é obtida por método de pressurização” (ABNT, 2001, p. 3).

Segundo Seito *et al.* (2008), a pressurização com ventiladores promove a renovação do ar e evita que a fumaça entre na caixa de escada, devido à pressão (50/60 Pascal) ser maior do que do lado de fora da caixa, proporcionando fuga com segurança e conforto térmico. O esquema de pressurização é ilustrado na Figura 94. Logo, tem-se uma técnica construtiva que contribui para a segurança e que passou a ser prevista no COE de 1975, após os dois grandes incêndios de São Paulo e que permanece prevista no COE vigente (2021).

Figura 94 – Pressurização de escadas de emergência



Fonte: Seito *et al.* (2008).

#### 5.8.1.4 Quantidade mínima

Na NBR 9.077 são definidas exigências para saída segura dos moradores e para facilitar o acesso do corpo de bombeiros, em caso de incêndio (ABNT, 2001). Em um prédio, para determinar a quantidade mínima de saídas (caminhos) e o tipo de escadas exigidas pela normativa, são necessárias as seguintes informações: área do pavimento, altura (códigos K, L, M, N e O de acordo com altura do edifício) e tipo de ocupação (A-2 = residencial de habitações multifamiliares). Com essas informações, o Quadro 9 é consultado, determinando se a escada será do tipo à prova de fumaça (PF), enclausurada protegida (EP) ou não enclausurada (NE).

Baseando-se nessa norma, se o Casemiro de Abreu fosse construído em 2021 com as mesmas características de área de pavimento menor do que 750 m<sup>2</sup> (código P), altura maior do que 30 metros (código O – “Edificações altas”) e ocupação residencial multifamiliar (código A-2), ele seria projetado com escada do tipo à prova de fumaça e, no mínimo, uma saída.

Quadro 9 – Definição da quantidade de saídas de emergência e tipo de escadas

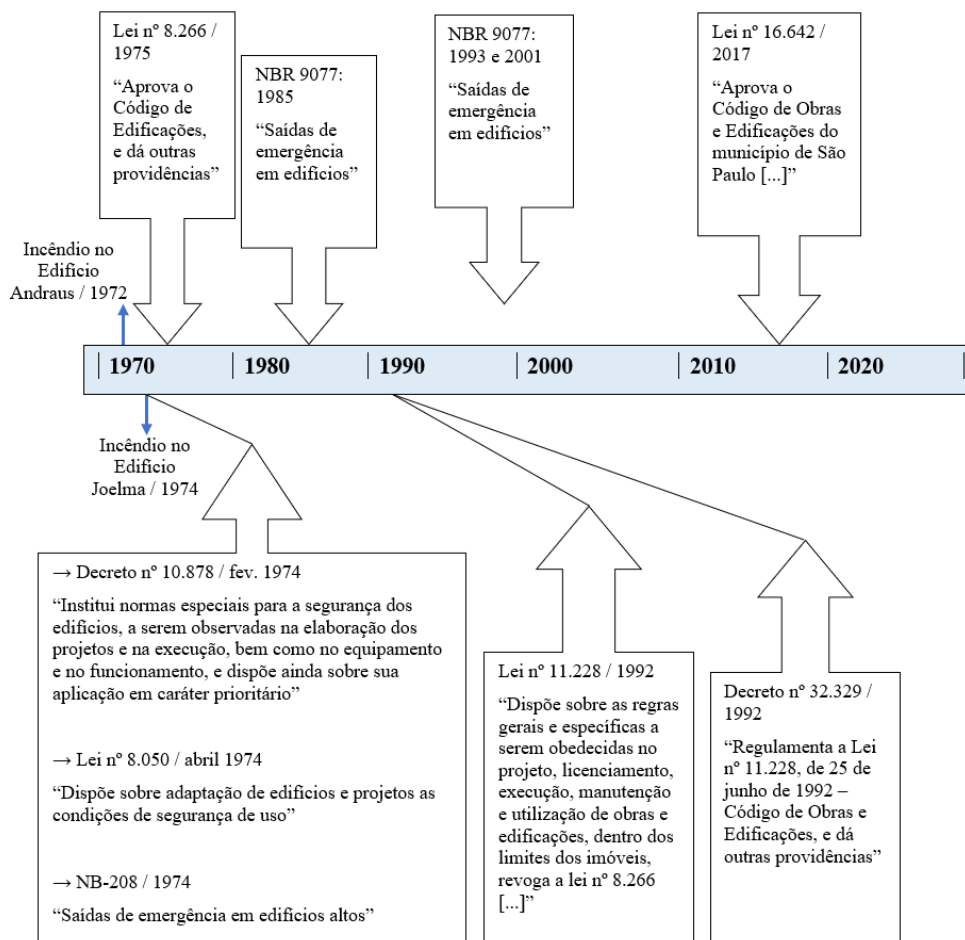
Dimensão		P (área de pavimento ≤ 750 m <sup>2</sup> )										Q (área de pavimento > 750 m <sup>2</sup> )									
Altura		K		L		M		N		O		K		L		M		N		O	
Ocupação		N <sup>qs</sup>	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.
Gr.	Div.																				
A	A-1	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	-	-
	A-2*	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	PF	1	1	NE	2*	NE	2*	EP	2*	PF	PF	PF
	A-3	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	1	1	NE	2	NE	2	EP	2	PF	PF	PF

Fonte: NBR 9.077 (2001).

Cabe destacar que segundo a NBR 9.077 (item 4.9.1) é obrigatório a previsão e instalação de elevadores de emergência em edificações – incluindo edifícios residenciais – que apresentem altura com mais de 20 pavimentos (ABNT, 2001). Isto porque, quanto mais alto é o edifício mais lances de escada para descer em uma situação de emergência são necessários, o que pode se tornar um problema principalmente para crianças, idosos e pessoas com deficiências, havendo a necessidade de utilizar elevadores apropriados de emergência.

Com base na análise comparativa realizada sobre segurança contra incêndio em edifícios, com enfoque nas escadas de saídas de emergência, a linha do tempo da Figura 95 foi traçada.

Figura 95 – Linha do tempo: segurança contra incêndio (1970 – 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

## 5.9 COBERTURA

No Memorial Descritivo apresentado à Prefeitura de São Paulo pela construtora Elias & Elias, está descrito que a cobertura do Casemiro de Abreu será: “em telhas de barro assentes sobre madeiramento de peroba”. Fornecida essa informação, a análise comparativa dos edifícios paulistanos entre as décadas de 1970 e 2010 será feita a partir das seguintes observações de Pinheiro (2008):

... em nosso clima tropical, a utilização de lajes planas na cobertura de edifícios teve forçosamente de esperar o aperfeiçoamento dos processos para sua impermeabilização. Assim, todos os prédios construídos em São Paulo entre 1930 e o final da década de 1940 têm suas lajes de cobertura protegidas com telhados tradicionais, de estrutura de madeira e telhas francesas ou – mais raramente – telhas onduladas Eternit. Alguns deles, entretanto, chegaram a incorporar os telhados-jardim preconizados por Le Corbusier em parte de suas coberturas (PINHEIRO, 2008, p. 112).



Diante disso, entende-se que as coberturas dos edifícios paulistanos passaram por mudanças, de acordo o surgimento de materiais que possibilitaram a criação de espaços ocupáveis no topo do edifício com lajes impermeabilizadas e telhados verdes, ou que permitiram a construção de telhados com outros tipos de telha para além da telha cerâmica.

Tal mudança pode ser observada na cobertura do Edifício Casemiro de Abreu, mostrada na imagem aérea da Figura 96, que originalmente apresentava telhas cerâmicas sobre estrutura de madeira, que foram substituídas por telhas sanduíche trapezoidal, com isolante em poliuretano, destacadas nas fotografias da Figura 97. Essas fotos do telhado do prédio foram cortesmente cedidas pela subsíndica Perolina Vieira.

Figura 96 – Imagem aérea do telhado do Edifício Casemiro de Abreu



Fonte: Google Earth (2021).

A Figura 97 contém fotos dos telhados invertidos com duas águas das regiões esquerda e direita do formato H do prédio. Nas fotos é visível que o caimento do telhado é superior a 30% e, considerando que o caimento mínimo para telha trapezoidal é em torno de 5%, verifica-se que a estrutura de madeira do telhado original foi reaproveitada na ocasião da substituição das telhas.

Figura 97 – Detalhe do caimento do telhado da região: (a) esquerda; (b) direita



(a)

(b)

Fonte: Vieira (2020).

Com essa mudança, houve alívio do peso das telhas cerâmicas que apresentam peso superior, tanto secas quanto molhadas, em relação ao peso das telhas sanduíche e alívio também do calor e som transmitidos para o pavimento logo abaixo da cobertura, devido às propriedades termoacústicas das telhas sanduíche.

### 5.9.1 Materiais das telhas de cobertura

As Tabelas de Composição de Custos para Orçamentos dos anos de 1980 e 2019 foram consultadas para criação do Quadro 10, que contém os tipos de telhas disponíveis na década de 1970 e na década de 2010. Comparativamente, avalia-se que na década de 70 já existiam os diversos tipos de telhas que estão disponíveis no mercado, considerando o ano de 2021, com destaque para telha termoacústica que está especificada na TCPO de 1980 bem como na TCPO 2019, porém sem indicação do material da estrutura metálica na edição de 1980.

Quadro 10 – Tipos de telhas existentes na TCPO 1980 e 2019

<b>TCPO 1980</b>	<b>TCPO 2019</b>
<b>TELHAS DE</b>	<b>TELHAS DE</b>
Cerâmica (francesa ou marselhesa, paulista ou colonial, plan)	Cerâmica (francesa, paulista, plan, colonial)
-	Concreto
Concreto colorida	Concreto colorida
Fibrocimento	Fibrocimento
Alumínio	Alumínio (envernizada ou pintada)
PVC rígido	Plástico
Poliéster reforçado com fibras de vidro e fios de náilon	-
-	Alumínio termoacústica
-	Aço galvanizado termoacústica
Aço zincada	-
Termoacústica	-

Fonte: Criado com base em TCPO (1980) e TCPO (2019).

Além das telhas especificadas na TCPO de 2019, existem outros tipos de telhas disponíveis no mercado, como telha esmaltada, de vidro, fotovoltaica – opção sustentável em diversos tamanhos e formatos –, pet, policarbonato e de fibra vegetal, expostas na Figura 98.

Figura 98 – Tipos de telhas encontradas no mercado em 2021



Fonte: Tua Casa [201-].

### 5.9.2 Impermeabilização da cobertura

Para a criação de espaços ocupáveis na cobertura, a impermeabilização da laje é um item de serviço necessário. Schreiber (2012, p. 16) relata que em 1975 o Instituto Brasileiro de Impermeabilização foi criado e afirma que a “história da impermeabilização no Brasil é relativamente recente, pois até os anos 1970 existiam poucas soluções no mercado”.

Ao passo que a vigente (2021) versão da NBR 9.575, sobre projeto e seleção de impermeabilização de 2010, elenca diversos tipos de impermeabilização divididos entre cimentícios, asfálticos e poliméricos, dispostos no Quadro 11. Dessa forma, averigua-se que no intervalo deste estudo (décadas de 1970 a 2010), a indústria de materiais da construção civil desenvolveu uma quantidade expressiva de soluções para impermeabilização.

São inúmeras soluções que podem ser adotadas em um projeto de impermeabilização, cada qual com técnicas construtivas específicas<sup>11</sup>, em geral não é recomendável aplicação de impermeabilização rígida (ex. argamassa polimérica) em lajes, pois essas sofrem exposição solar direta que provoca movimentação por dilatação e contração, podendo danificar este tipo de impermeabilização. Para exemplificar, na ilustração da Figura 99 são indicadas as camadas

<sup>11</sup> Como visto, existem diversas opções disponíveis no mercado, considerando o ano de 2021. Devido a essa extensão, neste trabalho, não serão discutidas as técnicas construtivas de todas as opções listadas pela NBR 9.575:2010, sendo exposto apenas um exemplo de impermeabilização de laje de cobertura.

Quadro 11 – Tipos de impermeabilização

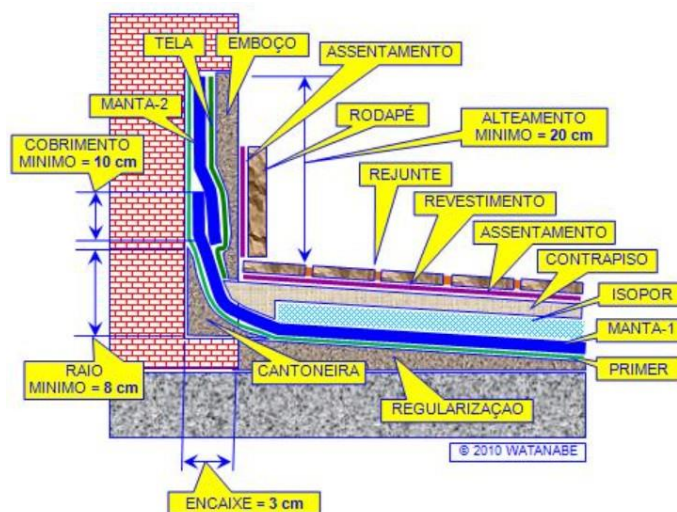
<b>Tipos impermeabilização - NBR 9575:2010</b>	
Cimentícios	argamassa com aditivo impermeabilizante
	argamassa modificada com polímero
	argamassa polimérica
	cimento modificado com polímero
Asfálticos	membrana de asfalto modificado sem adição de polímeros
	membrana de asfalto elastomérico
	membrana de emulsão asfáltica
	membrana de asfalto elastomérico, em solução
	manta asfáltica
Poliméricos	membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado
	membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução
	membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.)
	membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno-ruber (S.B.R.)
	membrana de poliuretano
	membrana de poliuréia
	membrana de poliuretano modificado com asfalto
	membrana de polímero acrílico com ou sem cimento
	membrana acrílica para impermeabilização
	membrana epoxídica
	manta de acetato de etilvinila (E.V.A.)
	manta de policloreto de vinila (P.V.C.)
	manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.)
	manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.)
manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R)	

Fonte: Criado com base na NBR 9.575 (2010).

de uma laje de cobertura impermeabilizada, elaborado por Watanabe (2010) com as seguintes camadas:

- (1) Regularização
- (2) Imprimação: primer
- (3) Berço: não apresenta
- (4) Impermeável: manta asfáltica
- (5) Separadora: não apresenta
- (6) Amortecimento / Proteção térmica: poliestireno expandido (isopor)
- (7) Drenante: não apresenta
- (8) Proteção mecânica: contrapiso e assentamento de revestimento rejuntado.

Figura 99 – Exemplo de laje de cobertura impermeabilizada



Fonte: Watanabe (2010).

Na técnica construtiva, deve-se tomar cuidado na instalação da manta asfáltica. No manual técnico da Vedacit [201-], existem seis tipologias de manta asfáltica: *glass* (estruturado com fibra de vidro), alumínio *glass*, alumínio poliéster, antirraiz poliéster, ardósia poliéster e poliéster. São muitas opções no mercado atual (2021) que não estavam disponíveis nos anos 70.

Dentre algumas recomendações gerais estão: tratamento de falhas e fissuras no concreto antes da colocação da manta, caimento mínimo de 0,5% em direção aos ralos, transpasse de 10 cm sobre a manta anterior, atenção especial para ralos, tubos e outras instalações presentes na laje e realização do teste de estanqueidade (VEDACIT, [201-]).

### 5.9.3 Telhado verde

Com a laje de cobertura impermeabilizada é possível a construção de telhado verde constituído de um jardim no topo do edifício, como no prédio da Fundação Cásper Líbero, localizado na Avenida Paulista - SP (Figura 100). Alberto *et al.* (2012) comentam que essa técnica construtiva surgiu nos anos 60, na Alemanha, e destacam como vantagens do telhado verde:

- (1) aumento da área permeável;
- (2) diminuição das "ilhas de calor" nas cidades;
- (3) ajuda no controle de enchentes (retenção de água pelas plantas e solo);
- (4) possibilidade de produzir alimentos;

- (5) diferencial no imóvel;
- (6) estética agradável;
- (7) realiza a filtragem da água;
- (8) torna o ar mais limpo;
- (9) aumento da área útil de convívio nas cidades;
- (10) melhor conforto térmico e acústico, com consequente redução do consumo de energia com ar condicionado.

Figura 100 – Telhado verde na Fundação Cásper Líbero, na Avenida Paulista-SP



Fonte: Cardim Paisagismo (2014).

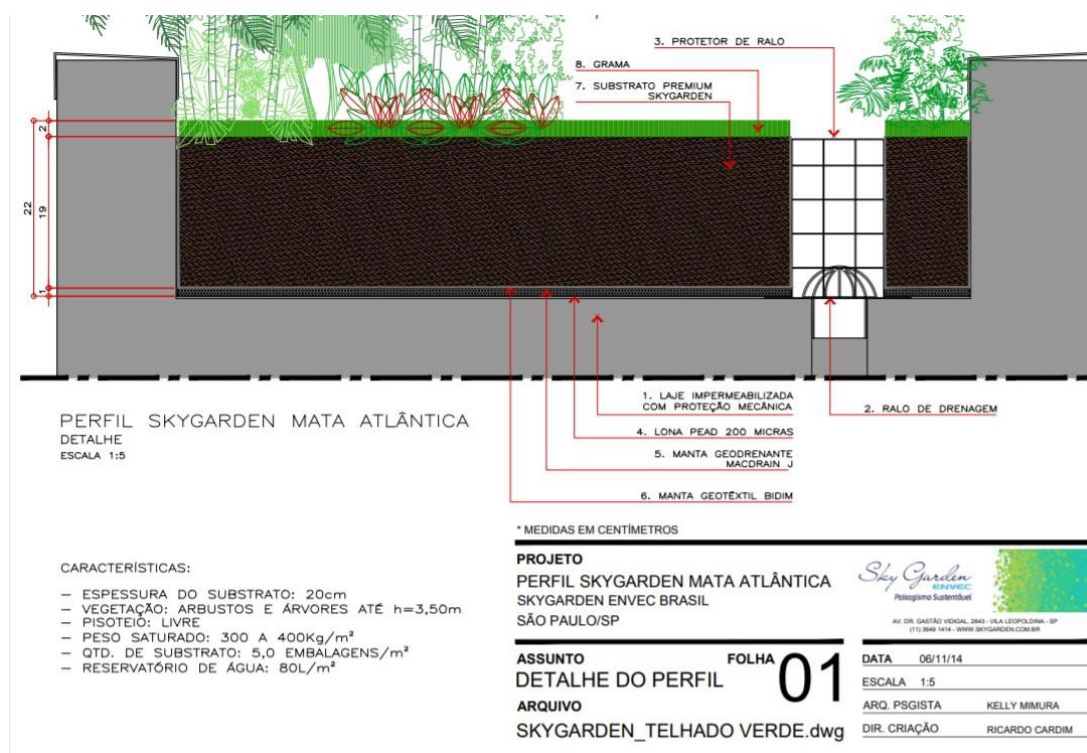
No Brasil, conforme citado, no início desta seção, por Pinheiro (2008), alguns prédios das décadas de 1930 e de 1940 apresentavam "telhados-jardim". Em edifícios contemporâneos (2021), Rocha e Vilanova (2020, p. 256) constataram como tendência de mercado que os consumidores valorizam os benefícios indiretos e estéticos proporcionados pelo telhado verde, para além dos “benefícios técnicos (conforto térmico e captação de água de chuva)”.

Dentre as desvantagens, Alberto *et al.* (2012) citam o custo inicial elevado, a necessidade de mão de obra especializada e o risco de infiltração de água no edifício, se houver falhas na aplicação da técnica construtiva. Logo, projeto e execução bem feitos são essenciais em telhados verdes para evitar patologias e danos estruturais.

No projeto de telhado verde da empresa Sky Garden, da Figura 101, elaborado por Mimura e Cardim (2014), destaca-se o uso de manta geodrenante da Macdrain e o detalhe do ralo "tipo abacaxi" e seu protetor para promover a drenagem adequada da água, previamente filtrada pelo solo. Ademais, no projeto é especificado o peso saturado, ou seja, do solo encharcado de água de 300 a 400 kg / m<sup>2</sup> e a espessura do substrato de 20 cm que devem obedecer à capacidade resistente da laje de cobertura.



Figura 101 – Projeto com as camadas do telhado verde da Sky Garden



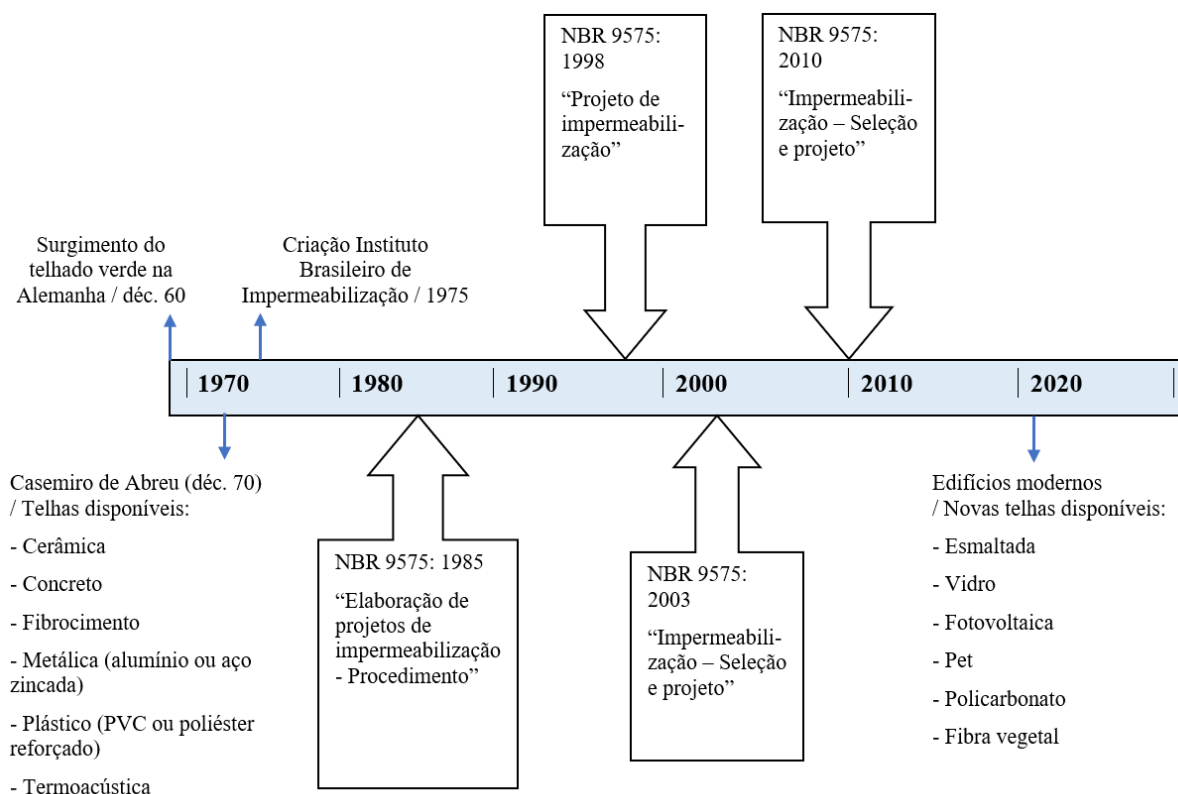
Fonte: Mimura; Cardim (2014).

De acordo com o portal Vertical Garden (2019), a fim de incentivar o uso de telhados verdes e dessa forma aumentar as regiões com vegetação na cidade, o Decreto nº 55.994 de 2015 abre a possibilidade de compensação ambiental com a utilização dessa solução de cobertura. Tem-se o seguinte texto: “A conversão da compensação em obras e serviços, jardins verticais e coberturas verdes será admitida excepcionalmente, mediante decisão fundamentada do Colegiado da Câmara Técnica de Compensação Ambiental – CTCA” (SÃO PAULO (SP), 2015).

Além disso, o portal Vertical Garden (2019) destaca a importância do Decreto nº 57.565 de 2016, referente à quota ambiental para preservação do meio ambiente em edificações que serão construídas ou reformadas. No anexo do Decreto nº 57.565 (SÃO PAULO (SP), 2016), com a composição para pontuação da quota ambiental de uma edificação, verifica-se que a área de cobertura verde entra no cálculo. Portanto, tem-se outro incentivo por parte da legislação para a aplicação da cobertura verde em edifícios residenciais. Incentivos como esses não existiam nos anos 70.

Com base na análise comparativa realizada sobre a cobertura de edifícios, a linha do tempo da Figura 102 foi traçada.

Figura 102 – Linha do tempo: cobertura (1970 – 2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

## 5.10 TODOS OS SUBSISTEMAS

Para visualização geral dos resultados de pesquisa obtidos neste trabalho, o Quadro 12 foi elaborado com o resumo da análise comparativa de cada subsistema. A coluna da década de 1970 contém informações sobre parte das técnicas construtivas utilizadas nessa época e/ou identificadas no objeto de estudo, e a coluna da década de 2010 contém informações sobre técnicas construtivas mais modernas que surgiram e/ou foram implementadas entre as décadas de 1980 e 2010.

As novas técnicas construtivas dispostas na coluna da década de 2010 não excluem as que existiam desde os anos 70. Com exceção das técnicas de instalação de portas com taco de madeira, embutimento na alvenaria das prumadas de hidráulica e elétrica, tubulação de esgoto em rebaixo da laje, construção de dutos para passagem de lixo na caixa de escada, e não construção de ventilação permanente em ambientes internos com aparelhos a gás, o que está listado na



coluna da década de 1970 ainda é aplicado na construção de edifícios residenciais, a depender do porte e padrão da obra.

Logo, as técnicas mais modernas disponíveis no mercado, tomando o ano de 2021 como base, foram somadas às técnicas da década de 70 dentre as opções que podem ser indicadas em projeto de edifícios residenciais.

Quadro 12 – Resumo comparativo: década 1970 *versus* década 2010

(continua)

SUBSISTEMAS	TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	
	<i>Década 1970</i>	<i>Década 2010</i>
<b>1. Superestrutura</b>	→ Concreto armado	→ Concreto armado de alta resistência
	→ Fôrmas de madeira (tábua, plastificado, compensado)	→ Fôrmas de madeira, metal, plástico, OSB, papelão
		→ Mesa voadora
	→ Reescoramento	→ Escoramento remanescente
	→ Uso espaçador de concreto	→ Uso espaçador plástico
	→ Amarração armadura por arame	→ Amarração armadura por solda
		→ Telemetria para caminhão betoneira
		→ Concreto autoadensável
		→ Nivelamento concreto fresco à nível a laser
	→ Cura por aspersão de água	→ Cura química
<b>2. Vedação</b>	→ Uso escantilhão de madeira	→ Uso escantilhão metálico ajustável
	→ Uso linha para posicionar os tijolos	→ Uso ferramenta alinha tijolo
	→ Ligação ao pilar com ferro cabelo	→ Ligação ao pilar com tela metálica
	→ Execução verga e contraverga <i>in loco</i>	→ Uso de verga e contraverga pré-fabricadas
	→ Encunhamento com tijolos maciços	→ Encunhamento com espuma expansível ou cunha pré-fabricada
	→ Elevador a cabo	→ Elevador cremalheira
		→ Modulação alvenaria
	→ Paredes internas de <i>drywall</i>	
<b>3. Revestimento</b>	→ Revestimento argamassado	→ Revestimento de gesso (somente áreas secas)
	→ Chapisco - Emboço - Reboco	→ Camada única
	→ Taliscamento	
	→ Argamassa preparada no canteiro	→ Argamassa industrializada
		→ Revestimento projetado
		→ Máquina rebocadora

Quadro 12 – Resumo comparativo: década 1970 *versus* década 2010

(conclusão)

SUBSISTEMAS	TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	
	<i>Década 1970</i>	<i>Década 2010</i>
<b>4. Esquadrias</b>	→ Esquadrias de madeira, ferro laminado, aço, alumínio	→ Esquadria de PVC
	→ Instalação de portas com taco de madeira	→ Instalação de portas com grapa de ferro
		→ Instalação kit porta pronta
	→ Instalação de janelas com grapas	
	→ Instalação de janelas com contramarco	
		→ Instalação de janela com parafuso
<b>5. Hidrossanitário</b>	→ Medição de água coletiva	→ Medição de água individual
	→ Tubulação de água embutida em alvenaria	→ Tubulação de água em <i>shafts</i>
		→ Uso carenagem hidráulica
		→ Instalação kit hidráulico com PEX
	→ Tubulação de esgoto em laje rebaixada	→ Tubulação de esgoto sob laje (escondida pelo forro de gesso)
	→ Captação águas pluviais por calhas, condutores e grelhas	
<b>6. Elétrica</b>		→ Reservatório de acumulação águas pluviais (área impermeabilizada maior do que 500 m <sup>2</sup> )
	→ Eletroduto metálico ou PVC rígido	→ Eletroduto PVC flexível
	→ Rasgo da alvenaria para embutimento do eletroduto	→ Alvenaria racionalizada sem rasgos para embutimento do eletroduto
		→ Embutimento do eletroduto no <i>drywall</i>
	→ Prumadas com cabos elétricos	→ Prumadas com barramento blindado
		→ Uso eletrofita
<b>7. Gás</b>		→ Automação residencial
	→ Botijão de gás na cozinha	→ Gás encanado
<b>8. Segurança contra incêndio</b>	→ Sem construção de ventilação permanente obrigatória em ambientes internos com aparelhos a gás	→ Com construção de ventilação permanente obrigatória em ambientes internos com aparelhos a gás
	→ Construção de dutos para passagem de lixo na caixa de escada	→ Proibição da construção de dutos para passagem de lixo na caixa de escada
<b>9. Cobertura</b>	→ Escadas normais (falta de segurança)	→ Escadas de segurança
	→ Telhas de cerâmica, concreto, fibrocimento, alumínio, PVC rígido, poliéster reforçado, aço zincada e termoacústica	→ Telha esmaltada, de vidro, fotovoltaica, pet, policarbonato e fibra vegetal
	→ Poucas soluções de impermeabilização	→ Muitas soluções de impermeabilização
		→ Telhado verde

Fonte: Autoria própria (2021).

## 6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho de analisar as mudanças ocorridas nos aspectos construtivos e projetuais de edifícios residenciais, com enfoque nas técnicas construtivas, foi atingido. Como exposto ao longo do trabalho, a construção de edifícios recebe interferência dos incentivos e exigências impostas pela legislação, e a evolução do modo de construir está relacionada com a aceitação de determinada técnica pelo mercado da construção civil e com a necessidade de cumprimento da normativa técnica.

Considerando isso, verifica-se que a adoção de técnicas mais modernas depende de fatores como disponibilidade dos equipamentos, ferramentas e materiais necessários, valor da cobrança do frete, mão de obra qualificada, conhecimento da técnica construtiva e disposição da construtora em inserir novas técnicas além das tradicionais, podendo resultar em aumento de produtividade da mão de obra, redução de desperdícios de material e melhor qualidade das habitações, impactando positivamente no lucro da construtora.

Assim sendo, conclui-se que, em relação à década de 1970, as novas técnicas aplicadas às construções de edifícios residenciais, considerando o ano de 2021, surgiram para:

- promover a industrialização de processos artesanais (*drywall*, elementos pré-fabricados, ligação pilar-alvenaria com tela metálica, revestimento projetado, kit porta pronta, kit hidráulico PEX, barramento blindado);
- garantir a manutenibilidade dos subsistemas (*shafts* hidráulico e elétrico, carenagem hidráulica, tubulação esgoto escondida em forro de gesso);
- inserir o fator sustentabilidade (eliminação da geração de resíduos em rasgos de alvenaria, automação residencial, telhas fotovoltaicas, telhado verde);
- aumentar a segurança (elevador cremalheira, expansão da segurança contra incêndio, construção de ventilação permanente em ambientes internos com aparelhos a gás);
- aplicar ou criar novos equipamentos, ferramentas e materiais de fôrmas, espaçadores, esquadrias, tubulações, impermeabilizantes, telhas desenvolvidos ao longo do tempo.

Por fim, em relação ao objeto de estudo, o Edifício Casemiro de Abreu, examina-se que alguns de seus aspectos construtivos e projetuais positivos não são mais comumente observáveis nos edifícios paulistanos de médio porte construídos atualmente (2021), tais como a maior amplitude dos apartamentos devido ao pé direito mais alto, o espaço no pavimento térreo aberto ao público com lojas e restaurantes, e as janelas dos dormitórios ocupando, em sua largura, toda a parede proporcionando iluminação em abundância dos cômodos.

## 6.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Devido a impossibilidade de tratar de todos os subsistemas que compõe um edifício de apartamentos em um único trabalho, sugere-se para trabalhos futuros que uma análise comparativa similar a apresentada neste trabalho seja feita para os subsistemas de: alvenaria estrutural, regularização de pisos, revestimento externo, fachada, impermeabilização de áreas molhadas, forro, pintura e ar condicionado.

Além disso, como discutido diversas mudanças ocorreram nas técnicas construtivas de edifícios residenciais paulistanos ao longo de 50 anos, entre as décadas de 1970 e de 2010. Desse modo, para continuidade da análise comparativa desenvolvida neste trabalho e para o registro histórico, sugere-se também que esta análise seja refeita comparando as técnicas da década de 2010 com de outras décadas.

## REFERÊNCIAS

- AECWEB. **Kits hidráulicos industrializados garantem obras mais rápidas.** [S. l.]: AECweb, [201-]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/kits-hidraulicos-industrializados-garantem-obras-mais-rapidas/15611>. Acesso em: 10 set. 2021.
- ALBERTO, Eduardo Zarzur *et al.* Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. **XII Safety, Health and Environment World Congress**, São Paulo, p. 17-173, jul. 2012. Disponível em: <https://www.agrivedes.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2019/06/estudo-do-telhado-verde.pdf>. Acesso em: 30 out. 2021.
- ALCOM. [Sem título]. 2015. 3 fotografias. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/137573640@N02/22371323957/in/album7215765850979383>. Acesso em: 12 out. 2021.
- ALVES, Martha Figueiredo. **Estudo comparativo de métodos de dosagem para concreto de alta resistência.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/159041>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- AMERICANDAIMES. **Histórico do Escoramento Metálico.** Americana: Americandaimes, 2017. Disponível em: <https://www.americandaimes.com.br/historico-do-escoramento-metalico/>. Acesso em: 21 ago. 2021.
- ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação.** 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; FREIRE, Tomás Mesquita. **Tecnologia e gestão de sistemas construtivos de edifícios.** Apostila da disciplina de tecnologia de produção de edificações em concreto armado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2004. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3089794/mod\\_resource/content/0/Tecnologia%20e%20gest%C3%A3o%20de%20sistemas%20construtivos%20de%20edif%C3%ADcios.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3089794/mod_resource/content/0/Tecnologia%20e%20gest%C3%A3o%20de%20sistemas%20construtivos%20de%20edif%C3%ADcios.pdf). Acesso em: 24 ago. 2021.
- ARO, Celso Ricardo. **A modernização tecnológica: seu patamar nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** 2004. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4695>. Acesso em: 08 set. 2021.
- ASSAHI, Paulo Nobuyoshi. **Sistema de fôrma para estrutura de concreto.** [S. l.: s. n.], 2005. Disponível em: [http://www.deecc.ufc.br/Download/TB736\\_construcao%20de%20edificios/Estruturas%20de%20Concreto%20Armado\\_agosto%20de%202005/Texto%20Paulo%20Assahi%20-%20SISTEMAS%20DE%20F%20D4RMAS.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/TB736_construcao%20de%20edificios/Estruturas%20de%20Concreto%20Armado_agosto%20de%202005/Texto%20Paulo%20Assahi%20-%20SISTEMAS%20DE%20F%20D4RMAS.pdf). Acesso em: 21 ago. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL. **Quem somos: histórico.** São Paulo: AURESIDE, 2021. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/quem-somos>. Acesso em: 24 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FÔRMAS, ESCORAMENTO E ACESSO. **Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente**. [S. l.]: ABRASFE, 2021. Disponível em: <https://abrasfe.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Manual-de-informa%C3%A7%C3%B5es-b%C3%A1sicas-de-reescoramento-e-escoramento-remanescente-R05.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NB-1**: Cálculo e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro: ABNT, 1960. Disponível em: <http://aquarius.ime.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/34-NB1%201960.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NB-92**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NB-231**: revestimento de paredes e tetos com argamassas: materiais, preparo, aplicação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7200**: execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8545**: execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9077**: saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575**: impermeabilização: seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10821-1**: esquadrias para edificações: parte 1: esquadrias externas e internas: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10821-5**: esquadrias para edificações: parte 5: esquadrias externas: instalação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655**: concreto de cimento Portland: preparo, controle, recebimento e aceitação: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13103**: instalação de aparelhos a gás. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13749**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13749**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13867**: revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso: materiais, preparo, aplicação e acabamento. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931**: execução de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15526**: rede de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais: projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15526**: rede de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais: projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: edificações habitacionais: desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15696**: fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto: projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASTRA. Kit industrializado. [S. l.]: Astra, 2011. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Astra Oficial. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pFjta5LK2k4>. Acesso em: 13 maio 2021.

ASTRA. **Tipos de calhas: saiba qual a diferença e como escolher**. [S. l.]: Astra, 2021. Disponível em: <https://www.astra-sa.com/destaques/qual-a-diferenca-entre-calha-de-pvc-aluminio-e-aco-galvanico/>. Acesso em: 25 jul. 2021.

ATEX. **Instruções de montagem sistema planex**. [S. l.]: Atex, 2021. Disponível em: [https://www.atex.com.br/upload/Laje/InstrucoesdemontagemPLANEX\\_636772061182099906.pdf](https://www.atex.com.br/upload/Laje/InstrucoesdemontagemPLANEX_636772061182099906.pdf). Acesso: 21 set. 2021.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício e seu acabamento**. São Paulo: Blucher, 1987.

AZEVEDO, Maria Carolina Rodrigues. **Organização do conhecimento relativo à execução das paredes de alvenaria**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197515>. Acesso em: 10 out. 2021.

BARAM. Máquina que aplica reboco de parede automaticamente. [S. l.]: Baram, 2011. 1 vídeo (2 min). Publicado pelo canal Carlos Rocha Rocha. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2JI9w2QbOo0>. Acesso em: 17 set. 2021.

BARRETO, M. F. F. Menna *et al.* Avaliação de desempenho de espaçadores plásticos: proposição e avanço de métodos de avaliação. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, São Paulo, v. 9, n. 6, p. 911-952, dez. 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/170598>. Acesso em: 21 ago. 2021.

BARROS, Mercia Maria Bottura de. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05072017-090939/pt-br.php>. Acesso em: 01 jul. 2021.

BARROS, Mercia Maria S. Bottura *et al.* **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075606/mod\\_resource/content/1/Apostila\\_Producao\\_estruturas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075606/mod_resource/content/1/Apostila_Producao_estruturas.pdf). Acesso em: 22 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964**. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Brasília, DF: Presidência da República, [1964]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4591.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4591.htm). Acesso em: 27 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016**. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13312.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13312.htm). Acesso em: 03 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Indústria, Viação e Obras Públicas. **Synopse do recenseamento de 31 de dezembro de 1900**. Rio de Janeiro: Typographia da estatística, 1905. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/222260>. Acesso em: 18 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35 – Trabalho em altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-35.pdf/view>. Acesso em: 22 jun. 2021.



BRASIL ENGENHARIA. **Tigre lança linha inovadora de PEX para gás**. São Paulo: Brasil Engenharia, 2014. Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/8540-tigre-lancalinha-inovadora-de-pex-para-gas>. Acesso em: 13 out. 2021.

BELLUOMINI, Nayra. **A evolução do CAD**. [S. l.]: Autodesk, 2017. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/por-dentro-da-autodesk-brasil/2017/01/02/a-evolucao-do-cad/>. Acesso em: 26 jun. 2021.

BENETNASCH. Individualização de água. 2021. 1 fotografia. Disponível em: <https://benetnasch.com.br/individualizacao-de-agua>. Acesso em: 12 out. 2021.

BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**. 9. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2009. v. 1.

BOSCH. Laser rotativo GRL 250 HV profissional. 2021. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.bosch-professional.com/br/pt/products/grl-250-hv-0601061600>. Acesso em: 21 set. 2021.

C3 EQUIPAMENTOS. Elevador Cremalheira. 2021. 1 ilustração. Disponível em: <https://www.c3equipamentos.com.br/elevador-cremalheira>. Acesso em: 14 out. 2021.

CALIL JUNIOR, Carlito *et al.* **SET 613 - Fôrmas de madeira para concreto armado**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2005. Disponível: <http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/7380/F%c3%b4rmas%20de%20madeira%20para%20concreto%20armado.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 jul. 2021.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Esquadrias para edificações, desempenho e aplicações**: orientações para especificação, aquisição, instalação e manutenção. Brasília: CBIC/SENAI, 2017. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia\\_de\\_Esquadrias\\_para\\_Edificacoes\\_2017.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_de_Esquadrias_para_Edificacoes_2017.pdf). Acesso em: 12 out. 2021.

CAMPOS, Candido Malta. **Os rumos da cidade**: urbanismo e modernização em São Paulo. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2002.

CARDIM PAISAGISMO. Telhado verde Edifício Gazeta. 2014. 2 fotografias. Disponível em: <http://www.cardimpaisagismo.com.br/portfolio/edificio-gazeta/#lightbox-gallery-bGlnaHRib3g=/5/>. Acesso em: 30 out. 2021.

CARVALHO, Caco. Galeria do Copan – Acesso ao bloco F. 2020. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/cacobeto/49670451336/in/photostream/>. Acesso em: 17 set. 2021.

CARVALHO, Paulo Sergio Oliveira de. Engenharia prática 11 – Obra edifício concreto concretagem laje maciça utilizando nível laser. [S. l.]: PS Videoaulas, 2017. 1 vídeo (8 min). Publicado pelo canal PS Videoaulas ENGENHARIA. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=3az\\_3QD90gE](https://www.youtube.com/watch?v=3az_3QD90gE). Acesso em: 20 set. 2021.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**: Princípios básicos para elaboração de projetos. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2020.

CAVALCANTE, Felipe Martins. **Aplicação de inovações tecnológicas e de novos sistemas construtivos nas instalações hidráulicas e sanitárias**: um ganho na produtividade. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/52026>. Acesso em: 10 set. 2021.

CHAVES, Roberto. **Manual prático de instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1979.

COMGÁS. **Guia de instalação residencial**. [S. l.]: COMGÁS, 2021. Disponível em: <https://www.comgas.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Guia-Tecnico-New-Home-Versao-Digital.pdf>. Acesso: 20 out. 2021.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod\\_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf). Acesso em: 21 jun. 2021.

CONCRETIZE. **Inovações no concreto – Concreto Auto-adensável**. Guarapuava: Concretize, 2007. Disponível em: <https://www.grupocastoldi.com.br/premoldados/blog/leitura/id/22>. Acesso em: 20 set. 2021.

CONDEIXA, Karina de Macedo Soares Pires. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida**: sistema drywall e alvenaria de vedação. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Karina-Condeixa/publication/264383223\\_Comparison\\_of\\_the\\_construction\\_materials\\_through\\_the\\_Life\\_Cycle\\_Assessment\\_Drywall\\_and\\_Masonry\\_in\\_Portuguese/links/5e1502eb4585159aa4bcdf3a/Comparison-of-theconstruction-materials-through-the-Life-Cycle-Assessment-Drywall-and-Masonry-inPortuguese.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Karina-Condeixa/publication/264383223_Comparison_of_the_construction_materials_through_the_Life_Cycle_Assessment_Drywall_and_Masonry_in_Portuguese/links/5e1502eb4585159aa4bcdf3a/Comparison-of-theconstruction-materials-through-the-Life-Cycle-Assessment-Drywall-and-Masonry-inPortuguese.pdf). Acesso em: 15 out. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Alterada pelas Resoluções nº 348/2004, nº 431/2011, nº 448/2012 e nº 469/2015**. Brasília: CONAMA, [2002] [2004] [2011] [2012] [2015]. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.unifesp.br%2Ffreitoria%2Fdga%2Fimages%2Flegislacao%2Fresiduos%2FCONAMA\\_RES\\_CONS\\_2002\\_307.pdf&cLen=152433&chunk=true](chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.unifesp.br%2Ffreitoria%2Fdga%2Fimages%2Flegislacao%2Fresiduos%2FCONAMA_RES_CONS_2002_307.pdf&cLen=152433&chunk=true). Acesso em: 06 jul. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução técnica 11**: saídas de emergência. São Paulo: CBMESP, 2019a. Disponível em: [http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci\\_publicacoes2/\\_lib/file/doc/IT-11-19.pdf](http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-11-19.pdf). Acesso em: 10 nov. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução técnica 13**: pressurização de escada de segurança. São Paulo: CBMESP, 2019b. Disponível em: [http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci\\_publicacoes2/\\_lib/file/doc/IT-13-19.pdf](http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-13-19.pdf). Acesso em: 10 nov. 2021.

COSTA E SILVA, Angelo Just da *et al.* Avaliação experimental dos fatores de influência na aderência de revestimentos de gesso em pasta. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 349-357, abr./jun. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/Ff6Wg3rdbDR3zrMsWbvcmMw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 set. 2021.

COUTO, Yana Alessandri Evangelista. **Estudo das vantagens e desvantagens do uso de kits hidrossanitários em obras de edificações**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/11906#:~:text=Artigos%20atuais%20e%20fabricantes%20afirmam,obra%20existente%20nos%20%C3%BAltimos%20anos..> Acesso em: 10 set. 2021.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 16 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

CUNHA, Lívia. **Criados para dar flexibilidade ao sistema de distribuição de energia, estes barramentos, nascidos na indústria automobilística americana, ganharam popularidade nos últimos dez anos e hoje já são empregados em larga escala, inclusive, em instalações residenciais**. [S. l.]: Revista O Setor Elétrico, 2009. Disponível em: <https://osetoreletrico.com.br/barramentos-blindados/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

DAG BRASIL. O que você pode controlar com automação residencial DAG Brasil. 2021. 1 ilustração. Disponível em: <http://site.dagbrasil.com.br/automacao-residencial/>. Acesso em: 24 out. 2021.

DALCOMAD. Como montar o Kit Porta Pronta da Dalcomad. [S. l.]: Dalcomad, 2020. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Dalcomad. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=OfOIP\\_vg-oE](https://www.youtube.com/watch?v=OfOIP_vg-oE). Acesso em: 13 maio 2021.

DALCOMAD. **Manual técnico: kit porta pronta**. [S. l.]: Dalcomad, 2021. Disponível em: <https://www.dalcomad.com.br/wp-content/uploads/2017/03/manual-tecnico-kit-porta-pronta-1.pdf>. Acesso: 09 maio 2021.

DEPLASTI. Alinha bloco. Diadema: **Deplasti**, 2021. Disponível em: <https://www.deplasti.com.br/alinha-bloco.html>. Acesso em: 12 out. 2021.

DIMIBU. Cocreto Multiformas. 2021. 1 fotografia. Disponível em: <https://dimibu.com.br/concretubo-multiformas/>. Acesso em: 21 set. 2021.

DUARTE, Rogério Bernardes. **Códigos e normas de segurança contra incêndio**. p. 8-22. *In*: SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações. [S. l.]: Firek Segurança Contra Incêndio, 2018. Disponível em: [https://site.abece.com.br/images/Livro\\_SCIER\\_2.pdf](https://site.abece.com.br/images/Livro_SCIER_2.pdf). Acesso em: 10 nov. 2021.

ECONÔMICA TELEMETRIA. **Telemetria para caminhão betoneira**. Belo Horizonte: Econômica Telemetria, 2021. Disponível em: <https://economicatelemetria.com.br/telemetria-para-caminhao-betoneira/>. Acesso em: 21 set. 2021.

ELETROFITAS. **Instalação**. Valinhos: Eletrofitas, 2021. Disponível em: <https://www.eletrofitas.com.br/instala%C3%87%C3%83o/instala%C3%87%C3%83o>. Acesso em: 24 out. 2021.

ELETROFITAS. Instalação eletrofitas. [S. l.]: Eletrofitas, 2019. 1 vídeo (24 segs.). Publicado pelo canal FCR Moldes. Disponível em:  
<https://www.youtube.com/watch?v=qgwdJ70IRIg&t=14s>. Acesso em: 24 out. 2021.

EQUIPEOBRA. Escantilhão para alvenaria – modelo telescópico. 2021. 2 fotografias. Disponível em: <http://equipaobra.com.br/plus/modulos/catalogo/verProduto.php?cdcatalogoprduto=41>. Acesso em: 12 out. 2021.

ESAF IBRAP. Instalação argamassa nova. [S. l.]: Esaf Ibrap, 2012. 1 vídeo (4 min). Publicado pelo canal ESAF IBRAP. Disponível em:  
<https://www.youtube.com/watch?v=u9HV3rMBqk>. Acesso em: 13 maio 2021.

ESAF IBRAP. Instalação de esquadrias ESAF IBRAP com parafuso. [S. l.]: Esaf Ibrap, 2013. 1 vídeo (2 min). Publicado pelo canal Esaf Ibrap Alumínio e Plástico. Disponível em:  
<https://www.youtube.com/watch?v=CH5LSg2a3qA>. Acesso em: 13 maio 2021.

EXPLAS. **Carenagem e kit hidráulico: parceira de qualidade na obra!** São Paulo: Explas, 2019. Disponível em: <https://www.explas.com.br/carenagem-e-kit-hidraulico-parceira-de-qualidade-na-obra/>. Acesso em: 12 out. 2021.

FARIA JR., José Francisco de. Edifício Joelma. 1974. 1 fotografia. Disponível em:  
<https://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/4327-edificio-joelma>. Acesso em: 06 nov. 2021.

FIGUEIREDO, Telma. **Dicionário do mercado imobiliário**. 2. ed. São Paulo: Figueiredo Publicações Ltda, 2005. Disponível em:  
<http://www.ronaldocorretor.com.br/doc/dicionario.pdf>. Acesso em: 27 maio 2021.

FOLHA DE S. PAULO. A salvação veio dos céus. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, ano LI, n. 15.594, p. 1, 25 fev. 1972a. Disponível em:  
<https://acervo.folha.com.br/leitor.do?numero=4310&keyword=Andraus&anchor=4391524&origem=busca&originURL=&pd=877331f99ebeb530cacd9918c6ea43b>. Acesso em: 04 jun. 2021.

FOLHA DE S. PAULO. Edifício Andraus. 1972b. 1 fotografia. Disponível em:  
<https://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/13791-edificio-andraus>. Acesso em: 06 nov. 2021.

FOLHA DE S. PAULO. O dia mais trágico da cidade. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, ano LI, n. 15.594, p. 6, 25 fev. 1972c. Disponível em:  
<https://acervo.folha.com.br/leitor.do?numero=4310&keyword=Andraus&anchor=4391544&origem=busca&originURL=&pd=78a1ba3691977b66fa3eed6d06bd1766>. Acesso em: 04 jun. 2021.

FOLHA DE S. PAULO. Carpetes e madeira. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, ano LIII, n. 16.298, 1 fev. 1974a, Extra, Local, p. 6. Disponível em:  
<https://acervo.folha.com.br/leitor.do?numero=5017&keyword=Joelma&anchor=4331756&origem=busca&originURL=&pd=66372ecf0e041b4995c6cff93f405955>. Acesso em: 04 jun. 2021.

FOLHA DE S. PAULO. A providência impossível. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, ano LIII, n. 16.300, 3 fev. 1974b, Local, 2º caderno, p. 15. Disponível em:

<https://acervo.folha.com.br/leitor.do?numero=5019&keyword=Joelma&anchor=4331989&origem=busca&originURL=&pd=c75915d5a4259fe6b603ce33a7afa682>. Acesso em: 04 jun. 2021.

FORATTINI, Oswaldo Paulo. Qualidade de vida e meio urbano. A cidade de São Paulo, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 75-86, abr. 1991. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89101991000200001](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101991000200001). Acesso em: 06 maio 2021.

FREITAS JR., Roberto de Gouveia e. **Legislação e ocupação urbana em lotes privados do centro de São Paulo no século XX**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01102008-141703/pt-br.php#:~:text=T%C3%ADtulo%20em%20portugu%C3%AAs,Legisla%C3%A7%C3%A3o%20e%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20em%20lotes%20privados%20do,S%C3%A3o%20Paulo%20no%20s%C3%A9culo%20XX.&text=Sendo%20assim%2C%20parte%2Dse%20de,decorr%C3%A2ncias%20no%20espa%C3%A7o%20urbano%20paulistano..> Acesso em: 05 jun. 2021.

GLASSER. Modulação – alvenaria de vedação. 2021. 2 fotografias. Disponível em: <http://glasser.com.br/solucoes/>. Acesso em: 01 nov. 2021.

GOMIERO, Paola Ferrari. **Armadura reduzida para cisalhamento em vigas de concreto de alta resistência**. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258278>. Acesso em: 11 jul. 2021.

GOOGLE EARTH. Imagem de satélite. 2021. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 17 set. 2021.

GUAGLIANONE, Jacyntho. **Os pioneiros do GLP: meio século de história**. São Paulo: CL-A Comunicações S/C Ltda., 1987. Disponível em: <http://www.sindicatas.org.br/Download/OS%20PIONEIROS/OS%20PIONEIROS%20MEIO%20SEculo%20DE%20HISTORIA.pdf>. Acesso em: 06 out. 2021.

GYPSUM. **Catálogo: Qualigesso JET. Alta tecnologia em gesso projetado**. [S. l.]: Gypsum, 2021. Disponível em: <https://www.tecto.com.br/Catalogos/VerZoom/1417?p=2>. Acesso em: 16 set. 2021.

GYPSUM. Como montar uma parede drywall simples. [S. l.]: Gypsum, 2015. 1 vídeo (17 min). Publicado pelo canal Gypsum. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1j1ZJcVxbIk>. Acesso em: 15 out. 2021.

GYPSUM. **Drywall: incêndios que mudaram a história da construção**. São Paulo: Gypsum, 2020. Disponível em: <https://www.gypsum.com.br/pt-br/centro-de-apoio/blog/82705/drywall-incendios-quemudaram-a-historia/>. Acesso em: 14 out. 2021.

HOLANDA, Erika Paiva Tenório de. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: diretrizes para o treinamento da mão-de-obra**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18112003-104024/pt-br.php>. Acesso em: 21 out. 2021.

IIZUKA, Marson Toshiyo. **Instalação de esquadrias de alumínio**: prática e inovação. 2001. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: [http://www.ipt.br/pos\\_graduacao\\_ipt/solucoes/dissertacoes/368-instalacao\\_de\\_esquadrias\\_de\\_aluminio\\_:pratica\\_e\\_inovacao.htm](http://www.ipt.br/pos_graduacao_ipt/solucoes/dissertacoes/368-instalacao_de_esquadrias_de_aluminio_:pratica_e_inovacao.htm). Acesso em: 11 maio 2021.

INTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. **A construção digital**. Rio de Janeiro: IBRE, 2018a. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital>. Acesso em: 27 ago. 2021.

INTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. **A construção digital parte 2**. Rio de Janeiro IBRE, 2018b. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>. Acesso em: 27 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 21. jun. 2021.

JOHN, Vanderley Moacyr; ANTUNES, Rubiane Paz do Nascimento. Argamassas de gesso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 29-37, jan./mar. 2002. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3409/1823?>. Acesso em: 17 set. 2021.

LAR INTELIGENTE. **Empreendimentos inteligentes em alta**. [S. l.]: Lar inteligente, 2021. Disponível em: <https://larinteligente.blogspot.com/2021/10/empreendimentos-inteligentes-em-alta.html>. Acesso em: 25 jul. 2021.

LAZZARINI, Simone; HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz. Diretrizes para controle de informação documentada gerada pela implantação da NBR 15575: edificações habitacionais: desempenho em empresas construtoras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 181-196, jan./mar. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/nYvkX9nX94gPLc5BWw896qk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2021.

LOPES, Roberto Pimentel. **Instalação de portas em kits**. [S. l.]: TECHNÉ 45, 2000. Disponível em: [http://www.deecc.ufc.br/Download/TB736\\_construcao%20de%20edificios/Artigos/portap~1.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/TB736_construcao%20de%20edificios/Artigos/portap~1.pdf). Acesso em: 17 out. 2021.

LUDUVICO, Thesse Souza. **Desempenho a estanqueidade à água**: interface janela e parede. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7928>. Acesso em: 13 maio 2021.

MACÁRIO, Bárbara Alves; HOLANDA, Erika Paiva Tenorio de. Eletrofitas: inovação brasileira em instalações elétricas. **Ciências exatas e tecnológicas**, Alagoas, v. 4, n. 3, p. 35-

50, maio 2018. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/5564/2815>. Acesso em: 24 out. 2021.

MACIEL, Luciana Leone *et al.* **Apostila: Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075717/mod\\_resource/content/1/Apostila\\_Revestimento%20Argamassa.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075717/mod_resource/content/1/Apostila_Revestimento%20Argamassa.pdf). Acesso em: 16 set. 2021.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas prediais e industriais.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2010.

MANNA, Eduardo Della. Territórios da verticalização: notas sobre a expansão e a compactação da cidade de São Paulo, 16., 2016, São Paulo. **Trabalhos apresentados [...].** São Paulo: Conferência Internacional da LARES (*Latin American Real Estate Society*), 2016. Disponível em: [http://lares.org.br/16a-conferencia-internacional-lares/artigos/DELLAMANNA\\_TERRITORIOS\\_ARTIGO.pdf](http://lares.org.br/16a-conferencia-internacional-lares/artigos/DELLAMANNA_TERRITORIOS_ARTIGO.pdf). Acesso em: 06 nov. 2021.

MASSARETI. **Chapisco rolado.** Cosmópolis: Massareti, 2021. Disponível em: <http://www.massareti.com.br/produtos/chapisco-rolado/>. Acesso em: 17 set. 2021.

MEDEIROS, Jonas Silvestre; FRANCO, Luiz Sérgio. **Texto Técnico - Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem.** São Paulo: EPUSP, 1999. Disponível em: [http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT\\_00022.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00022.pdf). Acesso em: 04 nov. 2021.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. p. 9-49. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-09052019-085538/en.php>. Acesso em: 06 maio 2021.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, [s. l.], v. 18, n. 22, p. 152-171, 2011. Disponível em: <http://npbimcnat.ifrn.edu.br/pdf/historicobim.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MEREB, Marcia Pellegrini *et al.* **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15.575.** São Paulo: ASBEA, 2015. Disponível em: [https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2\\_guia\\_normas\\_final.pdf](https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf). Acesso em: 12 ago. 2021.

METROFORM. Escoramento metálico tradicional. [2021]. 2 fotografias. Disponível em: <https://metroform.com.br/escoramento-metalico/#>. Acesso em: 21 set. 2021.

MILITO, José Antonio de. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios.** Campinas/Sorocaba: Faculdade de Ciências Tecnológicas da PUC Campinas/Faculdade de Engenharia de Sorocaba, 2009.

MILLS S. A. **Mesa voadora.** [S. l.]: AECweb, 2021. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/produto/mesa-voadora/31887>. Acesso em 11 set. 2021.

MILLS S. A. Mills: Video Case Mesa Voadora. [S. l.]: Mills S. A., 2015. 1 vídeo (5 min). Publicado pelo canal MILLS S. A.. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=f6e0Z7VhOZ8>. Acesso em: 27 ago. 2021.

MIMURA, Kelly; CARDIM, Ricardo. Perfil SKYGARDEN Mata Atlântica. 2014. 1 projeto. Disponível em: [http://www.skygarden.com.br/files/PERFIL\\_SKYGARDEN\\_MATA\\_ATLANTICA.pdf](http://www.skygarden.com.br/files/PERFIL_SKYGARDEN_MATA_ATLANTICA.pdf). Acesso em: 25 out. 2021.

MIX MOLDURAS. **Shafts: fechamentos hidráulicos Mix Molduras**. Valinhos: Mix Molduras, 2018. Disponível em: <https://mixmolduras.com.br/shafts-fechamentos-hidraulicos-mix-molduras/>. Acesso em: 06 set. 2021.

MONTENEGRO, Gildo. **Desenho arquitetônico**. 5 ed. São Paulo: Blucher, 2017.

MORIKAWA, Mauro Satoshi. **Materiais alternativos utilizados em fôrmas para concreto armado**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257688>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MOTTA, Silvio Romero Fonseca. **Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ISMS-842G7C>. Acesso em: 18 ago. 2021.

MOURA, Rafael de Souza Leal Martins. **Catálogo de inovações tecnológicas na construção civil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/14600>. Acesso em: 15 set. 2021.

NAZAR, Nilton. **Fôrmas e escoramentos para edifícios: critérios para dimensionamento e escolha do sistema**. São Paulo: Pini, 2007.

NEGRISOLO, Walter. **Arquitetando a segurança contra incêndio**. 2011. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-30052012-155902/pt-br.php>. Acesso em: 20 out. 2021.

NEGRISOLO, Walter. Proposta de revisão da NBR 9077. *In*: 6º Workshop GSI: Segurança Contra Incêndio em Edificações, 6., 2018, São Paulo. **Palestra** [...]. São Paulo: Grupo de Fomento à Segurança Contra Incêndio – Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WLQR7VoFbBw>. Acesso em: 30 out. 2021.

NEOFORMAS. Formas metálica concreto. 2021. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.neoformas.com.br/forma-metalica-concreto#group1-5>. Acesso em: 21 set. 2021.

NERY JR., José Marinho. **Um século de política para poucos: o zoneamento paulistano 1886-1986**. 2002. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura



e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001323953>. Acesso em: 04 jun. 2021.

NEVES, Antonio. **Desmoldante para concreto**. Sorocaba: Blok, 2021. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/desmoldante-para-concreto>. Acesso em: 21 set. 2021.

ONO, Rosaria. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, jan./mar. 2007. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3731/2083>. Acesso em: 18 out. 2021.

OROZCO, Débora Wan-Dick Ferreira Jorge. **Produtividade na execução de instalações elétricas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-20092018-095553/pt-br.php>. Acesso em: 26 out. 2021.

PARAVISI, Sandra. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12561/000630210.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 out. 2021.

PAULUZZI. Alvenaria de vedação racionalizada. 2021. 1 fotografia. Disponível em: <https://pauluzzi.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 21 out. 2021.

PEDRO, João António Costa Branco de Oliveira. Definição de um programa habitacional. *In*: PEDRO, João António Costa Branco de Oliveira. **Definição e avaliação da qualidade arquitectónica habitacional**. 2000. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitectura, Universidade do Porto, Lisboa, 2000. p. 25-42. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/260087253\\_Definicao\\_e\\_avaliacao\\_da\\_qualidade\\_a\\_rquitectonica\\_habitacional](https://www.researchgate.net/publication/260087253_Definicao_e_avaliacao_da_qualidade_a_rquitectonica_habitacional). Acesso em: 06 maio 2021.

PINHEIRO, Maria Lúcia Bressan. Arquitetura residencial verticalizada em São Paulo nas décadas de 1930 e 1940. **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 109-149, jan.-jun. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anaismp/a/Hddhxs4XcN3QSLtqGtN3Mm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso básico de concreto armado**: conforme NBR 6118/2014. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PRUDENTE, Francesco. **Automação predial e residencial**: uma introdução. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

QUEIROZ, Thiago Augusto Nogueira; COSTA, Ademir Araújo da. As pesquisas sobre a verticalização das cidades: breve histórico e dimensões de análise. **Sociedade e Território**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 31-49, 28 ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/10964>. Acesso em: 27 abr. 2021.

RANDA. Kit porta pronta. 2021. 1 fotografia. Disponível em: <https://randa.com.br/diferenciais-kit-porta-pronta/>. Acesso em: 12 out. 2021.

REVISTA ACRÓPOLE. Para 4 necessidades uma solução concreta: Cemix. 1971. 1 propaganda. Disponível em: <http://www.acropole.fau.usp.br/edicao/386>. Acesso em: 12 out. 2021.

REVISTA M&T. **O avanço da tecnologia de cremalheira. Equipamentos acionados por pinhão e cremalheira ganham espaço na construção civil e em obras industriais.** São Paulo: Revista M&T, 2010. Disponível em: <https://www.revistamt.com.br/Materias/Exibir/o-avanco-da-tecnologia-de-cremalheira>. Acesso em: 06 nov. 2021.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1984.

ROCHA, Marcelo Rodolfo. **Projeto de edifícios com uso de concreto de alta resistência em pilares:** comparação de volumes e áreas. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/110088>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ROCHA, Maysa de Araújo; VILANOVA, Mateus Ricardo Nogueira. O panorama tecnológico de telhados verdes no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, [s. l.], v. 39, p. 250-260, 2020. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1660/990>. Acesso em: 30 out. 2021.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a degradação ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, [s. l.], v. 7, n. 13, p. 111-128, jan.-jun. 2009. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em: 21 jun. 2021.

SABBATINI, Fernando Henrique. Conceitos básicos relacionados com o desenvolvimento dos meios de produção na construção civil. *In*: SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos** – formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. p. 10-72. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/en.php>. Acesso em: 07 fev. 2021.

SANTELMO, Camilo. **Forma tipo mesa voadora aumenta produtividade na execução de lajes.** [S. l.]: AECweb, [201-]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/forma-tipo-mesa-voadora-aumenta-produtividade-na-execucao-de-lajes/14029>. Acesso em 11 set. 2021.

SANTOS, Ricardo Iervolino dos. **Métodos construtivos de revestimento interno em gesso aplicado por projeção mecânica e manual** – análise comparativa. 2020. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/a5e566329e4a80dc8e2af084db281c2b.pdf>. Acesso em: 17 set. 2021.

SANTOS, Rodrigo Conceição. **Bombeamento a seco garante concretagem produtiva a 220 metros**. [S. l.]: Infraroi, 2018. Disponível em: <http://infraroi.com.br/bombeamento-a-seco-garante-concretagem-produtiva-a-220-metros/>. Acesso em: 21 set. 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007**. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. São Paulo: Assembleia legislativa, [2007]. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12526-02.01.2007.html>. Acesso em: 25 maio 2021.

SÃO PAULO (Município). **Ato nº 663, de 10 de agosto de 1934**. Aprova consolidação do Código de Obras Arthur Saboya, (Lei nº 3.427, de 19 de novembro de 1929) abrangendo todas as disposições constantes de Leis e Atos, em vigor nesta data, referentes a construções, arruamentos, etc. São Paulo: Câmara Municipal, [1934]. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/ato-gabinete-do-prefeito-663-de-10-de-agosto-de-1934/consolidado#:~:text=Ato%20n%C2%BA%20663%2C%20de%2010,a%20constru%C3%A7%C3%B5es%2C%20arruamentos%2C%20etc>. Acesso em: 25 maio 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto-Lei nº 41, de 3 de agosto de 1940**. Regulamenta as construções na avenida Ipiranga e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1940]. Disponível em: <http://documentacao.saopaulo.sp.leg.br/iah/fulltext/decretoslei/DLEI041-1940.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 10.878, de 7 de fevereiro de 1974**. Institui normas especiais para a segurança dos edifícios, a serem observadas na elaboração dos projetos e na execução, bem como no equipamento e no funcionamento, e dispõe ainda sobre sua aplicação em caráter prioritário. São Paulo: Câmara Municipal, [1974a]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/1974/1088/10878/decreto-n-10878-1974-institui-normas-especiais-para-a-seguranca-dos-edificios-a-serem-observadas-na-elaboracao-dos-projetos-e-na-execucao-bem-como-no-equipamento-e-no-funcionamento-e-dispoe-ainda-sobre-sua-aplicacao-em-carater-prioritario?q=10878>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 12.706, de 8 de março de 1976**. Estabelece normas para utilização de gás combustível nos edifícios e construções em geral, regulamentando os artigos 105 e 110 da Lei nº 8266, de 20 de junho de 1975, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1976]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/1976/1270/12706/decreto-n-12706-1976-estabelece-normas-para-utilizacao-de-gas-combustivel-nos-edificios-e-construcoes-em-geral-regulamentando-os-artigos-105-e-110-da-lei-n-8266-de-20-de-junho-de-1975-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 28 set. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 17.866, de 11 de março de 1982**. Altera e complementa dispositivos do Decreto nº 12.706, de 8 de março de 1976, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1982]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/1982/1786/17866/decreto-n-17866-1982-altera-e-complementa-dispositivos-do-decreto-n-12706-de-8-de-marco-de-1976-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 28 set. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 24.714, de 7 de outubro de 1987**. Regulamenta o sistema de fiscalização, disposições gerais para utilização de gás combustível nos edifícios e construções em geral, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1987]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/1987/2471/24714/decre>

to-n-24714-1987-regulamenta-o-sistema-de-fiscalizacao-disposicoes-gerais-para-utilizacao-de-gas-combustivel-nos-edificios-e-construcoes-em-geral-e-da-outras-providencias. Acesso em: 28 set. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 32.329, de 23 de setembro de 1992.** Regulamenta a Lei nº 11.228, de 25 de junho de 1992 – Código de Obras e Edificações, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1992b]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/1992/3232/32329/decreto-n-323291992-regulamenta-a-lei-n-11228-de-25-de-junho-de-1992-codigo-de-obras-e-edificacoes-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 20 out. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 55.994, de 10 de março de 2015.** Introduz alterações no artigo 4º do decreto nº 53.889, de 8 de maio de 2013, que regulamenta o termo de compromisso ambiental – TCA. São Paulo: Câmara Municipal, [2015]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2015/5600/55994/decreto-n-559942015-introduz-alteracoes-no-artigo-4-do-decreto-n-53889-de-8-de-maio-de-2013-que-regulamenta-o-termo-de-compromisso-ambiental-tca?q=55994>. Acesso em: 25 out. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 57.565, de 27 de dezembro de 2016.** Regulamenta procedimentos para a aplicação da Quota Ambiental, nos termos da Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. São Paulo: Câmara Municipal, [2016]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2016/5757/57565/decreto-n-57565-2016-regulamenta-procedimentos-para-a-aplicacao-da-quota-ambiental-nos-termos-da-lei-n-16402-de-22-de-marco-de-2016?q=57565>. Acesso em: 25 out. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 57.776, de 7 de julho de 2017.** Regulamenta a Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017, que aprovou o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo; define os membros da Comissão de Edificações e Uso do Solo - CEUSO. São Paulo: Câmara Municipal, [2017b]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2017/5777/57776/decreto-n-57776-2017-regulamenta-a-lei-n-16642-de-9-de-maio-de-2017-que-aprovou-o-codigo-de-obras-e-edificacoes-do-municipio-de-sao-paulo-define-os-membros-da-comissao-de-edificacoes-e-uso-do-solo-ceuso>. Acesso em: 28 set. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 3.427, de 19 de novembro de 1929.** Código de obras Arthur Saboya. São Paulo: Câmara Municipal, [1929]. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-3427-de-19-de-novembro-de-1929>. Acesso em: 24 maio 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 7.688, de 30 de dezembro de 1971.** Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São Paulo – PDDI – SP, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1971]. Disponível em: <http://documentacao.saopaulo.sp.leg.br/iah/fulltext/leis/L7688.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 7.805, de 1 de novembro de 1972.** Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do município, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1972]. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-7805-de-01-de-novembro-de-1972/consolidado>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 8.050, de 22 de abril de 1974.** Dispõe sobre adaptação de edifícios e projetos as condições de segurança de uso. São Paulo: Câmara Municipal, [1974b]. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-8050-de-22-de-abril-de-1974/consolidado>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 8.266, de 20 de junho de 1975.** Aprova o Código de Edificações, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1975]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/1975/826/8266/lei-ordinaria-n-8266-1975-aprova-o-codigo-de-edificacoes-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 24 maio 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 10.334, de 13 de julho de 1987.** Cria áreas especiais de tráfego – AET; fixa regras para sua implantação em diferentes áreas do município; estabelece normas destinadas a estacionamento de veículos; [...]. São Paulo: Câmara Municipal, [1987]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/1987/1033/10334/lei-ordinaria-n-10334-1987-cria-areas-especiais-de-trafego-aet-fixa-regras-para-sua-implantacao-em-diferentes-areas-do-municipio-estabelece-normas-destinadas-a-estacionamento-de-veiculos-altera-e-complementa-dispositivos-das-leis-n-8266-de-20-de-junho-de-1975-e-n-8881-de-29-de-marco-de-1979-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 11.228, de 25 de junho de 1992.** Dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações, dentro dos limites dos imóveis, revoga a lei nº 8.266, de 20 de junho de 1975, com as alterações adotadas por leis posteriores, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, [1992a]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/1992/1122/11228/lei-ordinaria-n-11228-1992-dispoe-sobre-as-regras-gerais-e-especificas-a-serem-obedecidas-no-projeto-licenciamento-execucao-manutencao-e-utilizacao-de-obras-e-edificacoes-dentro-dos-limites-dos-imoveis-revoga-a-lei-n-8266-de-20-de-junho-de-1975-com-as-alteracoes-adotadas-por-leis-posteriores-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 24 maio 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014.** Aprova a política de desenvolvimento urbano e o plano diretor estratégico do município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. São Paulo: Câmara Municipal, [2014]. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16050-de-31-de-julho-de-2014>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017.** Aprova o Código de Obras e Edificações do município de São Paulo; introduz alterações nas Leis nº 15.150, de 6 de maio de 2010, e nº 15.764, de 27 de maio de 2013. São Paulo: Câmara Municipal, [2017a]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2017/1664/16642/lei-ordinaria-n-16642-2017-aprova-o-codigo-de-obras-e-edificacoes-do-municipio-de-saopaulo-introduz-alteracoes-nas-leis-n-15150-de-6-de-maio-de-2010-e-n-15-764-de-27-de-maio-de-2013>. Acesso em: 24 maio 2021.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento – SMUL. Código de obras e edificações: lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017; decreto nº 57.776, de 7 de julho de 2017; **COE ilustrado**. São Paulo: SMUL, 2017. Disponível em: [https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/codigo\\_de\\_obras\\_ilustrado.pdf](https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/codigo_de_obras_ilustrado.pdf). Acesso em: 05 jun. 2021.

SARRA, Sheila Regina; MÜLFARTH, Roberta Consentino Kronka. A evolução da arquitetura comercial no centro de São Paulo à luz das mudanças na legislação urbana. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, [s. l.], v. 27, n. 51, p. 1-16, 21 dez. 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/150562>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SATO, Luana. **A evolução das técnicas construtivas em São Paulo: residências unifamiliares de alto padrão**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-11082011-140108/pt-br.php>. Acesso em: 09 maio 2021.

SCHREIBER, Patrícia Antônia de Abreu. **Impermeabilização de lajes de cobertura: caracterização, execução e patologias**. 2012. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9A4J2Y>. Acesso em: 25 ou. 2021.

SEITO, Alexandre Itiu *et al.* **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SELEÇÃO ENGENHARIA. **36 Softwares para engenheiros indispensáveis para sua carreira**. [S. l.]: Seleção Engenharia, 2017. Disponível em: <https://selecaoengenharia.com.br/blog/36-sofwarees-para-engenheiros-indispensaveis-para-sua-carreira/>. Acesso em: 25 ago. 2021.

SELMO, S. M.S. *et al.* **Boletim técnico: Propriedades e especificações de argamassas industrializadas de múltiplo uso**. São Paulo: EPUSP, 2002. Disponível em: [http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\\_00310.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00310.pdf). Acesso em: 17 set. 2021.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SIK CONTRUÇÕES. Reboco Projetado. [S. l.]: Sik Construções, 2012. 1 vídeo (7 min). Publicado pelo canal Sik Construção. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qrbp3yLHZxY>. Acesso em: 17 set. 2021.

SIKA. **Ficha técnica: Sika Desmold**. [S. l.]: Sika, 2011. Disponível em: <https://bra.sika.com/content/dam/dms/br01/d/Sika%20Desmold.pdf>. Acesso: 21 set. 2021.

SILVA, Inês Santana da. **Concreto de alta resistência: composição, propriedades e dimensionamento**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-02052018-093914/pt-br.php>. Acesso em: 11 jul. 2021.

SILVA, Margarete Maria de Araújo. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/publico/DissertacaoMargarete.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SUSTENTARQUI. Selos para construção sustentável. 2014. 1 ilustração. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/selos-para-contrucao-sustentavel/>. Acesso em: 06 nov. 2021.

TCPO 7 – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. 7. ed. São Paulo: Pini, 1980.

TCPO BIM Janeiro/2019 – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. São Paulo: Pini, 2019.

THÓRUS ENGENHARIA. **Barramento blindado: o que é, como funciona e por que utilizar?** Joinville: Thórus Engenharia, 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/barramento-blindado/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

TIGRE. **Catálogo técnica e produtos: linha TIGREGÁS.** [S. l.]: TIGRE, 2021. Disponível em: [file:///D:/TG/PDF%20de%20manuais%20e%20textos/TIGREGAS\\_2021.pdf](file:///D:/TG/PDF%20de%20manuais%20e%20textos/TIGREGAS_2021.pdf). Acesso: 20 out. 2021.

TUA CASA. Tipos de telhas. [201-]. 1 ilustração. Disponível em: <https://www.tuacasa.com.br/tipos-de-telhas/>. Acesso em: 04 nov. 2021.

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; MOLIN, Denise Carpena Dal. **Concreto auto-adensável.** São Paulo: Pini, 2008.

VEDACIT. **Ficha técnica: Curing.** [S. l.]: Vedacit, 2017. Disponível em: <http://www.impervia.com.br/wp-content/uploads/2017/01/CURING.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

VEDACIT. **Manual técnico: Vedacit Pro.** [S. l.]: Vedacit, [201-]. Disponível em: <https://www.vedacit.com.br/content/dam/vedacit/pdfs/catalogos/b2b/Manual-Tecnico.pdf.core.download.inline.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2021.

VERÓL, Aline Pires *et al.* **Sistemas prediais hidráulicos e sanitários: projetos práticos e sustentáveis.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2019.

VERTICAL GARDEN. **Conheça as leis sobre telhado verde em vigor no Brasil.** São Paulo: Vertical Garden, 2019. Disponível em: <https://www.verticalgarden.com.br/post/conheca-as-leis-sobre-telhado-verde-em-vigor-no-brasil>. Acesso em: 25 out. 2021.

VIEIRA, Rommey Anderson Gonçalves. **Vantagens do concreto autoadensável comparado ao concreto convencional.** 2013. Trabalho de Conclusão do Curso (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-A9PJAU>. Acesso em: 21 set. 2021.

VILLA, Simone Barbosa. **Morar em apartamentos: a produção dos espaços privados e semi-privados nos edifícios ofertados pelo mercado imobiliário no século XXI em São Paulo e seus impactos na cidade de Ribeirão Preto. Critérios para avaliação pós-ocupação.** 2008. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-19112010-112443/pt-br.php>. Acesso em: 02 jul. 2021.

WATANABE, Roberto Massaru. Sistemas de impermeabilização de lajes de coberturas. 2010. 1 ilustração. Disponível em: <https://www.ebanataw.com.br/infiltracoes/caso24.htm>. Acesso em: 25 out. 2021.

WALSYWA. **Catálogo: Walsywa fixação para construção civil**. [S. l.]: Walsywa, 2020. Disponível em: [https://www.walsywa.com.br/wp-content/uploads/2020/05/2193\\_Catalogo\\_Walsywa\\_Completo\\_02c\\_compressed.pdf](https://www.walsywa.com.br/wp-content/uploads/2020/05/2193_Catalogo_Walsywa_Completo_02c_compressed.pdf). Acesso: 04 nov. 2021.

WEG. **Catálogo: Barramentos blindados de baixa tensão**. Jaraguá do Sul: WEG, 2019. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h28/h56/WEG-50066627-barramentos-blindados-de-baixa-tensao-BWW-pt.pdf>. Acesso: 15 nov. 2021.

XAVIER, Gabriela de Souza e S.; ALVES, Ruan Oliveira. **Estudo de caso da viabilidade do reboco interno projetado**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/123456789/11886/1/GabrielaDeSouzaES%20XavierTCCGraduacao2018.pdf>. Acesso em: 17 set. 2021.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini: SindusCon, 2009.