



Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal do Maranhão
Cidade Universitária Dom Delgado
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



Projeto de Alvenaria de Vedação para Edificações: um estudo de caso

Discente: Luiz Fernando Hoffmann Lopes
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos

São Luís – MA
Janeiro de 2018

Luiz Fernando Hoffmann Lopes

Projeto de Alvenaria de Vedação para Edificações: um estudo de caso

Monografia apresentada à Fundação Universidade Federal do Maranhão, como requisito avaliativo da atividade acadêmica Trabalho de Conclusão de Curso II, sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos.

São Luís – MA
Janeiro de 2018

Luiz Fernando Hoffmann Lopes

Projeto de Alvenaria de Vedação para Edificações: um estudo de caso

Monografia apresentada à Fundação Universidade Federal do Maranhão, como requisito avaliativo da atividade acadêmica Trabalho de Conclusão de Curso II, sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^o Me. Fábio Dieguez Barreiro Mafra (Membro)
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Esp. Josélia Siqueira Machado Fiterman (Membro)
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Universidade Federal do Maranhão pela estrutura física proporcionada a mim, para que hoje eu pudesse obter essa formação crítica, sempre em busca da excelência da qualificação profissional no curso de Bacharel em Engenharia Civil.

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos pelo incentivo, simpatia, presteza no auxílio às atividades e por todas as informações que a mesma passou a mim para concluir esta monografia.

Agradeço também ao antigo coordenador do curso, afastado para o doutorado, Marcos Aurélio Araújo Santos pelo empenho e dedicação em coordenar e levar a frente o curso de Bacharelado em Engenharia Civil.

Aos meus pais Luiz Fernandes Lopes e Maria do Carmo Hoffmann Lopes pelo apoio familiar que os dois me deram no decorrer da minha formação acadêmica, além dos meus irmãos Luiz Eugênio e Mariângela, meus cunhados Andrea e Gustavo, e à Adejalmo.

“A mais profunda raiz do fracasso em nossas vidas é pensar: ‘Como sou inútil e fraco’. É essencial pensar poderosa e firmemente: ‘Eu consigo’. Sem ostentação ou preocupação.” (Dalai Lama).

RESUMO

A presente monografia consiste em elaborar o Projeto de Alvenaria de Vedação (PAV) inerente a ampliação de uma edificação, localizada na Cidade Universitária Dom Delgado, na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em São Luís/MA. O trabalho realizado estabeleceu uma medida de execução de alvenarias de vedação seguindo a norma NBR 8545 (ABNT, 1984) para a edificação em questão. Cujos os principais objetivos foram detalhar e ilustrar procedimentos e métodos para execução das mesmas. Inicialmente foi realizado um modelo de projeto de execução de alvenaria de vedação, em seguida iniciou-se a realização do estudo de caso da edificação objeto de estudo em questão. Compatibilizou-se todos os projetos existentes da edificação, realizou-se as correções nos projetos de acordo com a possibilidade e liberação dos projetistas. Em seguida determinou-se equipamentos e ferramentas que devem ser utilizadas no processo de execução do projeto. E por fim, retrata-se o memorial descritivo de execução, ilustrando os detalhes executivos para que nenhuma dúvida possa existir. A partir disso, estabeleceu-se meios de mitigação de patologia, redução de desperdício de material, além do aumento da produtividade do processo de execução de alvenaria de vedação.

Palavras-chave: Edificação. Alvenaria. PAV.

ABSTRACT

This work consists of elaborating the Masonry Sealing Project (MSP) in the expansion of a building, located in the Dom Delgado zone at the Federal University of Maranhão (UFMA), in São Luís / MA. The work established an execution measure of masonry sealing following the NBR 8545 norm (ABNT, 1984), it detailed, quantified and illustrated procedures and methods for its execution. Initially, all the existing projects of the edification were compatibilized; corrections were done in the projects according to the possibility and release of the designers. Next, it was determined the equipment and tools that should be used in the project execution process. And finally, the descriptive memorial of execution was done, illustrating the executive details so that no doubt could remain. From this, pathological mitigation facilities, material waste reduction, and the increase of the productivity of the sealing masonry execution process were established.

Keywords: Building. Masonry. MSP.

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CT: Capacidade Térmica.

Dnt,w: Diferença padronizada de nível ponderada para ensaio de campo.

NBR: Norma Brasileira Registrada.

PAV: Projeto de Alvenaria de Vedação.

PBQP-H: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.

Rw: Índice de reprodução sonora.

U: Transmitância térmica.

VUP: Vida Útil de Projeto.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Pirâmide construída com pedras no Egito	21
Figura 2: Tijolos cerâmicos produzidos a partir de argila e palha	22
Figura 3: Execução de alvenaria estrutural em bloco de concreto	23
Figura 4: Execução de alvenaria de vedação em bloco cerâmico com 9 furos	25
Figura 5: Edificação executada com blocos vazados de concreto sem função estrutural	26
Figura 6: Armazenamento de blocos maciços cerâmicos	27
Figura 7: Blocos cerâmicos furados na horizontal (esquerda) e com furos na vertical (direita)	28
Figura 8: Modelo de edificação com alvenaria de bloco cerâmico aparente	28
Figura 9: Modelo de edificação com alvenaria de bloco cerâmico revestido	29
Figura 10a: Configuração de paredes em alvenaria de juntas à prumo	29
Figura 10b: Configuração de paredes em alvenaria de juntas amarradas	30
Figura 11a: Desenho de fissura vertical existente somente na argamassa	38
Figura 11b: Fissura vertical existente somente na argamassa	38
Figura 12a: Desenho de fissura vertical existente na argamassa e no bloco	39
Figura 12b: Fissura vertical existente na argamassa e no bloco	39
Figura 13a: Fissuras verticais em trecho contínuo de alvenaria sem abertura, devido à atuação de carga vertical uniformemente distribuídas	40
Figura 13b: Fissuras verticais em trecho contínuo de alvenaria com abertura, devido à atuação de carga vertical uniformemente distribuídas	40
Figura 14a: Configurações de fissuras em algumas situações de recalques de fundações	41
Figura 14b: Fissuras devido a recalque diferencial de fundações	41

Figura 15: Destacamento entre alvenarias de vedação e estrutura provocados por movimentações higrotérmicas diferenciadas	42
Figura 16: Modelo de coordenação modular em bloco de concreto	44
Figura 17: Projeto de alvenaria de vedação com planta e vista de painel	46
Figura 18: Bloco cerâmico que permite a divisão em sub módulos	47
Figura 19: Amarração das fiadas de parede de meia vez	50
Figura 20: Amarração das fiadas de parede de uma vez	51
Figura 21: Utilização de escantilhão para execução de alvenaria	52
Figura 22: Régua com bolha	53
Figura 23: Utilização de palheta para assentar bloco de concreto	53
Figura 24: Utilização de meia cana para assentar bloco de concreto	54
Figura 25: Carrinho para transporte de blocos cerâmicos	54
Figura 26: Carro plataforma	55
Figura 27: Argamasseira plástica	55
Figura 28: Andaime metálico	56
Figura 29: Execução de gancho na borda da laje	58
Figura 30: Utilização de blocos cerâmicos na fiada de locação e no pano da parede de alvenaria	58
Figura 31: Locação de amarração em canto de parede de meia vez	59
Figura 32: Elevação de amarração em canto de parede de meia vez	60
Figura 33: Locação de amarração das fiadas em junção “T” em paredes de meia vez	60
Figura 34: Elevação de amarração das fiadas em junção “T” em paredes de meia vez	61
Figura 35: Amarração das fiadas em cruzamento em paredes de meia vez	61
Figura 36: Preenchimento de juntas verticais dos blocos da primeira fiada	62
Figura 37: Alvenaria com juntas a prumo executada com armadura longitudinal ...	63
Figura 38: Alvenaria com juntas não contínuas executada em tijolos de 8 furos	63
Figura 39: Forma de interligação do pilar de concreto armado com a alvenaria	64
Figura 40: Instalação de tela metálica para conexão pilar-alvenaria	65
Figura 41: Travamento viga-alvenaria com argamassa expansiva	65
Figura 42: Travamento viga-alvenaria com cunhas de concreto pré fabricado	66

Figura 43: Gabarito metálico para porta	67
Figura 44: Execução de verga (acima) e contraverga (abaixo)	67
Figura 45: Execução de cinta de travamento em concreto armado em parapeito ..	68
Figura 46: Planta de situação do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM	72
Figura 47: Planta baixa do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM (parte 1)	73
Figura 48: Planta baixa do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM (parte 2)	73
Figura 49: Planta baixa do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM (parte 3)	74
Figura 50: Tijolo de 8 furos	75
Figura 51: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e estrutural	77
Figura 52: Alterações nos panos V1 Núcleo de Jornalismo e V3 Discoteca a partir da incompatibilização do projeto arquitetônico com projeto estrutural	78
Figura 53: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 1)	79
Figura 54: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 2)	79
Figura 55: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 3)	80
Figura 56: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 4)	80
Figura 57: Projeto arquitetônico final com o lançamento dos pilares (parte 1)	81
Figura 58: Projeto arquitetônico final com o lançamento dos pilares (parte 2)	81
Figura 59: Projeto arquitetônico final com o lançamento dos pilares (parte 3)	82
Figura 60: Legenda de identificação em vista superior das unidades de alvenaria	84
Figura 61: Planta de locação das paredes de alvenaria de vedação (parte 1)	85
Figura 62: Planta de locação das paredes de alvenaria de vedação (parte 2)	86
Figura 63: Planta de locação das paredes de alvenaria de vedação (parte 3)	87
Figura 64: Verificação de alinhamento durante execução de alvenaria	88
Figura 65: Conferência de esquadro durante execução de alvenaria	88
Figura 66: Conferência de prumo durante execução de alvenaria	88

Figura 67: Detalhe construtivo 1 de encontros entre alvenarias de vedação	89
Figura 68: Detalhe construtivo 2 de encontros entre alvenarias de vedação	89
Figura 69: Detalhe construtivo 3 de encontros entre alvenarias de vedação	90
Figura 70: Detalhe construtivo 4 de encontros entre alvenarias de vedação	90
Figura 71: Detalhe construtivo 5 de encontros entre alvenarias de vedação	90
Figura 72: Detalhe construtivo 6 de encontros entre alvenarias de vedação	91
Figura 73: Detalhe construtivo 7 de encontros entre alvenarias de vedação	91
Figura 74: Detalhe construtivo 8 de encontros entre alvenarias de vedação	92
Figura 75: Detalhe construtivo 9 de encontros entre alvenarias de vedação	92
Figura 76: Detalhe construtivo 10 de encontros entre alvenarias de vedação	92
Figura 77: Uso de escantilhão na elevação da alvenaria	73
Figura 78: Lançamento de argamassa com palheta sobre três blocos cerâmicos estruturais	94
Figura 79: Utilização de submódulos em alvenaria com junta em amarração	95
Figura 80: Instalação de tela metálica galvanizada para conexão pilar-alvenaria ..	95
Figura 81: Legenda de identificação em vista frontal das unidades de alvenaria ...	96
Figura 82: Vista 1 do Núcleo de Jornalismo	97
Figura 83: Vista 2 do Núcleo de Jornalismo	98
Figura 84: Vista 1 da Discoteca	99
Figura 85: Vista 2 da Discoteca	100
Figura 86: Vista 3 da Discoteca	101
Figura 87: Vista 2 da Sala de Servidores	102
Figura 88: Vista 3 da Sala de Servidores	103
Figura 89: Vista 4 da Sala de Servidores	104
Figura 90: Vista 1 da Produção	105
Figura 91: Vista 2 da Produção	106
Figura 92: Vista 3 da Produção	107
Figura 93: Vista 1 da Bibliorádio	108
Figura 94: Vista 2 da Bibliorádio	109
Figura 95: Vista 3 da Bibliorádio	110
Figura 96: Vista 1 do Estúdio Gravação (Locução)	111
Figura 97: Vista 2 do Estúdio Gravação (Locução)	112
Figura 98: Vista 3 do Estúdio Gravação (Locução)	113

Figura 99: Vista 1 do Estúdio Gravação	114
Figura 100: Vista 2 do Estúdio Gravação	115
Figura 101: Vista 4 do Estúdio Gravação	116
Figura 102: Vista 1 do Estúdio de Transmissão	117
Figura 103: Vista 2 do Estúdio de Transmissão	118
Figura 104: Vista 4 do Estúdio de Transmissão	119
Figura 105: Execução de corte em alvenaria com tijolo cerâmico	120
Figura 106: Embutimento de instalações elétricas no rasgo	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Capacidade e transmitância térmica para alguns sistemas de paredes ..	31
Tabela 2: Níveis de desempenho da vedação acústica entre ambientes	32
Tabela 3: Resultado dos ensaios de resistência ao fogo de paredes	34
Tabela 4: Vida Útil de Projeto (VUP) para diferentes sistemas da edificação	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	18
1.2.	JUSTIFICATIVA	19
1.3.	OBJETIVOS DO TRABALHO	20
1.3.1.	Objetivo Geral	20
1.3.2.	Objetivos Específicos	20
2	ALVENARIAS	21
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	21
2.2	ALVENARIA ESTRUTURAL	23
2.2.1	Conceito, Propriedades, Vantagens e Desvantagens	23
2.3	ALVENARIA DE VEDAÇÃO	25
2.3.1	Conceito, Função e Classificação	25
2.3.2	Alvenaria de Bloco de Concreto	26
2.3.3	Alvenaria de Tijolos Maciços Cerâmicos	26
2.3.4	Alvenaria de Blocos Cerâmicos Furados	27
2.3.5	Características e Propriedades	30
2.4	PROJETO E EXECUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO	35
2.4.1	O Projeto	35
2.4.2	A Execução	36
2.5	PATOLOGIAS EM ALVENARIAS DE VEDAÇÃO	37
2.5.1	Fissuras Predominantemente na Argamassa	38
2.5.2	Fissuras na Argamassa e no Bloco	39
2.5.3	Fissuras Verticais Paralelas Contínuas Devido às Cargas Verticais Uniformemente Distribuída em Paredes com ou sem Aberturas (vãos)	39

2.5.4 Fissuras em Trecho de Alvenaria devido à Recalques das Fundações	40
2.5.5 Destacamento de Trecho de Alvenaria devido a Movimentações Higrotérmicas Diferenciadas	42
3 PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	43
3.1. DIRETRIZES PARA O PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	43
3.1.1. Nível Tecnológico da Construtora	43
3.1.2. Sistema de Coordenação Modular	44
3.1.3. Componentes que Formam as Paredes de Alvenaria	48
3.1.4. Características dos Panos de Alvenaria de Vedação	49
3.2. DIRETRIZES PARA O PROJETO EXECUTIVO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	50
3.2.1. Análise e Compatibilização dos Projetos Arquitetônicos, Estruturais e de Instalações	50
3.2.2. Especificação dos Materiais de Construção, Equipamentos, Ferramentas e Mão de Obra	51
3.2.3. Memorial descritivo de execução	57
4 METODOLOGIA	69
4.1. SELEÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	69
4.2. ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES E CONCEITOS PARA CONCEPÇÃO DO PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	69
4.3. ELABORAÇÃO DE PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	69
4.4. ILUSTRAÇÃO DOS DETALHES CONSTRUTIVOS DO PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	70
5 ESTUDO DE CASO	71
5.1. NÍVEL TECNOLÓGICO DA CONSTRUTORA	74
5.1.1. Definição da Unidade de Alvenaria	75
5.1.2. Definição do Traço da Argamassa de Assentamento	75
5.2. COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS	75

5.3. DEFINIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	82
5.4. MÃO DE OBRA	83
5.5. MEMORIAL DESCRITIVO DE EXECUÇÃO	83
5.5.1. Locação das Paredes	83
5.5.2. Execução dos cantos, junções T e cruzamento	89
5.5.3. Elevação das paredes	93
5.5.4. Embutimento das instalações	119
6 CONCLUSÃO	121
REFERÊNCIAS	123
APÊNDICE – A	128
APÊNDICE – B	130

1 INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A construção civil brasileira emprega milhares de profissionais a cada ano, entretanto, estes são oriundos principalmente de classe social menos privilegiada, sendo que a maioria possui pouca ou nenhuma capacitação na área ou exerceram uma prática inadequada durante a carreira profissional, esse é um critério relevante que se deve questionar quando da avaliação da qualidade final da obra (CARVALHO, 2011).

A falta de organização e de planejamento no canteiro de obras também é um dos principais fatores que promovem o desperdício e maus resultados para a obra, como no caso da ausência de projetos ou existência de projetos deficientes ou incompatíveis. A solução para esses problemas, na maioria dos casos, acontece de forma improvisada durante a execução da obra, o que de certa forma impacta diretamente na qualidade final da obra. Além disso, é muito comum a utilização de materiais de construção fora de norma e sem a qualidade e segurança mínimas exigidas. Então estes fatores são uma das principais causas dos problemas patológicos que acometem as edificações brasileiras (CAVALCANTE, 2010).

Nos dias de hoje existem muitos casos de edificações extremamente recentes que apresentam problemas como rachaduras aparentes, infiltrações, descolamento de revestimento cerâmico, fissuras, entre outros. Segundo Silva (2011) estes problemas não ocorrem apenas devido ao desgaste da mesma, em função do tempo, fatores como a ausência de projetos, existência de projetos ineficientes, má execução dos projetos, agilidade nos procedimentos sem planejamento adequado, falta de acompanhamento técnico de qualidade, equipamentos obsoletos, má qualidade e segurança dos materiais utilizados, entre outros, contribuem significativamente para o surgimento de futuras manifestações patológicas nas edificações.

São inegáveis os avanços que surgiram na construção civil do Brasil nos últimos anos, tais como as normas regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho, NR 18; a resolução nº 307 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil; o auxílio de maquinário e equipamentos

especializados; além de ações particulares de trabalho para aumentar a produção e diminuir os desperdícios na obra; entre outros.

Uma das principais formas de evitar o desperdício e aumentar a produtividade é qualificando e fiscalizando a mão de obra, além de fornecer condições mínimas de higiene, alimentação, segurança, saúde e salubridade para a mesma. Além disso, deve-se investir em equipamentos e maquinários que forneçam agilidade, qualidade e produtividade tanto ao serviço de execução quanto para o auxílio dos operários. E por fim, a aquisição dos materiais que serão utilizados deve ser precedida por uma tomada de preço, de forma a avaliar e fiscalizar se o produto mais barato possui a qualidade e segurança mínima exigidas nas normas vigentes (CARVALHO, 2011).

Deste modo, este projeto de trabalho de conclusão de curso consiste em elaborar um modelo de projeto referente à execução de alvenaria de vedação, a fim de auxiliar a execução dessas alvenarias, através da especificação adequada dos materiais e equipamentos mais viáveis, ilustrando detalhes construtivos de execução e escolhendo os materiais para execução, conforme as normas e legislação vigentes no Brasil.

1.2. JUSTIFICATIVA

Os principais problemas que podem ocorrer nas alvenarias são fissuras, trincas, descolamento substrato-argamassa de assentamento, entre outros, tendo em vista que a maioria destes é proveniente da má execução ou falta de padronização de execução de alvenaria. Estes transtornos devem ser previstos e equacionados para que os mesmos sejam mitigados. Esta previsão deve ser realizada em fase de projeto a fim de solucionar, ainda dentro do prazo previsto, as possíveis incompatibilidades de projetos antes do início da fase de execução.

Diante do exposto, se justifica o desenvolvimento do presente trabalho de conclusão de curso, visto que o mesmo irá propor diretrizes e conhecimento técnico inerentes a concepção de projeto de alvenaria de vedação a ser utilizado por empresas construtoras atuantes no mercado imobiliário do município de São Luís/MA, tendo em vista a necessidade de um maior e melhor planejamento para essa etapa de obra, além da importância do detalhamento construtivo para a correta execução das alvenarias de vedação.

1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1. Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é executar um projeto de alvenaria de vedação para uma edificação localizada em São Luís – MA, além de elaborar diretrizes e fomentar conhecimento técnico acerca do projeto executivo de alvenaria, a fim de auxiliar na execução de alvenaria de vedação em edificações a serem construídas na cidade de São Luís/MA.

1.3.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são voltados a um conjunto de etapas que permitam a elaboração do projeto:

- Selecionar o objeto de estudo;
- Elaborar diretrizes para concepção do projeto de alvenaria de vedação;
- Conceber o projeto de alvenaria de vedação para o objeto de estudo selecionado;
- Ilustrar os detalhes construtivos a fim de facilitar a leitura e interpretação do projeto de alvenaria de vedação;
- Contribuir para a redução de desperdício e custo da obra, aumentar a produtividade e minimizar possíveis patologias em alvenarias de vedação.

2 ALVENARIAS

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A história da Engenharia Civil e Arquitetura não pode ser dissociada à história da humanidade, lembra-se que a história que não foi escrita é preservada e mantida nas construções antigas (templos, igrejas, fortalezas e cidades inteiras). Sendo assim, a alvenaria é a solução construtiva mais antiga, tendo funções principais de divisão de ambientes e de estrutura para resistir às cargas verticais (SOUSA, 2003).

Tendo em vista as construções antigas existentes, observa-se que, em grande parte foram usados materiais de caráter regional – pedras, tijolos e madeira. Segundo Sousa (2003), este é o motivo que as construções antigas tradicionais possuem/possuíam alvenarias resistentes.

O material mais abundante na Terra é, sem dúvida, a pedra, com isso, as antigas civilizações usavam a mesma como a principal matéria prima como material de construção civil. Observa-se que a pedra foi utilizada em templos, pontes, igrejas, estradas etc. Os egípcios (figura 1) foram a primeira civilização cujos registros comprovam que possuíam ferramentas suficientemente duras, capazes de romper e trabalhar a superfície das pedras (SOUSA, 2003).

Figura 1: Pirâmide construída com pedras no Egito



Fonte: Mega Curioso (2017).

Há mais de 10 mil anos atrás o homem criou o produto de construção mais antigo, o tijolo. Nos vales de grandes rios como o Nilo, Tigre e Eufrades, existia

abundância de argila, que é a principal matéria prima do tijolo, com isso levou ao desenvolvimento dos tijolos cerâmicos (figura 2) após cozinhá-los ao sol. Estes eram usados simultaneamente com as pedras, mas possuíam vantagens sob as mesmas: simplicidade, resistência e durabilidade (SOUSA, 2003).

Figura 2: Tijolos cerâmicos produzidos a partir de argila e palha



Fonte: Ismaelgobbo (2017).

Um elemento de grande importância para uma edificação é a alvenaria, que é definida como qualquer obra de paredes ou muros composta por pedras naturais, blocos cerâmicos (tijolos) ou blocos de concreto, cuja ligação entre os mesmos pode ser feita ou não através de argamassas. As principais características que devem compor uma alvenaria são durabilidade, resistência e impermeabilidade. E as principais funções de uma alvenaria são vedar ambientes, dividi-los e protegê-los contra intempéries.

A utilização de blocos cerâmicos ou de concreto em alvenarias satisfazem as características de durabilidade e resistência, entretanto, para satisfazer a impermeabilização, deve-se combinar os blocos com outros materiais específicos para esse fim. Impermeabilizar uma alvenaria significa impedir a passagem de umidade para o ambiente em questão, tendo em vista que a umidade tem interesse social do ponto de vista higiênico e por questão de saúde (AZEREDO, 1997).

Comercialmente os blocos cerâmicos e de concreto são mais viáveis que pedras naturais, sendo estes, os mais utilizados na construção civil atualmente. São definidos como blocos artificiais, produzidos em pequena, média ou grande escala, que são capazes de fornecer as características necessárias para construção de uma alvenaria, podendo ser de concreto ou cerâmico, blocos furados ou maciços, se resistem à esforços verticais ou não, entre outros. De acordo com Azeredo (1997), as alvenarias podem ser classificadas como alvenaria para fins estruturais e alvenaria para fins de vedação.

2.2. ALVENARIA ESTRUTURAL

2.2.1. Conceito, Propriedades, Vantagens e Desvantagens

A alvenaria estrutural (figura 3) é definida como uma forma de execução em que se utilizam as paredes da edificação para resistir às cargas definidas em projeto. Este é um procedimento no qual as paredes substituirão ou permanecerão conjugados aos pilares e vigas utilizados nos sistemas convencionais de concreto armado, aço ou madeira (ROMAN; MUTTI; ARAUJO, 1999). Este tipo de alvenaria não será considerada como objeto de estudo deste trabalho.

Figura 3: Execução de alvenaria estrutural em bloco de concreto



Fonte: Escola Engenharia (2017).

A qualidade de uma alvenaria estrutural possui grande influência da mão de obra que executará a mesma. A inexistência ou até pouca capacitação e motivação pode trazer prejuízos para a execução deste tipo de sistema. Além disso, os equipamentos e os blocos utilizados devem ser de confiança e ter certificação específica para o tipo de bloco a ser utilizado (NETO, 2017).

Segundo Roman, Mutti e Araújo (1999), a base de projetos em alvenaria estrutural se fundamenta nos seguintes princípios:

- Alvenaria pode suportar grandes tensões de compressão, mas pequenas tensões de tração;
- Toda tração causada por momento fletor deve ser evitada.

Sendo assim, como o bloco estrutural apresenta pouca resistência à tração, deve-se explorar a resistência à compressão do mesmo.

A alvenaria estrutural apresentou grandes avanços quando comparados à qualquer outra forma de estrutura utilizada na construção, principalmente devido aos massivos trabalhos de pesquisa, à qualidade e certificação dos materiais e a criatividade dos projetistas nos últimos 50 anos. Este processo executivo apresenta diversas vantagens, dentre as quais cita-se:

O sistema permite detalhamentos estéticos bastante atraentes, com variadas formas, texturas e cores, oferecendo boas possibilidades arquitetônicas e estruturais. Devido à coordenação modular apresentada, todos os projetos são mais fáceis de detalhar. Possibilita a elaboração de um projeto executivo de fácil compreensão pela mão de obra. Projetos realizados em alvenaria estrutural são aplicáveis a uma grande variedade de usos funcionais. Quanto ao custo, normalmente, é mais econômica do que prédios estruturados, o que ocorre não só por se executarem estrutura e alvenaria numa só etapa, mas também devido à economia no uso de madeiras para forma, redução no uso de concreto e ferragem, menores espessuras de revestimentos, maior rapidez na execução. Além disso, a simplificação nas instalações, em que são evitados rasgos nas paredes, ocasiona menor desperdício de material do que o verificado em obras convencionais (ROMAN; MUTTI; ARAUJO, 1999, p. 20-21).

Ressalta-se algumas desvantagens existentes a partir da escolha deste tipo de sistema estrutural de edificação, uma dessas é que após executado esse tipo de alvenaria, o modelo arquitetônico não poderá ser modificado, a não ser que seja autorizado pelo engenheiro de estrutura do projeto. Além de, durante a execução de alvenaria estrutural, os blocos estruturais podem variar de fatores de resistência à compressão, principalmente em edificações de grande porte, com a falta de mão de obra qualificada, podem ocasionar trocas de assentamentos de blocos de diferentes fatores de resistência.

2.3. ALVENARIA DE VEDAÇÃO

2.3.1. Conceito, Função e Classificação

A principal função das paredes de alvenaria de vedação é proteger os ambientes e a própria edificação contra intempéries, além de dividir os ambientes. A mesma não possui função de resistir à cargas externas, senão que seu peso próprio e pequenas cargas de ocupação, diferentemente das alvenarias estruturais definidas anteriormente. Ainda assim, a alvenaria de vedação deve cumprir os requisitos mínimos das normas aplicáveis a mesma e estabelecidos em cada projeto específico (SANTOS JR., 2014).

No Brasil, este modelo de execução de paredes de alvenaria de vedação, apesar de estar bastante consolidado, ainda possui algumas deficiências quanto à forma de execução, tendo em vista à falta de qualificação da mão de obra e pouca importância dada por muitos construtores nesta etapa da obra. As paredes de alvenaria de vedação se conjugam à edificação com o estruturas de concreto armado (figura 4), madeira, aço, entre outros (SANTOS JR., 2014).

De maneira geral, a norma que estabelece as diretrizes do sistema de vedação vertical interna e externa como parte da edificação, limitando a própria edificação e os ambientes internos, como paredes de fachada e paredes internas.

Figura 4: Execução de alvenaria de vedação em bloco cerâmico com 9 furos



Fonte: Sua Obra (2017).

Segundo Santos Jr. (2014), existe uma classificação necessária devido às diferentes técnicas de execução quanto aos componentes (tipos de blocos) da alvenaria de vedação, tal como: blocos vazados de concreto simples, tijolos maciços cerâmicos e blocos furados cerâmicos.

2.3.2. Alvenaria de Bloco de Concreto

Este tipo de bloco requer mão de obra capacitada para o assentamento do mesmo. De acordo com a norma 6136 (ABNT, 2014), a escolha dos blocos de concreto é feita segundo o tipo de utilização, a partir de classes denominadas “A”, “B”, “C” e “D”. Sendo esta última (Classe D), os blocos utilizados em edificações para alvenaria de vedação, ou seja, sem função estrutural (figura 5).

O bloco de concreto pode ser fabricado em diferentes tipos de geometrias e variadas resistência à compressão. Sendo necessário que o fabricante atenda às exigências mínimas da norma NBR 6136 (ABNT, 2014).

Figura 5: Edificação executada com blocos vazados de concreto sem função estrutural



Fonte: Prontomix (2017).

2.3.3. Alvenaria de Tijolos Maciços Cerâmicos

O tijolo maciço cerâmico (figura 6) é um material sólido fabricado com argila comum obtidos a partir da prensagem com arestas vivas e retilíneas, após isso, as peças são queimadas em fornos à altas temperaturas para que o produto final obtido siga às normas NBR 7170 (ABNT, 1983a) e NBR 8041(ABNT, 1983b). Este tipo de

bloco cerâmico é encontrado em todo o país de forma fácil, tendo em vista à resistência ao fogo do mesmo, sendo assim é eventualmente utilizado na execução de paredes de escadas de edificações.

Figura 6: Armazenamento de blocos maciços cerâmicos



Fonte: CeramicaVerdi (2017).

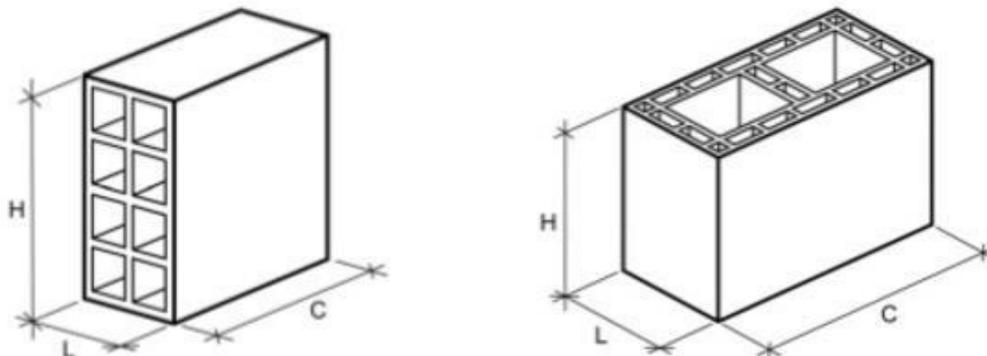
2.3.4. Alvenaria de Blocos Cerâmicos Furados

Pela norma NBR 15270-1 (ABNT, 2005a), o bloco furado cerâmico é o componente da alvenaria de vedação que possui furos em formato de prisma perpendiculares às faces de menor dimensão. A fabricação é feita a partir da queima em altas temperaturas de matéria prima argilosa, sendo que pode conter ou não aditivos.

Este tipo de bloco existe em uma variedade de formatos e tamanhos, garantindo flexibilidade em projetos arquitetônicos e atendendo à edificações de baixo, médio e alto padrão. A principal função deste bloco é compor alvenarias internas e externas que não possuam função estrutural (NETO, 2017).

Devido aos blocos cerâmicos furados (figura 7) serem facilmente fabricados, estes são encontrados em várias partes do Brasil e apresentam custos relativamente em conta e competitivo pelas olarias. Existem diversas dimensões deste bloco no mercado nacional, entretanto todas essas dimensões devem seguir as normas definidas pela NBR 15270-1 (ABNT, 2005a).

Figura 7: Blocos cerâmicos furados na horizontal (esquerda) e com furos na vertical (direita)



Fonte: ABNT (2005a).

Ainda segundo Santos Jr. (2014), existe uma classificação das alvenarias de vedação quanto à proteção, denominadas como alvenarias aparentes e alvenarias revestidas. As edificações com alvenarias aparentes, como mostra a figura 8, devem receber uma proteção com produtos que repelem a água, ou até mesmo utilizando blocos de baixa porosidade e elevada resistência, sendo assim o tratamento com produtos hidrofugantes é dispensado.

Figura 8: Modelo de edificação com alvenaria de bloco cerâmico aparente



Fonte: Skyscrapercity (2017).

As edificações com alvenarias revestidas (figura 9) são as mais empregadas em edificações de vários pavimentos e estrutura conjugada em concreto armado. Sendo assim, as mesmas recebem um revestimento de argamassa e sobre o revestimento é executado um acabamento com o material à escolha, como revestimento cerâmico, pintura, entre outros (SANTOS JR., 2014).

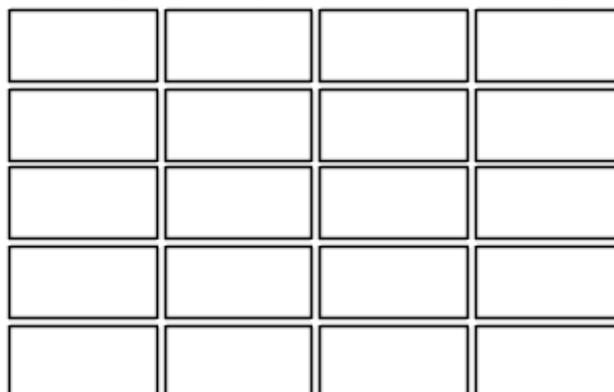
Figura 9: Modelo de edificação com alvenaria de bloco cerâmico revestido



Fonte: Direcionalcondomínios (2017).

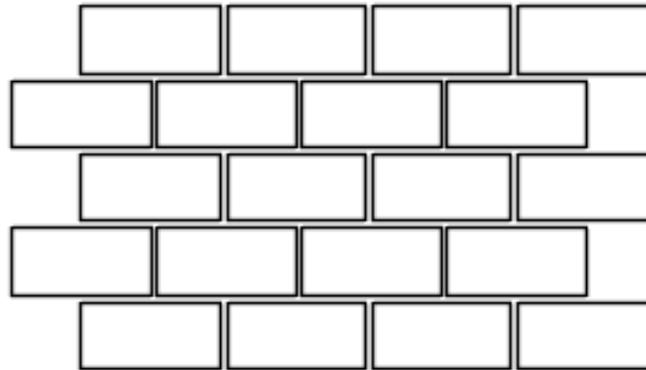
Existe ainda uma classificação segundo Santos Jr. (2014) quanto ao tipo de amarração dos blocos de alvenaria de vedação. A amarração define a posição que ficam dispostos os blocos, o que equivale à paginação da parede. Dessa forma, de acordo com essa classificação, as alvenarias podem ser juntas à prumo ou juntas amarradas. No caso de alvenarias juntas à prumo (figura 10a), os blocos são assentados de forma que as juntas fiquem no mesmo alinhamento, este tipo de alvenaria não apresenta grandes resistências. Já nas juntas amarradas (figura 10b), os blocos são assentados de forma que as juntas fiquem desencontradas, o que proporciona grandes resistências.

Figura 10a: Configuração de paredes em alvenaria de juntas à prumo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10b: Configuração de paredes em alvenaria de juntas amarradas



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.5. Características e Propriedades

Santos Jr. (2014) afirma que os requisitos que podem ser considerados fundamentais nas alvenarias de vedação em edificações são:

2.3.5.1. Estanqueidade

Para que os problemas relacionados à umidade em uma edificação sejam minimizados, a alvenaria de vedação deve resistir à penetração de água. A maioria desses problemas de umidade ocasiona deteriorização rápida da edificação, além de comprometer as condições de habitabilidade e estabilidade do edifício (SILVA, 2003).

O sistemas de vedação vertical externa não deve apresentar infiltrações que causem formações de gotas d'água na face interna, escorrimentos ou até borrifamentos, sendo assim o sistema deve ser estanque a fim de evitar ocorrências de umidade ou manchas de umidade que proporcionam malefícios à saúde dos transeuntes da edificação (ABNT, 2013a).

Pela norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013a), em sistemas de vedação vertical interna e externa onde possui incidência direta de umidade, a infiltração de água não pode ser superior 3 cm³ em 24 horas, isso em uma área exposta de 34 cm x 16 cm.

Sendo assim, os Projetos de Alvenaria de Vedação - PAV devem englobar detalhes de construção que priorizem a água em escoar, evitando que a mesma se acumule ou infiltre para o interior da edificação. Com isso, a elaboração do PAV deve ser criteriosa para analisar a estanqueidade das juntas criadas na interface das paredes com os demais componentes, visando a execução das proteções

necessárias a serem realizadas tais como pingadeiras, descontinuidades de panos, beirais, rufos, entre outros.

2.3.5.2. Isolamento térmico e acústico

As alvenarias de vedação devem seguir uma normatização para que exista um determinado nível de conforto aos padrões de habitabilidade vigente no país, fazendo com que sejam minimizados ou até mitigados a transmissão de calor e ruídos entre os ambientes (SANTOS JR., 2014).

Os projetistas de PAV deve avaliar todos o critérios necessários para que o desempenho térmico do conjunto da edificação, o que requer uma relação entre as propriedades e características dos materiais que serão utilizados com os demais fatores que influenciam no conforto ambiental, como o clima e o local de implantação do edifício (levando em consideração o relevo local), entre outras (SILVA, 2003).

A norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005b) apresenta uma tabela (tabela 1), que mostra valores de transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT) para paredes de diferentes formas construtivas, tal como segue:

Tabela 1: Capacidade e transmitância térmica para alguns sistemas de paredes

Descrição	U[w/(m ² .k)]	CT[kJ/(m ² .K)]
Parede de tijolo maciço aparente, 10 x 6 x 22 cm, espessura da parede 14 cm.	3,70	149
Parede de tijolo maciço revestido, 10 x 6 x 22 cm, espessura da parede 15 cm.	3,13	255
Parede de bloco cerâmico 8 furos, ½ vez, revestido, 9 x 19 x 19 cm, espessura da parede 14 cm.	2,49	158

Fonte: ABNT (2005b).

Segundo Silva (2003), ainda que o desempenho acústico seja dependente do tipo de bloco que constitui a alvenaria, existem alterações por conta da qualidade da interface com outros componentes, como as esquadrias por exemplo. Nos dias de hoje a construção civil tende a utilizar componentes cada vez mais leves e esbeltos, visando principalmente a racionalização do processo, mas essa redução de massa compromete o desempenho acústico da parede. Sendo assim, deve-se realizar ainda em fase de projeto, uma especificação detalhada e cuidadosa dos materiais e as etapas de execução da interface parede-componentes.

Pela norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013a), regularizou-se e estabeleceu-se critérios para verificação do isolamento acústico entre o meio interno e externo, entre

unidades habitacionais autônomas e de paredes que dividem ambientes privativos e ambientes comuns de edificações multifamiliares. A tabela 2 mostra alguns valores de referência para verificar e avaliar o isolamento acústico de ambientes obtidos a partir de ensaios em laboratórios.

Tabela 2: Níveis de desempenho da vedação acústica entre ambientes

Elemento	DnT,w[dB]	Rw[dB]	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	40 à 44	45 à 49	M
	45 à 49	50 à 54	I
	≥50	≥55	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), onde pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	45 à 49	50 à 54	M
	50 à 55	55 à 59	I
	≥55	≥60	S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria dos pavimentos.	40 à 44	45 à 49	M
	45 à 49	50 à 54	I
	≥50	≥55	S
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria dos pavimentos.	30 à 34	35 à 39	M
	35 à 39	40 à 44	I
	≥40	≥45	S
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	45 à 49	50 à 54	M
	50 à 54	55 à 59	I
	≥55	≥60	S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (DnT,w) obtida entre as unidades.	40 à 44	45 à 49	M
	45 à 49	50 à 54	I
	≥50	≥55	S

Fonte: ABNT (2013a).

Onde:

Dnt,w – Diferença padronizada de nível ponderada para ensaios de campo

Rw- Índice de redução sonora ponderado, obtido em laboratório para orientação a fabricantes e projetistas.

2.3.5.3. Estabilidade dimensional (integridade)

A alvenaria de vedação, quando solicitada por cargas mecânicas previstas em projeto, deve ser capaz de manter a integralidade, não ocasionando trincas, fissuras, descolamentos, etc., além de não comprometer os outros sistemas que dependem da mesma.

Essas falhas que podem ser ocasionadas, se caso ocorrerem, devem atender aos limites indicados na norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013a), assegurando a livre utilização dos elementos e componentes da edificação.

2.3.5.4. Segurança estrutural

Apesar das alvenarias de vedação não possuírem função estrutural, as mesmas podem atuar como contraventamento de estruturas reticuladas, ou até mesmo receber cargas decorrentes da deformação dessas estruturas. Com isso, o PAV deve ser projetado de forma a realizar uma análise conjuntas dos elementos que interagem entre si nesse sistema, tais como a estrutura, esquadrias, instalações, fundações, caixilhos etc. (ABNT, 2013a).

2.3.5.5. Segurança e resistência ao fogo

Essa propriedade é considerada de bastante relevância segundo Santos Jr (2014), particularmente em ambientes específicos da edificação como em escadas. Critérios de segurança estabelecem que alvenarias devem manter a integridade e estabilidade por um determinado período de exposição ao fogo (SABATTINI, BRITO E SELMO, 1988).

Pela norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013a), deve-se avaliar a resistência ao fogo dos sistemas de vedação vertical interno e externo a partir de ensaios realizados conforme a norma NBR 10636 (ABNT, 1989), a qual define a resistência ao fogo como a propriedade de suportar o fogo e proteger contra a ação do mesmo.

Após ser executado esses ensaios, referentes à NBR 10636 (ABNT, 1989) de resistência ao fogo, pelo qual eleva-se a temperatura de forma padronizada, considera-se satisfatório o corpo de prova como isolante térmico aquele que, na face não exposta, não houver aumento de temperatura média superior a 140°C, e em qualquer ponto da mesma face, aumento superior a 180°C.

Sendo assim, Silva (2003) realizou ensaios de resistência ao fogo em paredes, que foram feitos no Laboratório de Ensaios de Fogo da Divisão de Edificações do IPT, para alvenarias de diferentes componentes, tal qual os resultados seguem na tabela 3.

Tabela 3: Resultado dos ensaios de resistência ao fogo de paredes

Parede	Argam. Revest.	Esp. Final (cm)	Duração do Ensaio (min)	Integridade (h)	Estanqueidade (h)	Isolação Térmica (h)
A	----	10	120	≥2	2	1.1/2
	----	20	395*	≥6	≥6	≥6
	1:2:9	15	300	≥4	≥4	4
	1:2:9	25	300*	≥6	≥6	≥6
B	----	14	100	≥1.1/2	≥1.1/2	1.1/2
	----	19	120	≥2	≥2	1.1/2
	1:2:9	17	150	≥2	≥2	2
	1:2:9	22	185	≥3	≥3	3
C	1:2:9	13	150	≥2	≥2	2
	1:2:9	23	300*	≥4	≥4	≥4

Fonte: SILVA (2003).

Observação:

- a) A parede “A” corresponde à alvenaria de tijolos comuns, nas dimensões 5 cm x 10 cm x 20 cm (1,5 kg), assentada com argamassa 1:5 (cal:areia) em volume;
- b) A parede “B” é composta por blocos vazados de concreto de 14 cm x 19 cm x 39 cm (13 kg) e de 19 cm x 19 cm x 39 cm (17kg), com argamassa de assentamento no traço em volume 1:1:8 (cimento:cal:areia);
- c) E em “C” foram utilizados blocos cerâmicos com dimensões 10 cm x 20 cm x 20cm e 8 furos (2,9kg), com traço em volume de 1:4 (cal:areia) para o assentamento dos blocos;
- d) Os ensaios com (*) foram encerrados sem a ocorrência da falência em nenhum dos critérios avaliados.

2.3.5.6. Deformabilidade

Existem diversos tipos de blocos de alvenaria, fabricados dos mais variados tipos de materiais e formatos, como mostra o item 2.2. Sendo assim, cada bloco possui um módulo de deformabilidade diferente, que define o quanto o mesmo pode manter-se íntegro ao longo do tempo, distribuindo as tensões internas sem perda de desempenho. Levando em consideração os deslocamentos realizados pelos elementos de estrutura, criam-se ações que provocam deformações nas alvenarias. Logo, essa propriedade deve ser levada em consideração para se realizar um PAV, tendo em vista que quanto maior o módulo de deformação, menor a capacidade que a parede tem de se deformar e mais elevado será o nível de tensões internas solicitantes (SILVA, 2003).

2.3.5.7. Durabilidade e manutenibilidade

Uma edificação é definida como durável, quando a mesma recebe manutenção periódica durante a vida útil, do contrário, deixa de cumprir as funções que lhe foram definidas em projeto (SANTOS JR., 2014).

Sendo assim, os sistemas de vedação vertical externos devem ser submetidos à ensaios de ação de calor e choque térmico, com dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento, após esses ensaios o sistema não deve apresentar descolamento instantâneo e nem ocorrência de falhas que possam comprometer a utilização do mesmo (ABNT, 2013a). Os sistemas de vedação vertical interno e externo devem manter a funcionalidade durante a vida útil de projeto (VUP), de acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013b), como ilustra a tabela 4.

Tabela 4: Vida Útil de Projeto (VUP) para diferentes sistemas da edificação

Sistema	VUP (anos)	
	Mínimo	Superior
Estrutura	≥50	≥75
Vedação vertical externa	≥40	≥60
Vedação vertical interna	≥20	≥30
Cobertura	≥20	≥30
Hidrossanitário	≥20	≥30
Pisos internos	≥13	≥20

Fonte: ABNT (2013b).

2.4. PROJETO E EXECUÇÃO DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

Essas fases são necessárias para idealizar, definir e “dar corpo” às alvenarias de vedação, sendo que se existir uma execução em consonância a um projeto bem realizado, a consequência será uma obra com racionalização de materiais, evitando desperdícios e retrabalho. Cada item será discutido abaixo de forma mais clara e detalhada.

2.4.1. O Projeto

O Projeto de Alvenaria de Vedação (PAV) tem por objetivo principal, especificar os materiais e a forma de execução que deverá ser adotada para a alvenaria, além de solucionar, ainda em fase de projeto, defeitos ou incompatibilidades construtivas. Outro quesito de relevância que um projeto bem realizado tem é o de racionalizar a execução da alvenaria, permitindo que a mesma

cumpra as funções necessárias à edificação, respeitando prazos e custos previstos no planejamento das atividades (SANTOS JR., 2014).

O projetista de alvenaria deve reunir todos os projetos existentes da edificação e verificar se cada um contém todas as informações necessárias para a correta execução do PAV. Logo após, verifica-se a compatibilidade dos projetos, caso não exista, deve-se proceder à compatibilização. Ou ainda, se possível, pode ser feita uma reunião com todos os projetistas e a construtora, solicitando a elaboração do PAV simultaneamente aos demais projetos (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2013).

2.4.2. A Execução

A etapa de execução de alvenaria de vedação, se executada de acordo com as normas e seguindo o projeto, é importante para a racionalização da obra. É aconselhável que as paredes apresentem locação, prumo, planeza, e nivelamento, além de juntas e fixação regulares e homogêneas de acordo com as tolerâncias especificadas em projeto (SABBATINI; BRITO; SELMO, 1988).

Mas, para isso, é necessário que as intenções expressas nos projetos sejam claramente interpretadas durante a execução (no canteiro de obra). A falta de detalhes ou uma incorreta leitura de projeto pode ocasionar retrabalhos (correção dos erros), atraso nos prazos, além da diminuição da produtividade. Sendo assim, segundo Roman, Mutti e Araújo (1999), existem algumas medidas que devem ser tomadas para que exista uma maior clareza dos projetos durante a execução:

- a) Fornecer todas as informações necessárias à execução;
- b) Disponibilizar projetos e detalhes construtivos em locais de fácil acesso e utilização;
- c) Utilizar desenhos em tamanho A4, pois eles podem ser manuseados pelos operários no local e facilitam a consulta;
- d) Se houver alterações durante a execução, deve-se comunicar imediatamente ao projetista do projeto em questão. Caso ocorra o inverso, quando o projetista altera itens no período de execução, o mesmo deve informar tais modificações feitas e carimbá-los após a alteração;

- e) Revisar criteriosamente todos os detalhes e especificações (caso exista) antes de iniciar cada serviço;
- f) Padronizar os detalhes e serviços repetitivos.

2.5. PATOLOGIAS EM ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

As alvenarias de vedação ou não estruturais possuem grau de importância para a construção de paredes de fachadas ou divisórias de ambientes. A contribuição da mesma é grande mas não deve ser considerada como a maior, tendo em vista que deve-se analisar sempre o conjunto de alvenaria e componentes de forma integrada para conquistar-se uma progressiva melhoria na qualidade das paredes de alvenaria (SILVA, 2007).

Ainda, para Silva (2007), as paredes de alvenaria tem tido uma atenção crescente nos últimos anos em relação às leis voltadas para esta área, a certificação dos produtos, além da criação de ferramentas e técnicas de execução, apesar de estes fatores serem insuficiente e com resultados pouco visíveis.

Como já mencionado no item 2.2, a alvenaria de vedação não é capaz de resistir à esforços verticais, resistindo apenas à pequenas cargas de ocupação e ao peso próprio. Com isso, quando os elementos estruturais horizontais realizarem deformações que associadas à má execução do encunhamento das alvenarias, as mesmas podem sofrer ações de cargas que não estavam previstas, levando à formações de fissuras.

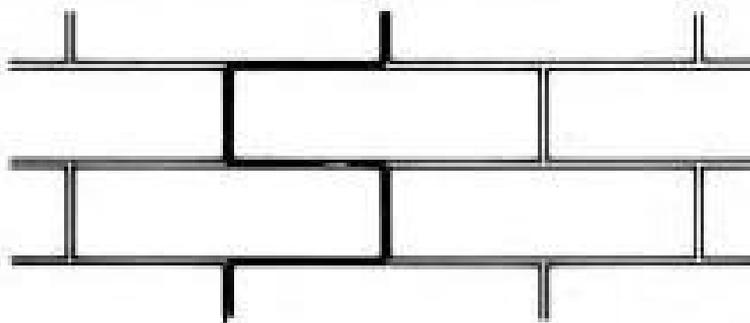
Pelo fato de as alvenarias de vedação serem constituídas quase que inteiramente por materiais pétreos, essas resistem bem aos esforços de compressão, entretanto isso não ocorre em relação aos esforços de cisalhamento, flexão e tração, cujas mesmas são as principais responsáveis pela maioria dos casos de fissuras em alvenarias. Uma outra causa ao aparecimento de fissuras em alvenarias é o comportamento diferente dos componentes e materiais que compõem as alvenarias (CAPORRINO, 2015).

Sendo assim, para Caporrino (2015), as principais patologias existentes em alvenarias de vedação são:

2.5.1. Fissuras Predominantemente na Argamassa

As argamassas de assentamento e os blocos que fazem parte da alvenaria, apresentam propriedades e classificadores bem diferentes, como o coeficiente de Poisson, o módulo de elasticidade, entre outros. As figuras 11a e 11b ilustram um tipo de fissuração comumente vista em alvenarias cuja resistência à tração do bloco é maior que a resistência à tração da argamassa.

Figura 11a: Desenho de fissura vertical existente somente na argamassa



Fonte: Ebah (2017).

Figura 11b: Fissura vertical existente somente na argamassa

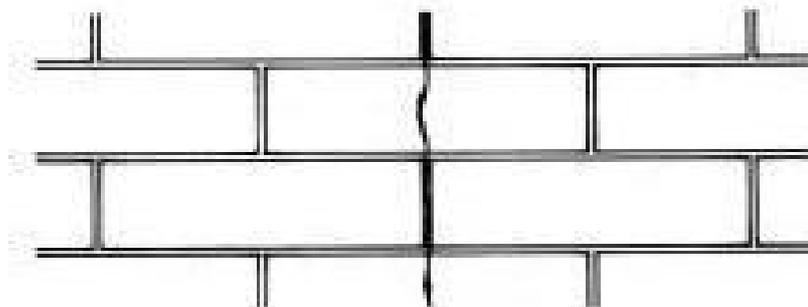


Fonte: Sindiconet (2017).

2.5.2. Fissuras na Argamassa e no Bloco

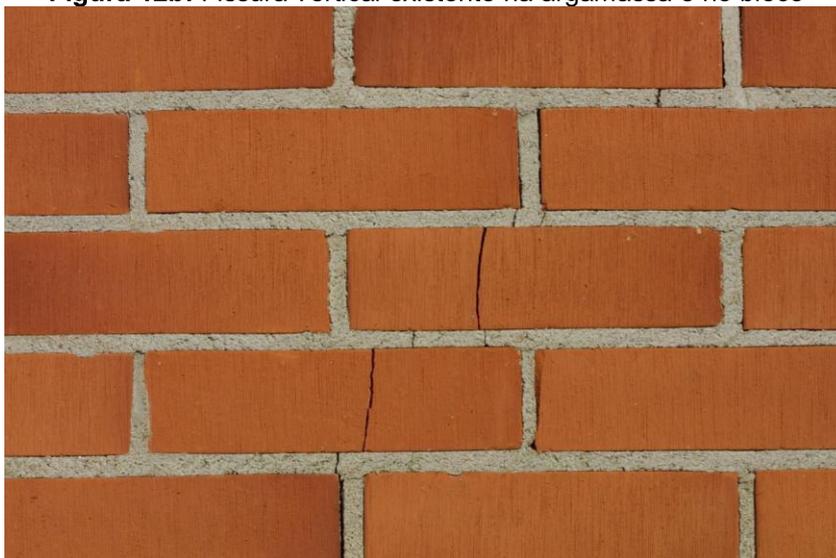
Um outro tipo de patologia em alvenarias é quando a resistência à tração do bloco é igual ou inferior à resistência à tração da argamassa de assentamento, acontece o desenvolvimento da fissura ilustrada nas figuras 12a e 12b.

Figura 12a: Desenho de fissura vertical existente na argamassa e no bloco



Fonte: Ebah (2017).

Figura 12b: Fissura vertical existente na argamassa e no bloco

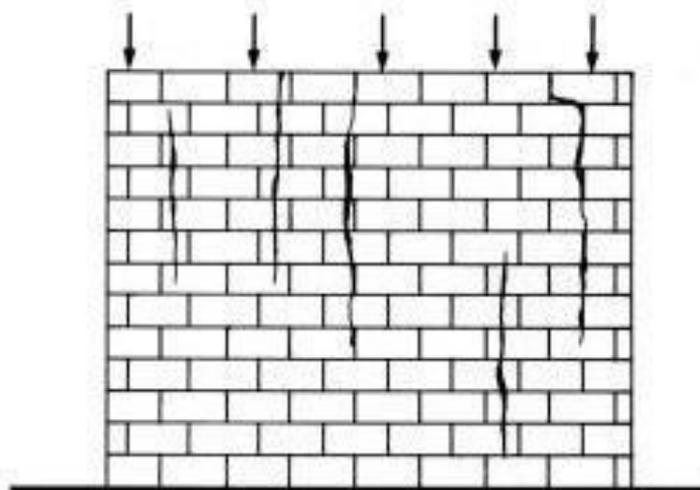


Fonte: Ehow (2017).

2.5.3. Fissuras Verticais Paralelas Contínuas Devido às Cargas Verticais Uniformemente Distribuída em Paredes com ou sem Aberturas (vãos)

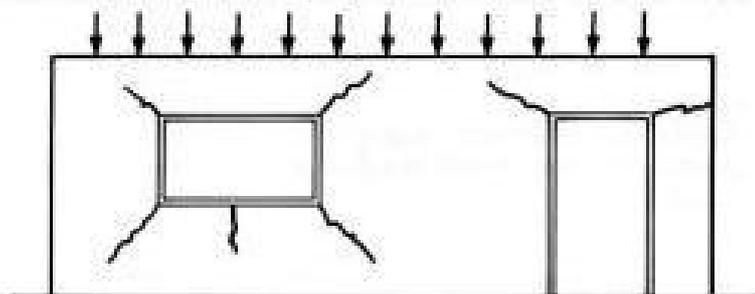
Existe um outro tipo de fissura que é provocado pela solicitação da alvenaria (sem função estrutural) por um carregamento uniformemente distribuído, que é ilustrado nas figuras 13a e 13b.

Figura 13a: Fissuras verticais em trecho contínuo de alvenaria sem abertura, devido à atuação de carga vertical uniformemente distribuídas



Fonte: Ebah (2017).

Figura 13b: Fissuras verticais em trecho contínuo de alvenaria com abertura, devido à atuação de carga vertical uniformemente distribuídas

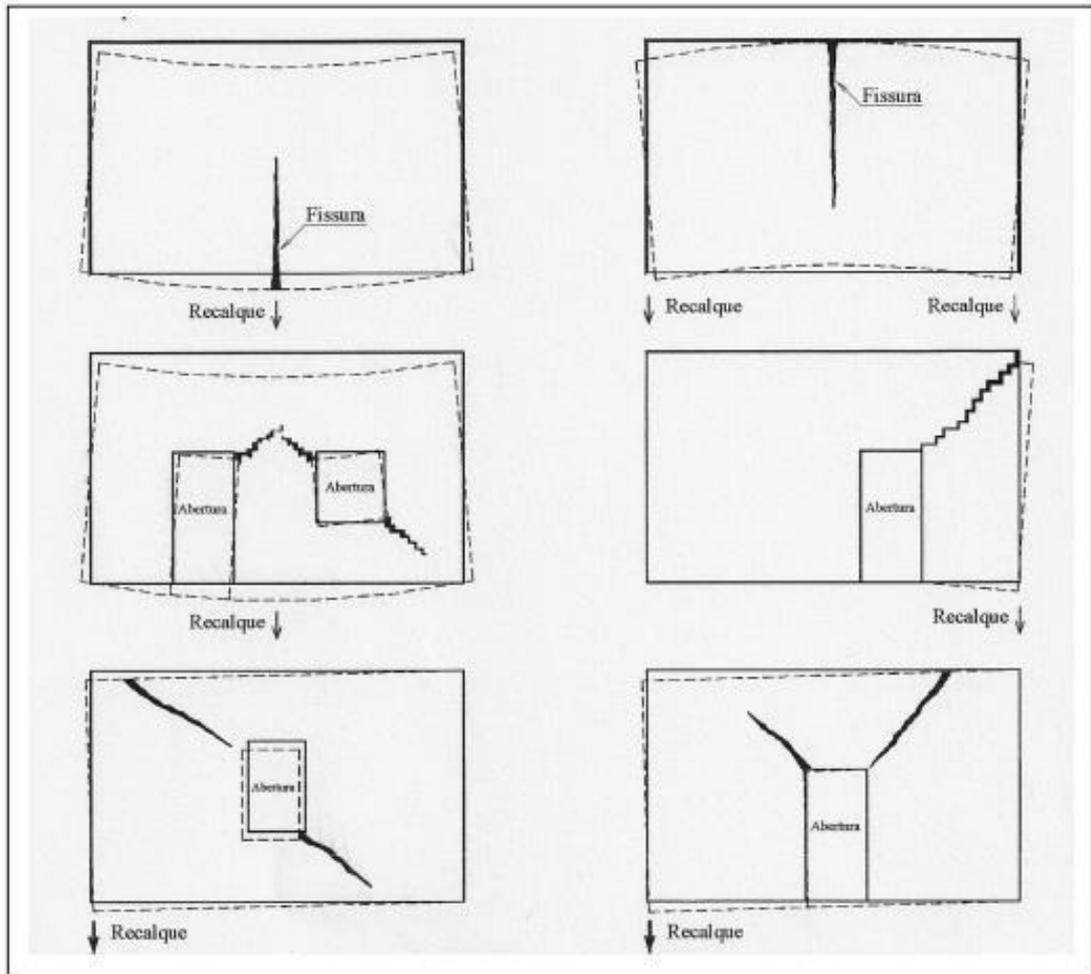


Fonte: Ebah (2017).

2.5.4. Fissuras em Trecho de Alvenaria devido à Recalques das Fundações

O efeito que os elementos estruturais podem sofrer à flexão podem provocar certos tipos de fissuras em alvenarias de vedação. Como é o caso de fissuras motivadas por situações de recalques de fundações, que acabam dando um efeito de flexão das peças de elementos estruturais, tal como é mostrado nas figuras 14a e 14b.

Figura 14a: Configurações de fissuras em algumas situações de recalques de fundações



Fonte: Estruturas (2017).

Figura 14b: Fissuras devido a recalque diferencial de fundações

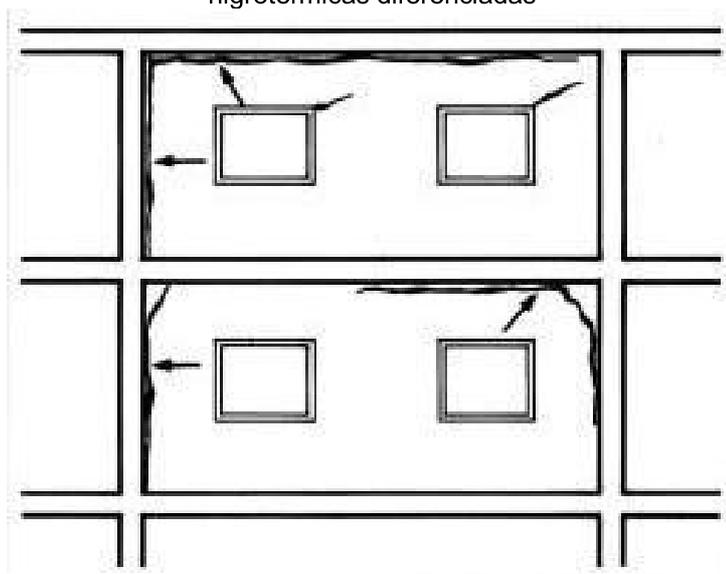


Fonte: Shockeng (2017).

2.5.5. Destacamento de Trecho de Alvenaria devido a Movimentações Higrotérmicas Diferenciadas

Os elementos estruturais e as alvenarias possuem propriedades físicas da composição dos materiais bastante diferentes. Alguns exemplos dessas propriedades físicas são coeficiente de dilatação térmica, a porosidade, a absorvência, entre outros. Um defeito muito comum que pode ocorrer, caso não exista detalhes construtivos adequados na interface entre alvenaria e estrutura, encunhamento precoce, retração de secagem de blocos mal curados, é o destacamento dos panos de alvenaria com a estrutura, como é ilustrado na figura 15.

Figura 15: Destacamento entre alvenarias de vedação e estrutura provocados por movimentações higrotérmicas diferenciadas



Fonte: Ebah (2017).

Sendo assim, para que o surgimento das patologias em alvenarias seja mitigado, deve-se elaborar e fazer uso do Projeto de Alvenaria de Vedação de maneira a fomentar a garantia da compatibilidade entre os demais projetos da edificação, assim como especificar adequadamente os materiais componentes das alvenarias e os detalhes construtivos inerentes a execução das mesmas. Onde, interferindo-se em tempo hábil, para que sejam solucionadas as incompatibilidades ou explicitados os detalhes construtivos, ainda em fase de projeto, se evite retrabalhos e perdas durante a execução da obra.

3 PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

O Projeto de Alvenaria de Vedação (PAV) busca promover o detalhamento de técnicas, equipamentos e materiais que serão utilizados durante a execução da alvenaria de vedação, além de auxiliar na racionalização de materiais e diminuir a incidência de manifestações patológicas em uma edificação (SANTOS JR., 2014).

3.1. DIRETRIZES PARA O PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

As orientações compostas neste modelo levam em consideração que o PAV seja estabelecido durante a fase de realização dos outros projetos (arquitetônicos, estruturais, de instalações, e outros). A partir disso, o PAV servirá como fator de economia, racionalização e existência de possíveis patologias nas alvenarias executadas. Embora o mesmo poder ser realizado após a realização dos demais projetos, isso causará restrição das intervenções e mitigação das potencialidades (SANTOS JR., 2014).

3.1.1. Nível Tecnológico da Construtora

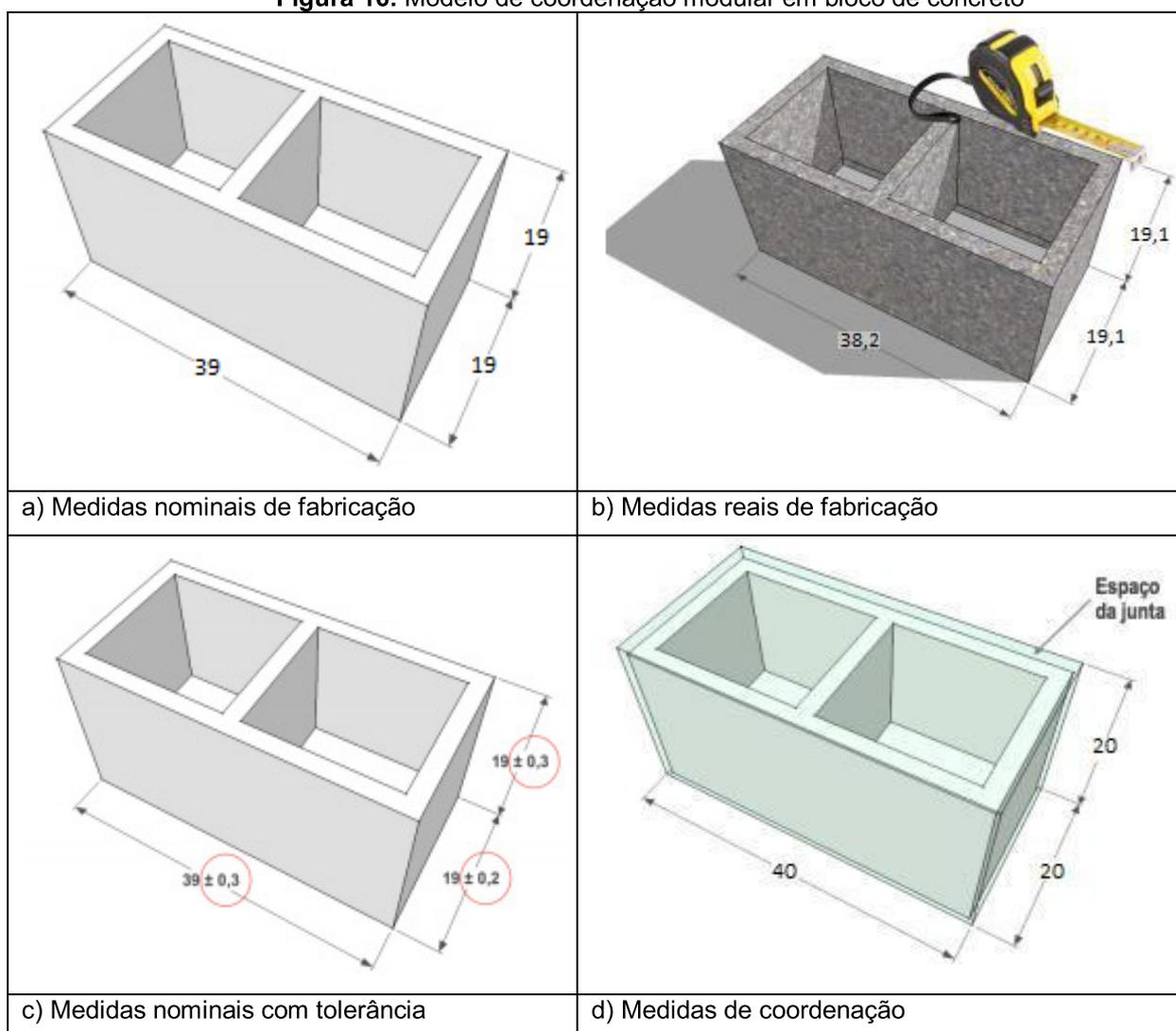
Os projetos direcionados a um empreendimento deve ser concebido a partir da avaliação do grau tecnológico da empresa que construirá o mesmo. O objetivo é definir o método de construção ou escolher as soluções construtivas inovadoras que são adaptáveis ao nível tecnológico já utilizado pela construtora. Os projetistas devem conhecer a forma de execução de outros empreendimentos em fase de execução a fim de conhecer as práticas construtivas empregadas. Deve-se ainda saber a disponibilidade de materiais e equipamentos na região, capacitação da mão de obra e logística (SANTOS JR., 2014).

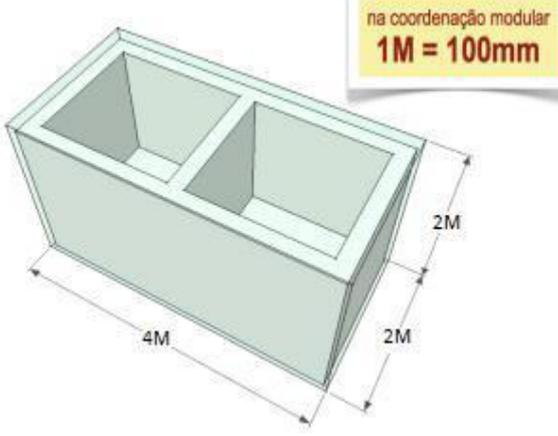
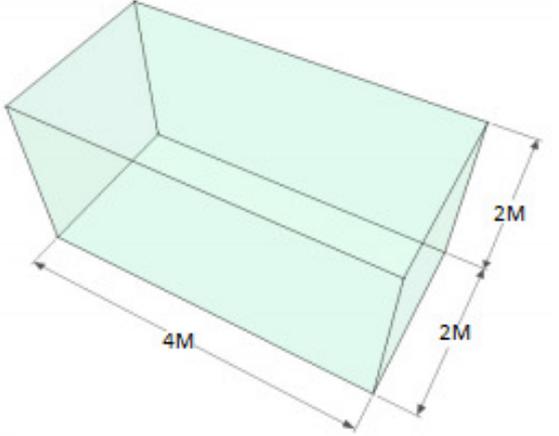
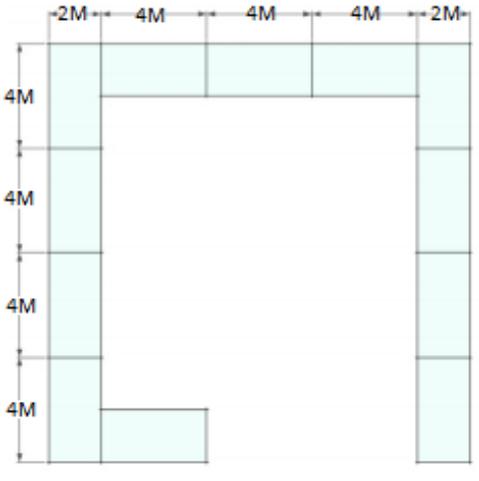
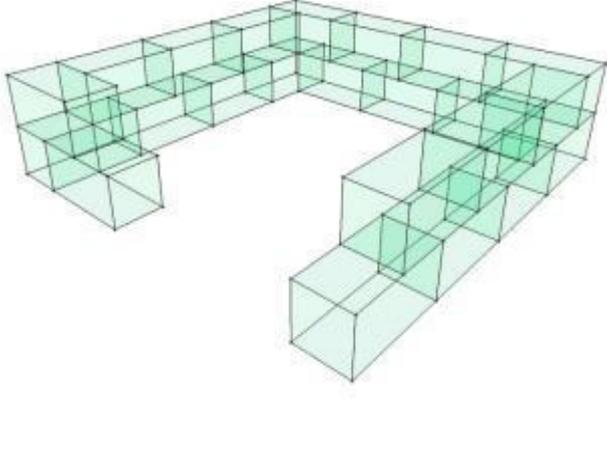
Além disso, Silva (2003) recomenda visitas em edifícios prontos e de diferentes épocas, verificar as reclamações realizadas pelos clientes e os serviços de manutenção que foram realizados após a entrega, a partir disso, tirar conclusões da empresa quanto a pós habitação. Pode-se ainda, analisar origens de possível desenvolvimento de manifestações patológicas, identificando com isso os agentes, para a partir disso realizar um projeto com elevada eficiência tecnológica e de racionalização construtiva.

3.1.2. Sistema de Coordenação Modular

Segundo Silva (2003), módulo é uma unidade de medida cujas dimensões e formas se tornam referências a todos os outros componentes do mesmo sistema. O módulo básico corresponde à dimensão do bloco mais a espessura da junta de assentamento do mesmo bloco (figura 16). Entretanto, o sistema de coordenação modular organiza e compatibiliza a forma e aplicação das técnicas, além do uso dos componentes em projetos e durante a execução dos mesmos sem alteração.

Figura 16: Modelo de coordenação modular em bloco de concreto

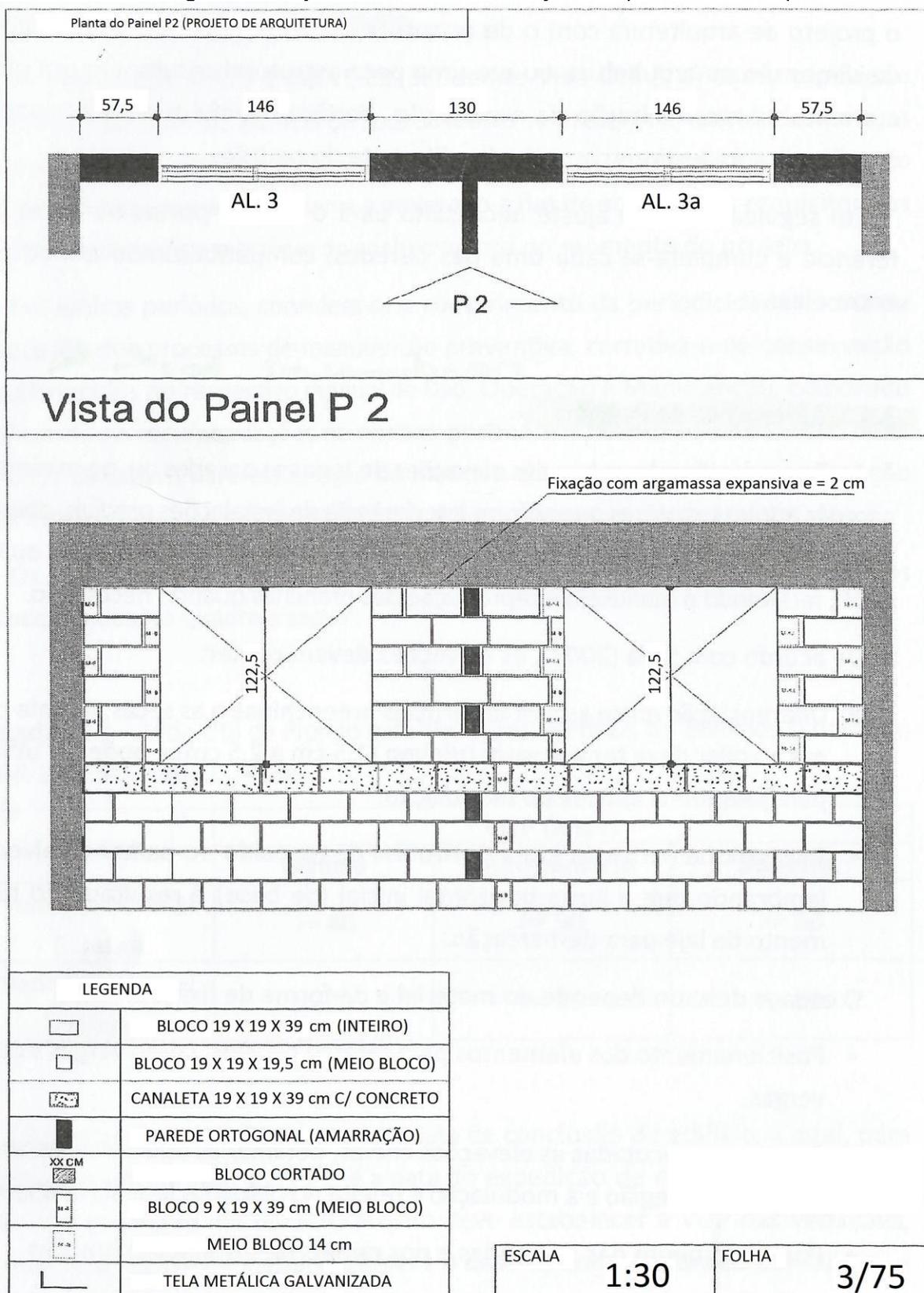


	
e) Medidas modular	f) Medidas de coordenação modular
	
g) Primeira fiada em coordenação modular	h) Espaços de coordenação modular

Fonte: Adaptado de MOM (2017).

Santos Jr. (2014) evidencia que, para que exista racionalização durante a fase de execução da edificação, deve-se padronizar os componentes da alvenaria, o que implica em maior nível de produtividade e redução de desperdício através das modificações dos componentes e suprimindo os cortes (figura 17).

Figura 17: Projeto de alvenaria de vedação com planta e vista de painel



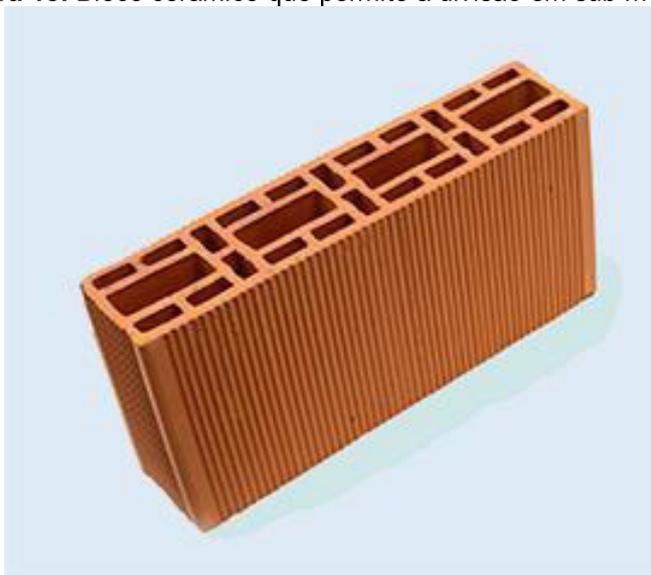
Fonte: Adaptado de SANTOS JR (2014).

Durante o processo de elevação da alvenaria, tradicionalmente o pedreiro, quando necessário, secciona os blocos com a colher de pedreiro para obter sub módulos capazes de preencher vãos, usualmente sem uma coordenação dimensional. Esse método gera entulho, desperdiça argamassa e tempo da mão de obra, além de resultar em uma alvenaria irregular (SANTOS JR., 2014).

Existe hoje no mercado, desde os anos 90, um componente cerâmico que facilita o seccionamento de blocos em sub módulos adequando-se a práticas de projeto e produção da construção civil. Esse tipo de componente cerâmico, originou-se a partir de um bloco denominado de “Bloco Poli”, que foi resultado do convênio firmado entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e uma grande construtora com atuação no mercado brasileiro.

O “Bloco Poli” possuía dimensões de 100 mm x 210 mm x 210 mm e permitia a divisão do bloco com golpes de colher de pedreiro em áreas de fragilidades, resultando em sub módulos que atendesse a necessidade da obra sem gerar entulhos ou perdas consideráveis. Hoje o mercado de blocos cerâmicos possui modelos deste tipo de todas as formas e tamanhos possíveis (figura 18). As dimensões do “Bloco Poli” (altura = comprimento) possibilitavam o assentamento dos sub módulos tanto com furos na vertical, quanto na horizontal, possibilitando ainda o embutimento nos mesmos de instalações de pequenos diâmetros (SANTOS JR., 2014).

Figura 18: Bloco cerâmico que permite a divisão em sub módulos



Fonte: CERAMICASALEMA (2017).

Segundo Silva (2003), a partir da implantação deste bloco na construção civil, necessitou-se de maiores informações para se viabilizar um projeto de alvenaria, o que proporcionou um contato permanente com os demais projetistas, fabricantes de componentes e os construtores.

3.1.3. Componentes que Formam as Paredes de Alvenaria

Blocos, tijolos e juntas de argamassa são os componentes que fazem parte das paredes de alvenaria, cada qual possui uma característica particular, mas também possuem uma característica que depende do conjunto formado por eles. Em um projeto de alvenaria, idealizado e realizado por um projetista especializado, cabe definir o melhor tipo de componente e o local mais adequado segundo as exigências requeridas pelo subsistema (SANTOS JR., 2014).

3.1.3.1. Unidade de alvenaria

De acordo com Silva (2003), segue as propriedades referentes às unidades de alvenaria:

3.1.3.1.1. Resistência mecânica: a resistência varia de acordo com os objetivos da unidade de alvenaria, como frente às cargas submetidas pela deformabilidade da estrutura, além da resistência referente à forma de transporte, manuseio e armazenamento;

3.1.3.1.2. Estabilidade dimensional e regularidade geométrica: estabelecer parâmetros de recebimento do material tal como segue as normas vigentes; prever limitação das dimensões dos painéis através de juntas de trabalho, analisando-se o comportamento das unidades de alvenaria de acordo com a variação de temperatura e umidade;

3.1.3.1.3. Peso: esse fator está diretamente relacionado com a produtividade dos operários frente ao transporte e assentamento das unidades e na carga total gerada a partir do peso próprio da alvenaria sobre a estrutura;

3.1.3.1.4. Custo total: neste critério deve-se analisar a racionalização máxima possível sem prejudicar a trabalhabilidade requerida da parede de alvenaria, sendo analisado fatores não só relativos à produção da mesma, mas também considerando os serviços posteriores como diminuição da espessura do revestimento, embutir ou não as instalações, necessidade ou não de executar juntas verticais etc.

3.1.3.2. Juntas de argamassa

Para que se obtenha um bom desempenho da alvenaria e para que a mesma possa cumprir a função pela qual foi designada, as juntas possuem algumas funções importantes para estabelecer essas metas. As juntas de argamassa devem, em estado fresco, possuir trabalhabilidade, reter água, capacidade de receber deformações e aderência etc. (SANTOS JR, 2014).

3.1.4. Características dos Panos de Alvenaria de Vedação

3.1.4.1. Descrição das espessuras das alvenarias

Nos projetos de alvenaria, as paredes devem ser ilustradas e especificadas sem a camada de revestimento, a fim de estabelecer a posição das unidades e blocos de alvenaria, além das dimensões que devem ser executados. Mas, a parede deve ser considerada com todo o revestimento e as amarrações para definição dos demais projetos que necessitam das cargas atuantes a partir do peso próprio do conjunto (SANTOS JR., 2014).

Um fator muito importante para definição da espessura dos blocos das alvenarias de vedação é a característica e desempenho térmico-acústico, definidos em 2.3.5.2 – Isolamento térmico e acústico. Santos Jr. (2014) afirma ainda, que após considerar todos esses requisitos, deve-se avaliar a uniformidade do pano da alvenaria, a fim de simplificar operações durante a execução e fiscalização.

3.1.4.2. Amarração das juntas verticais

Definir o posicionamento das juntas verticais referente às juntas das fiadas anteriores, se as mesmas serão amarradas ou à prumo.

3.1.4.3. Juntas de controle ou trabalho

Existem movimentos de diferentes formas sendo realizados num pano de alvenaria, durante a idealização do PAV, deve-se levar em consideração esses movimentos a fim de controlar os efeitos por ele provocados, os movimentos valem tanto para os provenientes de esforços externos quanto internos. Santos Jr. (2014) afirma que caso essas juntas não sejam previstas em projeto, as principais consequências são a formação de fissuras e trincas.

3.2. DIRETRIZES PARA O PROJETO EXECUTIVO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

O processo de execução de alvenaria de vedação sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos segue a norma NBR 8545:1984, que impõem as condições exigíveis para a fiscalização e execução deste tipo de alvenaria.

Segundo Thomaz (2000), um projeto executivo do PAV se elabora a partir de:

3.2.1. Análise e Compatibilização dos Projetos Arquitetônicos, Estruturais e de Instalações

A partir da análise e compatibilização de todos os projetos existentes, o projetista da alvenaria deve conferir todas as etapas de construção, priorizando a análise de vãos com passagem de tubulações de instalação, elementos estruturais passando em vãos, tubulações de instalação passando em elementos estruturais. A partir disso, o projetista do PAV deve solucionar as incompatibilidades junto aos projetistas dos demais projetos. Após a solução ser definida, o projetista do PAV deve definir se a alvenaria necessita de uma parede de meia vez ou uma vez, como ilustrado na figura 19 e 20, respectivamente.

Figura 19: Amarração das fiadas de parede de meia vez



Fonte: UFRGS (2017).

Figura 20: Amarração das fiadas de parede de uma vez



Fonte: ECIVILNET (2017).

3.2.2. Especificação dos Materiais de Construção, Equipamentos, Ferramentas e Mão de Obra

3.2.2.1. Materiais de construção civil

Na especificação dos materiais de construção que serão utilizados na execução da alvenaria, devem-se considerar aqueles cujo desempenho atenda aos requisitos básicos de qualidade e segurança da alvenaria em questão – considerando todas as peculiaridades da mesma, preocupando-se ainda com os fatores econômicos. Alguns questionamentos que o projetista deve realizar são qual tipo de bloco, composição e dosagem da argamassa de assentamento, qual tipo de junta de amarração (ARAÚJO, 2001).

3.2.2.2. Equipamentos e ferramentas

A utilização de equipamentos e ferramentas deve ser analisada previamente durante a realização do projeto, ainda durante o planejamento global da obra, a fim de garantir que os mesmos estejam disponíveis e em utilização durante a execução dos serviços (SANTOS JR., 2014).

A fim de agilizar e otimizar as diversas atividades envolvidas no processo construtivo de alvenarias de vedação foram desenvolvidos ou adaptados equipamentos e ferramentas (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999).

Seguem abaixo, segundo Roman et. al. (1999), alguns equipamentos e ferramentas e suas respectivas funções:

3.2.2.2.1. Escantilhão – este equipamento auxilia no processo de execução de alvenaria, permitindo a aferência simultânea de prumo, alinhamento e nivelamento das fiadas que irão compor o pano da alvenaria.

A figura 21 ilustra a elevação de alvenaria com uso de escantilhão.

Figura 21: Utilização de escantilhão para execução de alvenaria

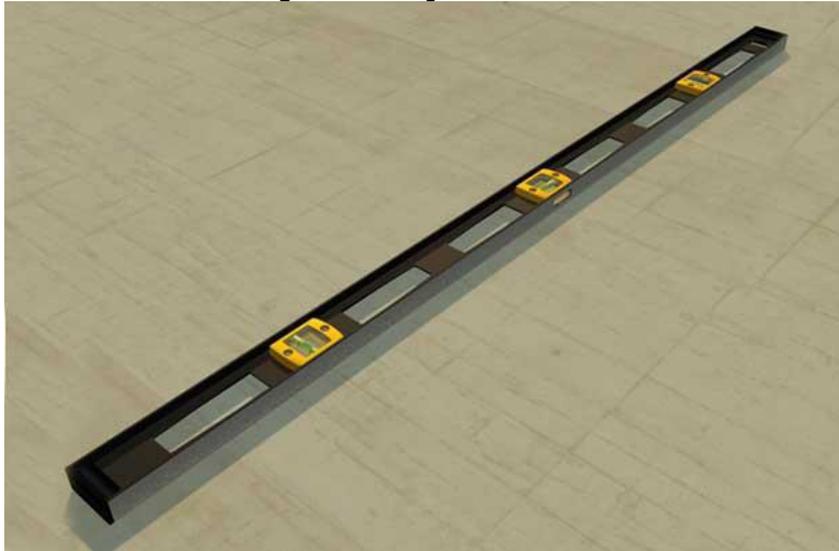


Fonte: EQUIPEDEOBRA (2017).

3.2.2.2.2. Régua com bolha – esta é utilizada para verificar o nível, prumo e alinhamento dos blocos ou do conjunto de blocos.

A figura 22 ilustra a utilização da régua com bolha.

Figura 22: Régua com bolha



Fonte: AMAZONAWS (2017).

3.2.2.2.3. Palheta e meia cana – essas ferramentas são utilizadas para aplicar argamassa de assentamento de blocos ou preenchimento de vãos dos panos da alvenaria.

A figura 23 ilustra a utilização da palheta e a figura 24 a meia cana na elevação de alvenaria.

Figura 23: Utilização de palheta para assentar bloco de concreto



Fonte: SCANMETAL (2017).

Figura 24: Utilização de meia cana para assentar bloco de concreto



Fonte: SCANMETAL (2017).

3.2.2.2.4. Carrinho para transporte de blocos – esse carrinho serve para auxiliar na mobilidade dos blocos desde o estoque na obra até o local que será utilizado na alvenaria. Evita-se com isso o transporte fora do palete, o que diminui o desperdício dos mesmos.

A figura 25 ilustra o uso do carrinho no transporte de blocos no canteiro de obras.

Figura 25: Carrinho para transporte de blocos cerâmicos



Fonte: PORTALDOSEQUIPAMENTOS (2017).

3.2.2.2.5. Carro plataforma – esse carro possui pneus de borracha e estrado horizontal, auxiliando o transporte de materiais em geral, como saco de cimento e blocos.

A figura 26 ilustra o carro plataforma.

Figura 26: Carro plataforma



Fonte: REALFORT (2017).

3.2.2.2.6. Argamasseiras – são fabricadas em materiais leves e impermeáveis, a fim de evitar a absorção da água da argamassa.

A argamasseira está ilustrada na figura 27.

Figura 27: Argamasseira plástica



Fonte: FIOSECIA (2017).

3.2.2.2.7. Cavaletes, andaimes, plataformas metálicas – estes equipamentos são essenciais para executar panos de alvenarias em altitudes moderadas, os mesmos devem ser desmontáveis, de material durável, leves e de fácil montagem. Os mesmos devem seguir os procedimentos exigidos na NBR 6494.

A figura 28 ilustra o andaime em estrutura metálica.

Figura 28: Andaime metálico



Fonte: CATARI (2017).

3.2.2.3. Mão de obra

O processo de transformação da mão de obra da construção iniciou-se com operários artesãos, que possuíam conhecimentos do ofício exercido, mas, ao longo do tempo sofreu um retrocesso, passando para uma mão de obra desqualificada e de caráter socioeconômica (MELHADO, 1994). A partir disso, a mão de obra desenvolvida pela construção civil, continua, ainda nos dias de hoje, sendo executada precariamente com pessoas provindas das classes mais baixas, até mesmo ex-presidiários, sendo assim, os mesmos possuem baixa qualificação ou baixo conhecimento na área da construção civil.

Para que esse processo de desqualificação seja revertido, deve-se implantar programas que incentivem a capacitação de operários e profissionais da construção civil. Sendo assim, um exemplo que deve ser utilizado é da implantação do sistema PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, criado pelo Governo Federal, a fim de organizar a área da construção civil no Brasil, qualificando e modernizando a produção, através de atividades de qualificação de construtoras, lojas de materiais e serviços, e a mão de obra da construção civil em geral (TEMPLUM, 2017).

Templum (2017) afirma que, somente a partir da adesão ao PBQP-H, a empresa tem permissão para solicitar financiamentos em instituições de crédito públicas e privadas, além de vários programas de licitação (municipal, estadual e federal) na área da habitação exigirem como pré-requisito o PBQP-H. Este programa visa otimizar o uso dos recursos públicos, no modo de solicitar boa qualidade na entrega dos produtos finais, além de buscar o aumento da competitividade no setor da construção civil.

3.2.3. Memorial descritivo de execução

Segundo a norma NBR 8545 (ABNT, 1984), as paredes devem ser executadas de modo a compor-se a maior quantidade possível de blocos cerâmicos inteiros, além de obedecerem criteriosamente ao projeto executivo nas suas posições, demarcações e espessuras.

3.2.3.1. Forma de locação das paredes

Essa etapa é realizada a fim de posicionar adequadamente a primeira fiada da parede, visando, dessa maneira, a elevação da alvenaria na posição e alinhamento estabelecidos em projeto, além disso, uma correta locação otimiza o consumo de revestimento, a partir da correção dos possíveis defeitos da estrutura.

3.2.3.1.1. Princípios básicos

Esta etapa começa com a materialização dos eixos de referência, podendo ser os mesmos que foram utilizados para a locação da execução das estruturas. Na maioria dos casos, para uma correta locação das alvenarias, deixa-se ganchos na estrutura – ainda em fase de concretagem de viga de borda ou laje, para que possa ser colocada uma linha que torne visível os eixos ortogonais que serão utilizados na locação da parede (LORDSLEEM JR., 2000), como mostra a figura 29. Ressalta-se ainda que a primeira fiada só é estabelecida após a verificação do esquadro da mesma (90° ou qualquer outra angulação definida em projeto), que pode ser conferido através de um aparelho eletrônico de precisão ou pelo próprio esquadro metálico (quanto maior, melhor para análise da angulação).

Figura 29: Execução de gancho na borda da laje.



Fonte: UFRGS (2017).

3.2.3.1.2. Locação da alvenaria de blocos sem função estrutural

A locação da alvenaria (figura 30) deve ser feita com o mesmo bloco (bloco cerâmico ou de concreto, com furos ou maciços) que será empregado na elevação do pano, a fim de garantir a homogeneidade e produção contínua da alvenaria. Embora, alguns especialistas indicam utilizar tijolo maciço na primeira ou nas duas primeiras fiadas para facilitar a fixação de rodapés de madeira e embutimento de conduítes (IPT, 1988).

Figura 30: Utilização de blocos cerâmicos na fiada de locação e no pano da parede de alvenaria



Fonte: TECNISA (2017).

No caso de o projetista optar por um bloco com elevada capacidade de absorção de água, ou se o local de execução se der em um clima quente e seco, recomenda-se um leve umedecimento dos blocos antes do assentamento, a fim de diminuir a absorção da água existente na argamassa, o que poderia provocar a diminuição da aderência da mesma ao bloco (SABBATINI; BRITO; SELMO, 1988).

Segundo a norma ABNT NBR 8545 (1984), a espessura da junta da argamassa de assentamento da primeira fiada deve ser mais espessa que as demais, sendo em torno de 3 cm.

3.2.3.2. Execução dos cantos, junções T e cruzamento

Existem três casos principais de amarrar a alvenaria no encontro entre duas paredes, como segue a ABNT NBR 8545 (1984), que define como ligação de canto (figura 31 e 32), junções T (figuras 33 e 34) e cruzamento (figura 35). Essa ligação no encontro deve existir a fim de provocar estabilidade e evitar trincas.

Figura 31: Locação de amarração em canto de parede de meia vez



Fonte: ALEMDAINERCIA (2017).

Figura 32: Elevação de amarração em canto de parede de meia vez



Fonte: ALEMDAINERCIA (2017).

Figura 33: Locação de amarração das fiadas em junção "T" em paredes de meia vez



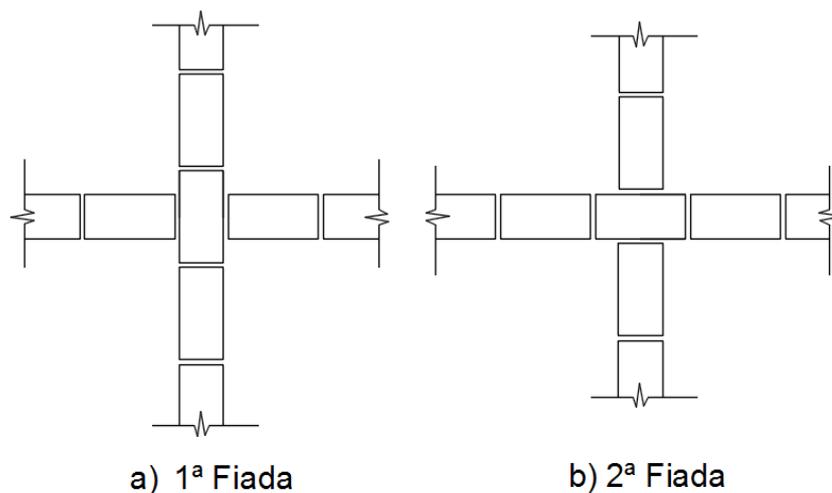
Fonte: UFRGS (2017).

Figura 34: Elevação de amarração das fiadas em junção “T” em paredes de meia vez



Fonte: UFRGS (2017).

Figura 35: Amarração das fiadas em cruzamento em paredes de meia vez



a) 1ª Fiada

b) 2ª Fiada

Fonte: Adaptado de ABNT (1984).

3.2.3.3. Elevação das paredes

A partir disso, inicia-se o assentamento dos blocos, começando pelas paredes da fachada, analisando continuamente o prumo entre a alvenaria e os pavimentos anteriores. A análise da excentricidade da alvenaria deve ser constante durante a execução, visando a otimização para que se tenha o menor consumo de material de revestimento (SABBATINI; BRITO; SELMO, 1988).

O processo de execução de um pano se dá a partir do assentamento de dois blocos extremos, sendo assim, coloca-se uma linha unindo as faces externas dos mesmos que garantirá o alinhamento de toda a fiada. A correta execução e posicionamento da primeira fiada facilita e evita erros de execução de todo o pano de alvenaria (LORDSLEEM JR., 2000).

As juntas verticais dos blocos da primeira fiada (figura 36) devem ser preenchidas, a fim de garantir melhor estabilidade, rigidez e resistência a choques, permitindo assim uma correta distribuição de esforços entre a estrutura e a alvenaria.

Figura 36: Preenchimento de juntas verticais dos blocos da primeira fiada



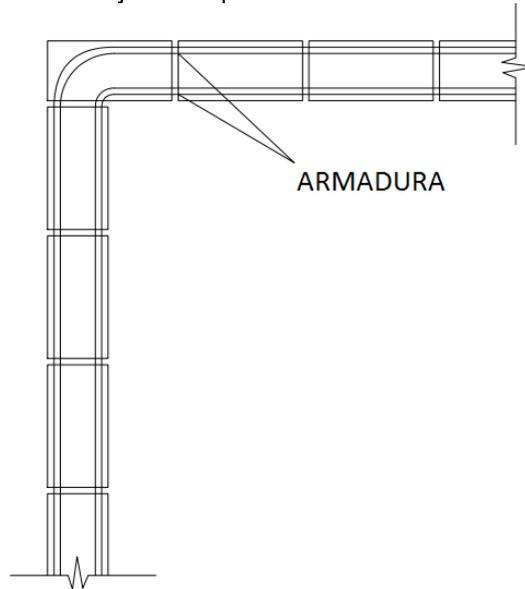
Fonte: UFRGS, 2017.

Segundo a ABNT NBR 8545 (1984), durante a elevação do pano de alvenaria, deve-se analisar de quatro em quatro fiadas a espessura das juntas de assentamento, se as mesmas são uniformes e possuem $1 \text{ cm} \pm 3 \text{ mm}$ de espessura (exceto a da primeira fiada – $3 \text{ cm} \pm 3 \text{ mm}$).

3.2.3.3.1. Juntas de amarração a prumo

A execução de um pano de alvenaria com juntas a prumo (figura 37), segundo a ABNT NBR 8545 (1984), deve-se utilizar obrigatoriamente armaduras longitudinais, que são colocadas na argamassa de assentamento longitudinal, dispostas entre si cerca de 60 cm.

Figura 37: Alvenaria com juntas a prumo executada com armadura longitudinal



Fonte: Adaptado de ABNT (1984).

3.2.3.3.2. Juntas de amarração não contínuas

Esse processo de execução assenta os blocos de alvenaria de forma que as juntas verticais são descontínuas (figura 38), dessa forma a parede de alvenaria garante maior resistência tanto à esforços verticais quanto horizontais, ausentando assim, a necessidade de colocação de armaduras longitudinais.

Figura 38: Alvenaria com juntas não contínuas executada em tijolos de 8 furos



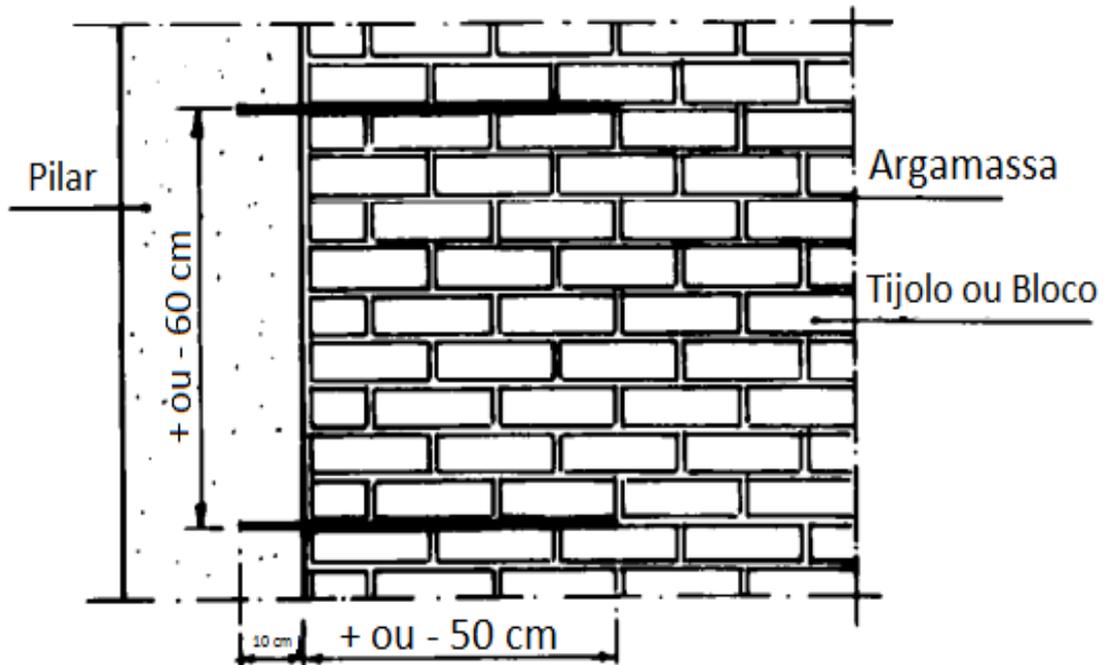
Fonte: TECNISA (2017).

3.2.3.4. Interface alvenaria/estrutura

3.2.3.4.1. Interface pilar-alvenaria

A conexão da parede de alvenaria com os pilares de concreto armado pode ser efetuada com a utilização de barras de aço de 5 a 10 mm de diâmetro – usualmente conhecidos como “ferro cabelo”, os mesmos devem ter distâncias entre si de 60 cm e comprimento em média de 60 cm, sendo aproximadamente 50 cm sobreposto no tijolo da alvenaria (assentado com argamassa) e 10 cm engastada no pilar (ABNT, 1984), tal como ilustrado na figura 39.

Figura 39: Forma de interligação do pilar de concreto armado com a alvenaria



Fonte: Adaptado de ABNT (1984).

Com a mesma função das barras, citada anteriormente, telas metálicas e poliméricas são utilizadas para conectar a parede com o pilar, a utilização da tela nos dias de hoje está sendo mais comum. A largura da tela deve ser a mesma largura do bloco de alvenaria, medindo 10 cm embutidos na junta vertical de argamassa entre o tijolo e o pilar e 40 cm sobre o bloco, essas dimensões são para uma malha de 15 x 15 mm. E para executar deve-se parafusar a tela na forma ilustrada na figura 40 (SANTOS JR., 2014).

Figura 40: Instalação de tela metálica para conexão pilar-alvenaria

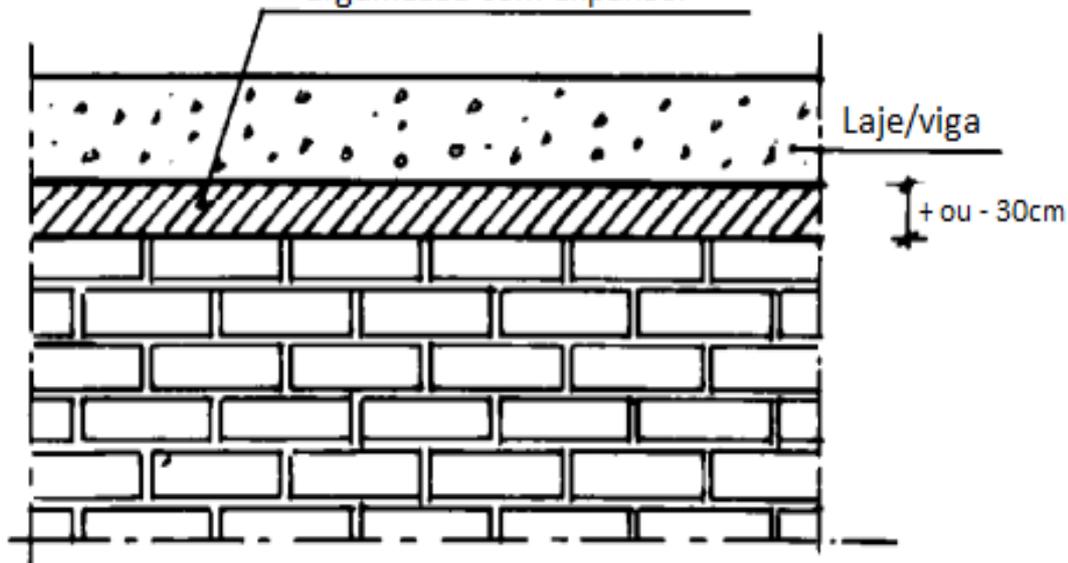


Fonte: TECIAM (2017).

3.2.3.4.2. Interface viga-alvenaria

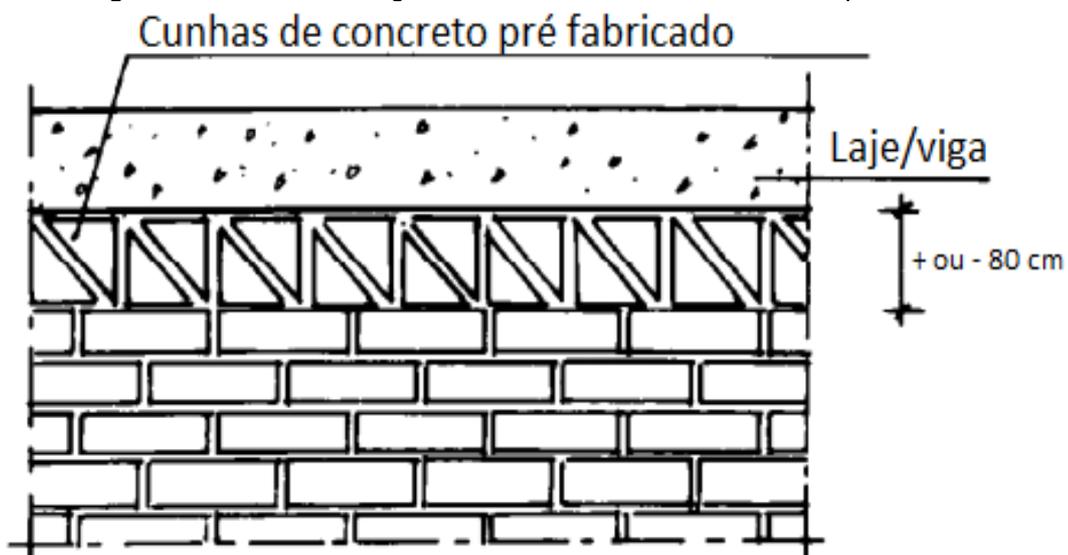
O travamento da peça estrutural superior à alvenaria, na maioria dos casos uma viga, deve ser realizado no prazo previsto no item 4.2.3.5, e de acordo com a norma NBR 8545: 1984, como seguem ilustrados nas figuras 41 e 42.

Figura 41: Travamento viga-alvenaria com argamassa expansiva
argamassa com expensor



Fonte: Adaptado de ABNT (1984).

Figura 42: Travamento viga-alvenaria com cunhas de concreto pré fabricado



Fonte: Adaptado de ABNT (1984).

3.2.3.5. Prazo para executar o encunhamento entre alvenaria e viga

No caso de obras com execução de mais de um pavimento, o travamento final da alvenaria com a peça estrutural acima deve ocorrer após 7 dias, e ainda após a execução das alvenarias do pavimento imediatamente superior até igual altura (ABNT, 1984).

3.2.3.6. Execução de vergas e contra vergas

Ao se executar a primeira fiada e as demais, deve atentar-se para a marcação dos vãos de portas e janelas, uma forma prática e regular para realizar esse procedimento, é utilizar gabaritos (figura 43) que possibilitem a locação precisa e regular das laterais, os mesmos devem ser alinhados a fim de obedecer ao alinhamento das fiadas de alvenaria. Ressalta-se ainda que, os vãos deixados nas alvenarias para posterior instalação das esquadrias devem levar em consideração as folgas necessárias para a execução da instalação das mesmas (LORDSLEEM JR., 2000).

Figura 43: Gabarito metálico para porta



Fonte: PORTALDOSEQUIPAMENTOS (2017).

A norma de execução de alvenarias de vedação, NBR 8545:1984, estabelece que devem ser moldadas e executadas vergas sobre vãos de portas e janelas em uma edificação. Assim como sob vãos de janelas ou caixilhos deve ser moldada e executada contra vergas.

As vergas e contra vergas (figura 44), respectivamente, devem ultrapassar a largura do vão em pelo menos 20 cm de cada lado e deve ter altura mínima de 10 cm. No caso de vãos considerados relativamente próximos e no mesmo nível, recomenda-se uma única verga sobre todos os vãos (ABNT, 1984).

Figura 44: Execução de verga (acima) e contraverga (abaixo)



Fonte: Dryplan (2017).

3.2.3.7. Execução de parapeitos

Nos casos de edificações que existem parapeitos (figura 45) ou paredes baixas, deve-se executar uma cinta de travamento, superior à última fiada, em concreto armado. Essa cinta deve conter altura mínima de 10 cm (ABNT, 1984).

Figura 45: Execução de cinta de travamento em concreto armado em parapeito



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 METODOLOGIA

4.1. SELEÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Nessa etapa foram determinados os requisitos inerentes a seleção do objeto de estudo do trabalho, sendo eles: edificação em construção na cidade de São Luís/MA, com estrutura em concreto armado convencional e vedações em alvenaria com tijolos ou blocos cerâmicos.

4.2. ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES E CONCEITOS PARA CONCEPÇÃO DO PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

De início, nesta etapa foram elaboradas perguntas a fim de formatar a entrevista a ser realizada no formato oral ou por escrito com os funcionários técnicos que ocupam diferentes cargos na empresa, evidenciando o nível de conhecimento dos mesmos sobre a elaboração e execução do Projeto de Alvenaria de Vedação (PAV). Essa entrevista técnica foi realizada a partir de um questionário avaliativo de compatibilização de projetos, como mostra o apêndice A, com a arquiteta responsável pelo projeto arquitetônico. Posteriormente, foram analisados os elementos condicionantes para o PAV, como por exemplo a análise dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico e águas pluviais, além das condições ambientais onde será executada a obra, os prazos e os processos construtivos, a fim de criar um modelo de referência para Projetos de Alvenaria de Vedação.

4.3. ELABORAÇÃO DE PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A partir da seleção do objeto de estudo e do modelo referente ao PAV, foi elaborado um projeto de alvenaria de vedação para a edificação objeto de estudo, cuja principal função foi adequar, contribuir e ajustar itens que se foram pertinentes, descreveu-se técnicas e materiais necessários para executar as alvenarias de vedação.

O desenvolvimento dessa etapa iniciou com a análise dos projetos referentes à edificação objeto desse estudo, inicialmente analisou o projeto arquitetônico e, em seguida, compatibilizou-se com os outros projetos complementares. Foi elaborada uma ficha de verificação de serviço (apêndice B), conforme a NBR 8545:1984 - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos

e blocos cerâmicos – Procedimento, a fim de fomentar a identificação das etapas do processo com mais clareza durante a execução do projeto.

4.4. ILUSTRAÇÃO DOS DETALHES CONSTRUTIVOS DO PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

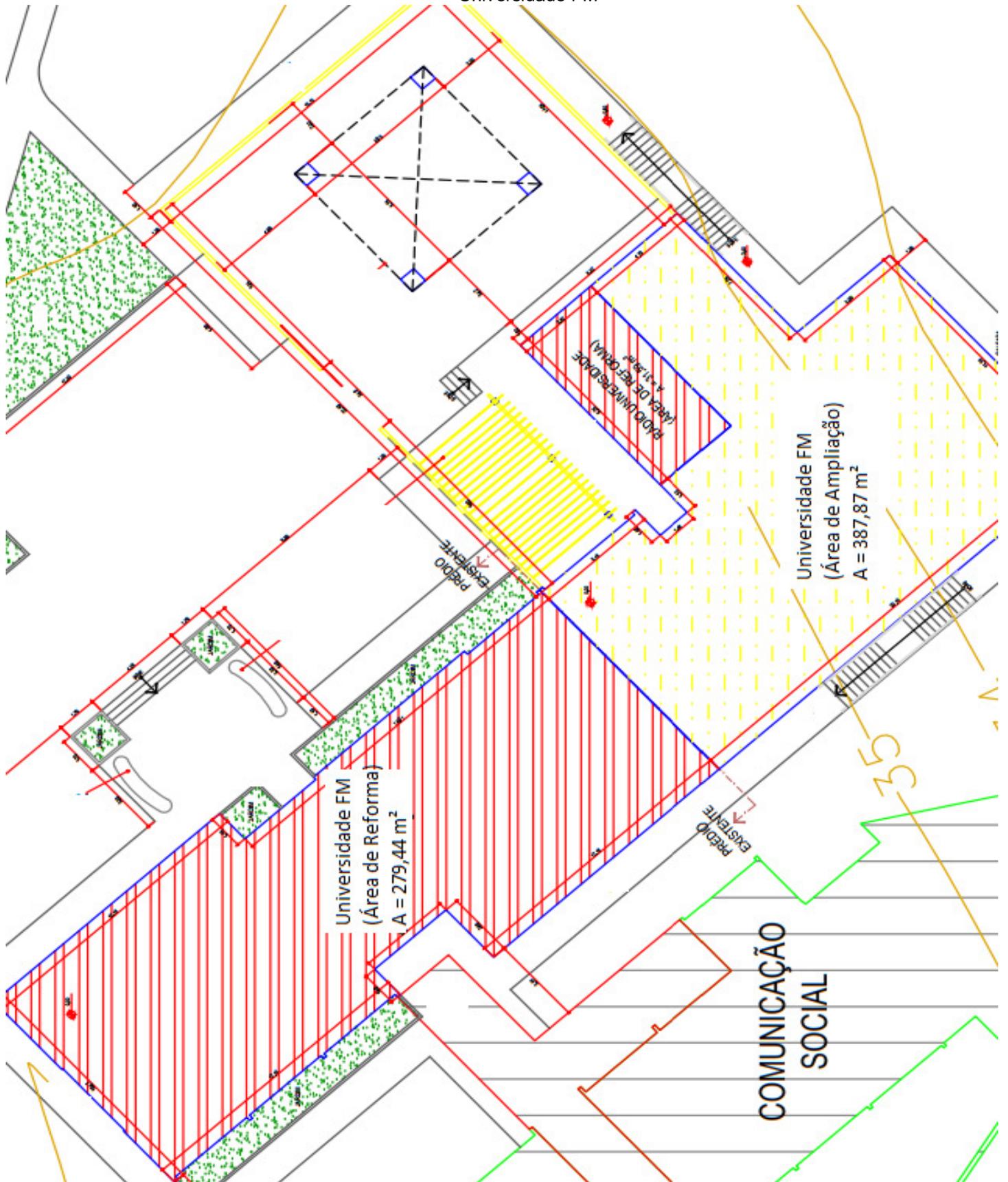
A fim de facilitar a leitura, interpretação e implementação do PAV, foram elaborados, em paralelo a concepção do mesmo, detalhes construtivos que auxiliarão os construtores a executarem as alvenarias de vedação de acordo com as normas técnicas vigentes, a fim de evitar-se, principalmente, desperdícios e patologias nas edificações.

5 ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo selecionado para elaboração do Projeto de Alvenaria de Vedação (PAV) deste trabalho é a Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM, localizada na Cidade Universitária Dom Delgado em São Luís/MA. A elaboração deste PAV foi realizada após a concepção e elaboração do projeto de arquitetura e demais projetos de engenharia, pelos profissionais técnicos do setor de projetos e obras da Prefeitura de Campus da UFMA. O edifício é de caráter público federal, a obra ainda não iniciou, sendo assim, a construtora será definida após a conclusão do processo licitatório. O PAV, elaborado neste trabalho, refere-se somente ao pavimento térreo da ampliação da Rádio Universidade FM (figuras 46, 47, 48 e 49), cujos detalhes e processos executivos estão apresentados neste estudo de caso.

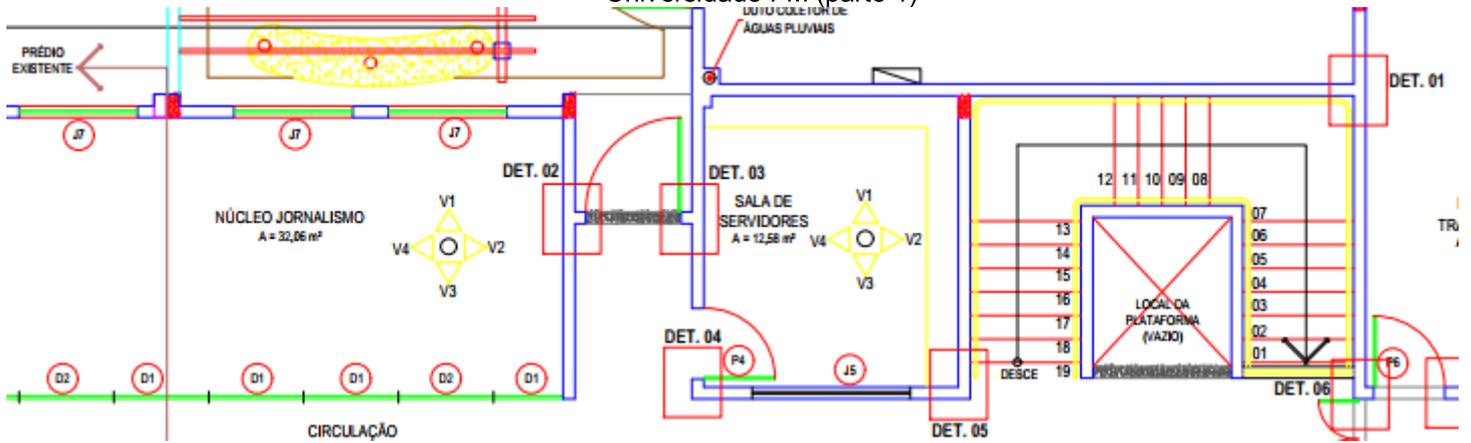
Ressalta-se que nos vãos especificados no projeto arquitetônico com existência de divisórias e onde existem paredes já existentes, os detalhes das vistas não foram executados.

Figura 46: Planta de situação do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM



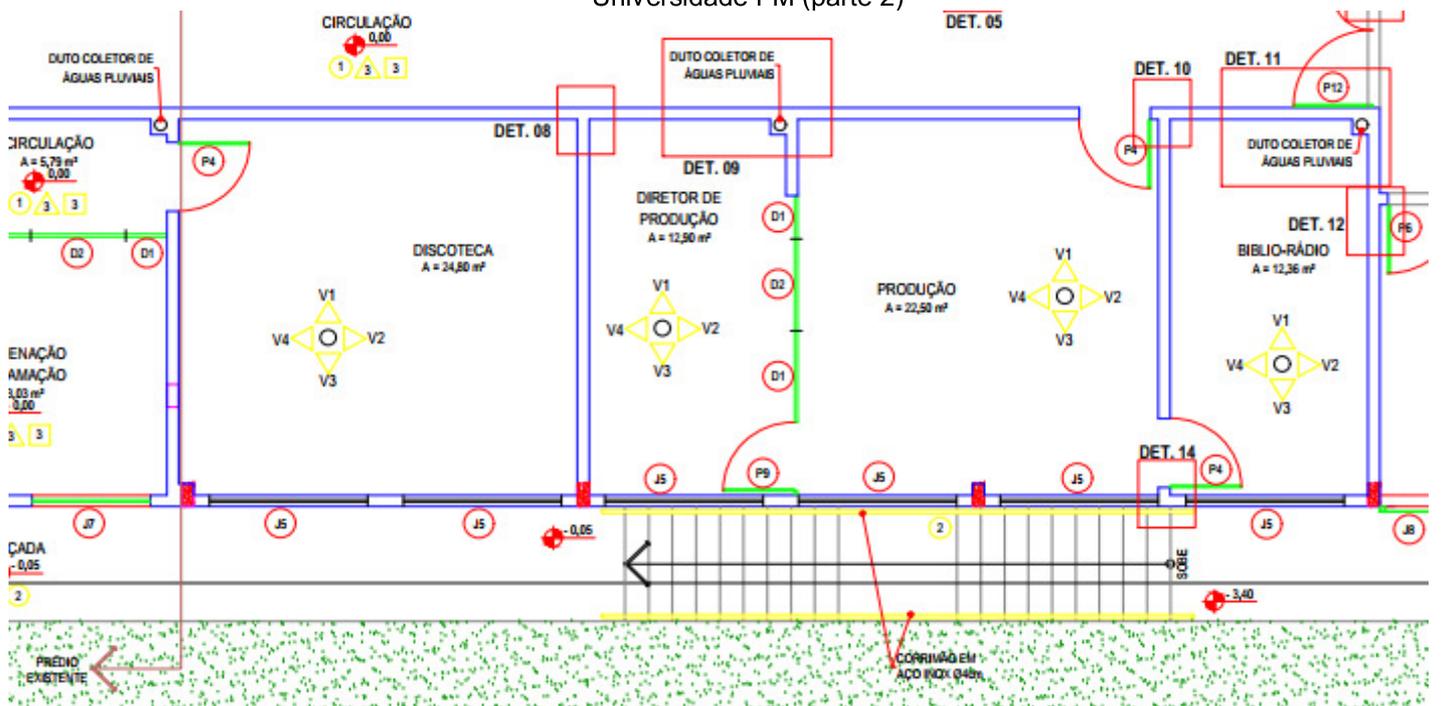
Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 47: Planta baixa do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM (parte 1)



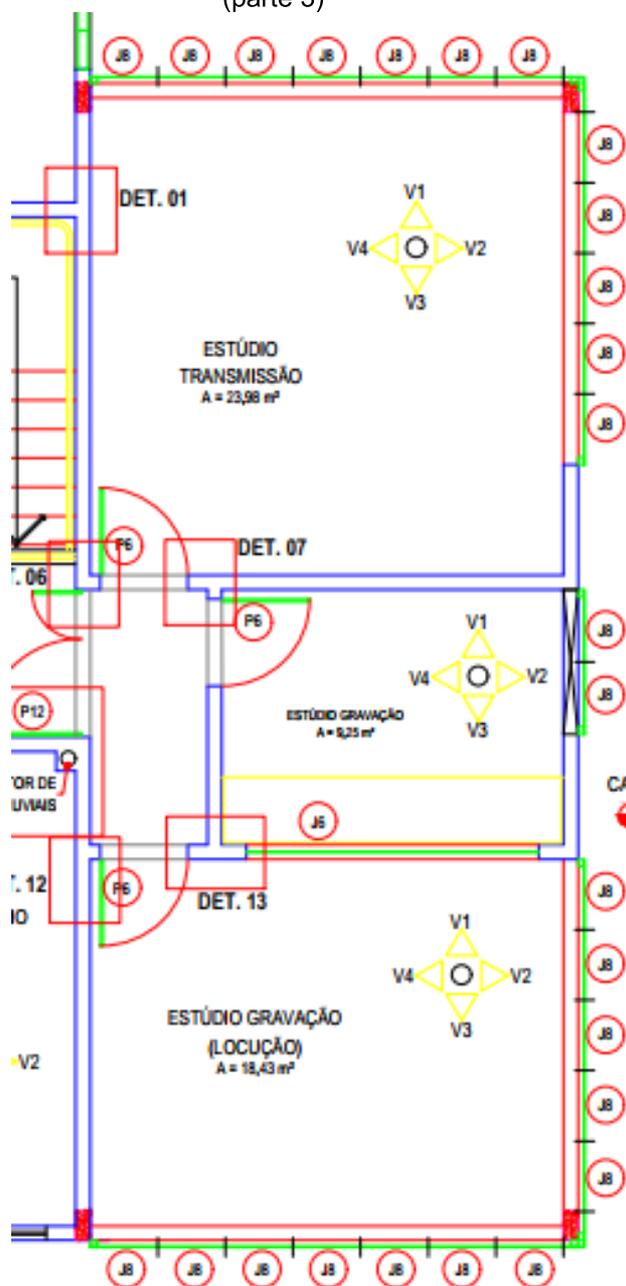
Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 48: Planta baixa do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM (parte 2)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 49: Planta baixa do projeto arquitetônico da Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM (parte 3)



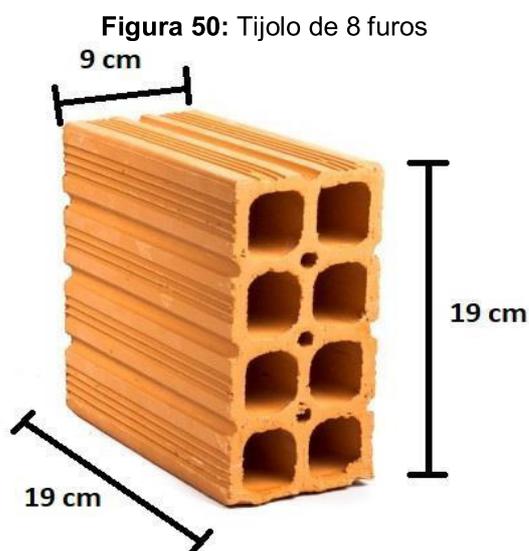
Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

5.1. NÍVEL TECNOLÓGICO DA CONSTRUTORA

Levando em consideração a indefinição da construtora que será responsável pela obra, definiu-se os critérios mencionados abaixo para o PAV de acordo com a disponibilidade de mercado da cidade:

5.1.1. Definição da Unidade de Alvenaria

Para a obra em estudo padronizou-se a unidade de alvenaria em tijolos cerâmicos de 8 furos, com dimensão de 9 cm x 19 cm x 19 cm, representado na figura 50, a fim de compor as alvenarias que serão executadas. O mesmo foi escolhido devido às dimensões existentes no projeto arquitetônico que estabelece 15 cm para largura final da parede além da disponibilidade comercial na região de execução do projeto.



Fonte: Adaptado de Cerâmicafelisbino (2017).

5.1.2. Definição do Traço da Argamassa de Assentamento

O traço da argamassa que será utilizada para assentar as unidades de alvenaria deve ser 1:2:9, sendo um volume de cimento, dois volumes de cal e nove de areia. Já a argamassa utilizada para encunhar o pano de alvenaria com o fundo da viga deverá ser a argamassa expansiva, realizada a partir da argamassa de assentamento com uma adição de material expensor, com traço, consumo e produção de acordo com as orientações do fabricante.

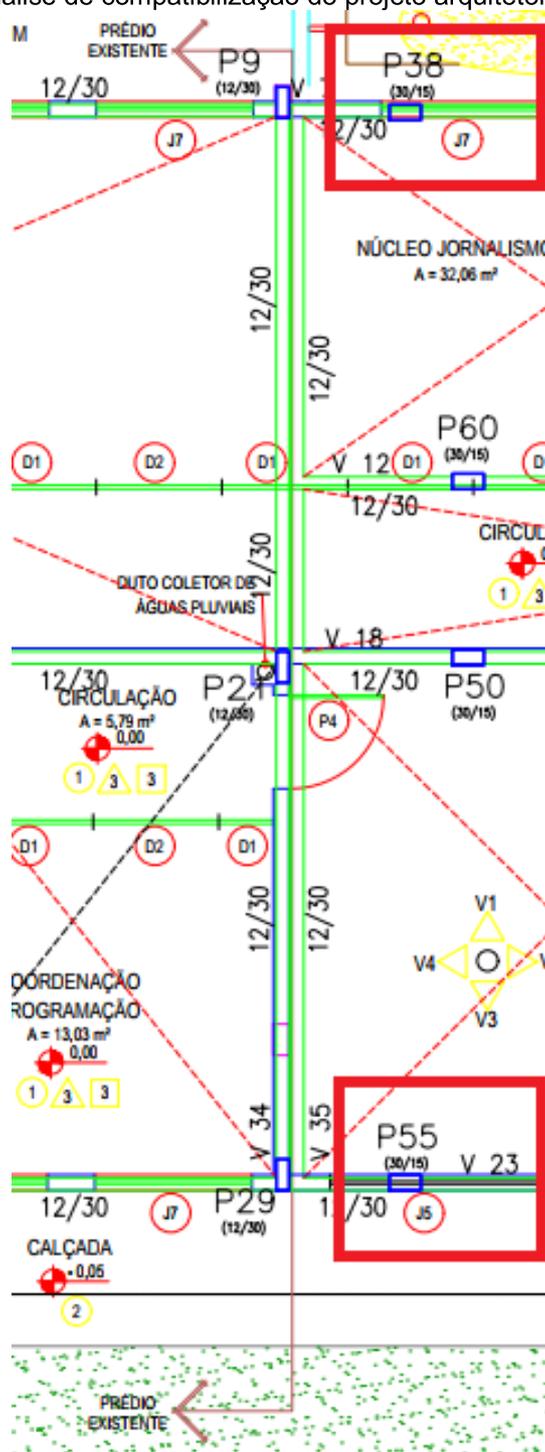
5.2. COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

Realizou-se a análise do projeto arquitetônico a partir da compatibilização com os projetos complementares. Foi realizada a compatibilização dos projetos, o arquitetônico, o projeto estrutural e o projeto de instalações águas pluviais. A primeira incompatibilização deu-se entre o projeto arquitetônico e o estrutural cujos

pilares P38 e P55 transpassaram as esquadrias J7 e J5. Segundo a engenheira responsável pelo projeto de estruturas, a locação das fundações dos pilares P38, P60, P50 e P55 definida por ela, decorreu-se pela inexistência de projeto estrutural do prédio antigo, sendo assim, não foi possível locar os mesmos próximos aos pilares de canto do prédio existente (figura 51).

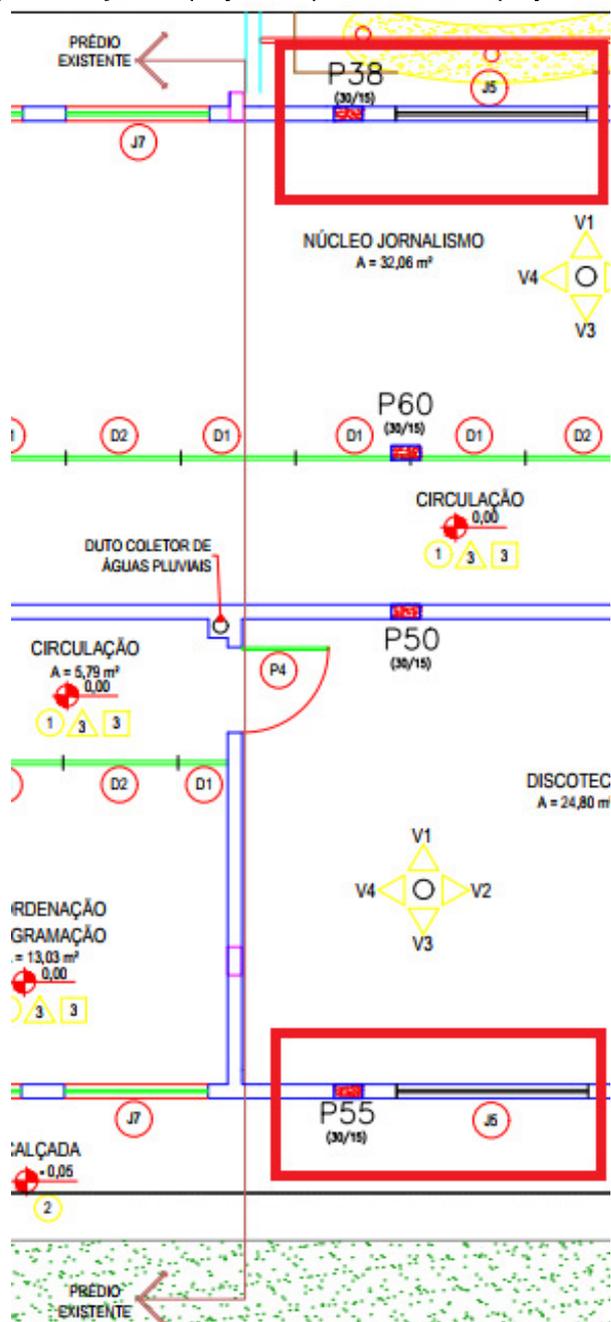
Sendo assim, por conta da impossibilidade de realocar as fundações referentes aos pilares P38, P60, P50 e P55 nos panos de alvenaria em questão, a arquiteta optou por substituir as esquadrias J7 da vista 1 do Núcleo de Jornalismo por uma esquadria J5, e na vista 3 da Discoteca foi retirada uma J5 e a outra J5 foi posicionada no centro da mesma vista (figura 52).

Figura 51: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e estrutural



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

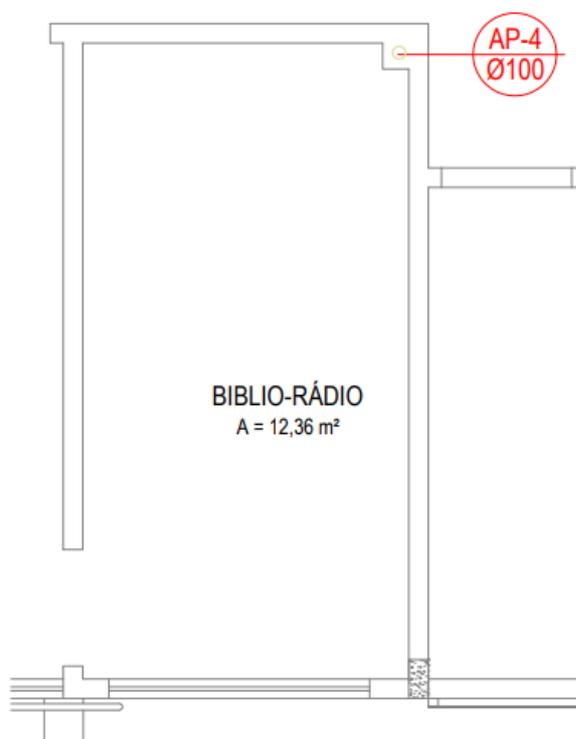
Figura 52: Alterações nos panos V1 Núcleo de Jornalismo e V3 Discoteca a partir da incompatibilização do projeto arquitetônico com projeto estrutural



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

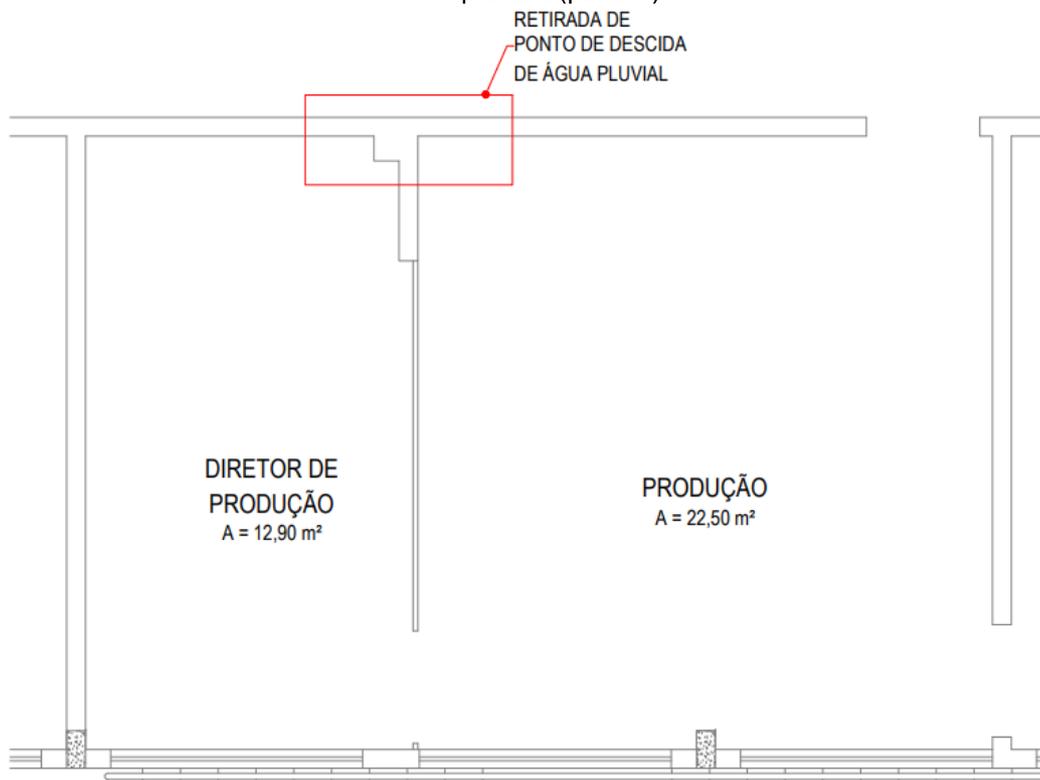
A incompatibilização entre o projeto arquitetônico e o projeto de instalações de águas pluviais decorreu da existência de pontos para descida de tubulação de águas pluviais no projeto arquitetônico, na ampliação, cujos os mesmo não foram utilizados pelo responsável técnico do projeto de insalações de águas pluviais para os devidos fins. Os pontos que permanecerão são AP-3 e AP-4, os demais foram autorizados pela arquiteta para serem retirados (figuras 53, 54, 55 e 56).

Figura 53: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 1)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 54: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 2)



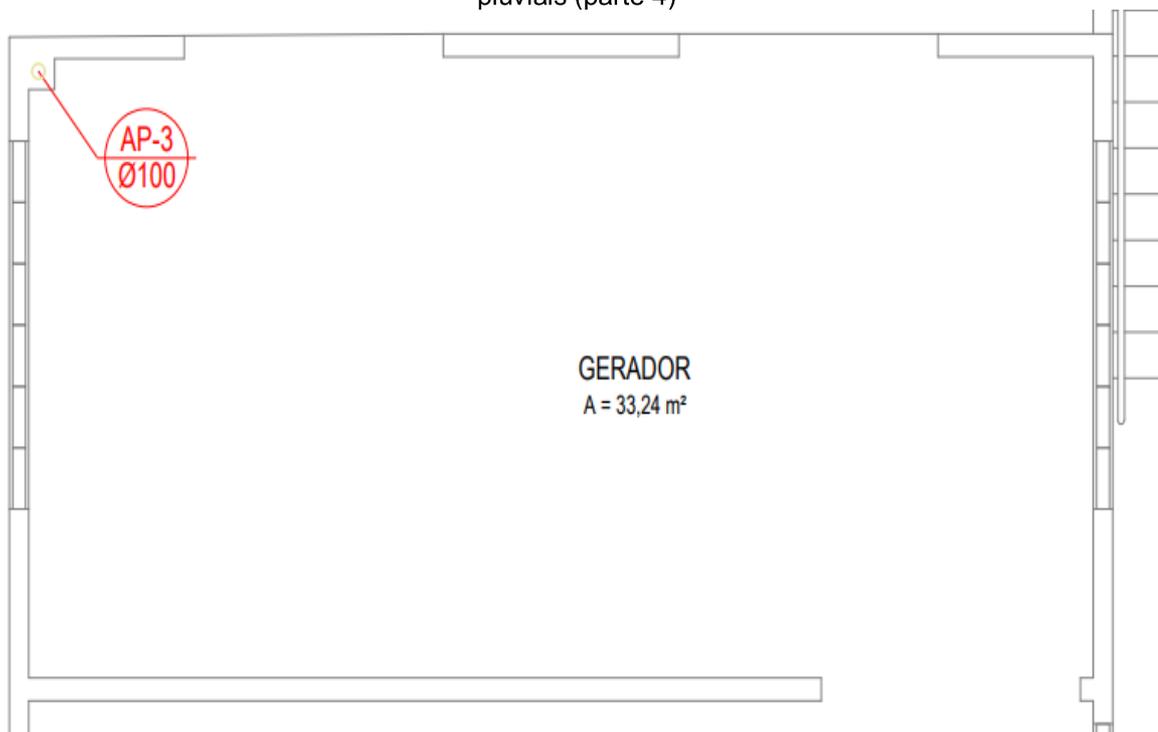
Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 55: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 3)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

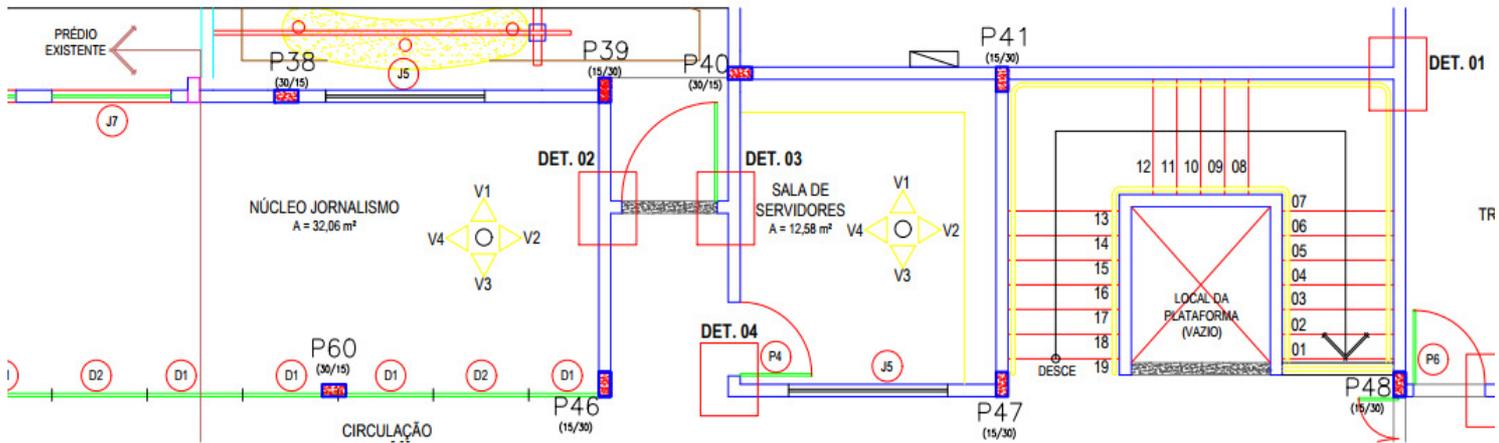
Figura 56: Análise de compatibilização do projeto arquitetônico e do projeto de instalações de águas pluviais (parte 4)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

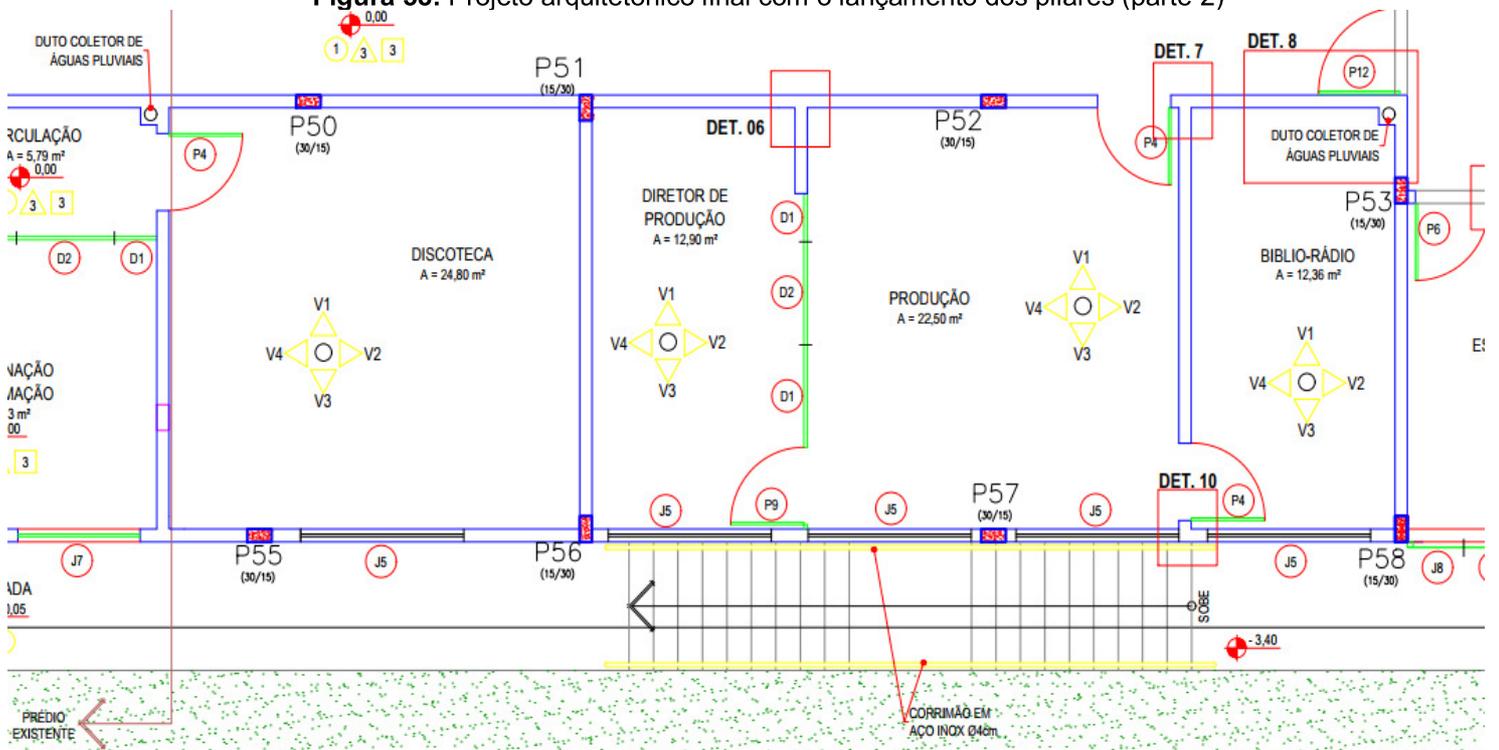
A partir das análises realizadas anteriormente, definiu-se que a unidade cerâmica deverá ser assentada de meia vez. Sendo assim, após a compatibilização final dos projetos, o projeto arquitetônico juntamente com o lançamento dos pilares é ilustrado nas figuras 57, 58 e 59, com as respectivas alterações no projeto arquitetônico.

Figura 57: Projeto arquitetônico final com o lançamento dos pilares (parte 1)



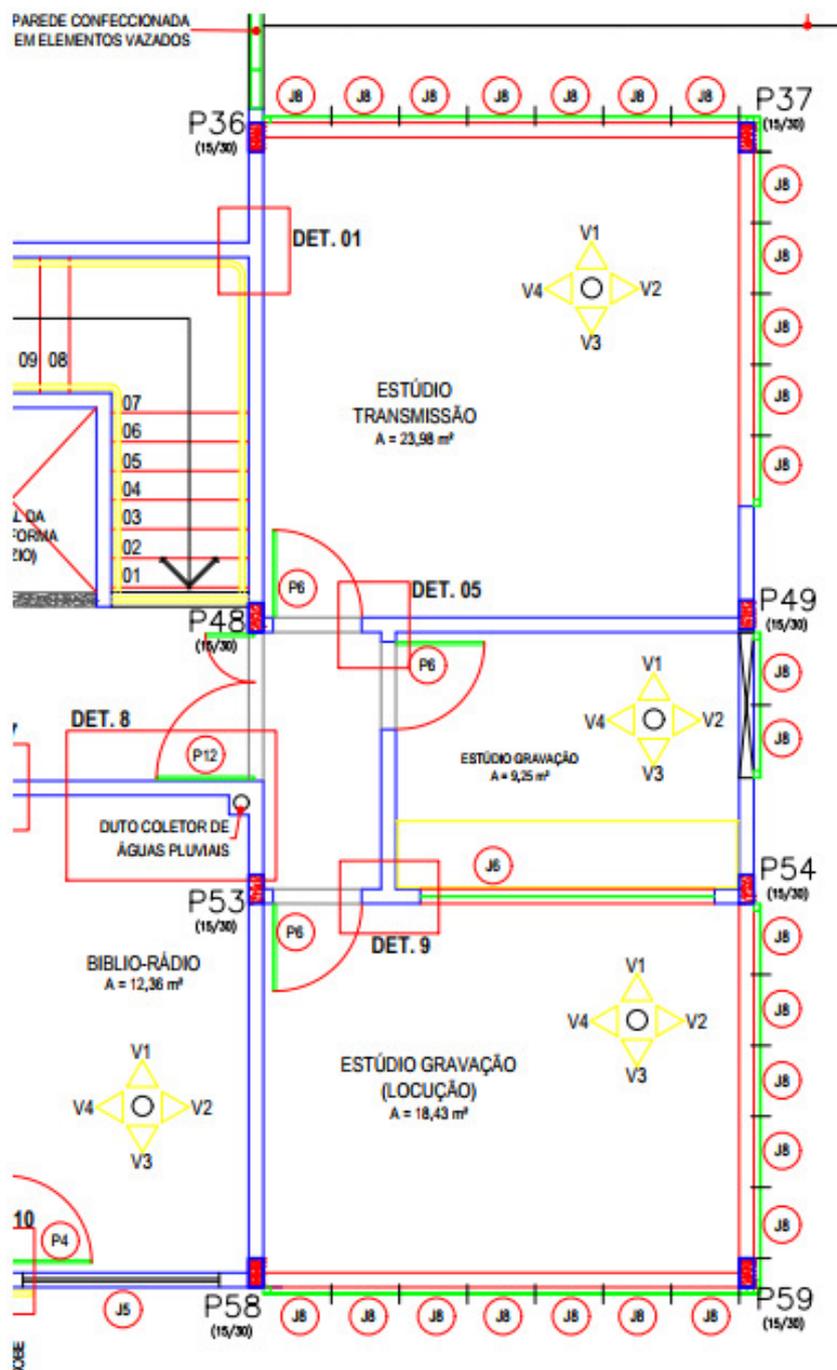
Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 58: Projeto arquitetônico final com o lançamento dos pilares (parte 2)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 59: Projeto arquitetônico final com o lançamento dos pilares (parte 3)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

5.3. DEFINIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

A construtora responsável por executar o PAV deve dispor de escantilhão, que auxiliará no processo de execução de alvenaria, permitindo a aferência simultânea de prumo, alinhamento e nivelamento das fiadas que irão compor o pano da alvenaria (figura 21). Além do escantilhão deve-se executar o PAV com o auxílio

da régua com bolha que verificará o nível e prumo de cada fiada (figura 22). Esquadros metálicos devem ser utilizados para determinar a angulação dos cantos das paredes, neste caso todos em 90°.

A utilização de palheta ou meia cana são essenciais para que o PAV seja executado da forma mais econômica, sendo utilizados para aplicar a argamassa de assentamento nos tijolos (figuras 23 e 24). O uso dessas ferramentas promoverá a uniformidade dimensional da junta de assentamento.

Os carrinhos para transporte dos tijolos devem ser utilizados para transportar as unidades de alvenaria em grandes distâncias horizontais, conforme ilustrado na figura 26. As argamasseiras (figura 27) devem estar disponíveis para caso seja necessário preparar argamassa em pequena quantidade e distante do central de produção de argamassa no canteiro de obra. Os andaimes e plataformas metálicas devem ser, obrigatoriamente utilizados na execução do PAV a partir da 8ª fiada, ilustrado na figura 28.

Por fim, deve-se usar serra mármore com disco de corte para uso em tijolos cerâmicos vazados são essenciais para executar os cortes necessários para execução de instalações complementares (hidrosanitária, elétrica, lógica, dentre outros).

5.4. MÃO DE OBRA

Os operários que executarão este PAV devem estar devidamente capacitados, sendo necessário realizar atividades teóricas/práticas através de treinamento no procedimento técnico de execução do serviço. Essas atividades deverão fornecer aos operários capacidade de executar projetos de alvenaria de vedação com elevado grau de produtividade e de qualidade, conscientizando-os da necessidade de cumprir as técnicas exigidas em projeto, além de mitigar desperdício de materiais da construção civil e a incidência de patologias nas edificações.

5.5. MEMORIAL DESCRITIVO DE EXECUÇÃO

5.5.1. Locação das Paredes

A locação da alvenaria (figura 61, 62 e 63) deverá ser executada com o mesmo tijolo de 8 furos (9 x 19 x 19 cm) que será utilizado na elevação das fiadas de alvenaria. Inicialmente, deve-se limpar a superfície da unidade de alvenaria e do

substrato, a fim de garantir a aderência da argamassa de assentamento em ambos. A identificação das unidades cerâmicas é feita na figura 60.

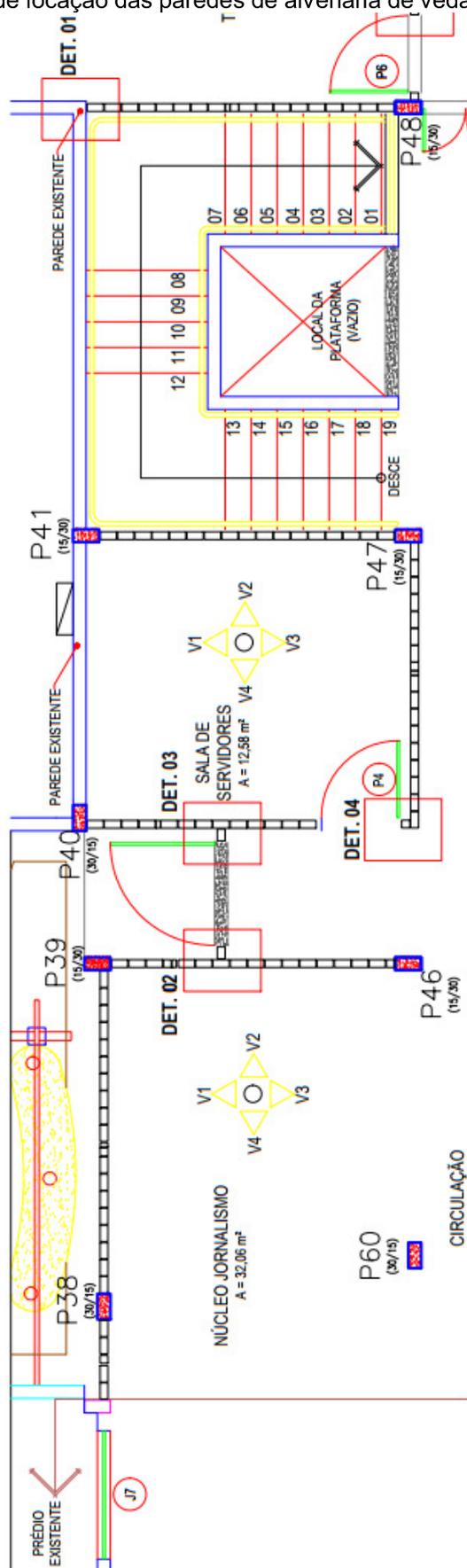
Em seguida, deve-se umidecer levemente os tijolos antes de assentá-los, lance argamassa de assentamento no traço indicado no item 5.1.2 com espessura horizontal até de 3 cm \pm 3 mm e com espessura vertical até 1 cm \pm 3 mm.

Figura 60: Legenda de identificação em vista superior das unidades de alvenaria

LEGENDA/ VISTA SUPERIOR	
	TIJOLO INTEIRO 9 X 19 X 19 cm
	MEIO TIJOLO 9 X 9,5 X 19 cm
	BOLACHINHA 9 X 9 X 5 cm

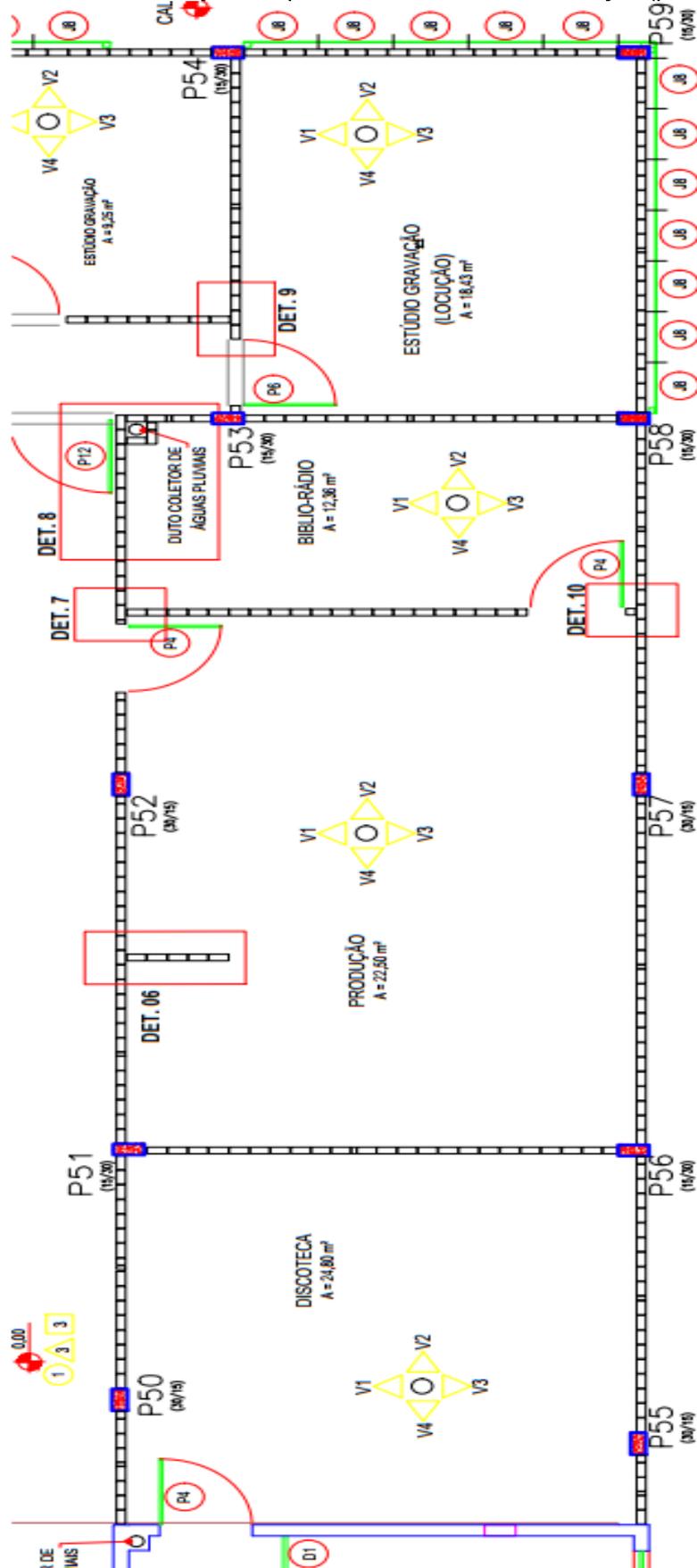
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 61: Planta de locação das paredes de alvenaria de vedação (parte 1)



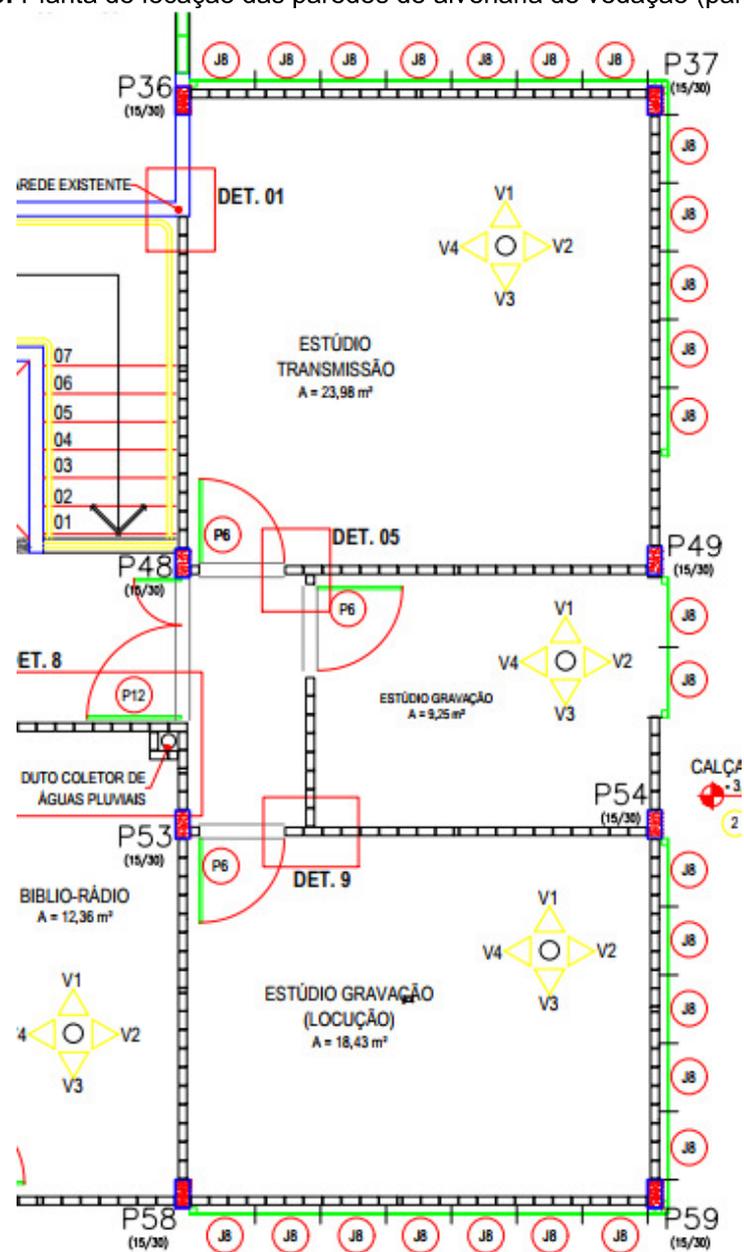
Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 62: Planta de locação das paredes de alvenaria de vedação (parte 2)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Figura 63: Planta de locação das paredes de alvenaria de vedação (parte 3)



Fonte: Adaptado de UFMA (2011).

Após a conclusão da marcação das alvenarias, deve-se conferir o alinhamento (figura 64), esquadro (90°) (figura 65) e o prumo (figura 66), a fim de se acumular erros para as etapas posteriores.

Figura 64: Verificação de alinhamento durante execução de alvenaria



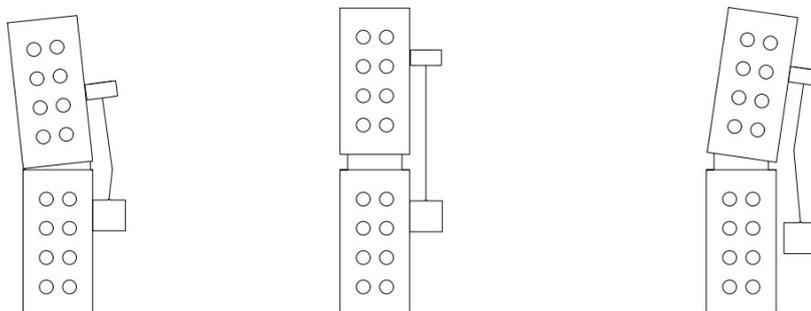
Fonte: UFRGS (2017).

Figura 65: Conferência de esquadro durante execução de alvenaria



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 66: Conferência de prumo durante execução de alvenaria



Prumo apoiado
na parede.
(ERRADO)

Prumo tangenciando
a parede.
(CERTO)

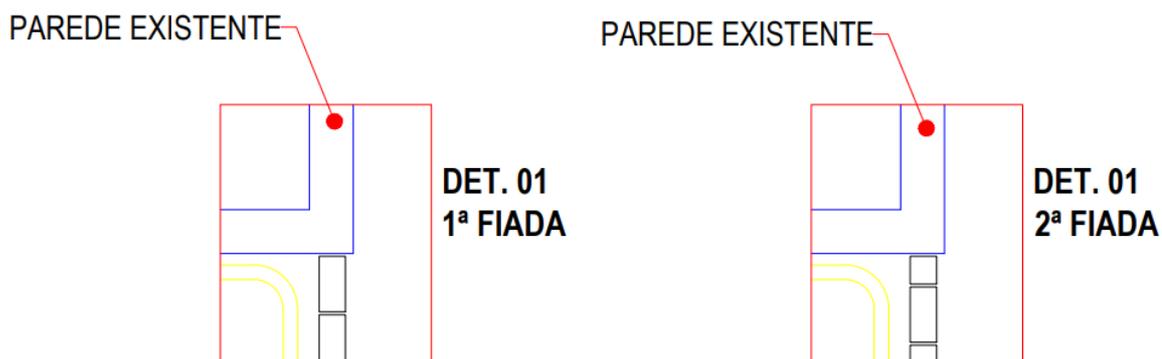
Prumo afastado
da parede.
(ERRADO)

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5.2. Execução dos cantos, junções T e cruzamento

Para executar os cantos, junções T e cruzamento nas alvenarias devem-se realizar os procedimentos, tais como ilustrados (sem escala) nas figuras 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75 e 76. A identificação dos blocos consta na figura 60.

Figura 67: Detalhe construtivo 1 de encontros entre alvenarias de vedação



Fonte: Elaborado pelo autor.

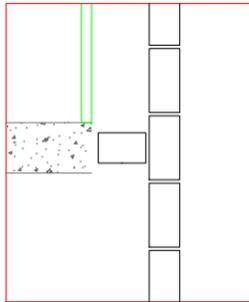
Figura 68: Detalhe construtivo 2 de encontros entre alvenarias de vedação



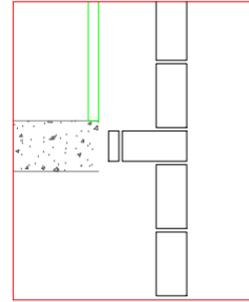
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 69: Detalhe construtivo 3 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 03
1ª FIADA



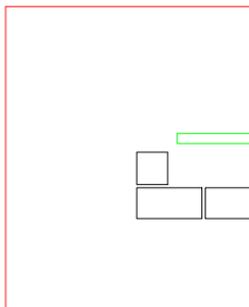
DET. 03
2ª FIADA



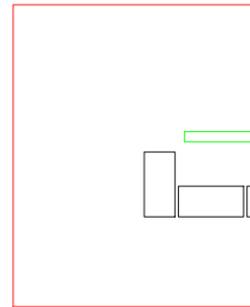
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 70: Detalhe construtivo 4 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 04
1ª FIADA



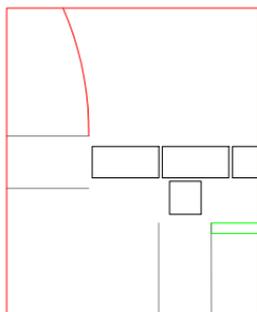
DET. 04
2ª FIADA



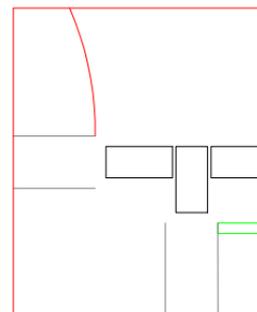
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 71: Detalhe construtivo 5 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 05
1ª FIADA



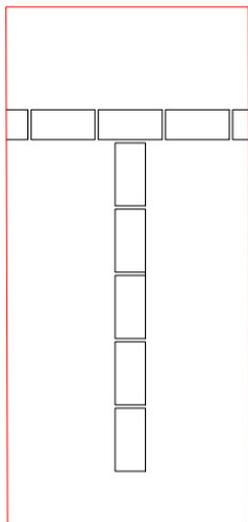
DET. 05
2ª FIADA



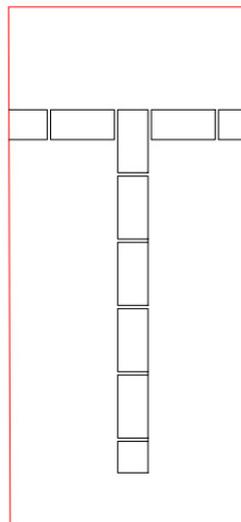
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 72: Detalhe construtivo 6 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 06
1ª FIADA



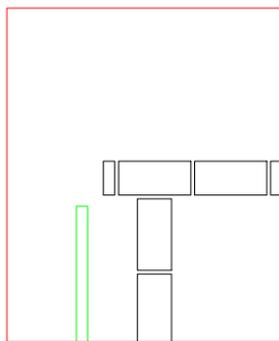
DET. 06
2ª FIADA



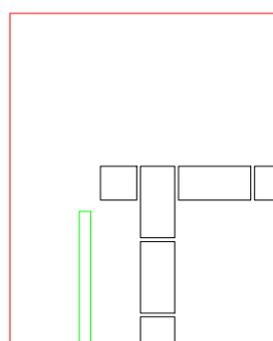
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 73: Detalhe construtivo 7 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 7
1ª FIADA



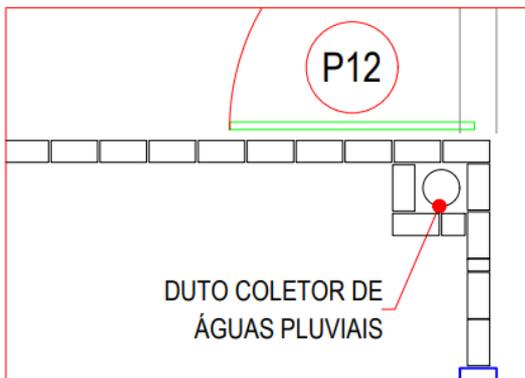
DET. 7
2ª FIADA



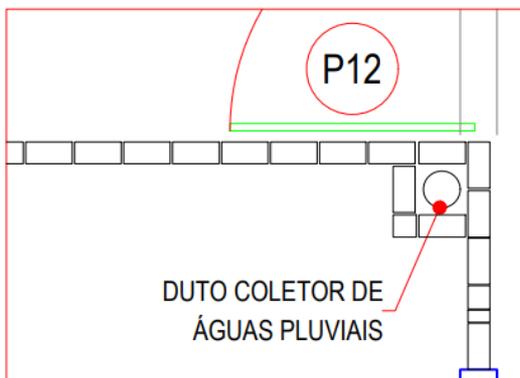
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 74: Detalhe construtivo 8 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 8
1ª FIADA



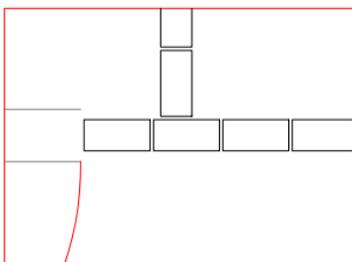
DET. 8
2ª FIADA



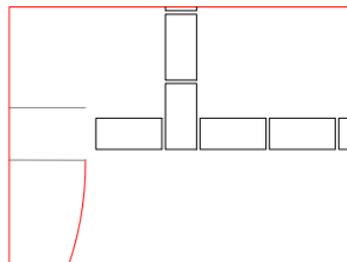
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 75: Detalhe construtivo 9 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 9
1ª FIADA



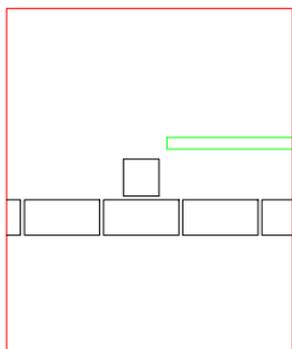
DET. 9
2ª FIADA



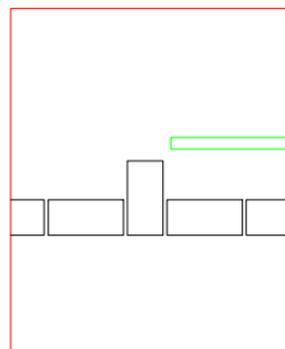
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 76: Detalhe construtivo 10 de encontros entre alvenarias de vedação

DET. 10
1ª FIADA



DET. 10
2ª FIADA



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5.3. Elevação das paredes

Após o término da execução da fiada de locação e a conferência do alinhamento, esquadro (90°) e o prumo da primeira fiada, podem ser iniciados os serviços de elevação das alvenarias. Entretanto, antes de iniciar a elevação das alvenarias, deve-se levar em consideração algumas condições necessárias: cura da argamassa de locação (24h), a posição e a forma de fixação dos elementos de ancoragem da alvenaria no pilar (definidos no item 3.2.3.4.1.), espessura das juntas de assentamento verticais (1 cm ± 3 mm) e horizontais (1 cm ± 3 mm) das fiadas de elevação.

A fiada de locação especifica o alinhamento na direção que deve ser realizada a elevação da alvenaria. Para iniciar o assentamento da segunda fiada em diante, deve-se, com o auxílio de um escantilhão (figura 77) aprumado e posicionado na extremidade da fiada, esticar uma linha de náilon nas marcações nele predefinidas.

Figura 77: Uso de escantilhão na elevação da alvenaria



Fonte: UFRGS (2017).

Após o alinhamento ser definido, deve-se assentar primeiro os blocos da extremidades, e depois, completar com as demais unidades de alvenaria da fiada, seguindo o mesmo procedimento para as demais fiadas até atingir a última fiada da alvenaria.

A argamassa das juntas horizontais deve possuir espessura de $1\text{ cm} \pm 3\text{ mm}$, e as mesmas não podem apresentar vazios. A aplicação da argamassa das juntas horizontais deve ser realizada com o auxílio de palheta ou meia cana (ilustradas nas figuras 23 e 24). O lançamento da argamassa deve ser feito, no máximo, sobre 3 blocos (figura 78), a fim de evitar a perda da água tanto para o ambiente quanto para o bloco sob o qual assentou-se a argamassa.

Figura 78: Lançamento de argamassa com palheta sobre três blocos cerâmicos estruturais



Fonte: Elaborada pelo autor.

A argamassa que compõe as juntas verticais deve ter espessura de $1\text{ cm} \pm 3\text{ mm}$, e deve ser aplicada tanto nas alvenarias da fachada quanto nas pertencentes ao ambiente interno. A norma permite que não sejam realizadas juntas verticais nas alvenarias internas, entretanto, a edificação trata-se de uma rádio que necessita de um isolamento acústico entre um ambiente e outro. Sendo assim, para contribuir com o conforto acústico da edificação, recomenda-se que as juntas verticais das alvenarias internas também sejam preenchidas.

Neste projeto define-se que a execução da alvenaria se dará a partir da junta em amarração. Sendo assim, a necessidade de submódulos do tijolo de 8 furos (figura 79) será imprescindível.

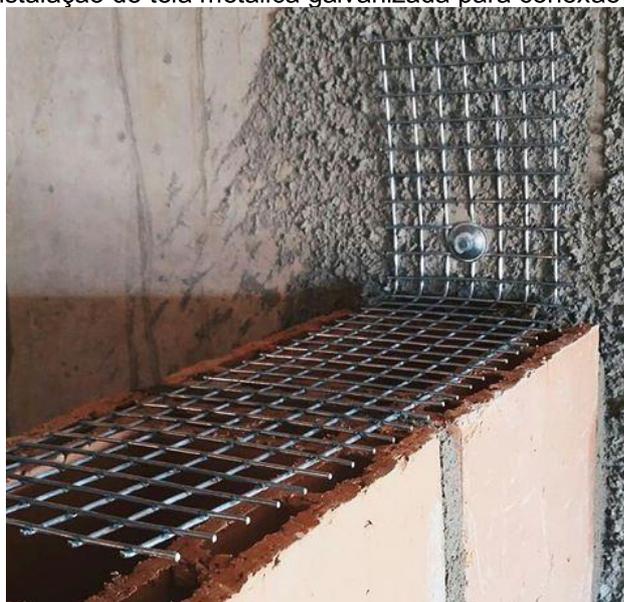
Figura 79: Utilização de submódulos em alvenaria com junta em amarração



Fonte: TECNISA (2017).

A ligação pilar-alvenaria se dará a partir de telas metálicas galvanizadas de 50 cm, medindo 10 cm embutidos na junta vertical de argamassa entre o tijolo e o pilar e 40 cm sobre o bloco, com malha de 15 x 15 mm fla Ø 1,5 mm. A mesma deve ser fixada com um pino de 8 mm cravado à 20 mm da superfície do pilar, conforme ilustrado na figura 40. A tela deve ser instalada após o assentamento da fiada anterior à posição da mesma, e antes do lançamento da argamassa da junta horizontal da fiada referente à tela (figura 80). A posição de cada tela no pano de alvenaria é definida e ilustrada nas vistas de cada ambiente definidas pelo projetista.

Figura 80: Instalação de tela metálica galvanizada para conexão pilar-alvenaria



Fonte: ECIVILNET (2017).

Para o encunhamento da alvenaria com a viga deve-se utilizar argamassa expansiva, realizada a partir da argamassa de assentamento com uma adição de material expensor, com traço, consumo e produção de acordo com o fabricante. A espessura da mesma deve ser de 3 cm ± 3 mm.

As vergas e contra vergas devem ser pré fabricadas em concreto armado. O comprimento das mesmas é relativo ao comprimento do vão e devem ultrapassar a largura do vão em pelo menos 20 cm de cada lado. A altura deverá ser de 10 cm, as dimensões são especificadas nas vistas que possuam vãos de esquadrias.

Todas as vigas, no projeto estrutural, foram estabelecidas com altura de 40 cm, exceto as vigas referentes aos painos existentes na fachada de pele de vidro (J8). Sendo assim os paineis de alvenaria possuem uma altura útil de 2,75 m.

A legenda referente às unidades cerâmicas e aos submódulos que foram utilizados nesse projeto são definidos e ilustrados na figura 81.

Figura 81: Legenda de identificação em vista frontal das unidades de alvenaria

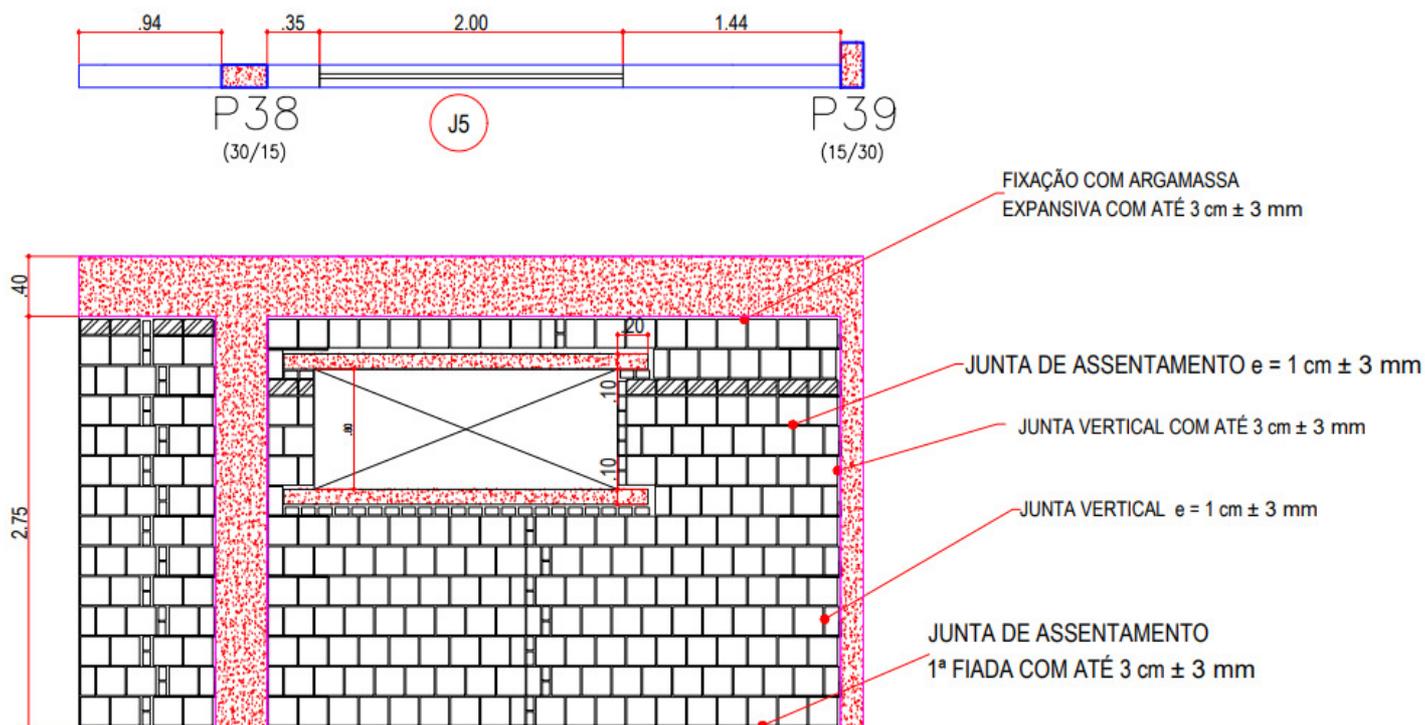
LEGENDA/ VISTA FRONTAL	
□	TIJOLO INTEIRO 9 X 19 X 19 cm (INTEIRO)
◻	MEIO TIJOLO 9 X 9,5 X 19 cm
■	PAREDE ORTOGONAL (AMARRAÇÃO)
▨	TIJOLO CORTADO 9 X 19 X 10 cm
└	TELA METÁLICA GALVANIZADA (40 x 10 cm)
◻	BOLACHINHA 9 X 9 X 5 cm

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim, as vistas de cada painel de alvenaria dos ambientes são ilustradas, sem escala, cujas medidas são expressas em metro, de figura 82 à 104.

A vista presente na figura 82 contém uma abertura para instalação de uma janela, sendo assim deve ser executada verga e contra verga nas medidas especificadas, além de verificar com atenção a posição de cada módulo e submódulo existente.

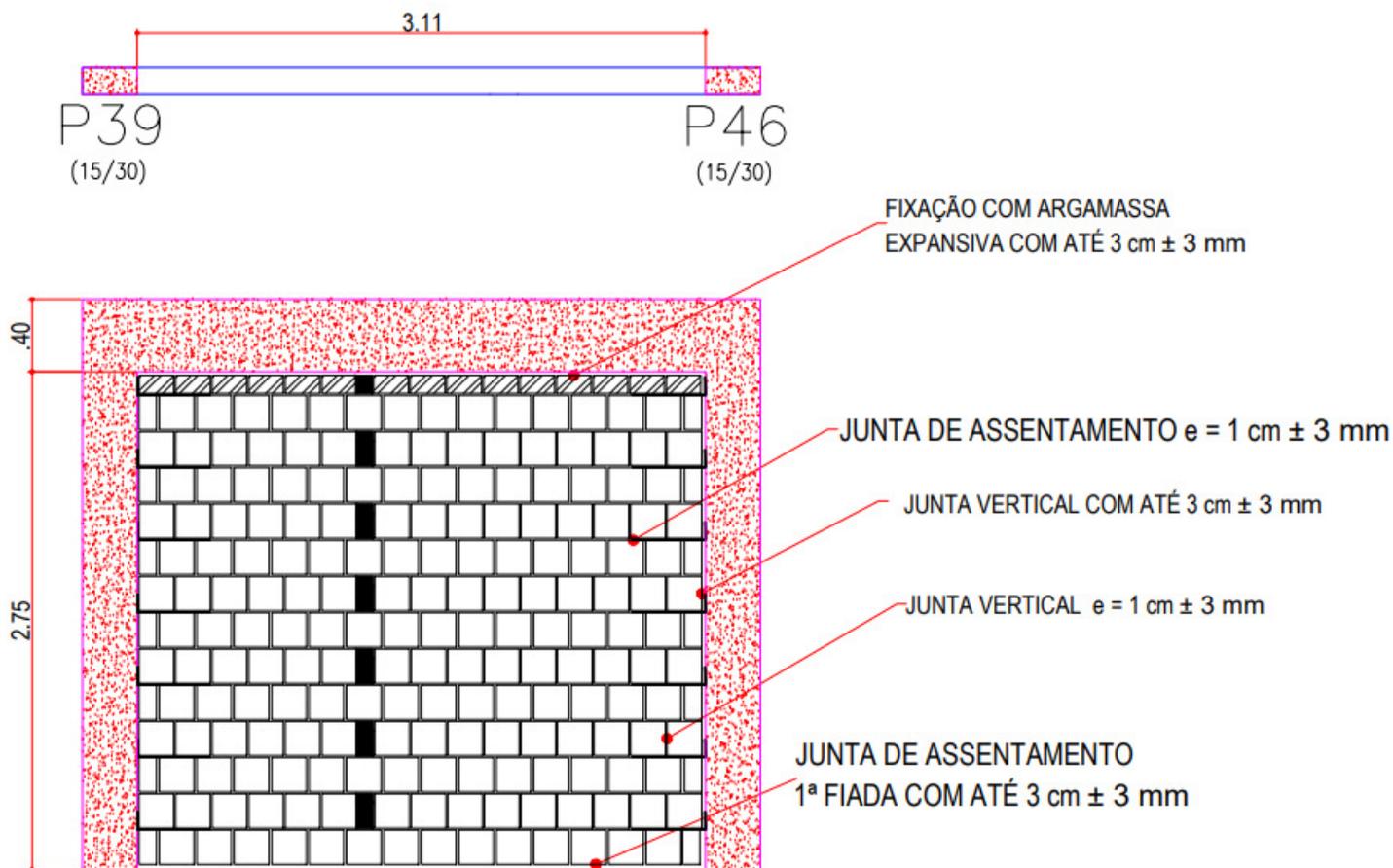
Figura 82: Vista 1 do Núcleo de Jornalismo



Fonte: Elaborado pelo autor.

O pano de alvenaria da figura 83 não possui nenhuma abertura, entretanto deve-se tomar cuidado com a execução do travamento da parede ortogonal cujos módulos estão preenchidos completamente.

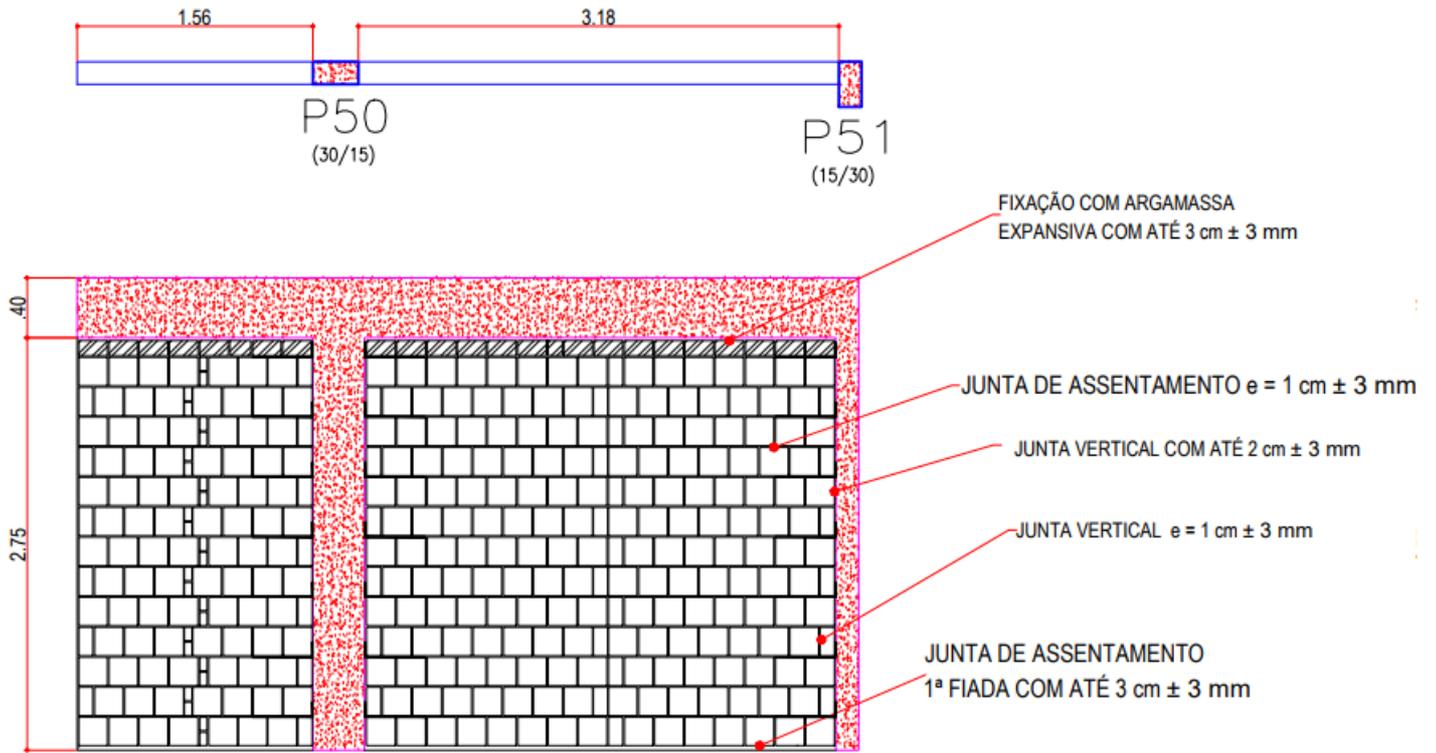
Figura 83: Vista 2 do Núcleo de Jornalismo



Fonte: Elaborado pelo autor.

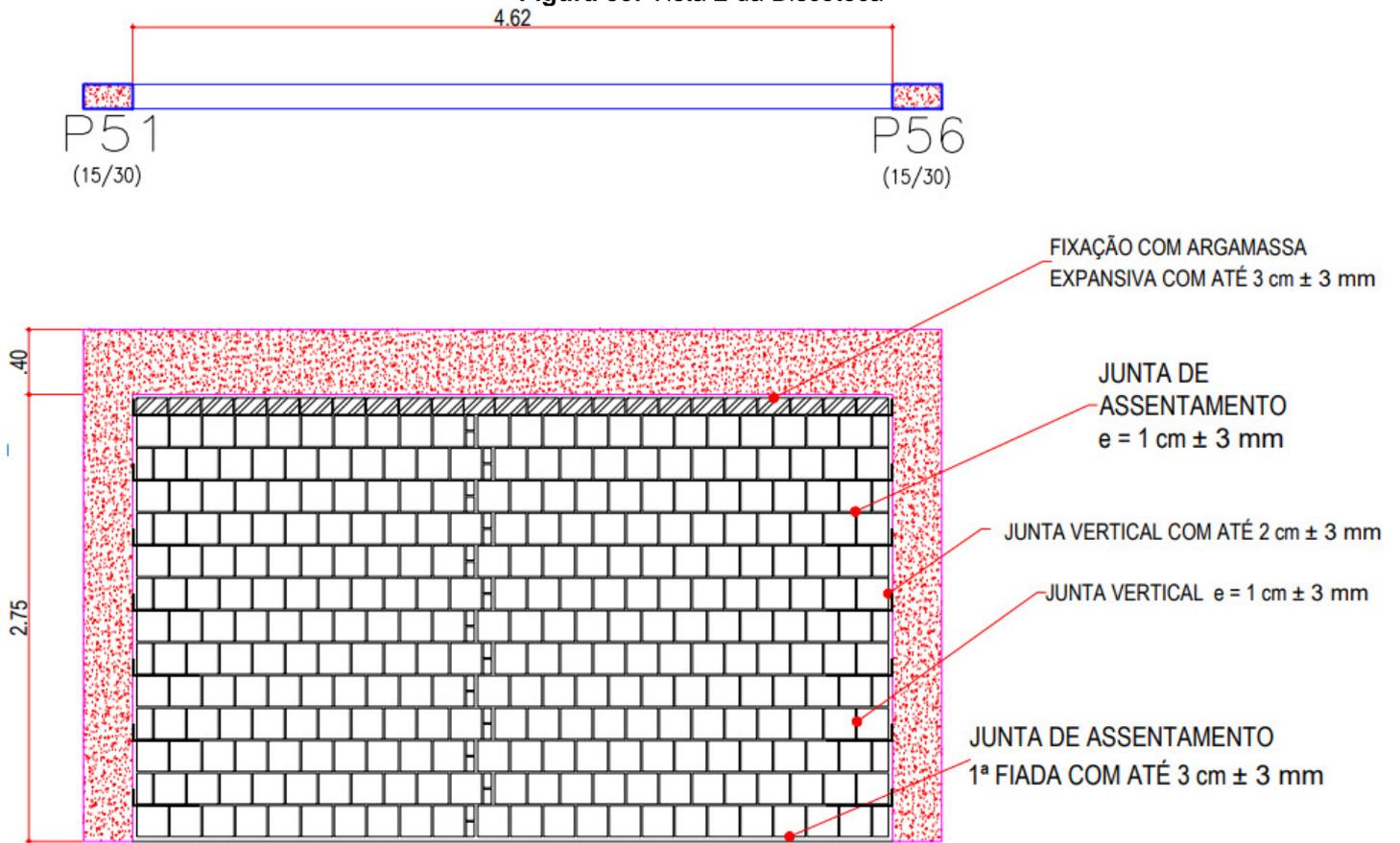
Conforme estabelecido em projeto arquitetônico, o vão da vista 3 do Núcleo de Jornalismo será executado com divisória e a vista 4 do mesmo deverá permanecer a parede existente.

Figura 84: Vista 1 da Discoteca



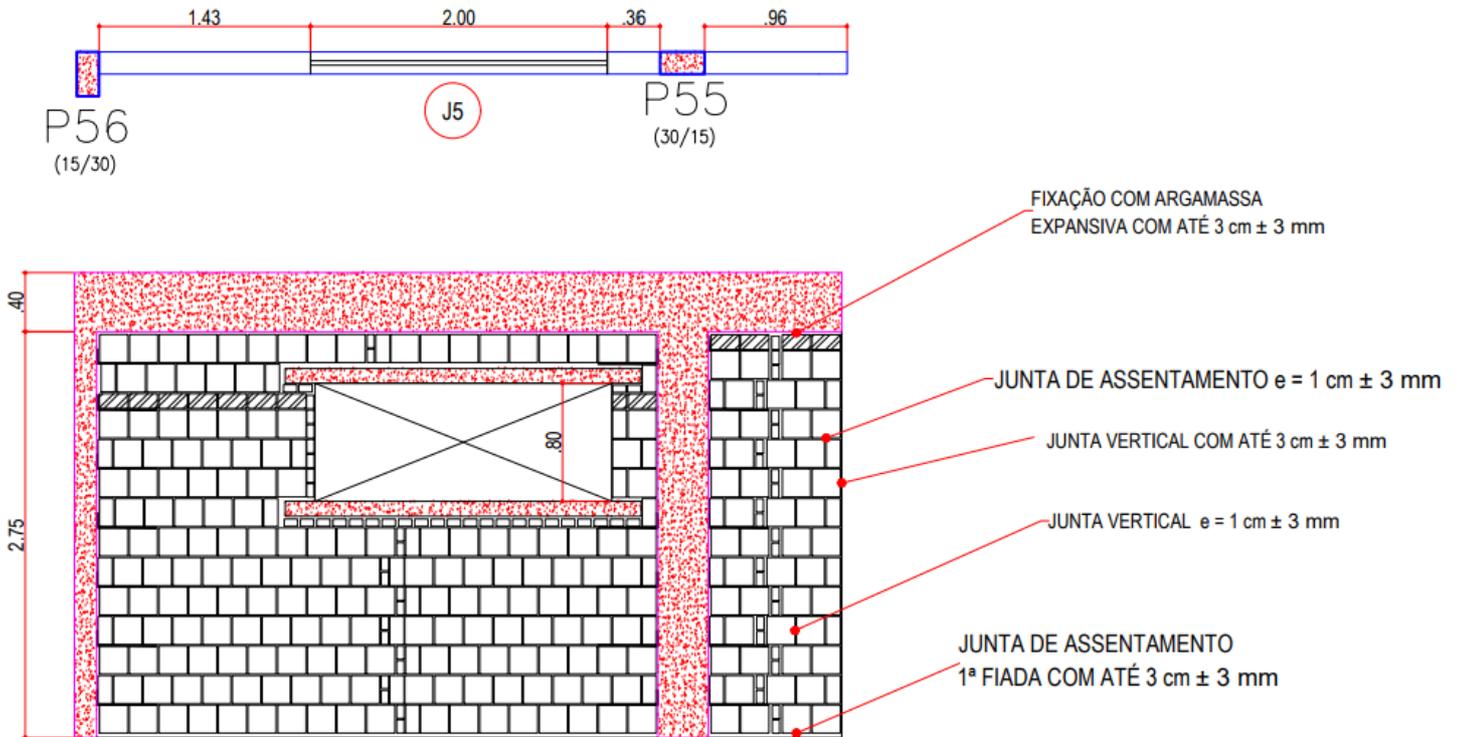
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 85: Vista 2 da Discoteca



Fonte: Elaborado pelo autor.

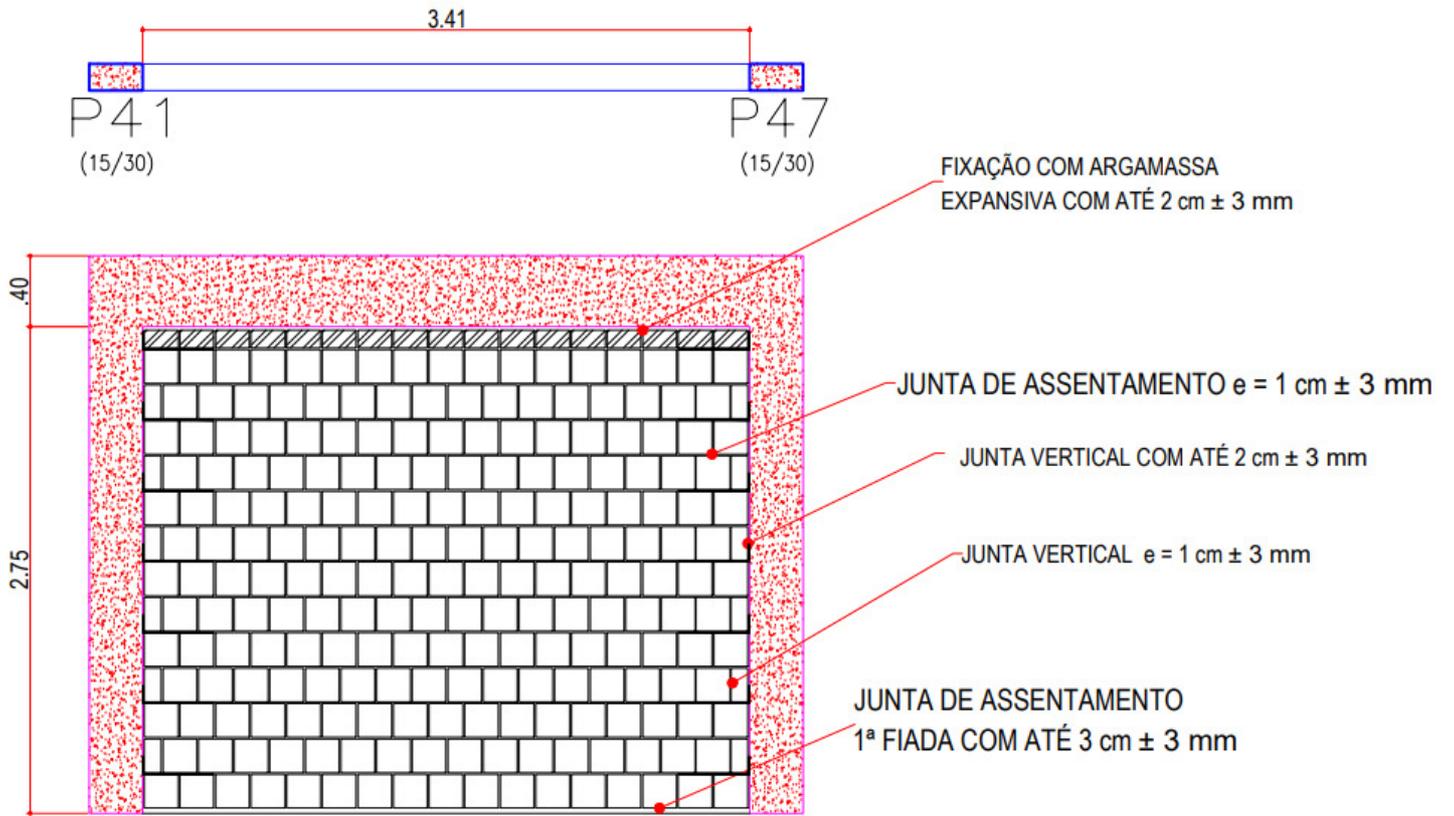
Figura 86: Vista 3 da Discoteca



Fonte: Elaborado pelo autor.

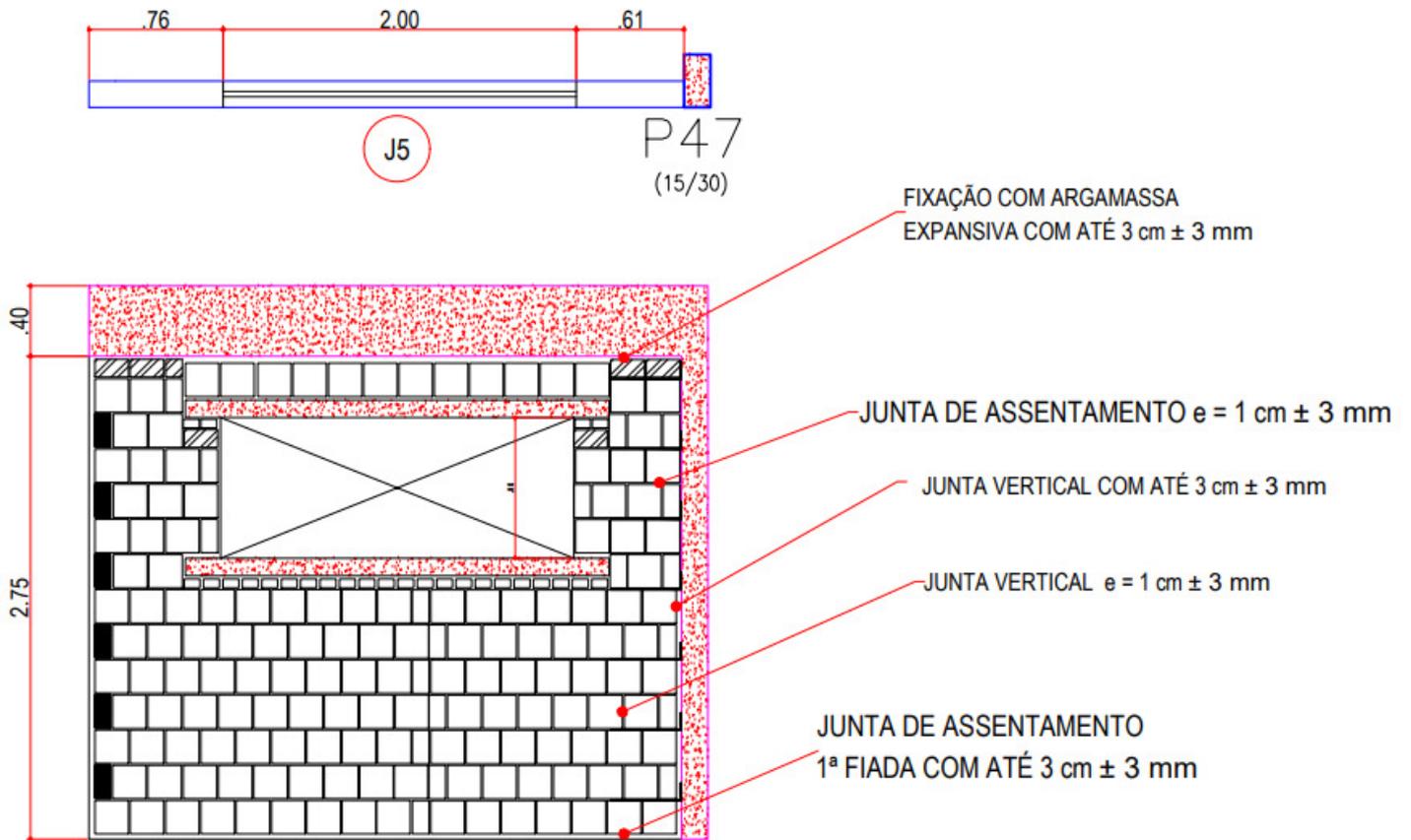
Conforme estabelecido em projeto arquitetônico, o vão da vista 4 da Discoteca e a vista 1 da Sala de Servidores deverá permanecer a parede existente.

Figura 87: Vista 2 da Sala de Servidores



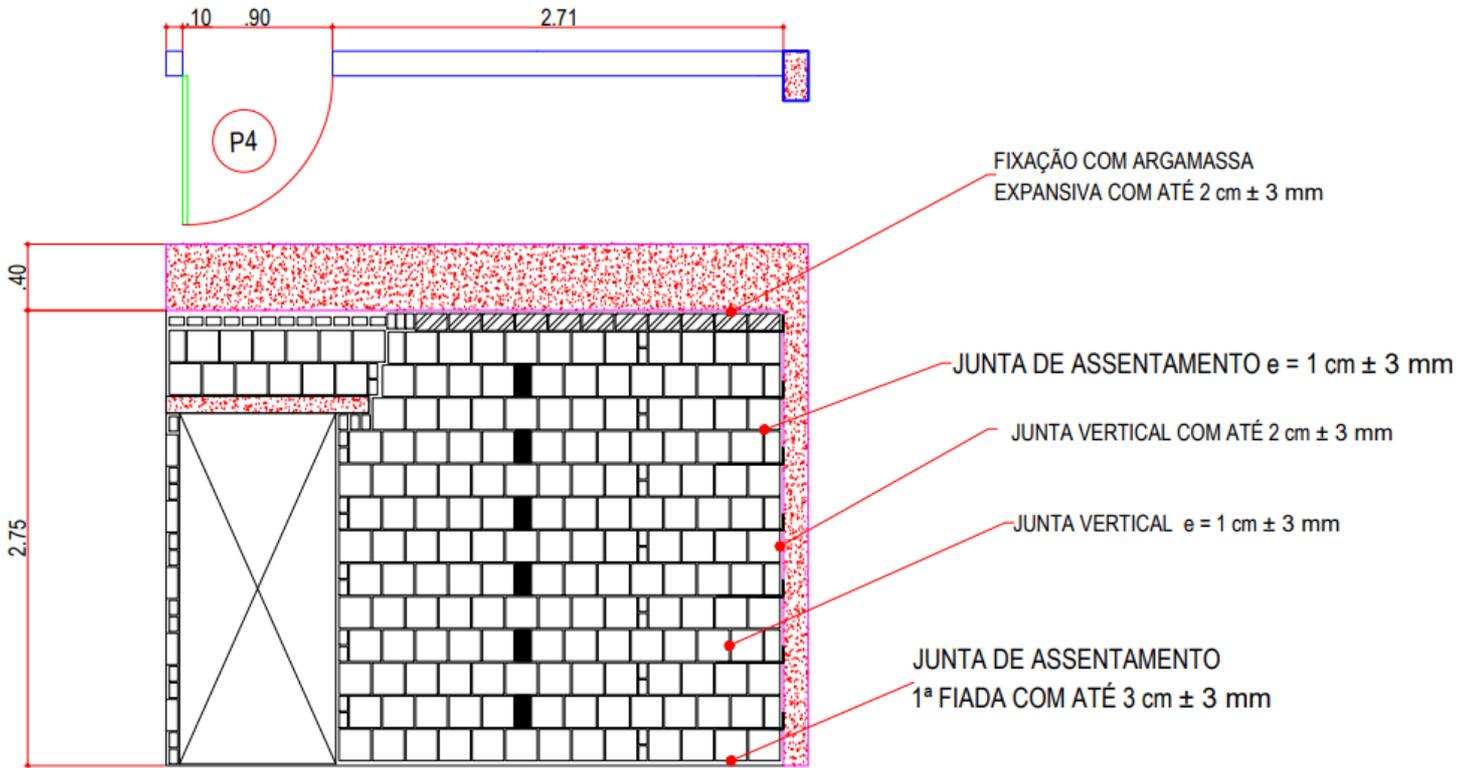
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 88: Vista 3 da Sala de Servidores



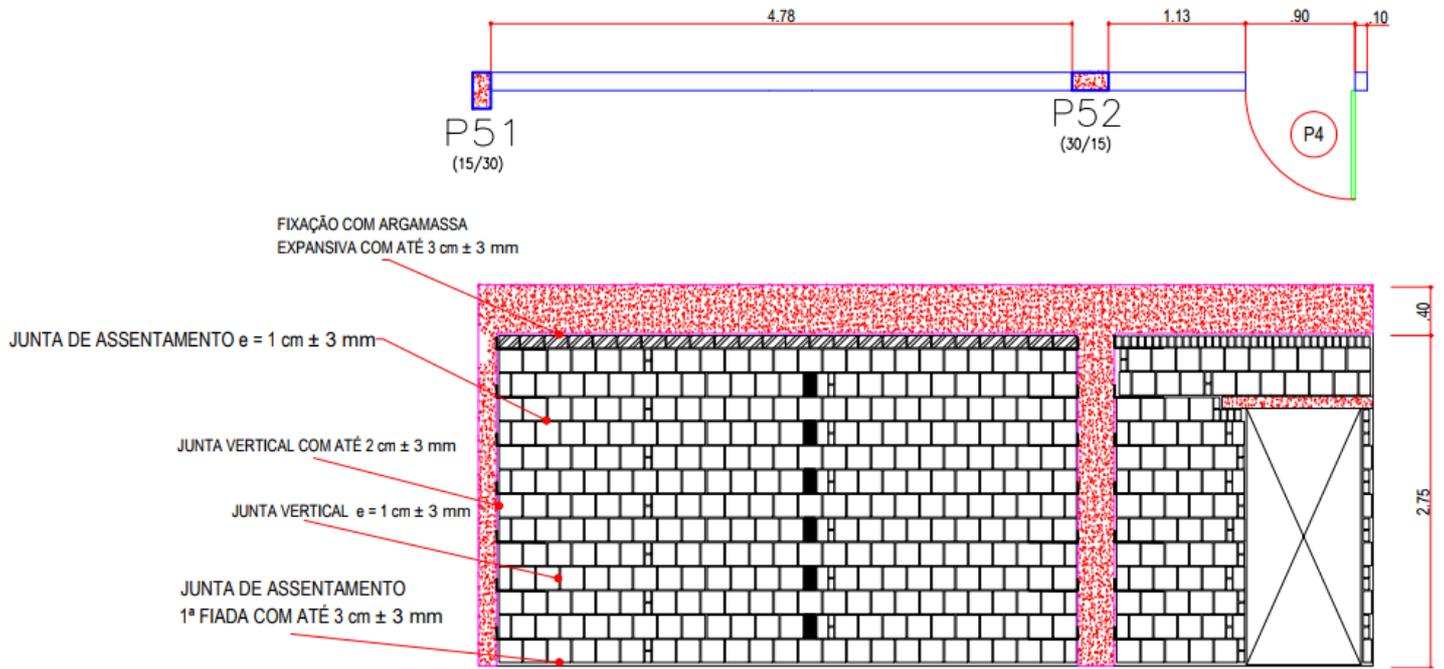
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 89: Vista 4 da Sala de Servidores



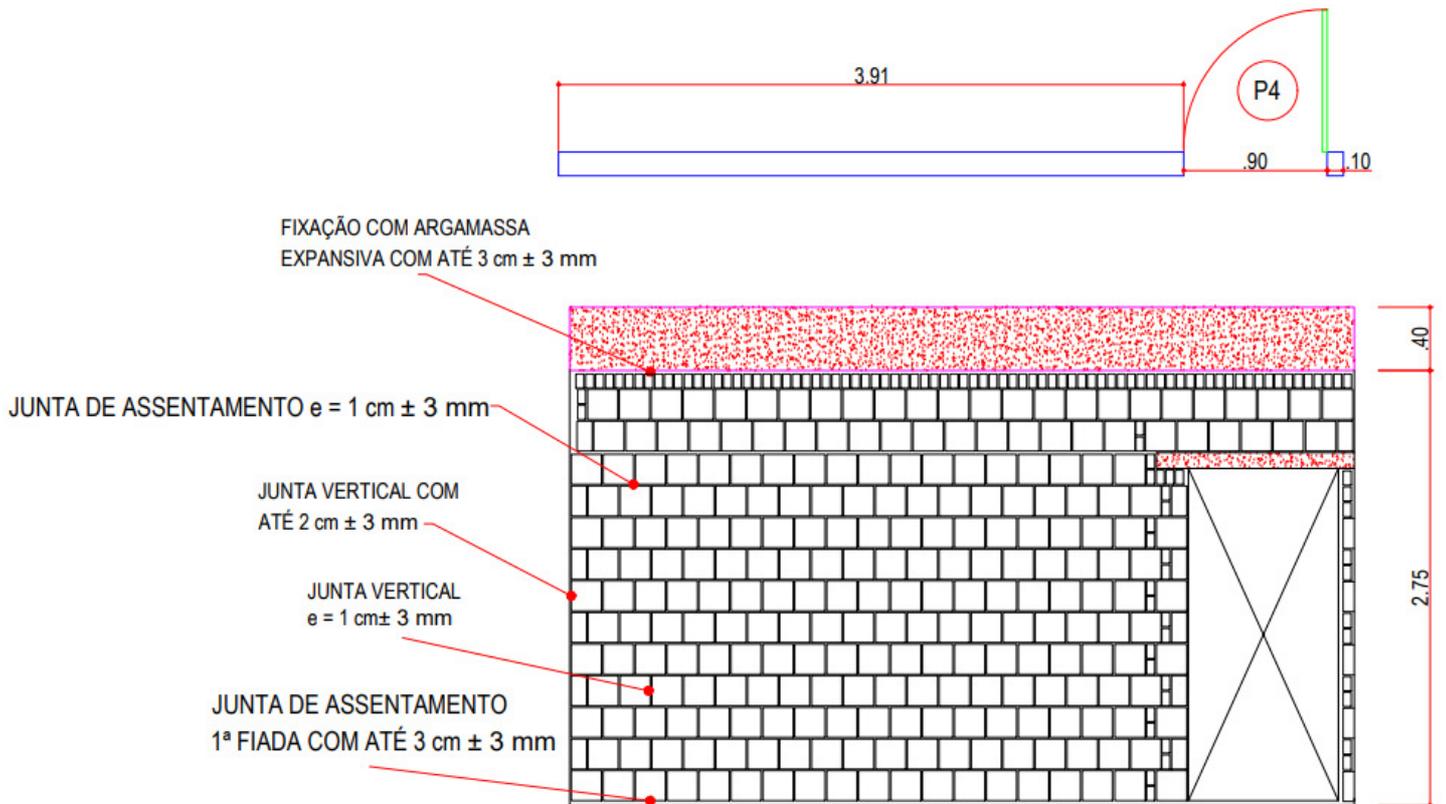
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 90: Vista 1 da Produção



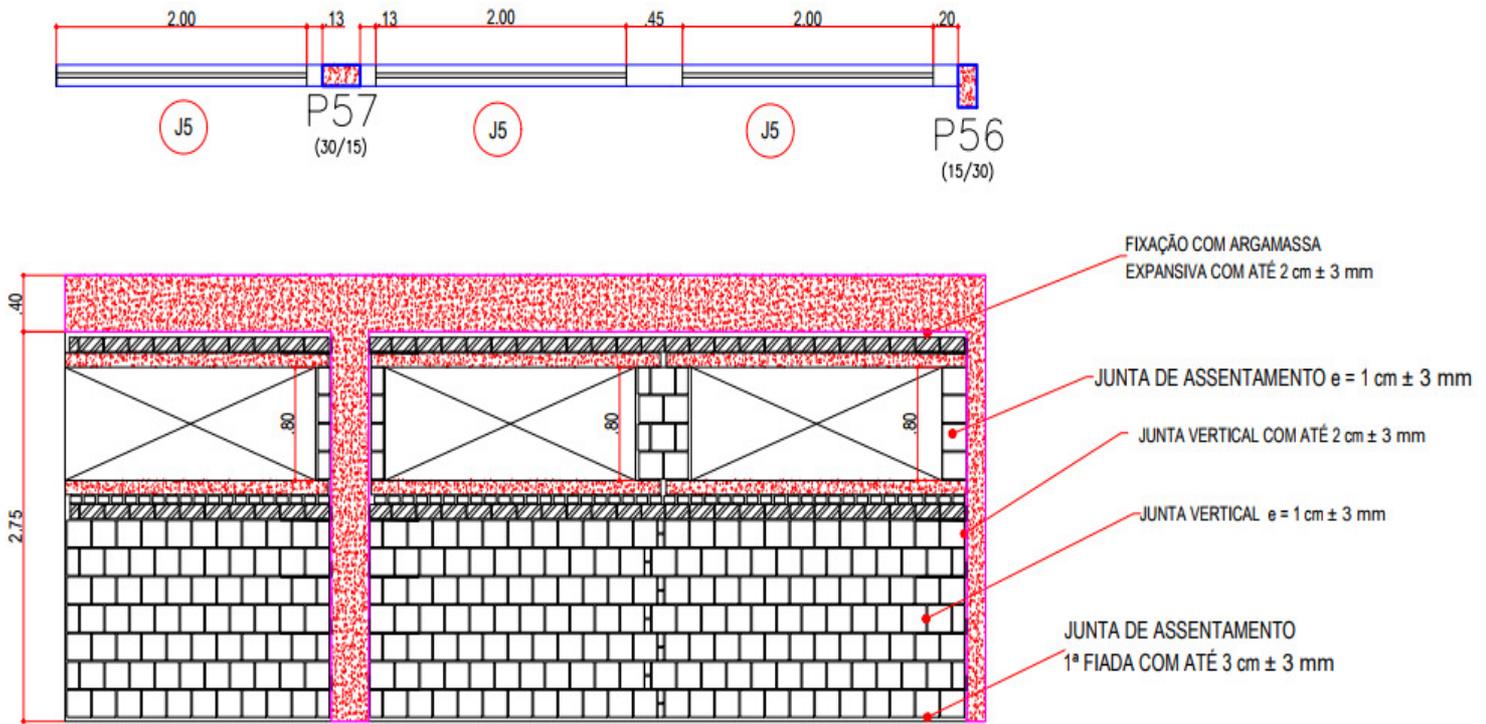
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 91: Vista 2 da Produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 92: Vista 3 da Produção

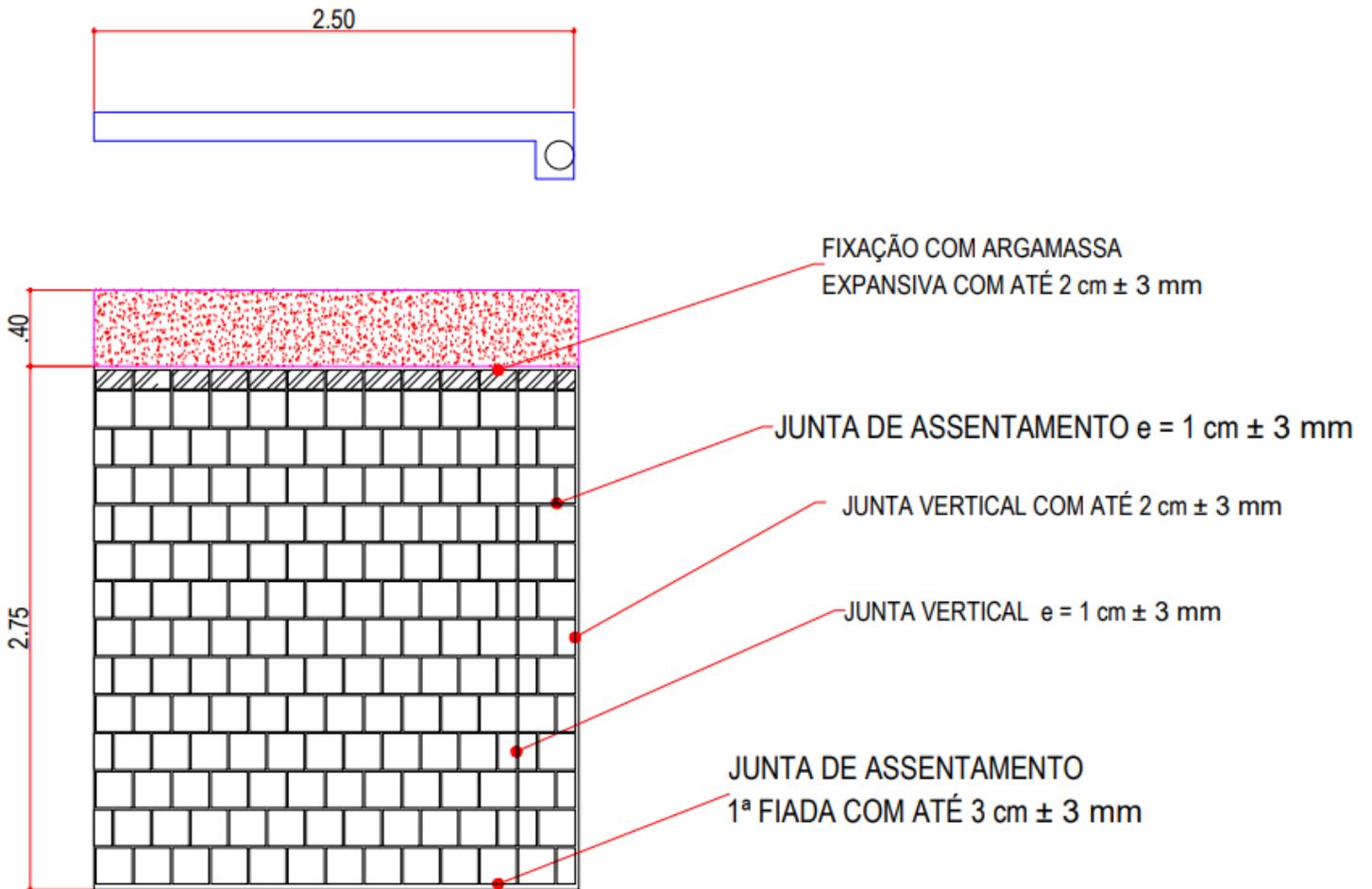


Fonte: Elaborado pelo autor.

A vista 4 da Produção é a mesma vista 2 da Discoteca.

A vista existente na figura 93 possui um shaft para passagem de tubulação de água pluvial que deve ser executado com atenção, sendo necessária a análise do detalhe 8, na figura 74, da elevação do pano de alvenaria.

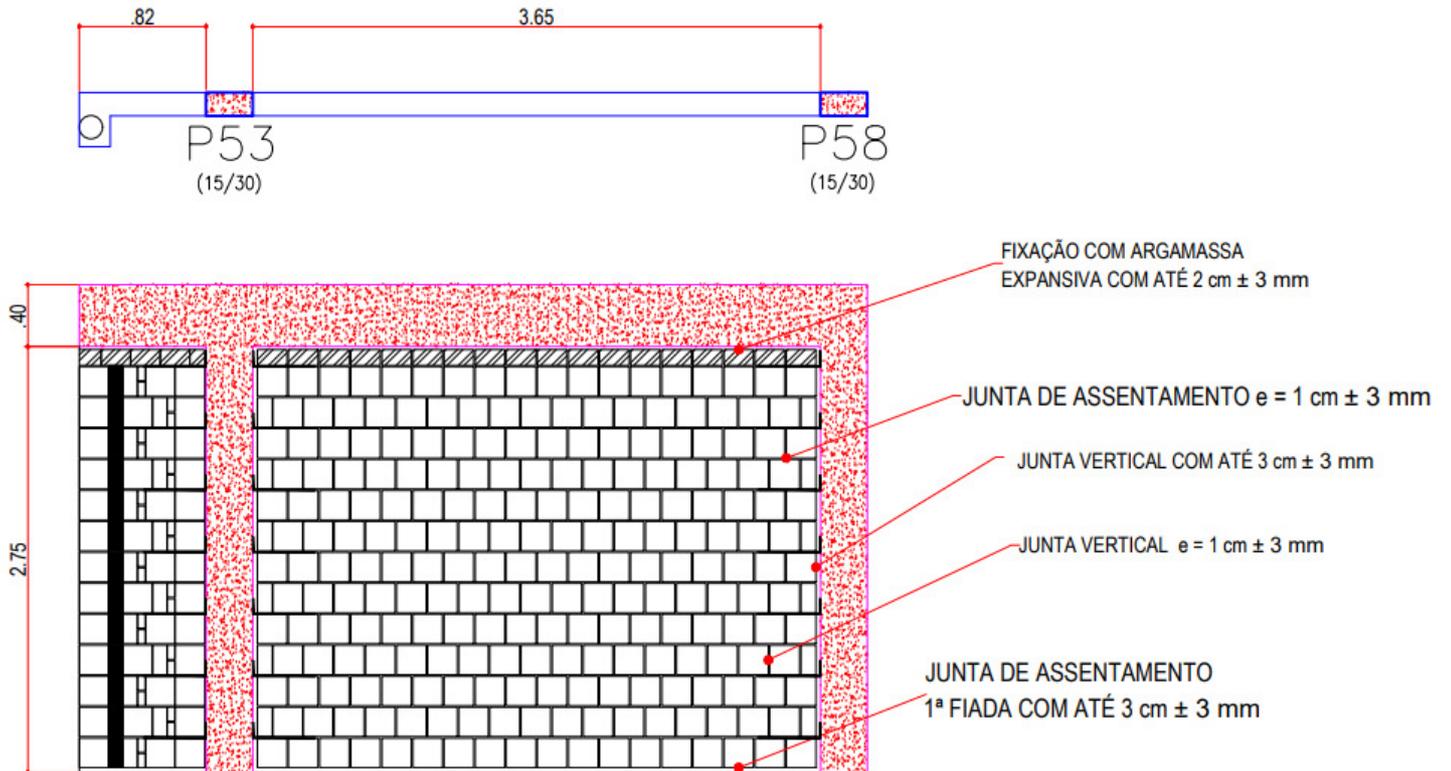
Figura 93: Vista 1 da Bibliorádio



Fonte: Elaborado pelo autor.

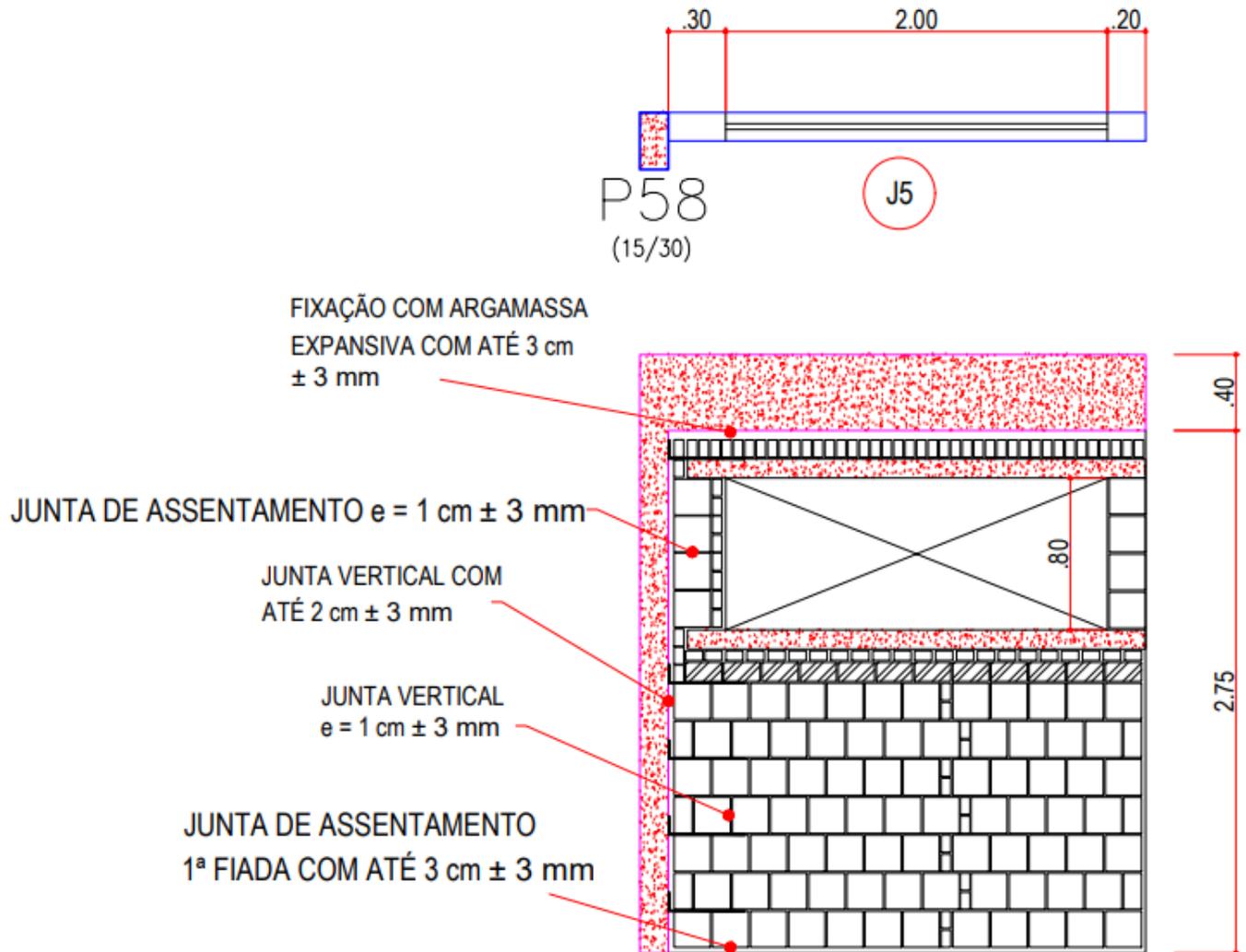
A vista existente na figura 94 possui um shaft para passagem de tubulação de água pluvial que deve ser executado com atenção, sendo necessária a análise do detalhe 8, na figura 74, da elevação do pano de alvenaria.

Figura 94: Vista 2 da Bibliorádio



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 95: Vista 3 da Bibliorádio

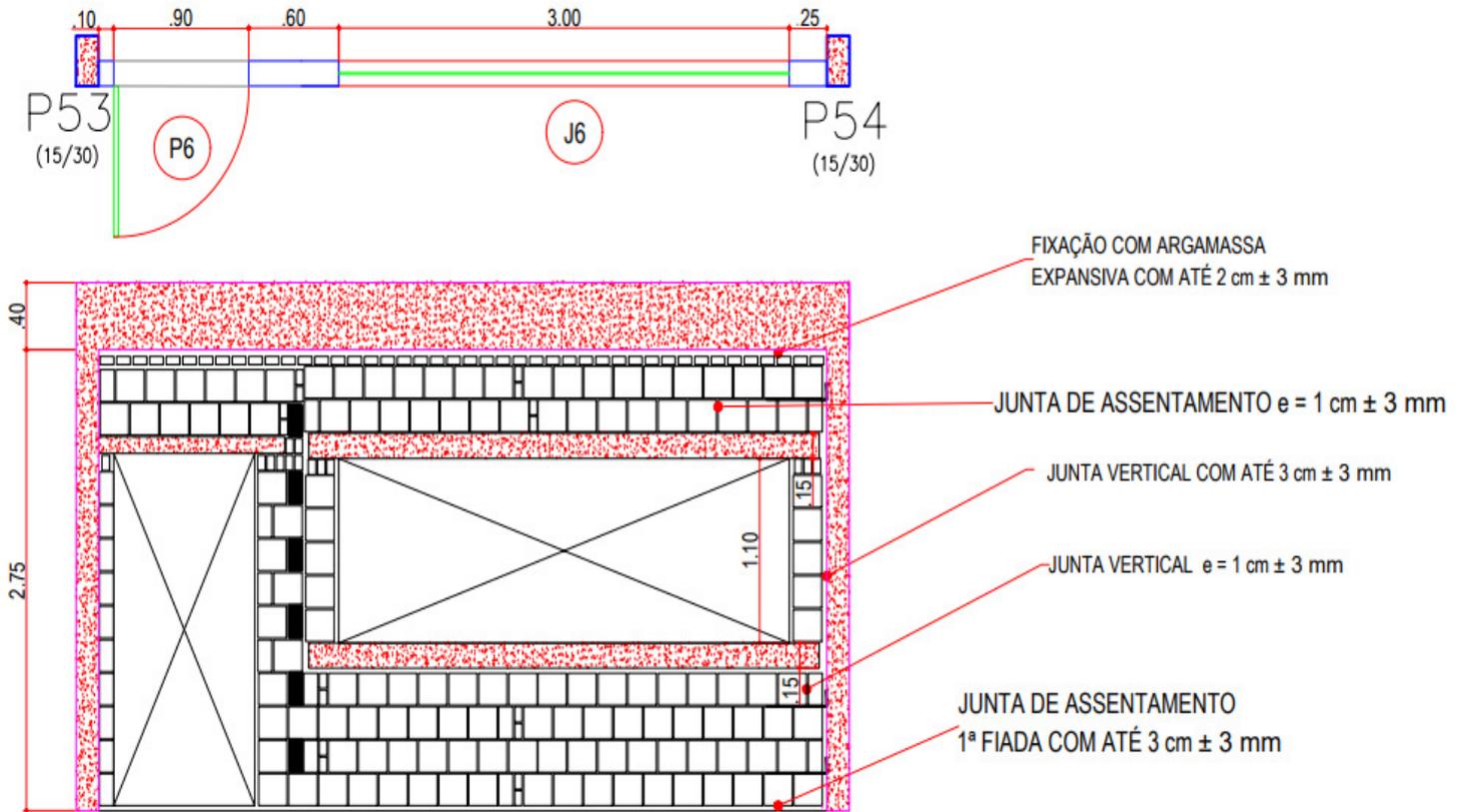


Fonte: Elaborado pelo autor.

A vista 4 da Bibliorádio é a mesma vista 2 da Produção.

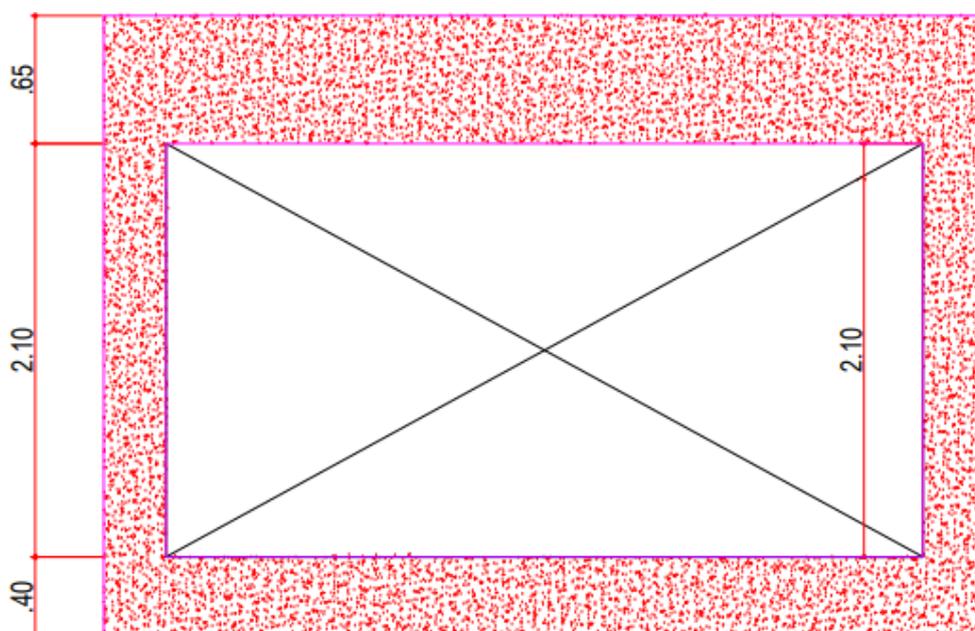
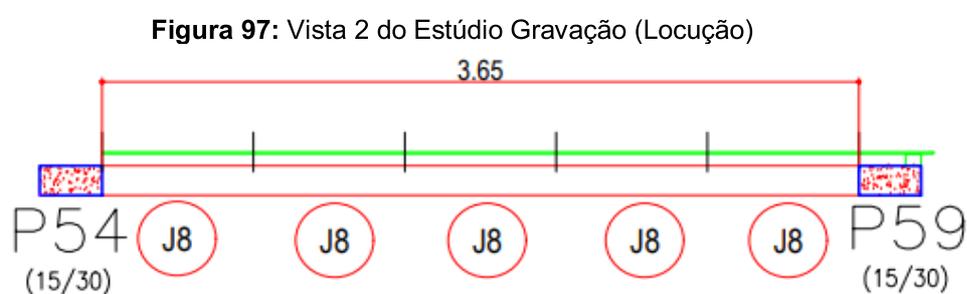
As vergas e contravergas das aberturas da janela especificada na figura 96, possuem altura de 15 cm devido ao vão ser de 3 m. O comprimento das mesmas é relativo ao comprimento do vão e devem ultrapassar a largura em pelo menos 20 cm de cada lado.

Figura 96: Vista 1 do Estúdio Gravação (Locução)



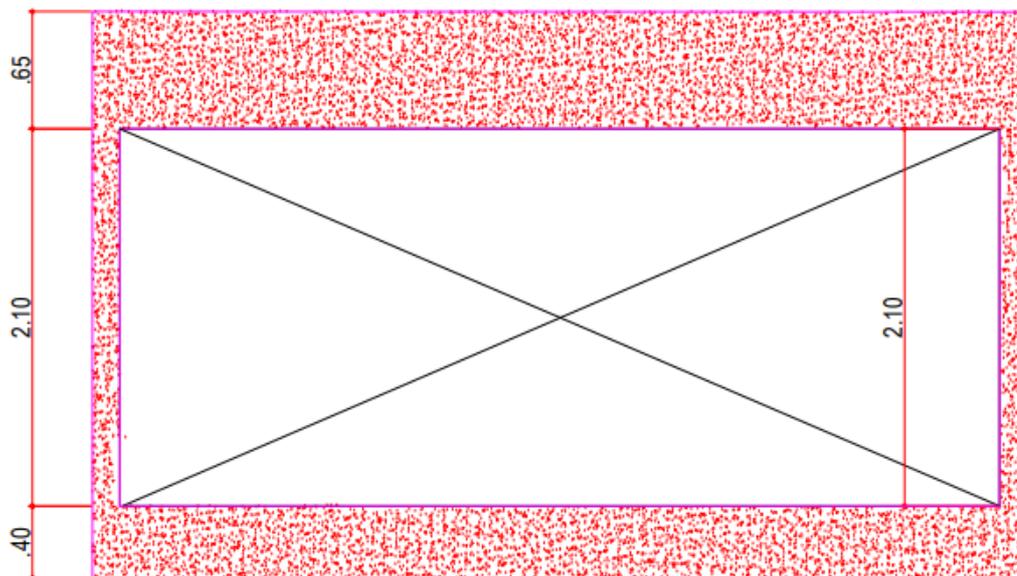
Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 97 apresenta um vão para instalação de uma fachada de pele de vidro. As dimensões da abertura solicitada pela arquiteta não se adequavam com a altura das vigas especificadas pela engenheira de estruturas. Sendo assim, foi solicitado pelo projetista do PAV à engenheira de estruturas, para que aumentasse a altura das vigas, tanto inferior quanto superior, a fim de preencher os complementos dos vãos solicitados pela arquiteta. E a engenheira de estruturas autorizou a solicitação e refez o projeto estrutural, sendo os elementos estruturais alterados para as dimensões especificadas na figura a seguir:



Fonte: Elaborado pelo autor.

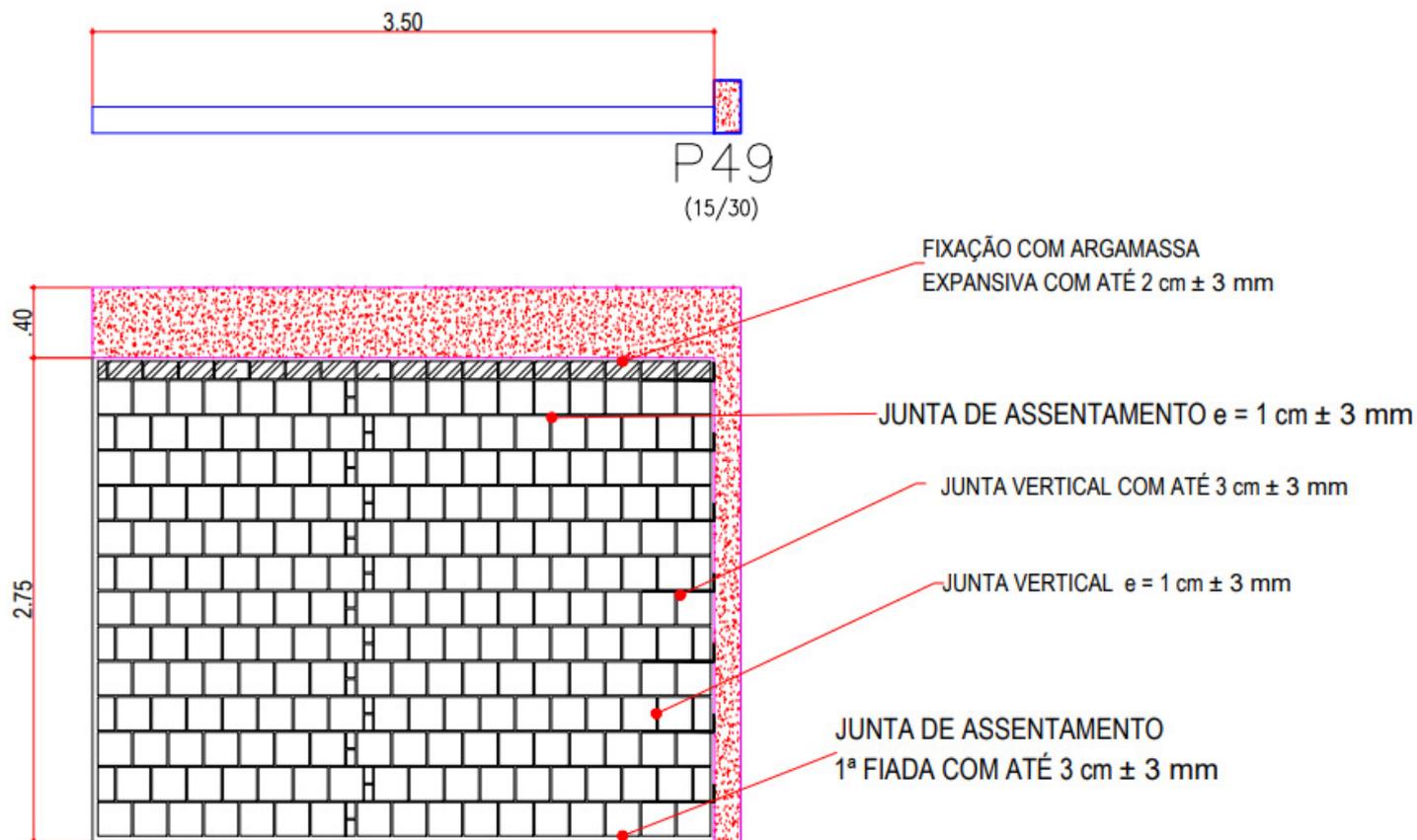
Figura 98: Vista 3 do Estúdio Gravação (Locução)



Fonte: Elaborado pelo autor.

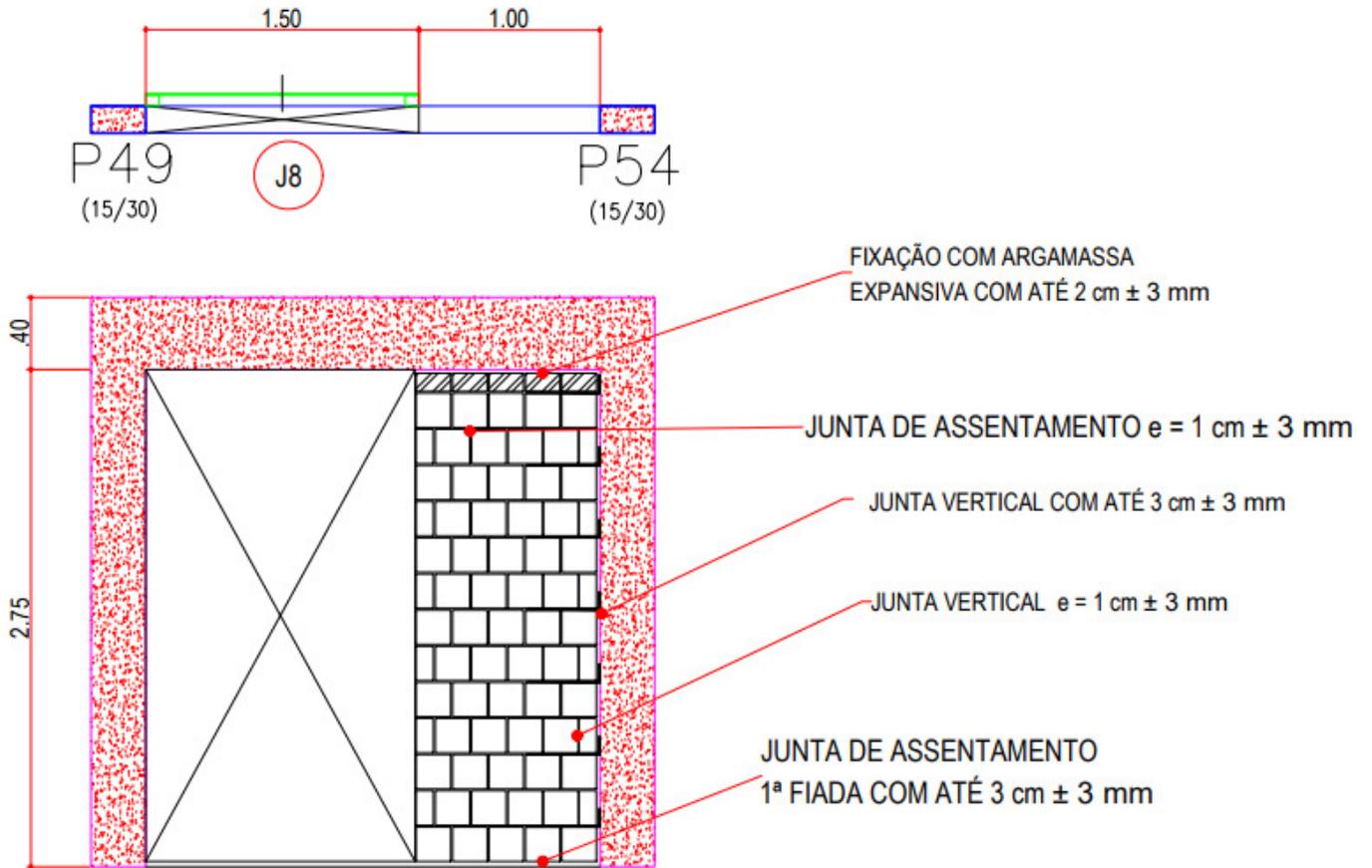
A vista 4 do Estúdio de Gravação (Locução) é a mesma vista 2 da Bibiorádio.

Figura 99: Vista 1 do Estúdio Gravação



Fonte: Elaborado pelo autor.

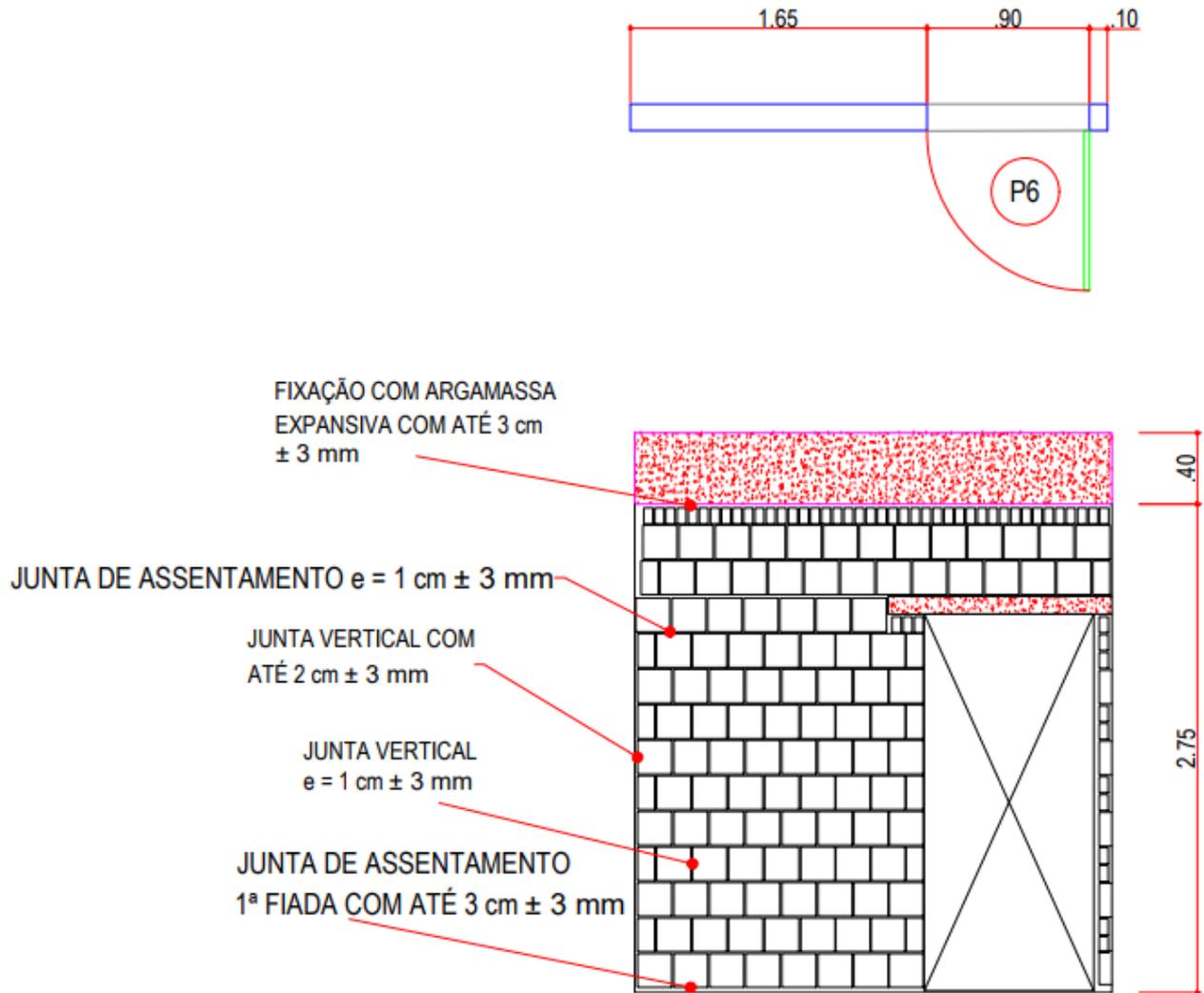
Figura 100: Vista 2 do Estúdio Gravação



Fonte: Elaborado pelo autor.

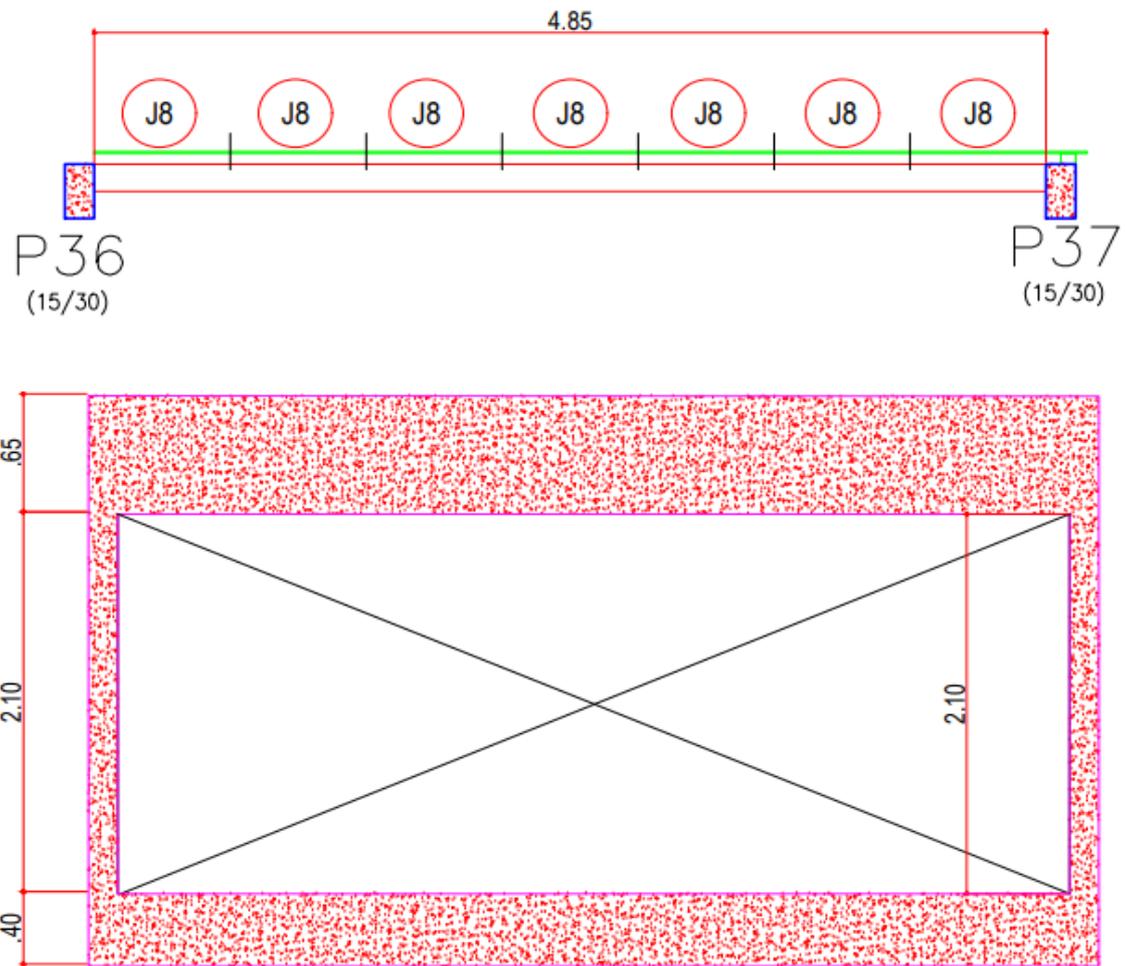
A vista 3 do Estúdio de Gravação é a mesma vista 1 do Estúdio de Gravação (Locução).

Figura 101: Vista 4 do Estúdio Gravação



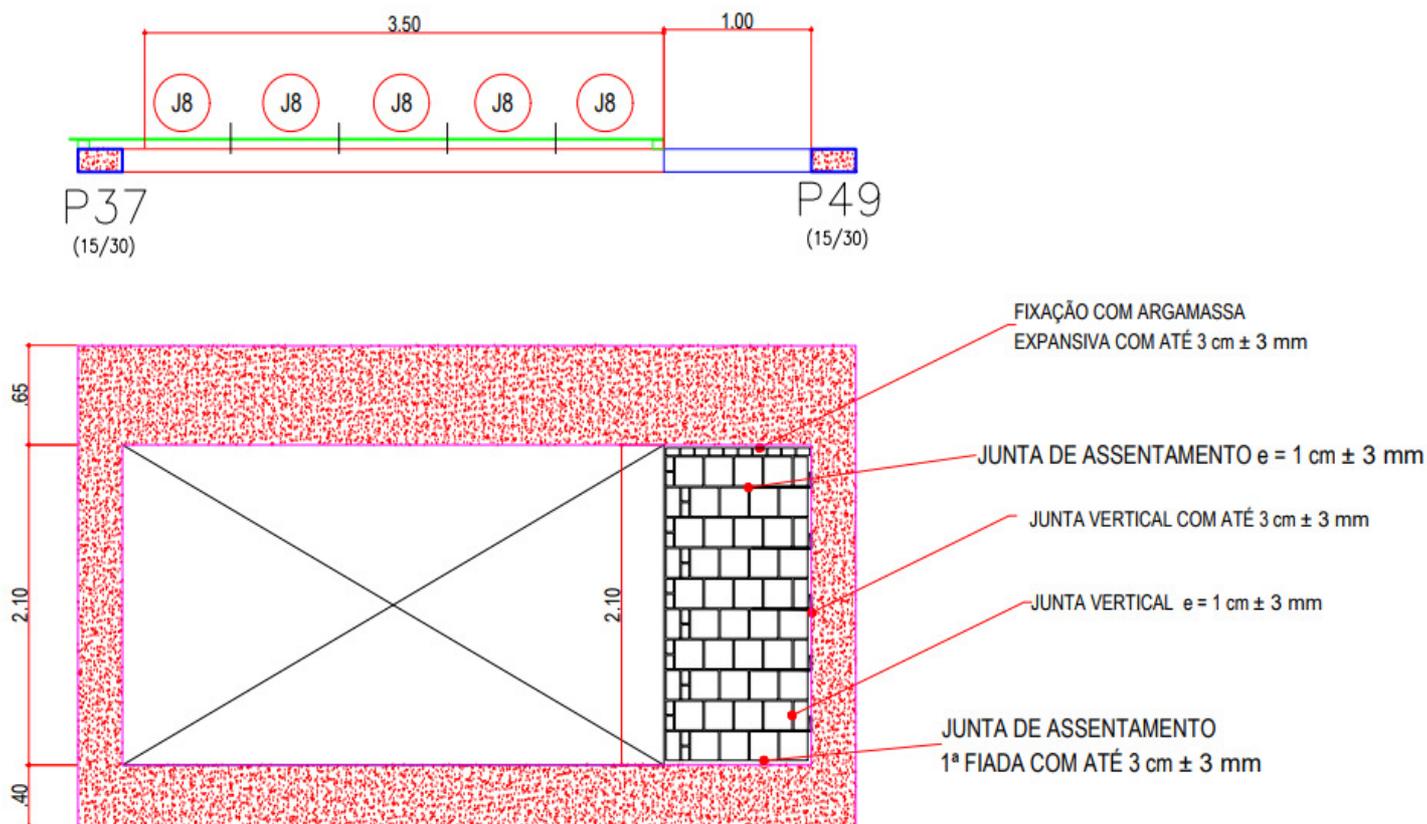
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 102: Vista 1 do Estúdio de Transmissão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 103: Vista 2 do Estúdio de Transmissão

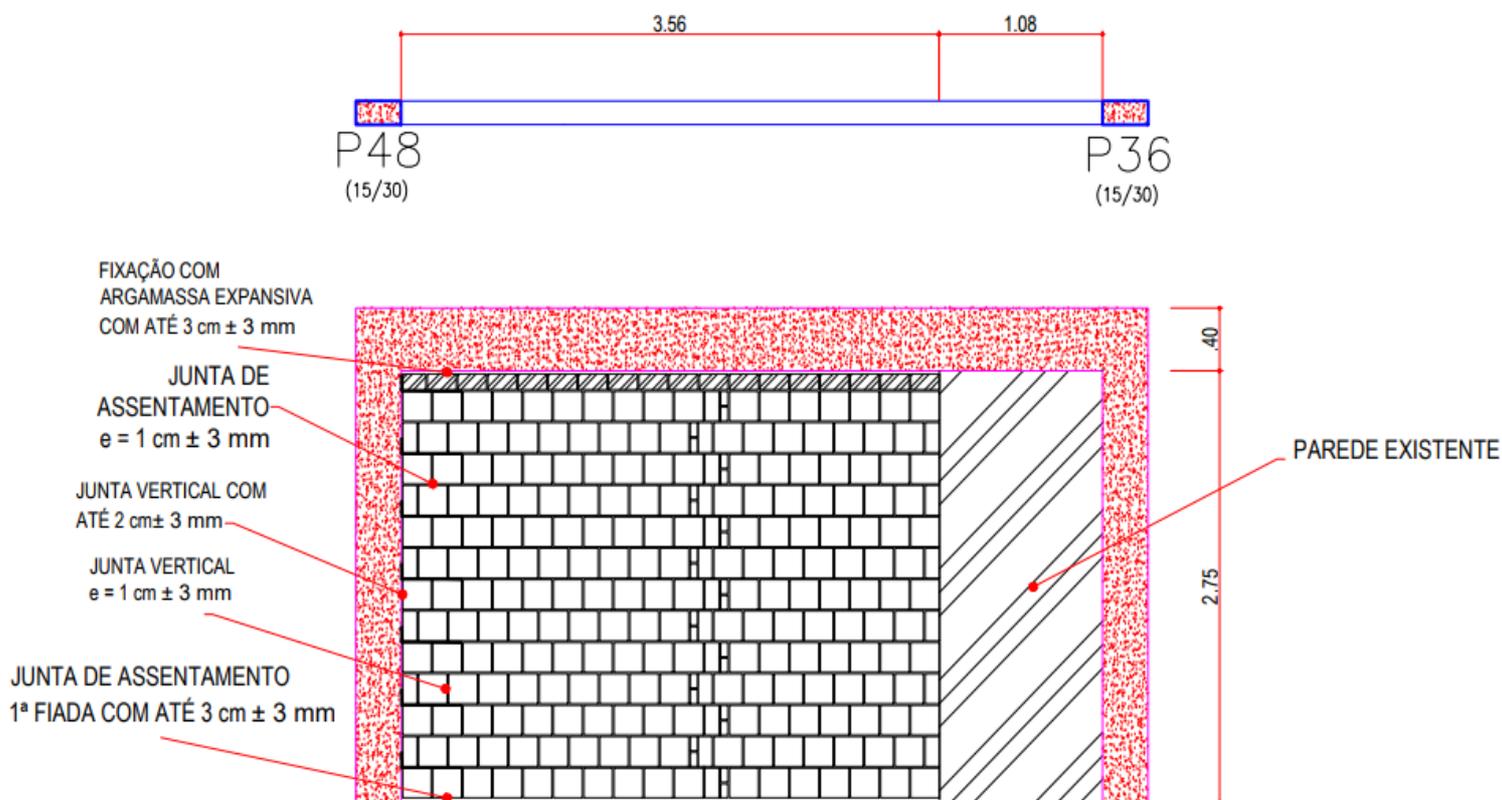


Fonte: Elaborado pelo autor.

A vista 3 do Estúdio de Trasmissão é a mesma vista 1 do Estúdio de Gravação.

Na ligação da alvenaria de vedação nova com alvenaria existente (figura 104), deve-se remover todo o reboco existente na face de ligação até aparecer a superfície do tijolo, em seguida, deve-se limpar a superfície do subtrato. A partir disso, deve-se chapiscar e aplicar argamassa de assentamento no traço definido no item 5.1.2. e com espessura de até $2\text{ cm} \pm 3\text{ mm}$, fazendo a ligação entre as alvenarias ora mencionadas.

Figura 104: Vista 4 do Estúdio de Transmissão



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5.4. Embutimento das instalações

As instalações em geral devem ser executadas a fim de existir a menor quantidade possível de perda e anomalias nas alvenarias já executadas. Sendo assim, se faz necessário o uso da máquina de corte (figura 105) para efetuar os rasgos de passagem das instalações elétricas (figura 106), hidráulicas, lógica, dentre outras.

Figura 105: Execução de corte em alvenaria com tijolo cerâmico



Fonte: CORTAG (2017).

Figura 106: Embutimento de instalações elétricas no rasgo



Fonte: CORTAG (2017).

6 CONCLUSÃO

A compatibilização entre os projetos é uma medida que deve ser realizada a fim de solucionar previamente os problemas que possam existir de incompatibilidade entre um projeto e outro. Deste modo, medidas são tomadas ainda em fase de projeto, evitando transtornos de reparos durante a execução e a pós execução.

Quando da realização do presente trabalho percebeu-se que as responsáveis técnicas pelos projetos arquitetônico e estrutural possuíam conhecimento acerca do Projeto de Alvenaria de Vedação (PAV). Entretanto, apenas o conhecimento sobre o PAV não vigorava ações de realizações do mesmo. As mesmas apenas efetuavam correções de incompatibilidades, a medida que os projetos complementares fossem sendo elaborados e as dúvidas surgindo. Ainda, segundo a arquiteta, após a conclusão dos projetos não é realizada a compatibilização final a fim de reparar os problemas de projeto ainda existentes.

A percepção dos profissionais técnicos sobre o PAV é que o mesmo é um meio importante de prover a compatibilização final entre todos os projetos, além de estabelecer as formas e técnicas de execução da alvenaria de vedação de acordo com as normas técnicas vigentes.

Sendo assim, os profissionais técnicos, que elaboram projetos de edificações, devem conhecer os benefícios de um PAV planejado e executado de acordo com as normas vigentes. Dessa forma, alterações devido a incompatibilizações de projetos serão mitigadas, resultando em prazos mais curtos de entrega de projetos, além de obter uma execução com mais segurança e uma pós-ocupação com menos manifestações patológicas.

No desenvolvimento da monografia, observou-se que alvenarias sem vãos necessitam de poucos ou quase nenhum submódulo de elementos de alvenaria. Em contrapartida, na existência de alvenarias com aberturas, há necessidade de utilização de submódulos de elementos de alvenaria para que ocorra a complementação necessária do painel. Sendo assim, alvenarias com vãos devem ser executadas com maior cautela e detalhe tendo em vista a maior quantidade de submódulos. As mesmas estão mais propensas às perdas de materiais e à incidência de futuras patologias em alvenarias.

Diante disso, ressalta-se que deve ser priorizado o fomento de métodos mais claros e práticos de elaboração e interpretação de projetos, a fim de auxiliar os profissionais da construção civil durante a execução de alvenaria de vedação.

O PAV, quando elaborado corretamente e com antecedência ao início da construção, fornece inúmeros benefícios à construtora, entre eles destaca-se: possível redução de custo com utilização racionalizada de elementos de vedação e argamassa; aumento da segurança no trabalho; utilização de métodos e equipamentos de execução de alvenaria de vedação em conformidade com as normas técnicas; e, redução da incidência de manifestações patológicas em alvenarias.

Portanto, se fazem imprescindíveis a concepção e execução de Projeto de Alvenaria de Vedação em obras de edificações, a fim de contribuir com o aumento da durabilidade das construções brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ALEMDAINERCIA. Disponível em: <https://alemdainercia.files.wordpress.com/2015/04/img-20150317-wa0055.jpg> em: Acessado em: 25/10/2017 às 20h22.
- AMAZONAWS. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/mapa-da-obra-producao/wp-content/uploads/2015/12/uz4taflnjch.jpg> Acessado em: 22/10/2017 às 13h33.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos.** Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7170: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria.** Rio de Janeiro, 1983a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8041: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria – Forma e dimensões - Padronização.** Rio de Janeiro, 1983b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos: Procedimento.** Rio de Janeiro, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10636: Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo.** Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, 2005b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos.** Rio de Janeiro, 2005a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Parte 1: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro, 2013b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas.** Rio de Janeiro, 2013a.
- ARAÚJO, L. O. C; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores.** Boletim Técnico: BT/PCC269. São Paulo: EPUSP, 2001.
- AZEREDO, H. A. **O edifício até sua cobertura.** Editora Edgard Blucher Ltda. 2ª edição. São Paulo, 1997.

CAPORRINO, C. F. **Patologia das Anomalias em Alvenarias e Revestimentos Argamassados**. Pini. São Paulo, 2015.

CATARI. Disponível em: <http://www.catari.pt/old/fotos/andai-me-tradicional-02.png>
Acessado em: 22/10/2017 às 14h02.

CAVALCANTE, V. C. **Sistema e incorporação de elementos gerenciais tácitos à linha de balanço de uma empresa para planejamento de edifícios altos**. Ceará: UFC, 2010.

CARVALHO, B. F. M. **Capacitação de mão de obra para construção civil**. Ceará: UFC, 2011.

CERAMICAFELISBINO. Disponível em: <http://www.ceramicafelisbino.com.br/index.php?id=produtoDetalhe&cod=47>
Acessado em: 28/11/2017 às 14h53.

CERAMICAVERDI. Disponível em: http://www.ceramicaverdi.com.br/wp-content/uploads/2012/04/20120307_141352.jpg
Acessado em: 17/06/2017 às 17h13.

CERAMICASALEMA. Disponível em: <http://www.ceramicasalema.com.br/site/wp-content/uploads/2014/07/Racionalizadaphotoshop.jpg>
Acessado em: 29/10/2017 às 22h54.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de Projetos de Alvenaria de Vedação**. Programa de melhorias: Alvenaria de vedação. Campinas, 2013.

CORTAG. Disponível em: <https://www.cortag.com.br/cortador-de-parede-bric-35-110-v>
Acessado em: 13/12/2017 às 10h35

DIRECIONALCONDOMINIOS. Disponível em: <http://www.direcionalcondominios.com.br/sindicos/images/cond-maison.png>
Acessado em: 17/06/2017 às 18h42.

DRYPLAN. Disponível em: <http://www.dryplan.com.br/media/posts/4cc3c59ed6.jpg>
Acessado em: 03/10/2017 às 14h02.

EBAH. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAcl4AE/patologias-alv-estrutural>
Acessado em: 23/06/2017 às 14h52.

ECIVILNET. Disponível em: <http://www.ecivilnet.com/dicionario/images/alvenaria-singela.jpg>
Acessado em: 03/10/2017 às 14h28.

EHOW. Disponível em: http://www.ehow.com.br/possivel-remendar-tijolo-rachado-info_276026/
Acessado em: 23/06/2017 às 15h01.

EQUIPEDEOBRA. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/83/imagens/i478450.jpg>
Acessado em: 22/10/2017 às 13h27.

ESCOLA ENGENHARIA. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/wp-content/uploads/2016/02/alvenaria-estrutural1.jpg>
Acessado em: 16/06/2017 às 16h42.

ESTRUTURAS. Disponível em: <http://estruturas-v5a.blogspot.com.br/2014/05/grupo-esther-pereira-eduardo-brasil-e.html> Acessado em: 23/07/2017 às 15h32.

FIOSECIA. Disponível em: http://www.fiosecia.com.br/importa_site/imagens/953969.jpg Acessado em: 22/10/2017 às 13h55.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Paredes de vedação em blocos cerâmicos**: manual de execução. São Paulo: IPT/SINDUSCON-SP, 1988.

ISMAEL GOBBO. Disponível em: <http://ismaelgobbo.blogspot.com.br/2012/11/o-antigo-egito-ismael-gobbo-xix.html> Acessado em: 16/06/2017 às 16h05.

JOSEVITORDEAZEVEDOARQUITETO. Disponível em: <https://josevitordeazevedoarquiteto.files.wordpress.com/2016/05/21.jpg?w=656> Acessado em: 17/06/2017 às 19h12.

LORDSLEEM JR., A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo, Ed O Nome da Rosa, 2000.

MEGA CURIOSO. Disponível em: <http://www.megacurioso.com.br/misterios/40468-6-estruturas-antigas-que-a-ciencia-nao-consegue-> Acessado em: 16/06/2017 às 15h33.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MOM. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/23_cm/p_pdf/pdf/cm-todos.pdf Acessado em: 29/10/2017 às 23h38.

NETO, D. **Blocos cerâmicos: leveza e desempenho**. Revista Técnica, Pini. Ed. 239, fev. 2017.

OSKARAS. Disponível em: http://img.oskaras.com/2015/06/massa-pronta-blocola-caixa-com-30kg-523301-MLB20293919232_052015-F.jpg Acessado em: 13/12/2017 às 09h13.

PORTALDOSEQUIPAMENTOS. Disponível em: https://www.portaldosequipamentos.com.br/cls/anuncios/pes_16830/gabarito_porta_2_273x410.jpg Acessado em: 01/10/2017 às 12h45.

PORTALDOSEQUIPAMENTOS. Disponível em: https://www.portaldosequipamentos.com.br/cls/anuncios/pes_16823/carriola_paletes_5_534x410.jpg Acessado em: 22/10/2017 às 13h43.

PRONTOMIX. Disponível em: http://1.bp.blogspot.com/-3VlnCuJQSbk/UOx4HzCAfzI/AAAAAAAAAdE/2_LiBTIES8g/s1600/27f99e40ec20120913104648.jpg Acessado em: 17/06/2017 às 16h45.

REALFORT. Disponível em: <http://www.realfort.com.br/images/carrinho-plataforma.png> Acessado em: 22/19/2017 às 13h49.

ROMAN, R. H.; MUTTI C. N.; ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Editora da UFSC. Florianópolis, 1999.

SABBATINI, F. H.; BRITO, J. L.; SELMO, S. M. S. **Recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo: EPUSP/ENCOL, 1988.

SANTOS JR., L. V. **Projeto e execução de alvenarias: fiscalização e critérios de aceitação**. São Paulo: PINI, 2014.

SCANMETAL. Disponível em: <http://www.scanmetal.com.br/produtos/imgsprodutos/manuseio/meia-cana-1.jpg>
Acessado em: 25/10/2017 às 20h00.

SHOCKENG. Disponível em: http://shockeng.com.br/wp-content/uploads/2015/10/tn_658_645_RC_150715_024.jpg
Acessado em: 23/06/2017 às 15h42.

SILVA, F. B. **Patologia das construções: uma especialidade na construção civil**. Revista Técnica, Pini. Ed. 174, set. 2011.

SILVA, J. M; ABRANTES, V. **Patologia em paredes de alvenaria: causas e soluções**. Seminário sobre Paredes de Alvenaria. Portugal, 2007.

SILVA, M. M. de A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SINDICONET. Disponível em: <https://www.sindiconet.com.br/informese/trincas-em-paredes-pilares-e-lajes-manutencao-checkup-e-inspecao-predial>
Acessado em: 23/06/2017 às 15h06.

SKYSCRAPERCITY. Disponível em: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=791886>
Acessado em: 17/06/2017 às 18h38.

SOUSA, H. **Construções em alvenaria**. Porto, Portugal: Universidade do Porto, 2003.

SUA OBRA. Disponível em: <https://suaobra.com.br/public/uploads/dicas/alvenaria-em-bloco-ceramico-sua-obra.jpg> explicar.htm
Acessado em: 16/06/2017 às 17h15.

TECIAM. Disponível em: <http://www.teciam.com.br/files/upload/a793dc6ac9b77951a2b6e142214d263f.jpg>
Acessado em: 25/10/2017 às 21h50.

TECNISA. Disponível em: <https://www.tecnisa.com.br/imoveis/sp/guarulhos/apartamentos/solon-vila-rosalia/estagio-da-obra/173/2012/9>
Acessado em: 01/10/2017 às 13h00.

TECNISA. Disponível em: https://img.tecnisa.com.br/arquivos/estagioobra/151/Imagem/alvenaria%20externa%2014%C2%BA_gama_santana_tecnisa.jpg Acessado em: 13/12/2017 às 09h30.

TEMPLUM, Consultoria Ilimitada. **Tudo sobre certificação ISSO**. Um blog recheado de informações sobre ISSO 9001 e sistemas de gestão. Disponível em: <http://certificacaoiso.com.br/pbqp-h/> Acessado em: 26/10/2017 às 20h33.

THOMAZ, E; HELENE, P. **Qualidade no Projeto e na Execução de Alvenaria Estrutural e de Alvenaria de Vedação de Edifícios**. São Paulo: EPUSP, 2000. Boletim Técnico.

UFMA. **Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM**. Projeto Arquitetônico. Arquiteta: Ana Carolina Mendonça. Prancha 01/12. Agosto/2011.

UFMA. **Reforma e Ampliação da Rádio Universidade FM**. Projeto Arquitetônico. Arquiteta: Ana Carolina Mendonça. Prancha 08/12. Agosto/2011.

UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/eso/content/?p=1940> Acessado em: 01/10/2017 às 12h25.

UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/eso/content/up/1.-marca%C3%A7ao-de-eixos.jpg> . Acessado em: 01/10/2017 às 11h46.

UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/eso/content/up/3.-Execu%C3%A7%C3%A3o-da-primeira-fiada.jpg> . Acessado em: 01/10/2017 às 00h21.

UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/eso/content/up/7-Preenchimento-do-v%C3%A3o-entre-blocos-referenciais.jpg> Acessado em: 03/10/2017 às 14h24.

APÊNDICE A – Questionário Avaliativo de Compatibilização de Projetos

FICHA PARA AÇÕES DE AVALIAÇÃO EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Construtora: _____.

Empreendimento: _____.

Endereço: _____.

Data: ___/___/____.

Classificação do edifício: PÚBLICO PRIVADO

Descrição do empreendimento:

QUESTIONAMENTO	RESPOSTA		COMENTÁRIOS
1. Foi executada a compatibilização de projetos?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
2. Se sim, como foi realizada a compatibilização?			
3. Quais os projetos mais flexíveis entre os existentes?			
4. Quais os projetos mais inflexíveis entre os existentes?			
5. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de elemento estrutural?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
6. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de instalação elétrica?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
7. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de instalação hidráulica?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
8. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de instalação sanitária?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
9. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de instalação de lógica?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
10. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de instalação de combate a incêndio?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	

11. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de instalação de drenagem de ar condicionado?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
12. Entre os vãos de esquadrias solicitados pelo arquiteto, existe alguma passagem de instalação de tubulação de gás?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	

APÊNDICE B – Questionário Avaliativo de Execução de Serviço

FICHA PARA AÇÕES DE AVALIAÇÃO EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Construtora: _____.

Empreendimento: _____.

Endereço: _____.

Data da inspeção: ___/___/____.

Tempo: BOM CHUVOSO (Período de chuva: _____ h às _____ h).

Classificação do edifício: PÚBLICO PRIVADO

Descrição do empreendimento:

QUESTIONAMENTO	RESPOSTA		COMENTÁRIOS
1. No empreendimento está sendo utilizado tijolo ou bloco cerâmico?	<input type="radio"/> Tijolo	<input type="radio"/> Bloco	
2. Qual a forma de assentamento das unidades cerâmicas dessa parede?	<input type="radio"/> Meia vez	<input type="radio"/> Uma vez	
3. Qual o tipo de junta de amarração?	<input type="radio"/> A prumo	<input type="radio"/> Amarrada	
4. Qual a composição e dosagem da argamassa de assentamento?	_____.		
5. Como está sendo realizado o transporte horizontal das unidades cerâmicas?	_____.		
6. Como está sendo realizado o transporte horizontal dos materiais?	_____.		
7. Como está sendo realizado o transporte vertical das unidades cerâmicas?	_____.		
8. Como está sendo realizado o transporte vertical dos materiais?	_____.		
9. Em caso de longas distâncias, a água está sendo misturada aos agregados apenas no local de emprego da argamassa?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
10. A argamassa de assentamento das unidades cerâmicas possui consistência para suportar o peso das mesmas?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	

11. No caso de paredes externas em contato com umidade, a argamassa de assentamento possui mistura com material impermeabilizante?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
12. As juntas verticais da alvenaria são preenchidas como argamassa de assentamento?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
13. Para execução da alvenaria está sendo utilizado escantilhão para verificar o prumo, nível e alinhamento?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
14. Para execução da alvenaria está sendo utilizada a régua com bolha para verificar o prumo, nível e alinhamento?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
15. Para o assentamento das unidades cerâmicas está sendo utilizada a palheta ou meia cana?	<input type="radio"/> Palheta	<input type="radio"/> Meia cana	
16. Para o transporte das unidades cerâmicas estão sendo utilizados carrinhos apropriados para minimizar as perdas?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
17. Para o preparo de argamassa no local de assentamento está sendo utilizada argamasseira impermeável?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
18. Para executar um pano de alvenaria com várias fiadas está sendo utilizados andaimes, cavaletes ou plataformas metálicas?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
19. A mão de obra recebeu treinamento para execução de alvenaria de vedação?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
20. Para locação da alvenaria foram engastados nos pilares/lajes, ganchos metálicos para realizar o alinhamento da primeira fiada?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
21. Foi conferido na locação o esquadro para angulação 90° ou outra exigida em projeto?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
22. O tipo de unidade cerâmica da primeira fiada é comum aos demais blocos utilizados no pano?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
23. Durante o assentamento da primeira fiada as unidades cerâmicas e a estrutura, ao qual o mesmo será assentado, foram levemente umedecidas?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
24. A junta de assentamento da primeira fiada possui em média 3 cm de espessura?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	

25. As amarrações nos cantos da alvenaria estão em acordo com a NBR 8545:1984?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
26. As amarrações nos cruzamentos da alvenaria estão em acordo com a NBR 8545:1984?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
27. As amarrações nas junções "T" da alvenaria estão em acordo com a NBR 8545:1984?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
28. A execução da alvenaria dos pavimentos iniciou-se pela fachada?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
29. Foi analisado o prumo entre o levantamento do pano de alvenaria e a estrutura do pavimento imediatamente anterior?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
30. A fiada de demarcação foi executada inicialmente com o assentamento das duas unidades cerâmicas das extremidades opostas?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
31. Executou-se o alinhamento da fiada a partir da instalação de uma linha comparativa?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
32. As juntas verticais das unidades cerâmicas da primeira fiada foram preenchidas com argamassa?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
33. A cada 4 fiadas foi realizado o prumo para o alinhamento vertical das alvenarias?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
34. A cada 4 fiadas foi analisada a espessura das juntas? As mesmas possuem juntas uniformes variando em torno de 1 cm?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
35. Existe ligação da alvenaria com o pilar de alguma forma?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
36. Se a ligação for executada por barras de aço, as mesmas possuem espessura de 5 a 10 mm?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
37. As barras de aço estão 10 cm engastadas no pilar e 50 cm na alvenaria?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
38. As barras de aço estão dispostas entre si com 60 cm?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
39. Se a ligação for executada por telas metálicas ou de poliéster, as mesmas possuem a mesma largura da unidade cerâmica?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
40. Existe travamento da	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	

alvenaria com a viga superior/laje de alguma forma?			
41. O travamento da alvenaria com a viga superior/laje é realizado com argamassa expansiva?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
42. O travamento da alvenaria com a viga superior/laje é realizado com cunhas de concreto pré-fabricados?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
43. O travamento da alvenaria com a viga superior/laje é realizado com blocos de tijolos inclinado e argamassa?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
44. O travamento da alvenaria com a viga superior/laje ocorreu há pelo menos 7 dias após a execução da mesma e após a alvenaria do pavimento superior ter sido executada até igual altura?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
45. Para a execução de vãos de portas e janelas foram utilizados gabaritos? Se sim, de que tipo?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
46. Ao utilizar os gabaritos o executor atentou-se para as folgas necessárias para instalação das esquadrias?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
47. Sobre vãos de portas e janelas foram executadas vergas? Se sim, de que tipo?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
48. Sob vãos de janelas ou caixilhos foram executadas contra vergas? Se sim, de que tipo?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
49. Se existirem vergas e contra vergas, as mesmas possuem altura superior a 10 cm?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
50. Se existirem vergas e contra vergas, as mesmas ultrapassam cada lado dos vãos em pelo menos 20 cm?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
51. Caso exista parapeitos ou paredes baixas, sobre eles foram executadas cintas de travamento em concreto armado?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	
52. A altura das cintas, citadas anteriormente, é no mínimo 10 cm?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não	