

Trabalho de Conclusão de Curso

Maria Carolina Rodrigues de Azevedo

Organização do Conhecimento Relativo à Execução das Paredes de Alvenaria

Florianópolis

2019

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Engenharia Civil



Maria Carolina Rodrigues de Azevedo

Organização do Conhecimento Relativo à Execução das Paredes de Alvenaria

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Juan José Oviedo Haito

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra

de Azevedo, Maria Carolina

Organização do conhecimento relativo à execução das
paredes de alvenaria / Maria Carolina de Azevedo ;
orientador, Ricardo Juan José Oviedo Haito, 2019.
103 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Alvenaria. Organização.
Conhecimento. Racionalização . I. Oviedo Haito, Ricardo
Juan José . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Maria Carolina Rodrigues de Azevedo

Organização do Conhecimento Relativo à Execução das Paredes de Alvenaria

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de julho de 2019.

Banca Examinadora:



Prof. Ricardo Juan José Oviedo Haito, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Humberto Ramos Roman, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Fernanda Fernandes Marchiori, Dr^a.

Universidade Federal de Santa Catarina

A Deus, pela bênção da vida.

Aos meus pais, Humberto e Márcia, por todo o suporte e amor.

À minha irmã, por toda a paciência e cuidado.

Aos meus colegas de curso, por toda a ajuda e encorajamento.

Aos meus professores, por todo o ensinamento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida abençoada a mim concedida

Aos meus pais, Humberto e Márcia, por todo o amor, suporte e por nunca terem medido esforços para me fazer feliz.

À minha irmã, Maria Izabel, meu porto seguro, que apesar dos inúmeros puxões de orelha, não poderia ter sido melhor colega de apartamento durante meus anos de graduação.

Ao meu namorado, Guilherme, por toda a paciência comigo durante a elaboração deste trabalho e por ter me proporcionado muitos momentos de alegria.

Ao meu orientador, Ricardo, por todo o ensinamento, enorme paciência e zelo durante a elaboração deste trabalho.

A Poliana, Ivan, Bernhard, Bettina, Andreas, Thomaz, Yan e Rolf por terem me ajudado em minhas primeiras experiências como aprendiz de Engenharia.

À professora Damaris, que contribuiu muito para a realização do meu sonho de estudar na Alemanha.

Aos meus colegas de graduação por toda a troca de experiência e parceria durante esses anos de muito estudo. Cito, em especial, Vinícius e Paulo, grandes amigos que levarei para sempre comigo.

Aos mestres de obra, Grimaldo e Fernando, pelo enorme ensinamento.

Aos professores que acompanharam minha caminhada até aqui por todo o aprendizado.

Aos meus amigos e familiares por todo o carinho e bons momentos.

A todos, que de alguma forma, contribuíram para tornar esta desafiadora jornada que foi o curso de Engenharia Civil, uma experiência maravilhosa.

RESUMO

A construção com alvenaria é muito utilizada na execução de paredes, tendo estas função estrutural ou somente de vedação. Apesar de ser um dos sistemas construtivos mais antigos da humanidade, a tendência de utilização desta forma de construção ainda é vigente. Tendo em vista o emprego deste processo construtivo em larga escala no Brasil e sua considerável influência no custo total da obra, é importante que ele seja executado de forma a fornecer vantagens técnicas e econômicas para os construtores e contribua para a redução do consumo e desperdício de materiais, além de minimizar os prazos. Entretanto, muitos construtores executam a alvenaria de forma inadequada, com ferramentas ultrapassadas, técnicas ineficientes e projetos incompletos. Estas práticas têm impacto negativo na sua execução, gerando retrabalhos, improvisos, gastos adicionais durante a construção e, ainda, prejudicando o desempenho final do produto construído. Um dos motivos deste cenário passa pela dificuldade de lidar com as informações sobre a alvenaria, que se apresentam dispersas nas bibliografias e, em alguns casos, com classificações divergentes. Em função disso, este trabalho apresenta uma forma de sistematizar as informações sobre os componentes e processos da alvenaria e suas possíveis racionalizações para possibilitar uma visão estratégica do método executivo e possibilitar o desenvolvimento de cada etapa. Para tanto, foram colhidos dados mediante pesquisas bibliográficas, incluindo informações técnicas e projetos de domínio público. Também foi realizada visita em campo para entrevista com o mestre da obra. Estes dados foram arranjados para cada parte, componente e processo identificados das paredes de alvenaria; de modo a facilitar o preenchimento das informações sobre seus atributos. Ao final, com o arranjo de todos esses dados, obtém-se dois grandes quadros – um dos componentes e outro dos processos - que servem para estruturar, de forma padronizada, o conhecimento sobre a execução de paredes de alvenaria.

Palavras chave: Alvenaria. Organização. Conhecimento. Racionalização.

ABSTRACT

Masonry is a widely used construction system, which can be divided into structural masonry and light masonry. Despite being one of the oldest construction systems of mankind, its use is still current. Once masonry is widely used in Brazil and it has a considerable influence on the total cost of the construction, it is important to execute this method in a way that provides technical and economic advantages, contributes for the reduction of consumption and waste of materials and reduces deadlines. However, many manufactures use masonry in an inappropriate way, with obsolete tools, inefficient techniques and incomplete projects. These practices have a negative impact on the execution of masonry, leading to rework, unplanned interventions, additional expenses and also cause performance damages to the final product. One of the reasons for this scenario is the difficulty of dealing with the information about masonry, which is scattered in bibliographies and, in some cases, have different classifications. Therefore, this work presents a way to organize information about parts, components and processes of masonry and ways to improve the construction system in order to support a strategic analysis of masonry and to enable the development of its construction stages. For this purpose, information was collected through bibliographic research, including technical reports and projects. Also, visits to the construction site were held in order to interview foreman. This information was arranged intending to describe the attributes of each identified part, component and process of masonry. Finally, when all the information was arranged, two tables were drafted - one for the parts and components and another for the processes - that have the aim to structure, in a standard way, knowledge about masonry.

Keywords: Masonry. Organization. Knowledge. Rationalization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 - Alvenaria de vedação tradicional	6
Figura 2-2 - Alvenaria estrutural	7
Figura 2-3 - Instalações na alvenaria	8
Figura 2-4 - Vão para esquadria	8
Figura 2-5 - Alvenaria racionalizada	10
Figura 2-6 - Fluxograma de abastecimento de recursos	12
Figura 2-7 - Fluxograma de processos de construção	12
Figura 2-8 - Proposta de alteração de projeto e os impactos no Planejamento do Processo da Construção	13
Figura 2-9 - Composições do SINAPI para alvenaria estrutural	14
Figura 2-10 - Composições do SINAPI para graute e armação	14
Figura 2-11 - Estrutura de classes proposta pela NBR 15965-ABNT	15
Figura 2-12 - Estrutura de identificadores proposta pela NBR15965 - ABNT	16
Figura 3-1 - Passos da metodologia de Bryman	17
Figura 3-2 - Tentativa de organização das informações em forma de texto.....	19
Figura 3-3 -Método de identificação de tecnologias de produção utilizadas em obras de construção pesada	20
Figura 3-4 - Análise das partes e componentes de paredes de alvenaria.....	21
Figura 3-5 - Análise dos processos de paredes de alvenaria	22
Figura 3-6 – Componentes e partes de paredes de alvenaria estrutural e de vedação, respectivamente	23
Figura 3-8 - Planilha Excel com componentes e processos caracterizados.....	24
Figura 4-1 – Partes, Componentes e Processos vinculados às paredes de alvenaria..	27
Figura 4-2 - Famílias de blocos	31
Figura 4-3 - Juntas horizontais e verticais	33
Figura 4-4 - Vergas e contravergas moldadas com blocos canaleta.....	37
Figura 4-5 – Reforço com graute.....	39
Figura 4-6 - Tijolo cerâmico.....	42
Figura 4-7 - Ferro cabelo e tela metálica, respectivamente	44

Figura 4-8 – Encunhamento com tijolos cerâmicos	46
Figura 4-9 – Fixação com argamassa expansiva	46
Figura 4-10 – Respaldo com material deformável	46
Figura 4-11 – Cinta de amarração de concreto armado (a). Cinta de amarração moldada em bloco canaletta (b).....	49
Figura 4-12 - Nivelamento da laje com nível alemão	51
Figura 4-13 - Demarcação da galga com nível de mangueira na estrutura e nível a laser no caibro, respectivamente	53
Figura 4-14 - Demarcação da galga com escantilhão	53
Figura 4-15 - Posicionamento dos blocos mais externos no vão.....	55
Figura 4-16 – Assentamento dos blocos dos cantos extremos	55
Figura 4-17 - Demarcação do eixo de referência com nível a laser	55
Figura 4-18 - Amarração direta em L, T e X, respectivamente.....	56
Figura 4-19 - Amarração indireta	57
Figura 4-20 - Colher de pedreiro	57
Figura 4-21 - Bisnaga	57
Figura 4-22 - Palheta	58
Figura 4-23 - Meia cana	58
Figura 4-24 – Juntas verticais secas	59
Figura 4-25 - Marcação da primeira fiada em alvenaria de vedação.....	60
Figura 4-26 - Marcação da primeira fiada em alvenaria estrutural	60
Figura 4-27 - Projeto da primeira fiada	61
Figura 4-28 - Planta de elevação	63
Figura 4-29 - Esperas de aço na junta de controle.....	64
Figura 4-30 – Preenchimento da junta de controle.....	64
Figura 4-31 - Balde para graute.....	66
Figura 4-32 - Contramarco de concreto pré-moldado	67
Figura 4-33 - Gabarito metálico	67
Figura 4-34 – Batente envolvente.....	68
Figura 4-35 - Nivelamento com nível de mangueira.....	69
Figura 4-36 - Nivelamento com nível a laser	69
Figura 4-37 – Nivelamento com nível de bolha	69
Figura 4-38 - Verificação do prumo.....	70
Figura 4-39 - Verificação do alinhamento da alvenaria com a estrutura.....	71

Figura 4-40 - Verificação do alinhamento entre paredes de alvenaria.....	71
Figura 4-41 - Verificação do esquadro entre paredes.....	72
Figura 4-42 - Verificação do esquadro no requadro.....	72
Figura 4-43 - Nível a laser em esquadro	72
Figura 4-44 - Shaft	74
Figura 4-45 - Bloco hidráulico	74
Figura 4-46 - Passagem de tubulação por baixo de forro	74
Figura 4-47 - Passagem de tubulação por bloco canaleta	74
Figura 4-48 - Bloco elétrico	74
Figura 4-49 - Laje apoiada em cinta de amarração de blocos canaleta "J"	77
Figura 4-50 - Excesso de reboco para corrigir imperfeições.....	94
Figura 4-51 – Ausência de fixação entre alvenaria e viga.....	94
Figura 4-52 - Blocos armazenados de modo inapropriado.....	94
Figura 4-53 – Agregados armazenados de modo inapropriado.....	94
Figura 4-54 - Falta de planejamento na passagem das tubulações	94
Figura 4-55 - Falta de modulação; blocos de baixa qualidade	94
Figura 4-56 - Não execução de verga e contraverga nas portas e janelas	95
Figura 4-57 - Comprimento de ancoragem abaixo do recomendado	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 4-1 - Ficha PC01: Blocos	32
Quadro 4-2 - Ficha PC02: Juntas.....	34
Quadro 4-3 - Ficha PC03: Juntas de controle.....	35
Quadro 4-4 - Ficha PC04: Verga e Contraverga	37
Quadro 4-5 - Ficha PC05: Reforço com graute	39
Quadro 4-6 – Ficha PC06: Passagens para tubulações.....	40
Quadro 4-7 – Ficha PC07: Tijolos	43
Quadro 4-8 - Ficha PC08: Ligação à estrutura	44
Quadro 4-9 – Ficha PC09: Fixação	47
Quadro 4-10 - Ficha PC10: Cinta de Amarração	49
Quadro 4-11 - Ficha PR01: Nivelamento da laje	51
Quadro 4-12 - Ficha PR02: Definição da galga	52
Quadro 4-13 – Ficha PR03: Demarcação dos eixos de referência	54
Quadro 4-14 - Ficha PR04: Assentamento dos blocos.....	56
Quadro 4-15 - Ficha PR05: Execução das juntas	58
Quadro 4-16 - Ficha PR06: Marcação da primeira fiada.....	59
Quadro 4-17 - Ficha PR07: Elevação da alvenaria.....	61
Quadro 4-18 - Ficha PR08: Execução de juntas de controle.....	63
Quadro 4-19 – Ficha PR09: Verga e Contraverga.....	64
Quadro 4-20 – Ficha PR10: Execução do reforço com graute	66
Quadro 4-21 - Ficha PR11: Delimitação dos vãos	66
Quadro 4-22 - Ficha PR12: Nivelamento da alvenaria.....	68
Quadro 4-23 - Ficha PR13: Verificação do prumo.....	70
Quadro 4-24 - Ficha PR14: Verificação do alinhamento	71
Quadro 4-25 - Ficha PR15: Verificação do esquadro.....	72
Quadro 4-26 - Ficha PR16: Passagens para tubulações	73
Quadro 4-27 – Ficha PR17: Execução das ligações	75
Quadro 4-28 - Ficha PR18: Execução da fixação.....	76
Quadro 4-29 - Ficha PR19: Execução da cinta de amarração	77

Quadro 4-31 - Partes e componentes comuns às paredes de alvenaria de vedação e estrutural e fatores de racionalização.....	80
Quadro 4-32 - Partes e componentes somente das paredes de alvenaria de vedação e fatores de racionalização	82
Quadro 4-33 - Partes e componentes somente das paredes de alvenaria estrutural e fatores de racionalização	84
Quadro 4-34 - Processos comuns às paredes das alvenarias de vedação e estrutural e fatores de racionalização	85
Quadro 4-35 - Processos das paredes de alvenaria de vedação e fatores de racionalização	86
Quadro 4-36 - Processos das paredes de alvenaria estrutural e fatores de racionalização	86
Quadro 4-37 - Comparação entre práticas realizadas em obra e práticas recomendadas pelos quadros	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABCP – Associação Brasileiro de Cimento Portland.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa.....	1
1.2	Objetivo geral	3
1.3	Objetivo específico.....	3
1.4	Estrutura do trabalho	4
1.5	Escopo e limites do trabalho	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1	Alvenaria de vedação e estrutural.....	6
2.2	Gargalos na execução das paredes de alvenaria	7
2.3	Racionalização da alvenaria	9
2.4	Projeto para produção.....	10
2.5	Ontologia em paredes de alvenaria.....	13
3	MÉTODO.....	17
4	RESULTADO: SISTEMATIZAÇÃO DAS PARTES, COMPONENTES E PROCESSOS VINCULADOS COM A ALVENARIA.....	26
4.1	GLOSSÁRIO DAS PARTES, COMPONENTES E PROCESSOS VINCULADOS A PAREDES DE ALVENARIA	27
4.2	PARTES E COMPONENTES COMUNS ÀS PAREDES DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO E ESTRUTURAL	30
4.2.1	Blocos.....	30
4.2.1.1	Material do componente	30
4.2.1.2	Características do componente	30
4.2.1.3	Forma de produção do componente	31
4.2.1.4	Gestão do abastecimento de recursos	32
4.2.1.5	Controle de qualidade.....	32
4.2.1.6	Especificações de projeto	33
4.2.2	Juntas.....	33

4.2.2.1	Características do componente	33
4.2.2.2	Material do componente	34
4.2.2.3	Forma de produção do material	34
4.2.2.4	Gestão do abastecimento de recursos	34
4.2.2.5	Controle de qualidade	34
4.2.2.6	Especificações de projeto	35
4.2.3	Juntas de controle.....	35
4.2.3.1	Material do componente	35
4.2.3.2	Forma de produção do material	35
4.2.3.3	Gestão do recebimento de recursos	35
4.2.3.4	Controle de qualidade	36
4.2.3.5	Especificações de projeto	36
4.2.4	Verga e Contraverga	36
4.2.4.1	Material do componente	36
4.2.4.2	Forma de produção do componente	36
4.2.4.3	Características do componente	37
4.2.4.4	Forma de produção do componente	37
4.2.4.5	Gestão de abastecimento de recursos	37
4.2.4.6	Controle de qualidade	38
4.2.4.7	Especificações de projeto	38
4.2.5	Reforço com graute	38
4.2.5.1	Material do componente	38
4.2.5.2	Forma de produção do material	39
4.2.5.3	Gestão de abastecimento de recursos	39
4.2.5.4	Controle de qualidade	40
4.2.5.5	Especificações de projeto	40
4.2.6	Passagens para tubulação	40

4.2.6.1	Características do componente	40
4.2.6.2	Material	40
4.2.6.3	Gestão de abastecimento de recursos	40
4.2.6.4	Controle de qualidade.....	41
4.2.6.5	Especificações de projeto	42
4.3	PARTES E COMPONENTES SOMENTE DAS PAREDES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	42
4.3.1	Tijolos	42
4.3.1.1	Material do componente	42
4.3.1.2	Forma de produção do componente	43
4.3.1.3	Gestão do abastecimento dos recursos	43
4.3.1.4	Ferramentas	43
4.3.1.5	Controle de qualidade.....	43
4.3.1.6	Especificações de projeto	43
4.3.2	Ligação	43
4.3.2.1	Material do componente	44
4.3.2.2	Forma de produção do material	44
4.3.2.3	Gestão de abastecimento de recursos	44
4.3.2.4	Controle de qualidade.....	45
4.3.2.5	Especificações de projeto	45
4.3.3	Fixação.....	45
4.3.3.1	Material do componente	45
4.3.3.2	Forma de produção do material	47
4.3.3.3	Forma de produção do componente	47
4.3.3.4	Gestão de abastecimento de recursos	47
4.3.3.5	Controle de qualidade.....	48
4.3.3.6	Especificações de projeto	48

4.4	PARTES E COMPONENTES SOMENTE DAS PAREDES DA ALVENARIA	
	ESTRUTURAL	48
4.4.1	Cinta de amarração	48
4.4.1.1	Forma de produção do componente	48
4.4.1.2	Material do componente	49
4.4.1.3	Características do componente	49
4.4.1.4	Gestão de abastecimento de recursos	49
4.4.1.5	Controle de qualidade	50
4.4.1.6	Especificações de projeto	50
4.5	PROCESSOS COMUNS ÀS PAREDES DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO E	
	ESTRUTURAL	50
4.5.1	Nivelamento da laje	51
4.5.1.1	Ferramentas	51
4.5.1.2	Controle de qualidade	51
4.5.2	Definição da galga	52
4.5.2.1	Ferramentas	52
4.5.2.2	Controle de qualidade	53
4.5.3	Demarcação dos eixos de referência	54
4.5.3.1	Ferramentas	55
4.5.3.2	Controle de qualidade	55
4.5.4	Assentamento dos blocos	56
4.5.4.1	Ferramentas	57
4.5.4.2	Controle de qualidade	58
4.5.5	Execução das juntas	58
4.5.5.1	Ferramentas	59
4.5.5.2	Controle de qualidade	59
4.5.6	Marcação da primeira fiada	59
4.5.6.1	Ferramentas	60

4.5.6.2	Controle de qualidade.....	60
4.5.6.3	Especificações de projeto	60
4.5.7	Elevação da alvenaria	61
4.5.7.1	Ferramentas/Equipamentos	62
4.5.7.2	Controle de qualidade.....	62
4.5.7.3	Especificações de projeto	62
4.5.8	Execução das juntas de controle	63
4.5.8.1	Ferramentas/Equipamentos	64
4.5.8.2	Controle de qualidade.....	64
4.5.9	Execução de vergas e contravergas.....	64
4.5.9.1	Ferramentas/Equipamentos	65
4.5.9.2	Controle de qualidade.....	65
4.5.10	Execução do reforço com graute	65
4.5.10.1	Ferramentas/Equipamentos	66
4.5.10.2	Controle de qualidade.....	66
4.5.11	Delimitação dos vãos	66
4.5.11.1	Ferramentas	67
4.5.11.2	Controle de qualidade.....	68
4.5.12	Nivelamento da alvenaria	68
4.5.12.1	Ferramentas	69
4.5.12.2	Controle de qualidade.....	69
4.5.13	Verificação do prumo.....	70
4.5.13.1	Ferramentas	70
4.5.13.2	Controle de qualidade.....	70
4.5.14	Verificação do alinhamento	71
4.5.14.1	Ferramentas	71
4.5.14.2	Controle de qualidade.....	71

4.5.15	Verificação do esquadro	72
4.5.15.1	Ferramentas	73
4.5.15.2	Controle de qualidade.....	73
4.5.16	Execução de passagens para tubulações.....	73
4.5.16.1	Controle de qualidade.....	74
4.6	PROCESSOS SOMENTE DAS PAREDES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	75
4.6.1	Execução da Ligação à estrutura	75
4.6.1.1	Ferramentas/Equipamentos	75
4.6.1.2	Controle de qualidade.....	75
4.6.2	Execução da fixação	76
4.6.2.1	Ferramentas/Equipamentos	76
4.6.2.2	Controle de qualidade.....	76
4.7	PROCESSOS SOMENTE DAS PAREDES DE ALVENARIA ESTRUTURAL	77
4.7.1	Execução da cinta de amarração	77
4.7.1.1	Ferramentas/Equipamentos	77
4.7.1.2	Controle de qualidade.....	78
4.8	SÍNTESE.....	78
4.9	ESTUDO DE CASO	90
5	CONCLUSÃO	97
5.1	CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	97
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	98
	REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A alvenaria é um dos sistemas construtivos mais antigos da humanidade. Desde o seu surgimento até a atualidade, este método de construção já passou por diversos aprimoramentos, sendo estes nos materiais utilizados, nos equipamentos, nas técnicas e nos projetos. Porém, apesar dos melhoramentos já introduzidos no sistema construtivo, este ainda apresenta diversos gargalos, como alto custo com mão de obra – sendo esta, muitas vezes, desqualificada - retrabalhos, perda de material e tempo, não compatibilização de projetos. Ainda, Silva; Moreira (2017) acrescentam a deficiente padronização do processo de produção e a falta de controle de qualidade.

Agopyan et al. (1998) afirmam que *“as paredes de alvenaria são os elementos mais frequentemente empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, sendo muitas vezes responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios (as perdas de tijolos/blocos estão comumente entre 15 e 20%)”*.

A alvenaria, por exigir muitas horas de trabalho, é uma das etapas da obra que mais influencia na contratação da mão de obra, além de interferir nos demais subsistemas da edificação - revestimento, impermeabilização, esquadrias, instalações. Sala (2008) afirma que, separadamente, a alvenaria representa cerca de 5% do custo de um edifício de médio ou alto padrão, mas podem interferir diretamente nos custos de revestimento interno e externo do edifício, que representam mais de cerca de 9% no orçamento. Devido a esse grande impacto nos custos, é de extrema importância que os problemas envolvidos neste sistema de construção sejam amenizados. Além disso, *“por sua significativa participação nos edifícios convencionais, melhorar o desempenho das vedações verticais e de suas interfaces com os demais subsistemas tem-se mostrado uma estratégia adequada para melhorar o desempenho global do edifício”* (SILVA, 2017).

Para que a alvenaria seja um sistema construtivo vantajoso para os construtores e ajude a aumentar a sua competitividade no mercado da construção civil, deve-se buscar aumentar a eficiência com a sua execução através da aplicação ideal do método e do emprego de novas tecnologias, buscando racionalizar a construção. De acordo com Sabbatini (1989), *“Racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas*

fases". A racionalização, além de proporcionar a otimização dos recursos, deve garantir que o produto atenda as expectativas do consumidor e às exigências de desempenho, bem como a construtibilidade.

A referências bibliográficas obtidas explicam que a racionalização deve começar desde o projeto. Dueñas Peña; Franco (2006) citam a importância da elaboração de um Projeto para Produção de Vedações Verticais (PPVV), *“uma vez que a fase de projeto interage diretamente com todas as demais atividades, bem como sua potencialidade para reduzir custos e racionalizar a produção”*. Os autores explicam a importância de aparecem nos projetos informações como família de blocos a ser utilizada, tipo de argamassa, tipos de amarração entre alvenarias, fixação da alvenaria à estrutura, juntas de trabalho, instalação das esquadrias, relação da alvenaria com instalações (embutimento ou criação de *shafts*), vergas e contravergas, utilização de componentes pré-moldados, etc.

Além disso, Dueñas Peña; Franco (2006) explicam a importância de os projetos serem elaborados com coordenação modular entre os vários elementos que compõem a vedação vertical e entre estes e os elementos dos outros subsistemas do edifício. Devem ser analisadas e compatibilizadas as medidas de blocos, juntas de argamassa, vãos de esquadrias, revestimentos, impermeabilizações, vergas e contravergas, etc. Segundo os autores, as medidas de todos os componentes da alvenaria e dos subsistemas a ela relacionados devem ser ajustadas, intensificando a racionalização da produção e diminuindo as incompatibilidades e improvisações na fase de execução.

Complementando, no projeto para produção é necessário que sejam definidos conceitos ligados ao planejamento e controle da obra, tais como: técnicas de execução, sequências de execução, arranjo de canteiro, sistemática de transporte, entre outros. Resumindo, *“para a elaboração do PPVV devem ser definidas as soluções técnicas, os materiais a serem empregados, sua sequência de elaboração e procedimentos executivos”* (DUEÑAS PEÑA; FRANCO, 2006)

Além do projeto, a utilização dos equipamentos mais apropriados e o emprego do método de construção mais eficiente para cada etapa é imprescindível para a boa execução da alvenaria, uma vez que isso acelera o processo e melhora o resultado final. Somado a isto, é muito importante o uso de material certificado e de qualidade, pois eles têm grande influência no desempenho das paredes de alvenaria. É essencial controlar e planejar cada etapa do processo, para evitar erros ou improvisos que possam comprometer o processo ou produto final.

Porém, apesar de a racionalização apresentar resultados expressivos no custo e no resultado final da obra, sabe-se que no Brasil a alvenaria ainda é pouco racionalizada. Barbosa

et al. (2017) citam, como uma das razões, a resistência dos trabalhadores de colocarem em prática as técnicas racionalizadas. Um outro motivo, é a dificuldade dos engenheiros, construtores, encarregados e operários de lidarem com as informações apresentadas nas bibliografias. Há diversos estudos que apresentam as boas práticas que devem ser seguidas para a construção de paredes de alvenaria, no entanto, estes apresentam informações divergentes, muitas vezes, mal organizadas e com falta de padronização nas nomenclaturas.

Cabe citar que, em alguns casos, as práticas indicadas nas bibliografias não são, necessariamente, as opções mais apropriadas. As bibliografias oferecem alternativas de racionalização de forma generalizada, mas sabe-se que cada obra tem suas particularidades. Sabbatini (1989) explica que racionalizar é resolver um problema da forma mais eficiente, sendo esta forma a solução ótima, porém a racionalização da construção é um processo complexo, sendo, então, difícil encontrar soluções ótimas para problemas com uma quantidade imensa de variáveis.

Cabe ao construtor analisar quais medidas devem ser tomadas para tornar sua construção da alvenaria mais eficaz e mais eficiente. Deve-se ter como resultado uma parede que atinja o melhor desempenho com o uso racional dos recursos, buscando economia na mão de obra e nos materiais.

Nesse sentido, neste trabalho busca-se contribuir mediante a sistematização do conhecimento sobre a execução de paredes de alvenaria, auxiliando na assimilação destas informações. É importante o entendimento de cada etapa envolvida no sistema construtivo, de modo a facilitar uma análise crítica da forma de execução destas para que sejam feitas interações, quando se julgar necessário, buscando melhorias.

1.2 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é organizar o conhecimento relativo à execução das paredes de alvenaria, mediante a organização de informações técnicas levantadas sobre as suas partes, componentes e processos.

1.3 Objetivo específico

- 1) Levantar dados nas diversas bibliografias sobre as partes, componentes e processos que envolvem a execução da alvenaria;
- 2) Com a análise destes dados, estabelecer atributos padrões que caracterizam estas partes, componentes e processos;
- 3) Arranjar as informações sobre os atributos de cada parte, componente e processo;
- 4) Verificar se as informações do arranjo condizem com a prática.

14 Estrutura do trabalho

Este trabalho é composto por 5 capítulos. No capítulo 1, é feita uma introdução do trabalho, onde há uma breve introdução ao tema da execução de paredes de alvenaria e a justificativa para a elaboração deste trabalho. É apresentada a relevância da alvenaria para a construção civil, os gargalos encontrados durante a sua execução e a importância do conhecimento sobre as boas práticas que devem ser aplicadas durante a utilização do sistema construtivo. Estas práticas são sumariamente apresentadas. Em seguida, é descrito o objetivo do trabalho e, posteriormente, a sua estruturação.

O capítulo 2 contém a revisão bibliográfica, que aborda conceitos e generalidades sobre alvenaria, estrutural e de vedação, pontuando algumas características e propriedades. São, ainda, elucidados os problemas encontrados durante a execução da alvenaria e maneiras de racionalizar o sistema construtivo. É tratada, também, a importância do planejamento da produção na construção e é abordada a necessidade de uma lógica para a organização de todo o conhecimento relativo às paredes de alvenaria.

No capítulo 3 é descrito o método utilizado para a estruturação do trabalho.

No capítulo 4 é apresentado o resultado, sendo este a organização do conhecimento sobre a execução de paredes de alvenaria aqui proposta. Primeiramente as partes, componentes e processos são descritas de forma detalhada. Posteriormente, na síntese, é apresentado o quadro que unifica todas as informações. Também inclui uma discussão feita em torno de um quadro de comparação entre as práticas de execução da alvenaria encontradas em uma obra visitada frente ao que é recomendado pela bibliografia.

Por fim, o capítulo 5 contém as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

15 Escopo e limites do trabalho

Neste trabalho busca-se formas de organizar o conhecimento, não classificações de informações.

O escopo deste trabalho inclui informações relativas a paredes de alvenaria de vedação e estrutural feitas com blocos cerâmicos e de concreto e com tijolos cerâmicos. Inclui, também, alguns tópicos que fazem parte do projeto para produção, como informações sobre os materiais utilizados para execução da alvenaria, tipo de argamassa, tipos de amarração entre alvenarias, fixação da alvenaria à estrutura, juntas de controle, relação da alvenaria com instalações (embutimento ou criação de *shafts*), vergas e contravergas e utilização de componentes pré-moldados. As formas de delimitação dos vãos também são tratadas.

Entre os conceitos ligados ao planejamento e controle da obra, fazem parte do estudo as técnicas de execução, sistemática de transporte, recebimento e armazenamento, assim como alguns controles de qualidade (abordados de forma superficial neste trabalho) durante a

execução e aplicados ao produto final.

Os equipamentos e ferramentas utilizados também são tópicos da pesquisa.

A coordenação modular não faz parte do estudo.

Blocos de outros materiais, como solo-cimento, concreto celular autoclavado e sílico-calcário não são abordados por não serem tão regularmente utilizados; porém a forma de classificação proposta neste trabalho é facilmente aplicável às suas partes, componentes e processos.

Aspectos como treinamento da mão de obra, custos, tempo de execução e durabilidade são relevantes, mas não são abordados neste trabalho, bem como sequências de execução e arranjo de canteiro. Recomenda-se fortemente que estes aspectos sejam tratados em trabalhos futuros.

Revestimento e alternativas para a instalação de esquadrias, do mesmo modo, não fazem parte do escopo deste estudo, por terem interface com as paredes de alvenaria, mas não fazerem parte dela. Não obstante, informações a estas vinculadas, relacionadas com a delimitação dos vãos durante a elevação da alvenaria são discutidas.

Ensaio de controle tecnológico também não foram abordados neste estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alvenaria de vedação e estrutural

A alvenaria pode ser definida como um conjunto complexo utilizado na construção, constituído por blocos ou tijolos (unidades), executados em obra e ligados entre si por argamassa, tendo estruturalmente um comportamento monolítico (SABBATINI, 1989). Este conjunto resiste ao próprio peso, podendo, ainda, resistir a cargas verticais.

A alvenaria pode ser simplesmente de vedação, com o objetivo de fechar a estrutura da obra entre colunas e vigas sem contribuir de forma direta para a estrutura do projeto, conforme representa a Figura 2-1. Nesse caso, não é dimensionada para suportar cargas verticais, apenas seu peso próprio. Segundo Pereira (2019), este é o método construtivo mais utilizado para vedar e separar ambientes de casas e edifícios no Brasil.

Figura 2-1 - Alvenaria de vedação tradicional.



Fonte: Massetto (2019).

Sabbatini et al. (2013) explicam que a parede de alvenaria de vedação pode ser composta por blocos de cerâmica, concreto, sílico-calcáreo e concreto celular autoclavado. Podem, ainda, ser compostas por blocos de solo cimento ou tijolos cerâmicos, sendo os blocos e tijolos cerâmicos os mais comumente utilizados no Brasil.

Neste tipo de alvenaria não é utilizada armadura, porém, alguns elementos construtivos são imprescindíveis para seu desempenho final. A utilização de vergas e contravergas, elementos de fixação e ligação entre o vedo e a estrutura fazem toda a diferença no resultado final, mitigando, por exemplo, a ocorrência de patologias.

Já a alvenaria estrutural, representada na Figura 2-2, é um tipo de estrutura em que as paredes são elementos resistentes, dimensionados através de cálculos racionais, compostas por blocos, unidos por juntas de argamassa capazes de resistirem a outras cargas, além do seu peso próprio. São necessárias também determinadas armaduras construtivas, além da armadura determinada pelo cálculo. Esta armadura pode ser ativa ou passiva, sendo a primeira não discutida neste trabalho por seu pouco uso no Brasil.

Figura 2-2 - Alvenaria estrutural.



Fonte: ACLB (2019).

A alvenaria estrutural não é a principal estrutura de suporte utilizada no País, porém, os avanços tecnológicos e o custo competitivo têm possibilitado a utilização em larga escala deste sistema no Brasil, tornando o País uma referência mundial, segundo a ABCP (2019).

Neste tipo de alvenaria, assim como na alvenaria de vedação, outros elementos são de extrema importância para um desempenho adequado da estrutura, como verga e contraverga, componentes de fixação e cinta de amarração, armadura e graute.

2.2 Gargalos na execução das paredes de alvenaria

A alvenaria, entretanto, ainda apresenta muitos gargalos. Entre eles, Silva (2012) cita a falta de detalhamento nos projetos. Muitas vezes não apresentam paginação, precisão nas cotas e não se atentam à modulação e compatibilização com os demais projetos. Rodrigues (2013) explica que os materiais, em muitos casos, são de baixa qualidade e não certificados, como blocos com imprecisões geométricas e baixa resistência física. Os equipamentos utilizados são, algumas vezes, rudimentares ou ineficientes, aliados a métodos inábeis.

Somado a tudo isso, Silva (2006) cita a falta de controle de qualidade, o que permite que erros passem despercebidos. Dueñas Peña; Franco (2006) apontam a deficiência na elaboração de projetos para produção, os quais são necessários para se obter o planejamento e a organização da produção da obra.

Silva et al. (2006) apontam que erros geram retrabalhos, desperdício de materiais, atrasos, além de prejudicarem o desempenho final da estrutura. Rodrigues (2013) explica que um desaprumo, por exemplo, aumenta o consumo de argamassa e aumenta as ações permanentes atuantes na estrutura. Isso implica em mais gastos com mão de obra e materiais, diminuição do desempenho final da estrutura, minimizando, assim, a vantagem econômica do sistema construtivo.

Pode-se, ainda, acrescentar a tudo isso a mão de obra destreinada e sem qualificação (SILVA et al., 2006). Os serviços são executados sem agilidade e não atingem a qualidade desejada.

Nas Figura 2-3 e 2-4, tem-se, como exemplo, uma alvenaria executada de forma não racionalizada. Apreciando ambas as figuras evidencia-se a necessidade de rasgos posteriores à elevação (Figura 2-3), bem como a imprecisão quanto à delimitação do vão da esquadria.

Figura 2-3 - Instalações na alvenaria.



Fonte: a autora (2019).

Figura 2-4 - Vão para esquadria.



Fonte: a autora (2019).

Algumas considerações sobre a execução das paredes ilustradas nas Figuras 2-3 e 2-4:

- Falta de planejamento prévio das passagens das tubulações;
- Falta ou inadequação de vergas e contravergas nas regiões dos vãos;
- Qualidade deficiente dos materiais utilizados e da execução;
- Falta de paginação e modulação da alvenaria;
- Juntas verticais muito espessas.
- Juntas verticais secas em paredes com tubulação.

Tais considerações podem ser resolvidas mediante a racionalização do processo construtivo.

23 Racionalização da alvenaria

A busca pelo aperfeiçoamento da execução da alvenaria, para torná-la mais vantajosa economicamente, tem exigido cada vez mais a sua racionalização, com a aplicação mais eficiente e adequada dos recursos em todas as atividades desenvolvidas para a construção da parede.

Segundo Sala (2008), na década de 90, devido à retração de mercado e elevada competitividade que passava a indústria da construção civil, o mercado se viu obrigado a investir em programas de desenvolvimento tecnológicos como estratégia de ação para enfrentar a concorrência. Estes programas visavam desenvolver métodos e procedimentos construtivos que proporcionassem racionalizar e melhorar a produção de edifícios construídos pelo processo de construção tradicional.

Segundo Barros (1998), a alvenaria de vedação racionalizada caracteriza-se pelos seguintes objetivos:

- “• *Eliminar a postura predominante de adoção de soluções construtivas criadas no canteiro de obras no momento da realização dos serviços de alvenaria;*
- *Criar um projeto de produção de alvenaria que exija um planejamento prévio de todas as atividades e permita soluções mais racionais da produção;*
- *Introduzir o uso de equipamentos e ferramentas novas que permitam aumento de produtividade e qualidade;*
- *Treinamento e motivação da mão de obra para adoção de novas posturas de trabalho;*
- *Implementar procedimentos de controle do processo de produção e aceitação do produto.”*

Em comparação à execução da alvenaria tradicional, apresentada nas Figuras 2-3 e 2-4, pode-se observar, na Figura 2-5, a execução de paredes com alvenaria racionalizada. Por exemplo, nela nota-se a paginação dos seus componentes, regularidade dimensiona entre as juntas horizontais, bem como a presença de vergas.

Figura 2-5 - Alvenaria racionalizada.



Fonte: Rodrigues (2013).

Como racionalização da alvenaria presente na Figura 2-5, pode-se citar:

- Escolha de blocos, aparentemente, com regularidade geométrica e aplicados com furo na vertical para passagem de tubulação;
- Pode-se notar que houve uma paginação prévia da alvenaria, já que os blocos estão devidamente encaixados;
- Não há remendos ou quebras, inferindo que, anteriormente à execução, houve uma compatibilização dos projetos;
- Uso de verga pré-moldada para facilitar a execução e melhorar o desempenho final da estrutura;
- O serviço limpo e de qualidade remete à controle de produção e mão de obra qualificada.

Segundo Sala (2008), através da racionalização da execução da alvenaria de vedação, é possível a redução de custos, aumento da produtividade e a própria redução de problemas patológicos no conjunto de esquadrias, das instalações elétricas e hidrossanitárias e nos revestimentos, que juntos podem representar 20% do custo total dos edifícios.

24 Projeto para produção

Uma etapa muito importante para a execução de paredes de alvenaria de forma eficiente é o planejamento dos processos de construção. “*A construção de empreendimentos de edifícios é uma atividade complexa, com diversos agentes intervenientes e, para que ela ocorra de forma adequada, gerando o produto concebido e o retorno desejado sobre o investimento, é fundamental que sua execução seja planejada*” (SILVA, 2012).

A mesma autora explica que o planejamento do processo envolve a seleção dos métodos construtivos, a definição das quantidades de recursos, a definição da duração de cada serviço e a definição de um plano de ataque.

Silva (2012) cita ainda a importância dos projetos no planejamento e afirma que, apesar da sua relevância, estes são, em geral, elaborados com uma insuficiência de informações. *“Um empreendimento é guiado por informações de projeto e planejamento que, na maioria das vezes, são insuficientes, incompletas e contêm erros”*.

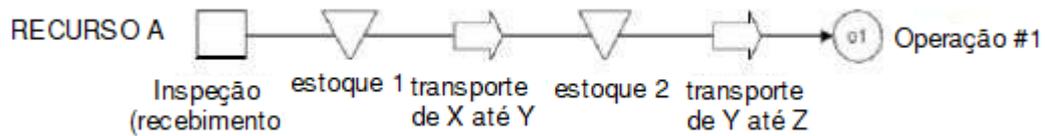
Fabricio; Melhado (1998) afirmam que os projetos para produção devem conter informações que subsidiem a execução do empreendimento, como: a forma de empregar os materiais de construção; como obter o melhor desempenho na execução de tarefas; a sequência de atividades; entre outros. Melhado (2005) e Manneschi; Melhado (2010) estabelecem que os projetos para produção tenham como objetivo definir como e com quais recursos serão produzidos os produtos – no estudo em questão, as paredes de alvenaria. Há autores que atribuem ao projeto para produção também a definição de detalhes construtivos do produto, como Barros; Sabbatini (2003). Para alvenaria, estas definições de projeto são apresentadas em um Projeto para Produção de Vedações Verticais (PPVV).

Em função disso, Silva (2012) conclui que projeto para produção se trata de um documento (ou conjunto de documentos) específico, que reúne informações sobre o processo de construção da edificação (sequência executiva, técnicas e equipamentos) e sobre o local em que ela ocorre (canteiro de obras).

Para facilitar o planejamento do processo de construção, Silva (2012) aconselha a decomposição da totalidade do empreendimento em elementos gerenciáveis. *“Esses elementos são denominados pacotes de trabalho e caracterizam os tipos e as quantidades de serviço gerenciáveis para fins de planejamento”*.

Silva (2012) apresenta, também, a importância da elaboração de um de um fluxograma de processo de construção, o qual inclui as atividades de fluxo indicando o abastecimento dos recursos necessários ao processo de construção. Essa cita, no fluxograma representado na Figura 2-6, a inspeção no recebimento, as formas de estoque e de transporte para as operações realizadas na construção.

Figura 2-6 - Fluxograma de abastecimento de recursos.

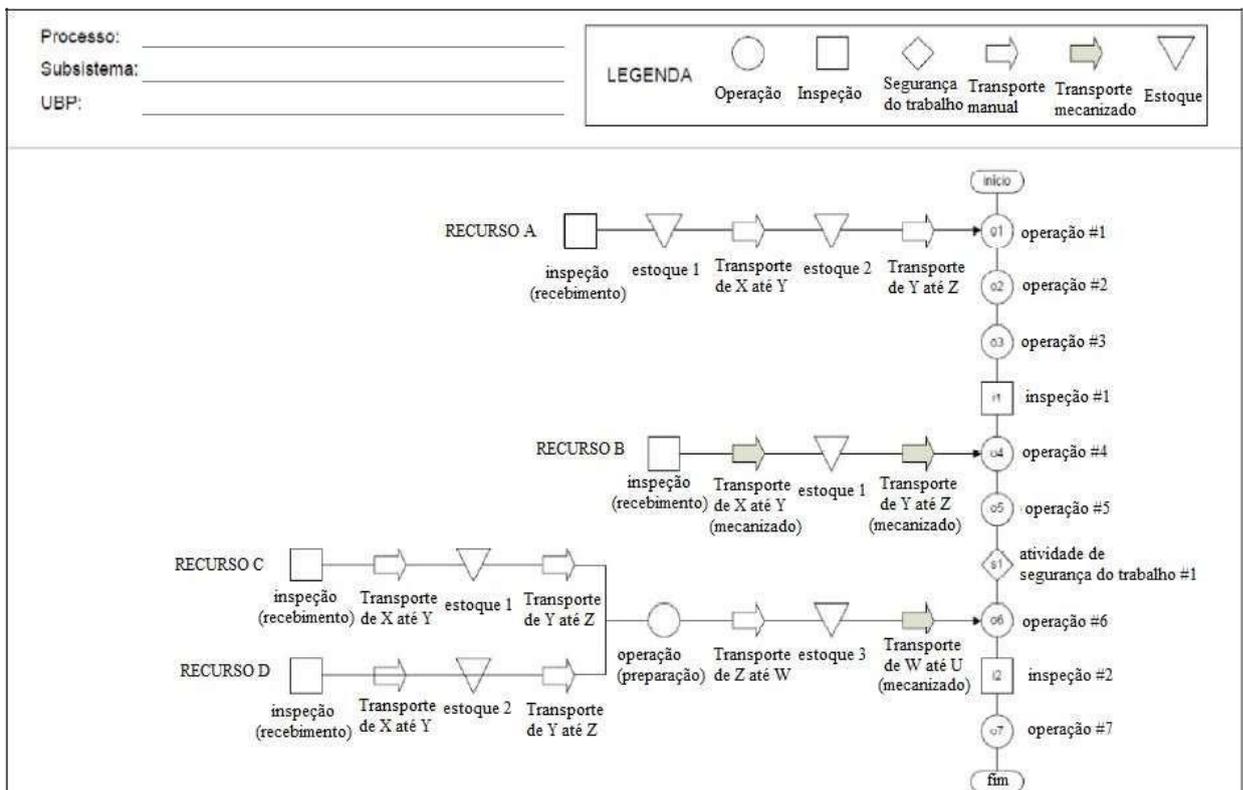


Fonte: adaptada de Silva (2012).

Silva (2012) aplicou o projeto de produção para uma obra de alvenaria estrutural e concluiu que o planejamento do processo da construção, com detalhamento das plantas, listagem de materiais e memoriais descritivos detalhados facilita identificar as principais características do sistema e seus impactos no processo. Isso possibilita propor alterações para melhorar a construtibilidade.

Além disso, Silva (2012) elaborou um fluxograma, ilustrado na Figura 2-7, que apresenta a ordem das atividades realizadas durante a construção de uma parede de alvenaria estrutural, facilitando a visualização do processo como um todo. O fluxograma apresenta desde a montagem dos equipamentos para marcação dos eixos de referência até a retirada das formas de grauteamento e desmontagem dos equipamentos ao fim da execução, incluindo os processos para fornecimento de recursos, já exemplificados na Figura 2-6.

Figura 2-7 - Fluxograma de processos de construção.



Fonte: Silva (2012).

Silva (2012) analisou, em campo, as formas de execução da alvenaria e elaborou um quadro, onde sugeriu alterações no projeto de execução da alvenaria. Parte deste quadro está apresentado na Figura 2-8.

Figura 2-8 - Proposta de alteração de projeto e os impactos no Planejamento do Processo da Construção.

proposta de alteração de projeto	impacto no PPC
substituição de contravergas e vergas moldadas <i>in-loco</i> por pré-moldadas (Figura 74 e Figura 75)	eliminação do grauteamento nestas etapas, evitando interrupções na elevação para assentamento de canaletas, colocação da armação e necessidade de produção e transporte de graute (atividades de fluxo)

Fonte: adaptada de Silva (2012).

À esquerda, a autora apresenta as sugestões de alterações para racionalizar a forma de execução da alvenaria e, à direita, ela cita os impactos destas alterações no planejamento do processo para construção.

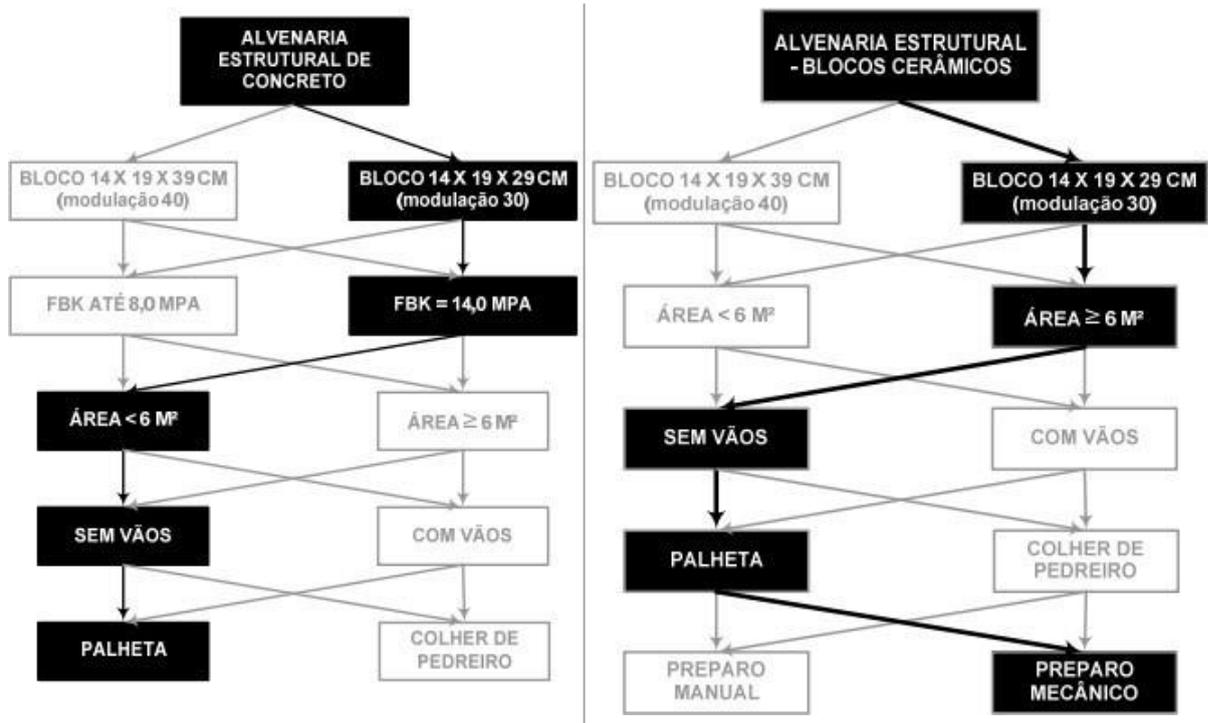
25 Ontologia em paredes de alvenaria

Com o objetivo de melhor desenvolver cada etapa da construção de paredes de alvenaria e induzir a melhorias no sistema construtivo, é necessário apresentar as informações relativas à paredes de alvenaria de forma sistemática. É importante o entendimento de cada atividade a ser executada, para que se possa ter uma visão crítica sobre elas e estas possam ser desenvolvidas da forma mais apropriada.

Entender o ciclo da construção - processos, fases e elementos envolvidos - permite a elaboração de projetos mais detalhados, maior precisão na especificação e quantificação de materiais, possibilita a verificação mais efetiva de padrões de qualidade e gera maior industrialização do processo construtivo.

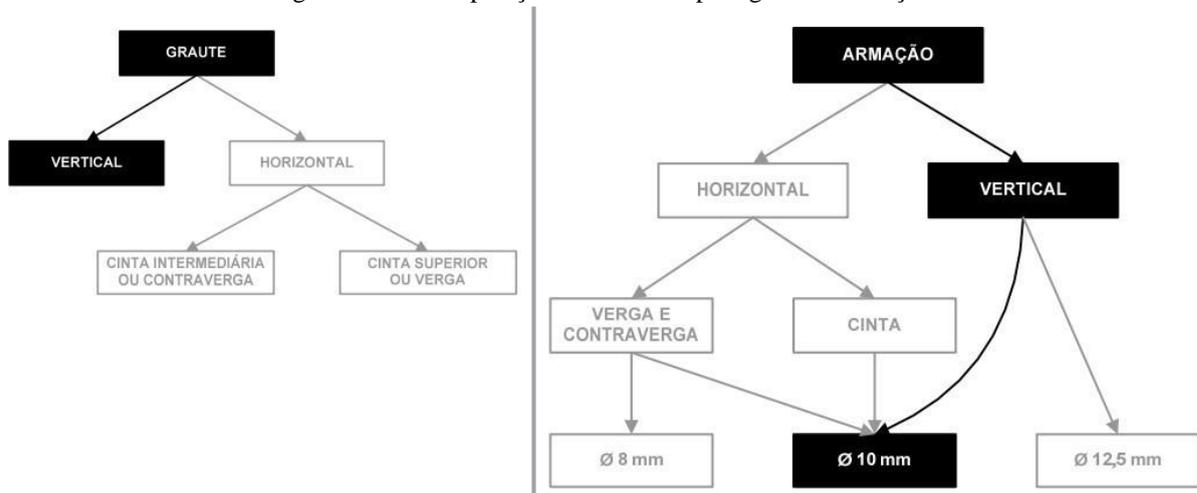
Diante disso, surge a necessidade de uma lógica para a organização de todo o conhecimento relativo às paredes de alvenaria. O SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) tem uma proposta de organização das informações relativas à construção civil. Apesar de o sistema apresentar essa organização de forma didática, é deficiente de informações para alguns tópicos, pois o seu foco está na determinação de quantitativos para o cálculo de indicadores, como por exemplo, de custo. As Figuras 2-9 e 2-10 contém as informações tratadas pelo SINAPI sobre alvenaria estrutural, um dos tópicos principais deste trabalho.

Figura 2-9 - Composições do SINAPI para alvenaria estrutural.



Fonte: Caixa Econômica Federal (2016).

Figura 2-10 - Composições do SINAPI para graute e armação.



Fonte: Caixa Econômica Federal (2016).

Avaliando as Figuras 2-9 e 2-10, é possível notar que a composição do SINAPI não apresenta tópicos sobre alvenaria estrutural considerados importantes por diversos autores, como amarração entre paredes, juntas, juntas de controle, verga, contraverga, além de não mencionar as ferramentas ou equipamentos necessários para execução da alvenaria, as verificações que devem ser aplicadas e formas de racionalizar o sistema construtivo.

A norma NBR 15965 - ABNT (2011), Sistema de classificação da informação da construção, também apresenta uma proposta de padronização das informações relativas à construção civil, a qual é bem abrangente. A norma divide os dados em seis grandes classes (Figura 2-11) e cada uma trata sobre um tópico relativo à construção (Características dos objetos, processos, recursos, resultados da construção, unidades e espaços da construção, informação da construção). Cada classe é, ainda, dividida em subclasses, que especificam mais informações sobre cada tópico (p.ex. materiais e propriedades).

Figura 2-11 - Estrutura de classes proposta pela NBR 15965-ABNT.

Tabela 1 – Estrutura de classes

Identificador de grupo	Tema	Assunto	Identificador do assunto	Classificação
0	Características dos objetos	Materiais	M	0M
		Propriedades	P	0P
1	Processos	Fases	F	1F
		Serviços	S	1S
		Disciplinas	D	1D
2	Recursos	Funções	N	2N
		Equipamentos	Q	2Q
		Componentes	C	2C
3	Resultados da construção	Elementos	E	3E
		Construção	R	3R
4	Unidades e espaços da construção	Unidades	U	4U
		Espaços	A	4A
5	Informação da construção	Informação	I	5I

Fonte: NBR 15965 - ABNT (2011).

A norma propõe, ainda, uma estrutura de códigos para itemizar os grupos, componentes, etapas, funções, tipos e subtipos deste sistema proposto, como mostra a Figura 2-12.

Figura 2-12 - Estrutura de identificadores proposta pela NBR15965 - ABNT.

Tabela 2 – Estrutura de identificadores

Tabela	Nível1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
0M	00	00	00	00	00	00
0P	01	01	01	01	01	01
	02	02	02	02	02	02
1F	até	até	até	até	até	até
1S						
1D						
2N	até	até	até	até	até	até
2Q						
2C						
3E	até	até	até	até	até	até
3R						
4U	até	até	até	até	até	até
4A						
5I	99	99	99	99	99	99

O código 99 sempre é reservado para a entrada “outros”.

Fonte: NBR 15965 - ABNT (2011).

Apesar da proposta apresentada na Figura 2-12, de uma estrutura de códigos para “nomear” os itens, não fazer parte do escopo deste estudo, a forma como a norma dividiu as informações relativas à construção - em classes e subclasses (Figura 2-11) - se aproxima bastante da proposta deste trabalho. No entanto, ela trata de tópicos que não estão entre os apresentados nesta pesquisa, como unidades e espaços da construção. Além do mais, a norma não trata de tópicos considerados imprescindíveis quando se trata de alvenaria, como fatores de racionalização, controle da qualidade, especificações de projeto e gestão do abastecimento de recursos.

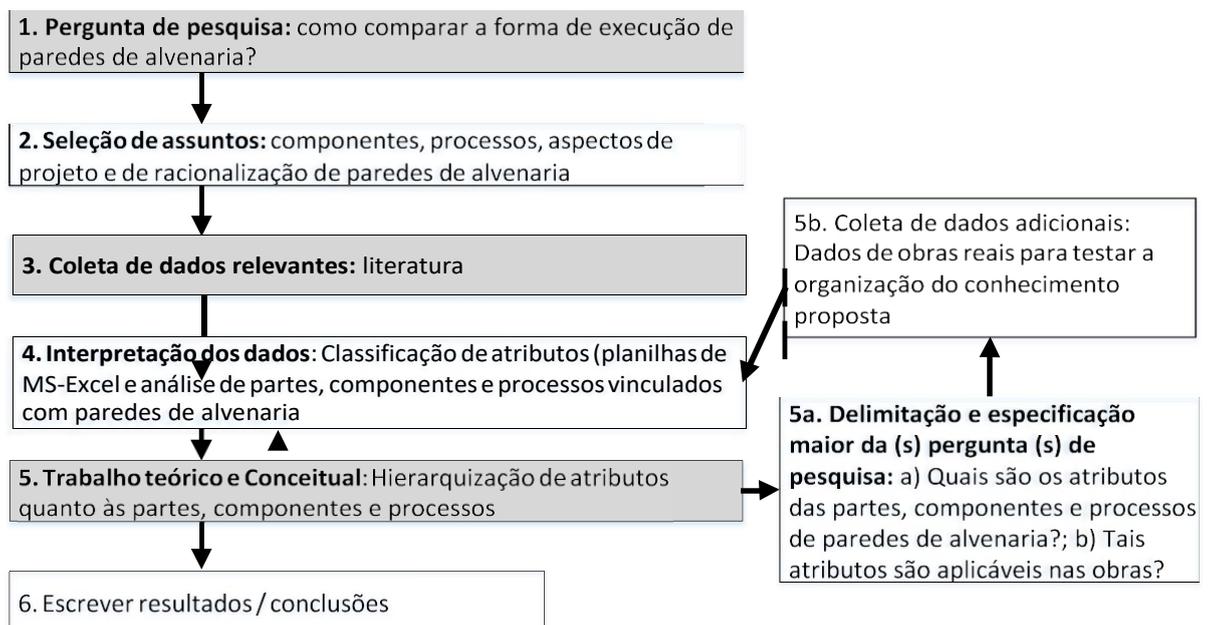
3 MÉTODO

Para descrever o método de elaboração do presente trabalho, utilizou-se da estruturação proposta por Bryman (2008). Para tal autor, a elaboração uma metodologia de pesquisa qualitativa pode ser descrita em seis passos. Tais passos incluem: a) Perguntas de pesquisa genéricas, b) Seleção de local relevante (s) e assuntos, c) Coleta de dados relevantes, d) Interpretação dos dados, e) Trabalho teórico-conceitual, e f) Escrever resultados e conclusões.

Os passos 1 a 3 referem-se à seleção de dados e informações adequadas para o desenvolvimento da pesquisa. Os passos 4 e 5 referem-se às comparações e hierarquizações das informações coletadas; incluindo etapas de coletas de dados adicionais para complementar ou fundamentar as análises realizadas. Finalmente, Bryman (2008) recomenda escrever os resultados, contendo informações compatíveis com aquelas das etapas anteriores.

A Figura 3-1 resume, em função daqueles de Bryman (2008), os passos que compõem a metodologia desenvolvida neste trabalho.

Figura 3-1 - Passos da metodologia de Bryman.



Fonte: a autora, a partir de Bryman (2008).

Em função de tais passos, a seguir, relata-se como este TCC foi elaborado.

a) Perguntas de pesquisa genéricas e b) Seleção de local relevante (s) e assuntos

A autora da presente pesquisa estudou um ano na Alemanha e, posteriormente, fez um estágio de três meses em uma construtora de grande porte nesse país. Ao voltar ao Brasil e buscar um tema para seu TCC, durante a escolha do mesmo, emergiu a possibilidade de

aproveitar um pouco da sua experiência no exterior e comparar, por exemplo, algum estágio que diferencie a forma em que ambos países constroem.

Para tanto entrou-se em contato com o chefe da obra na qual a autora estagiou na Alemanha. Com as informações por ele encaminhadas (principalmente fotos dos diferentes estágios da obra), não foi identificado nenhum sistema construtivo muito diferente dos que são empregados no Brasil, no entanto, identificou-se como um serviço bastante frequente, naquelas obras, a execução de paredes de alvenaria. Nesse ponto, surgiu a ideia de entender quão diferente era a forma de executar a alvenaria entre ambos os países.

Em paralelo, informações sobre a construção com alvenaria de vedação e estrutural no Brasil foram procuradas. Neste sentido, a autora buscou bibliografias sobre alvenaria no Brasil, na Alemanha e também estabeleceu contato com um professor e um engenheiro, ambos alemães.

Nesse aspecto surgiu a pergunta de pesquisa: como comparar a forma de execução de paredes de alvenaria?

À medida que as bibliografias eram lidas, notou-se que alguns componentes, processos, aspectos de projeto e de racionalização eram recorrentes nas citações dos autores. Estes tópicos, então, receberam foco durante a pesquisa e, baseando-se neles, foi preciso buscar mais informações nas bibliografias e solicitar dados aos engenheiros e professor da Alemanha.

Em um momento, a autora estava provida de várias bibliografias que tratavam sobre esses tópicos “principais”, mas estas os apresentavam de forma despadronizada, com nomenclaturas diferentes, divergências nas informações e algumas informações estavam dispersas na bibliografia ou era necessário ler mais de uma bibliografia para obter todas as informações que caracterizavam um só tópico.

c) Coleta de dados relevantes

Foi necessário, então, começar a organizar as informações, tanto do Brasil, quanto da Alemanha. Primeiramente, estas foram organizadas em forma de texto, conforme Figura 3-2, porém, desta maneira, não ficava fácil visualizar o processo de execução da alvenaria. Não eram encontradas categorias para separar os dados de forma lógica e de simples entendimento.

Figura 3-2 - Tentativa de organização das informações em forma de texto.

Elevação da alvenaria:

Assentamento

2.1 Na direção horizontal, o alinhamento é dado pela fiada da demarcação. Para as próximas fiadas, são assentados os componentes das extremidades, pelos quais deve-se facear a linha. Uma face da alvenaria deve seguir o alinhamento e do outro lado ficam as imperfeições (a escolha da face dependerá do revestimento que irá receber).

2.2 Após o alinhamento, assentar os blocos

2.3 Seguir para a fiada superior e assim sucessivamente até que se atinja uma abertura ou se termine a alvenaria. Ao atingir-se uma altura que dificulte a continuação do serviço, deve-se posicionar cavaletes metálicos com suporte metálico ou de madeira.

2.4 As juntas horizontais devem ter espessura de 10 a 12 mm (correta espessura das juntas horizontais que deve ser de 8 mm a 14 mm – Programa QUALIHAB) Aplicá-las, de preferência, com bisnaga ou meia cana (mais eficiente). A argamassa não deve ser espalhada por uma fiada muito extensa para posterior colocação de vários blocos. As juntas devem ser moldadas no momento do assentamento.

2.5 Não aplicar junta vertical (será?), somente na união com pilares ou outras paredes.

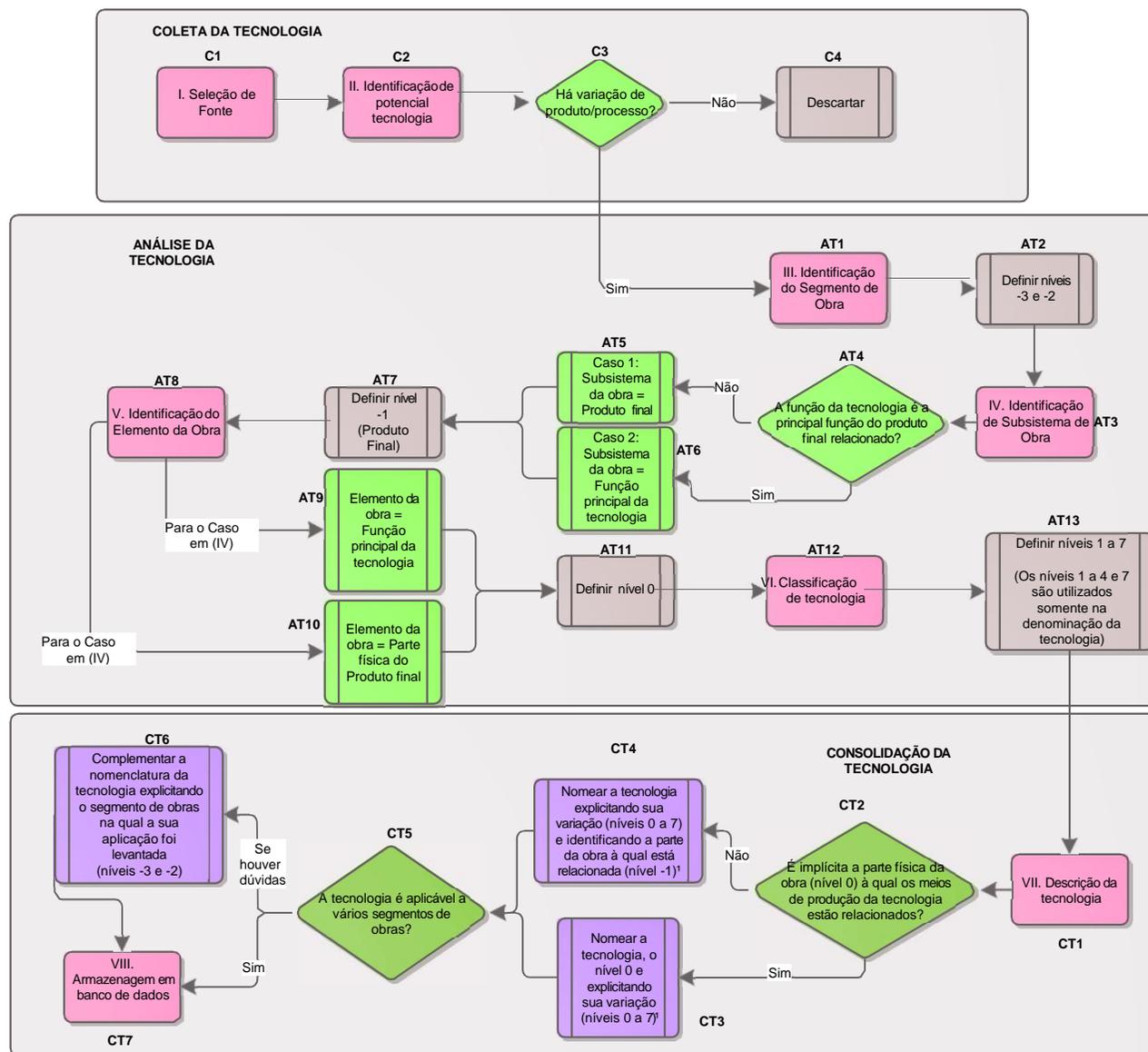
Fonte: a autora.

O orientador de presente trabalho recomendou que fosse elaborado uma planilha, a qual foi elaborada em MS-Excel. Nela foram fixados os tópicos recorrentes nas bibliografias e a eles foram atribuídas as informações encontradas nas diferentes bibliografias. No entanto, ainda não havia uma categorização estabelecida.

d) Interpretação dos dados e e) Trabalho teórico-conceitual

Para tanto, seguiu-se a metodologia de Cardoso et al. (2010), elaborada para identificar tecnologias construtivas, separando-as em componentes e processos e para caracterizá-las de acordo com seus atributos (p.ex. ferramentas, especificações de projeto, etc.). Seguindo o fluxograma proposto pela metodologia (Figura 3-3), foi possível separar as tecnologias presentes durante a execução de paredes de alvenaria, que são mais recorrentes nas bibliografias, em componentes (partes) (p.ex. juntas, contraverga, fixação, etc.) e processos (p.ex. marcação da primeira fiada, verificação do prumo, etc.).

Figura 3-3 -Método de identificação de tecnologias de produção utilizadas em obras de construção pesada



VARIÁVEIS	
NÍVEL	DESCRIÇÃO
-3	Segmento de Obra
-2	Tipo de Segmento de Obra
-1	Subsistema da Obra
0	Elemento da Obra
1	Tipo de Elemento da Obra
2	Local de produção
3	Operações
4	Material/Produto
5	Grau de mecanização
6	Máquinas e equipamentos
7	Técnica/Método/ Processo Construtivo

Fonte: Adaptado de Cardoso et al. (2010).

*Não é necessário utilizar todos os níveis e sua ordem pode variar.

Era necessário, então, selecionar os atributos que caracterizariam estes componentes e processos. Os atributos propostos por Cardoso et al. (2010), ilustrados na Figura 3-3, não se encaixavam com aqueles da alvenaria. Precisava-se de atributos próprios para a alvenaria. Para tanto, a lógica proposta por Cardoso et al. (2010).

Na planilha, a autora começou a nomear os atributos de modo que pareciam pertinentes e frequentes para organizar as informações sobre os componentes e processos. Foram coletadas mais informações para preencher as lacunas sobre esses atributos. As informações começaram a ficar organizadas.

Enquanto isso, as informações da Alemanha vinham de forma lenta e incompletas. Com a quantidade de informações que havia sido levantada sobre alvenaria no Brasil, notou-se que não seria possível coletá-las na mesma proporção na Alemanha em 6 meses. Decidiu-se, então, deixar a comparação das formas de executar a alvenaria no Brasil e na Alemanha de lado.

Em paralelo, à medida que a planilha foi sendo abastecida de informações sobre a execução de alvenaria no Brasil, notou-se que, esta planilha que estava sendo montada para estabelecer comparação com a Alemanha, na verdade, servia para organizar as informações sobre as paredes de alvenaria e as unificavam em um só documento. Como foi arbitrado por não estabelecer mais a comparação com a Alemanha, decidiu-se focar nesta tarefa: **organizar o conhecimento relativo à execução de paredes de alvenaria.**

A dificuldade em categorizar algumas informações se mantinha. Era difícil detectar em qual atributo alguns dados se encaixavam. Além do mais, alguns atributos estavam com definição relativa, não clara. Em função disso, a partir dos dados contidos na planilha, foi feita uma análise da forma de execução dos componentes e processos e de suas características e levantadas categorias em comum para a maioria deles, conforme ilustram alguns exemplos das Figura 3-4 e 3-5.

Figura 3-4 - Análise das partes e componentes de paredes de alvenaria.



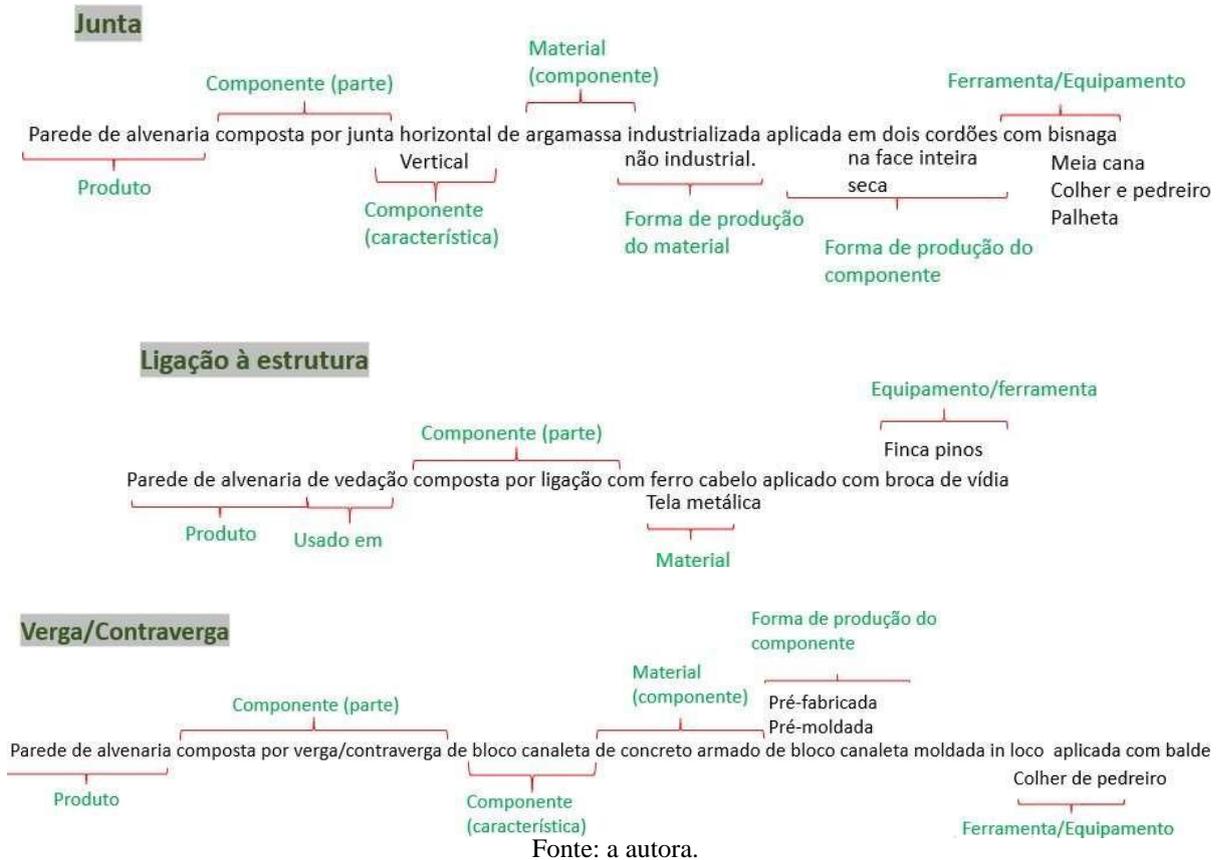
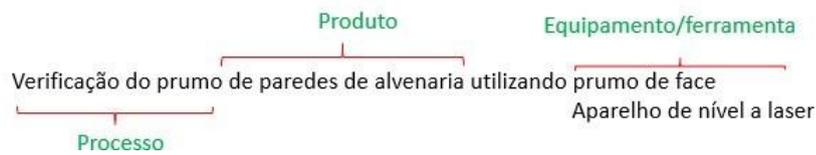
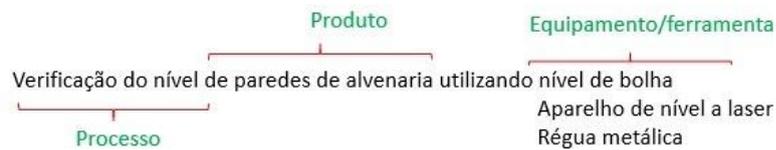


Figura 3-5 - Análise dos processos de paredes de alvenaria.

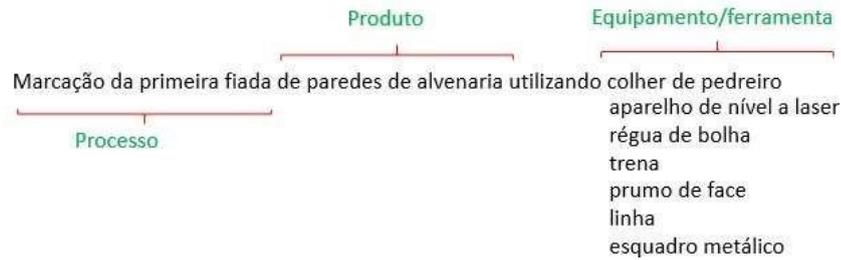
Verificação do prumo



Verificação do nível



Marcação da primeira fiada

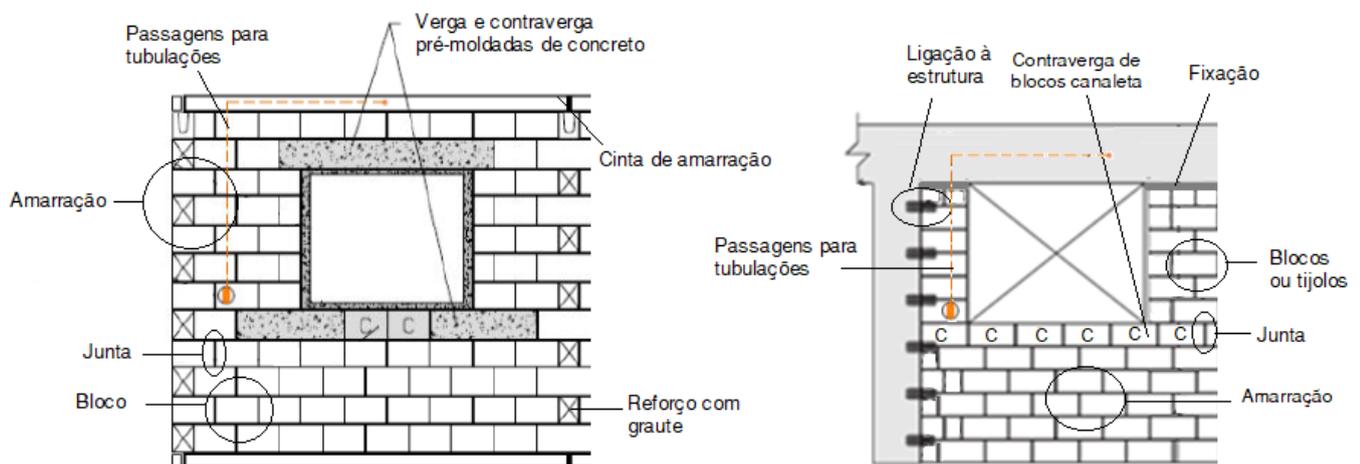


Fonte: a autora.

Posteriormente estas categorias levantadas para as partes e componentes e processos (p.ex. ferramentas/equipamentos, forma de produção do componente, características do componente, etc.) foram comparadas. Com esta comparação, foram identificadas categorias que caracterizavam a maioria das partes, componentes e processos. Essas categorias foram, então, selecionadas para serem os atributos que qualificam os componentes e processos. Atributos não expressamente definidos na literatura sobre paredes de alvenaria (que não foram identificados como atributos durante as análises contidas nas Figuras 3-4 e 3-5) foram acrescentados por serem considerados imprescindíveis para caracterizar as partes, componentes e processos. Entre outros, por exemplo: controle de qualidade, especificação de projeto e técnicas de execução. Com os atributos definidos, buscando caracterizá-los adequadamente, levantou-se mais informações nas bibliografias já obtidas e em novas, incluindo informações técnicas e projetos de domínio público do IFSC e da Central de Projetos da Associação Mato-grossense dos Municípios. Também foi realizada visita em campo para entrevista com o mestre da obra.

Entre as informações empregadas, utilizou-se esquematizações das partes das paredes de alvenaria encontradas na literatura, conforme Figura 3-6.

Figura 3-6 – Componentes e partes de paredes de alvenaria estrutural e de vedação, respectivamente.



Fonte: adaptada de Silva (2012) e adaptada de Silva (2006).

Como resultado, essas informações dos textos foram sintetizadas e foram montados dois quadros, um para partes e componentes e outro para processos, que apresentam as informações relativas à paredes de alvenaria de forma direta, simples e unificada.

Para testar funcionalidade dos quadros, visitou-se uma obra, onde foi feita uma entrevista com o mestre de obras, funcionário da construtora contratada. A obra escolhida para análise é onde a autora realiza seu estágio obrigatório. Esta se localiza no município de Governador Celso Ramos, na praia de Palmas. É uma residência de alto padrão, com 556m², de estrutura em concreto armado, com paredes de vedação em alvenaria. No canteiro, com auxílio dos quadros 4-31, 4-32, 4-33, 4-34, 4-35 e 4-36 foi feita uma comparação da forma de construção de paredes de alvenaria em canteiro com a maneira como sugere a bibliografia.

4 RESULTADO: SISTEMATIZAÇÃO DAS PARTES, COMPONENTES E PROCESSOS VINCULADOS COM A ALVENARIA

Este capítulo contém a sistematização do conhecimento sobre a execução de paredes de alvenaria – de vedação ou estrutural. As partes, componentes e processos foram, de forma padrão e organizada, caracterizados de acordo com seus atributos.

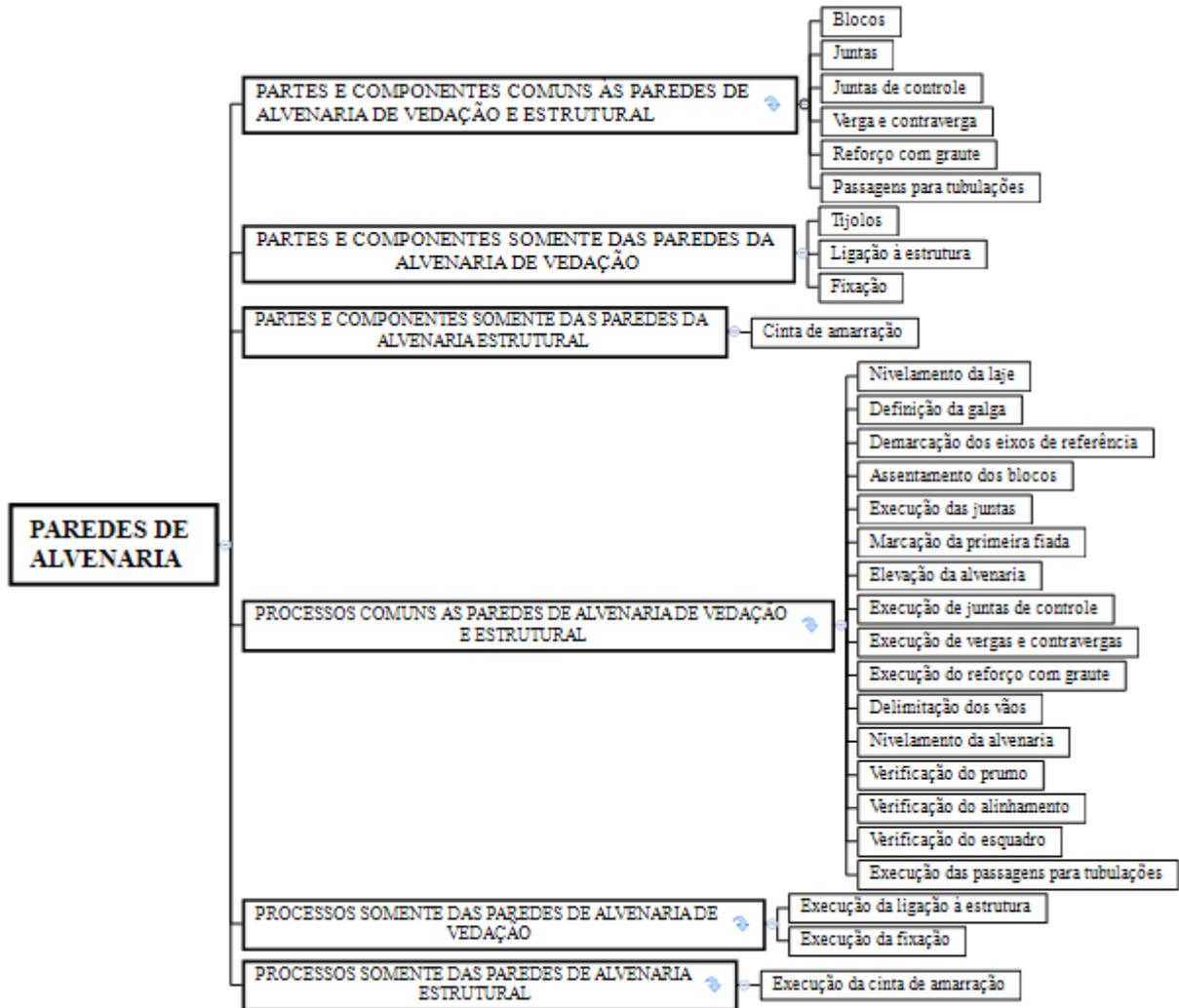
O tópico 4.1 contém o Glossário 1, que apresenta as definições das partes, componentes e processos vinculados a paredes de alvenaria, e o Glossário 2, com as definições dos principais itens relacionados com paredes de alvenaria.

Posteriormente, no tópico 4.2, são apresentadas as partes e componentes comuns às paredes das alvenarias de vedação e estrutural. Já o tópico 4.3 contém as partes e componentes presentes somente na alvenaria de vedação. De forma análoga, o tópico 4.4 contém as partes e componentes presentes somente na alvenaria estrutural.

O tópico 4.5 contém os processos comuns às paredes das alvenaria de vedação e estrutural. Em seguida, no tópico 4.6, os processos presentes somente em alvenarias de vedação são apresentados. O tópico 4.7 contém os processos presentes somente em alvenariaestrutural.

Para um melhor entendimento das estruturação dos tópicos acima apresentados, é possível consultar a Figura 4-1. Esta ilustra a forma como as informações sobre as parte, componentes e processos das alvenarias de vedação e estrutural estão organizados neste trabalho.

Figura 4-1 – Partes, Componentes e Processos vinculados às paredes de alvenaria.



Fonte: a autora (2019).

Estas partes, componentes e processos são caracterizadas através dos atributos presentes no subtópicos dos tópicos a cima apresetados.

4.1 GLOSSÁRIO DAS PARTES, COMPONENTES E PROCESSOS VINCULADOS A PAREDES DE ALVENARIA

Segue, no Glossário 1, as definições das partes, componentes e processos estudados neste trabalho.

Glossário 1 - Glossário dos componentes, partes e processos vinculados a paredes de alvenaria.

Partes e componentes	Definição	Fonte
Blocos cerâmicos	Componentes da alvenaria de vedação ou estrutural que possuem furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm.	ABNT NBR 15270-1 (2005).
Blocos de concreto	Componentes de alvenaria de vedação ou estrutural cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.	NBR 6136 - ABNT (1994).
Tijolos cerâmicos	Componentes maciços, que possuem todas as faces plenas de material, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área.	NBR 7170 - ABNT (1983).
Juntas de argamassa	Componente utilizado na ligação dos blocos.	NBR 15812-1 - ABNT (2010).
Juntas de controle	Juntas verticais de controle de fissuração em elementos de alvenaria, com a finalidade de prevenir o aparecimento de fissuras provocadas por: variação de temperatura, expansão, variação brusca de carregamento e variação da altura ou da espessura da parede.	NBR 15812-1 - ABNT (2010).
Amarração direta	Padrão de ligação de paredes por intertravamento de blocos, obtido com a interpenetração alternada de 50 % das fiadas de uma parede na outra ao longo das interfaces comuns.	NBR 15812-1 - ABNT (2010).
Amarração indireta	Padrão de ligação de paredes com junta vertical a prumo em que o plano da interface comum é atravessado por armaduras normalmente constituídas por grampos metálicos devidamente ancorados em furos verticais adjacentes grauteados ou por telas metálicas ancoradas em juntas de assentamento.	NBR 15812-1 - ABNT (2010).
Ligação à estrutura	União entre alvenaria e componentes da estrutura obtida mediante o emprego de materiais e disposições construtivas particulares. No caso da ligação, o componente da estrutura é o pilar.	NBR 8545- ABNT (1984).
Verga	Viga alojada sobre abertura de porta ou janela e que tenha a função exclusiva de transmissão de cargas verticais para as paredes adjacentes às aberturas.	NBR 15812-1 - ABNT (2010).
Contraverga	Elemento estrutural colocado sob o vão de abertura com a função de redução de fissuração nos seus cantos.	NBR 15812-1 - ABNT (2010).
Reforço com graute	Componente utilizado para preenchimento de espaços vazios de blocos, com a finalidade de solidarizar armaduras à alvenaria ou aumentar sua capacidade resistente.	NBR 15812-1 - ABNT (2010).
Fixação	União entre alvenaria e componentes da estrutura obtida mediante o emprego de materiais e disposições construtivas particulares. No caso da fixação, o componente da estrutura é a viga. É também conhecida como Respaldo	NBR 8545- ABNT (1984). Roman (2003).
Cinta de amarração	Elemento estrutural apoiado continuamente na parede, ligado ou não às lajes, vergas ou contravergas.	ABNT/CB-02 (2010).
Passagens para tubulações	Caminhamentos para passagem de canos e eletrodutos mediante embutimento nos furos dos blocos, rasgos na alvenaria, construções de <i>shafts</i> , uso de forros, contrapiso ou de blocos hidráulicos e elétricos.	Thomaz et al. (2009).
Nivelamento da laje	Verificação de desníveis na laje e sua correção, caso sejam superiores a 3 cm,.	Roman et al. (1998)
Vilat´ Marcação dos eixos de referência	Eixos ortogonais marcados sobre a laje que servem de referência para a marcação da primeira fiada.	Roman et al. (1998).
Definição da galga	Definição da altura das fiadas da alvenaria.	Roman et al. (1998).
Marcação da primeira fiada	Assentamento da primeira fiada de todas as paredes que compõem um andar da obra.	Roman et al. (1998).

Elevação da alvenaria	Assentamento da segunda fiada e prossegue até a fixação da parede.	Sabbatini et al. (2013).
Delimitação dos vãos	Delimitação das aberturas na alvenaria relativas a vãos, principalmente, para esquadrias.	Definição proposta pela autora.
Verificação do nível	Verificação do alinhamento da parede horizontal.	ABNT/CB-02 (2010).
Verificação do prumo	Verificação do alinhamento da parede vertical.	ABNT/CB-02 (2010).
Verificação do alinhamento	Verificar se os blocos estão assentados na mesma direção e na direção dos elementos estruturais.	Sabbatini et al. (2013).
Verificação do esquadro	Verificação da ortogonalidade das paredes e requadro dos vãos.	Sabbatini et al. (2013).

Segue, no Glossário 2, as definições dos atributos selecionados para caracterizar as partes, componentes e processos. Algumas definições estão de acordo com bibliografias, outras de acordo com o senso comum, e foram julgadas apropriadas pela autora para caracterizar certos itens.

Glossário 2 - Definições dos principais itens relacionados com paredes de alvenaria.

Item	Definição	Fonte
Produto	Resultado final. No estudo em questão, é a parede de alvenaria.	Proposto pela autora
Partes e Componentes	Unidade integrante de determinado elemento do edifício, com forma definida e destinada a cumprir funções específicas (ex.: blocos, junta, verga, etc.).	NBR 15575-1 - ABNT (2008).
Processo	Efetivação de uma atividade que faz parte da construção (ex.: nivelamento da laje, demarcação da galga, demarcação do eixo de referência, etc.).	Proposto pela autora
Material	Produto cuja correspondência com funções específicas é determinada apenas na ocasião da sua aplicação no edifício (ex.: areia, cimento, concreto, tinta, etc.).	Salim Neto (2009)
Característica do componente	Propriedade ou qualidade do componente relevante para esta abordagem sistêmica (ex.: blocos podem ser modulares ou não).	Proposto pela autora
Forma de produção do material	Material produzido no canteiro de obras, de forma artesanal, ou produzido em indústria (ex.: concreto usinado ou produzido no canteiro de obras).	Proposto pela autora
Forma de produção do componente	Componente produzido ou moldado no canteiro de obras, de forma artesanal, ou produzido em indústria (ex.: blocos industrializados ou produzidos no canteiro de obras de forma artesanal).	Proposto pela autora
Etapas da produção	Atividades que ocorrem durante o processo de manufatura, podendo incluir recebimento, armazenamento e transporte de materiais, quando necessário. Estas etapas foram baseadas no fluxograma de processos apresentado por Silva (2012), presente na Figura 2-6 (ex: Quadro 4-1 – Ficha CP01: Blocos).	Silva (2012)
Técnica construtiva	Necessariamente, entre as etapas da produção, está a própria execução do componente ou do processo, e esta forma de execução será chamada de técnica construtiva – que é o conjunto de procedimentos (atividades, operações) adotados por um operário (de construção) para produzir algo.	Sabbatini (1989)
Ferramentas/ Equipamentos	Utensílios ou dispositivos utilizados na preparação ou aplicação da técnica (ex: Colher de pedreiro, bisnaga, meia cana e palheta).	Proposto pela autora
Controle de qualidade	Especificações exigidas do produto final ou medidas tomadas para melhorar a técnica e o produto (ex.: as juntas horizontais de argamassa devem ter espessura de 10 a 12mm).	Proposto pela autora

Especificações de Projeto	Especificações do componente que devem ser apresentadas em projeto para garantir que as soluções adotadas tenham sido suficientemente abordadas e detalhadas de modo a garantir que a execução ocorra de forma contínua, sem alterações e improvisos (ex.: sobre juntas, o projeto deve apontar a espessura, o tipo de argamassa que será utilizada (industrializada ou não), a resistência específica da argamassa, o traço, o equipamento a ser utilizado para rejuntamento e como será procedida a cura da argamassa).	Proposto pela autora
---------------------------	---	----------------------

Fonte: a autora (2019)

4.2 PARTES E COMPONENTES COMUNS ÀS PAREDES DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO E ESTRUTURAL

4.2.1 Blocos

4.2.1.1 Material do componente

Neste trabalho, são abordados blocos cerâmicos e de concreto.

4.2.1.2 Características do componente

Os blocos de concreto e cerâmica podem ser modulares (PENTEADO; MARINHO, 2011).

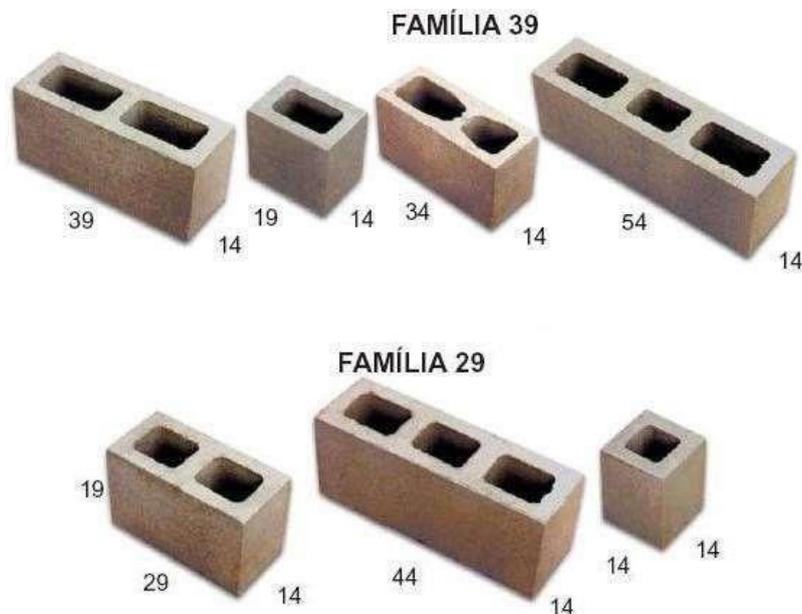
Rodrigues (2013) explica que os blocos modulares são separados em famílias, com diferentes dimensões e formatos. As famílias de blocos mais utilizadas no Brasil são a família 29 e a família 39, conforme ilustra a Figura 4-2. Utilizar a família 29 é projetar usando a unidade modular 15 e seus múltiplos, onde 14cm é a medida do bloco mais 1cm da espessura da junta. O bloco sempre terá 14cm de largura e seu comprimento será múltiplo da sua largura. A família 29 é composta de três elementos básicos: o bloco B29 (14x19x29cm), o bloco B14 (14x19x19cm) e o bloco B44 (44x19x14cm).

A família 39 é projetada com unidade modular 20 (19cm da medida do bloco e 1cm da espessura da junta). A família 39 é composta de três elementos básicos: o bloco B39 (Lx19x39 cm); o bloco B19 (Lx19x19 cm) e o bloco B54 (Lx19x54 cm) e, para todos os três elementos básicos a largura é variável, com 14cm ou 19cm. Uma vez que seu comprimento nominal não é um múltiplo inteiro de sua largura nominal, a família de blocos 39, apesar de muito utilizada no Brasil, não atende apropriadamente o conceito modular. Quando as medidas não são múltiplas, a modulação é “quebrada” e para compensá-la, é preciso utilizar elementos compensadores, como, por exemplo, a “bolacha” ou ainda blocos cortados, para ajustar às paredes às cotas. Além disso, os blocos da família 39 são demasiadamente pesados, o que dificulta o assentamento e diminui a produtividade.

As diferentes peças se adequam a determinadas proposições do projeto e são montados como se fosse por encaixe. *“Estes blocos são confeccionados em fábricas, possuindo regularidade geométrica e qualidade portante superior, comparada aos blocos convencionais”* (RODRIGUES, 2013).

Penteado; Marinho (2011) confirmam a importância da modulação dos blocos para a racionalização ao explicar que *“os blocos modulares viabilizam uma construção limpa e com menor quantidade de resíduos e entulho, uma vez que a estrutura de perfeito encaixe facilita os cálculos, reduzindo a quantidade de cortes, eliminando assim a necessidade de pregos, arames e furos na parede”*.

Figura 4-2 - Famílias de blocos.



Fonte: Lume (2019).

4.2.1.3 Forma de produção do componente

Os blocos são componentes industrializados, produzidos em máquinas que vibram e prensam. Em algumas fábricas, muitas das fases do processo de industrialização são automatizadas. O processo envolve a moldagem em moldes com as dimensões pré-estabelecidas.

A industrialização dos componentes é uma forma de racionalização, segundo Sabbatini (1989), pois é uma evolução dos meios de produção na construção civil em busca de maior produtividade. Além disso, no processo industrializado, com o maior controle da produção, obtém-se um material de melhor qualidade. Segundo Penteado; Marinho (2011), os blocos são bem conformados, isentos de saliências ou reentrâncias anormais, rachas ou fissuras.

4.2.1.4 Gestão do abastecimento de recursos

O Quadro 4-1 contém a ficha PC01: Blocos, que explica as etapas de recebimento, armazenamento e transporte dos blocos.

A nomenclatura das fichas, PC, foi um código dado às fichas das Partes e Componentes, com uma numeração para ordená-las.

Quadro 4-2 - Ficha PC01: Blocos	
Recebimento	No momento do recebimento, deve ser feita a inspeção visual dos blocos, onde são inspecionadas as dimensões e as irregularidades. Verificar as características geométricas, mecânicas e físicas dos blocos (NBR 6136 - ABNT, 2014), (NBR 15812-2 - ABNT, 2010). Devem, preferencialmente, estar paletizados (THOMAZ et al., 2009).
Armazenamento	Os blocos devem ser descarregados em uma superfície plana e nivelada que garanta a estabilidade da pilha. Devem ser protegidos da chuva, da umidade e outros elementos que venham a prejudicar o desempenho da alvenaria (ABNT/CB-02, 2010), (NBR 15812-2 - ABNT, 2010). Os blocos devem ser armazenados paletizados, em no máximo dois níveis.
Transporte	Para pequenas distâncias, os blocos devem ser transportados em paletes por carrinho porta-paletes. Para distâncias maiores, transportá-los, também em paletes, usando grua, guindaste ou empilhadeira.

Fonte: a autora (2019).

4.2.1.5 Controle de qualidade

Para blocos cerâmicos, para alvenaria de vedação e estrutural, a ABNT NBR 15270-1 (2005) e ABNT NBR 1520-2 (2005) estabelecem que os blocos devem ter resistência individual à compressão superior à 3,0Mpa, considerando que os ensaios foram realizados com os blocos dispostos com furos na vertical, como recomenda-se que sejam assentados. O limite de absorção de água do bloco, medido através do ensaio de índice de absorção de água, deve estar entre 8 e 22%. Quanto as tolerâncias dimensionais, a norma especifica:

- Tolerância de desvio dimensional médio: 3mm
- Tolerância de desvio dimensional individual: 5mm
- Tolerância de desvio do esquadro: 3mm
- Tolerância de desvio da planeza: 3mm

O bloco cerâmico não deve apresentar defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam seu emprego na função especificada.

Para blocos de concreto, a NBR 6136 - ABNT (1994), que não os separa em função estrutural ou de vedação, explica que devem apresentar aspecto homogêneo, ser compactos, ter arestas vivas e ser livres de trincas ou imperfeições que possam afetar a resistência e a durabilidade da construção. O limite de absorção de água dos blocos de concreto, medido através do ensaio de índice de absorção de água, é de 10% e devem ter resistência individual à compressão superior

a 3,0Mpa, quando utilizados acima do nível do solo com função estrutural. Quanto às tolerâncias dimensionais, estabelece:

- Tolerância de desvio da largura: 2,0 mm
- Tolerância de desvio da altura e do comprimento: 3,0 mm
- Tolerância de desvio da espessura de parede: 1,0 mm

4.2.1.6 Especificações de projeto

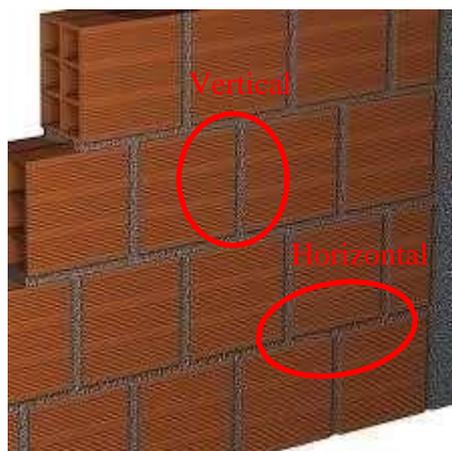
Os blocos são contemplados na paginação. *“Para a sua elaboração, é necessária a compatibilização dos demais projetos da edificação, ou seja, arquitetônico, estrutural e de instalações”* (SILVA et al., 2006). O estudo publicado pelos mesmos autores cita, ainda, que o projeto deve contemplar as famílias de blocos, quando estes forem modulares, e a quantidade que será utilizada. Mazzer (2012) acrescenta que a resistência característica dos blocos também deve ser especificada e, em projetos de alvenaria estrutural, a tensão de prisma (estrutural) deve ser incluída

4.2.2 Juntas

4.2.2.1 Características do componente

As juntas são horizontais ou verticais (THOMAZ et al., 2009), conforme ilustra a Figura 4-3.

Figura 4-3 - Juntas horizontais e verticais.



Fonte: adaptada de Thomaz et al. (2009).

4.2.2.2 Material do componente

Entre outros, Sabbatini et al. (2013) explicam que as juntas horizontais são feitas de argamassa. Complementarmente, Thomaz et al. (2009) explicam que as juntas verticais, quando preenchidas, são, também, de argamassa.

4.2.2.3 Forma de produção do material

De acordo com Thomaz et al. (2009), a argamassa pode ser industrializada ou não, sendo produzida no próprio canteiro de obras. O uso de argamassa industrializada, por aumentar a produtividade e diminuir desperdícios de material, é mais aconselhado.

4.2.2.4 Gestão do abastecimento de recursos

O Quadro 4-2 contém a Ficha PC02: Juntas, que apresenta as etapas de recebimento, armazenamento e transporte dos materiais utilizados nas juntas horizontais e verticais.

Quadro 4-3 - Ficha PC02: Juntas	
Recebimento	Verificar se os sacos de cimento e cal estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Mais detalhes em NBR 11578 - ABNT (1991). Checar a cubagem dos agregados, sua granulometria e se apresentam contaminação. Mais detalhes em NBR 7211 - ABNT (2005). Em caso de uso de argamassa industrializada, verificar se os sacos de argamassa estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Mais detalhes em NBR 13281 - ABNT (2005).
Armazenamento	O cimento e a cal devem ser armazenados em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. Mais detalhes em NBR 11578 - ABNT (1991). Os agregados devem ser separados por baias, em local limpo, sem risco de contaminação. Mais detalhes em NBR 7211 - ABNT (2005). Quando for feito uso de argamassa industrializada, os sacos devem ser armazenados em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. Mais detalhes em NBR 13281 - ABNT (2005).
Transporte	O transporte da argamassa pode ser dentro de caçambas, por grua, guindaste ou por elevador de transporte de materiais. Mais detalhes em NBR 18 - ABNT (2006). Para pequenas distâncias, utilizar jericá.

Fonte: a autora (2019).

4.2.2.5 Controle de qualidade

As juntas horizontais de argamassa devem ter espessura de 10 a 12mm. Para a primeira fiada, porém, a espessura da camada de argamassa poderá ser de 10 a 30mm.

As juntas verticais, de acordo com Thomaz et al. (2009), devem ter espessura de 7 a 13 mm. No encontro pilar-parede, de 10 a 20mm.

Os limites de espessura das juntas devem ser respeitados, pois juntas muito finas não acomodam as movimentações dos blocos, já juntas muito espessas diminuem a resistência da parede aos esforços.

4.2.2.6 Especificações de projeto

Um projeto de reforma elaborado por Neves; Flórido (2012), contendo especificações técnicas, aponta, como informações relevantes sobre juntas verticais e horizontais: a espessura, o tipo de argamassa que será utilizada (industrializada ou não), a resistência específica da argamassa, o traço e o equipamento a ser utilizado para execução da junta.

4.2.3 Juntas de controle

4.2.3.1 Material do componente

As juntas de controle, de acordo com Thomaz et al. (2009), *“podem ainda ser calafetadas com material deformável (poliestireno ou poliuretano expandido.), recebendo externamente selante flexível a base de silicone ou poliuretano”*. Sabbatini et al. (2013) acrescentam que podem ser simplesmente preenchidas com uma argamassa bastante resiliente, recebendo posteriormente um filete de mastique na face externa da alvenaria, de maneira a garantir a estanqueidade da junta.

4.2.3.2 Forma de produção do material

De acordo com Thomaz et al. (2009), a argamassa pode ser industrializada ou não, sendo produzida no próprio canteiro de obras. O uso de argamassa industrializada, por aumentar a produtividade e diminuir desperdícios de material, é mais aconselhado.

O selante e o material deformável (cortiça, poliestireno ou poliuretano expandido) para as juntas de controle são obtidos de forma industrializada.

4.2.3.3 Gestão do recebimento de recursos

O Quadro 4-3 apresenta a Ficha PC03: Juntas de controle, que apresenta as etapas de recebimento, armazenamento e transporte dos materiais utilizados nas juntas de controle.

Quadro 4-4 - Ficha PC03: Juntas de controle	
Recebimento	<p>Se a junta for preenchida com poliestireno ou poliuretano expandido, no recebimento, como outros materiais industrializados, verificar se o produto está na validade ou em bom estado com as especificações de acordo com o que foi solicitado. Igualmente para o selante.</p> <p>Se preenchida com argamassa, verificar se os sacos de cimento e cal estão em bom estado e dentro do prazo de validade.</p> <p>Checar a cubagem dos agregados, sua granulometria e se apresentam contaminação.</p> <p>Em caso de uso de argamassa industrializada, verificar se os sacos de argamassa estão em bom estado e dentro do prazo de validade.</p>

Armazenamento	<p>O poliuretano e o selante devem ser armazenados em local fechado e bem ventilado. Armazene em embalagem original fechada. Proteger do calor e da radiação direta do sol (RENNER COATINGS, 2016).</p> <p>O poliestireno deve ser armazenados em caixas de papelão, em pilhas estáveis, em local bem ventilado. (Alves, 2005).</p> <p>O cimento e a cal devem ser armazenados em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. Mais detalhes em NBR 11578 - ABNT (1991).</p> <p>Os agregados devem ser separados por baias, em local limpo, sem risco de contaminação. Mais detalhes em NBR 7211 - ABNT (2005).</p> <p>Quando for feito uso de argamassa industrializada, os sacos devem ser armazenados em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. Mais detalhes em NBR 13281 - ABNT (2005).</p>
Transporte	<p>O selante e o poliuretano podem ser transportados manualmente. O poliestireno, se em grande quantidade, pode ser transportado em paletes, segundo a Renner Coatings (2016).</p> <p>O transporte da argamassa pode ser dentro de caçambas, por grua, guindaste ou por elevador de transporte de materiais. Mais detalhes em NBR 18 - ABNT (2006).</p> <p>Para pequenas distâncias, utilizar jerica.</p>

Fonte: a autora (2019).

4.2.3.4 Controle de qualidade

Thomaz et al. (2009) explicam que o desvio da posição das juntas de controle em relação ao projeto deve ser menor ou igual a 1cm. O estudo cita, como largura ideal para as juntas de controle, 15 a 20mm.

4.2.3.5 Especificações de projeto

Para juntas de controle, Mazzer (2012) apresenta em projeto especificações como: onde ficarão dispostas as juntas de controle, quais materiais serão utilizados para preenchê-las e selá-las, além da espessura da junta e do selante. Mantuano Netto (2016) explica que, em caso de uso de argamassa, seu traço deve ser informado. O autor cita que é relevante, também, discriminar o diâmetro da barra de ligação e o comprimento do seu transpasse.

4.2.4 Verga e Contraverga

4.2.4.1 Material do componente

Entre outros, Sabbatini et al. (2013) citam, como materiais de verga e contraverga, o concreto ou graute armado.

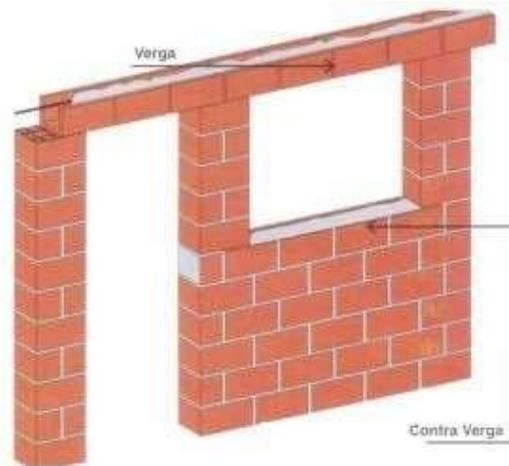
4.2.4.2 Forma de produção do componente

A Caixa Econômica Federal (2017) explica que as vergas e contravergas podem ser moldadas in loco, ser pré-fabricadas ou pré-moldadas no próprio canteiro de obras.

4.2.4.3 Características do componente

As vergas e contravergas moldadas in loco podem ser feitas com formas de madeira, que depois são retiradas, ou com blocos canaleta preenchidos com graute e armados. O bloco canaleta, além de funcionar como forma para o graute, passa a fazer parte do componente, como mostra a Figura 4-4.

Figura 4-4 - Vergas e contravergas moldadas com blocos canaleta.



Fonte: adaptada de Fonseca (2019).

4.2.4.4 Forma de produção do componente

A Caixa Econômica Federal (2017) explica que as vergas e contravergas podem ser moldadas in loco com uso de formas de madeira ou blocos canaleta. Podem, ainda, ser pré-fabricadas ou pré-moldadas no próprio canteiro de obras.

4.2.4.5 Gestão de abastecimento de recursos

O Quadro 4-5 apresenta a ficha PC05: Verga e Contraverga, a qual explica as etapas de recebimento, armazenamento e transporte dos materiais que compõem os diferentes tipos de verga e contraverga: moldadas in loco com forma de madeira, moldadas in loco com blocos canaleta, pré-moldadas ou pré-fabricadas.

Quadro 4-5 - Ficha PC04: Verga e Contraverga				
	Moldada in loco com forma de madeira	Pré-moldada em canteiro	Moldada in loco com bloco canaleta	Pré-fabricada
Recebimento	Verificar se os sacos de cimento e cal estão em bom estado e dentro do prazo de validade.			Devem ser verificadas as dimensões dos elementos e

	<p>Checar a cubagem dos agregados, sua granulometria e se apresentam contaminação. Conferir se as barras de aço não apresentam corrosão e se a quantidade e as bitolas vieram conforme pedido.</p> <p>Se forem utilizados blocos canaleta, estes não devem apresentar fissuras, quebras ou deformações.</p>	<p>distorções. Analisar se há defeitos causados pela forma ou falhas de lançamento e adensamento do concreto. Verificar se há fissuras ou armadura exposta (Mamede, 2001).</p>
Armazenamento	<p>O cimento e a cal devem ser armazenados em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo.</p> <p>Os agregados devem ser separados por baias, em local limpo, sem risco de contaminação.</p> <p>O aço deve ser armazenado separado por bitolas em local coberto, protegido de intempéries e afastado do solo, para que não fique em contato com umidade.</p> <p>Evitar exposição dos blocos canaleta à umidade excessiva.</p> <p>Empilhamento de até 2 m de altura. Se paletizados, é permitido o empilhamento máximo de dois paletes. Mais detalhes em ABNT NBR 15270-1 (2005)</p>	<p>As vergas e contravergas devem ser armazenadas sobre dois apoios, conforme será sua posição final na obra. Se tiverem tamanho reduzido, podem ser paletizadas (Mamede, 2001).</p>
Transporte	<p>Dentro de uma caçamba, o concreto é transportada por grua ou guindaste até o pavimento de execução. Lá, as vergas e contravergas podem ser preenchidas com colher de pedreiro ou balde (SILVA, 2012). Segundo a NBR 18 - ABNT (2006), o transporte pode, ainda, ser por elevador de transporte de material. Segundo a NBR 18 - ABNT (2006), o aço deve ser transportado até o local de uso por grua ou guindaste.</p> <p>É recomendado que os blocos canaleta sejam paletizados, transportados por gruas, guindastes ou, até mesmo, elevador para transporte de materiais.</p>	<p>O transporte das vergas e contravergas deve ser feito por grua ou guindaste (Silva, 2012).</p>

Fonte: a autora (2019).

4.2.4.6 Controle de qualidade

De acordo com Thomaz et al. (2009), vergas e contravergas devem ter transpasse em torno de 20% da largura do vão, avançando no mínimo 20 cm – com tolerância de 20mm a menos. O estudo complementa que as barras de armadura utilizadas em vergas e contravergas devem ter, no mínimo, 6mm de diâmetro e devem estar corretamente posicionadas, de acordo com o projeto.

4.2.4.7 Especificações de projeto

Com a análise dos projetos apresentados por Mazzer (2012), notou-se que estes devem contemplar a forma de produção da verga e da contraverga, seus posicionamentos, o tamanho do apoio lateral, a taxa de armadura, a bitola da armadura e a resistência do concreto.

4.2.5 Reforço com graute

4.2.5.1 Material do componente

Nos pontos de graute, ilustrado na Figura 4-5, são posicionadas as armaduras nas prumadas dos blocos e o vazio é, posteriormente, preenchido com graute. O graute é também

conhecido como micro-concreto, por ter a mesma composição do concreto - cimento, areia, brita, água -, porém, em dosagem diferentes.

Figura 4-5 – Reforço com graute.



Fonte: Bigi (2009).

4.2.5.2 Forma de produção do material

O graute pode ser obtido de forma industrializada, sendo a maneira mais aconselhada, por aumentar a produtividade e diminuir desperdícios de material, no entanto, Silva (2012) afirma que, se o graute for utilizado em pequena quantidade na obra, para restrição de custo, ele deve ser produzido com betoneira no próprio canteiro.

As armaduras devem ser, preferencialmente, já obtidas cortadas e dobradas.

4.2.5.3 Gestão de abastecimento de recursos

O Quadro 4-6 contém a ficha PC06: Pontos de graute, a qual apresenta as formas de recebimento, armazenamento e transporte dos materiais utilizados na execução do graute.

Quadro 4-6 - Ficha PC05: Reforço com graute	
Recebimento	Se for utilizado graute industrializado, verificar se os sacos de graute estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Caso o graute seja produzido em canteiro, verificar se os sacos de cimento e cal estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Checar a cubagem dos agregados, sua granulometria e se apresentam contaminação. Conferir se as barras de aço não apresentam corrosão e se a quantidade e as bitolas vieram conforme pedido.
Armazenamento	Os sacos de graute devem ser armazenados em local fechado para evitar a ação da água ou umidade, sobre estrado, em pilhas de no máximo 15 sacos. O cimento e a cal devem ser armazenados em local protegido da ação das intempéries e da umidade do solo. Os agregados devem ser separados por baias, em local limpo, sem risco de contaminação. O aço deve ser armazenado separado por bitolas em local coberto, protegido de intempéries e afastado do solo, para que não fique em contato com umidade.
Transporte	O graute pode ser transportado dentro de uma caçamba por grua ou guindaste até o pavimento de execução (SILVA, 2012). O aço deve ser transportado até o local de uso por grua ou guindaste.

Fonte: a autora (2019).

4.2.5.4 Controle de qualidade

A prumada deve estar completamente grauteada, sem falhas.

Certificar-se de que a cobertura da armadura é de, no mínimo, 15mm (MAZZER, 2012).

4.2.5.5 Especificações de projeto

Em projeto, devem ser especificados os pontos de graute, a taxa e a bitola da armadura ali empregada MAZZER (2012). É importante, também, especificar o traço do graute e sua resistência.

4.2.6 Passagens para tubulação

4.2.6.1 Características do componente

Os caminhamentos para a passagem de tubulações podem ser na horizontal ou na vertical, para tubulações hidrossanitárias ou elétricas, segundo Thomaz et al. (2009).

4.2.6.2 Material

As passagens podem ser feitas com blocos ou tijolos, quando as tubulações passarem embutidas neste ou quando, com este material, forem construídos shafts. Podem, ainda, ser feitas com blocos hidráulicos ou canaletas, ou passarem por baixo de forros de gesso ou pvc. Por fim, a passagem da tubulação pode ser feita na própria laje.

4.2.6.3 Gestão de abastecimento de recursos

O Quadro 4-6 contém a ficha PC06: Passagens para tubulações, que explica as maneiras de receber, armazenar e transportar os materiais utilizados nos diversos modos de construir passagens para os diferentes tipos de tubulações, que são hidrossanitárias verticais, hidrossanitárias horizontais, elétricas verticais e elétricas horizontais.

Quadro 4-7 – Ficha PC06: Passagens para tubulações				
	Hidrossanitárias verticais	Hidrossanitárias horizontais	Elétricas verticais	Elétricas horizontais
Recebimento	No momento do recebimento dos blocos tradicionais ou	No momento do recebimento dos blocos canaleta, deve-se verificar	No momento do recebimento dos blocos tradicionais ou elétricos,	No momento do recebimento dos blocos canaleta, é importante

	hidráulicos, é importante que se verifique as dimensões dos blocos e as características físico-mecânicas.	as dimensões dos blocos e as características físico-mecânicas. Para as placas de gesso e PVC aplicadas no forro, deve-se verificar as dimensões e inspecionar visualmente se não apresentam trincas, encaixes danificados ou defeitos visuais sistemáticos que prejudiquem o aspecto final do forro, segundo Abrantes (2011).	é importante que se verifique as dimensões dos blocos e as características físico-mecânicas.	que se verifique as dimensões dos blocos e as características físico-mecânicas.
Armazenamento	Recomenda-se que os blocos sejam armazenados paletizados em superfície plana e nivelada, com no máximo 2 níveis de paletes empilhados.	Recomenda-se que os blocos sejam armazenados paletizados em superfície plana e nivelada, com no máximo 2 níveis de paletes empilhados. As placas de gesso devem ser armazenadas local livre de umidade e ventilado, sobre pontapletes ou estrados, evitando o contato com o solo; de PVC, em locais cobertos, fechados, livre da radiação direta do sol (ABRANTES, 2011).	Recomenda-se que os blocos sejam armazenados paletizados em superfície plana e nivelada, com no máximo 2 níveis de paletes empilhados.	Recomenda-se que os blocos sejam armazenados paletizados em superfície plana e nivelada, com no máximo 2 níveis de paletes empilhados.
Transporte	Para pequenas distâncias, os blocos devem ser transportados em paletes por carrinho porta-paletes. Para distâncias maiores, usar grua ou guindaste.	Para pequenas distâncias, os blocos devem ser transportados em paletes por carrinho porta-paletes. Para distâncias maiores, usar grua ou guindaste. As placas de gesso devem ser transportadas uma a uma na posição vertical com carrinho próprio para transporte de placas. As placas de PVC podem ser transportadas empilhadas, em paletes, por carrinho porta-paletes.	Para pequenas distâncias, os blocos devem ser transportados em paletes por carrinho porta-paletes. Para distâncias maiores, usar grua ou guindaste.	Para pequenas distâncias, os blocos devem ser transportados em paletes por carrinho porta-paletes. Para distâncias maiores, usar grua ou guindaste.

Fonte: a autora (2019).

4.2.6.4 Controle de qualidade

Thomaz et al. (2009) explicam que é muito importante que os caminhamentos das tubulações sigam fielmente o traçado do projeto. Além disso, o estudo aconselha que o diâmetro de qualquer tubulação não seja maior do que um terço da largura do bloco/tijolo.

4.2.6.5 Especificações de projeto

Mazzer (2012) explica que os projetos de instalações precisam ser elaborados com base no projeto arquitetônico e de alvenaria estrutural e devem conter detalhamento e especificações técnicas suficientes para que os serviços sejam executados.

Mantuano Netto (2016) ressalta que o projeto hidrossanitário deve apresentar se serão construídos shafts e suas localizações e dimensões; deve representar os ramais hidráulicos, o diâmetro das tubulações, os pontos de saída de água e a utilização de blocos hidráulicos. É muito importante que o projeto de instalação esteja em conformidade com o projeto de alvenaria.

Quando ao projeto elétrico, Rodrigues (2013) explica que o projeto deve ser elaborado tendo em base os projetos de modulação e elevação da alvenaria visando garantir o posicionamento correto das caixas em função da posição dos blocos. Este deve conter informações sobre o posicionamento dos shafts, caso sejam utilizados, a representação dos caminhamentos dos eletrodutos, os pontos de luz, tomadas e interruptores e dos quadros de medição.

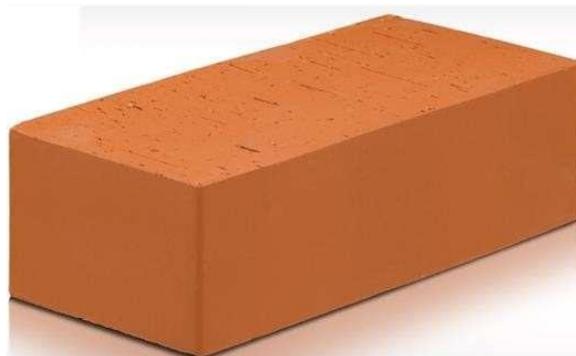
4.3 PARTES E COMPONENTES SOMENTE DAS PAREDES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

4.3.1 Tijolos

4.3.1.1 Material do componente

Os tijolos abordados neste trabalho são cerâmicos, conforme ilustra a Figura 4-6.

Figura 4-6 - Tijolo cerâmico.



Fonte: Cerâmica Vale da Gândara (2019).

4.3.1.2 Forma de produção do componente

Os tijolos também são, na maioria dos casos, produzidos industrialmente, salvo raras exceções em que são feitos artesanalmente no canteiro de obras. Esta opção deve ser evitada, pois o controle da qualidade é insuficiente.

4.3.1.3 Gestão do abastecimento dos recursos

O Quadro 4-7 contém a ficha PC07: Tijolos, que explica as etapas de recebimento, armazenamento e transporte de tijolos.

Quadro 4-8 – Ficha PC07: Tijolos	
Recebimento	Os tijolos não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como quebras e superfícies irregulares. Verificar dimensões e características físico-mecânicas. Devem ser fornecidos em lotes constituídos de tijolos de mesma qualidade, essencialmente fabricados nas mesmas condições. Mais detalhes na NBR 7170 - ABNT (1983).
Armazenamento	Devem ser armazenados paletizados, em no máximo dois níveis, em superfície plana e nivelada, protegidos de intempéries.
Transporte	Para pequenas distâncias, devem ser transportados em paletes por carrinho porta-paletes. Para distâncias maiores, usar grua ou guindaste.

Fonte: a autora (2019).

4.3.1.4 Ferramentas

A ferramenta utilizada para assentamento dos tijolos é a colher de pedreiro.

4.3.1.5 Controle de qualidade

Os tijolos não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e desuniformidade na cor. A NBR 7170 - ABNT (1983) aponta tolerâncias máximas de fabricação de 3 mm para mais ou para menos, nas três dimensões. A resistência mínima à compressão é de 1,5Mpa.

4.3.1.6 Especificações de projeto

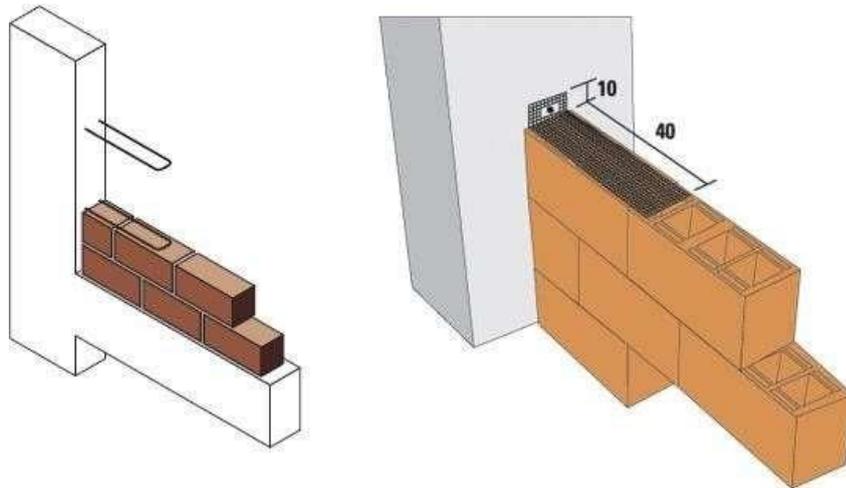
Os tijolos são contemplados na paginação. Para a sua elaboração, é importante que os demais projetos da edificação, ou seja, arquitetônico, estrutural e de instalações sejam compatibilizados. O projeto deve contemplar a quantidade de tijolos que será utilizada e a sua resistência característica.

4.3.2 Ligação

4.3.2.1 Material do componente

Entre outros, Sabbatini et al. (2013) explicam que a ligação pode ser feita com ferro cabelo ou tela metálica, mostrados, respectivamente, na Figura 4-7.

Figura 4-7 - Ferro cabelo e tela metálica, respectivamente.



Fonte: adaptado de Thomaz et al. (2009) e SELECTA (2019).

4.3.2.2 Forma de produção do material

Tanto o ferro cabelo quanto a tela metálica são produzidos de forma industrializada. O ferro cabelo pode ser dobrado em canteiro.

4.3.2.3 Gestão de abastecimento de recursos

O Quadro 4-8 apresenta a ficha PC08: Ligação à estrutura, que elucida as formas de recebimento, armazenamento e transporte dos materiais utilizados no dois tipos de ligação: com ferro cabelo e tela metálica. A ficha explica, também, sobre a técnica de execução das duas ligações.

Quadro 4-9 - Ficha PC08: Ligação à estrutura		
	Com ferro cabelo	Com tela metálica
Recebimento	O ferro cabelo, por ser de aço, não deve apresentar corrosão e deve ser do aço especificado e ter bitola e comprimento de acordo com o solicitado. Deve apresentar laudo de ensaio comprovando a conformidade (NBR7481 -ABNT, 1990).	A tela metálica, por ser de aço, não deve apresentar corrosão, ser do aço especificado e a espessura dos fios da malha e o comprimento devem estar de acordo com o solicitado. Deve apresentar laudo de ensaio comprovando a conformidade (NBR7481 -ABNT, 1990).

Armazenamento	O ferro cabelo deve ser armazenado em local coberto, protegido de intempéries e afastado do solo (NBR7481 -ABNT, 1990).	A tela metálica deve ser armazenada em local coberto, protegida de intempéries e afastada do solo. Se em rolos, as telas devem ser armazenadas empilhadas em até 2 níveis, travadas para não rolarem (NBR7481 -ABNT, 1990).
Transporte	Os ferros cabelo podem ser transportador manualmente.	As telas metálicas podem ser transportada manualmente, quando em pequena quantidade, ou por guindastes, quando forem transportadas em rolos.

Fonte: a autora (2019).

4.3.2.4 Controle de qualidade

Thomaz et al. (2009) aconselham que se verifique se a locação dos ferros cabelo nos pilares e se suas bitolas estão de acordo com o projeto e que se atente para a profundidade (7 a 8cm) e limpeza do furo antes da aplicação da resina. Quanto às telas, que se certifique de que sejam aplicadas nas fiadas recomendadas e tenham espessura e comprimento de ancoragem de acordo com projeto, sendo, obrigatoriamente, maior ou igual 40cm.

4.3.2.5 Especificações de projeto

Após análise do Memorial Descritivo e Especificações Técnicas elaborado por Siebeneichler (2016), foi levantado como especificações importantes em projeto: como será feita a ligação - com ferro cabelo ou tela metálica -, em quais fiadas serão aplicados, o comprimento de ancoragem, a bitola – no caso de uso de ferro cabelo-, as dimensões da tela e o diâmetro do fio – se for feito uso de tela metálica.

4.3.3 Fixação

4.3.3.1 Material do componente

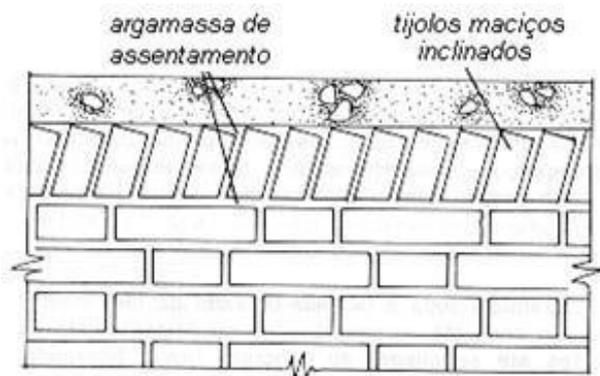
De acordo com Caixa Econômica Federal (2017), a fixação pode ser feito com argamassa, poliuretano ou neoprene, tijolos cerâmicos assentados com argamassa ou cunhas de concreto pré-moldadas assentadas com argamassa. Thomaz et al. (2009) acrescentem a opção da fixação feita com argamassa expansiva. Para Roman (2003) a fixação também se denomina respaldo.

Roman (2003) explica que quando a alvenaria funciona como travamento da estrutura, é necessária uma ligação efetiva e rígida entre alvenaria e estrutura. Para isso, recomenda-se que o respaldo seja feito com encunhamento com tijolos cerâmicos (Figura 4-8) ou cunhas de concreto assentados com argamassa forte ou que seja feito com argamassa expansiva (Figura 4-9). Quando a alvenaria não funciona como travamento da estrutura, mas a estrutura que a

envolve é deformável, o respaldo deve ser feito com material deformável (Figura 4-10), como encunhamento com argamassa fraca (argamassa rica em cal e pobre em cimento), neoprene ou poliuretano, ou argamassa fraca. Quando a alvenaria não funciona como travamento da estrutura e a estrutura que a envolve é pouco deformável, o respaldo pode ser feito com a própria argamassa de assentamento.

Thomaz et al. (2009) indicam que se opte pelo poliuretano para estruturas mais deformáveis, uma vez que este não prejudica a produtividade e é eficiente, além de gerar menos desperdício de materiais. Para estruturas menos deformáveis, Sabbatini et al. (2013) recomendam o uso de cunhas de concreto, pois proporcionam elevada produtividade e melhor condição para acabamento dos vãos. Roman (2003) afirma que o uso de argamassa expansiva pode gerar concentração de tensões em alguns pontos e problemas à alvenaria.

Figura 4-8 – Encunhamento com tijolos cerâmicos.



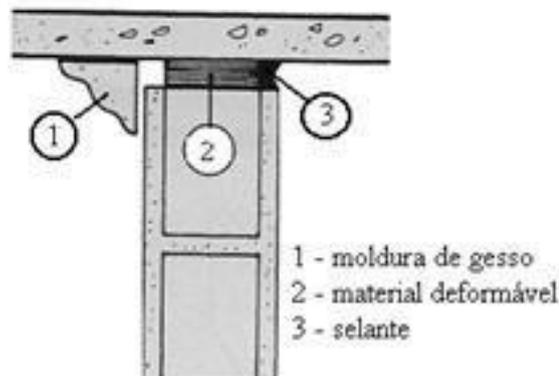
Fonte: Roman (2003).

Figura 4-9 – Fixação com argamassa expansiva.



Fonte: Betonex (2009).

Figura 4-10 – Respaldo com material deformável.



Fonte: adaptada de Roman (2003).

4.3.3.2 Forma de produção do material

Diferentemente da argamassa expansiva, que é produzida somente de forma industrializada, a argamassa tradicional pode ser produzida, também, no próprio canteiro de obras, como explicam Thomaz et al. (2009). O poliuretano é obtido de forma industrializada, assim como os tijolos cerâmicos, que em raras situações são produzidos em canteiro. As cunhas de concreto são pré-fabricadas.

4.3.3.3 Forma de produção do componente

De acordo com o Thomaz et al. (2009), o componente fixação é moldado in loco.

4.3.3.4 Gestão de abastecimento de recursos

O Quadro 4-9 apresenta a ficha PC09: Fixação, a qual explica as etapas de recebimento, armazenamento e transporte dos diferentes materiais que podem compor a fixação: argamassa tradicional, argamassa expansiva e industrializada, poliuretano, tijolos cerâmicos e cunhas de concreto.

Quadro 4-10 – Ficha PC09: Fixação					
	Com argamassa	Com argamassa expansiva/ industrializada	Com poliuretano/neo prene	Com tijolos cerâmicos	Com cunhas de concreto
Recebimento	Verificar se os sacos de cimento estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Checar a cubagem dos agregados, sua granulometria e se apresentam contaminação.	Verificar se os sacos de argamassa estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Mais detalhes em NBR 13281 - ABNT (2005).	Como outros materiais industrializados, verificar se o produto está na validade e com as especificações de acordo com o que foi solicitado.	Não devem apresentar variação de cor, trincas, quebras e deformações. Verificar se o material confere com o pedido de compra e a nota fiscal. Conferir altura, largura, comprimento, flecha e esquadro. Mais detalhes em ABNT NBR 15270-1 (2005).	Devem ser verificadas as dimensões dos elementos. Analisar se há defeitos causados pela forma ou falhas de lançamento e adensamento do concreto. Checar se há rebarbas ou quebras.
Armazenamento	O cimento deve ser armazenado em local protegido da ação das intempéries e da umidade do solo. Os agregados devem ser separados por baias, em local limpo, sem risco de contaminação.	Os sacos de argamassa devem ser armazenados em local protegido da ação das intempéries e da umidade do solo.	Armazenar o poliuretano ou neoprene em local fechado e bem ventilado, com a embalagem original fechada. O poliuretano deve ser protegido do calor e da radiação direta do sol, acordo com	Evitar exposição à umidade excessiva e chuvas. Empilhamento de até 2 m de altura. Em caso de tijolos paletizados, somente é permitido o empilhamento máximo de dois paletes. Mais detalhes em	Devem ser armazenadas paletizadas, comno máximo dois níveis, sobre superfície plana.

			Renner Coatings (2016).	ABNT NBR 15270-1 (2005).	
Transporte	O transporte da argamassa pode ser dentro de caçambas, por grua, guindastes ou elevador de transporte de materiais. Mais detalhes em NBR 18 - ABNT (2006). Para pequenas distâncias, transportar com jericas.	O transporte da argamassa pode ser dentro de caçambas, por grua, guindastes ou elevador de transporte de materiais. Mais detalhes em NBR 18 - ABNT (2006). Para pequenas distâncias, transportar com jericas.	Não há necessidade de equipamentos específicos. Pode ser transportado manualmente.	É recomendado que os blocos sejam paletizados, transportados por guias, guindastes ou, até mesmo, elevador para transporte de materiais (THOMAZ ET AL., 2009).	Os blocos tipo cunha devem ser paletizados, transportados por guias, guindastes ou, até mesmo, elevador para transporte de materiais.

Fonte: a autora (2019).

4.3.3.5 Controle de qualidade

Thomaz et al. (2009) informam que o material deformável deve ter entre 15 e 30mm.

Sabbatini et al. (2013) explicam que o vão deve ser completamente preenchido para que não ocorram solicitações diferenciadas e concentração de tensões.

4.3.3.6 Especificações de projeto

Com a análise do estudo apresentado por Thomaz et al. (2009), constatou-se, como informações importantes a serem apresentadas em projeto: a espessura do vão onde será feita a fixação e com qual material esta será feita. Se for preenchimento com argamassa, especificar o traço. O autor acrescenta que se forem necessários detalhes construtivos nos encontros das alvenarias com as lajes, como barras de aço, estes devem ser apresentados em projeto.

4.4 PARTES E COMPONENTES SOMENTE DAS PAREDES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

4.4.1 Cinta de amarração

4.4.1.1 Forma de produção do componente

De acordo com a Caixa Econômica Federal (2017), a cinta de amarração é moldada in loco.

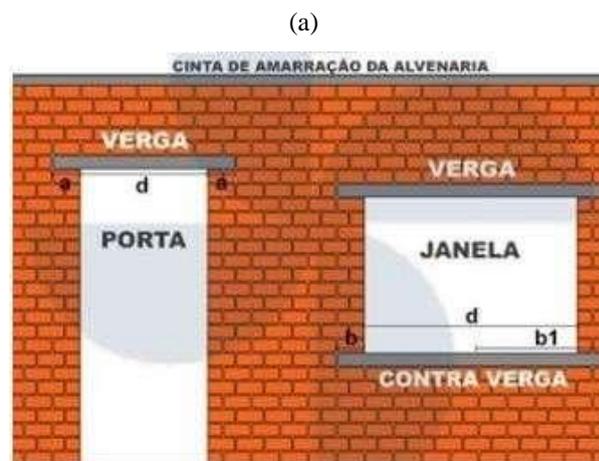
4.4.1.2 Material do componente

A Caixa Econômica Federal (2017) explica que a cinta de amarração é feita de concreto armado ou graute armado com blocos canaleta.

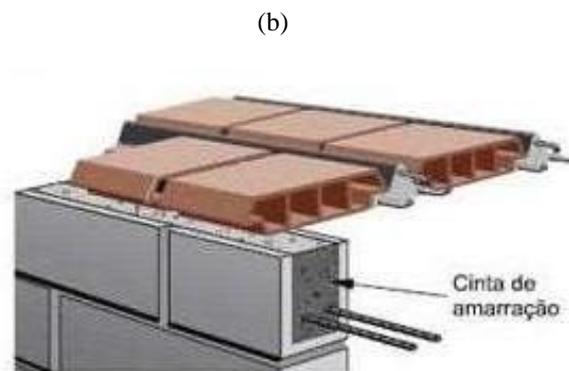
4.4.1.3 Características do componente

Segundo a Caixa Econômica Federal (2017), as cintas de amarração podem ser moldadas in loco com concreto armado em formas de madeira que, posteriormente, são retiradas ou moldadas em blocos canaleta preenchidos com graute, também armado. Os blocos canaleta, além de funcionarem como forma para o graute, passam a fazer parte do componente. Ambos os tipos de cinta de amarração foram ilustrados, na ordem em que foram citados, na Figura 4-11.

Figura 4-11 – Cinta de amarração de concreto armado (a). Cinta de amarração moldada em bloco canaleta (b).



Fonte: Cata-Vento Engenharia (2019).



Fonte: FAZFÁCIL (2019).

4.4.1.4 Gestão de abastecimento de recursos

O Quadro 4-8, que contém a ficha PC10: Cinta de Amarração, apresenta as formas de recebimento, armazenamento e transporte dos materiais que compõem os diferentes tipos de cinta de amarração: de concreto armado moldado em forma de madeira e de graute armado moldado em blocos canaleta.

Quadro 4-11 - Ficha PC10: Cinta de Amarração		
	De concreto armado moldado em forma de madeira	De graute armado moldado em blocos canaleta
Recebimento	Verificar se os sacos de cimento e cal estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Checar a cubagem dos agregados, sua	Verificar se os sacos de cimento e cal estão em bom estado e dentro do prazo de validade. Checar a cubagem dos agregados, sua

	granulometria e se apresentam contaminação. Conferir se as barras de aço não apresentam corrosão e se a quantidade e as bitolas vieram conforme pedido.	granulometria e se apresentam contaminação. Conferir se as barras de aço não apresentam corrosão e se a quantidade e as bitolas vieram conforme pedido. Os blocos canaleta não devem apresentar fissuras, quebras ou deformações. Verificar dimensões.
Armazenamento	O cimento e a cal devem ser armazenados em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. Os agregados devem ser separados por baias, em local limpo, sem risco de contaminação.. O aço deve ser armazenado separado por bitolas em local coberto, protegido de intempéries e afastado do solo, para que não fique em contato com umidade.	O cimento e a cal devem ser armazenados em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. Os agregados devem ser separados por baias, em local limpo, sem risco de contaminação.. O aço deve ser armazenado separado por bitolas em local coberto, protegido de intempéries e afastado do solo. Evitar exposição dos blocos canaleta à umidade excessiva. Empilhamento de até 2 m de altura. Se paletizados, é permitido o empilhamento máximo de dois paletes.
Transporte	Dentro de uma caçamba, o concreto é transportada por grua ou guindaste até o pavimento de execução. Lá, as vergas e contravergas podem ser preenchidas com colher de pedreiro ou balde. Segundo a NBR 18 - ABNT (2006), o aço deve ser transportado até o local de uso por grua ou guindaste.	Dentro de uma caçamba, o concreto é transportada por grua ou guindaste até o pavimento de execução. Lá, as vergas e contravergas podem ser preenchidas com colher de pedreiro ou balde. Segundo a NBR 18 - ABNT (2006), o aço deve ser transportado até o local de uso por grua ou guindaste. É recomendado que os blocos sejam paletizados, transportados por gruas, guindastes ou, até mesmo, elevador para transporte de materiais.

Fonte: a autora (2019).

4.4.1.5 Controle de qualidade

Armar a cinta de amarração devidamente com pelo menos dois ferros de 6mm. As cotas, posições e dimensões das cintas devem respeitar o que foi especificado em projeto. Verificar posicionamento das armaduras e utilização do graute ou concreto especificado em projeto.

4.4.1.6 Especificações de projeto

Analisando o documento com especificações técnicas de materiais e serviços elaborado pela Secretaria de Obras Públicas e Habitação de Erechim (2010), foi levantado como especificações de cinta de amarração em projeto: especificar se a cinta será moldada com formas ou com blocos canaleta. Deverá ser especificado o traço e a resistência do concreto ou graute, a taxa de amadura, a bitola da armadura, o posicionamento da armadura e as dimensões da cinta. Se for de canaletas grauteadas, deverá especificar as dimensões do bloco canaleta.

4.5 PROCESSOS COMUNS ÀS PAREDES DE ALVENARIAS DE VEDAÇÃO E ESTRUTURAL

4.5.1 Nivelamento da laje

O Quadro 4-11 contém a ficha PR01: Nivelamento da laje, a qual explica a técnica aplicada no processo de execução do nivelamento da laje.

A nomenclatura das fichas, PRn, foi um código dado às fichas dos PRocessos, com uma numeração para ordená-las.

Quadro 4-12 - Ficha PR01: Nivelamento da laje		
Técnica de execução	de	Primeiramente deve-se verificar o nivelamento da laje. Se forem identificados pontos com desnível superior a 3cm em relação ao projeto, estes locais deverão ser previamente corrigidos. Se for uma depressão, deverá ser feita a aplicação de uma camada de argamassa ou graute, um dia antes do assentamento dos blocos. Se for uma saliência, a mesma deverá ser removida (SABBATINI et al., 2013), (ROMAN et al., 1998).

Fonte: a autora (2019).

4.5.1.1 Ferramentas

Para verificar o nivelamento da laje, há a opção de uso da mangueira de nível, no entanto, para aumentar a produtividade durante esta atividade e minimizar a chance de erros, é melhor que se faça uso do nível alemão, ilustrado na Figura 4-29. Ele é simples de ser utilizado em obra e mais eficiente que a mangueira (SABBATINI et al., 2013).

A aplicação da argamassa para preenchimento do desnível pode ser feita com desempenadeira lisa. O graute pode ser aplicado com balde ou colher de pedreiro a regularizado com desempenadeira lisa.

Figura 4-12 - Nivelamento da laje com nível alemão.



Fonte: Engegran Pisos (2019).

4.5.1.2 Controle de qualidade

O nivelamento deve ser feito com pelo menos 24 horas de antecedência (ROMAN et al., 1999).

4.5.2 Definição da galga

O Quadro 4-12 apresenta a ficha PR02: Definição da Galga, a qual explica as técnicas que podem ser aplicadas no processo de execução da definição da galga. Para alvenaria de vedação são: demarcação no pilar e demarcação fora do pilar. Para alvenaria estrutural, só há a opção de demarcação fora do pilar (não há pilares em alvenaria estrutural).

Quadro 4-13 - Ficha PR02: Definição da galga		
	No pilar	Fora do pilar
Técnica de execução de alvenaria de vedação	A galga pode ser definida nos próprios pilares da estrutura com auxílio de uma mangueira de nível (SABBATINI et al., 2013).	Marcar a altura das fiadas fora dos pilares, num caibro ou escantilhão com mola e sistema de regulagem telescópica por régua devidamente posicionado junto ao vão em que será executada a alvenaria. Utilizar aparelho de nível para nivelamento (SABBATINI et al., 2013).
Técnica de execução em alvenaria estrutural	-	Em alvenaria estrutural, a definição da galga é feita após a marcação da primeira fiada. Concluído o assentamento de toda a primeira fiada do pavimento, faz-se a colocação dos escantilhões metálicos com tripé. A fixação destes deve possibilitar que a marca de posicionamento de nível da primeira fiada coincida com o nível da aresta superior do bloco assentado. Caso o escantilhão possua haste graduada móvel, esta deve ser posicionada fazendo-a coincidir com o nível da primeira fiada. O escantilhão deve ser aprumado usando a régua para aprumar e nivelar (ROMAN et al., 1998).

Fonte: a autora (2019).

Em relação à técnica, a galga definida nos pilares da estrutura para alvenaria de vedação, cumpre sua função de definição da altura das fiadas, no entanto, marcar a altura da alvenaria fora dos pilares possibilita a obtenção das fiadas devidamente niveladas e ainda auxilia a mantê-las no prumo e no alinhamento, independente do prumo ou alinhamento dos pilares (SABBATINI et al., 2013).

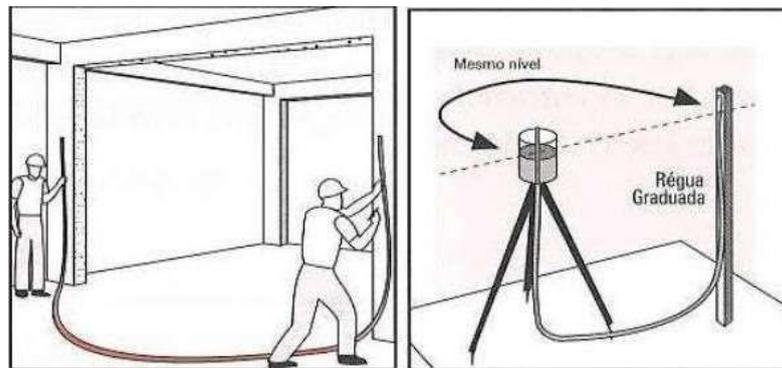
4.5.2.1 Ferramentas

Para demarcação da galga fora da estrutura, em paredes de alvenaria de vedação, pode-se utilizar o caibro (Figura 4-13, à direita) ou escantilhão com mola e sistema de regulagem telescópica por régua. Para nivelamento da marcação, há a opção da mangueira de nível, apresentada na Figura 4-13 à esquerda, no entanto, para aumentar a eficiência desta atividade e

minimizar a chance de erros, pode ser empregado o aparelho de nível a laser, apresentada na Figura 4-13 à direita; é simples de ser utilizado em obra e mais eficiente que a mangueira.

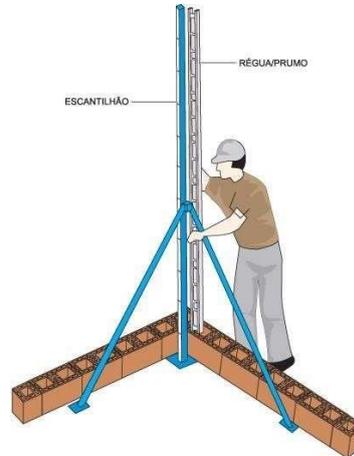
Para demarcação da galga em paredes de alvenaria estrutural, deve-se utilizar o escantilhão com tripé, representado na Figura 4-14. Este equipamento proporciona aumento na produtividade

Figura 4-13 - Demarcação da galga com nível de mangueira na estrutura e nível a laser no caibro, respectivamente.



Fonte: adaptada de Roman et al. (1999).

Figura 4-14 - Demarcação da galga com escantilhão.



Fonte: FA Elevadores (2019).

4.5.2.2 Controle de qualidade

É muito importante que a demarcação da galga obedeça a modulação dos blocos adotada em projeto e deixe o espaço adequado para a fixação (THOMAZ et al., 2009).

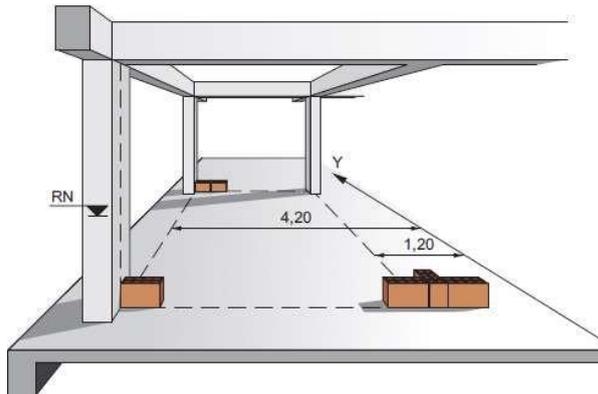
4.5.3 Demarcação dos eixos de referência

O Quadro 4-13 apresenta a ficha PR03: Demarcação dos eixos de referência, a qual explica as técnicas que podem ser aplicadas no processo da demarcação dos eixos de referência, que são: demarcação com linha, demarcação com argamassa ou, ainda, demarcação com nível a laser, para alvenaria de vedação, e demarcação com linha ou demarcação com nível a laser, para alvenaria estrutural.

Quadro 4-14 – Ficha PR03: Demarcação dos eixos de referência				
		Com linha	Com argamassa	Com nível a laser
Técnica de execução em alvenaria de vedação	de em de	Em alvenaria de vedação, posicionar os dois blocos/tijolos mais externos no vão (Figura 4-15). Passar uma linha unindo as faces externas dos blocos mais externos, alinhados com o pilar, fixando-a na alvenaria com esticador de linha (SABBATINI et al., 2013).	Em alvenaria de vedação, posicionar os dois blocos mais externos no vão. A etapa de materialização do eixo é semelhante ao processo com linha, porém, ao invés de passar o fio de nylon, faz-se a linha com argamassa na laje do pavimento. (SABBATINI et al., 2013).	Posicionar o nível a laser de modo que o feixe de luz projetado na laje represente o eixo de referência a ser seguido, como ilustra a Figura 4-17.
Técnica de execução em alvenaria estrutural	de em em	Em alvenaria estrutural, assenta-se os blocos dos cantos extremos do pavimento (Figura 4-16), seguindo-se as medidas do projeto de primeira fiada disponibilizado em obra. Efetua-se a conferência do esquadro da marcação, nivelando-se os blocos em função do bloco de referência já definido. Os blocos dos demais cantos da obra devem ser, então, assentados. A partir dos blocos das extremidades, esticam-se as linhas mediante os esticadores de linha e efetua-se o assentamento dos blocos dos encontros de paredes internas. Estes blocos são chamados de <i>estratégicos</i> (ROMAN et al., 1998).	Não é recomendada para alvenaria estrutural.	Posicionar o nível a laser no lugar dos blocos estratégicos de modo que o feixe de luz projetado na laje represente o eixo de referência a ser seguido.

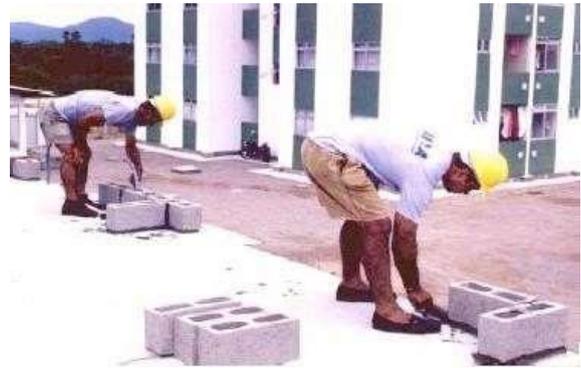
Fonte: a autora (2019).

Figura 4-15 - Posicionamento dos blocos mais externos no vão.



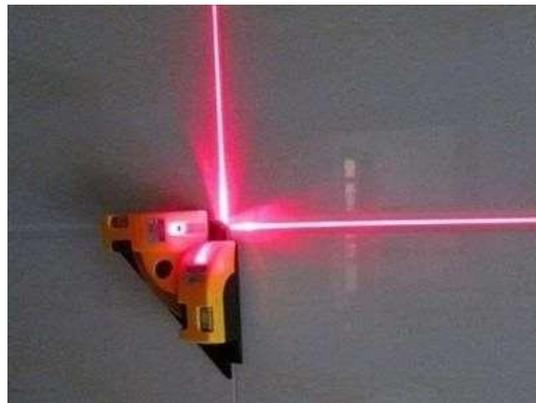
Fonte: Thomaz et al. (2009).

Figura 4-16 – Assentamento dos blocos dos cantos extremos.



Fonte: Roman et al. (1998).

Figura 4-17 - Demarcação do eixo de referência com nível a laser.



Fonte: Makeda (2019)

4.5.3.1 Ferramentas

Usa-se fio de nylon e esticador de linha para materializar o eixo. Muito importante o uso de régua de alumínio e trena para manter o alinhamento correto.

O eixo de argamassa pode ser aplicado com colher de pedreiro, seguindo o alinhamento da régua de alumínio.

O uso de aparelho a laser (Figura 4-17) é o mais indicado. O equipamento é prático de usar e torna a técnica menos suscetível a erros.

4.5.3.2 Controle de qualidade

Quanto ao desvio, tem-se uma tolerância de 5mm / régua de 2m. Máximo de ± 10 mm em relação ao comprimento total da parede.

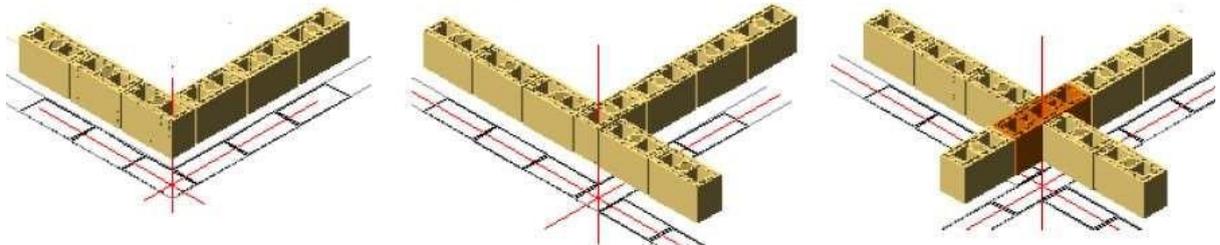
Deve-se sempre conferir previamente as posições dos componentes da estrutura, pois a locação dos eixos de referência de alvenaria de vedação se baseia neles.

4.5.4 Assentamento dos blocos

O Quadro 4-14 apresenta a ficha PR04: Assentamento dos blocos, a qual explica a técnica de assentamento dos blocos em paredes de alvenaria.

Quadro 4-15 - Ficha PR04: Assentamento dos blocos	
Técnica de execução	<p>Os blocos devem ser assentados com os furos dispostos na vertical, já que é mais adequado para passagem de condutores elétricos e tubulação, evitando seccionamento das paredes. Somado a isso, os blocos com furos na vertical apresentam maior resistência mecânica à compressão (SILVA et al., 2006). No encontro entre paredes, eles podem ser assentados de modo que as fiadas das paredes interpenetrem-se, alternadamente, uma na outra, em L, T ou X, conforme mostra a Figura 4-18. Esse método se chama amarração direta.</p> <p>Usando a família 29, para amarração em L, deve-se unir somente blocos inteiros de dimensão 14x19x29. Para amarração em T, usar blocos inteiros de dimensão 14x19x29 e para intersecção, um bloco de 14x19x44. Para amarração em X, usar blocos inteiros com dimensão 14x19x29 e bloco especial de dimensão 14x19x44 para garantir amarração na intersecção das paredes.</p> <p>Usando a família 39, para amarração em L, usar blocos inteiros de dimensão 14x19x39 e bloco especial de 14x19x34 no canto para garantir a amarração. Para amarração em T, usar blocos inteiros de dimensão 14x19x39 e bloco especial de 14x19x54 no canto para garantir a amarração. Para amarração em X, usar blocos inteiros de dimensão 14x19x39 e bloco especial de 14x19x54 no canto para garantir a amarração na intersecção das paredes (MAZZER, 2009), (ROMAN, 2003).</p> <p>No entanto, apesar de a amarração direta melhorar a distribuição das cargas verticais na edificação e aumentar bastante sua rigidez, por necessidade de flexibilização arquitetônica ou por impossibilidade de resolver todos os tipos de intersecções entre as paredes, pode-se fazer amarrações indiretas. Os blocos são assentados com as juntas a prumo e se atravessa o plano da interface comum por armaduras constituídas por grampos metálicos ancoradas em furos verticais adjacentes grauteados (Figura 4-19), ou por telas metálicas ancoradas nas juntas de assentamento.</p>

Figura 4-18 - Amarração direta em L, T e X, respectivamente.



Fonte: Mazzer (2012).

Figura 4-19 - Amarração indireta.



Fonte: Mazzer (2012).

4.5.4.1 Ferramentas

O assentamento dos blocos e tijolos pode ser feito com colher de pedreiro (Figura 4-20), bisnaga (Figura 4-21), palheta (Figura 4-22) ou meia-cana (Figura 4-22), segundo Thomaz et al. (2009). Sabbatini (2013) recomenda que se opte pela bisnaga, pois, se adequadamente empregada, garante qualidade e produtividade ao serviço, no entanto, há histórico de funcionários acometidos por lesão por esforço repetitivo quando utilizam este equipamento, especialmente para aplicação de argamassas menos fluidas. Palheta e meia cana têm bom desempenho e não oferecem risco de lesão por esforço repetitivo (FRANCO, 2010).

Figura 4-20 - Colher de pedreiro.



Fonte: Famastil (2019).

Figura 4-21 - Bisnaga.



Fonte: Mapa da Obra (2019).

Figura 4-22 - Palheta.



Fonte: SCANMETAL (2019).

Figura 4-23 - Meia cana.



AECWeb (2019a).

4.5.4.2 Controle de qualidade

Na amarração direta, a defasagem entre fiada sucessivas não deve ser inferior a $\frac{1}{4}$ (um quarto) de bloco, afirmam Thomaz et al. (2009), porém, o ideal é que seja de $\frac{1}{2}$ (meio) bloco.

Para amarração indireta, Thomaz et al. (2009) explicam que uma série de cuidados deve ser prevista: *“maior rigidez dos apoios, disposição de ferros ou telas metálicas nas juntas de assentamento e cuidados redobrados na compactação da argamassa das juntas horizontais e verticais”*.

4.5.5 Execução das juntas

O Quadro 4-15 apresenta a ficha PR05: Execução das juntas, a qual explica a técnica de execução de juntas horizontais e verticais em paredes de alvenaria.

Quadro 4-16 - Ficha PR05: Execução das juntas		
	Junta horizontal	Junta vertical
Técnica de execução	A argamassa da junta horizontal é colocada sobre a fiada já assentada, podendo ser aplicada por toda a espessura da parede utilizando-se a tradicional colher de pedreiro ou, preferencialmente, ser aplicada de modo a construir dois cordões contínuos, um em cada extremidade do comprimento da parede (SABBATINI et al., 2013)	Os blocos deverão ser assentados com a argamassa da junta vertical já colocada sobre ele. Não se deve admitir o preenchimento posterior da junta, pois isto cria uma ligação fraca. Paredes de vedação de pequena extensão e sem passagem de tubulação podem ter juntas secas – não preenchidas (Figura 4-24) -, exceto no encontro entre parede e pilar e na primeira e na última fiada (SABBATINI et al., 2013).

Figura 4-24 – Juntas verticais secas.



Fonte: Forner (2015).

4.5.5.1 Ferramentas

A execução das juntas é feita para assentar blocos e tijolos. Consultar item 4.4.4.

4.5.5.2 Controle de qualidade

Durante a execução das juntas, é importante o cuidado de fazê-las com a espessura recomendada; horizontais, de 10 a 12mm; para a primeira fiada, de 10 a 30mm. Verticais, de 7 a 13mm; no encontro pilar-parede, 10 a 20mm.

Thomaz et al. (2009) acrescentam que o preenchimento das juntas deve ser compacto.

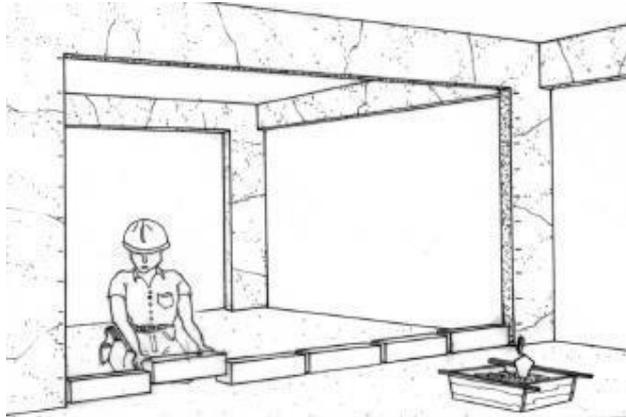
4.5.6 Marcação da primeira fiada

O Quadro 4-16 apresenta a ficha PR06: Demarcação da primeira fiada, a qual explica a técnica aplicada no processo de demarcação da primeira fiada da alvenaria.

Quadro 4-17 - Ficha PR06: Marcação da primeira fiada		
Técnica de execução de alvenaria vedação	de em de	Antes da demarcação da primeira fiada, é imprescindível o nivelamento da laje e a materialização dos eixos de referência. Preencher o vão entre os dois blocos mais externos assentados para materialização dos eixos de referência. O assentamento da primeira fiada deve seguir o alinhamento deste eixo. Ilustração na Figura 4-25. Os blocos devem ser assentados com junta vertical preenchida e toda a face deve receber argamassa. Garantir o nível, o prumo e o alinhamento, além da ortogonalidade entre as fiadas, para alvenaria estrutural (SABBATINI et al., 2013), (MAZZER, 2012).
Técnica de execução de alvenaria estrutural	de em	Antes da demarcação da primeira fiada, é imprescindível o nivelamento da laje e a materialização dos eixos de referência. Com o auxílio dos eixos de referência já demarcados, procede-se ao fechamento das fiadas de marcação, executando-se primeiramente as paredes externas da obra (Figura 4-26) (ROMAN et al., 1998).

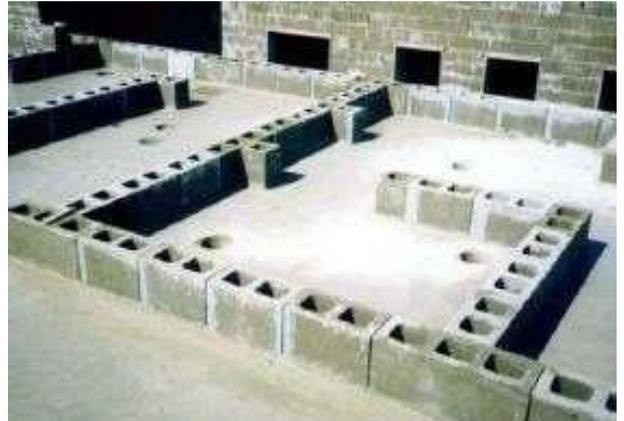
Fonte: a autora (2019).

Figura 4-25 - Marcação da primeira fiada em alvenaria de vedação.



Fonte: Sabbatini et al. (2013)

Figura 4-26 - Marcação da primeira fiada em alvenaria estrutural.



Fonte: Roman et al. (1998).

4.5.6.1 Ferramentas

Como a demarcação da primeira fiada é feita através do assentamento dos blocos ou tijolos com toda a face preenchida com argamassa, a colher de pedreiro é a ferramenta mais eficiente neste caso (MAZZER, 2012).

Para garantir o nível, deve-se utilizar o aparelho de nível a laser, régua de bolha e trena; para o prumo e o alinhamento, prumo de face e linha, respectivamente (THOMAZ et al., 2009). A ortogonalidade deve ser conferida com esquadro metálico (MAZZER, 2012).

4.5.6.2 Controle de qualidade

A espessura da camada de assentamento pode ser entre 10 e 30mm, afim de corrigir irregularidades menores que 20mm (SABBATINI et al., 2013).

O assentamento dos blocos da primeira fiada influencia a qualidade de todas as demais características da alvenaria, por isso deve ser realizado com todo o cuidado, sendo feita conferência de alinhamento, prumo, nível e ortogonalidade.

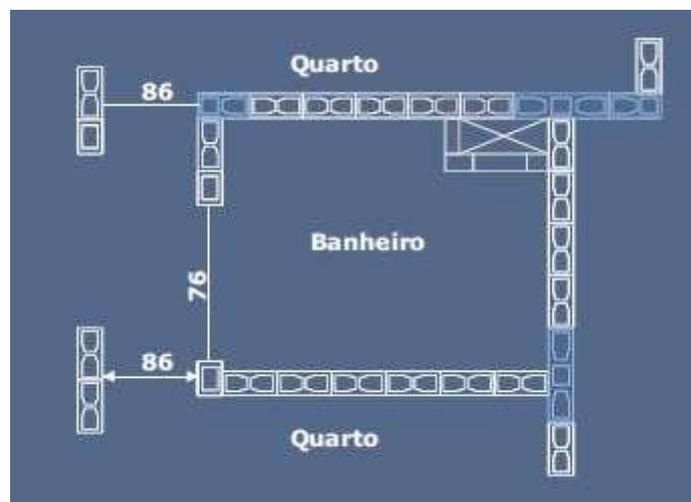
4.5.6.3 Especificações de projeto

Apesar de não ter sido discutido sobre projeto para os demais processos por questão de relevância, o projeto da marcação da primeira fiada é de extrema importância para a ideal execução de uma parede de alvenaria.

Após análise do projeto apresentado por Mazzer (2012), ilustrado na Figura 4-27, é possível concluir que o projeto da primeira fiada deve apresentar os eixos de referência, as

distâncias verticais dos vãos de aberturas de portas e dos pontos de instalação elétrica, a posição dos grautes com detalhamento das armaduras, numeração das paredes, identificação das paredes, shafts e escadas, detalhamento das emendas e juntas, as características geométricas dos componentes do sistema construtivo e a resistência característica dos blocos (ou tijolos), grautes, argamassas e tensão de prisma. No entanto, Roman et al. (1998) recomendam que a planta da primeira fiada apresente somente as informações estritamente necessárias para sua interpretação, como os eixos de referência, tipos e quantidade de blocos a serem utilizados e pontos que receberão graute. O autor acrescenta que as medidas das distâncias devem ser acumuladas e feitas a partir de um ponto de referência até a face interna de cada parede.

Figura 4-27 - Projeto da primeira fiada.



Fonte: Roman et al. (1998).

4.5.7 Elevação da alvenaria

O Quadro 4-17 contém a ficha PR07: Elevação da alvenaria, a qual explica a técnica aplicada no processo de elevação da alvenaria.

Quadro 4-18 - Ficha PR07: Elevação da alvenaria		
Técnica de execução	de	As paredes devem ser levantadas até uma altura média em uma única etapa e completada até a altura final na etapa seguinte (MAZZER, 2012). Como a elevação da alvenaria envolve assentamento das blocos, juntas, amarração, ligação, vergas e contravergas, demarcação dos vãos, pontos de graute, além das verificações de nível, prumo, esquadro e alinhamento, este processo deve ser executado seguindo as considerações dos demais (THOMAZ et al., 2009).

Fonte: a autora (2019).

4.5.7.1 Ferramentas/Equipamentos

As ferramentas utilizadas para a elevação da alvenaria são as mesmas aplicadas para a execução de cada parte, componente e processo que esta envolve. As ferramentas estão apresentadas em: a) subtópico 4.5.4.1 para Assentamento dos blocos, b) subtópico 4.5.5.1 para Execução das juntas, c) subtópico 4.5.8.1 para Execução das juntas de controle, d) subtópico 4.5.9.1 para Execução das vergas e contravergas, e) subtópico 4.5.10.1 para Execução do reforço com graute, f) subtópico 4.5.11.1 para Delimitação dos vãos, g) subtópico 4.5.12.1 para Nivelamento da alvenaria, h) subtópico 4.5.13.1 para Verificação do prumo, i) subtópico 4.5.14.1 para Verificação do alinhamento, j) subtópico 4.5.14.1 para Verificação do esquadro, l) subtópico 4.6.1.1 para Execução da ligação à estrutura.

4.5.7.2 Controle de qualidade

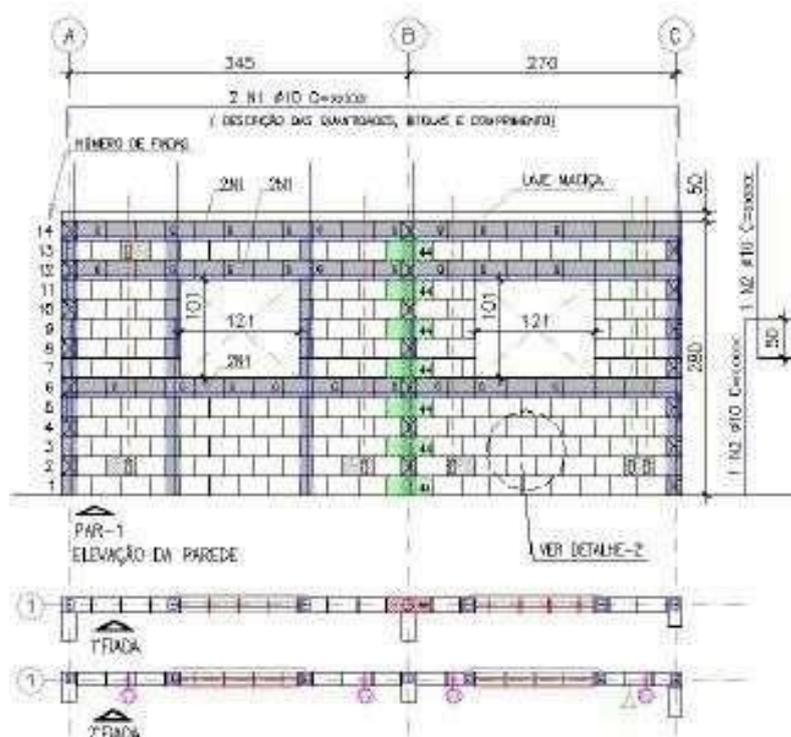
O controle de qualidade aplicado para a elevação da alvenaria é o controle aplicado para cada parte, componente e processo que esta envolve. Os controles estão elucidados em: a) subtópico 4.2.1.5 para Blocos, b) subtópico 4.2.2.5 para Juntas, c) subtópico 4.2.3.4 para Juntas de controle, d) subtópico 4.2.4.6 para Verga e contraverga, e) subtópico 4.3.1.5 para Tijolos, g) subtópico 4.3.2.4 para Ligação à estrutura, h) subtópico 4.5.4.2 para Assentamento dos blocos, i) subtópico 4.5.5.2 para Execução das juntas, j) subtópico 4.5.8.2 para Execução das juntas de controle, l) subtópico 4.5.9.2 para Execução das vergas e contravergas, m) subtópico 4.5.10.2 para Execução do reforço com graute, n) subtópico 4.5.11.2 para Delimitação dos vãos, o) subtópico 4.5.12.2 para Nivelamento da alvenaria, p) subtópico 4.5.13.2 para Verificação do prumo, q) subtópico 4.5.14.2 para Verificação do alinhamento, r) subtópico 4.5.14.2 para Verificação do esquadro, s) subtópico 4.6.1.2 para Execução da ligação à estrutura.

4.5.7.3 Especificações de projeto

Roman et al. (1998) explica que os projetos para elevação da alvenaria devem apresentar como os blocos são assentados, os vãos das esquadrias das janelas, assim como o embutimento dos eletrodutos das instalações elétricas, telefônicas, os pontos de água e esgoto e os detalhes estruturais (armações e concretagens). Mazzer (2012) acrescenta que o projeto deve apresentar posição e altura das vergas e contravergas, detalhamento das emendas e juntas, as características geométricas dos componentes do sistema construtivo e a resistência

característica dos blocos (ou tijolos), grautes, argamassas e a tensão de prisma. A Figura 4-28 ilustra uma planta de elevação.

Figura 4-28 - Planta de elevação.



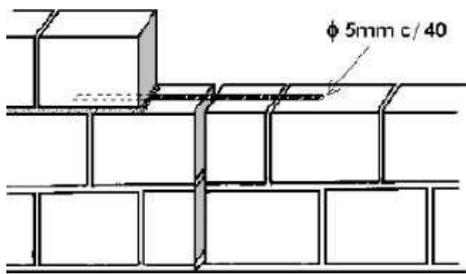
Fonte: adaptada de Mazzer (2012)

4.5.8 Execução das juntas de controle

O Quadro 4-18 contém a ficha PR08: Execução das juntas de controle, a qual explica a técnica aplicada na execução de juntas de controle da alvenaria.

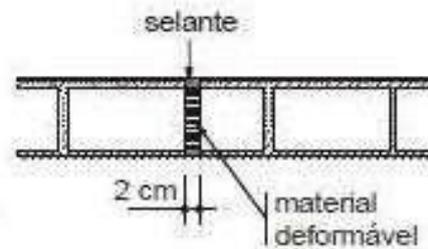
Quadro 4-19 - Ficha PR08: Execução de juntas de controle.	
Técnica de execução	Construir a junta à medida que a alvenaria vai sendo elevada. Preencher a junta com o material flexível e, posteriormente, aplicar um primer para auxiliar na fixação do selante, o qual terá espessura por volta de 50% a 100% da espessura da junta (Figura 4-30). A fim de que as paredes não percam sua estabilidade, ao se executar a alvenaria, deverão ser deixados "conectores de cisalhamento" na região da junta de controle (Figura 4-29). Os conectores devem ser posicionado nas juntas horizontais ímpares, a partir da terceira, e traspasar horizontalmente cerca de 30,0cm para cada lado da junta de controle. (SABBATINI et al., 2013).

Figura 4-29 - Esperas de aço na junta de controle.



Fonte: adaptada de Thomaz et al. (2009)

Figura 4-30 – Preenchimento da junta de controle.



Fonte: adaptada de Thomaz et al. (2009)

4.5.8.1 Ferramentas/Equipamentos

Para preencher as juntas de controle com argamassa, pode-se utilizar balde ou funil. O poliuretano expandido deve ser aplicado com pistola, assim como o mastique.

4.5.8.2 Controle de qualidade

Thomaz et al. (2009) recomendam a conferência do posicionamento das juntas no projeto durante sua execução. Os autores complementam, ainda, que seja feita a conferência da correta inserção do material de enchimento e dos ferros de ligação, quando a utilização deste for necessária.

4.5.9 Execução de vergas e contravergas

O Quadro 4-19 contém a ficha PR09: Execução de vergas e contravergas, a qual explica as técnicas utilizadas para execução dos diferentes tipos de vergas e contravergas.

Quadro 4-20 – Ficha PR09: Verga e Contraverga				
	Moldada in loco com forma de madeira	Pré-moldada em canteiro	Moldada in loco com bloco canaleta	Pré-fabricada
Técnica de execução	Aplicar desmoldante na forma. Fixar a forma nas laterais da alvenaria já elevada e executar o escoramento. Posicionar a armadura com espaçadores. Concretar as vergas. Promover a retirada das formas quando o concreto atingir	Aplicar desmoldante na forma. Posicionar os vergalhões de aço com espaçadores. Concretar as peças e realizar a cura das peças. Após adquirido resistência necessária para desforma e utilização, assentar no vão junto com o	Executar escoramento da verga, posicionando a tábua que sustentará os blocos canaleta. Aplicar argamassa sobre o escoramento e assentar os blocos canaletas. Aplicar o graute no interior do bloco até atingir 3,0cm e disponha dois vergalhões de aço com distância de 1,5cm entre eles. Completar	São simplesmente assentadas como se fossem componentes da alvenaria, devendo-se tomar os mesmos cuidados dedicados à elevação desta: verificação de prumo, nível e alinhamento (SABBATINI et al., 2013).

	resistência suficiente para suportar as cargas. O método para execução de contraverga só se diferencia por não necessitar de escoramento. A forma é apoiada na própria alvenaria (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).	restante da alvenaria. O mesmo procedimento é empregado para contravergas (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).	com graute. O método para execução de contraverga só se diferencia por não necessitar de escoramento. O bloco é assentado na própria alvenaria (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).	
--	---	--	---	--

4.5.9.1 Ferramentas/Equipamentos

Os equipamentos utilizados para execução de vergas e contravergas são marreta, martelo, colher de pedreiro e régua de medição. Para as pré-fabricadas, é necessário apenas colher de pedreiro e régua de medição. Silva (2012) cita o uso de balde em substituição à colher de pedreiro para enchimento dos elementos, além de acrescentar a necessidade do uso de guias para suspensão das vergas e contravergas. Quanto à racionalização dos equipamentos utilizados para assentamento, pode-se retomar o item 4.4.4.

Vale ressaltar que a racionalização no processo de execução de vergas e contravergas está muito mais relacionada à escolha do método de produção destes componentes do que dos equipamentos que serão empregados.

4.5.9.2 Controle de qualidade

Executar o transpasse das vergas e contravergas com comprimento em torno de 20% da largura do vão, avançando no mínimo 20 cm.

“Para vãos de até 1 m podem ser moldadas contravergas com altura em torno de 7 a 9 cm, utilizando-se blocos seccionáveis; acima dessa medida, recomenda-se que as contravergas tomem toda a altura da fiada” (THOMAZ et al., 2009).

É muito importante que os elementos sejam nivelados e que sua execução seja fiel ao projeto.

4.5.10 Execução do reforço com graute

O Quadro 4-20 contém a ficha PR10: Execução do reforço com graute, a qual explica a técnica execução dos pilaretes de graute.

Quadro 4-21 – Ficha PR10: Execução do reforço com graute.		
Técnica de execução	de	A armadura deve ser posicionada no centro do furo e deve-se garantir que ela não se desloque durante o preenchimento. Preencher o furo com graute e adensar bem. O preenchimento deve ser feito em duas etapas; a primeira até a altura das contravergas e, na segunda, preencher o restante (MAZZER, 2012). Grautear em etapas garante que toda a prumada seja preenchida e não seja necessário a abertura de janelas de inspeção nos blocos.

4.5.10.1 Ferramentas/Equipamentos

Para o preenchimento do furo com graute, pode-se utilizar um balde (SILVA, 2012). O balde pode ser tradicional, porém, baldes próprios para graute, com funil, conforme ilustra a Figura 4-31, são mais apropriados

Para o adensamento manual, usar haste metálica com espessura entre 10 e 15mm com comprimento suficiente para alcançar a base do furo (MAZZER, 2012).

Figura 4-31 - Balde para graute.



Fonte: AECWeb (2019b).

4.5.10.2 Controle de qualidade

Deve-se certificar de que o graute foi bem adensado e não há falhas de preenchimento. Não usar a armadura para acomodar o graute (MAZZER, 2012).

4.5.11 Delimitação dos vãos

O Quadro 4-21 contém a ficha PR11: Demarcação dos vãos, a qual explica a técnica aplicada no processo de delimitação dos vãos da alvenaria.

Quadro 4-22 - Ficha PR11: Delimitação dos vãos			
	Batente envolvente	Contramarco de concreto pré-moldado	Gabarito metálico
Técnica de execução	São instalados anteriormente à elevação da alvenaria, servindo como guia para o levantamento da	Contramarcos de concreto pré-moldado devem ser assentados e rejuntados com argamassa no vão de abertura da alvenaria durante o	Se a demarcação for feita com gabarito metálico, este deve ser regulado com a largura que se deseja o vão e instalado durante a elevação

	<p>parede. Primeiro faz-se a instalação do batente e, posteriormente, os blocos são assentados encostados na face do batente. A fixação do batente deve ser feita com preenchimento de argamassa entre o batente e a alvenaria (VILATÓ; FRANCO, 2000).</p>	<p>assentamento dos blocos. (MIRANDA, 2016). Servem como guia para o levantamento da parede.</p>	<p>da alvenaria, servindo como guia para levantamento da parede. O gabarito é retirado assim que o vão estiver concluído (SILVA, 2012).</p>
--	--	--	---

4.5.11.1 Ferramentas

Vilató; Franco (2000) citam o batente envolvente, ilustrado nas Figuras 4-34, como ferramenta para demarcação dos vãos. Mantuano Netto (2016) aponta o uso de contramarcos de concreto pré-moldados, ilustrado na Figura 4-32.

Silva (2012) aponta o uso de gabarito metálico, apresentado na Figura 4-33, para demarcação dos vãos e acrescenta que esta é a melhor opção para tal finalidade, uma vez que, além de diminuírem a dependência da habilidade do operário, são reguláveis e se ajustam à diferentes dimensões, sendo reutilizáveis.

Figura 4-32 - Contramarco de concreto pré-moldado.



Fonte: Habitissimo (2019).

Figura 4-33 - Gabarito metálico.



Fonte: Silva (2012).

Figura 4-34 – Batente envolvente.



Fonte: DM2 Metalúrgica (2019).

4.5.11.2 Controle de qualidade

Mamede (2001) aponta a importância do escoramento provisório dos batentes envolventes durante a sua fixação. Estes, assim como os gabaritos metálicos, devem ser indeformáveis para garantir as dimensões lineares e os ângulos e não gerarem problemas às esquadrias.

Miranda (2016) aconselha que se deixe de 10 a 15mm entre a face da alvenaria e do contramarco de concreto pré-moldado para fixação.

Os vãos entre a alvenaria e os batentes e contramarcos devem ser suficientemente preenchidos para que não se visualizem frestas de luz externa.

Verificar a regularidade dimensional dos batentes e contramarcos antes da instalação, medindo-se o comprimento (nas duas travessas do marco), a altura (nos dois montantes do marco) e a diferença de esquadro (medir as duas diagonais do marc

4.5.12 Nivelamento da alvenaria

O Quadro 4-22 contém a ficha PR12: Nivelamento da alvenaria, a qual explica a técnica aplicada no processo de nivelamento da alvenaria.

Quadro 4-23 - Ficha PR12: Nivelamento da alvenaria			
	Nível de mangueira	Nível a laser	Nível de bolha
Técnica de execução	Em entrevista com mestre de obras, foi explicado que, se for utilizado nível de mangueira, posicionar a marca de água de uma ponta da mangueira sobre	Se for utilizado nível a laser, instalá-lo sobre o tripé no local desejado. Colocá-lo em uma posição o mais nivelado possível. Ao ligar o aparelho, ele	Quando utilizado o nível de bolha, este deve ser posicionado sobre a fiada e a bolha no interior do tubo deve estar dentro da marcação

	um ponto da fiada e leve a outra ponta da mangueira para outro ponto da fiada que se deseja comparar. As marcas de água ficam no mesmo nível e podem ser comparadas com o nível da fiada.	se auto nivela. Girar sua cabeça rotativa, lançando seu feixe de laser sobre a fiada, fazendo uma varredura na horizontal, detectando desníveis.	indicada para confirmar o nivelamento.
--	---	--	--

4.5.12.1 Ferramentas

Thomaz et al. (2009) apresentam como ferramentas para nivelamento da alvenaria: nível de mangueira (Figura 4-35), ou aparelho de nível a laser (Figura 4-36), ou nível de bolha (Figura 4-37), régua e trena.

Figura 4-35 - Nivelamento com nível de mangueira.



Fonte: DCA Arquitetura (2015).

Figura 4-36 - Nivelamento com nível a laser.



Fonte: Tamoyo (2019)

Figura 4-37 – Nivelamento com nível de bolha.



Fonte: Pedreira (2014).

4.5.12.2 Controle de qualidade

Sabbatini et al. (2013) recomendam que o nivelamento seja conferido em todas as fiadas; Mazzer (2012) recomenda que seja feito a cada 3 fiadas.

A tolerância para desníveis é de até 3mm a cada 2m, ou 10mm em todo o vão da parede, segundo Thomaz et al. (2009).

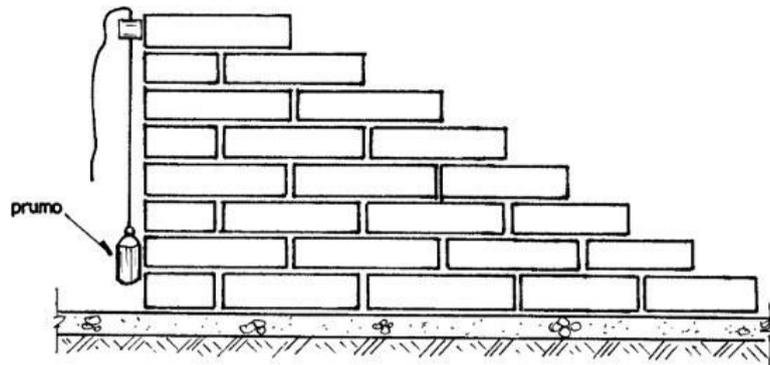
4.5.13 Verificação do prumo

O Quadro 4-23 contém a ficha PR13: Verificação do prumo, a qual explica a técnica aplicada no processo de verificação do prumo da alvenaria.

Quadro 4-24 - Ficha PR13: Verificação do prumo		
	Prumo de face	Aparelho de nível a laser
Técnica de execução	Em entrevista com mestre de obras, foi explicado que, se for utilizado o prumo de face, deve-se encostar a ponta de madeira na parte de cima do tijolo e esticar o fio até um ponto da parede que se deseja comparar. É importante esperar o prumo estabilizar para garantir um bom resultado. A parte de ferro do prumo deve facear a parede; nem muito encostada, nem muito afastada, conforme ilustra a Figura 4-38.	Se for utilizado nível a laser, instalá-lo sobre o tripé no local desejado. Colocá-lo em uma posição o mais nivelado possível. Ao ligar o aparelho, ele se auto nivela. Lançar seu feixe de laser próximo à parede e, com uma régua, verificar se o feixe está a mesma distância da parede em todos os pontos.

Fonte: a autora (2019).

Figura 4-38 - Verificação do prumo.



Fonte: Milito (2014).

4.5.13.1 Ferramentas

Como ferramentas para verificação do prumo, Thomaz et al. (2009) apontam oprumo de face e régua metálica. O nível a laser pode, também, ser utilizado, tornando o trabalho mais eficiente e menos suscetível a erros.

4.5.13.2 Controle de qualidade

Verificar o prumo da parede durante a elevação da alvenaria a cada duas ou três fiadas assentadas. Verificar prumo em 3 ou 4 posições ao longo da parede e em todas as faces dos vãos de portas e janelas; nas paredes de fachada, verificar pela face externa da parede (THOMAZ et al., 2009).

As tolerâncias de desaprumo são de $\pm 3\text{mm}$ a cada 1m na direção da altura da

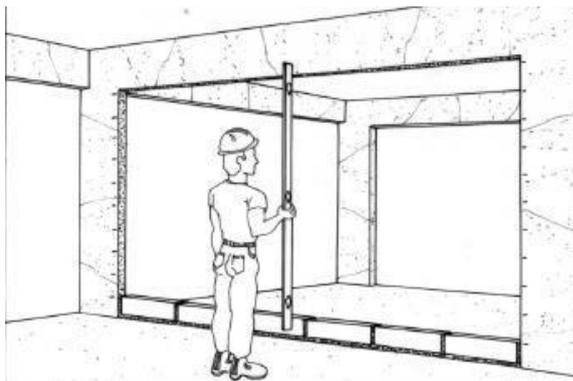
parede. Tolerância máxima de 15mm por pavimento. Nas fachadas, máximo de 5cm em relação à altura do edifício.

4.5.14 Verificação do alinhamento

O Quadro 4-24 contém a ficha PR14: Verificação do alinhamento, a qual explica a técnica aplicada no processo de verificação do alinhamento da alvenaria.

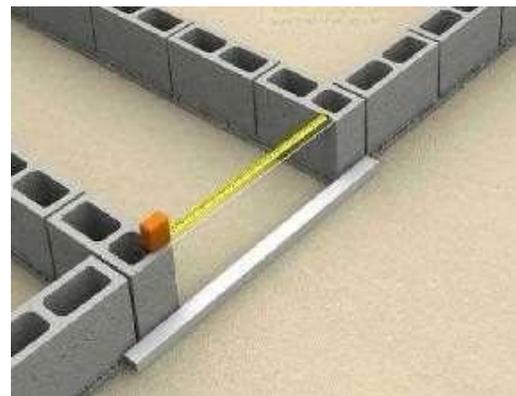
Quadro 4-25 - Ficha PR14: Verificação do alinhamento	
Técnica de execução	Posicionar a régua de alumínio ou trena junto aos elementos que sigam o mesmo alinhamento e verificar se estão na mesma direção, como mostram as Figuras 4-39 e 4-40. Pode-se utilizar o eixo de locação como referência ou ainda os pilares e vigas (THOMAZ et al., 2009).

Figura 4-39 - Verificação do alinhamento da alvenaria com a estrutura.



Fonte: Sabbatini et al. (2013).

Figura 4-40 - Verificação do alinhamento entre paredes de alvenaria.



Fonte: Pedreira (2014).

4.5.14.1 Ferramentas

Segundo Thomaz et al. (2009), para conferir o alinhamento, pode ser empregada a régua de alumínio ou a trena metálica. O nível a laser também pode ser utilizado nessa atividade para torná-la mais eficiente.

4.5.14.2 Controle de qualidade

A tolerância permitida é de 5mm em 2m e máximo de ± 10 mm em relação ao comprimento total da parede.

4.5.15 Verificação do esquadro

O Quadro 4-25 contém a ficha PR15: Verificação do esquadro, a qual explica a técnica aplicada no processo de verificação da ortogonalidade entre as paredes de alvenaria e no requadro dos vãos.

Quadro 4-26 - Ficha PR15: Verificação do esquadro		
	Esquadro metálico	Aparelho de nível a laser
Técnica de execução	Posicionar o esquadro no encontro entre duas paredes, como mostra a Figura 4-41, e verificar se há folga. O esquadro deve ser verificado, também, no requadro dos vãos, conforme Figura 4-42 (MAZZER, 2012).	Segundo entrevista com mestre de obras, para a utilização do nível a laser em esquadro, como mostra a figura 4-43, basta posicioná-lo no encontro entre duas paredes e fazer as mesmas verificações do esquadro metálico.

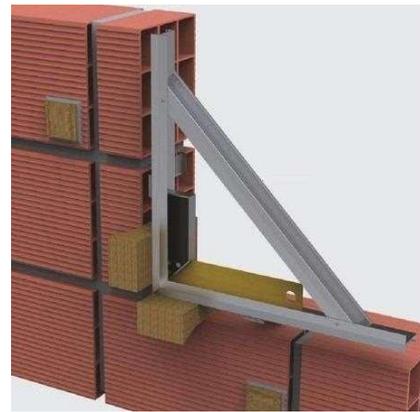
Fonte: a autora (2019).

Figura 4-41 - Verificação do esquadro entre paredes.



Fonte: Pedreira (2014).

Figura 4-42 - Verificação do esquadro no requadro.



Fonte: DOCPLAYER (2019).

Figura 4-43 - Nível a laser em esquadro.



Fonte: Equipaobra (2019).

4.5.15.1 Ferramentas

A ortogonalidade entre as paredes é verificada com esquadro metálico (THOMAZ et al., 2009). Existem aparelhos de nível a laser mais modernos que, além de nível, prumo e alinhamento, são capazes, também, de verificar o esquadro.

4.5.15.2 Controle de qualidade

Não deve resultar folga maior que 2mm entre a extremidade do menor lado do esquadro e a face da parede (THOMAZ et al., 2009).

4.5.16 Execução de passagens para tubulações

O Quadro 4-26 contém a ficha PR16: Execução das passagens para tubulações, a qual explica as diferentes formas de construir passagens para tubulações, elétricas e hidráulicas.

Quadro 4-27 - Ficha PR16: Passagens para tubulações.				
	Hidrossanitárias verticais	Hidrossanitárias horizontais	Elétricas verticais	Elétricas horizontais
Técnica de execução	Deve-se evitar ao máximo o corte dos componentes de alvenaria, utilizando-se os furos dos blocos para caminhamento vertical de tubos (THOMAZ et al., 2009). A melhor opção é a passagem vertical da tubulação, por "shafts" (Figura 4-44) ou blocos hidráulicos (Figura 4-45) (RODRIGUES, 2013).	Os trechos horizontais podem ser embutidos na alvenaria, mas deve-se, preferencialmente, passá-los entre a laje do teto e o forro (Figura 4-46) ou passá-los dentro de blocos canaleta (RODRIGUES, 2013).	Deve-se evitar ao máximo o corte dos componentes de alvenaria, utilizando-se os furos dos blocos para caminhamento vertical de eletrodutos (THOMAZ et al., 2009). O ideal é a passagem vertical dos eletrodutos por "shafts". Para as caixinhas de luz e interruptores, usar blocos elétricos (Figura 4-48) ou embutir as caixinhas e interruptores nos blocos antes de assentá-los (RODRIGUES, 2013).	Recomenda-se, sempre que possível, o caminhamento das tubulações horizontais através das lajes (THOMAZ et al., 2009). Rodrigues (2013) recomenda o uso de blocos canaleta para o caminhamento horizontal dos eletrodutos (Figura 4-47).

Figura 4-44 - Shaft.



Fonte: Mantuano Netto (2016).

Figura 4-45 - Bloco hidráulico.



Fonte: Mantuano Netto (2016).

Figura 4-46 - Passagem de tubulação por baixo de forro.



Fonte: Mantuano Netto (2016).

Figura 4-47 - Passagem de tubulação por bloco canaleta.



Fonte: Mantuano Netto (2016).

Figura 4-48 - Bloco elétrico.



Fonte: Mantuano Netto (2016).

4.5.16.1 Controle de qualidade

Thomaz et al. (2009) explicam que é muito importante que, durante a execução das passagens, o traçado do projeto seja seguido fielmente e, em caso da necessidade de se fazerem

rasgos, que sejam feitos com uma profundidade adequada para o diâmetro da tubulação que ali será inserida.

Roman et al. (1998) explicam que na alvenaria estrutural, todas as instalações elétricas e hidráulicas embutidas devem ser executadas simultaneamente à elevação das paredes. O corte ou a quebra de blocos, posteriores à colocação, são terminantemente proibidos. Os autores acrescentam, também, que o emprego de blocos hidráulicos em alvenaria estrutural não é recomendado, pois podem gerar excentricidades.

4.6 PROCESSOS SOMENTE DAS PAREDES DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

4.6.1 Execução da Ligação à estrutura

O Quadro 4-27 contém a ficha PR17: Execução da ligação à estrutura, a qual explica as técnicas de execução das ligações entre parede de alvenaria e pilar com ferro cabelo e tela metálica.

Quadro 4-28 – Ficha PR17: Execução das ligações		
	Ferro cabelo	Tela metálica
Técnica de execução	Ancorar o ferro cabelo em furos preenchidos com epóxi, com transpasse em torno de 50cm para o interior da alvenaria e com penetração no pilar de 6 a 8 cm. A ligação deve ser feita nas juntas ímpares, a partir da terceira junta (SABBATINI et al., 2013).	Fixar a tela com pinos. A tela deve ser dobrada exatamente a 90°, aplicando-se os pinos e as respectivas arruelas o mais próximo possível da dobra da tela. A ligação deve ser feita nas juntas ímpares, a partir da terceira junta (THOMAZ et al., 2009).

4.6.1.1 Ferramentas/Equipamentos

Sabbatini et al. (2013) explicam que a ancoragem do ferro cabelo é feito com auxílio de broca de vídia, já para a fixação da tela metálica, utiliza-se finca pinos.

4.6.1.2 Controle de qualidade

Durante a execução das ligações, conferir em projeto a locação dos ferros cabelo ou telas metálicas nos pilares. Fazer a ancoragem do ferro cabelo com profundidade entre 7 e 8cm e da tela metálica com 40cm.

Limpar os furos antes da aplicação da resina para ancorar o ferro cabelo.

Medeiros; Franco (1999) apontam a tela metálica como a melhor opção, pois esta já pode vir cortada do tamanho necessário, tem maior possibilidade de ajustes – como ligação de

paredes não ortogonais -, facilidade de aplicação da argamassa e assentamento dos blocos, além de necessitar de menor controle para garantir a qualidade. Além disso, Muci et al. (2014) recomendam o uso de telas metálicas e afirmam que o sistema de ligação por ferro cabelo não é eficiente quando usado sozinho.

4.6.2 Execução da fixação

O Quadro 4-28 contém a ficha PR18: Execução do respaldo, a qual explica as diferentes técnicas de execução do respaldo no encontro entre a parede de alvenaria e a viga.

Quadro 4-29 - Ficha PR18: Execução da fixação					
	Com argamassa tradicional	Com argamassa expansiva/ industrializada	Com poliuretano	Com tijolos cerâmicos	Com cunhas de concreto
Técnica de execução	Preenchimento completo do vão entre a alvenaria e a estrutura de concreto armado e de pelo menos 70% na largura da parede. Preenchimento completo do vão entre a alvenaria e a estrutura de concreto armado e de pelo menos 70% na largura da parede (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).		Aplicar um cordão de espuma em ambos os lados da parede de forma a preencher completamente o vão entre a parede e a estrutura (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).	Assentar os tijolos maciços na diagonal, preenchendo todas as juntas com Argamassa (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).	Assentar as cunhas de concreto no vão preenchendo todas as juntas com argamassa.

4.6.2.1 Ferramentas/Equipamentos

Segundo a Caixa Econômica Federal (2017), a argamassa para fixação pode ser aplicada com colher de pedreiro ou bisnaga, porém, Sabbatini et al. (2013) afirmam que o uso da bisnaga eleva a produtividade e a qualidade do produto final. A mesma afirmação se estende para o assentamento dos blocos cerâmicos e cunhas de concreto. No entanto, há histórico de funcionários acometidos por lesão por esforço repetitivo quando utilizam bisnaga, especialmente para aplicação de argamassas menos fluidas. Logo, no caso de utilização de argamassas menos fluidas, a colher de pedreiro se mostra como equipamento mais apropriado.

O poliuretano é aplicado com aplicador próprio – embalagem de aerossol -, o qual também é aconselhado por ter eficiência elevada.

4.6.2.2 Controle de qualidade

“Deve-se cuidar para que a execução da fixação seja com o máximo de retardo possível após a conclusão das alvenarias em cada pavimento, nunca antes dos 10 dias”

(THOMAZ et al., 2009). Esses autores acrescentam que o material deformável deve ser introduzido sob pressão no vão.

Sabbatini et al. (2013) explicam que o vão deve ser completamente preenchido para que não ocorram solicitações diferenciadas e concentração de tensões.

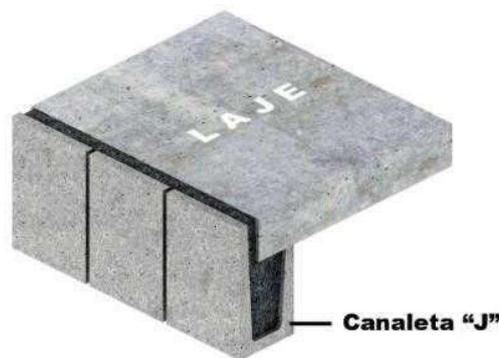
4.7 PROCESSOS SOMENTE DAS PAREDES DE ALVENARIA ESTRUTURAL

4.7.1 Execução da cinta de amarração

O Quadro 4-29 contém a ficha PR19: Execução da cinta de amarração, a qual explica as diferentes técnicas de execução da cinta de amarração – moldadas in loco com forma de madeira ou moldadas in loco com blocos canaleta.

Quadro 4-30 - Ficha PR19: Execução da cinta de amarração		
	De concreto armado moldado em forma de madeira	De concreto armado moldado em blocos canaleta
Técnica de execução	Aplicar desmoldante na área de forma que ficará em contato com o concreto. Fixar a forma nas laterais da alvenaria já elevada. Posicionar a armadura com espaçadores. Concretar as cintas. Promover a retirada das fôrmas somente quando o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).	Assentar os blocos canaleta sobre a parede, conferindo o alinhamento com régua e fazendo os ajustes necessários. Aplicar graute no interior do bloco até atingir 3,0cm e dispor dois vergalhões de aço com distância de 1,5cm entre eles. Completar com graute (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017). Os blocos canaleta podem ser substituídos por blocos canaleta “J”, que têm formato ideal para apoiar a laje.

Figura 4-49 - Laje apoiada em cinta de amarração de blocos canaleta “J”.



Fonte: Freitas (2013).

4.7.1.1 Ferramentas/Equipamentos

As ferramentas utilizadas para execução de cintas de amarração moldadas in loco com blocos canaleta ou formas de madeira são as mesmas utilizadas para execução de contravergas moldadas in loco com blocos canaleta ou com formas de madeira. Consultar item 4.4.9.

Vale ressaltar que a racionalização no processo de execução de cinta de amarração está muito mais relacionado à escolha do método de produção deste componente do que dos equipamentos que serão empregados.

4.7.1.2 Controle de qualidade

Como controle, Thomaz et al. (2009) aconselham executar com o máximo retardo possível após a conclusão das alvenarias em cada pavimento, nunca antes dos 10 dias.

Durante a execução, verificar o posicionamento das armaduras, total preenchimento das formas, compactação e utilização do graute ou concreto especificado em projeto.

O método de execução de cintas de amarração moldadas com blocos canaleta é o mais eficiente, pois anula o uso de formas de madeira, além de não interromper o processo de elevação da alvenaria.

48 SÍNTESE

Ao fim deste trabalho, obteve-se dois quadros, o primeiro contendo a descrição dos componentes e o segundo contendo a descrição dos processos para execução da alvenaria. Os quadros apresentados organizam, de forma resumida, as informações consideradas relevantes, segundo as bibliografias, para a construção de uma parede de alvenaria

Com as informações unificadas e organizadas em quadros, torna-se simples a identificação de quais componentes e processos devem ser executados quando se deseja construir paredes de alvenaria - sejam estas de vedação ou estruturais – e quais materiais, ferramentas e técnicas são necessários para esta execução. Pode-se obter, ainda, informações sobre a aplicação de controle de qualidade e elaboração de projeto, além de maneiras de racionalizar a alvenaria.

Os Quadros 4-31, 4-32 e 4-33 a seguir apresentam a caracterização das partes e componentes que fazem parte de uma parede de alvenaria e elementos que ajudam à racionalização da produção desta. O Quadro 4-31 caracteriza partes e componentes comuns às paredes das alvenarias de vedação e estrutural: blocos, juntas, juntas de controle, vergas e contravergas, reforço com graute e passagens para tubulações. O Quadro 4-32 caracteriza partes e componentes das paredes somente de alvenaria de vedação: tijolos, ligação à estrutura e fixação. O Quadro 4-33 caracteriza partes e componentes das paredes somente de alvenaria estrutural: cinta de amarração.

Cada componente do quadro é descrito em função dos seus atributos. Para cada componente da alvenaria foram preenchidas as informações somente nas categorias consideradas relevantes para tal.

Os atributos discutidos para partes e componentes são: características dos componentes, material do componente, características do material, forma de produção do material, forma de produção do componente, gestão de abastecimento dos recursos - informações nas fichas elaboradas no tópico 4.2, 4.3 e 4.4 - o controle de qualidade aplicada para cada parte e componente, como devem ser apresentados em projeto e, por fim, quais as racionalizações que podem ser aplicadas para aquela parte ou componente.

Complementarmente, o Quadro 4-34 apresenta a sistematização dos processos comuns às paredes das alvenarias de vedação e estrutural. São eles: nivelamento da laje, a definição da galga, demarcação dos eixos de referência, assentamento dos blocos, execução das juntas, marcação da primeira fiada, elevação da alvenaria, execução da juntas de controle, execução das vergas e contravergas, execução do reforço com graute, delimitação dos vãos, nivelamento da alvenaria, verificação do alinhamento, verificação do prumo, verificação do esquadro e execução das passagens para tubulações. O Quadro 4-35 contém os processos das paredes de alvenaria de vedação: execução da ligação à estrutura e execução da fixação. O Quadro 4-36 apresenta os processos das paredes de alvenaria estrutural: execução da cinta de amarração.

Os atributos discutidos para os processos, nos Quadros 4-34, 4-35 e 4-36 são: técnicas de execução dos processos – vide fichas dos tópicos 4.5, 4.6 e 4.7 – ferramentas e equipamentos utilizados nas técnicas, o controle de qualidade empregado em cada processo e as racionalizações possíveis.

Quadro 4-31 - Partes e componentes comuns às paredes das alvenaria de vedação e estrutural e fatores de racionalização.

Componente	Característica do componente	Material	Forma de produção do material	Forma de produção do componente	Gestão do abastecimento de recursos (ver fichas)	Controle de qualidade	Projeto	Fatores de racionalização
Blocos	Blocos modulares e blocos não modulares.	Cerâmica e concreto.	-	Industrializada.	Ficha PC01: Blocos.	Resistência à compressão, absorção de água, dimensões, planeza, imperfeições.	Paginação, famílias de blocos utilizadas, quantidade, resistência característica, tensão de prisma.	Uso de blocos modulares. Produção industrializada.. Compatibilização de projetos e modulação. Transporte em paletes com carrinho apropriado.
Juntas	Horizontal e vertical.	Argamassa.	Industrializada ou no canteiro de obras.	Moldadas in loco.	Ficha PC02: Juntas.	Cuidar com a espessura das juntas.	Espessura das juntas, tipo de argamassa, resistência, traço, cura.	Uso de argamassa industrializada.
Juntas de controle	-	Poliuretano, ou poliestireno, ou argamassa resiliente, selante.	Poliuretano, poliestireno e selante são industrializados. Argamassa pode ser industrializada ou produzida no canteiro de obras.	Moldadas in loco.	Ficha PC03: Juntas de controle.	Cuidar com a espessura, forma de preenchimento, e posição.	Posição da junta, material, espessura, diâmetro das barras.	Optar por materiais industrializados.
Verga e contraverga	Com ou sem formas (blocos canaleta) incorporados ao componente.	Concreto armado ou graute armado.	Concreto e graute podem ser industrializados ou produzidos no canteiro de obras. Blocos canaleta são industrializados, assim como as armaduras.	Moldadas in loco, pré-moldadas, pré-fabricadas.	Ficha PC04: Vergas e contravergas.	Comprimento do transpasse, posição do componente, diâmetro e posição das armaduras.	Forma de produção, posição, tamanho do apoio lateral, taxa de armadura e a bitola, resistência do concreto ou graute.	Uso de vergas e contravergas pré-fabricadas.

Reforço com graute	-	Armadura e graute	O graute pode ser industrializado ou produzido em canteiro. A armadura é industrializada.	Moldados in loco	Ficha PC05: Reforço com graute.	Prumada de graute completamente preenchida, cuidar com a cobertura da armadura.	Locação dos pontos de graute, taxa de armadura e sua bitola, resistência e traço do graute.	Optar por graute industrializado, a não ser quando utilizado em pequena quantidade. Uso de balde próprio para graute. Comprar armadura já cortada e dobrada.
Passagens para tubulações	Vertical, horizontal, para tubulação hidrossanitária, para tubulação elétrica	Blocos/tijolos, blocos hidráulicos, blocos canaleta, forro de gesso ou pvc, concreto.	-	De modo geral, os materiais utilizados na execução das passagens são produzidos de forma industrializada.	Ficha PC06: Passagens para tubulações.	As passagens são moldada in loco.	Fidelidade ao traçado do projeto. Diâmetro de qualquer tubulação não deve ser maior do que um terço da largura do bloco/tijolo.	Compatibilizar projetos, que devem conter a localização dos <i>shafts</i> e suas dimensões, representar ramais hidráulicos ou caminhamento dos eletrodutos, diâmetro dos dutos, pontos de saída de água ou pontos de luz, tomadas e interruptores, uso de blocos hidráulicos ou elétricos.

Fonte: a autora.

Quadro 4-32 - Partes e componentes somente das paredes de alvenaria de vedação e fatores de racionalização.

Componente	Característica do componente	Material	Forma de produção do material	Forma de produção do componente	Gestão do abastecimento de recursos (ver fichas)	Controle de qualidade	Projeto	Fatores de racionalização
Tijolos	-	Cerâmica.	-	Industrializada.	Ficha PC07: Tijolos.	Resistência à compressão, dimensões, imperfeições.	Paginação, quantidade, resistência característica.	Produção industrializada. Compatibilização de projetos e paginação. Transporte em paletes com carrinho apropriado.
Ligação à estrutura	-	Ferro cabelo ou tela metálica.	Industrializada	Moldadas in loco.	Ficha PC08: Ligação à estrutura.	Locação dos ferros cabelo ou telas metálicas nas fiadas, bitolas, bitola do ferro cabelo, espessura da tela, profundidade da ancoragem.	Tipo de ligação, posição nas fiadas, comprimento de ancoragem, dimensões dos componentes.	Optar pelo uso de tela metálica.
Fixação	-	Argamassa fraca, argamassa expansiva, poliuretano, neoprene, tijolo cerâmico, ou cunhas de concreto.	Salvo a argamassa, que pode ser produzida em canteiro, o restante dos materiais é produzido de forma industrializada.	Moldadas in loco.	Ficha PC09: Fixação.	Altura do vão, cuidados com completo preenchimento.	Altura do vão, material de preenchimento; se de argamassa, especificar o traço.	Uso de argamassa industrializada ou cunhas de concreto pré-fabricadas.

Fonte: a autora.

Quadro 4-33 - Partes e componentes somente das paredes de alvenaria estrutural e fatores de racionalização.

Componente	Característica do componente	Material	Forma de produção do material	Forma de produção do componente	Gestão do abastecimento de recursos (ver fichas)	Controle de qualidade	Projeto	Fatores de racionalização
Cinta de amarração	Com ou sem formas (blocos canaleta) incorporados ao componente.	Concreto armado ou graute armado.	Concreto e graute podem ser industrializados ou produzidos no canteiro de obras. Blocos canaleta são industrializados, assim como as armaduras.	Moldadas in loco.	Ficha PC10: Cinta de amarração.	Atentar à taxa de armadura e a bitola, cotas, posições e dimensões, modo de preenchimento e compactação, especificações do material. Executar com retardo após a elevação da parede.	Características do material, traço e resistência do concreto, taxa de armadura, bitola e posicionamento das barras, dimensões do componente.	Cintas feitas com blocos canaleta. Uso de balde para preenchimento.

Fonte: a autora.

Quadro 4-34 - Processos comuns às paredes das alvenarias de vedação e estrutural e fatores de racionalização.

Processo	Etapas da produção (ver fichas)	Ferramentas/ Equipamentos	Controle de qualidade	Fatores de racionalização
Nivelamento da laje	PR01 – Nivelamento da laje.	Mangueira de nível ou nível alemão Desempenadeira lisa.	Fazê-lo 24h antes do início da alvenaria.	Uso do nível alemão.
Definição da galga	PR02 – Definição da galga.	Escantilhão com mola e sistema de regulagem telescópica por régua ou caibro, para alvenaria de vedação. Escantilhão com tripé, para alvenaria estrutural. Mangueira de nível ou aparelho de nível a laser.	A demarcação da galga deve obedecer a modulação feita em projeto.	Demarcação da galga fora da estrutura. Uso de escantilhão.
Demarcação dos eixos de referência	PR03 – Demarcação dos eixos de referência.	Fio de nylon e esticador de linha, régua de alumínio e trena. Ou colher de pedreiro e régua de alumínio.	Cuidado com desvios. Correto posicionamento da estrutura usada como referência.	Uso de aparelho de nível a laser.
Assentamento dos blocos	PR04 – Assentamento dos blocos.	Colher de pedreiro, bisnaga, meia cana, palheta.	Atentar à defasagem entre as fiadas na amarração direta. Se for feita amarração indireta, tomar os cuidados exigidos.	Assentamento com palheta ou meia cana.
Execução das juntas	PR05 – Execução das juntas.	Colher de pedreiro, bisnaga, meia cana, palheta.	Cuidar com a espessura das juntas. Preenchimento compacto.	Utilização de palheta ou meia cana. Aplicar argamassa em dois cordões.
Marcação da primeira fiada	PR06 – Demarcação da primeira fiada.	Colher de pedreiro, aparelho de nível a laser, régua de bolha, prumo de face, linha, esquadro.	Espessura da camada de assentamento. Conferir alinhamento, nível, prumo e esquadro.	Uso de aparelho de nível para conferir alinhamento, nível, prumo e esquadro.
Elevação da alvenaria	PR07 – Elevação da alvenaria.	Ferramentas utilizadas nos serviços e processos de execução dos componentes que envolvem a elevação da alvenaria.	Controle de qualidade aplicado nos serviços e processos de execução dos componentes que envolvem a elevação da alvenaria.	Racionalização aplicada nos serviços e processos de execução dos componentes que envolvem a elevação da alvenaria.
Execução das juntas de controle	PR08 – Execução das juntas de controle.	Balde, funil, pistola.	Espessura, forma de preenchimento, posição da junta. Posicionamento e bitola da barra de aço.	Optar por materiais industrializados.
Execução de vergas e contravergas	PR09 – Execução de vergas e contravergas.	Marreta, martelo, colher de pedreiro, régua de medição, balde. Para pré-fabricadas, grua ou guindaste. Para assentamento de blocos canaleta, colher de pedreiro, ou bisnaga, ou meia cana ou palheta.	Comprimento do transpasse, altura e nivelamento do componente, diâmetro e posição das armaduras.	Uso de vergas e contravergas pré-fabricadas.

Execução do reforço com graute	PR10 – Execução do reforço com graute.	Balde, haste metálica.	Deve-se certificar de que o graute foi bem adensado e não há falhas de preenchimento. Não usar a armadura para acomodar o graute.	Optar por graute industrializado, a não ser quando utilizado em pequena quantidade. Uso de balde próprio para graute.
Delimitação dos vãos	PR11 - Delimitação dos vãos.	Batente envolvente, contramarco de concreto pré-moldado ou gabarito metálico.	Escoramento provisório dos batentes envolventes. Qualidade das ferramentas, regularidade dimensional dos batentes e contramarcos. Espaçamento entre a alvenaria e contramarco. Adequado preenchimento dos vãos.	Optar pelo gabarito metálico.
Nivelamento da alvenaria	PR12 – Nivelamento da alvenaria.	Nível a laser, nível de bolha ou nível de mangueira, régua e trena.	Cuidado com desvios especificados em norma.	Uso de aparelho de nível a laser.
Verificação do prumo	PR13 – Verificação do prumo.	Prumo de face, trena metálica, aparelho de nível a laser.	Cuidado com desvios especificados em norma.	Uso de aparelho de nível a laser.
Verificação do alinhamento	PR14 – Verificação do alinhamento.	Régua de alumínio, trena metálica, aparelho de nível a laser.	Cuidado com desvios especificados em norma.	Uso de aparelho de nível a laser.
Verificação do esquadro	PR15 – Verificação do esquadro.	Esquadro metálico, nível a laser.	Cuidado com desvios especificados em norma.	Uso de aparelho de nível a laser.
Execução das passagens para tubulações	PR16 – Execução das passagens para tubulações.	-	Fidelidade ao traçado do projeto durante a execução, rasgos somente quando necessário e devem ser bem dimensionados. Instalações elétricas e hidráulicas embutidas devem ser executadas simultaneamente à elevação das paredes.	Executar as passagens seguindo o projeto, que deve ser compatibilizado com a paginação da alvenaria, com os projetos arquitetônico e estrutural. Evitar rasgos não planejados.

Fonte: a autora.

Quadro 4-35 - Processos das paredes de alvenaria de vedação e fatores de racionalização.

Processo	Etapas da produção (ver fichas)	Ferramentas/ Equipamentos	Controle de qualidade	Fatores de racionalização
Execução da ligação à estrutura	PR17 – Execução da ligação à estrutura.	Para o ferro cabelo, broca de vídia; para a tela metálica, finca pinos.	Conferir em projeto a locação dos ferros cabelo ou telas metálicas nos pilares. Atentar ao tamanho da ancoragem. Limpar os furos antes da aplicação da resina para ancorar o ferro cabelo.	Optar pelo uso de telas metálicas.
Execução da fixação	PR18 – Execução da fixação.	Argamassa, com colher de pedreiro ou bisnaga. Tijolos e cunhas, com colher de pedreiro. Poliuretano, com aerossol.	Cuidados com preenchimento, tempo após conclusão da elevação da parede (mín. 10 dias).	Uso de argamassa industrializada ou cunhas de concreto pré-fabricadas. Aplicação da argamassa com bisnaga (cuidar com o traço para não dar LER).

Fonte: a autora.

Quadro 4-36 - Processos das paredes de alvenaria estrutural e fatores de racionalização

Processo	Etapas da produção (ver fichas)	Ferramentas/ Equipamentos	Controle de qualidade	Fatores de racionalização
Execução da cinta de amarração	PR19 – Execução da cinta de amarração.	Marreta, martelo, colher de pedreiro, régua de medição, balde. Para rejuntamento, colher de pedreiro, ou bisnaga, ou meia cana, ou palheta.	Executar com o máximo retardo possível após a conclusão das alvenarias em cada pavimento, nunca antes dos 10 dias. Total preenchimento das formas e compactação do concreto ou graute.	Optar pelo uso de cintas de amarração com blocos canaleta.

Fonte: a autora.

Os quadros apresentados organizam, de forma resumida, as informações sobre a construção de uma parede de alvenaria. Foi feito um apanhado dos dados importantes, coletados de diferentes bibliografias, e agrupados em um único estudo, com a intenção de facilitar o acesso a todos eles. Os componentes e processos foram caracterizados, em quadros, de acordo com seus atributos, de forma a elucidar, didaticamente, o método de execução de alvenaria.

A análise dos Quadros 4-31, 4-32 e 4-33 facilita a identificação de quais partes e componentes devem ser executados quando se deseja construir paredes de alvenaria, sejam estas de vedação ou estruturais. São elas: blocos, tijolos, juntas, juntas de controle, verga/contraverga, fixação, cinta de amarração, ligação à estrutura, reforço com graute e passagens para tubulações. Eles contém, ainda, quais opções de materiais podem ser usados para cada parte e componente, como deve ser a gestão do abastecimento dos recursos, controles de qualidade que devem ser aplicados, citam quais informações são necessárias em projeto para garantir uma boa execução das partes e componentes, além de fatores para a racionalização da alvenaria.

As fichas citadas nos quadros sobre a gestão de abastecimento dos recursos explicam quais as exigências com os materiais no momento de recebimento em obra, a forma de armazenamento e no transporte destes.

Os Quadros 4-34, 4-35 e 4-36 citam os processos que devem ser realizados para a execução das paredes de alvenaria, tanto de vedação, quanto estrutural. São eles: nivelamento da laje, definição da galga, demarcação dos eixos de referência, marcação da primeira fiada, assentamento dos blocos, execução das juntas, elevação da alvenaria, execução das vergas e contravergas, execução do reforço com graute, execução das juntas de controle, execução da ligação à estrutura, delimitação dos vãos, nivelamento da alvenaria, verificação do alinhamento, verificação do prumo, verificação do esquadro, execução das passagens para tubulações, execução da fixação, execução da cinta de amarração. Os quadros apresentam fichas, que explicam as técnicas utilizadas para a prática destes processos, além de fornecerem quais ferramentas e equipamentos devem ser empregados na aplicação da técnica e os controles que devem ser impostos para garantir a qualidade da execução. Estes quadros explicam, ainda, as possíveis racionalizações que podem ser aplicadas para o aprimoramento dos processos.

49 ESTUDO DE CASO

Com a identificação clara das partes, componentes e processos, se torna simples detectá-los em uma obra de parede de alvenaria e analisar separadamente como cada um está sendo executado.

Em função disso, com a intenção de testar a funcionalidade dos quadros, foi feita uma análise do método de execução de paredes alvenaria de vedação em uma obra na praia de Palmas, na cidade de Governador Celso Ramos. O quadro 4-37 a seguir apresenta os problemas encontrados, em obra, na execução dos componentes e processos (coluna da esquerda). Na coluna da direita, foram listadas as medidas que poderiam ter sido tomadas, baseando-se nos Quadros 4-31, 4-32, 4-33, 4-34, 4-35 e 4-36 para melhorar os métodos.

Quadro 4-37 - Comparação entre práticas realizadas em obra e práticas recomendadas pelos quadros.

PARTES E COMPONENTES		
Fator comum	Como visto na obra	Conforme é recomendado na bibliografia
Blocos		
Característica do componente, controle de qualidade	Escolhidos blocos sem atenção à modulação. Feita apenas a inspeção visual no recebimento.	Utilizar blocos modulares. Verificar as características geométricas, mecânicas e físicas dos blocos.
Técnica, ferramenta	Assentamento com colher de pedreiro, com furos na horizontal.	Utilizar, preferencialmente, meia cana ou palheta para assentamento e assentar os blocos com os furos na vertical.
Gestão de abastecimento dos recursos	Blocos armazenados soltos, transportados por carrinho de mão.	Armazenar os blocos em paletes e transportá-los em carrinhos porta paletes.
Especificações de projeto	Não foi feita a compatibilização do projetos. Não há paginação ou modulação	Compatibilizar os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário para elaboração da paginação. Utilizar a modulação no projeto.
Juntas		
Gestão de abastecimento dos recursos	A junta foi feita com argamassa produzida em canteiro. Agregados e cimento armazenados em contato direto com solo, desprotegidos de intempéries.	Utilizar argamassa industrializada. Armazenar agregados e cimento em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. Separar agregados em baías.
Ferramenta, técnica	Argamassa aplicada com colher de pedreiro em toda a face do bloco. Juntas não preenchidas no encontro entre parede e pilar. Feitas juntas verticais secas em paredes com passagem de tubulação. Preenchimento das juntas mal compactado.	Aplicar argamassa com palheta ou meia cana formando dois cordões nas extremidades dos blocos. Preencher as juntas no encontro entre parede e pilar e as juntas verticais em paredes em que há tubulação. Compactar as juntas.
Especificações de projeto	Não foram apresentadas especificações das juntas no projeto.	Especificar em projeto a espessura da junta, o tipo de argamassa que será utilizada e o traço.

Verga e Contraverga		
Controle de qualidade	Não foram executadas vergas e contravergas em todas as aberturas.	Executar verga e contraverga em todos os vãos que não atinjam a viga.
Forma de produção do componente	Verga e contraverga moldadas in loco com forma de madeira.	Utilizar vergas e contravergas pré-fabricadas.
Especificações de projeto	Não foram apresentadas especificações para este componente em projeto.	Especificar em projeto seus posicionamentos, o tamanho do apoio lateral, a taxa de armadura, a bitola da armadura e a resistência do concreto.
Fixação		
Técnica de execução, controle de qualidade	Não foi feita fixação em todos os encontros entre parede e viga. Encunhamentos feito de modo incorreto (blocos na horizontal).	Fazer a fixação em todos os encontros de parede com viga. Fazer o encunhamento com blocos a 45°.
Gestão de abastecimento dos recursos	Sacas de argamassa armazenadas desprotegidas de umidade ou intempéries.	Armazenar as sacas de argamassa em local protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo.
Ferramentas, técnica de execução	Os vãos foram preenchidos com colher de pedreiro (apenas na extremidade do bloco).	Preencher todo o vão com bisnaga. A argamassa deve entrar sob pressão.
Controle de qualidade	Fixação feita dois dias apenas após a elevação da alvenaria.	Fazer a fixação, no mínimo, dez dias após a elevação da alvenaria.
Especificações de projeto	Especificações do componente não foram apresentadas em projeto.	Em projeto, especificar a espessura do vão e com qual material será feita a fixação.
Amarração		
Característica do componente	Não foram utilizados blocos modulares. Foi necessária a quebra dos blocos para encaixe destes na amarração.	Utilizar blocos modulares. Quando forem necessários ajustes, utilizar blocos próprios para isso (blocos de ajuste).
Especificações de projeto	Especificações das amarrações não foram apresentadas em projeto	Especificar, em projeto, as dimensões e família de blocos utilizados em cada fiada.
Ligação		
Técnica de execução, controle de qualidade	Telas metálicas foram fixada a cada três fiadas. Comprimento de ancoragem foi feito abaixo do recomendado.	Fazer a ligação nas juntas ímpares, a partir da terceira junta. O comprimento de ancoragem deve ser de, pelo menos, 40cm.
Especificações de projeto	Não foram apresentadas especificações para a ligação em projeto.	Especificar, em projeto, em quais fiadas serão aplicadas as telas, o comprimento de ancoragem, as dimensões da tela e o diâmetro do fio.
Passagens para tubulação		
Especificações de projeto	Não foi feita a compatibilização dos projetos.	Projetos elétricos, hidrossanitários, arquitetônicos, estruturais e paginação devem ser compatibilizados.
Controle de qualidade	Foram feitos inúmeros rasgos para passagem de tubulação; alguns, desnecessariamente.	Rasgos devem ser muito bem planejados para não serem feitos em vão.
Técnica de execução	Na vertical, as tubulações passaram, na grande maioria dos casos, por rasgos feitos na alvenaria (exceto tubulações de esgoto). As caixinhas de luz foram instaladas com os blocos já assentados.	Primeiramente, evitar passagem de tubulação embutida na alvenaria; optar pelo uso de shafts. Quando for inevitável, passar por blocos hidráulicos ou por dentro dos furos. As caixinhas de luz devem ser instaladas nos blocos antes de assentá-los.

PROCESSOS		
Nivelamento da laje		
Ferramenta	Conferência do nível da laje foi feita com régua.	Conferir o nível da laje com aparelho de nível a laser.
Demarcação da galga		
Ferramenta	Demarcação da galga feita com régua.	Utilizar escantilhão para demarcar a galga.
Controle de qualidade	Não foi feito o nivelamento da marcação.	Conferir o nivelamento da demarcação com aparelho de nível a laser.
Demarcação dos eixos de referência		
Ferramenta	A demarcação do eixo foi feita com régua, posicionada na direção da fiada. A materialização do eixo foi feita com os próprios blocos assentados.	Demarcar o eixo antes de assentar os blocos, seja com aparelho de nível a laser ou com fios de nylon esticados entre os blocos de extremidade da fiada.
Marcação da primeira fiada		
Controle de qualidade	Após a finalização da marcação da primeira fiada, não foram feitas as conferências do nível, prumo, alinhamento e esquadro.	Conferir o nível, prumo, alinhamento e esquadro da primeira fiada.
Especificações de projeto	Não foi apresentada a planta da primeira fiada em projeto.	O projeto da primeira fiada deve apresentar eixos de referência, tipos e quantidade de blocos a serem utilizados e pontos que receberão graute.
Elevação da alvenaria		
Técnica de execução	Paredes sem vãos para esquadrias foram levantadas inteiramente de uma só vez.	Levantar as paredes até uma altura média em uma única etapa e completar até a altura final na etapa seguinte.
Especificações de projeto	Não foi apresentada a elevação da alvenaria a em projeto.	O projeto de elevação da alvenaria deve apresentar as distâncias verticais dos vãos de aberturas de portas e janelas e dos pontos de instalação elétrica, a posição e altura das vergas e contravergas com detalhamento das armaduras, numeração das paredes, identificação das paredes, shafts e escadas, detalhamento das emendas e juntas, as características geométricas dos componentes do sistema construtivo e a resistência característica dos blocos.
Demarcação dos vãos		
Ferramenta	A demarcação dos vãos foi feita com contramarco metálico.	Demarcar os vãos com gabarito metálico.
Nivelamento da alvenaria		
Controle de qualidade	Não é feito a conferência do nivelamento das fiadas.	Conferir o nivelamento em todas as fiadas, de preferência com aparelho de nível a laser.
Verificação do prumo		
Controle de qualidade	O prumo só foi conferido após a elevação de todas as fiadas.	Verificar o prumo da parede durante a elevação da alvenaria a cada duas ou três fiadas assentadas. Verificar prumo em 3 ou 4 posições ao longo da parede utilizando, de preferência, aparelho de nível a laser.
Verificação do alinhamento		
Ferramenta	O alinhamento foi conferido com trena metálica.	Conferir o alinhamento, de preferência, com aparelho de nível a laser.

Verificação do esquadro		
Controle de qualidade	Não foi conferida a ortogonalidade nos requadros dos vãos.	Verificar o esquadro, com esquadro metálico, no requadro dos vãos.

Fonte: a autora (2019).

As imagens a seguir são registros dos problemas encontrados nesta mesma obra durante a execução da alvenaria. Na Figura 4-50, nota-se um reboco demasiadamente espesso, feito desta forma para esconder desaprumos e desalinhamentos. Na Figura 4-51, percebe-se que não foi feita a fixação entre a parede de alvenaria e a viga, porém, houve um cuidado com a execução da contraverga no vão da porta. Nas Figuras 4-52 e 4-53 verifica-se que não houve cuidado no armazenamento dos materiais. Estes estão expostos à intempéries, suscetíveis à umidade e mal dispostos no canteiro. A Figura 4-54 mostra que não houve um grande cuidado com o planejamento prévio das passagens de tubulações, gerando diversos rasgos desnecessários na alvenaria. Na Figura 4-55, nota-se a ausência de projeto de modulação da alvenaria e a falta de controle de qualidade com os blocos, os quais apresentam diversas imperfeições. A Figura 4-56 mostra que não houve o cuidado em executar vergas e contravergas em todos os vãos. Por fim, na Figura 5-57, pode-se notar a falta de cuidado com o comprimento de ancoragem das telas metálicas para ligação.

Figura 4-50 - Excesso de reboco para corrigir imperfeições.



Fonte: a autora (2019).

Figura 4-52 - Blocos armazenados de modo inapropriado.



Fonte: a autora (2019).

Figura 4-54 - Falta de planejamento na passagem das tubulações.



Fonte: a autora (2019).

Figura 4-51 – Ausência de fixação entre alvenaria e viga.



Fonte: a autora (2019).

Figura 4-53 – Agregados armazenados de modo inapropriado.



Fonte: a autora (2019).

Figura 4-55 - Falta de modulação; blocos de baixa qualidade.



Fonte: a autora (2019).

Figura 4-56 - Não execução de verga e contraverga nas portas e janelas.



Fonte: a autora (2019).

Figura 4-57 - Comprimento de ancoragem abaixo do recomendado.



Fonte: a autora (2019).

Em obra, com o auxílio dos Quadros 4-31, 4-32, 4-33, 4-34, 4-35 e 4-36, fez-se uma comparação entre as práticas recomendadas para construir paredes de alvenaria nas bibliografias e as práticas realizadas em obra. Foi possível observar que, em muitos pontos, há divergências entre bibliografia e prática.

Foram identificados, facilmente, em quais pontos da construção das paredes de alvenaria deveriam ter sido feitas interferências para melhorar o sistema construtivo. Foi simples, também, elencar as recomendações de como deveriam ser feitas estas interferências, visando aprimorar os processos envolvidos na execução e torná-los mais eficientes, além de melhorar a qualidade do produto final.

As práticas inapropriadas iniciaram-se já no projeto, não havendo uma paginação dos blocos, nem compatibilização entre os projetos estrutural, hidrossanitário, elétrico e da alvenaria. Notou-se, também, que não havia um cuidado com o controle dos materiais no recebimento, nem mesmo com seu armazenamento.

Quanto as ferramentas, muitas eram obsoletas e até improvisadas. Também não havia controle sobre a forma correta das técnicas de execução ou da qualidade do resultado final de cada parte ou componente.

A curto prazo, essas práticas levaram a improvisos, retrabalhos, custos adicionais e atrasos. A longo prazo, podem gerar problemas com a qualidade e durabilidade das paredes, exigindo que sejam feitas manutenções ou, até mesmo, que as paredes sejam refeitas.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Neste trabalho foi realizada uma proposta de sistematização do conhecimento sobre alvenaria. Para tanto, foram reunidas várias bibliografias contendo informações sobre os componentes e processos do sistema construtivo. Mediante comparações entre as partes, entre os componentes e entre processos foram detectados atributos comuns que podem caracterizá-los. Cada parte, componente e processo foi caracterizado de acordo com esses atributos. Como resultado, obteve-se dois grandes quadros: um das partes e componentes e um outro dos processos; úteis para organizar o conhecimento sobre paredes de alvenaria de vedação e estrutural.

O organização do conhecimento relativo às paredes de alvenaria de forma padronizada contribuiu para facilitar o entendimento de cada etapa do ciclo de construção da parede. A sistematização do conhecimento facilitou a identificação das partes, componentes e processos envolvidos no sistema construtivo e apresentou a forma mais apropriada de executá-los, mostrando aspectos que vão desde a elaboração do projeto, materiais e ferramentas que devem ser empregados, controles de qualidade que devem ser aplicados, técnicas de execução, os cuidados com recebimento, armazenamento e transporte de materiais, entre outros fatores que aumentam a racionalização das paredes de alvenaria.

A elaboração deste trabalho contribuiu, também, para a percepção de que, para a construção de uma parede de alvenaria, as práticas indicadas nas bibliografias não são, necessariamente, sempre as opções mais apropriadas. As bibliografias oferecem alternativas de racionalização de forma generalizada, mas sabe-se que cada obra tem suas particularidades. É função do construtor analisar quais medidas devem ser tomadas para tornar sua construção da alvenaria mais eficaz e mais eficiente, visando construir uma parede que atinja o melhor desempenho com o uso racional dos recursos, buscando economia na mão de obra e nos materiais.

O resultados deste trabalho servem, ainda, para comparar a forma de execução da alvenaria recomendada pelas bibliografias com a maneira que esta é executada em obra, servindo como um guia de boas práticas que devem ser aplicadas em canteiro.

Ou também, comparar o que é recomendado pelas bibliografias no Brasil com o que é feito em outros países, para, possivelmente, detectar-se novas tecnologias envolvidas na construção de paredes de alvenaria que possam ser implantadas no País na busca por melhorias do sistema construtivo.

52 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se que seja inserido no escopo da sistematização: aspectos da mão de obra e sequência das atividades, incluindo aspectos, como por exemplo, a demanda de tempo para cada uma. Sugere-se, também, que sejam comparados aspectos de uso, manutenção e durabilidade para as paredes de alvenaria construídas seguindo as boas práticas e paredes de alvenaria feitas de formas tradicional.

Recomenda-se, também, comparar a execução da alvenaria no Brasil com a execução desta em outros países. Ou ainda, com o emprego do modelo da sistematização proposta, comparar aspectos da execução da alvenaria em diferentes regiões do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABCP. Brasil é referência mundial em alvenaria estrutural.
- ABNT NBR 15270-1. Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — Terminologia e requisitos. , 2005.
- ABNT/CB-02. Alvenaria estrutural — Blocos de Concreto — Parte 2: Execução e Controle De Obra. , 2010.
- ABRANTES, L. C. Catálogo de Materiais. , p. 26, 2011.
- AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C. Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra. , v. 2, p. 26, 1998.
- ALVES, C. Aerossóis Atmosféricos: Perspectiva Histórica, Fontes, Processos Químicos de Formação e Composição Orgânica. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 859–870, 2005.
- BARBOSA, T.; SILVA, N. C.; DE, D. A. Análise Crítica de Indicadores de Produtividade e Desperdício de Material em Sistema de Alvenaria de Vedação Racionalizada. **Construindo**, v. 09, n. 02, 2017.
- BARROS, M. M. S. B. DE. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. Anais. **Anais...** , 1998. São Paulo: Epusp/PCC.
- BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Diretrizes para o Processo de Projeto para a Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios**. Boletim Técnico -BT/PPC-172, São Paulo: EPUSP, 2003.
- BRYMAN, A. **Social Research Methods**. third ed. ed. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI - Cadernos técnicos de composições para alvenaria estrutural (blocos de concreto, blocos cerâmicos, grauteamento e armação). , 2016.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Verga, Contraverga, Fixação de Alvenaria de Vedação e Cinta de Amarração de Alvenaria**. Caderno técnico, , 2017.
- DUEÑAS PEÑA, M.; FRANCO, L. S. **Métodos para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006.
- FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. O Papel do Projeto para Produção na Construção de Edifícios. . p.6, 1998. São Paulo: FAU/USP.
- FORNER, T. **Comparativo entre Alvenaria de Vedação com Juntas Verticais Secas e Alvenaria Convencional**, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso, Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- MAMEDE, F. C. **Utilização de pré-moldados em edíficios de alvenaria estrutural**, 2001. Dissertação de Mestrado, São Carlos: Universidade de São Paulo.
- MANNESCHI, K.; MELHADO, S. Scope of Design for Production of Partition Walls and Facade Coverings. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 6, p. 3–17, 2010.
- MANTUANO NETTO, R. **Práticas racionalizadas de execução de alvenaria estrutural de blocos de concreto**, 2016. Dissertação de Mestrado, São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- MASSETTO, L.T. Imagens da execução de paredes de alvenaria de vedação e estruturais. São Paulo, SP. 2019.
- MAZZER, R. DE C. **Características técnicas e execução racionalizada de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos**, 2012. Dissertação de Mestrado, São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

MEDEIROS, D. J. S.; FRANCO, D. L. S. **Prevenção de Trincas em Alvenarias através do Emprego de Telas Soldadas com Armadura e Ancoragem**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1999.

MELHADO, S. B. Coordenação de projetos de edificações. , 2005. São Paulo.

MILITO, J. A. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios - Alvenaria**, 2014. Notas de aula, Campinas: Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.U.C. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABplkAF/tecnicas-construcao-civil-construcao-edificios>>. Acesso em: 20/6/2019.

MUCI, D. W. S.; NETTO, J. R. B.; SILVA, R. D. A. **Sistemas de recupecção de fissuras da interface alvenaria de vedação - Estrutura de concreto: Comparativo entre o procesos executivos e análise de custo**, 2014. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Goiás.

NBR 18 - ABNT. CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. , 2006.

NBR 6136 - ABNT. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. , 1994.

NBR 7170 - ABNT. Tijolo maciço cerâmico para alvenaria. , 1983.

NBR 7211 - ABNT. Agregados para concreto - Especificação. , 2005.

NBR 8545-ABNT. Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. , 1984.

NBR 11578 - ABNT. Cimento Portland Composto. , 1991.

NBR 13281 - ABNT. Argamassa Para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos. , 2005.

NBR 15812-1 – ABNT. Alvenaria estrutural - Blocos crâmicos - Parte 1: Projetos. , 2010.

NBR 15965 - ABNT. Sistema de classificação da informação da construção. Par te 1: Terminologia e estrutura.

NBR7481 -ABNT. Tela de aço soldada - Armadura para concreto. , 1990.

PENTEADO, P. T.; MARINHO, R. C. **Análise Comparativa de Custo e Produtividade dos Sistemas Construtivos: Alvenaria de Solo-cimento, Alvenaria com Blocos Cerâmicos e Alvenaria e Estrutural com Blocos de Concreto na Construção de uma Residência Popular**, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PEREIRA, C. Alvenaria de Vedação - Vantagens e Desvantagens - Escola Engenharia. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>>. Acesso em: 17/6/2019.

RENNER COATINGS. Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. , 2016.

RODRIGUES, M. DE L. **Ganhos na Construção com a Adoção da Alvenaria com Blocos Cerâmicos Modulares**, 2013. Trabalho de conclusão de curso, Rio de Janeiro: UFRJ.

ROMAN, H.; MUTTI, C.; ARAÚJO, H. **Construindo em alvenaria estrutural**. 1ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

ROMAN, H. R. Técnicas de Construção II - ECV/UFSC. , 2003. Notas de aula, Florianópolis.

ROMAN, H. R.; SIGNOR, R.; RAMOS, A. S.; MOHAMED, G. **Análise de Alvenaria Estrutural**. Universidade Corporativa Caixa GDA. NPC. UFSC, 1998.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.**, 18. ago. 1989. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F. H.; FRANCO, L. S.; S. B. BARROS, M. M. **Tecnologia de Vedações Verticais**, Versão Revisada 2013. Apostila, São Paulo: Escola politecnica da Universidade de São Paulo.

SALA, H. B. **Controle de Qualidade Geométricas de Execução de Alvenaria de Vedação Racionalizada em Bloco Cerâmico - Estudo de Caso com Implementação de Procedimentos de Controle e Avaliação de Tolerâncias**, 2008. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios), São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SIEBENEICHLER, K. M. Memorial Descritivo e Especificações Técnicas - Projeto Básico Arquitetônico. , 2016.

SILVA, F. B. **Planejamento de processos de construção para a produção industrializada de edifícios habitacionais: proposta de um modelo.**, 2012. Dissertação de Mestrado, São Paulo: Universidade de São Paulo.

SILVA, P. E. V.; MOREIRA, R. R. **Projeto de Alvenaria de Vedação – Diretrizes Para a Elaboração, Histórico, Dificuldades e Vantagens da Implementação e Relação com a NBR 15575**, 2017. Trabalho de conclusão de curso, Goiânia: Universidade Federal de Goiás.

SILVA, R.; GONÇALVEZ, M.; ALVARENGA, R. DE C. Alvenaria racionalizada - Techné. , 2006.

THOMAZ, E.; FILHO, C.; CLETO, F.; CARDOSO, F. **Código de Práticas Nº 01 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. Técnico, São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 2009.

VILATÓ, R. R.; FRANCO, L. S. **Racionalização do Projeto de Edifícios em Alvenaria Estutural**, 2000. Material de aula, São Paulo: Escola Politécnica da USP.

MATERIAL COMPLEMENTAR

ACLB. Alvenaria Estrutural. **ACLB**, 2019. Disponível em:

<<http://aclbprojetos.com.br/servicos/alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 18/5/2019.

AECWEB. Preço de Colher Meia-Cana, da Equipaobra | AECweb. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/prod/e/colher-meia-cana_2106_32636>. .

AECWEB. Preço de Balde para Graute, da Equipaobra | AECweb. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/prod/e/balde-para-graute_2106_16819>. Acesso em: 18/5/2019b.

BIGI, S. [tstsergiobigi.blogspot](http://tstsergiobigi.blogspot.com/2009/04/balde-para-graute_36.html): Balde para graute. **tstsergiobigi.blogspot**, 2009. Disponível em: <http://tstsergiobigi.blogspot.com/2009/04/balde-para-graute_36.html>. Acesso em: 18/5/2019.

CATA-VENTO ENGENHARIA. Verga e Contraverga. .

CERÂMICA VALE DA GÂNDARA. Tijolo maciço. **Cerâmica Vale de Gândara**, 2019. Disponível em: <<https://www.valegandara.com/produtos/tijolo-macico/>>. Acesso em: 4/7/2019.

DCA ARQUITETURA. Assentamento de porcelanato em pisos. Disponível em:

<<https://www.dca.arq.br/index.php/assentamento-de-porcelanato-em-pisos/>>. .

DM2 METALÚRGICA. Batente envolvente. Disponível em:

<https://www.google.com/search?q=batente+envolvente&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiBrpL_15fjAhXpKrkGHZv1AaMQ_AUIESgC&biw=1366&bih=608#imgcr=ULSsEaR9M0lqkM:>. Acesso em: 2/7/2019.

DOCPLAYER. A Realidade Virtual como Ferramenta de Aprendizagem na Formação do Profissional da Construção Civil. - PDF. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/50555546-A-realidade-virtual-como-ferramenta-de-aprendizagem-na-formacao-do-profissional-da-construcao-civil.html>>. .

ENGEGRAN PISOS. Nivelamento a Laser de Piso de Concreto. Disponível em:

<<http://www.engegranpisos.com.br/nivelamento-laser-piso-concreto>>. Acesso em: 19/5/2019.

EQUIPAOBRA. Esquadro a laser. Disponível em:

<<http://equipaobra.com.br/plus/modulos/catalogo/verProduto.php?cdcatalogoproduto=57>>. Acesso em: 20/6/2019.

FA ELEVADORES. Escantilhão com tripé para Alvenaria Estrutural. Disponível em:

<<http://www.realkraft.ind.br/escantilhao-com-tripe-para-alvenaria-estrutural>>. Acesso em: 19/5/2019.

FAMASTIL. Tipos de Colher de Pedreiro, Produtos - FAMASTIL. Disponível em:

<<http://www.famastilferramentas.com/blog/produtos-tipos-de-colher-de-pedreiro-post-767.html>>. Acesso em: 18/5/2019.

FAZFÁCIL. Laje pré-fabricada. Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/montagem-laje-pre-fabricada/>>. Acesso em: 20/6/2019.

HABITISSIMO. Contramarco Pré Fabricado de Rockenbach & Hashimoto Tecnologia Construtiva. Disponível em: <https://fotos.habitissimo.com.br/foto/contramarco-pre-fabricado_66441>. Acesso em: 2/7/2019.

LUME. Alvenaria Estrutural. Disponível em: <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/blocos_ceramicos.php>. Acesso em: 18/5/2019.

MAKEDA. Nível a Laser com Prumo, Marker e Esquadro //MTX. Disponível em: <<https://www.makeda.com.br/nivel-laser-com-prumo-marker-e-esquadro-com-duplo-feixe-de-luz-mtx-p12229/>>. Acesso em: 22/5/2019.

MAPA DA OBRA. Bisnaga de argamassa aumenta produtividade - Negócios - Mapa da Obra. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/negocios/bisnaga-de-argamassa-aumenta-produtividade/>>. .

PEDREIRÃO. Os 4 Conhecimentos Fundamentais de um Pedreiro! **Pedreirão**, 2014. Disponível em: <<https://pedreira.com.br/os-04-conhecimentos-fundamentais-de-um-pedreiro/>>. Acesso em: 19/5/2019.

PINTEREST. verga e cont.verga | Processos da Construção Civil | Blocos ceramicos, Bloco estrutural e Alvenaria estrutural. Disponível em: <<https://www.pinterest.com/pin/693061830128357640/>>. Acesso em: 18/5/2019.

SCANMETAL. Colher Palheta 400mm. **SCANMETAL**, 2019. Disponível em: <<https://www.scanmetal.com.br/produtos/colher-palheta-400mm/>>. .

SELECTA. Sistema Construtivo para Alvenaria. Disponível em: <http://www.selectablocos.com.br/alvenaria_estrutural_detalhes_construtivos_23.html>. Acesso em: 2/7/2019.

TAMOYO. Nível Laser de Planos com Receptor - Bosch. Disponível em: <<https://www.lojastamoyo.com.br/nivel-laser-de-planos-com-receptor-lr7-gll3-80cg-bosch-50191>>. Acesso em: 19/5/2019.