

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS
GESTÃO DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E TECNOLOGIA**

CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

RODOLFO COELHO PORCHAT DE ASSIS

**ALTERAÇÃO NO SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE
EMPREENDIMENTO DO PMCMV: uma proposta para o Residencial Alto Pinheiros**

**Varginha-MG
Jun./2016**

EEDEFCMTG

V. CLASS.
CUTTER A848 a
ANO/EDIÇÃO 2016

RODOLFO COELHO PORCHAT DE ASSIS

**ALTERAÇÃO NO SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE
EMPREENDIMENTO DO PMCMV: uma proposta para o Residencial Alto Pinheiros**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Sul de Minas como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo sob orientação do Prof. M. Sc. Christian Deni Rocha e Silva

**Varginha-MG
Jun./2016**

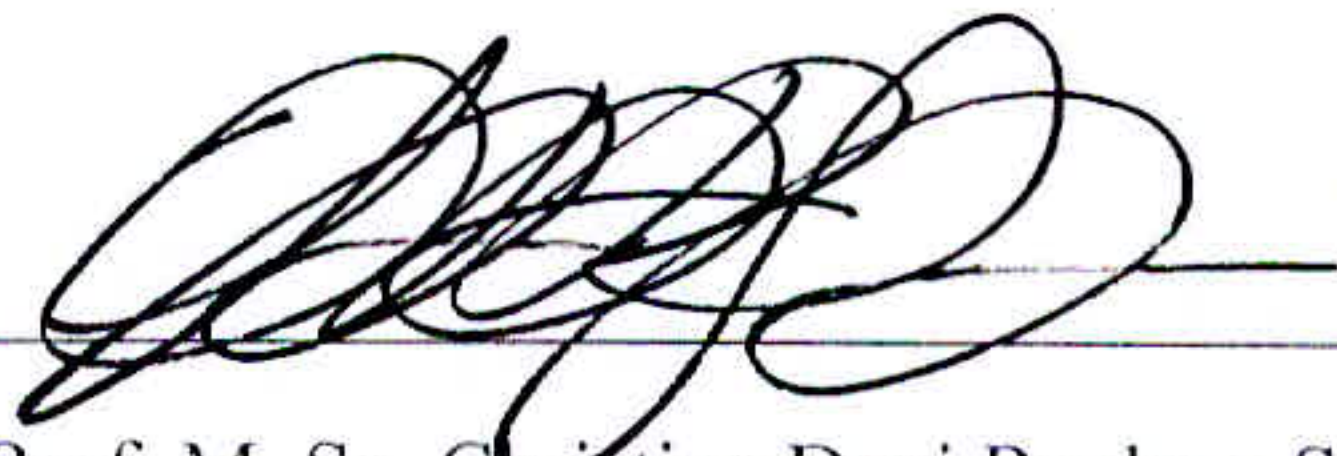
FEPESMIG

RODOLFO COELHO PORCHAT DE ASSIS

**ALTERAÇÃO NO SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA
ESTRUTURAL DE EMPREENDIMENTO DO PMCMV: uma proposta para o
Residencial Alto Pinheiros**

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovada em 06/07/2016



Prof. M. Sc. Christian Deni Rocha e Silva



Prof. D. Sc. Luciana Bracarense Coimbra Veloso



Prof. Esp. Wesley da Silva Medeiros

OBS.:

RESUMO

O presente trabalho constitui-se de uma pesquisa sobre o sistema de alvenaria estrutural e suas implicações e singularidades em um empreendimento do Programa “Minha Casa, Minha Vida” na cidade de Varginha – MG, a fim de contribuir para a qualidade do projeto arquitetônico e sua versatilidade dos ambientes construídos utilizando esse sistema. A pesquisa trabalha edificações destinadas à Habitação de Interesse Social (HIS). A finalidade deste trabalho é compreender as fases de execução de obras de edificações pelo sistema construtivo em alvenaria estrutural. Visando ainda verificar as vantagens e desvantagens desse sistema em relação ao sistema convencional, bem como, as tecnologias empregadas para obtenção de excelência na produção da residência. Tem como objetivo principal fornecer dados e parâmetros para fomentar os arquitetos nas escolhas projetuais. Também tem a pretensão de demonstrar as potencialidades e as limitações de reformas de cunho habitacional com a utilização por esse sistema. Acredita-se que para realizar uma reforma em um sistema construtivo em alvenaria estrutural seja preciso reavaliar todo sistema para se evitar eventuais problemas, como por exemplo, as fissuras. A alvenaria estrutural oferece várias vantagens construtivas, tais como a racionalização do processo e também oferece vantagens de qualidade ao produto final, visto que a estrutura das edificações em alvenaria estrutural se presta como isolante térmico e acústico, por exemplo. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho consiste em conhecimento da área, levantamentos físico e fotográfico e entrevista com a moradora de uma dessas residências. O trabalho resulta em um projeto de uma edificação residencial que visa contemplar as melhores potencialidades do sistema, ao mesmo tempo em que atenda ao programa proposto de habitação e cumpra com a legislação urbana em que está inserido. A implantação do conjunto de edificações na cidade de Varginha – MG visa promover a tecnologia na região e com isso trazer novas alternativas de projeto e construção para a cidade. A alvenaria estrutural ocupa um lugar de destaque no cenário da construção civil no Brasil. Buscando a racionalização no processo construtivo, ela se torna uma ótima solução para quem busca economia, resistência (aos esforços solicitados em um sistema construtivo), praticidade, agilidade e eficiência em suas obras.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural; Habitação de Interesse Social; Programa Minha Casa, Minha Vida.

ABSTRACT

This work consists of a survey of the structural masonry system and its implications and singularities in a development of the "My House, My Life" in the city of Varginha - MG, in order to contribute to the quality of architectural design and its versatility of built environments using this system. The research works buildings for Social Housing (HIS). The purpose of this work is to understand the stages of execution of works of buildings by building system in structural masonry. Aiming to verify the advantages and disadvantages of this system compared to conventional systems and the technologies employed to achieve excellence in the production of the residence. Its main objective is to provide data and parameters for foster architects in projective choices. It also purports to demonstrate the capabilities and limitations of housing reforms stamp with the use of this system. It is believed that to carry out a reform in a constructive system in structural masonry may need to re-evaluate the whole system to avoid any problems. The masonry construction offers several advantages such as the rationalization of the process and also offers advantages quality of the final product, since the structure of the buildings in masonry as it provides thermal and acoustic insulation, for example. The methodology used for the development of this work is knowledge of the area, physical and photographic surveys and interviews with the inhabitant of one of these homes. The work results in a project of a residential building that aims to encompass the best system capabilities, while that meets the proposed housing program and complies with the urban legislation in which it appears. The implementation of the set of buildings in the city of Varginha - MG aims to promote the technology in the region and thereby bring new design and construction alternatives for the city. Structural masonry occupies a prominent place in the construction scenario in Brazil. Seeking rationalization in the construction process, it becomes a great solution for those seeking economy, resistance (to the efforts required in a building system), practicality, agility and efficiency in their work.

Keywords: *Structural Masonry; Housing Social Interest; Minha Casa, Minha Vida.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Taipa de pilão ou Pau a pique.....	17
Figura 2 - Adobe.....	18
Figura 3 - Misto bloco e concreto.....	19
Figura 4 - Light steel framing	20
Figura 5 - Paredes de concreto moldadas in loco	21
Figura 6 - Container.....	22
Figura 7 - Alvenaria auto portante.....	24
Figura 8 - Alvenaria de vedação	25
Figura 9 - Prédio Universidade Mackenzie	26
Figura 10 - Prédio Universidade Mackenzie	27
Figura 11 - Alvenaria estrutural	27
Figura 12 - Alvenaria não armada	29
Figura 13 - Alvenaria armada.....	29
Figura 14 - Família dos blocos 09, 14, 19 e blocos de pilar.....	32
Figura 15 - Bloco família 15x30	34
Figura 16 - Bloco família 15x40	35
Figura 17 - Bloco família 20x40	35
Figura 18 - Posição das instalações elétricas e assentamento do bloco elétrico.....	40
Figura 19 - Mapa de Minas Gerais e Varginha	43
Figura 20 - Armadura em aço (verga)	47
Figura 21 - Armadura em aço (contraverga)	47
Figura 22 - Armadura no encontro das paredes.....	47
Figura 23 - Laje apoiada nas paredes externas e internas.....	48
Figura 24 - Fachada lateral esquerda.....	48
Figura 25 - Fachada lateral direita.....	48
Figura 26 - Fachada frontal	48
Figura 27 - Fachada posterior.....	48
Figura 28 - Ferramentas de elevação e marcação	60
Figura 29 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).....	61
Figura 30 - Verificar instalações, estudar o projeto e verificar o esquadro	62
Figura 31 - Marcação da alvenaria	62

Figura 32 - Instalação dos escantilhões	63
Figura 33 - Nivelamento das fiadas.....	64
Figura 34 - Instalação gabarito de portas.....	64
Figura 35 - Preparação dos blocos.....	65
Figura 36 - Posicionar linhas	65
Figura 37 - Assentamento da alvenaria	66
Figura 38 - Assentamento da primeira fiada	67
Figura 39 - Assentamento das demais fiadas.....	68
Figura 40 - Instalação do gabarito de janela.....	69
Figura 41 - Limpeza dos pontos de grauteamento.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Problema	8
1.2 Justificativa	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivo Específico.....	10
3 METODOLOGIA.....	11
4 DESENVOLVIMENTO.....	12
4.1 Habitação.....	12
4.2 O programa Minha Casa, Minha Vida.....	12
4.3 Sistemas construtivos: princípios e definições	16
4.4 Alvenaria	23
4.5 Alvenaria Estrutural	25
4.5.1 Definição	25
4.6 Bloco Estrutural.....	30
4.6.1 Bloco estrutural de concreto	30
4.7 Argamassa	36
4.8 Graute.....	37
5 COMPATIBILIZAÇÃO.....	39
5.1 Projeto de instalações hidráulicas	39
5.2 Projeto de instalações elétricas.....	39
6 SUSTENTABILIDADE	41
7 CONJUNTO HABITACIONAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL	42
7.1 Residencial Alto Pinheiros	42
7.2 Propostas para ampliação.....	49
8 MANUAL DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURA.....	60
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

O déficit habitacional é um problema social que atinge o Brasil desde os tempos do Império, quando surgiram as primeiras favelas aos pés dos morros do Rio de Janeiro, e se tornou um problema estrutural grave, que tem minado os esforços governamentais na promoção do desenvolvimento socioeconômico do país. Apesar de se terem realizado, ao longo da história do país, vários tipos de políticas públicas com o objetivo de minimizar o tamanho do problema – com diferentes graus de sucesso em cada uma –, nenhuma delas conseguiu resolver os problemas estruturais causadores do déficit habitacional no país.

Nesse sentido, baseando-se nos estudos realizados pela Secretaria Nacional de Habitação (SAH), resumidos na Política Nacional de Habitação (PNH), que tem por objetivo orientar o planejamento de ações públicas e privadas que vise a atender às necessidades habitacionais do país, o presidente Luís Inácio Lula da Silva emitiu a Medida Provisória nº 459, de 25 de março de 2009. Ela implantava o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), mais uma tentativa de política pública para solucionar os problemas habitacionais do país e promover o desenvolvimento econômico.

Elaborado com base em um conjunto de princípios descritos na PNH, o PMCMV pretende resolver as principais causas estruturais do déficit habitacional brasileiro. Para isso, escolheu-se como agente executor a Caixa Econômica Federal (CEF), instituição pública com longo histórico de parceira com o governo federal na promoção de políticas sociais junto às classes sociais mais pobres da população.

O Brasil já passou por algumas experiências de conjuntos habitacionais de interesse social. Com o passar do tempo o aumento excessivo da demanda e o atraso das obras, tais habitações passaram a ter uma espécie de “projeto padrão”.

Então, se deparar com um projeto pensado e planejado por arquitetos, deixa claro a diferença que isso pode significar não só para a urbanização, mas especialmente pela qualidade de vida de seus moradores.

As dificuldades em controlar, manter e melhorar a qualidade de execução de obras na construção civil tem sido evidenciadas em diversos trabalhos, apesar da disseminação da certificação de sistemas de gestão da qualidade no Brasil. Especificamente no segmento de habitação de interesse social, as empresas construtoras atuam em um contexto de elevado nível de atividade e limitada margem de lucro, exigindo que a qualidade dos processos seja controlada, de formas a evitar perdas.

Também neste segmento, a Caixa Econômica Federal (CEF), como agente de políticas habitacionais do Governo Federal, necessita de informações sobre a qualidade das habitações, de maneira a apoiar as ações de aprovação e controle dos empreendimentos. Com esse propósito, a Caixa realiza periodicamente vistorias à produção das unidades habitacionais visando verificar o avanço físico das construções, sua qualidade, bem como o desempenho das construtoras (BARTZ, 2007).

Toda e qualquer construção depende de um sistema estrutural que satisfaça os anseios estéticos, econômicos e de segurança. Em se tratando de um sistema estrutural, somos sempre levados a pensar nas partes mais resistentes de uma construção, pois todo sistema construtivo recebe cargas e esforços de vários tipos, transmitindo esses esforços para o solo.

Nesse projeto de pesquisa, vamos especificar um sistema construtivo em alvenaria estrutural, tomando como base de estudo o Residencial Alto Pinheiros, na cidade de Varginha – MG, onde se trata de um conjunto de Habitações de Interesse Social (HIS), possuindo 137 casas construídas.

1.1 Problema

Na história da construção civil brasileira há relatos de que na década de 1960 surgiram os primeiros prédios em alvenaria estrutural. A tecnologia intensificou-se nos anos 1970, recrudescendo, mas a partir de 2009, quando foi lançado o Minha Casa, Minha Vida, praticamente transformou-se no sistema construtivo oficial do programa.

Hoje, a alvenaria estrutural que utiliza blocos de concreto é a que predomina nas obras do MCMV. A intensidade de uso do sistema levou a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) a se debruçar, entre 2010 e 2011, na revisão das normas de blocos cerâmicos e blocos de concreto, assim como dos métodos de construção. As medidas focaram no combate às patologias.

As patologias que mais afetam a alvenaria estrutural são as fissuras, decorrentes dos seguintes problemas: variação de temperatura, principalmente nos pavimentos mais altos; cargas atuantes que excedam a capacidade resistente da estrutura solicitada; recalques nas fundações e o assentamento inadequado das aberturas, como portas e janelas. Para que uma obra não venha a sofrer com patologias é sempre importante respeitar o sistema construtivo, ou seja, cada etapa deve ser realizada atendendo as particularidades de cada item.

Em se tratando de um sistema estrutural autoportante nos deparamos com alguns problemas relacionados a reformas, ampliações e modificações, que com o passar dos anos,

possam surgir. Essas modificações podem afetar todo o sistema estrutural comprometendo assim sua qualidade e desempenho.

1.2 Justificativa

Todo sistema estrutural está sujeito a modificações e reformas com o passar do tempo, seja ela proposital ou necessária. Com o avanço das tecnologias isso se torna mais fácil a cada dia. O sistema de construção de alvenaria com bloco estrutural nos proporciona muitos benefícios, como por exemplo, a economia, que pode representar 30% no valor final da obra, o canteiro de obras fica mais limpo, se reduz o gasto com formas de madeira economizando nas fundações.

Porém, vale lembrar que este tipo de estrutura tem suas desvantagens como, por exemplo, dificuldade de improvisação, limitação de grandes vãos e balanços, restrições de possibilidades de mudanças inesperadas, entre outras. Este estudo pretende mostrar como funciona o sistema estrutural autoportante, tomando como base o Conjunto Residencial Alto Pinheiros, na cidade de Varginha – MG. A residência escolhida para tal estudo foi da moradora Vera Lúcia Carvalho, por ser a primeira moradora do bairro. A mesma nunca havia morado em uma residência de um conjunto habitacional do Programa Minha Casa, Minha Vida e sentiu algumas dificuldades de adaptação por se tratar de uma residência pequena.

Este projeto apresenta as normas da ABNT que norteiam as construções com este tipo de estrutura com o objetivo de facilitar o entendimento do mesmo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho consiste em se fazer uma análise sobre alvenaria estrutural em bloco de concreto, de modo a obter informações detalhadas desde a fase de projeto, produção dos materiais necessários (pré-moldados, composição da argamassa e composição do graute); suas funções características, exaltando vantagens e desvantagens; coordenação modular, que mostra claramente o assentamento dos blocos, execução, tendo como base as normas técnicas brasileiras existentes para este método construtivo.

2.2 Objetivo Específico

Como objetivo específico o trabalho visa reunir informações relativas ao sistema construtivo em alvenaria estrutural para elaboração de um projeto de reforma para residências de um conjunto de habitações de interesse social do PMCMV.

Visando ainda verificar as vantagens e desvantagens desse sistema em relação ao sistema convencional, bem como, as tecnologias empregadas para obtenção de excelência na produção da residência.

Acredita-se que para se realizar uma reforma seja preciso reavaliar todo sistema estrutural para se evitar eventuais problemas

Para atingir os propostos foi escolhido, como estudo de caso, o empreendimento da Construtora Helevar - Alto Pinheiros, localizado ao norte da cidade de Varginha – MG.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi primeiramente uma visita à residência onde será feito a proposta de ampliação. Lá foram feitos levantamentos físico, fotográfico e entrevista com a moradora da residência Vera Lúcia Carvalho.

Logo após o conhecimento da residência foi feito uma intensa pesquisa bibliográfica, procurando-se buscar informações técnicas em sites, dissertações, teses, relatórios técnicos das empresas construtoras, bem como, nos trabalhos de conclusão de curso.

As normas técnicas, como as da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), foram consultadas e utilizadas para demonstrar as diretrizes que devem ser utilizadas no sentido de orientar os trabalhos executivos sobre sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Após a coleta das informações técnicas estas foram organizadas em subtemas para compor a pesquisa bibliográfica, que permitiu compreender conceitos e reconhecer as tecnologias empregadas no sistema construtivo.

O estudo de caso, sobre um empreendimento construído com o sistema em alvenaria estrutural, foi utilizado como aplicação prática da pesquisa abordada. Foi escolhida uma residência localizada a Rua Um, 135, do Residencial Alto Pinheiros.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Habitação

Segundo Abiko (1995) habitação pode ser definida, generalizando-se, como um tipo de abrigo. Desde o início da humanidade o homem vê a necessidade de abrigar-se, sendo espaços naturais, cavernas e árvores as primeiras formas de habitação conhecidas pelo homem. Tais habitações serviam para proteger o ser humano das intempéries e de intrusos que pudessem vir a prejudicá-lo.

Com o decorrer do tempo o homem passou a formar pequenas aldeias ou meros agrupamentos de moradias. Foi a partir deste agrupamento que surgiram os centros urbanos conhecidos atualmente. Com o desenvolvimento dos centros urbanos, o conceito de abrigo para as habitações continuou a existir, mas elas passaram a ser, também, os locais ocupados pelos residentes nos períodos entre jornadas de trabalho (ABIKO, 1995).

Abiko também cita que para que as habitações cumpram suas funções mais básicas não basta que elas se consistam de um espaço confortável, seguro e salubre, é necessário que esta habitação também esteja instalada de forma correta ao seu entorno, ao ambiente que a cerca. Este conceito de habitação não se restringe apenas à habitação propriamente dita, deve-se também ser considerado o ambiente a sua volta.

Segundo a Fundação João Pinheiro (FJP, 2007), moradias inadequadas implicam em condições indesejáveis de habitação. Inadequações que podem refletir na qualidade de vida dos moradores. Deve-se ter em vista que conceitos de adequação de moradias são diferenciados de acordo com a localização. Conceitos de adequação rural podem ser diferentes do conceito de adequação urbana. Uma habitação adequada é quesito básico para o bem estar do ser humano.

4.2 O programa Minha Casa, Minha Vida

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

Apresentado em março de 2009, o PMCMV é um conjunto de soluções para os principais problemas apontados pelos estudos da PNH e da FJP. Ele busca atingir principalmente os aspectos econômicos dos financiamentos habitacionais por meio da

concessão de subsídios dados às famílias das classes sociais mais pobres, permitindo reduzir o grande déficit habitacional existente na faixa de renda mensal que vai até seis salários mínimos.

O PMCMV compreende dois programas nacionais: a) o Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU); b) o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR). A União destinou a esses programas R\$2,5 bilhões e R\$500 milhões, respectivamente, a título de subvenção econômica, para facilitar a aquisição, produção e requalificação do imóvel residencial de famílias com renda mensal de até seis salários mínimos, nas regiões urbanas, e, dos agricultores familiares e trabalhadores rurais conforme sua faixa de renda, limitado a renda familiar anual a R\$10.000, 00, nas regiões rurais.

O PNHU é destinado às famílias com renda mensal de até dez salários mínimos, sendo que aquelas com renda de até seis salários mínimos têm direito aos subsídios habitacionais do PMCMV, cujo objetivo é complementar a capacidade financeira do proponente para o pagamento do imóvel ou assegurar o equilíbrio econômico-financeiro das instituições financeiras e agentes financeiros do SFH. As famílias que recebem entre seis e dez salários mínimos têm direito a condições especiais de financiamento imobiliário com os recursos do FGTS.

Já o PNHR tem como objetivo a concessão de subsídios aos agricultores rurais para a construção de moradia em área rural, por meio da aquisição de material de construção. Para isso, os beneficiários devem estar organizados coletivamente sob Entidade Organizadora (EO), responsável pela divisão dos recursos que lhe são emprestados entre seus participantes. Os recursos financeiros para esse programa são oriundos do Orçamento Geral da União (OGU).

Percebe-se, portanto, que o PMCMV, da maneira como foi organizado, visa a implantar um subsídio governamental a ser utilizado pelas famílias de baixa renda das áreas urbanas e rurais, sendo que o montante de recursos disponibilizados para o PNHU é muito superior ao do PNHR, pois o déficit habitacional está mais concentrado nas regiões metropolitanas das grandes cidades. Salienta-se ainda que esses recursos podem ser utilizados pelos agentes financeiros do SFH para assegurar o equilíbrio econômico-financeiro dos empréstimos habitacionais concedidos para as classes sociais mais pobres.

Outro aspecto do PMCMV é a identificação do tipo de déficit habitacional a ser atingido pelos dois programas, uma vez que o PNHU serve tanto para aquisição quanto para reforma de moradias, enquanto o PNHR é destinado somente para a aquisição de material de construção visando à reforma de imóveis, sem estimular a produção de novas unidades

habitacionais. Portanto, busca-se atingir de maneiras diferenciadas o déficit por reposição de estoque, na área rural e urbana, e o déficit por incremento de estoque, na área urbana.

Destaca-se ainda que os recursos disponibilizados para o PMCMV não se limitam aos R\$ 3 bilhões antes mencionados. A União disponibilizou uma série de recursos em outros tipos de programas e fundos, como, por exemplo, o Fundo Garantidor da Habitação Popular (FGHab), de natureza privada e patrimônio próprio dividido em cotas que podem ser adquiridas pelos agentes financeiros do SFH. Por lei, a União poderá alocar R\$2 bilhões nesse fundo destinado aos agentes financeiros do SFH para cobrir eventuais inadimplências no pagamento das prestações mensais dos contratos habitacionais, desde que a falta de pagamento decorra de desemprego ou redução da capacidade de pagamento das famílias com renda até dez salários mínimos, reduzindo assim, para as instituições financeiras, o risco de inadimplência.

A União também destinou R\$5 bilhões ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), com o objetivo de equalizar os juros, no montante correspondente ao diferencial entre o custo da fonte de captação do BNDES e o custo da linha para a instituição financeira – uma espécie de subsídio para as construtoras e empreiteiras.

Para o Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e o Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), a União destinou R\$14 bilhões e R\$500 milhões, respectivamente. Os recursos do FAR visam a financiar os empréstimos habitacionais feitos às famílias com renda mensal de até três salários mínimos, enquanto os recursos do FDS são destinados às famílias com renda mensal de até R\$1.395,00, desde que elas estejam organizadas coletivamente sobre a forma das EO. O FDS tem como objetivo reduzir o déficit habitacional e estimular a parceria com os movimentos populares por meio do cooperativismo habitacional e o princípio de ajuda mútua.

Por último, autorizou-se que a União transferisse até R\$1 bilhão diretamente para os municípios com até 50 mil habitantes, perfazendo, assim, um total de R\$25,5 bilhões distribuídos entre os programas, fundos e agentes do PMCMV. O programa engloba também uma série de aspectos institucionais, em especial relativos ao papel que os governos municipais irão assumir quanto à regularização fundiária dos assentamentos urbanos e a disponibilização de terrenos para os empreendimentos habitacionais, cujos locais deverão dispor de condições mínimas de infraestrutura urbana, saneamento e sustentabilidade ambiental.

Quantitativamente, o PMCMV visa construir um milhão de moradias distribuídas de acordo com a faixa de renda mensal da população: 400 mil moradias para as famílias com

renda mensal de até três salários mínimos; 400 mil para aquelas com renda entre três e seis salários mínimos; e 200 mil para as famílias com renda mensal entre seis a dez salários mínimos. Apesar de não ser o suficiente para eliminar totalmente o déficit habitacional no Brasil, o programa tem o mérito de ser o primeiro coordenado pelo governo federal, através do Ministério das Cidades, e a contar com a gestão operacional da Caixa, que tem se tornado parceiro importante do setor público na execução das políticas públicas nacionais.

Um balanço dos principais pontos do PMCMV mostra que o programa busca resolver:

a) Os problemas de infraestrutura e saneamento básico das residências existentes, ao combater o déficit por reposição de estoque, via concessão de subsídios às famílias.

b) Regularizar a questão fundiária das moradias em terrenos invadidos ou em áreas públicas, pela diminuição do valor de custas/emolumentos cartorários ou da exigência de legalização de matrículas nos cartórios de registro de imóveis, com a preferência pelo registro do imóvel no nome da mulher.

c) Aumentar a oferta de unidades habitacionais, facilitando o acesso aos recursos do BNDES e dos fundos instituídos pelo PMCMV por parte das construtoras, visando diminuir o déficit por incremento de estoque.

d) Eliminar a “elitização” dos financiamentos imobiliários ao conceder subsídios às classes sociais mais pobres, sobretudo aquelas com renda mensal de até três salários mínimos e que em geral não têm acesso aos recursos do FGTS.

e) Resolver os aspectos técnicos da construção de novas moradias, ao determinar padrões de construção, impor limites para a construção de unidades habitacionais por empreendimento e exigir uma infraestrutura urbana mínima para aprovação dos projetos e liberação dos recursos.

Além do caráter social, o PMCMV também tem um caráter econômico ligado ao crescimento do país, uma vez que foi lançado em 2009, logo após a eclosão da crise financeira mundial. Pelo volume de recursos disponibilizados, podemos afirmar que se trata também de uma política anticíclica, para estimular o setor da construção civil, tradicionalmente um setor que emprega grande quantidade de mão de obra de baixa qualificação e que tem uma grande participação no PIB do país.

As políticas anticíclicas têm sido utilizadas pelo governo federal para combater os efeitos negativos da crise mundial na economia brasileira. Elas englobam desde a isenção de impostos – como, por exemplo, a diminuição do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para a indústria automobilística – até o aumento de crédito para as empresas exportadoras. Porém, até o advento do PMCMV, ainda não houvera uma política pública

ativa, de caráter nacional, cujo agente gestor e operador fosse o governo federal, através da participação direta de seus ministérios ou empresas estatais (ver o atribuído dado à Caixa na execução do PMCMV).

Uma das razões para a implantação de uma política nacional na área habitacional está no reconhecimento da importância histórica deste bem para as famílias, pelos aspectos já mencionados no Capítulo 1, a economia e a sociedade. Convém destacar a mudança de foco na visão do governo sobre a questão habitacional, uma vez que ele deixou de considerar a habitação apenas como meio de estimular a poupança interna no país ou como maneira de dignificar o indivíduo.

Destaca-se também, no contexto do conceito de desenvolvimento defendido por Amartya Sen, que, ao ter acesso à moradia, as famílias das classes sociais mais pobres também são incluídas em outros programas sociais, como por exemplo, o Programa Bolsa Família, tendo a oportunidade de ver atendidas suas necessidades mais básicas: moradia, comida, saúde e educação. Isso lhes permite o acesso aos mais variados tipos de liberdades econômicas, sociais, políticas, culturais, cívicas etc., o principal fim e o principal meio para o desenvolvimento.

“Se a gente conseguir cumprir este programa, estejam certos de que, mais do que cumprir o programa, a gente mostrou ao povo brasileiro que habitação não é uma prioridade só para quem não tem casa. De que a habitação é, sobretudo, a possibilidade de todo mundo ter casa e, mais importante, de melhorarmos a qualidade da casa.” Trecho do discurso do presidente da República Luís Inácio Lula da Silva durante o lançamento do Plano Habitacional, Palácio Itamaraty, 25/03/2009.

4.3 Sistemas construtivos: princípios e definições

Toda e qualquer construção depende de um sistema construtivo que satisfaça os anseios estéticos e de segurança. Quando pensamos em sistemas de estruturas, logo imaginamos o processo mais resistente da edificação, pois é esta estrutura que vai receber as cargas e os vários tipos de esforços que a edificação possa sofrer, e será responsável por transmiti-las até o solo.

O sistema construtivo é composto por vários subsistemas, sendo eles: estrutural, vedação (interna e externa), cobertura, elétrico e hidráulico. Cada subsistema tem o seu papel fundamental na edificação, fazendo com que ela atenda as mais diferentes solicitações e esforços.

Podemos definir o subsistema estrutural de duas formas: a supraestrutura (composta por vigas, pilares, lajes e cobertura), que é a parte superior da estrutura e responsável por suportar as cargas e ações e transmiti-las à infraestrutura; essa que, por sua vez, (composta por laje radier, e/ou sapatas isoladas e corridas, e/ou blocos e vigas baldrame, etc), trata-se da parte inferior da estrutura da edificação e é responsável por suportar e transmitir essas cargas para o solo.

Todo sistema construtivo apresenta um modo de organização, seja ele pré-fabricado, artesanal ou industrial. Apresenta também um conjunto de métodos, meios e processos, funções análogas e um modo de administração, todos eles partindo de princípios e combinação de partes.

Sistema construtivo: um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrado pelo processo. (CAMACHO, 2011).

Entre os vários sistemas construtivos existentes no mundo, temos hoje alguns que se deram origem na antiguidade e são considerados como patrimônio de diversos povos. A taipa de pilão (FIG. 1), por exemplo, também conhecida como pau a pique, se consiste no entrelaçamento de madeiras verticais implantadas no solo, com vigas horizontais, geralmente de bambu ligadas entre si por cipós e que tem seus vãos preenchidos com barro, ou seja, paredes de terra comprimidas em formas de madeira.



Figura 1 – Taipa de pilão ou Pau a Pique

Fonte: Universidade Federal de Santa Catarina ([http://portalvirtu hab.paginas.ufsc.br](http://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br))

Temos também o adobe (FIG. 2), que consiste basicamente em um tijolo grande de argila seco ou cozido ao sol acrescido de estabilizante e fibras naturais para dar mais resistência. Amassando com os pés, forma-se uma mistura plástica.

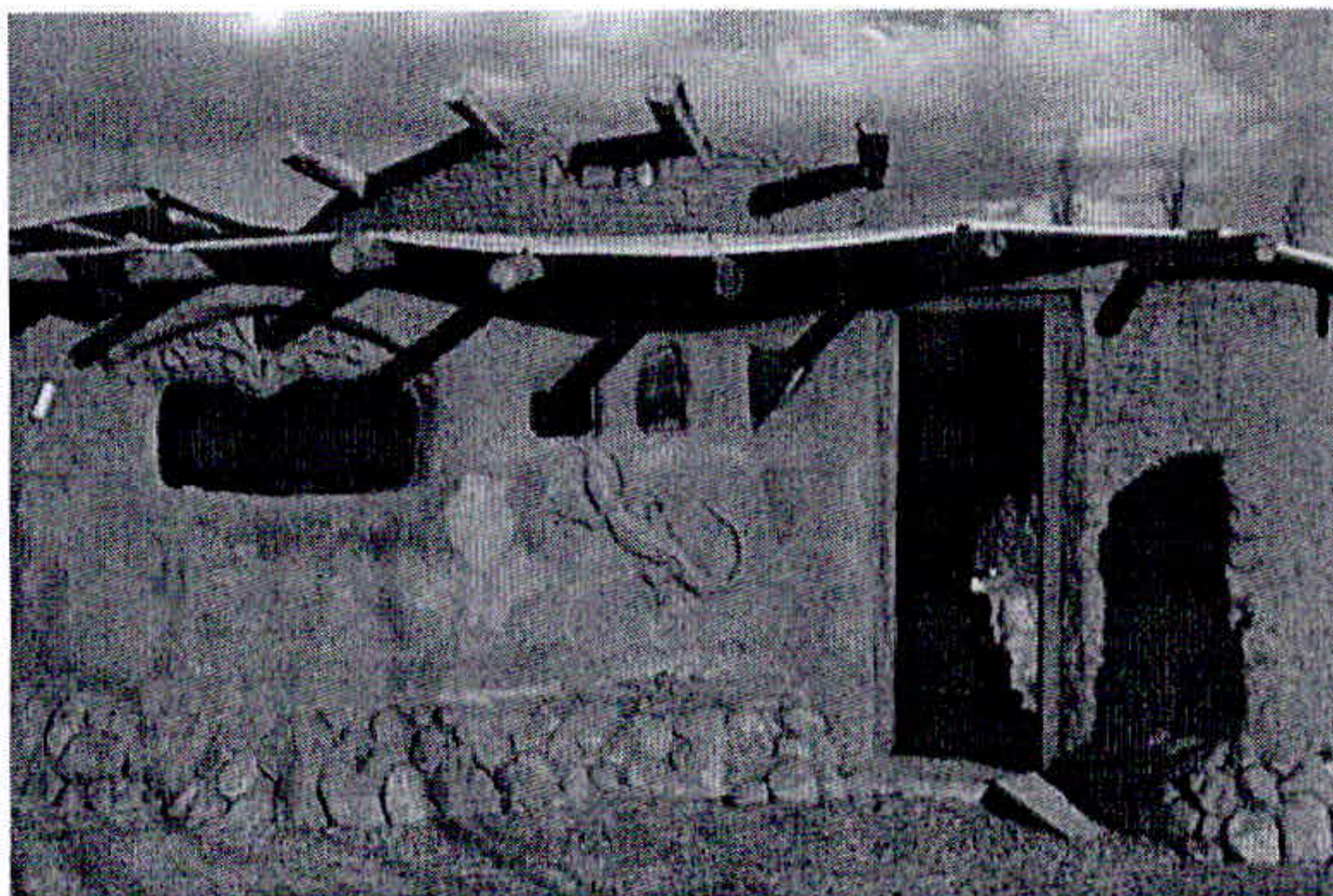


Figura 2 – Adobe

Fonte: Green Building Blog (<https://naturalbuild.wordpress.com>)

Nos tempos atuais, a cultura brasileira baseia-se na construção em alvenaria tradicional, utilizada pela maioria da população. O sistema construtivo misto (FIG. 3) passou a ser o mais utilizado. Este sistema funciona como um “esqueleto”, formado a partir da combinação da supraestrutura (lajes, vigas e pilares), com as paredes (blocos), que servem como fechamento de vãos. Todo peso é absorvido pela supraestrutura e por isso pode-se dizer que as paredes não possuem função estrutural. Neste sistema construtivo, não há restrição em relação ao tamanho do projeto, permitindo mais liberdade criativa e não há limites para futuras reformas. Por outro lado, este método possui um tempo de execução maior e um custo mais elevado em comparação com o sistema em alvenaria estrutural. A estrutura fica encarregada de concentrar e transmitir todos os esforços até o solo, sendo eficaz para segurança e solidez de uma edificação.

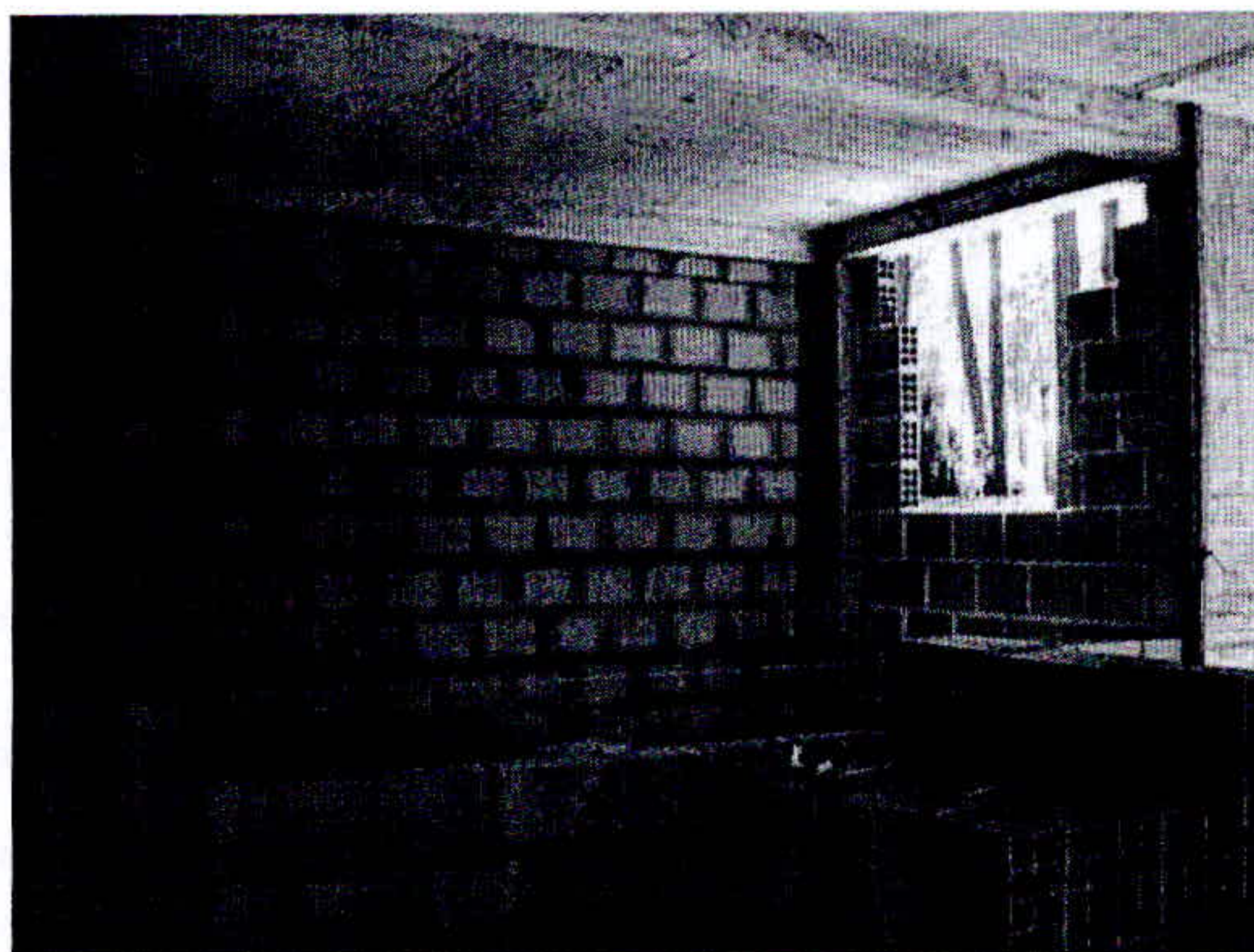


Figura 3 – Misto bloco e concreto

Fonte: Pedreirão Macetes de Construção (<http://pedreirao.com.br>)

Mas existem também outros tipos de sistemas construtivos que, com o avanço das tecnologias, vem se tornando mais comuns em todo Brasil.

O Light steel framing (FIG. 4), por exemplo, está sendo bem difundido gradualmente em nosso país, pois trata-se de um sistema que utiliza de perfis de aço leve, flexíveis e sólidos, possibilitando a construção das edificações em um tempo muito inferior as aplicadas em nosso país.

Como todo sistema construtivo, o light steel framing também possui vantagens e desvantagens quando comparados com outros sistemas de construção. As vantagens são relativas à durabilidade, tempo de execução e solidez construtiva, como por exemplo: a vida útil da construção é de aproximadamente 300 anos, resistência a ventos de até 200 km/h, baixo índice de reparabilidade, facilidade de manutenção da estrutura, acabamento muito superior ao da alvenaria comum. Contudo as desvantagens deste sistema afetam uma maior e mais rápida difusão deste sistema construtivo, como por exemplo, mão de obra especializada, dificuldade na aquisição do material, muitos engenheiros não tiveram contato com a tecnologia e dependendo da distância com as fábricas dos perfis de aço, gesso e outros, pode não ser uma alternativa viável economicamente.

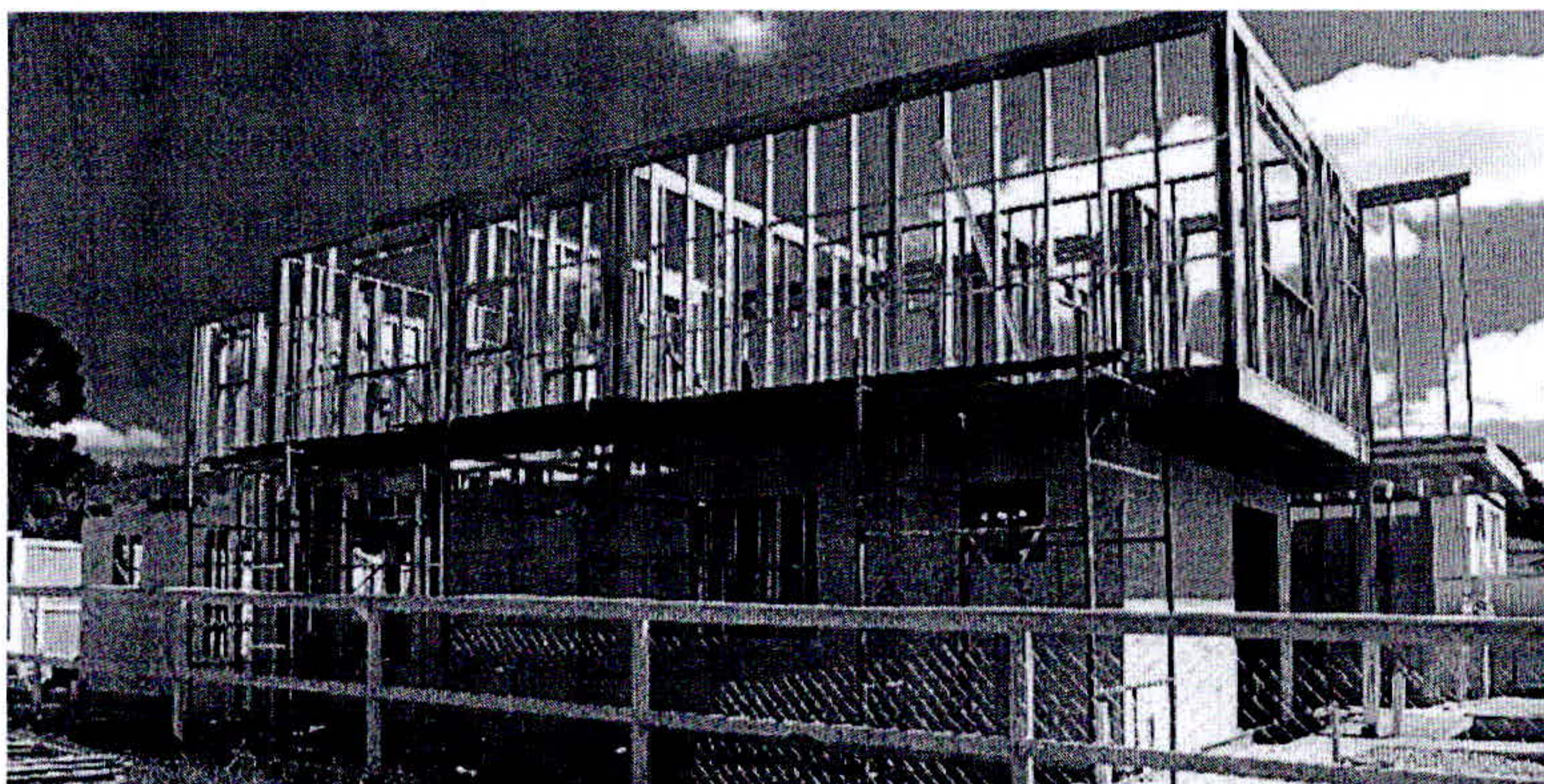


Figura 4 – Light steel framing

Fonte: Casas e Projetos (<http://www.casaseprojetos.com.br>)

Outro sistema construtivo que vem sendo utilizado em nosso país é a construção de casas com paredes de concreto moldadas in loco (FIG. 5), que proporciona uma redução de tempo gigantesco, já que a utilização de fôrmas para a modelagem das paredes possibilita que todos os componentes da elétrica, hidráulica, sanitária e as aberturas da edificação possam ser realizadas antes da concretagem.

As formas utilizadas neste sistema construtivo podem ser de aço, alumínio e plástico e cada uma com características distintas. Este tipo de sistema construtivo apresenta diversas vantagens quando comparadas com outros métodos, tais como: a edificação fica perfeitamente esquadrejada, diminuição drástica com mão de obra, segurança estrutural, redução do desperdício de materiais e redução significativa de patologias como trincas e fissuras presentes na alvenaria comum. Porém algumas dificuldades são impostas na aplicação das paredes de concreto moldadas in loco, por exemplo: necessidade de todos os projetos complementares, custo inviável para a construção de apenas uma edificação e alto custo das formas.

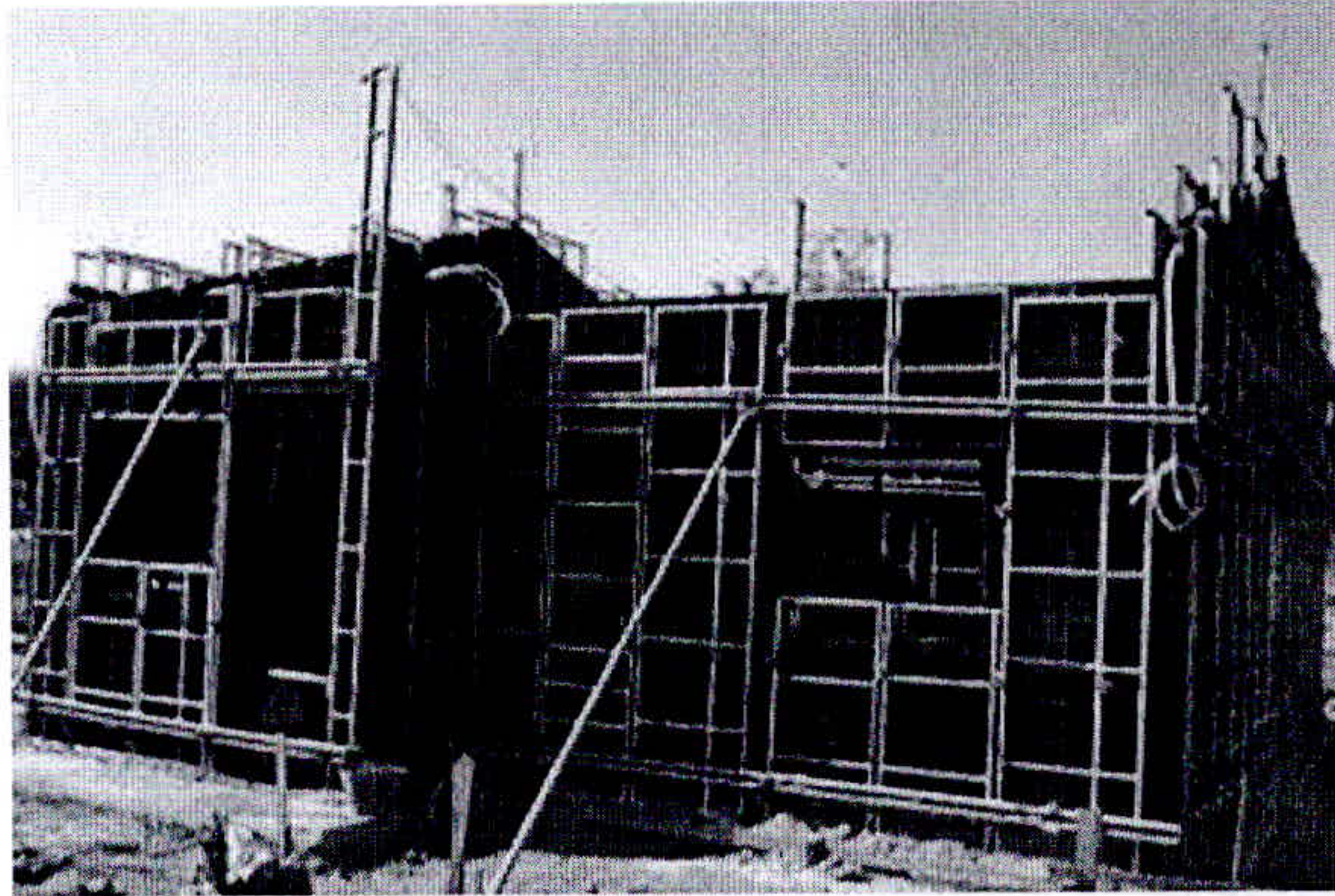


Figura 5 – Paredes de concreto moldadas in loco
Fonte: Casas e Projetos (<http://www.casaseprojetos.com.br>)

Os sistemas construtivos estão em constante evolução, tentando achar o modelo ideal de construção de acordo com o local, surge o container (FIG. 6), que auxilia na reciclagem dos containers de portos e transformando-os em edificações. Atualmente os projetos arquitetônicos deverão estar voltados para a sustentabilidade ambiental, tentando encontrar formas de reaproveitar materiais que seriam lançados no meio ambiente.

A utilização de container para criação de casas, comércio e apartamentos, esta sendo muito difundido em vários países pelo mundo, pois os custos com aquisição do container e transformação em uma habitação são relativamente baixos. Mas como sabemos a maior interferência para sua aplicabilidade em nosso país, geralmente é relacionada com a cultura construtiva.

A metodologia construtiva das edificações em container é muito semelhante à aplicada no light steel framing, no que diz respeito ao acabamento e isolamento térmico, já que são estruturas que necessitam que a parte elétrica e hidráulica, seja embutida na parede. Para que um container vire uma casa ou comércio, primeiramente é necessário o tratamento antiferrugem, regularização das superfícies dos containers e a aplicação de uma pintura que isole o metal contra a ação de agentes externos.

Os projetos de casas e comércios são realizados conforme a dimensão dos containers, por isso a contratação de um arquiteto experiente com este tipo de sistema construtivo é primordial, para que a edificação tenha um visual agradável e bom conforto térmico.

Todo container para ser aplicado em uma obra, será adaptado de acordo com o projeto arquitetônico, onde estará detalhada a criação de janelas, portas, escadas, tubulações de elétrica e hidráulica, além da quantidade de módulos necessários para criação da edificação.

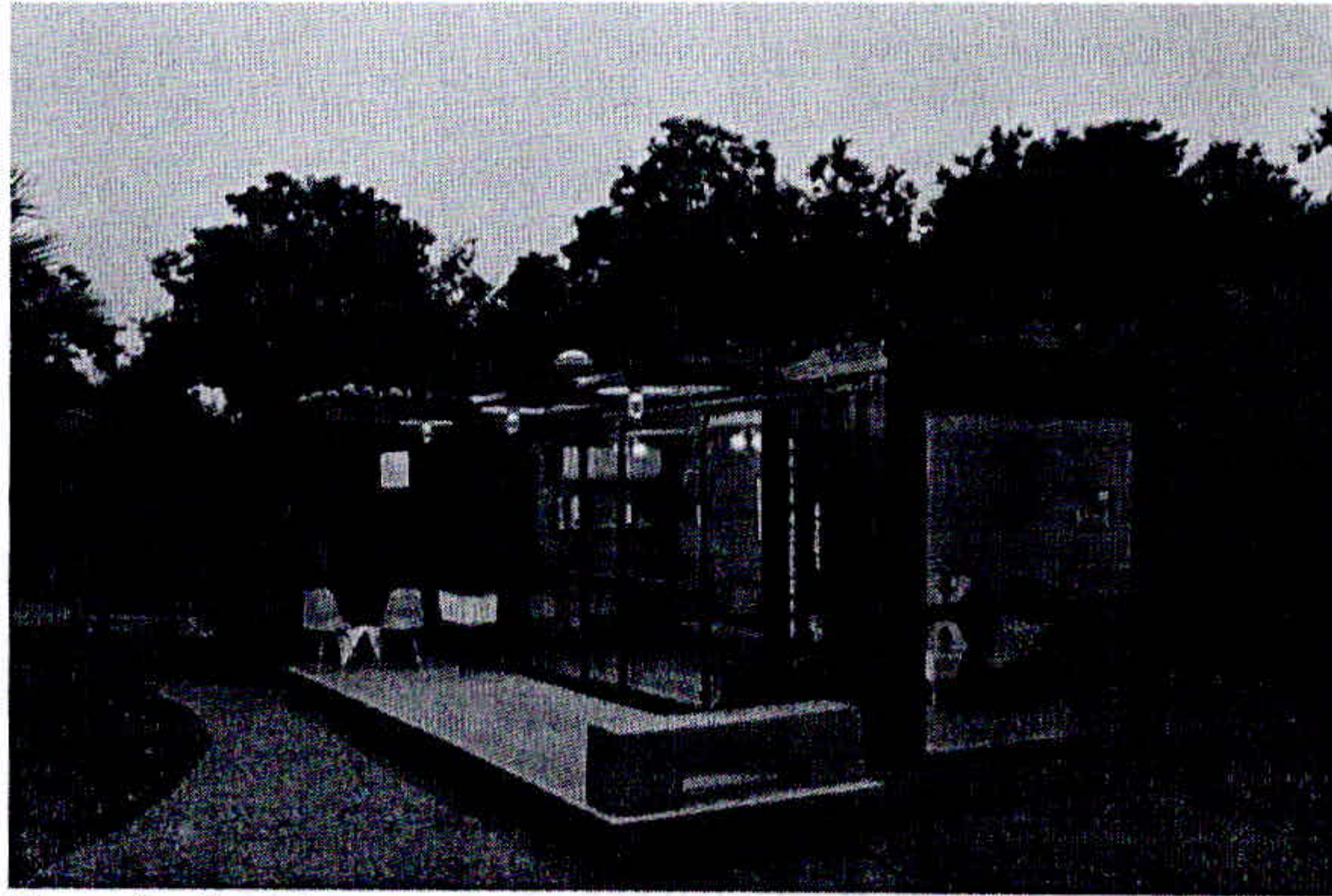


Figura 6 – Container

Fonte: Casas e Projetos (<http://www.casaseprojetos.com.br>)

Toda estrutura é composta por partes diferenciadas ainda que vinculadas, por corpos sólidos deformáveis com capacidade de receber e transmitir solicitações em geral também conhecidas como elementos estruturais, que quando combinados dão origem aos sistemas estruturais. Simplificando, o sistema estrutural nada mais é do que o conjunto de elementos que, interagindo entre si, formam um sistema que desempenham uma função específica.

Toda estrutura é submetida a esforços ou deformações. Quando há aplicação de forças, diz-se que estas forças são ações diretas e quando há deformações impostas a uma estrutura e estas originam esforços na estrutura diz-se que estas deformações geram ações indiretas. Em relação ao tempo, as ações podem ser dos seguintes tipos:

- Ações permanentes: são ações atuantes sobre a estrutura por toda sua vida útil, independentes de suas condições externas. Como por exemplo, o peso próprio da estrutura, alvenaria, revestimento, cobertura, etc.
- Ações variáveis: são ações que nem sempre estão presentes em um sistema estrutural. Há épocas em que elas são atuantes e há épocas em que elas não aparecem, mas sempre devem ser consideradas. Como, por exemplo, o vento, chuva, impacto lateral, força longitudinal, etc.

- Cargas acidentais: são ações variáveis que atuam na edificação em função de seu uso. Como, por exemplo, pessoas, mobiliário, veículos, etc.

4.4 Alvenaria

A alvenaria pode ser classificada da seguinte maneira: alvenaria resistente (ou tradicional), alvenaria de vedação e alvenaria estrutural. A alvenaria resistente, ou alvenaria tradicional, como é mais conhecida, é aquela alvenaria em que as paredes desempenham função estrutural, resistindo aos esforços e cargas solicitantes da edificação. Porém o seu dimensionamento é feito sem levar em consideração teorias ou métodos científicos e sem adoção de método de cálculo racional.

A alvenaria de vedação é aquela em que, a parede formada desempenha somente a função de vedação e separação de ambientes e resiste apenas a seu próprio peso.

Já a alvenaria estrutural, conforme definiu Sabbatini (CEF, 2003) é aquela utilizada como estrutura suporte da edificação e dimensionada a partir de um cálculo racional. Quando pensamos em usar a alvenaria como estrutura, pressupomos que ela atenda alguns requisitos básicos:

- a) forneça uma segurança pré-definida conforme outras estruturas como, por exemplo, aço, madeira, concreto armado etc.;
- b) projeto e execução da construção precisamente definidas e conduzidas por profissionais experientes, pois se trata de um sistema construtivo elaborado para suportar todas as ações e cargas da edificação;
- c) que a construção seja fundamentada em projetos específicos (estrutural-construtivo), elaborado por profissionais especializados, tal como arquitetos e engenheiros.

De acordo com NASCIMENTO (2004) no Brasil, o uso da alvenaria como método construtivo é bastante difundido e é considerado o sistema principal para vedações, tanto interna quanto externa.

A alvenaria consiste na utilização de elementos, argila ou concreto, de dimensões reduzidas, unidos entre si com a finalidade de fechar um ambiente a fim de prover segurança, conforto e habitabilidade à edificação, dentro de um sistema estruturado. Pode-se assim dizer que a função principal deste tipo de alvenaria seria a separação entre ambientes, principalmente no que diz respeito à alvenaria externa, que é responsável pela separação do

ambiente interno do externo. Para estar cumprindo essas funções previstas deve atuar como barreira (NASCIMENTO, 2004).

Para NASCIMENTO (2004) a alvenaria deve cumprir uma série de propriedades:

- Resistência à umidade e movimentos térmicos;
- Resistência à pressão do vento;
- Isolamento térmico e acústico;
- Resistência a infiltrações de água pluvial;
- Controle da migração de vapor de água e regulagem da condensação;
- Base ou substrato para revestimentos em geral;
- Segurança para usuários e ocupantes;
- Adequar e dividir ambientes.

NASCIMENTO divide a alvenaria em grupos de acordo com a sua utilização e função de cada uma. Da mesma forma, sua estrutura pode ser adotada para absorver esforços e cargas definidas em projeto, ou para apenas vedação, o que difere principalmente alvenarias estruturais e alvenarias de vedação.

- Alvenarias estruturais (FIG. 7) são destinadas a absorver as cargas das lajes e sobrecargas. Para o seu dimensionamento é necessária a consulta da NBR 10837 (Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto) e NBR 8798 (Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto);

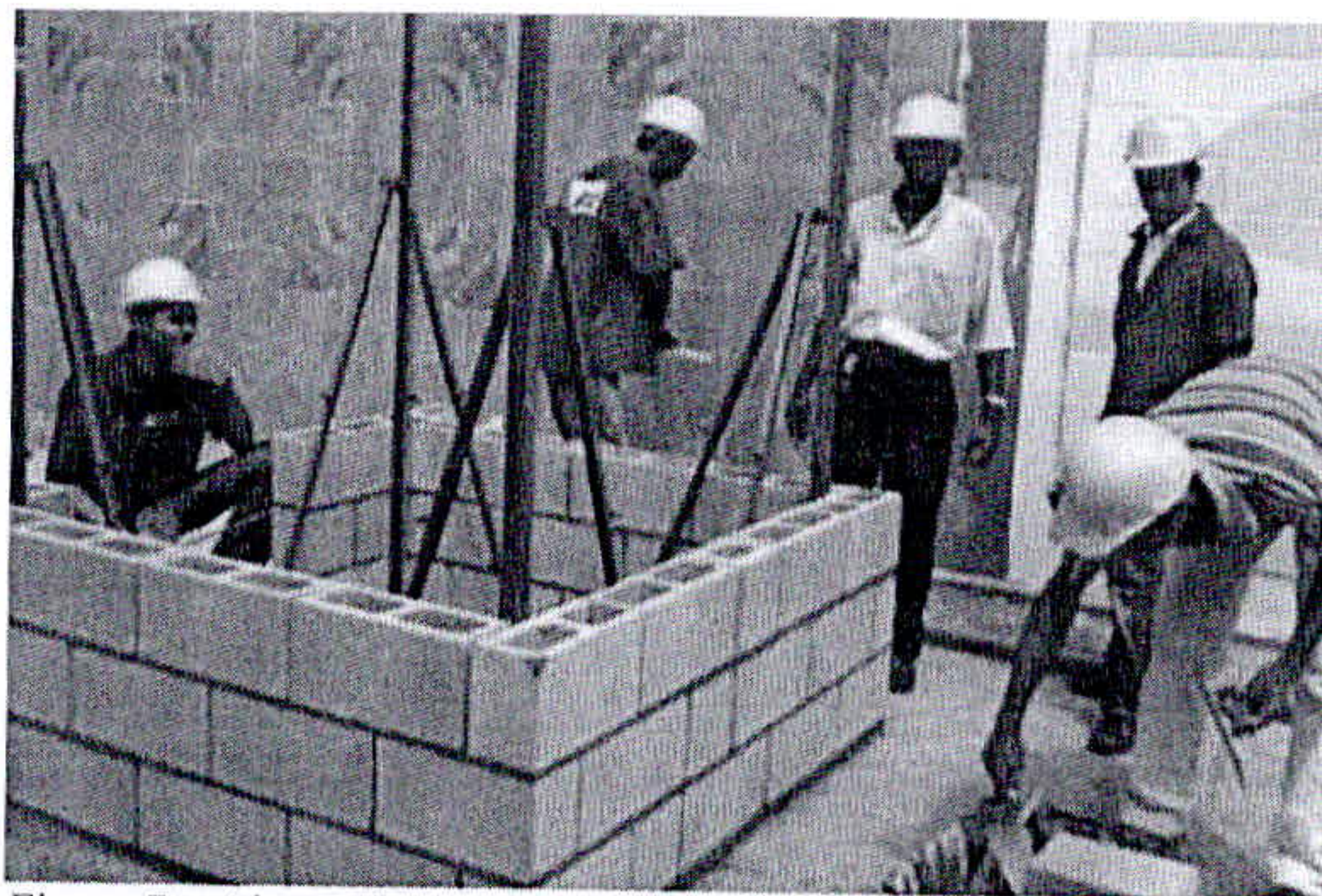


Figura 7 – Alvenaria auto portante

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (<http://www.abcp.org.br>)

- Alvenaria de vedação (FIG. 8) é determinada a partir das montagens de elementos com o propósito de separar ambientes. É designada vedação por apenas funcionar para o fechamento de áreas entre estruturas.

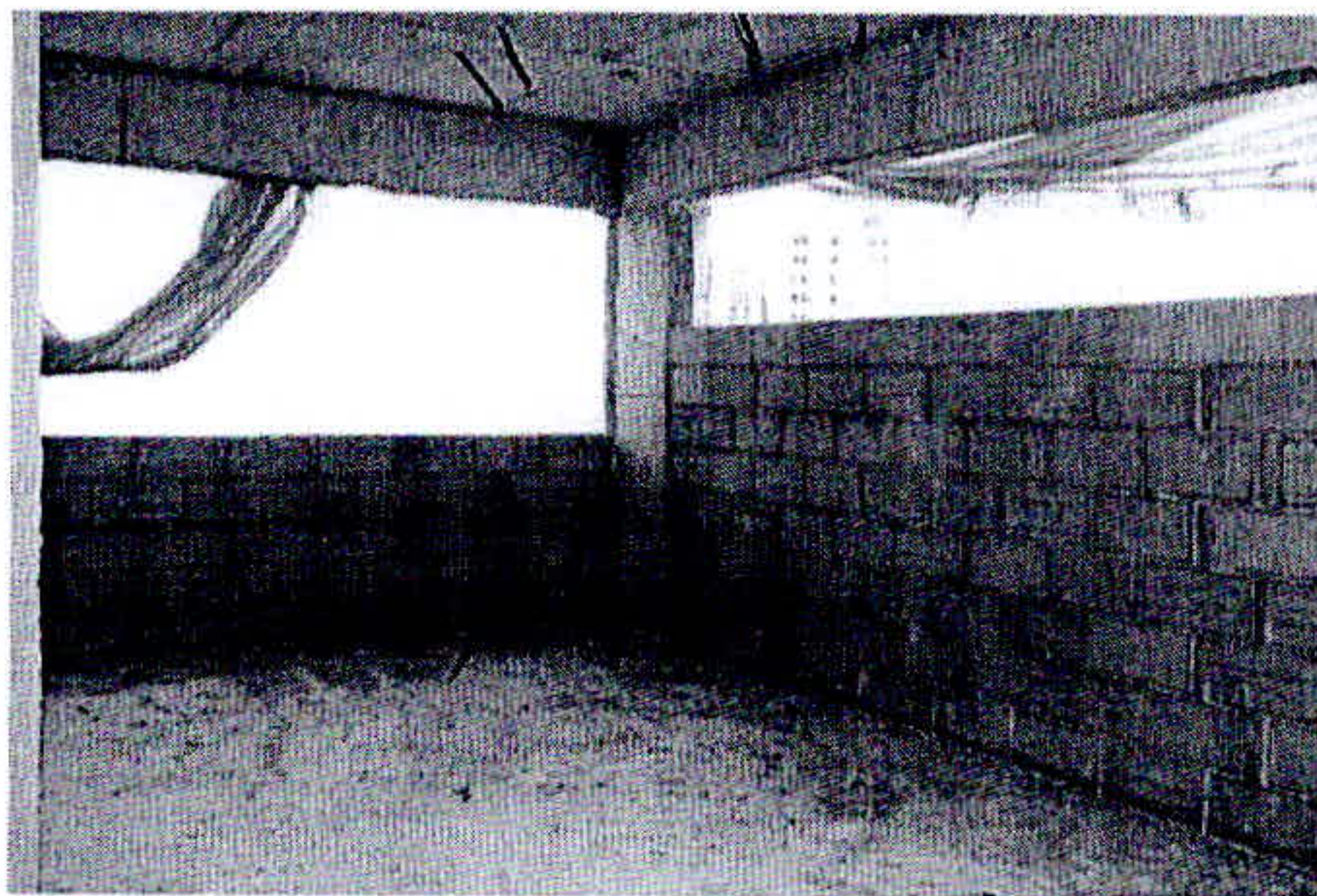


Figura 8 – Alvenaria de vedação

Fonte: Tecnisa (<http://www.tecnisa.com.br>)

A alvenaria é um sistema completamente artesanal. Todas as partes da construção em si são feitas “in loco” tornando o processo consideravelmente mais demorado. Sem contar muitas vezes com mão de obra não especializada. Com a mão de obra despreparada pode haver perda de material tanto por recortes mal feitos, como também pela necessidade muitas vezes de um retrabalho. O não planejamento de onde passarão as instalações hidráulica e elétrica, também contribui para essa perda de materiais.

4.5 Alvenaria Estrutural

4.5.1 Definição

O sistema construtivo em alvenaria estrutural é um sistema cujos componentes são industrializados e padronizados de modo que sejam ligados por argamassa, constituindo assim uma estrutura sem armaduras. Essas peças ou blocos podem ser moldados em cerâmica, concreto ou em material sílico-calcáreo (KALIL, 2010).

Neste tipo de sistema, as paredes, são elementos estruturais, e por este motivo devem suportar cargas e esforços da mesma maneira como suportariam as vigas e pilares de uma construção em concreto armado, madeira e até mesmo o aço. O projeto idealizado em alvenaria estrutural tem como base as paredes de forma com que elas se tornem estabilizadoras entre si.

O processo construtivo em alvenaria estrutural é empregado na construção de edifícios que se caracterizam por uma estrutura suporte de sistema tridimensional segundo métodos racionais e de confiabilidade determinável. (ARAÚJO,1995)

O sistema de construção em alvenaria estrutural é o mais antigo sistema construtivo usado pela humanidade. Os babilônicos, em seus templos Bíblicos usavam tijolos de barro secos ao sol. Por outro lado os egípcios também já usavam em suas estruturas as pedras como o mais representativo material da época.

Há pouco mais de um século, com o processo de industrialização na construção civil, o sistema construtivo de alvenaria estrutural vem sendo bastante utilizado. Temos como exemplo os prédios centenários da Universidade Mackenzie (FIG. 9 e 10) em São Paulo, que foram construídos com tijolos de barro a mais de 100 anos e permanecem com suas estruturas em perfeitas condições de funcionamento.

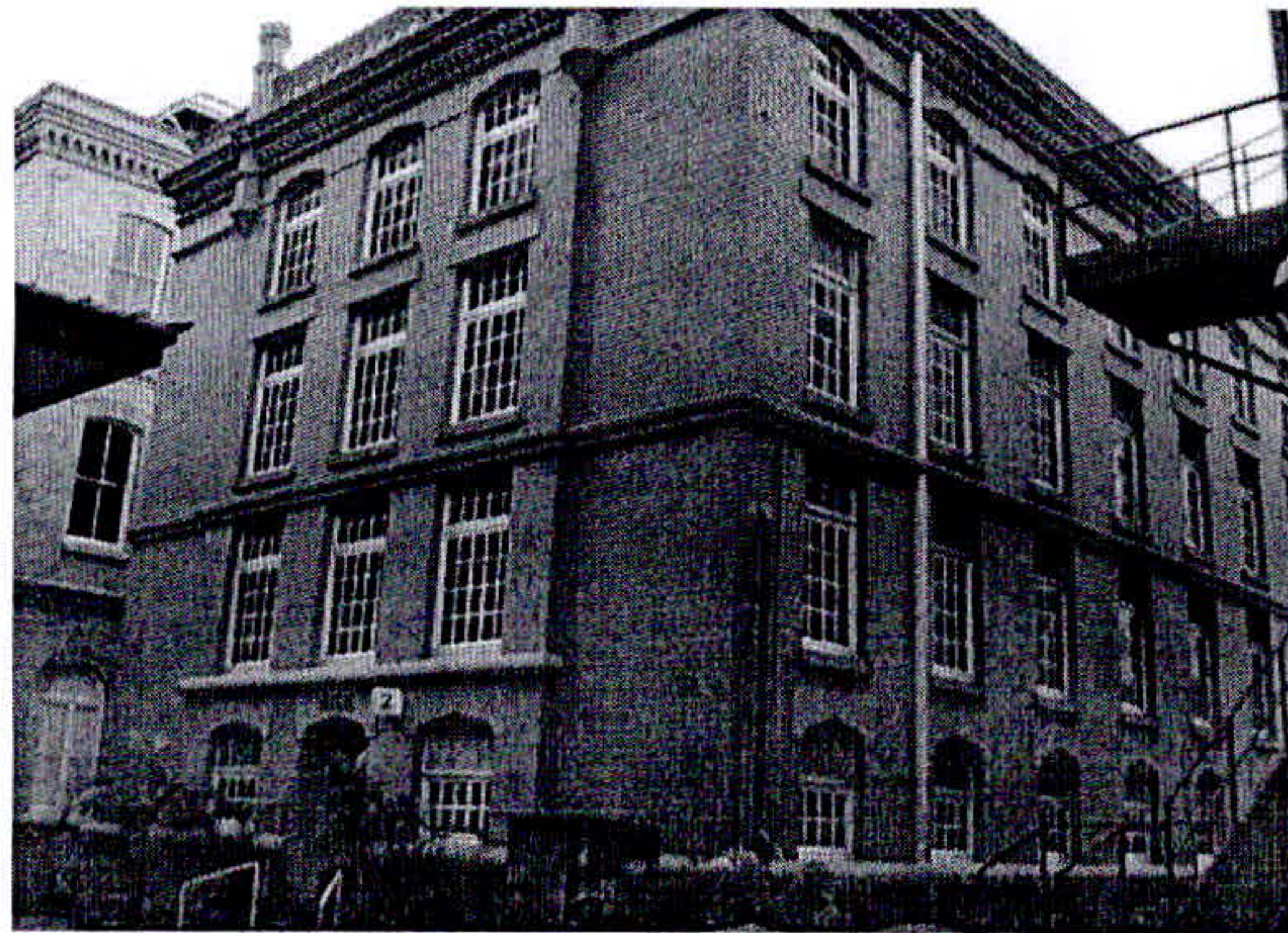


Figura 9 – Prédio Universidade Mackenzie

Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=286099>



Figura 10 – Prédio Universidade Mackenzie

Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=286099>

Diferentemente de um sistema construtivo convencional, que tem a alvenaria comum servindo apenas como vedação de vãos, a alvenaria estrutural (FIG. 11) vem para suprir tais necessidades de se ter uma obra mais barata, compacta e rápida. Com alguns programas de pesquisas financiadas, na maioria das vezes, pelas fabricantes de cimento, o uso da alvenaria como estrutura se tornou obsoleto. No sistema construtivo com concreto armado as lajes transportam os esforços para as vigas que por sua vez o transportam para os pilares que finalmente o transportam para o solo. Já com o uso da alvenaria estrutural os esforços são absorvidos pela laje e pelas paredes, que por sua vez são mais resistentes.

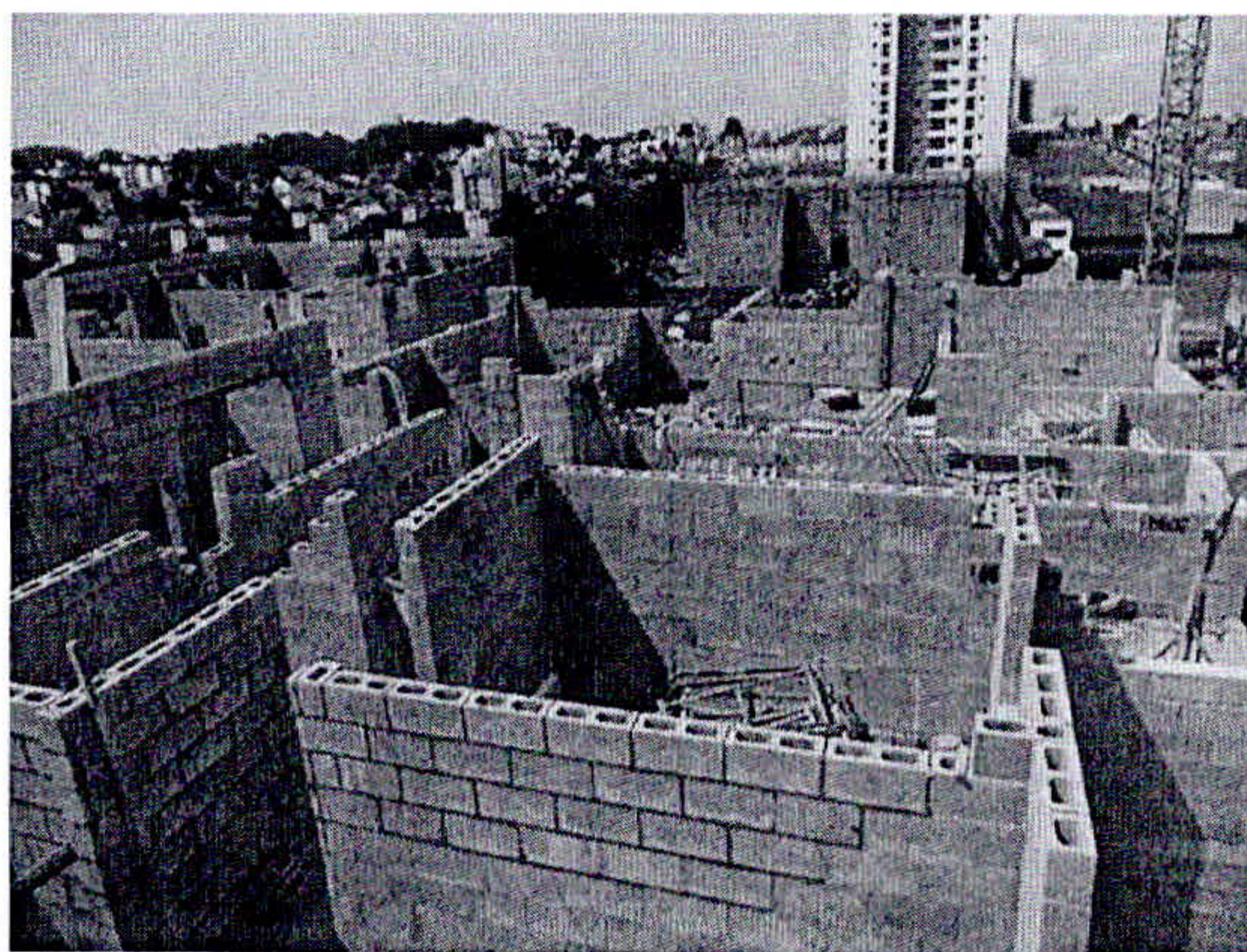


Figura 11 – Alvenaria estrutural

Fonte: Tecnisa (<http://www.tecnisa.com.br>)

Além de receber todos os esforços, a alvenaria estrutural desempenha várias funções simultâneas como, por exemplo, subdivisão de espaços, isolamento térmico e acústico, proteção ao fogo e às condições climáticas (HENDRY, 1981 *apud* SANTOS, 1998).

A concepção da estrutura consiste em se determinar, a partir de uma planta básica, quais as paredes que serão consideradas estruturais ou não-estruturais, no presente caso em relação às cargas verticais. Alguns fatores podem condicionar esta escolha: utilização da edificação, simetria da estrutura, etc. Esse conjunto de elementos portantes é denominado sistema estrutural. Dentre vários sistemas estruturais podemos destacar alguns como: treliças planas, vigas treliçadas, treliças espaciais, blocos de alvenaria estrutural, vigas, pilares, lajes, grelhas e cascas cilíndricas.

Todo sistema estrutural está sujeito a modificações e reformas com o passar do tempo. Seja ela proposital ou necessária. Com o avanço das tecnologias isso se torna mais fácil a cada dia. O sistema de construção com bloco estrutural nos proporciona muitos benefícios por não fazer uso de vigas e pilares, onde, o próprio bloco tem a capacidade de resistir à compressão, transmitindo o peso das cargas e seu próprio peso até o solo. Alguns exemplos desses benefícios são: a economia de recursos financeiros que pode representar 30% no valor final da obra, a organização e a limpeza do canteiro de obras, a redução da utilização das fôrmas de madeira.

Porém vale lembrar que este tipo de estrutura tem suas desvantagens, como por exemplo, dificuldade de improvisação, limitação de grandes vãos e balanços, restrições de possibilidades de mudanças inesperadas.

A execução de um sistema construtivo, de qualquer magnitude que seja, precisa obrigatoriamente da construção de uma estrutura suporte, que necessariamente precisa de projeto, planejamento e execução próprios. Desta forma, toda e qualquer estrutura em desenvolvimento e execução tem como prioridade e finalidade assegurar a forma idealizada e garantir integridade à edificação, por todo tempo necessário para garantir sua durabilidade.

Neste contexto de racionalização, a alvenaria estrutural encaixa-se perfeitamente pela maior facilidade que se aplicam medidas de racionalização construtiva neste processo, como a introdução de elementos pré-fabricados, por exemplo. Porém para que estas medidas surtam efeito, devem ser aplicadas a todas as etapas do empreendimento, desde a concepção. (FRANCO e AGOP YAN, 1994).

O processo de construção em alvenaria estrutural pode ser classificado em várias maneiras:

- **Alvenaria estrutural não armada:** são alvenarias compostas por blocos assentados com argamassa. Os reforços metálicos existentes são colocados apenas em cintas, vergas, contravergas, na amarração entre paredes (Fig. 12) e nas juntas horizontais com a finalidade de se evitar fissuras. Esses reforços metálicos não são considerados no dimensionamento da estrutura e são usados somente por motivos construtivos.



Figura 12 – Alvenaria não armada

Fonte: Comunidade da Construção (<http://www.comunidadeconstrucao.com.br>)

- **Alvenaria estrutural armada:** são aquelas compostas por blocos assentados com argamassa, onde seus vazados verticais são preenchidos com graute (microconcreto de grande fluidez) e reforçada por armaduras dispostas ao longo do componente estrutural (Fig. 13), constituindo um todo solidário com os elementos da alvenaria. Essa armadura é calculada para resistir aos esforços sofridos pela edificação.

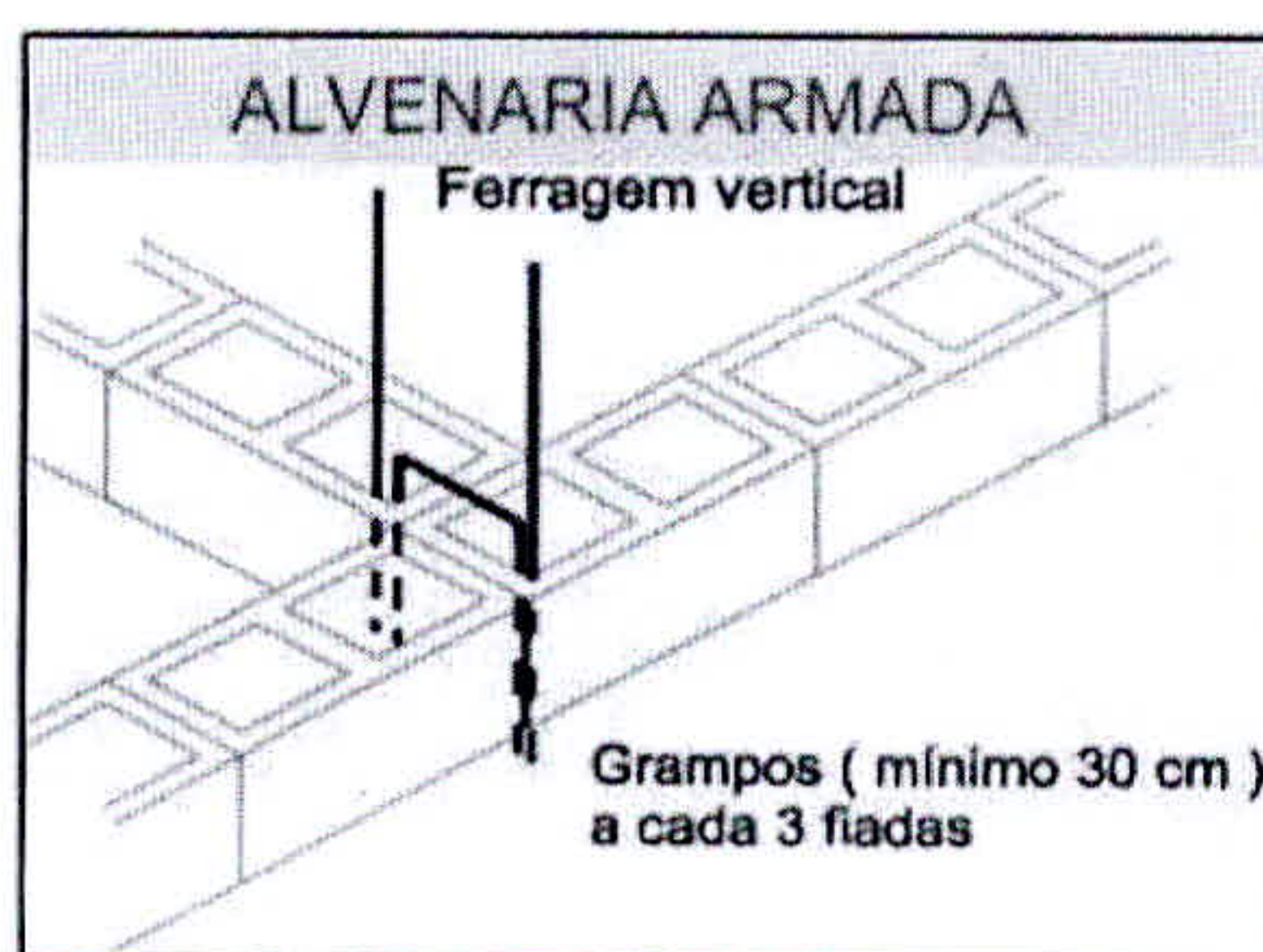


Figura 13 – Alvenaria armada

Fonte: Comunidade da Construção (<http://www.comunidadeconstrucao.com.br>)

- **Alvenaria estrutural parcialmente armada:** são aquelas compostas pelas alvenarias armada e não armada, que emprega como estrutura paredes em alvenaria sem armação

e paredes com armação, dependendo dos trechos onde forem calculados com maior probabilidade de se ter maiores esforços.

- **Alvenaria estrutural protendida:** técnica baseada na aplicação controlada de forças destinada a aumentar a durabilidade e o desempenho das estruturas. É quando, através de cordoalhas ou barras de aço tracionadas, aumentam-se os esforços de compressão entre as unidades de alvenaria, aumentando a resistência da mesma aos esforços de flexão e cisalhamento (PARSEKIAN, 2002). É utilizada para construção de muros de arrimo, reservatórios de água, galpões, coberturas, entre outros.

A alvenaria estrutural em bloco de concreto está bem difundida no Brasil. Em grandes centros como São Paulo e Porto Alegre, tal sistema estrutural está bem consolidado.

4.6 Bloco Estrutural

4.6.1 Bloco estrutural de concreto

De acordo com a norma NBR 6136 (ABNT, 2007), o bloco se define como um elemento da alvenaria cuja área líquida é igual a 75% da área bruta. Os blocos de classe AE são utilizados em paredes externas acima ou abaixo do nível do solo, podendo estar expostas a umidade ou intempérie sem receber revestimento de argamassa enquanto os blocos da classe BE são utilizados acima do nível do solo. Além disso, devem ser revestidos e não devem estar expostos às intempéries.

A qualidade da obra em alvenaria estrutural em bloco de concreto é dependente da qualidade dos materiais empregados, sendo que um dos principais insumos é o bloco de concreto. Os blocos de concreto desempenham uma das funções mais importantes em uma construção que é a resistência. Essa resistência nada mais é do que a capacidade que esta alvenaria estrutural tem de resistir aos diversos esforços e ações mecânicas previstas no projeto, tais como vento, o próprio peso da estrutura, mobiliário, impacto lateral, força longitudinal, etc.

Os blocos de concreto apresentam algumas vantagens como, por exemplo, a produção com resistências características variadas de acordo com a necessidade estrutural da edificação. Podem ser produzidos também em formas e cores diferentes. Por se tratar de um produto fabricado a partir da mistura entre cimento e de agregados miúdos e graúdos, esse produto se torna de fácil acesso a praticamente todas as cidades de médio e grande porte do país.

Quando analisamos um bloco de concreto, podemos perceber que eles são sempre vazados na vertical, ou seja, não possuem fundos. Isso permite que seus furos sejam utilizados para a passagem das instalações e para aplicação do graute (concreto de alta plasticidade). Na execução das paredes, utiliza-se o meio bloco para fazer amarrações. Todas as paredes são paginadas e a execução delas deve seguir rigorosamente o projeto de paginação principalmente nos encontros de paredes e cantos.

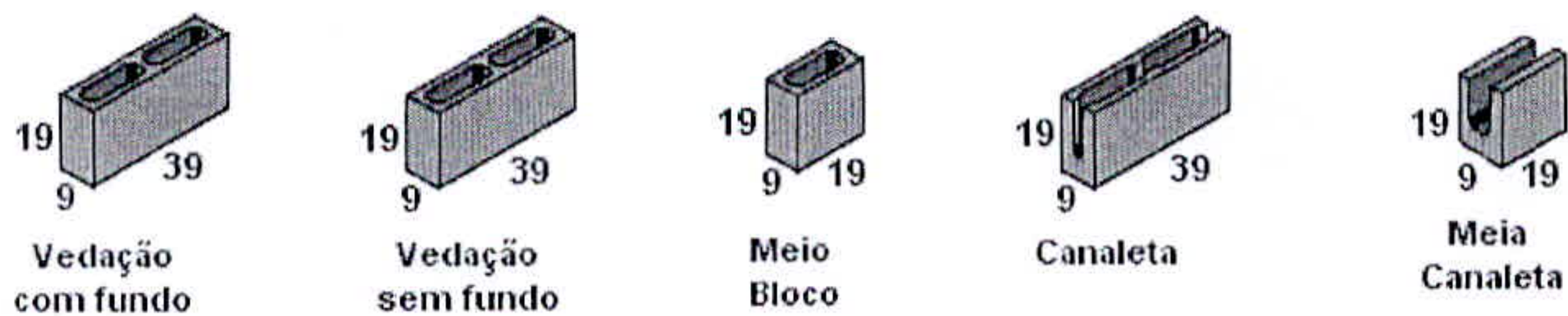
Atualmente, existem vários tipos de bloco estrutural que são classificados de acordo com o tipo de agregado utilizado em sua fabricação. Todos os tipos de bloco, seja ele de cerâmica ou concreto, deve atender aos requisitos de aplicabilidade e manuseio.

Os blocos de concreto são padronizados em formato e dimensões (FIG. 14), proporcionando uma obra racionalizada, evitando desperdícios com quebras na obra.

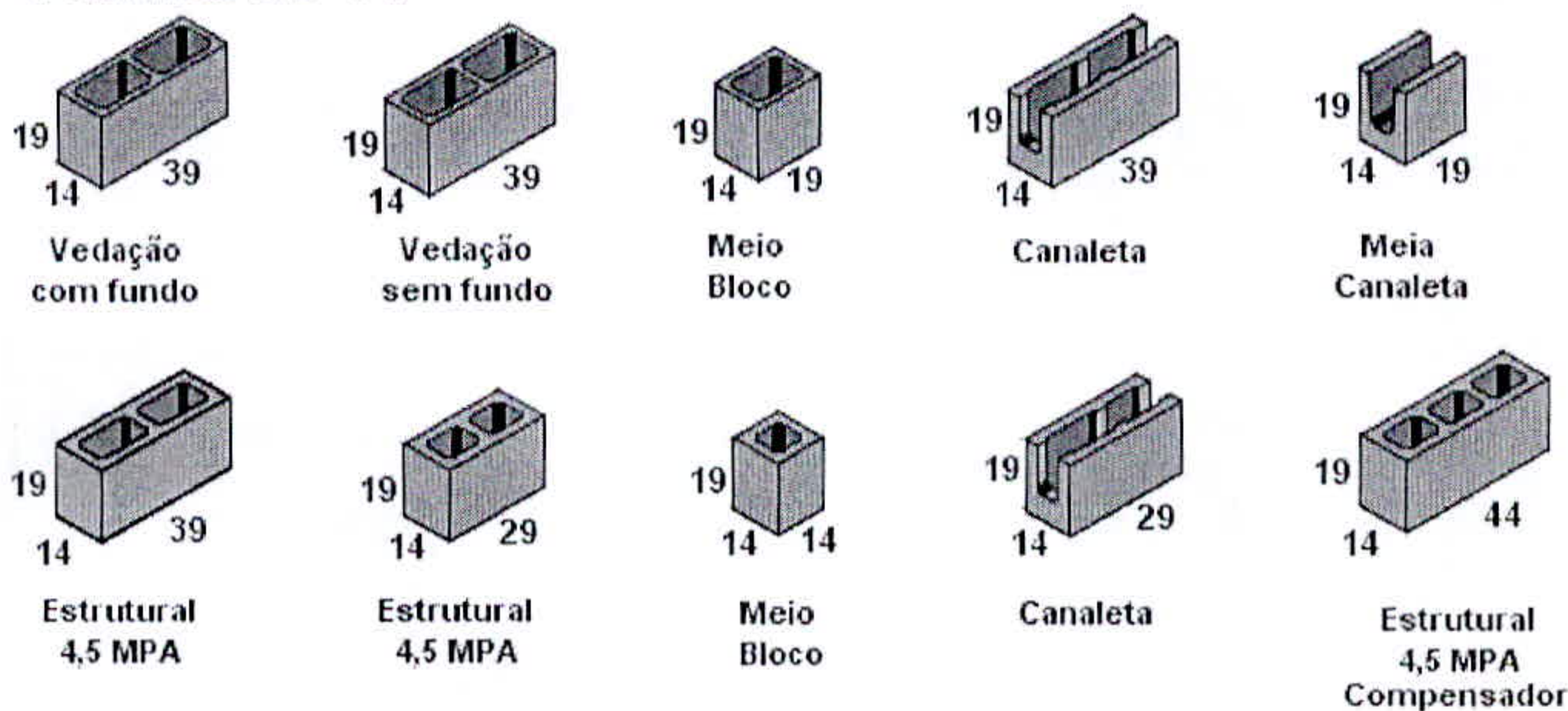
Os aspectos que diferenciam o sistema construtivo em alvenaria estrutural são limpeza, agilidade, praticidade, economia e eficiência.

Alguns modelos de blocos de concreto para alvenaria estrutural:

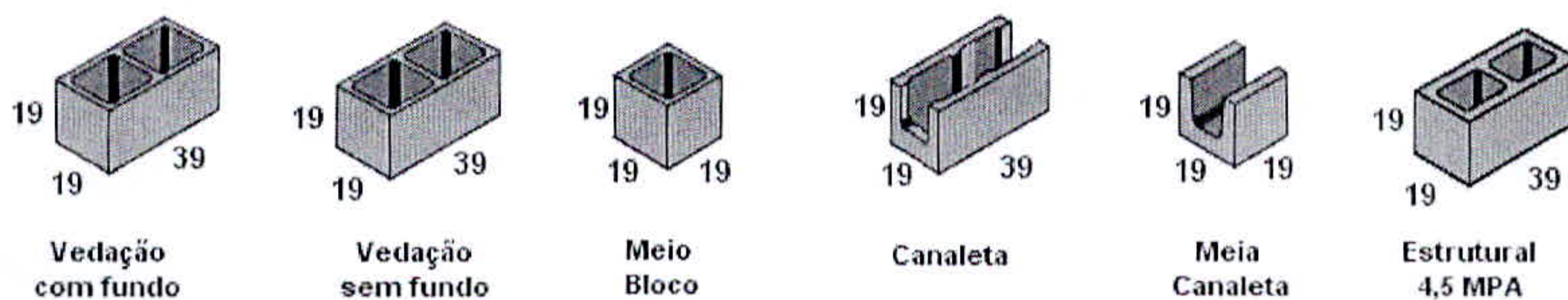
Família de 09



Família de 14



Família de 19



Família de Bloco Pilar

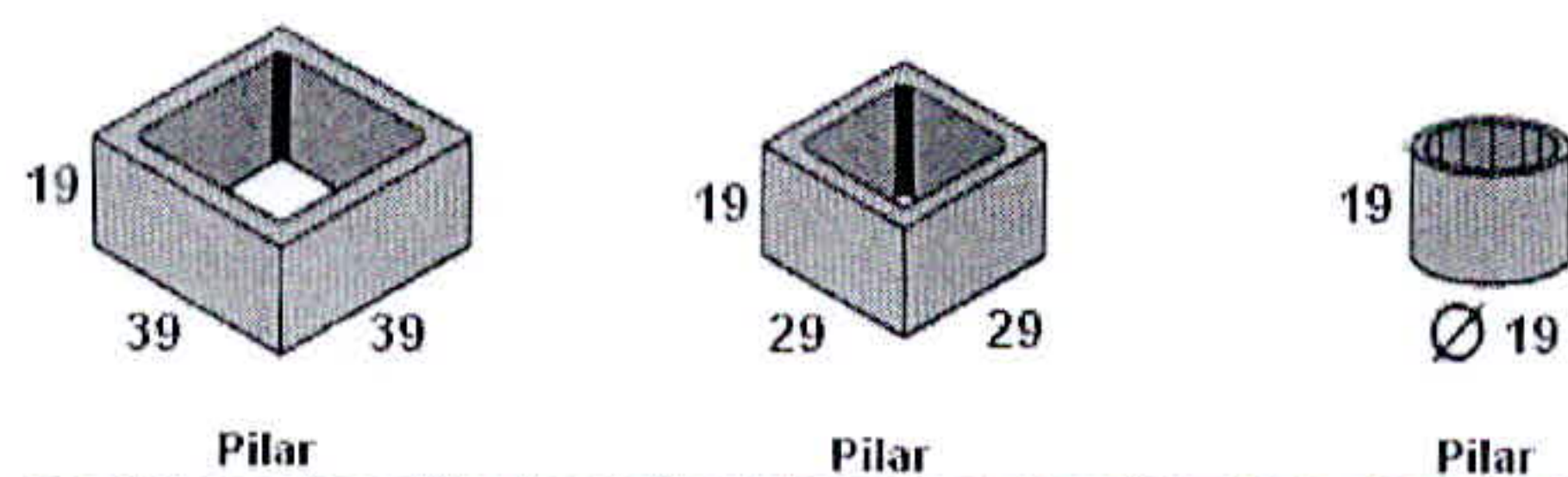


Figura 14 - Família dos blocos 09, 14, 19 e blocos de pilar
Fonte: Artblocos (<http://www.artblocos.com.br>)

A norma NBR 6136/2007 especifica as características dos blocos de concreto para alvenaria estrutural, sendo que os principais blocos mais comercializados atualmente apresentam as seguintes dimensões (TAB. 1):

Designação	Dimensões (mm)		
	largura	Altura	comprimento
M-20 (Blocos de 20 cm nominais)	19	19	39
	19	19	19
	19	19	9
M-15 (Blocos de 15 cm nominais)	14	19	54
	14	19	44
	14	19	39
	14	19	34
	14	19	29
	14	19	19
	14	19	14

Tabela I - Dimensões dos blocos

Fonte: Equipe de obra (<http://equipedeobra.pini.com.br>)

Os blocos possuem características funcionais a serem respeitadas. Essas características são fundamentais para que os blocos possam atender a todas as exigências estabelecidas na norma. São elas:

- resistência mecânica
- absorção total e inicial
- dimensões reais e nominais
- área líquida
- peso unitário
- estabilidade dimensional
- isolamento termo acústico
- durabilidade

Respeitando todas essas características, os blocos passam a determinar importantes aspectos na execução da obra. O peso e as dimensões, por exemplo, vão influenciar diretamente na produtividade da obra já o formato influencia na técnica de execução e a precisão nas dimensões vai influenciar nos revestimentos e demais componentes.

O fator mais importante a ser considerado é a resistência à compressão das unidades. A relação entre a resistência à compressão de uma parede e a resistência à compressão das unidades utilizadas é conhecida como o índice de eficiência da alvenaria.

Conforme Duarte (1999), ensaios realizados por diversos pesquisadores apontam que o índice de eficiência é muito variável e conclui que quanto menos juntas horizontais tiverem, maior será o índice de eficiência da alvenaria. O índice de eficiência também tende a diminuir quando se utilizam unidades de maior resistência à compressão, devido ao aumento da diferença entre a resistência à compressão das unidades e da argamassa.

Os blocos são classificados em famílias, conforme suas medidas e levando em consideração a modulação. A escolha da família dos blocos utilizados irá gerar as medidas modulares do projeto. Uma família de blocos é o conjunto de componentes de alvenaria que interagem modularmente entre si e com outros elementos construtivos. Os blocos que compõem a família, segundo suas dimensões modulares, são designados como bloco inteiro (bloco predominante), meio-bloco, blocos de amarração L e T (blocos para encontro de paredes), blocos compensadores A e B (blocos para ajuste de modulação) e blocos canaleta J ou U.

Comumente no mercado, as famílias são denominadas pelo comprimento real do bloco predominante. Temos a família 29 de modulação 15 (FIG. 15) e a família 39 de modulação 15 ou 20 (FIG. 16 e 17). Na norma as famílias – denominadas de linhas – são designadas pela largura nominal e pelo comprimento nominal. Temos então as linhas 15x30cm, 15x40cm e 20x40cm. A dimensão modular do bloco corresponde à dimensão real acrescidas de 1 cm, que correspondem à espessura média das juntas de argamassa.

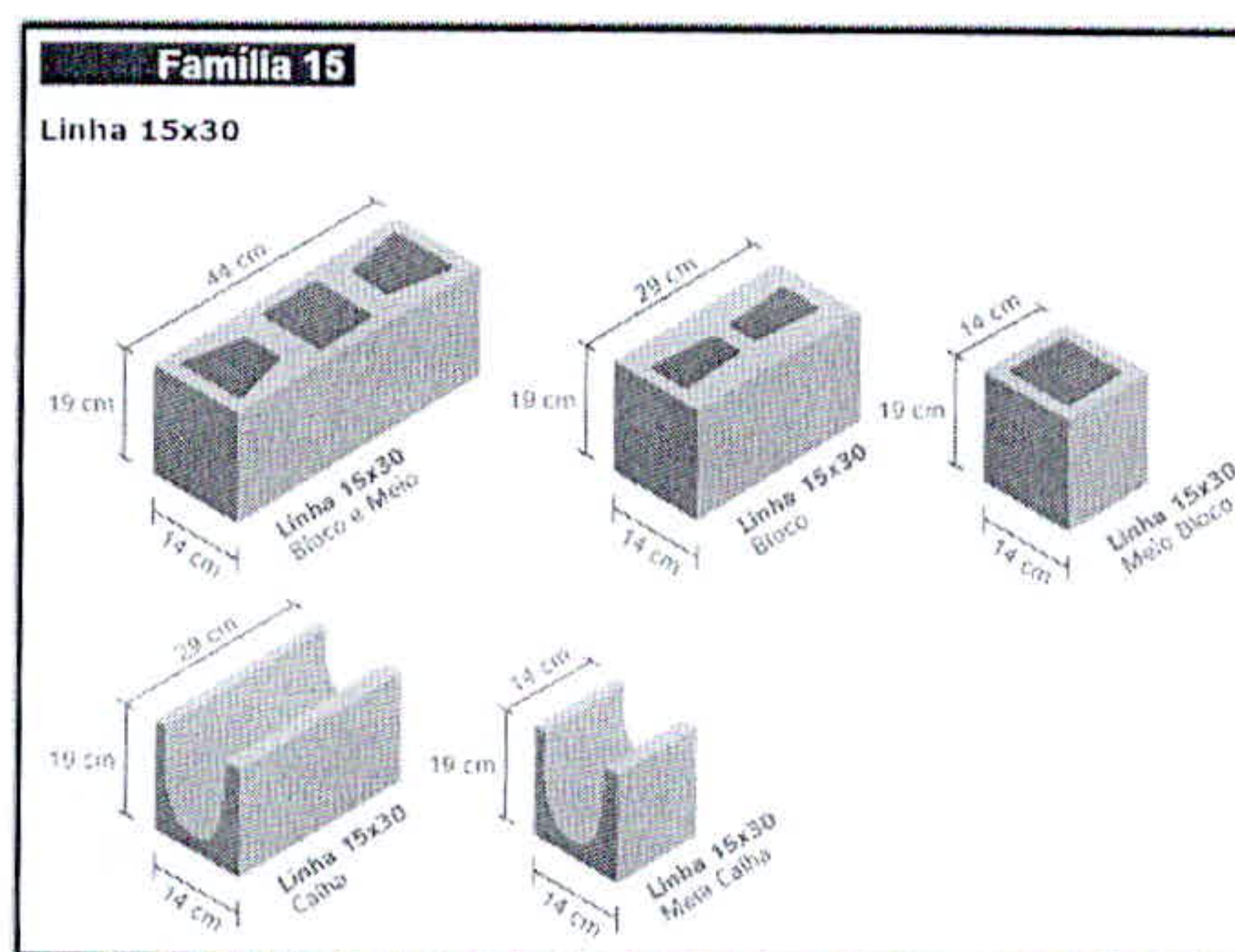


Figura 15 - Bloco família 15x30

Fonte: Artblocos (<http://www.artblocos.com.br>)

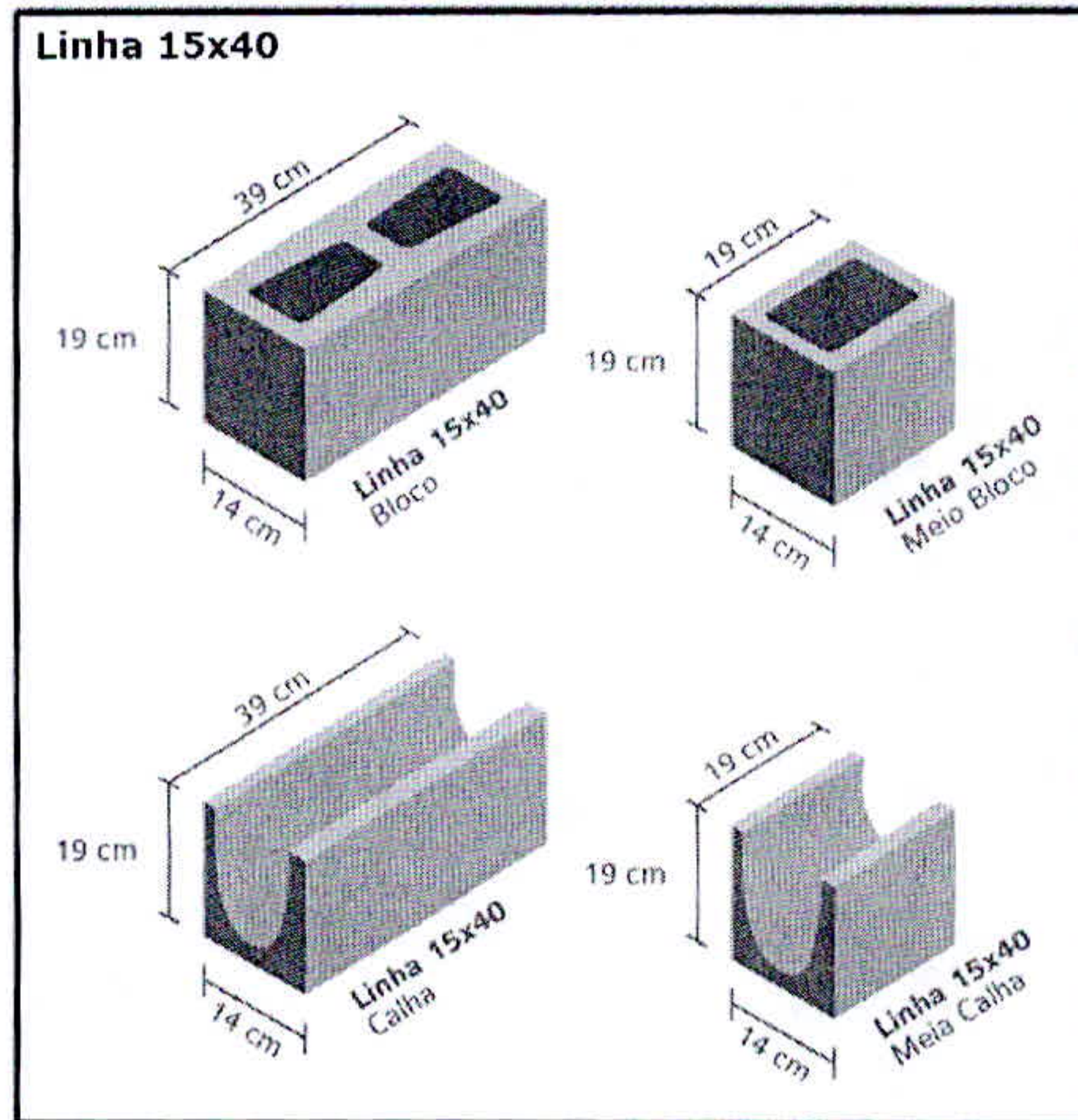


Figura 16 - Bloco família 15x40
 Fonte: Artblocos (<http://www.artblocos.com.br>)

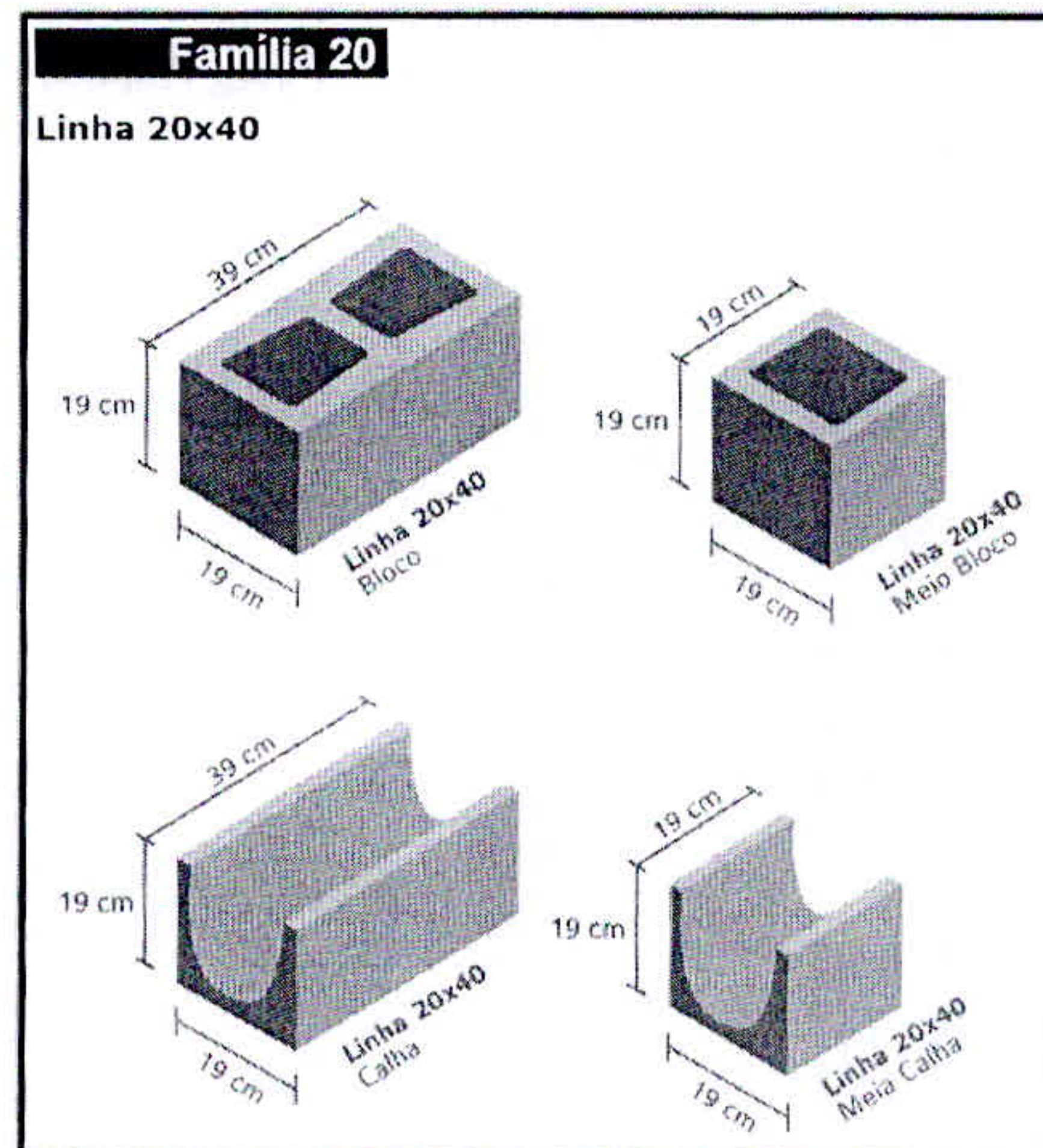


Figura 17 - Bloco família 20x40
 Fonte: Artblocos (<http://www.artblocos.com.br>)

4.7 Argamassa

A argamassa é um item fundamental em uma construção, pois ela proporciona impermeabilidade e estabilidade para edificação. Constituída pela mistura de materiais inertes (areia), materiais aglomerantes (cimento e/ou cal), água e aditivos como, plastificantes, incorporador de ar, retardadores de pega e promotores de aderência à argamassa tem a função de unir os blocos solidamente e distribuir uniformemente às tensões entre eles.

Quando recém-misturada, a argamassa possui boa plasticidade, e quando endurecida possui rigidez, resistência e aderência.

A argamassa pode desempenhar funções diferentes dependendo de qual situação ela vai ser usada. Por exemplo, no assentamento de blocos, ela vai exercer a função de unir os blocos harmonicamente a ponto de proteger a estrutura de possíveis deformações. Já nas paredes, tanto internas quanto externas essa argamassa é capaz de proteger o ambiente contra umidades.

Além destas funções principais, a argamassa pode ser utilizada também como um isolante acústico. Portanto quanto maior a camada de argamassa, menor serão os ruídos no ambiente.

O que se espera de uma argamassa é que ela tenha uma boa trabalhabilidade, que tenha capacidade de retenção de água, capacidade de sustentação dos blocos, resistência adequada e ótima capacidade de aderência.

A trabalhabilidade é conseguida pela combinação de vários fatores, sendo os principais a coesão, a consistência, a quantidade de água utilizada, o tipo e o teor de aglomerante empregado, a granulometria e a forma dos grãos do agregado. (KALIL s/d).

A argamassa tem uma boa trabalhabilidade quando se distribui com facilidade ao ser assentada, preenchendo todos os vazios, não endurece quando toca os blocos e permanece plástica por um bom tempo.

As juntas da argamassa devem ter uma resistência mecânica adequada, capacidade de absorção de deformações e durabilidade.

A argamassa de assentamento sofre esforços horizontais que ocorrem em uma parede, causados pelo vento, por exemplo, perpendiculares ou paralelos ao plano da parede. Entretanto o principal esforço sofrido por ela é o de compressão, papel também desenvolvido pelo bloco.

Algumas características da argamassa precisam ser analisadas adequadamente para que se obtenha um resultado satisfatório. A capacidade de retenção de água, por exemplo, é muito importante, pois o cimento precisa de uma hidratação adequada para que se possa desempenhar com qualidade seu papel de ligação entre o bloco e a argamassa, por isso a água presente na argamassa não pode percolar rapidamente. Outra característica a se observar é o tempo de endurecimento da argamassa, quanto mais rápido for esse endurecimento maior será o problema de assentamento dos blocos. Por outro lado se for muito lento causará atrasos na obra devido a espera para a continuação da alvenaria.

Conforme Roman (et al 1999) a espessura ótima para as juntas de alvenaria é de um centímetro. Com valores superiores a resistência da alvenaria é prejudicada, enquanto que em valores inferiores, a junta não consegue absorver as imperfeições que ocorrem nas unidades.

4.8 Graute

O graute é um tipo específico de concreto com agregado fino de alta plasticidade, recomendado para o preenchimento de espaços vazios dos blocos de difícil acesso em pontos onde se quer aumentar a resistência localizada da alvenaria e também preenchimento das canaletas.

A fluidez do graute permite que haja um preenchimento total da seção, sem a necessidade de adensamento. A alta resistência inicial permite a rápida liberação das fôrmas e da estrutura grauteada, possibilitando maior agilidade no processo de fixação de equipamentos, e rápida colocação da estrutura reparada ou reforçada em carga. A elevada resistência final e a apresentação de módulo de deformação compatível com o do concreto garantem o bom desempenho frente a esforços elevados, mesmo para reforço de concretos de alta resistência.

A expansão controlada ou, conforme o produto, a simples compensação da retração, garante a estabilidade volumétrica e impede a existência de vazios, propiciando perfeita aderência e compacidade.

Os dois campos principais de utilização dos grautes são as obras novas e as de recuperação estrutural. Os grautes para reparo são, em geral, denominados argamassas ou micro concretos fluidos ou simplesmente grautes de reparo.

O Graute compõe-se de:

- cimento;
- agregado miúdo;
- agregado graúdo;
- água e cal ou outra adição.

O material é utilizado para:

- Grauteamento;
- Fixação de bases de equipamentos e máquinas de pequeno porte;
- Preenchimento de vazios.
- Reparos localizados em pisos de concreto.

Os benefícios são muitos, como o baixo consumo de água e a extrema facilidade de adensamento com elevada fluidez, podendo ser vertido por gravidade ou bombeado.

5 COMPATIBILIZAÇÃO

Para se executar um projeto em alvenaria estrutural com a máxima qualidade é necessário que haja uma compatibilização entre todos os outros projetos envolvidos como, por exemplo, arquitetônico, elétrico, hidráulico e estrutural. Por se tratar de uma alvenaria com blocos estruturais, é necessário que todas as tubulações hidráulicas e elétricas sejam planejadas previamente, pois este tipo de alvenaria não pode ser “cortada” como a alvenaria convencional (que serve apenas como vedação).

5.1 Projeto de instalações hidráulicas

Deve-se determinar por onde passarão as instalações, de maneira que se evite o corte dos blocos, pois gera desperdício, perda de tempo e principalmente do ponto de vista estrutural gera insegurança, pois o bloco é parte da estrutura que suporta o carregamento que a mesma está submetida.

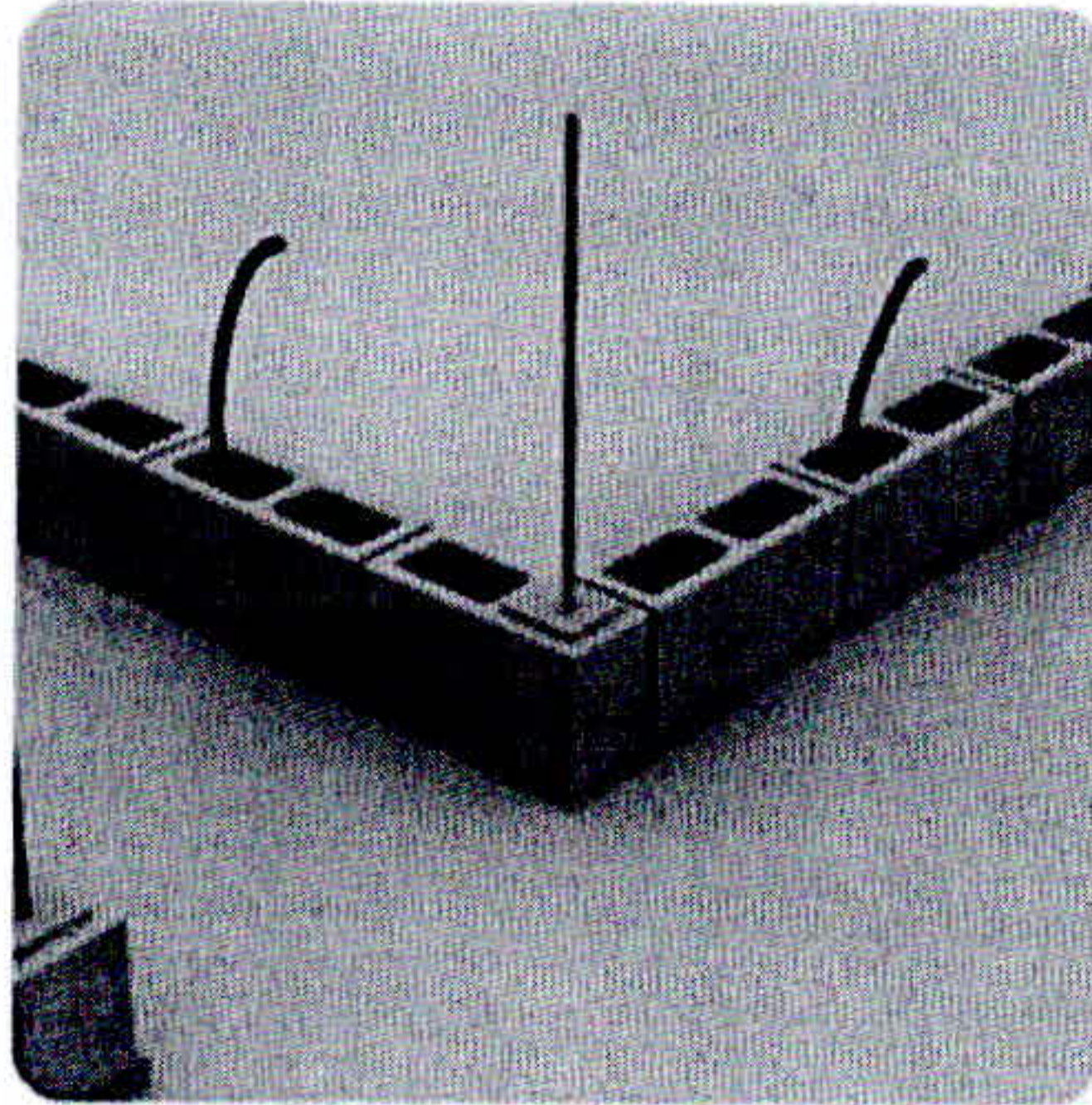
Segundo a norma técnica NBR 10837 (ABNT/1989) – Cálculo da Alvenaria estrutural de Blocos Vazados de Concreto é proibido à passagem de tubulações que conduzam fluídos dentro das paredes com função estrutural. Dessa forma, a melhor alternativa, tanto do ponto de vista construtivo quanto estrutural, o uso de shafts, podendo ser executado de duas formas: interrompendo-se a parede para a passagem da tubulação, ou passando junto à parede estrutural. Eles podem ser fechados com painéis pré-fabricados, parafusados à parede, permitindo a remoção fácil em caso de verificação e manutenção.

5.2 Projeto de instalações elétricas

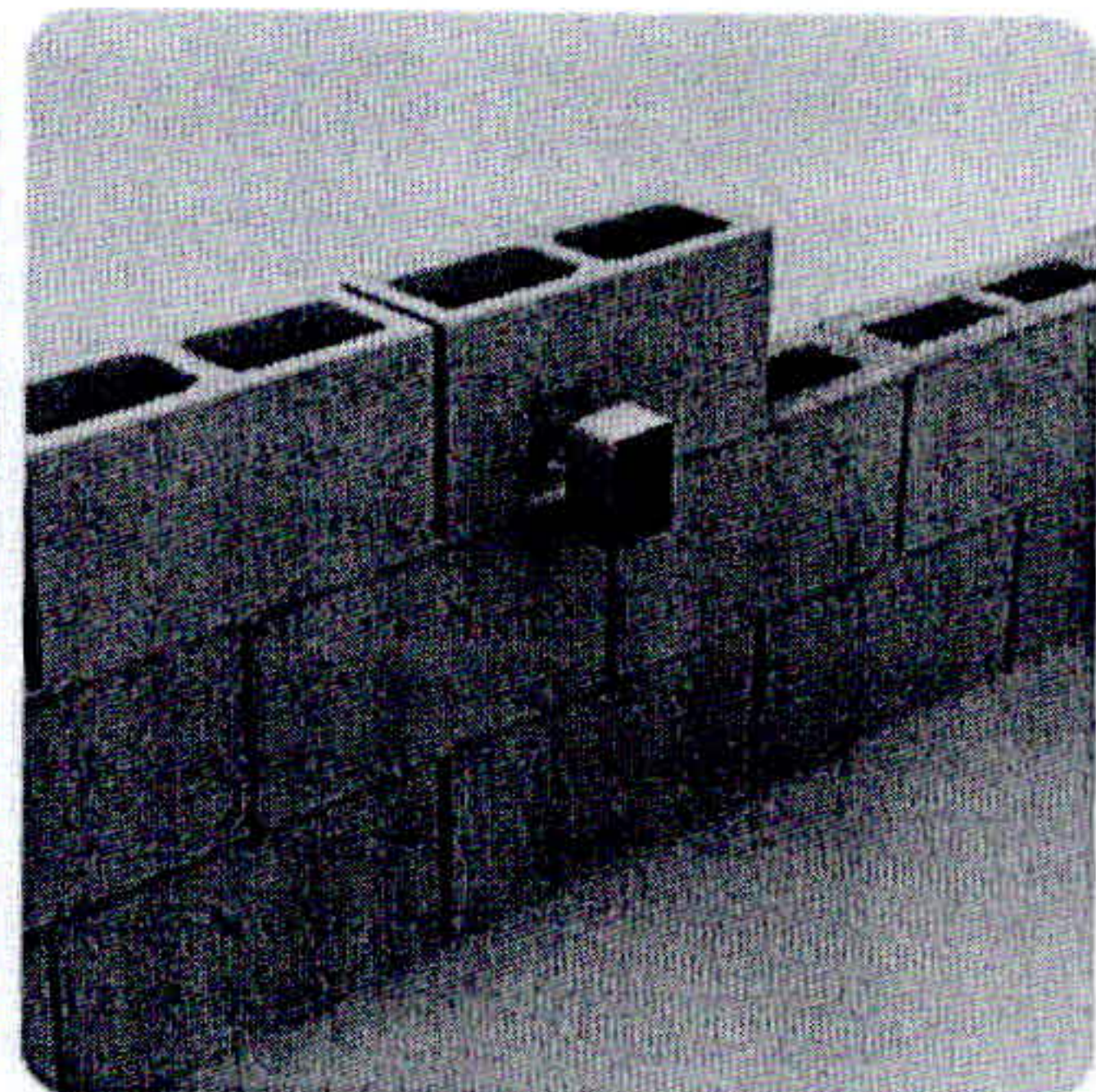
O projeto elétrico é composto de instalações e tubulações de eletricidade, telefonia, interfones, antena coletiva, alarmes ou outros porventura existentes. É comum os eletrodutos passem pelos vazados dos blocos, com isso não acarretando em rasgos principalmente horizontais nos blocos, ou então a utilização dos blocos especiais (FIG. 18) para que nestes sejam previamente instaladas as caixas de tomadas e interruptores.

De acordo com Kalil (2007), as dimensões e a localização das aberturas para as caixas de passagem e para os quadros de distribuição devem ser informadas ao projetista estrutural, com o objetivo de se prever um eventual reforço estrutural devido à integridade estrutural da

parede que será prejudicada pela abertura. Deve-se ter um cuidado especial quando os pontos de luz e interruptores forem localizados ao lado das aberturas das portas, pois a primeira prumada de vazados após a abertura é normalmente grauteada, com isso não permitindo posterior embutimento das caixas.



Posição das instalações elétricas



Assentamento de bloco elétrico

Figura 18 - Posição das instalações elétricas e assentamento do bloco elétrico
Fonte: Goiarte (<http://www.goiarte.com.br>)

6 SUSTENTABILIDADE

De acordo com STACHERA E CASAGRANDE (2006) a indústria da construção civil é de suma importância para o Brasil, não apenas pela imensa quantidade de dinheiro que circula no mercado construtivo, mas também pela quantidade considerável de recursos naturais e energéticos envolvidos para que a indústria funcione.

Segundo os autores o desenvolvimento sustentável tem sido amplamente discutido, um exemplo é o protocolo de Kioto que tem como objetivo a redução de emissão de gases poluidores.

Porém a indústria da construção civil parece estar à margem disso, dado que um dos materiais mais comuns na construção civil, o bloco cerâmico, ao ser produzido emite uma quantidade considerável de CO₂, um dos gases causadores do efeito estufa (STACHERA E CASAGRANDE, 2006). Uma vez que, por mão de obra despreparada ou falta de planejamento, materiais sejam desperdiçados, a poluição ocorre duas vezes: na produção da matéria prima e na geração de lixo.

Conforme JOHN (2007), os materiais são muito importantes na construção civil. O valor dos materiais chega a superar 50% (cinquenta por cento) do custo final do produto. Com relação ao consumo destes materiais, deve-se prestar atenção na ineficiência do uso dos mesmos. Estas perdas podem ser reduzidas uma vez que se tenha conhecimento dos valores destas perdas e dos consumos presentes. Melhores posturas na gestão de materiais podem contribuir para uma diminuição dos custos finais da obra.

A construção civil possui ainda grande importância de cunho social por ser responsável pela geração de cerca de 15% (quinze por cento) dos empregos do país. O problema é que grande parte dos operários se encontra na faixa de pobreza e não dispõe de educação formal, o que dificulta consideravelmente a inserção de valores sócio-ambientais na cadeia produtiva. (RIBEIRO, JACINTHO, LINTZ, GACHET, BARBOSA, VALLIN, 2007).

Para que haja um desenvolvimento sustentável na construção civil além da modificação do sistema produtivo por si só é necessário um investimento na formação do operário envolvido na cadeia produtiva. Com o conhecimento absorvido desta nova formação, irá melhorar a noção dos parâmetros de uma construção sustentável, a diminuição do desperdício de materiais torna-se possível e a inserção de um novo modelo construtivo pode ser mais facilmente aceita.

7 CONJUNTO HABITACIONAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL

7.1 Residencial Alto Pinheiros

O conjunto de residências do bairro Alto Pinheiros, situado em Varginha, Sul de Minas Gerais (FIG. 19), tem destaque entre os programas de habitação do gênero realizados na cidade.

O bairro Alto Pinheiros está localizado no Norte da cidade, cercado por bairros já consolidados como Mont Serrat, Jd. Corcetti, Pinheiros e São Geraldo (conforme planta de situação).

O projeto idealizado por Kleber Ribeiro de Paiva, engenheiro civil e proprietário da Construtora Helevar conta com 137 casas construídas em alvenaria estrutural.

As edificações foram posicionadas na área central do terreno, já se pensando em futuras modificações e ampliações (conforme planta de implantação).

Cada residência possui 46,50m² de área construída em um terreno de 200 m² (dez metros de largura e vinte metros de comprimento). Essas residências são divididas em dois dormitórios, um banheiro, uma cozinha e uma sala de estar (conforme planta baixa).

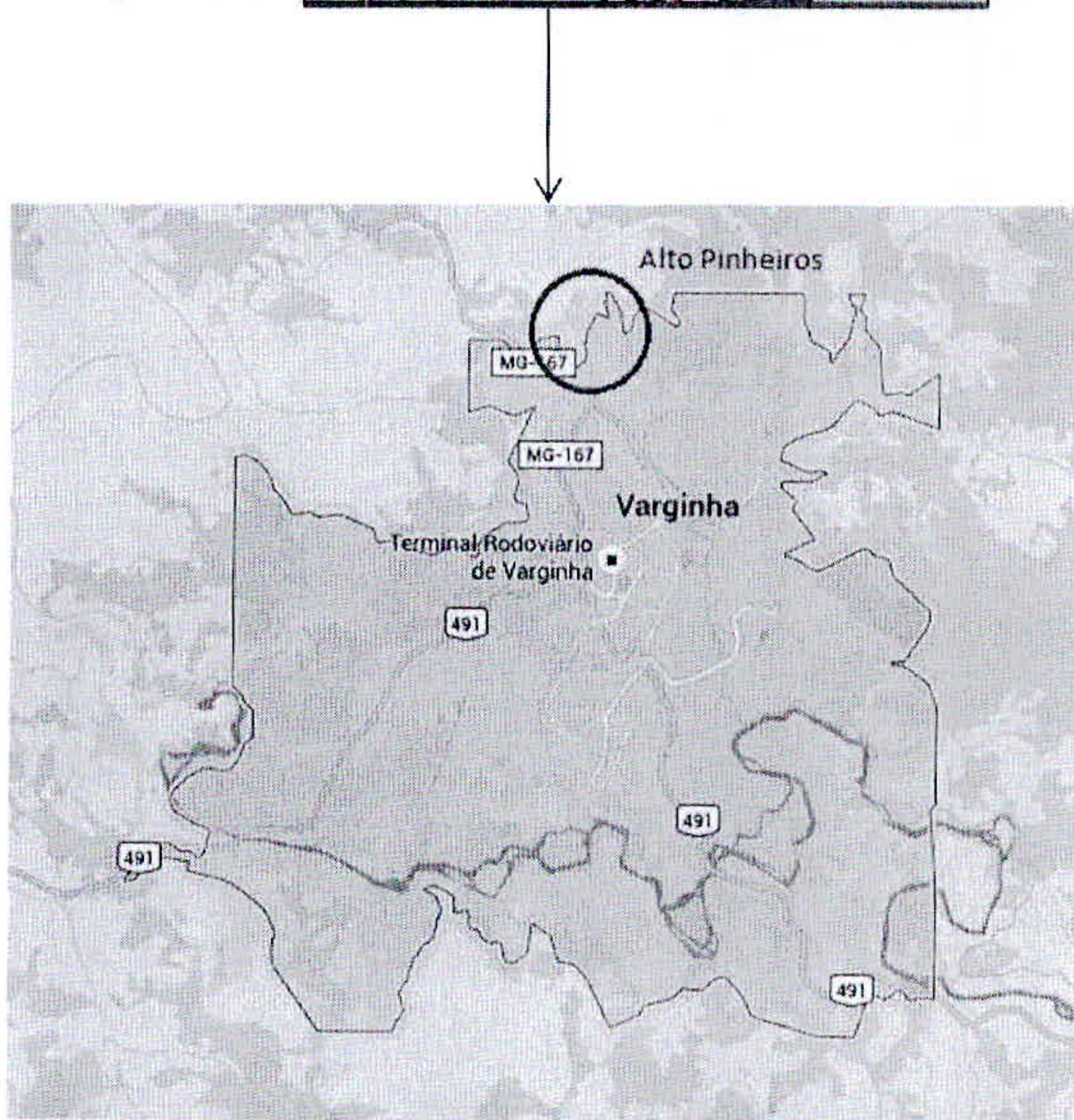
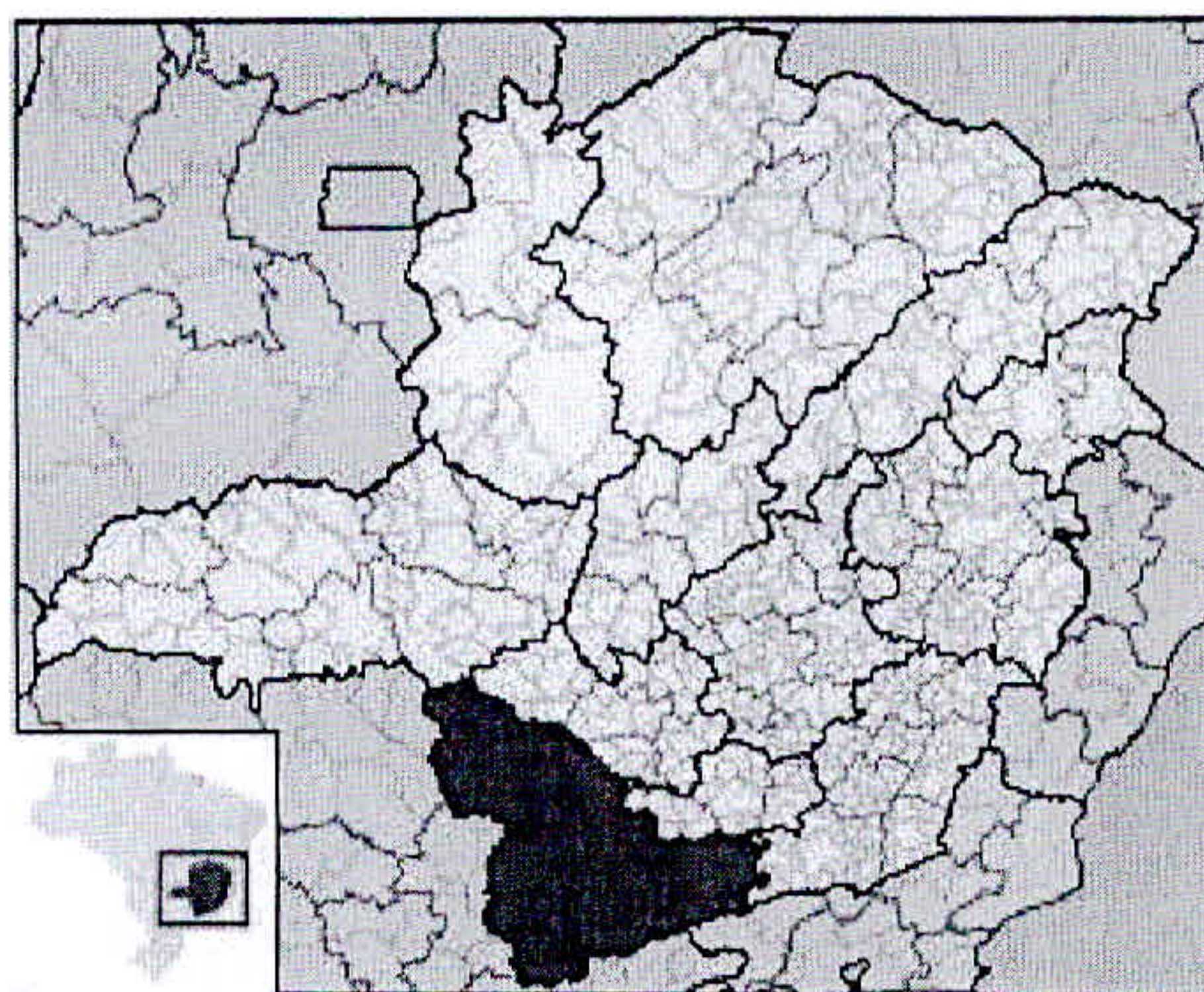
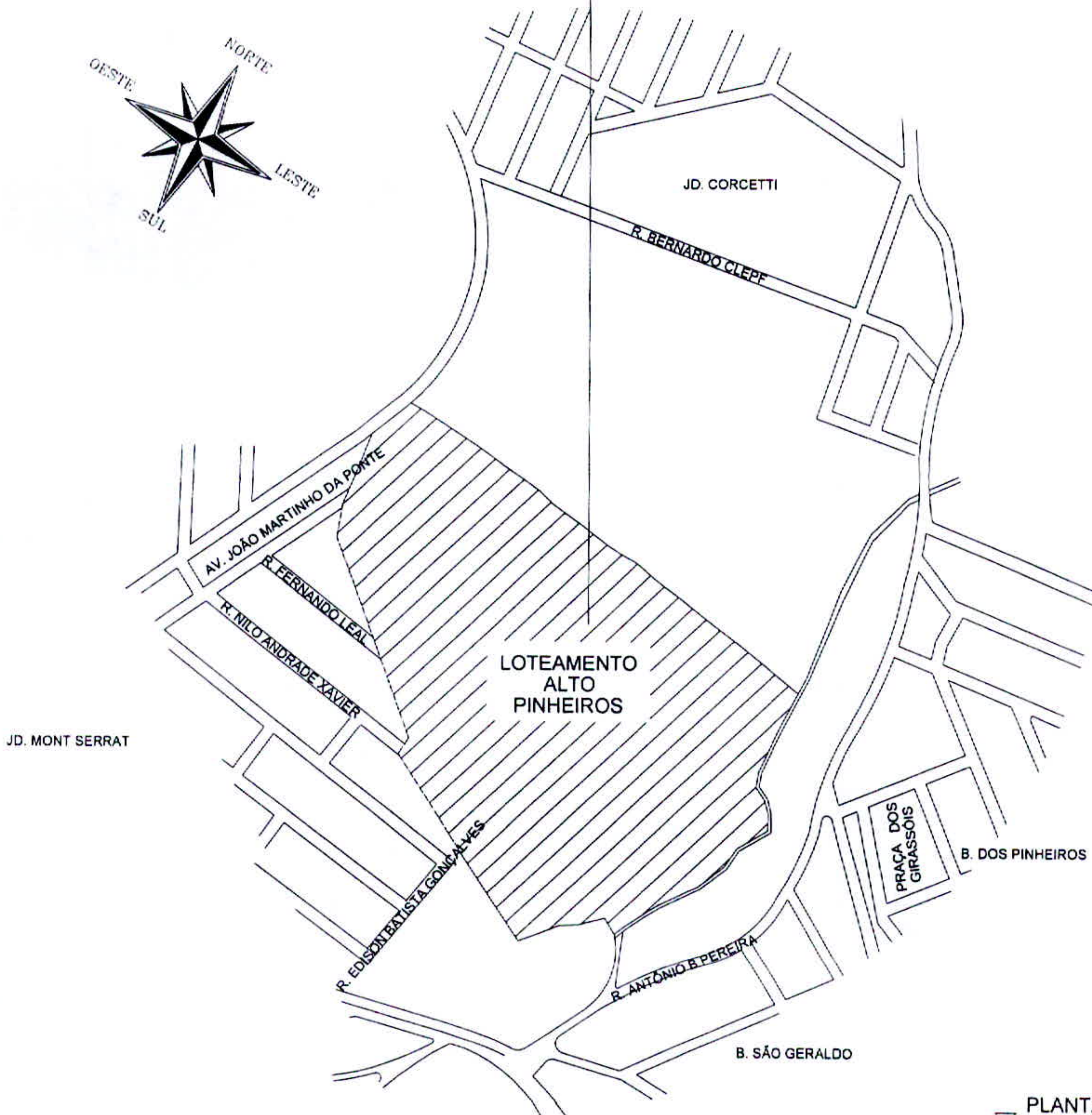
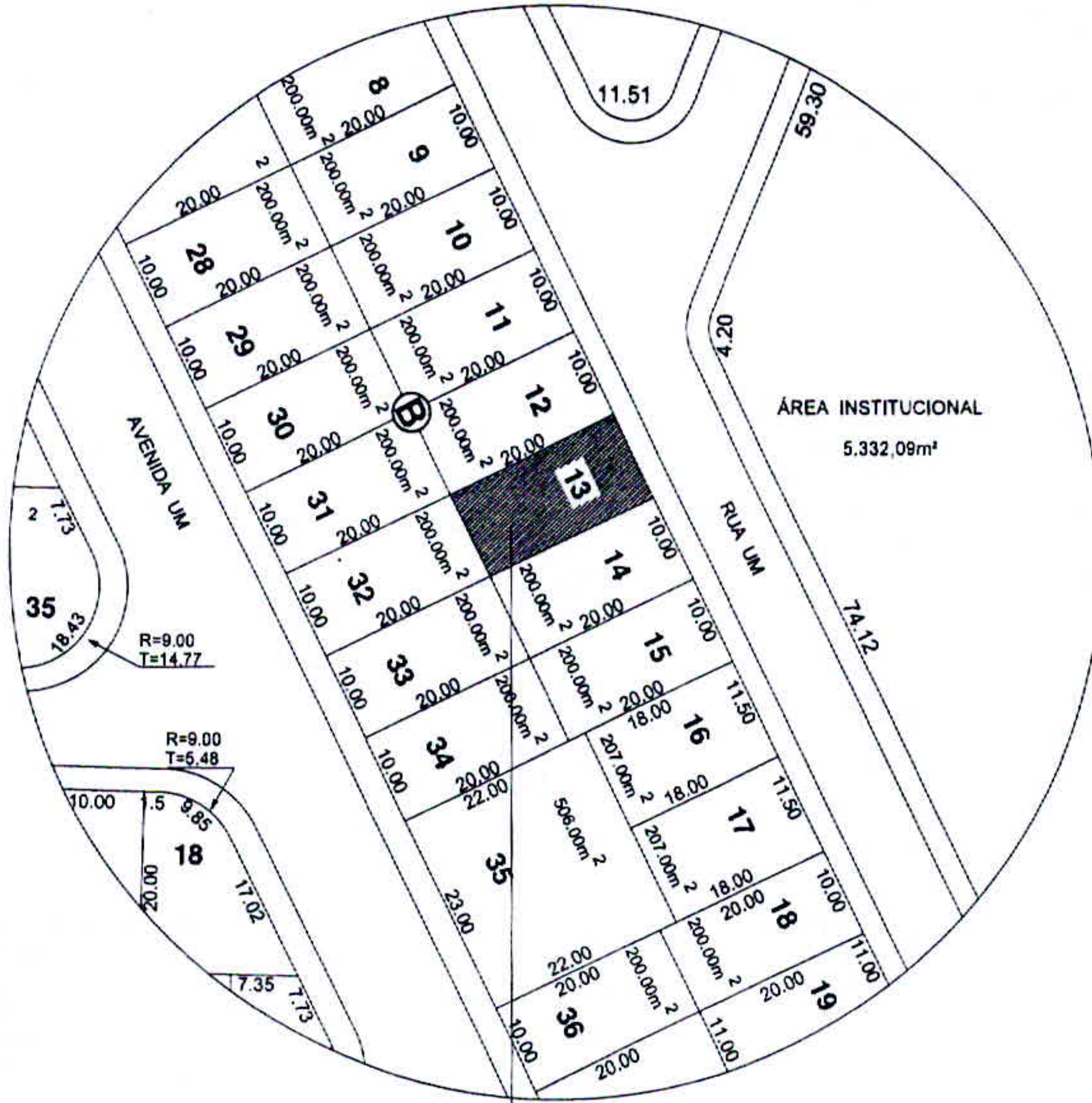
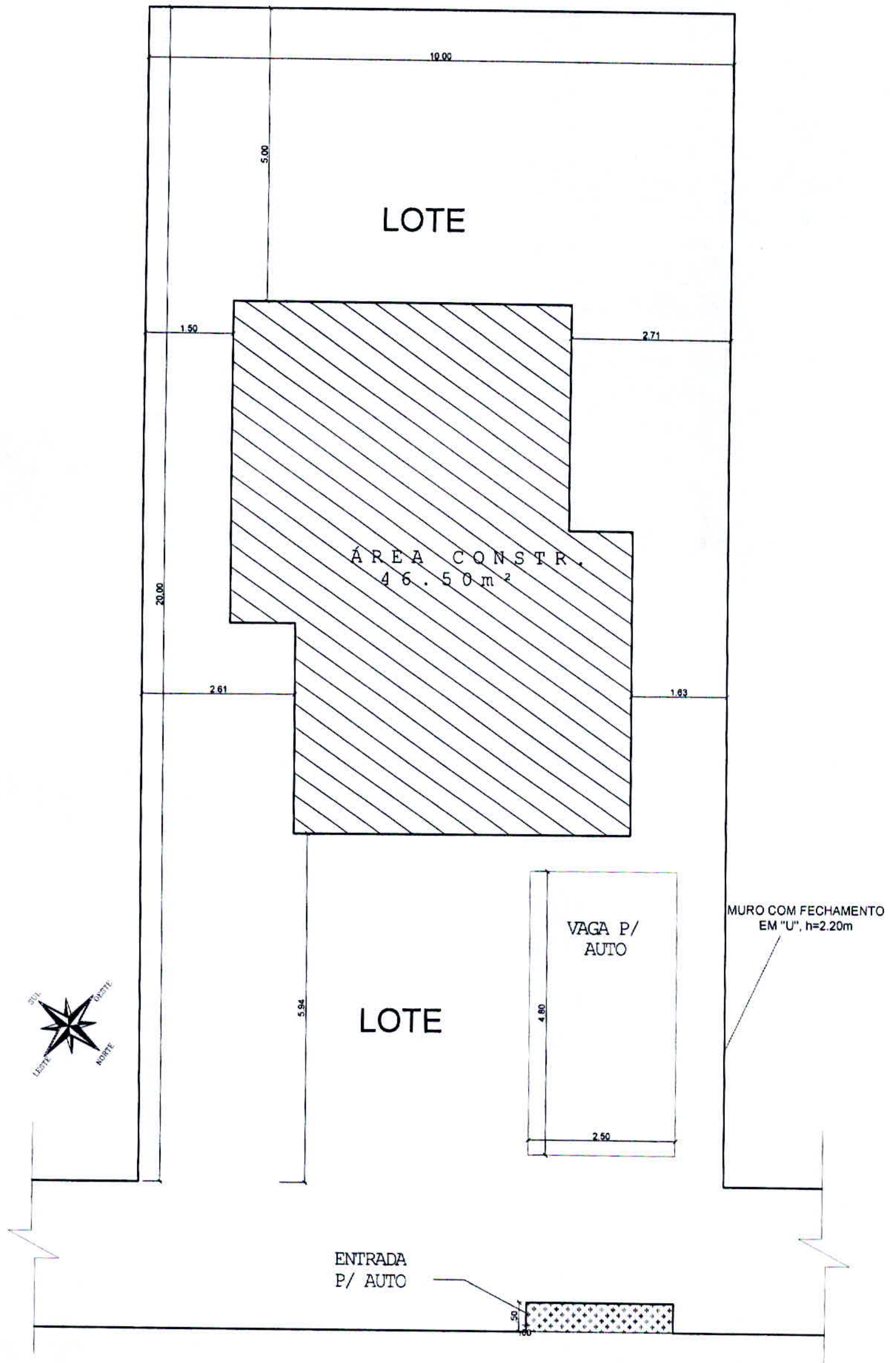


Figura 19 - Mapa de Minas Gerais e Varginha

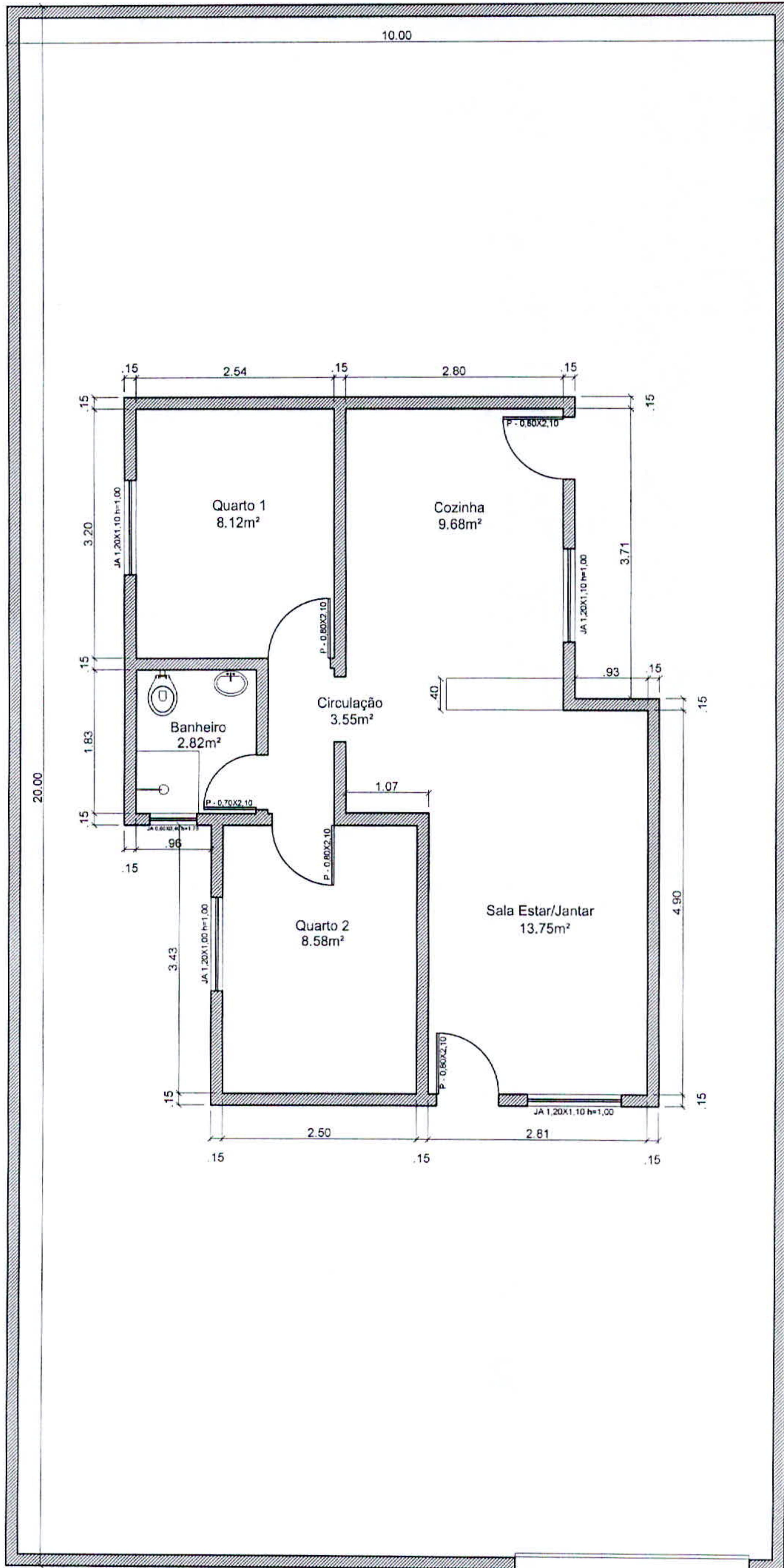
Fonte: <http://www.sulminas146.com.br/conheca-quais-sao-as-cidades-que-compoem-o-sul-de-minas/>



— PLANTA DE SITUAÇÃO



PLANTA DE IMPLANTAÇÃO
ESCALA 1/100



PLANTA BAIXA
ESCALA 1/75

Toda estrutura da residência é feita sobre um tipo de fundação rasa (radier). O radier atua como uma laje de concreto armado sobre o solo, distribuindo cargas e servindo de base para a construção das edificações.

O terreno precisa estar bem nivelado para que esta fundação consiga desempenhar com qualidade seu papel. Uma camada de brita de aproximadamente sete centímetros faz o nivelamento fino do terreno e evita o contato da armação com o solo.

Depois de todo o processo de fundação pronto, os blocos estruturais em concreto começam a ser levantados assentados com argamassa.

Todas as paredes recebem armaduras horizontais em aço a uma altura de 2,20m que fazem o papel de verga (FIG. 20), recebem também a uma altura de 1,00m fazendo o papel de contraverga (FIG. 21) e a 2,60m atuando como cintas de amarração. Recebem também armaduras horizontais e verticais no encontro das paredes (FIG. 22) e reforços verticais ao longo de toda estrutura que também fazem o papel de estabilizadores da edificação.

As lajes foram apoiadas sobre as paredes laterais, da fachada frontal e fachada do fundo e nas paredes internas (FIG. 23).

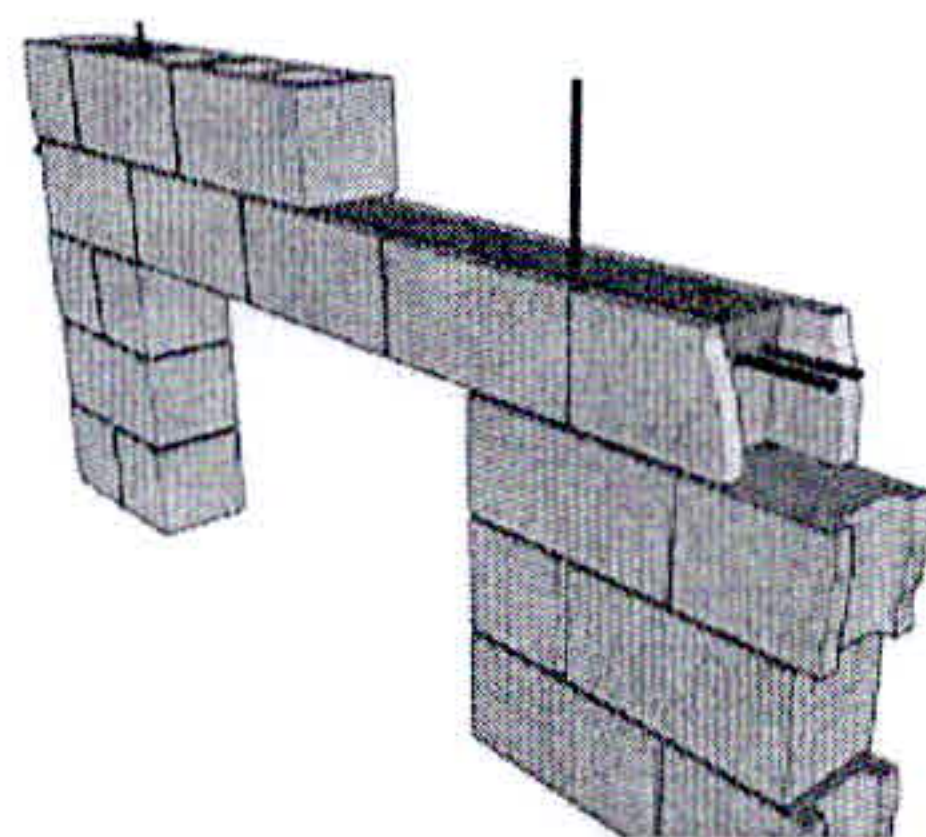


Figura 20 - armadura em aço (verga)
Fonte: <http://www.masonrybc.org/>

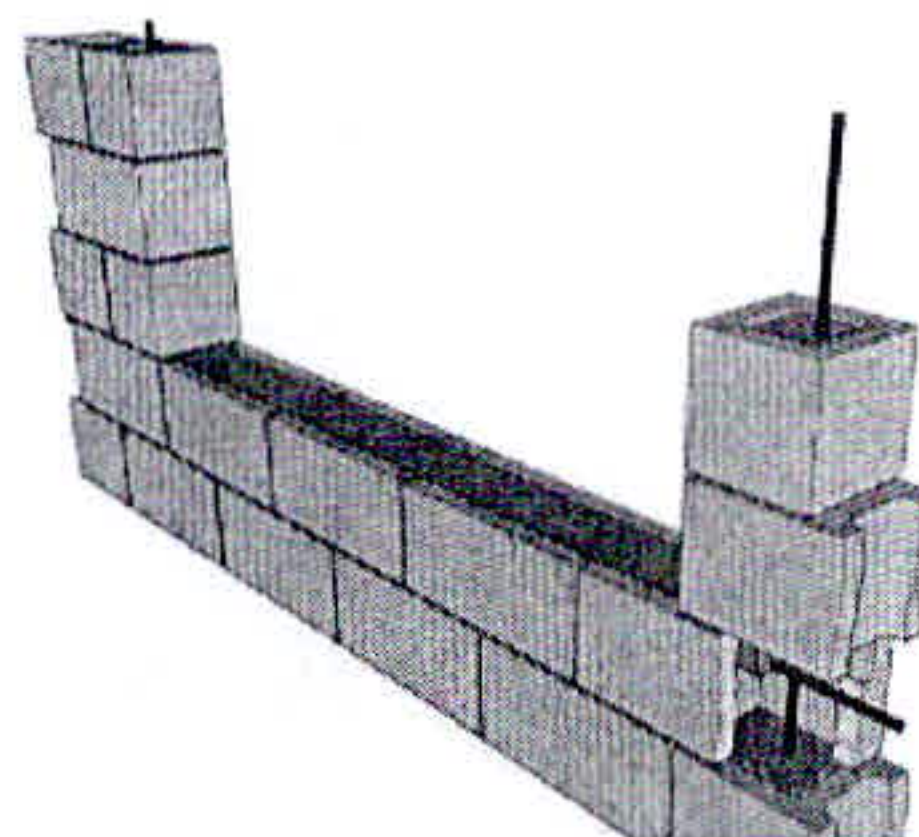


Figura 21 - armadura em aço (contraverga)
Fonte: <http://www.masonrybc.org/>

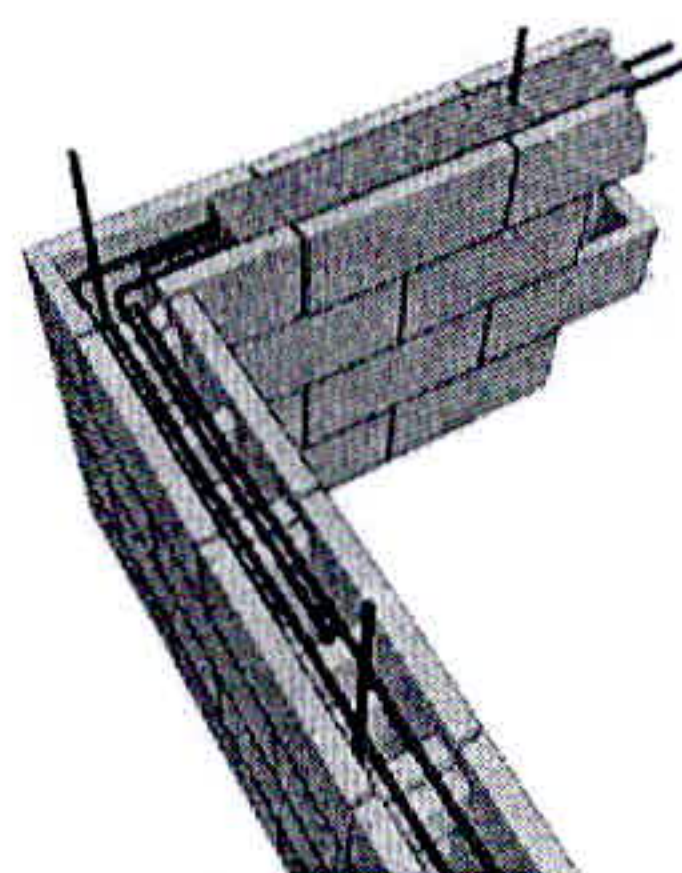


Figura 22 - armadura no encontro das paredes
Fonte: <http://www.masonrybc.org/>

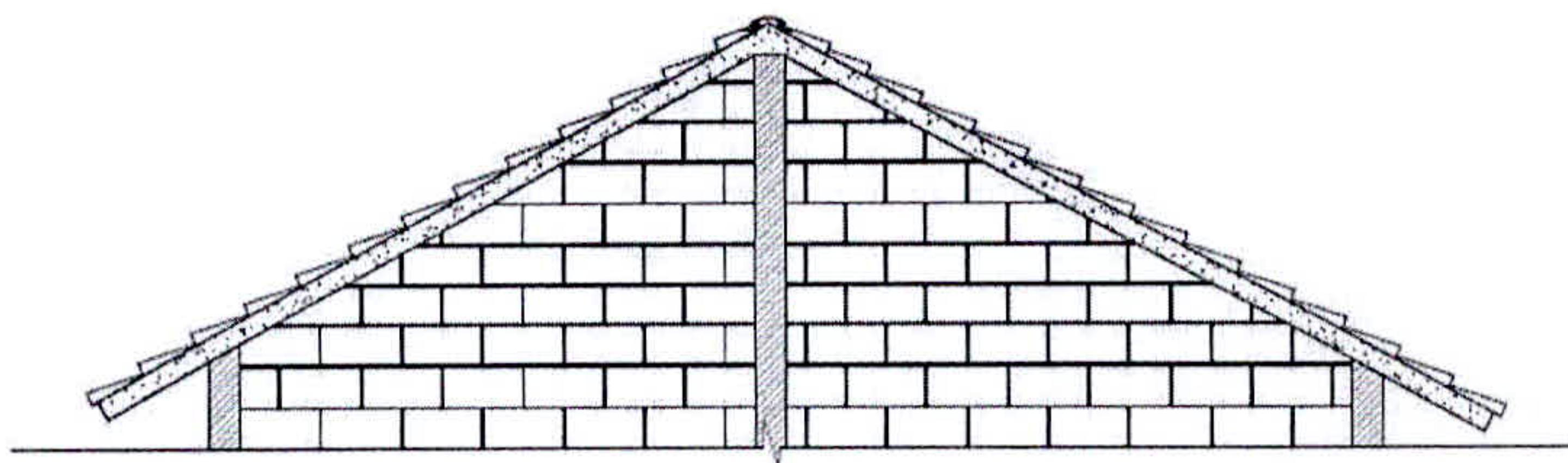


Figura 23 - laje apoiada nas paredes externas e internas
 Fonte: Rodolfo/2015

As casas são dispostas horizontalmente e possuem aberturas laterais e na fachada frontal, sem aberturas na fachada do fundo (FIG. 24, 25, 26 e 27).

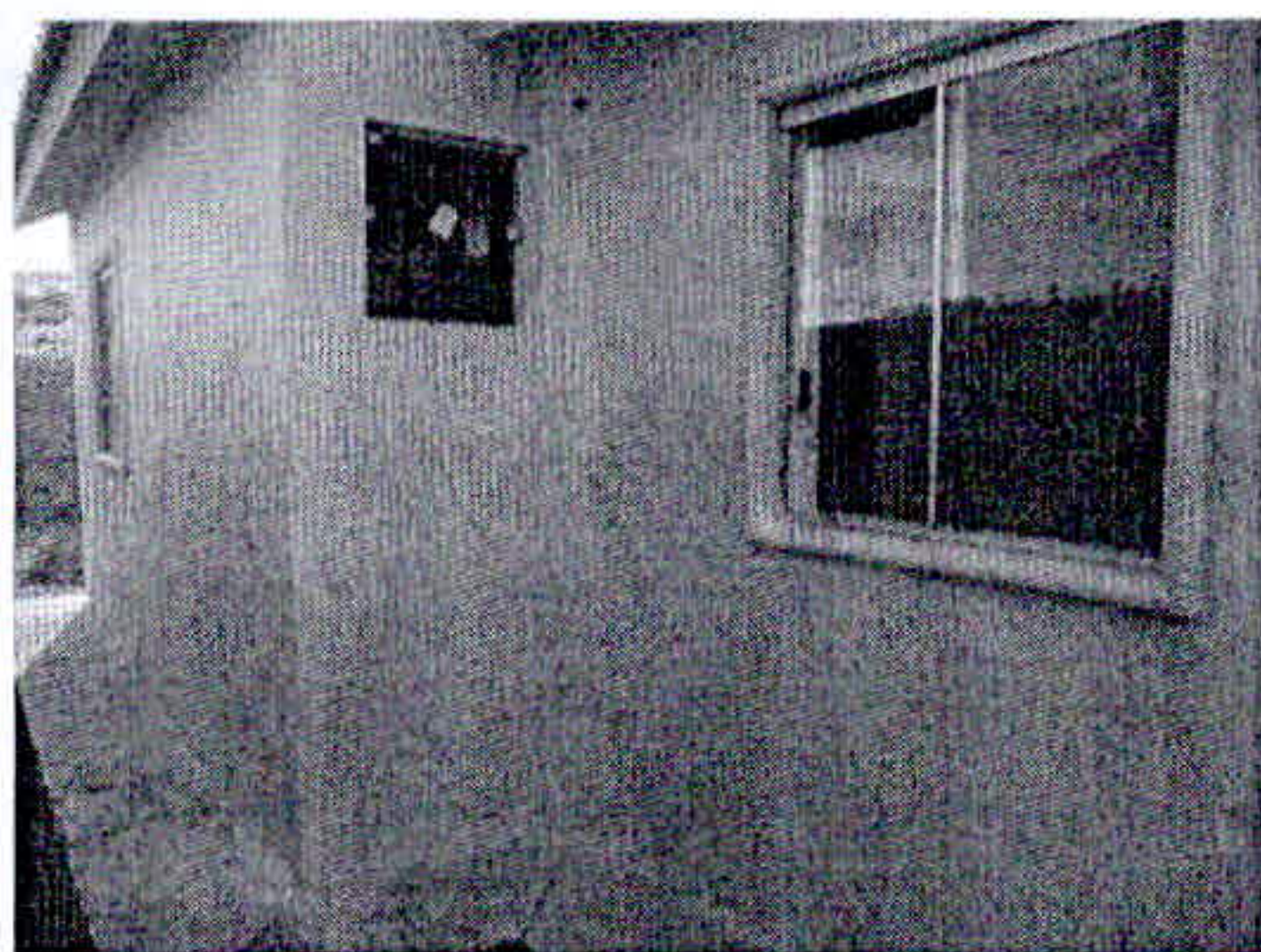


Figura 24 - Fachada lateral esquerda
 Fonte: Rodolfo/2015



Figura 25 - Fachada lateral direita
 Fonte: Rodolfo/2015

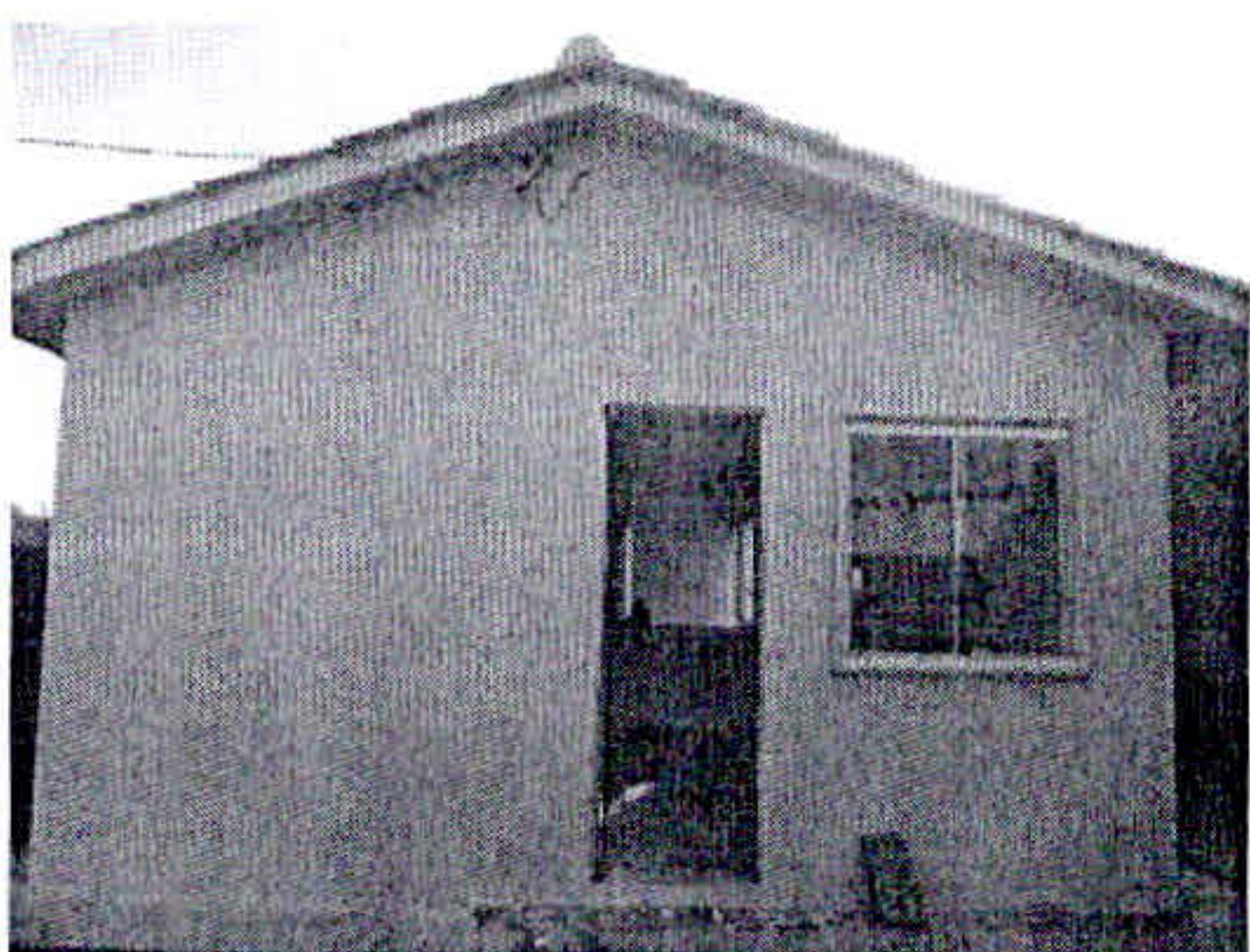


Figura 26 - Fachada frontal
 Fonte: Rodolfo/2015

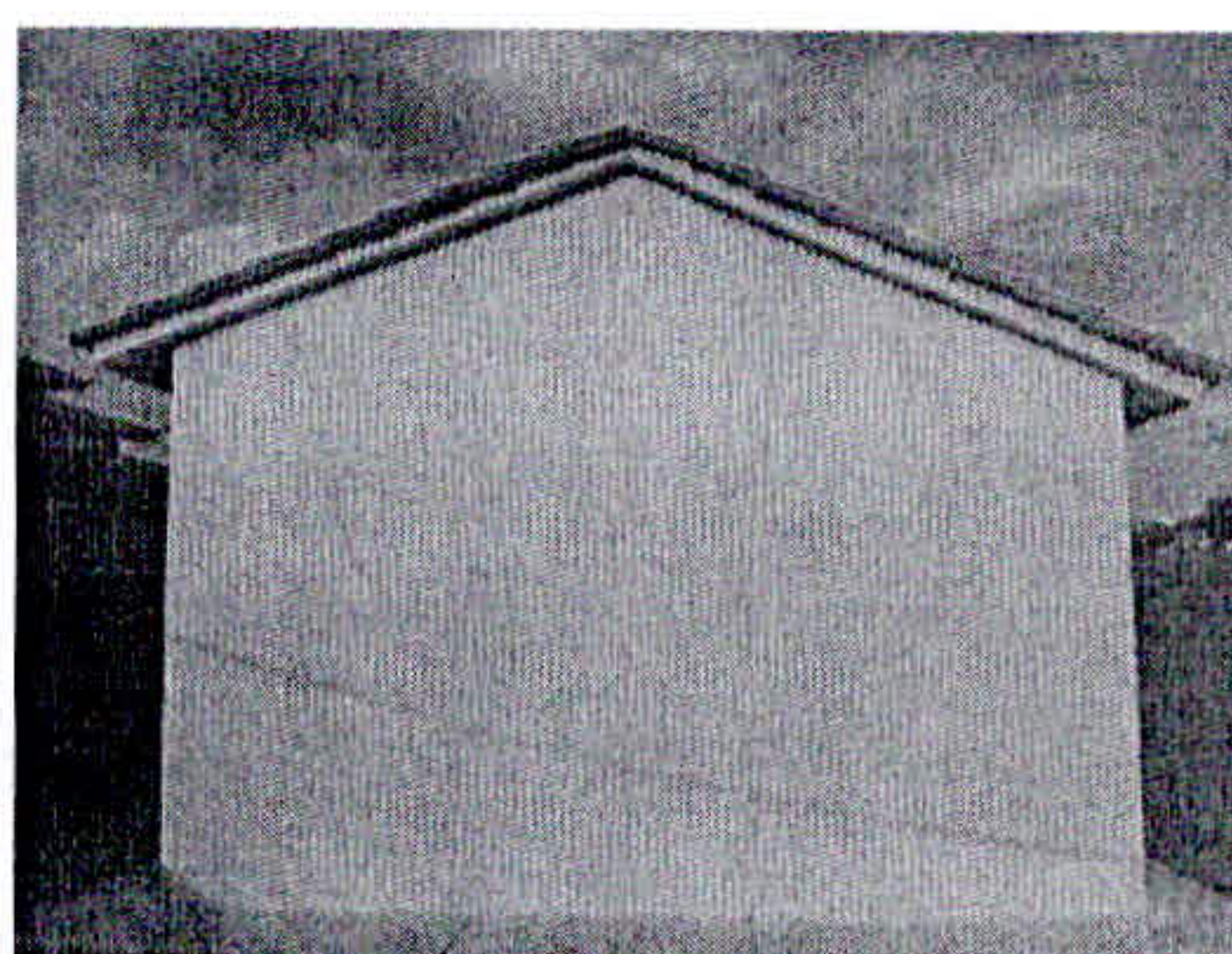


Figura 27 - Fachada posterior
 Fonte: Rodolfo/2015

7.2 Propostas para ampliação

Por se tratar de um empreendimento habitacional popular financiado pelo Programa Habitacional do Governo Federal, “Minha Casa, Minha Vida”, as 137 edificações foram distribuídas com o mesmo layout e as mesmas dimensões.

Todas as edificações foram projetadas levando em consideração futuras mudanças e alterações que, conseqüentemente, podem ou não afetar seu projeto estrutural. Na edificação construída em alvenaria estrutural isso se torna um pouco mais complexo, tendo em vista que neste sistema construtivo as paredes são responsáveis por suportar e transmitir todos os esforços e cargas.

Ainda que seja possível, qualquer alteração na alvenaria estrutural deve respeitar algumas limitações e levar em conta alguns aspectos para ser bem sucedida. Em alvenaria estrutural não podemos simplesmente abrir um vão, seja ele porta ou janela, em qualquer parede.

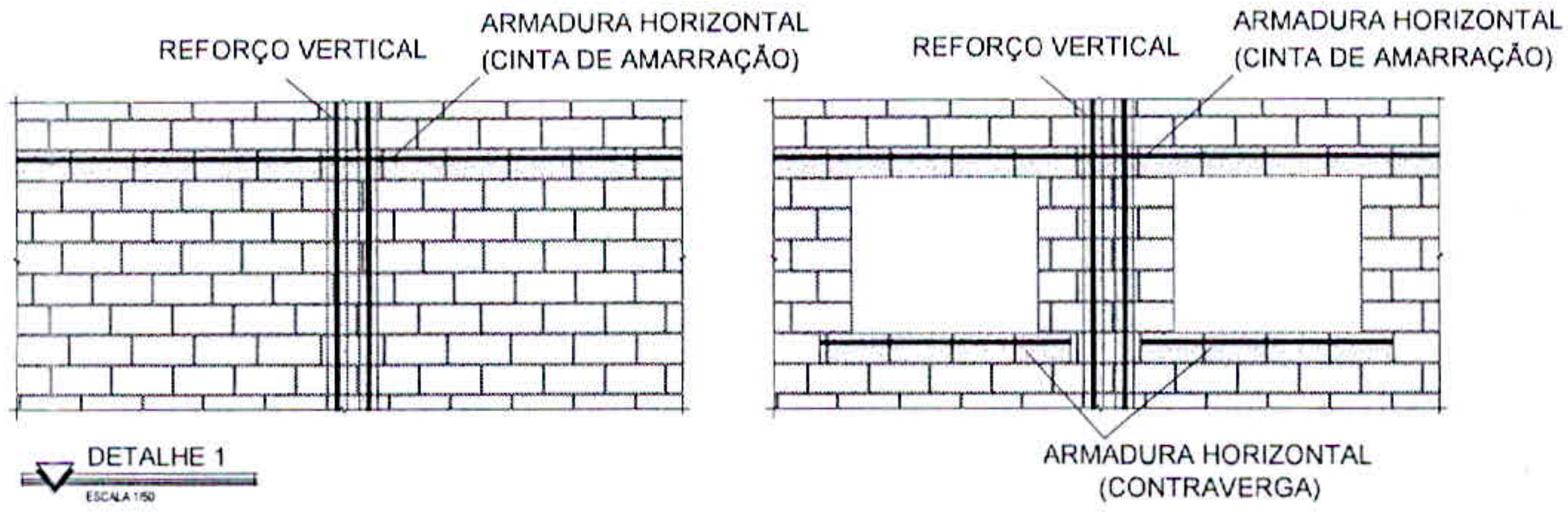
Como a alvenaria estrutural é mais restrita a mudanças estruturais toda e qualquer reforma precisa de uma análise técnica de profissionais experientes neste tipo de estrutura. A não ser que a reforma já tenha sido prevista na concepção do projeto, até a abertura de uma simples janela exige a interferência de profissionais que calculem a viabilidade desta reforma. Para que essas reformas sejam feitas alguns reforços como vigas e pilares poderão ser necessários.

Em conversa com a moradora Vera Lucia de Carvalho, que reside em uma dessas residências a pouco mais de dois anos, a mesma disse sentir vontade de fazer algumas mudanças em sua casa para ampliar e construir alguns cômodos. Além de mudar também a fachada da casa.

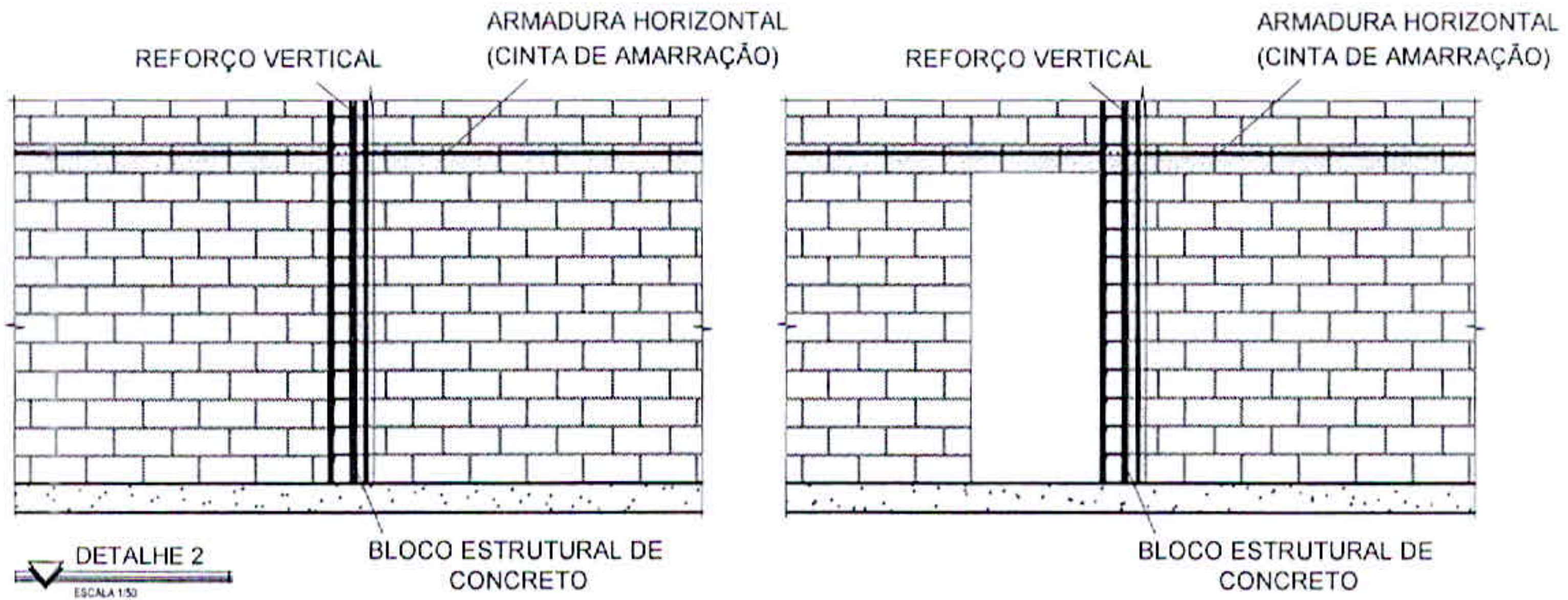
Analisando as mudanças que a moradora da residência pretende fazer, foram propostas três tipologias diferentes de reforma para que se possa atender não somente as suas necessidades atuais, mas como também necessidades e planos futuros.

Nas propostas 1 e 2 as principais alterações na estrutura existente foram às aberturas de vãos como janela, medindo 1,20m x 1,10m (ver detalhamento 1) e portas medindo 0,80m x 2,10m e 1,50m x 2,10m (ver detalhamento 2 e 3).

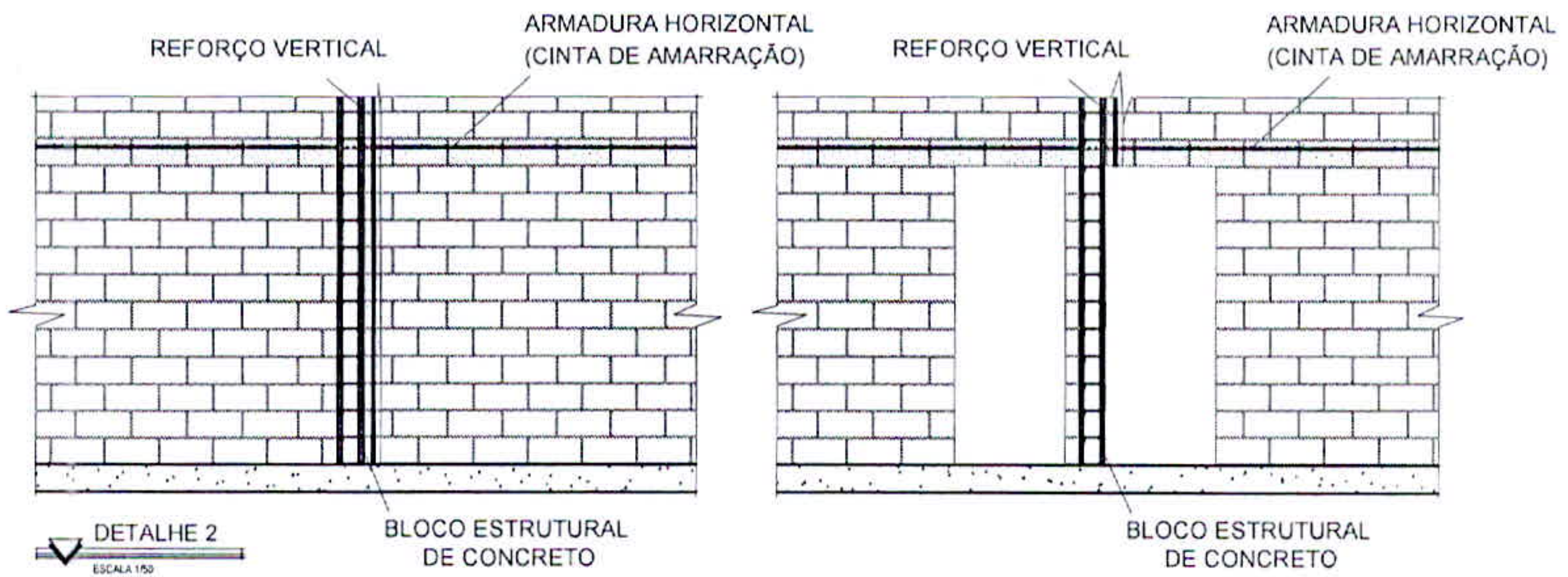
PAREDE ANTES E DEPOIS DA ABERTURA DOS VÃOS



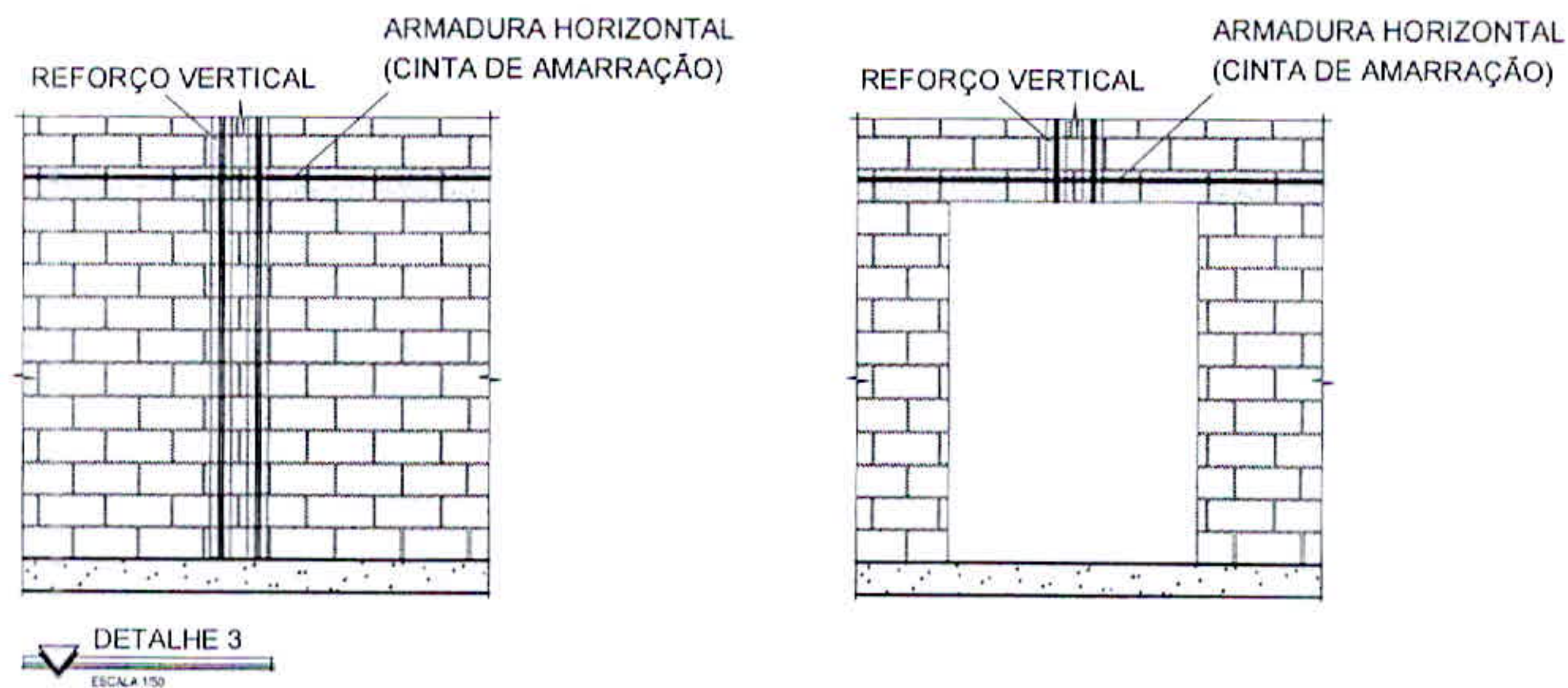
PAREDE ANTES E DEPOIS DA ABERTURA DOS VÃOS



PAREDE ANTES E DEPOIS DA ABERTURA DOS VÃOS



PAREDE ANTES E DEPOIS DA ABERTURA DOS VÃOS

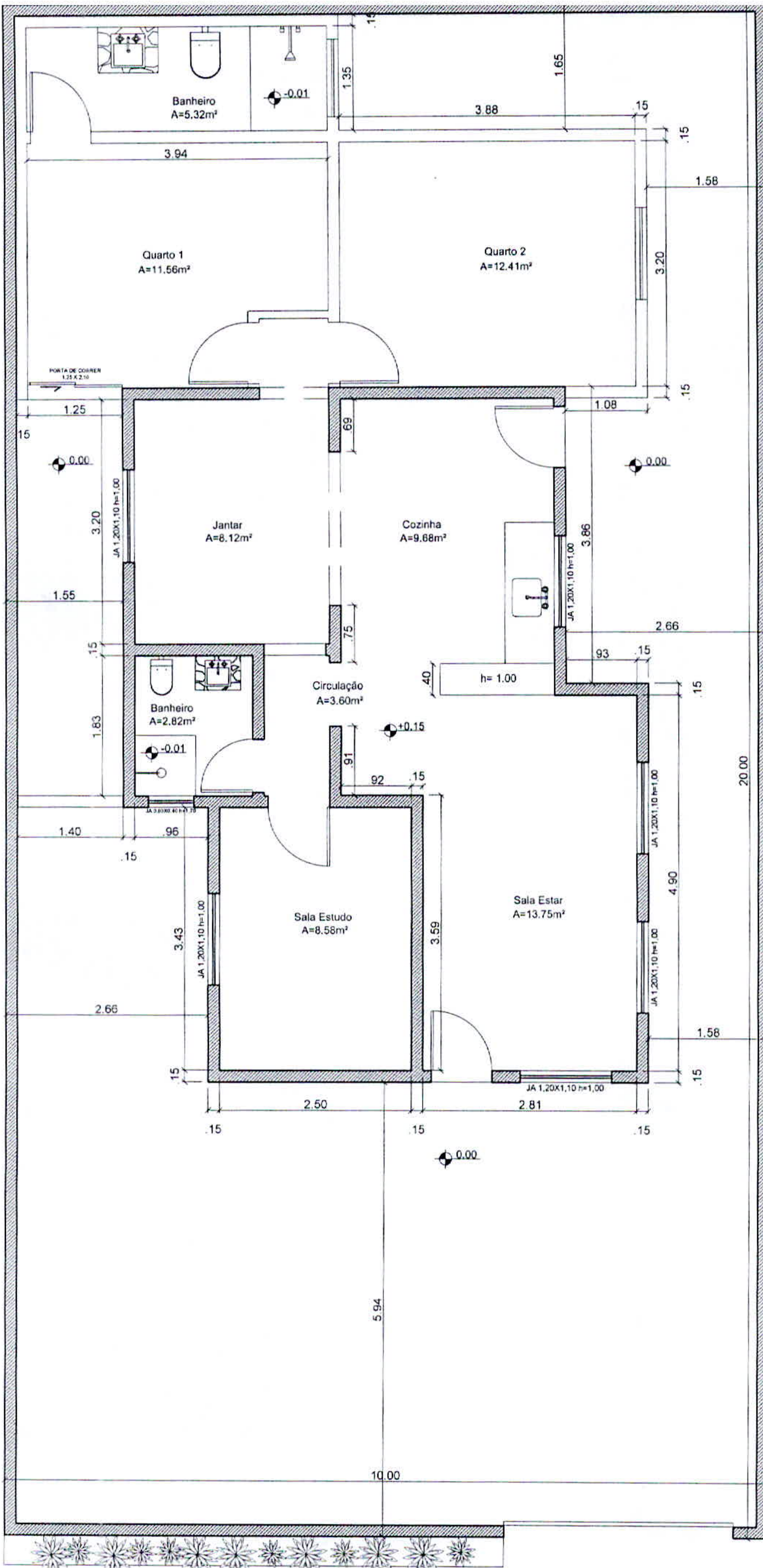


Tais aberturas foram possíveis, pois a estrutura existente possui armações em aço localizadas a uma altura de 2,20m que já atuam como verga e cinta de amarração, possui também uma cinta de amarração localizada a 2,60m que serve de apoio a laje e estabilizadora da alvenaria, então sendo necessários novos reforços horizontais em aço a uma altura de 1,00m na abertura das janelas que atuarão como contraverga (ver detalhamento 1). Além da abertura dos vãos foram construídos alguns cômodos (conforme planta baixa proposta 1 e 2). Esta nova estrutura também será feita em alvenaria estrutural com blocos de concreto e não será “amarrada” na estrutura existente para que não aja nenhuma interferência na mesma.

As patologias que mais afetam a alvenaria estrutural são as fissuras, decorrentes dos seguintes problemas: variação de temperatura, principalmente nos pavimentos mais altos; cargas atuantes que excedam a capacidade resistente da estrutura solicitada; recalques nas fundações e o assentamento inadequado das aberturas, como portas e janelas. Para que uma obra não venha a sofrer com patologias é sempre importante respeitar o sistema construtivo, ou seja, cada etapa deve ser realizada atendendo as particularidades de cada item.

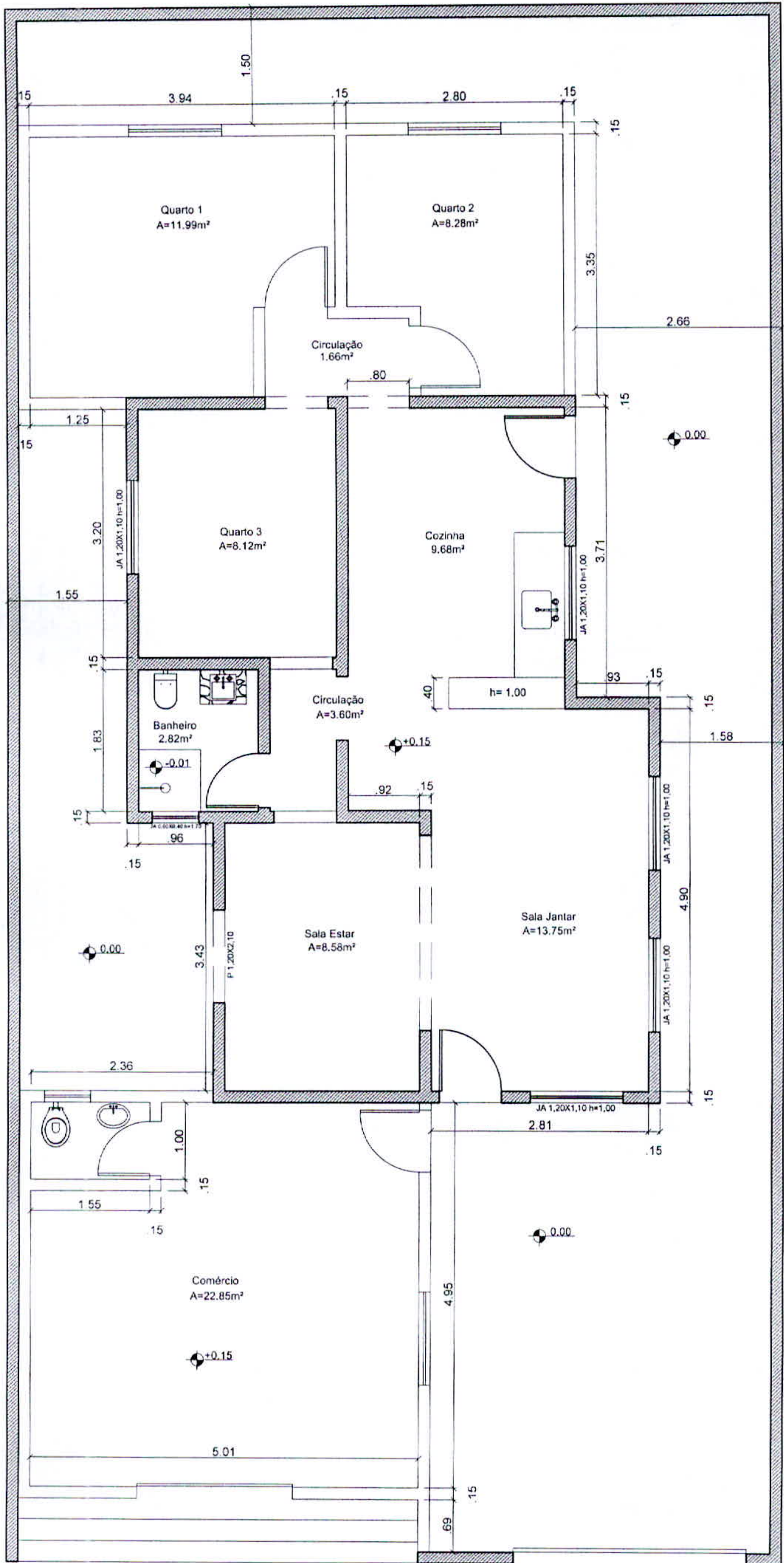
Por isso os reforços horizontais em aço devidamente grauteados que atuarão como contraverga ficarão posicionados a uma altura de 1,00m e com largura 40% maior que o comprimento do vão, sendo 20% de cada lado, que atenderá com qualidade a reforma desejada.

Para fazer os recortes necessários na alvenaria existente será usada lâmina de serra de alvenaria para cortar superfícies "duras como pedra". Estas lâminas, também conhecidas como discos abrasivos, se anexam a uma variedade de serras, incluindo as esmerilhadeiras, as serras circulares verticais e as de concreto, evitando o uso de marretas para não comprometer a estrutura como um todo.



LEGENDA	
	A CONSTRUIR
	A DEMOLIR
	A CONSERVAR

PLANTA BAIXA PROPOSTA 1



LEGENDA

	A CONSTRUIR
	A DEMOLIR
	A CONSERVAR

PLANTA BAIXA PROPOSTA 2

Para a proposta 3 foi pensado algo um pouco mais complexo. Além da abertura de vãos de portas medindo 1,00m x 2,10m e 1,50m x 2,10m e janelas medindo 1,20 x 1,10m foi criado também um segundo pavimento que resultará em um esforço maior na estrutura existente (conforme planta baixa proposta 3).

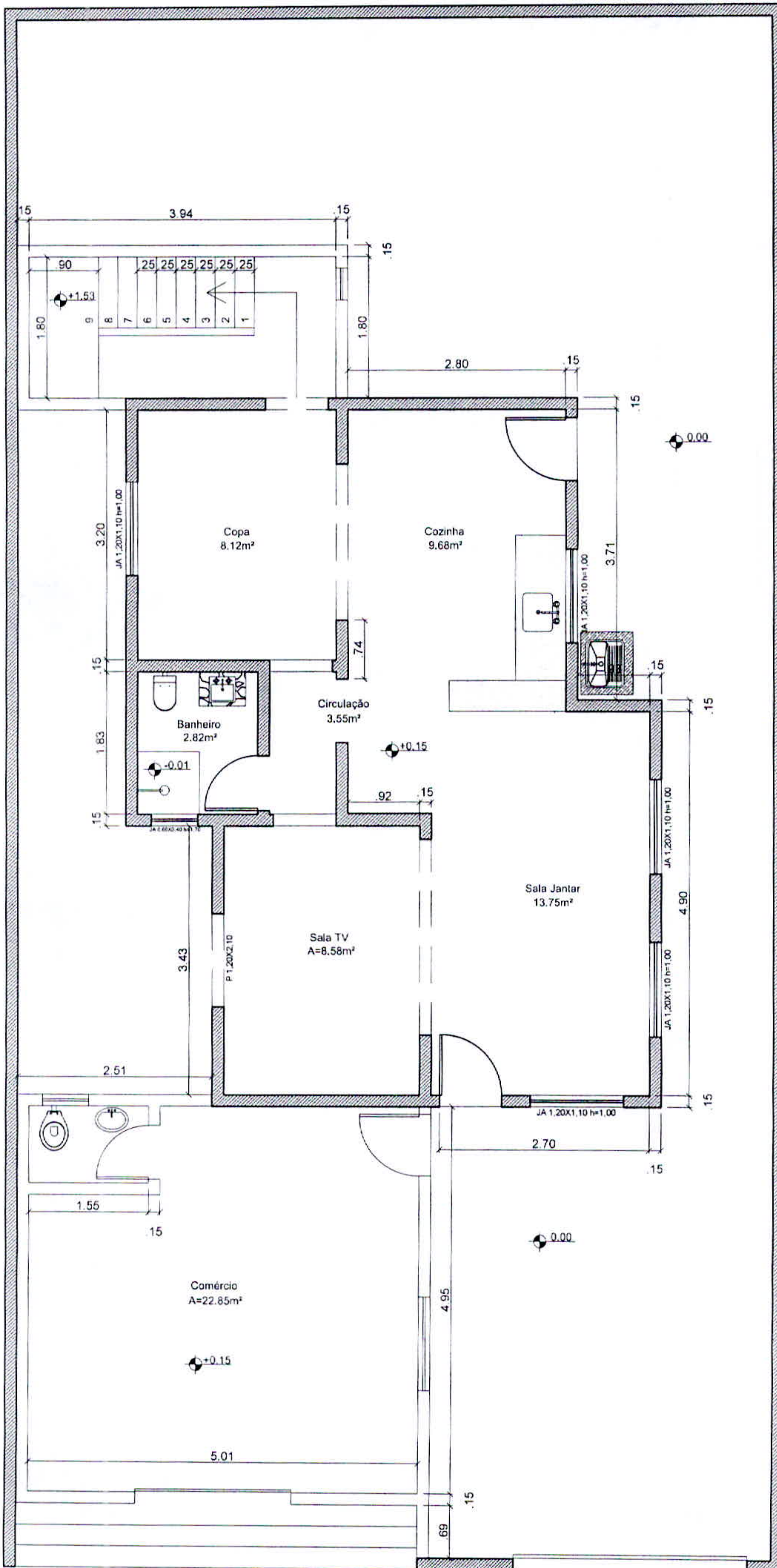
Este novo pavimento também será em alvenaria estrutural e receberá os mesmos reforços em aço que a alvenaria existente possui (conforme FIG. 20, 21 e 22).

A alvenaria estrutural possui resistência elevada e é capaz de suportar além do seu peso próprio. Os blocos devem atender à resistência necessária para suportar o peso da obra, já que possuem a função de estrutura. A resistência da argamassa também deve ser avaliada.

Os blocos de concreto normalizados possuem formato e dimensões padronizadas, que proporcionam um sistema construtivo limpo, prático, rápido, econômico e eficiente. Além disso, o material concreto possui um módulo de elasticidade similar ao da junta de argamassa, aproximando a resistência da alvenaria à do bloco.

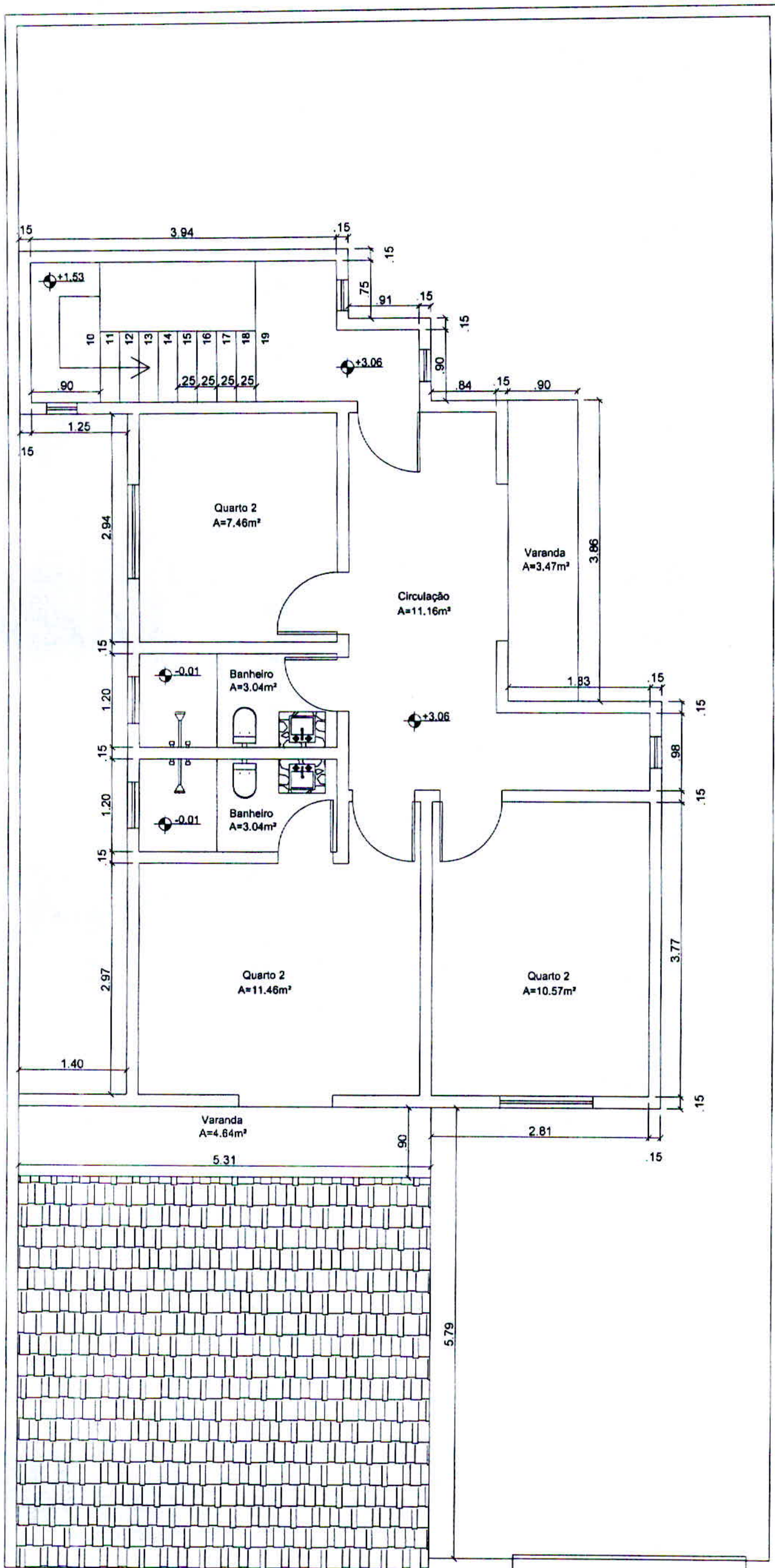
Os blocos podem ser produzidos em resistências características variadas, em função da necessidade estrutural da edificação. A geometria dos blocos de concreto (formato, conicidade dos furos, espessura das paredes) melhora o desempenho das alvenarias à compressão.

De acordo com a NBR 6136/2007, os blocos da Classe C (com função estrutural, para uso em elementos acima do nível do solo) com modulação 15 (M15 – utilizado na alvenaria existente) são recomendados para alvenarias superiores a 2 pavimentos, possuindo em sua fabricação e assentamento condições claras de suportar o peso deste novo pavimento proposto.

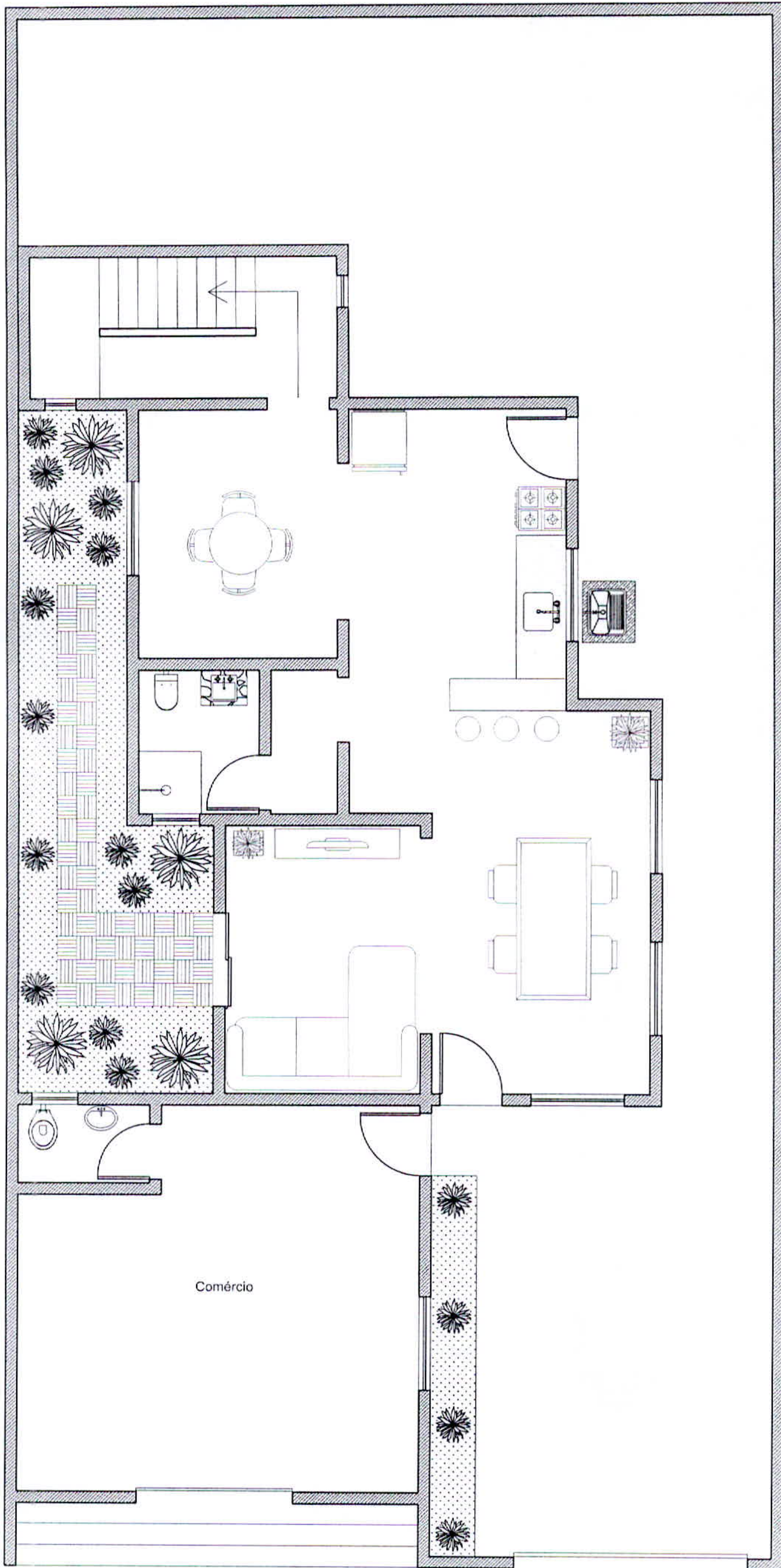


LEGENDA	
	A CONSTRUIR
	A DEMOLIR
	A CONSERVAR

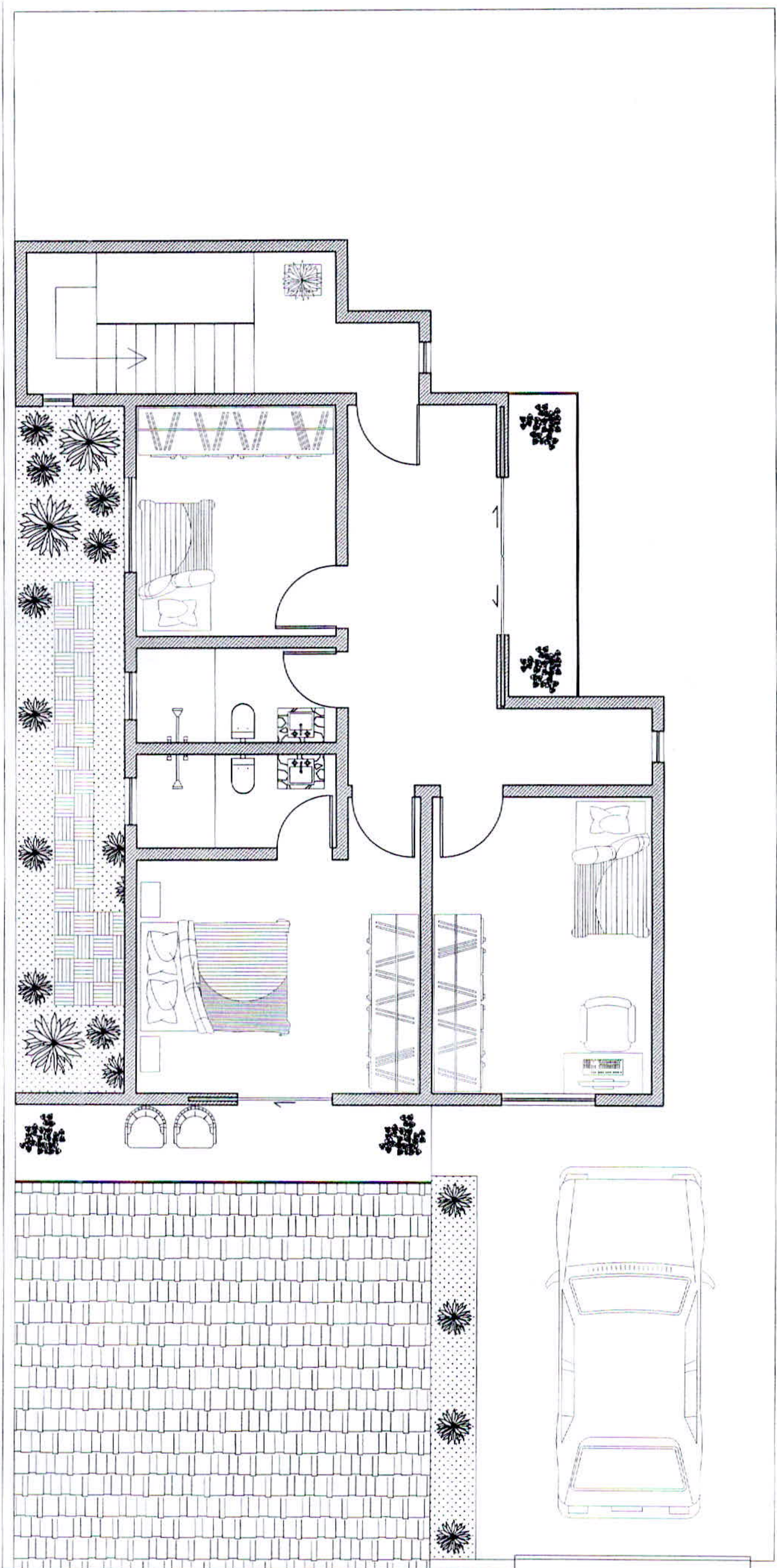
PLANTA BAIXA TÉRREO PROPOSTA 3
 ESCALA 1/75



PLANTA BAIXA PRIMEIRO PAVIMENTO PROPOSTA 3
 ESCALA 1/75



PLANTA BAIXA TÉRREO HUMANIZADA PROPOSTA 3
ESCALA 1/75



PLANTA BAIXA PRIMEIRO PAVIMENTO
HUMANIZADA PROPOSTA 3



A alvenaria estrutural é o sistema construtivo que mais requer cumprimento das normas. Os projetistas têm um guia normativo para ser cumprido. A partir do momento que o projeto segue as normas em sua construção as reformas que possam ser necessárias se tornam mais “simples” e o risco de patologias é muito pequeno.

Quando for necessário fazer uma reforma em alvenaria estrutural, se possível, faça um estudo do projeto arquitetônico e fique atento a critérios como modulações, tipos de blocos, argamassa e graute.

A argamassa de assentamento possui as funções básicas de solidarizar os blocos de concreto, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver as deformações naturais a que a alvenaria estiver sujeita e selar as juntas contra a penetração da água da chuva. Por isso, devem ser aplicadas as espessuras de juntas horizontais e verticais dentro dos limites das superfícies estabelecidas e tolerâncias de norma, pois é através deste material que podem ser detectados os primeiros sinais de falhas de todo o conjunto da estrutura.

É preciso observar ainda a conformidade dos blocos de concreto. A não obediência das características físicas em relação à análise dimensional, como largura, altura e comprimento, pode acarretar falhas na modulação, tanto horizontal quanto vertical, assim como na precisão geométrica do conjunto, fundamental para a segurança das paredes que serão elevadas.

Já quanto à absorção dos blocos, se a porcentagem recomendada for superior ao especificado as paredes ficam porosas e podem rapidamente absorver umidade e causar infiltrações, manchas e bolor no revestimento interno. Se essas especificações forem insatisfatórias, tendem a prejudicar a integridade e a segurança de toda a estrutura.

Como estamos falando de um sistema que vai receber o carregamento da estrutura, construir com um bloco que não atenda a resistência mecânica especificada no projeto traz um risco muito grande para essa estrutura. Blocos em conformidade, aliada a uma mão de obra bem treinada, assim como o cumprimento das normas, permite que uma edificação em alvenaria estrutural gere uma economia de até 30% em relação à alvenaria convencional, em se tratando de um edifício de até quatro pavimentos.

A fiscalização eficiente das etapas executadas tanto na construção como em um projeto de reforma é outro fator decisivo no sucesso desta tecnologia, sem esquecer que a manutenção também é componente relevante para a alvenaria estrutural. A conservação preventiva está prevista em norma, assim como são vetadas alterações arquitetônicas sem autorização do projetista da obra.

8 MANUAL DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURA

A alvenaria estrutural é o sistema construtivo em que a estrutura da edificação é formada pelas próprias paredes. A execução é planejada e mais rápida. Blocos de concreto melhoram padrões construtivos, permitem detalhamentos estéticos, além de maior isolamento térmico, acústico e resistência ao fogo.

Para que se tenha um projeto em alvenaria estrutural bem executado é necessário que siga passo a passo todas as determinações impostas para que se tenha uma obra planejada, segura e que atenda todas as normas e padrões técnicos.

O processo de construção em alvenaria estrutural começa desde a escolha das ferramentas a serem utilizadas na elevação e marcação e vai até o acabamento a ser utilizado.

Essas ferramentas são necessárias para todo o desenvolvimento da obra (FIG. 28).

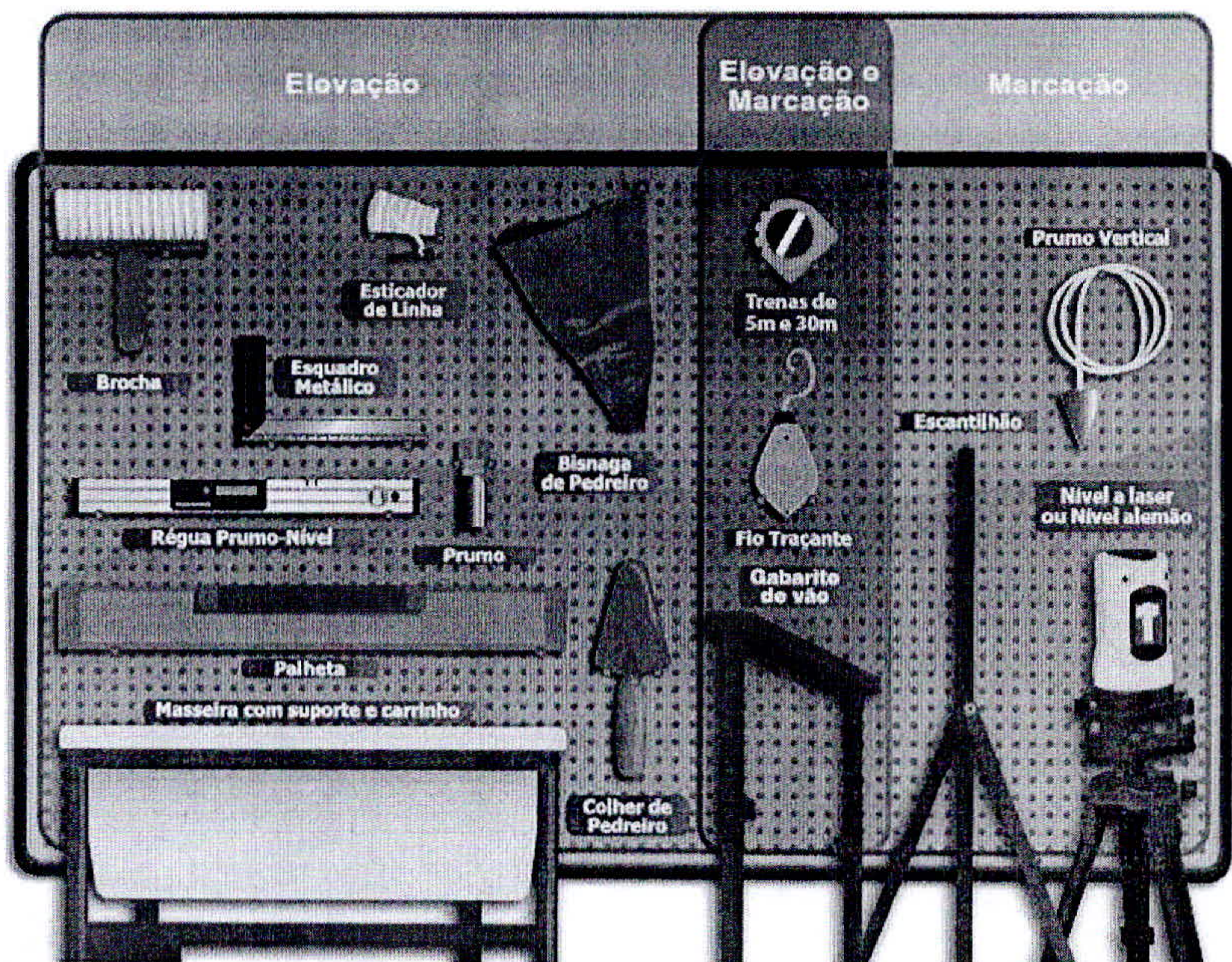


Figura 28 - Ferramentas de elevação e marcação

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

Outro ponto fundamental a ser analisado em qualquer construção são os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) (FIG. 29), como por exemplo, capacete, óculos, máscara entre outros. Eles garantem a integridade física de todos os envolvidos na obra.



Figura 29 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI's)

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

Depois de conferir as ferramentas e todos os EPI's necessários, a leitura do projeto se torna fundamental. Deixar o pavimento ou fundação adequados para o desenvolvimento da obra, verificar a posição das instalações, estudar o projeto e verificar o esquadro da obra (FIG. 30) são pontos essenciais para que possa ter condições de se iniciar o serviço.



Figura 30 - Verificar instalações, estudar o projeto e verificar o esquadro

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

Logo após esse processo de verificação e leitura do projeto começa então a marcação da alvenaria, onde se marca a direção das paredes da 1ª fiada, é feita a indicação do lado de assentamento do bloco e se confere as referências com o gabarito de marcação ou locação da obra (FIG. 31).

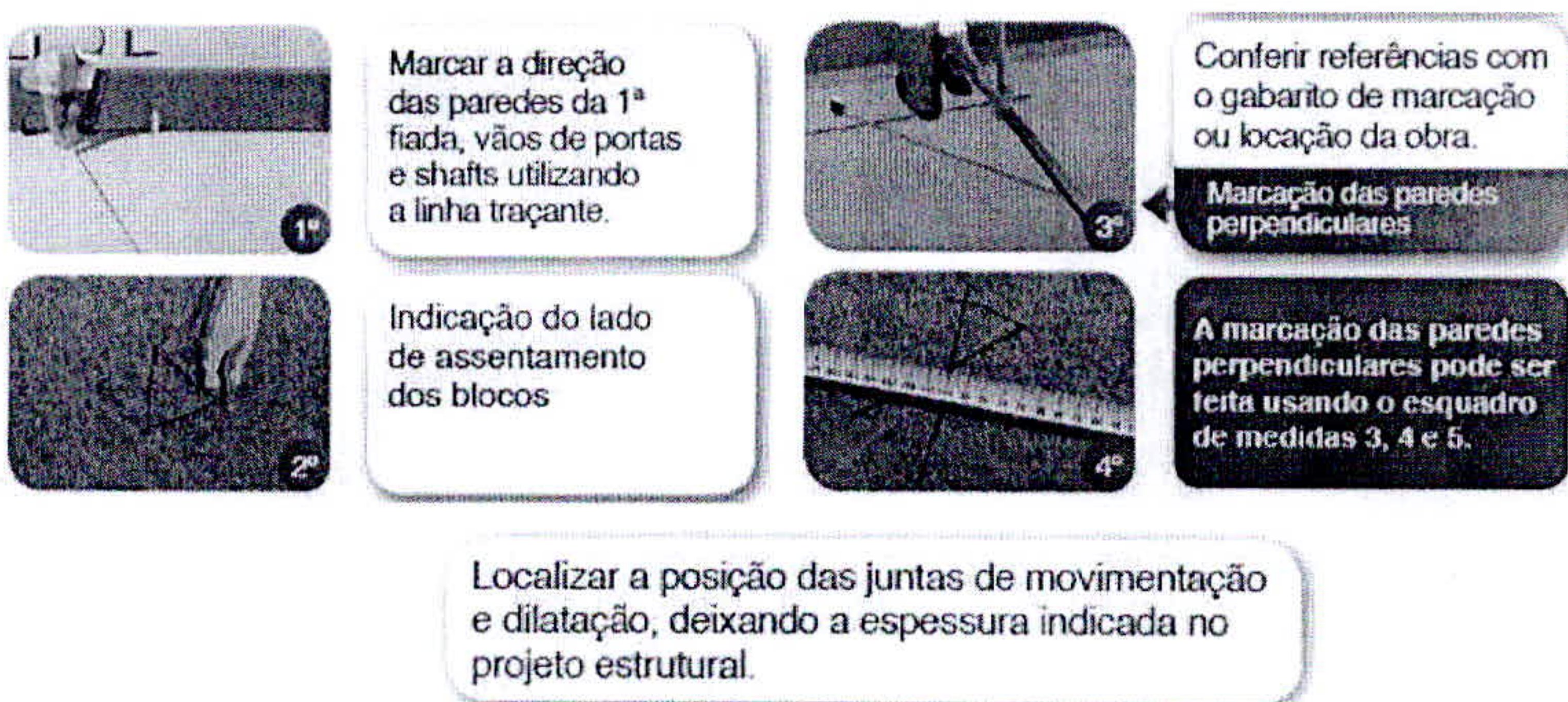


Figura 31- Marcação da alvenaria

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

Depois da marcação da alvenaria concluída é feita a instalação dos escantilhões, que são réguas metálicas reguláveis para referência de prumo e alinhamento de parede. Os

escantilhões se diferenciam pela facilidade na fixação e pela maneira de ajuste das referências das fiadas (FIG. 32).



Figura 32- Instalação dos escantilhões

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

Logo após a instalação dos escantilhões é feito o nivelamento das fiadas (FIG. 33) e a instalação dos gabaritos de portas (FIG. 34).



Figura 33- Nivelamento das fiadas

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

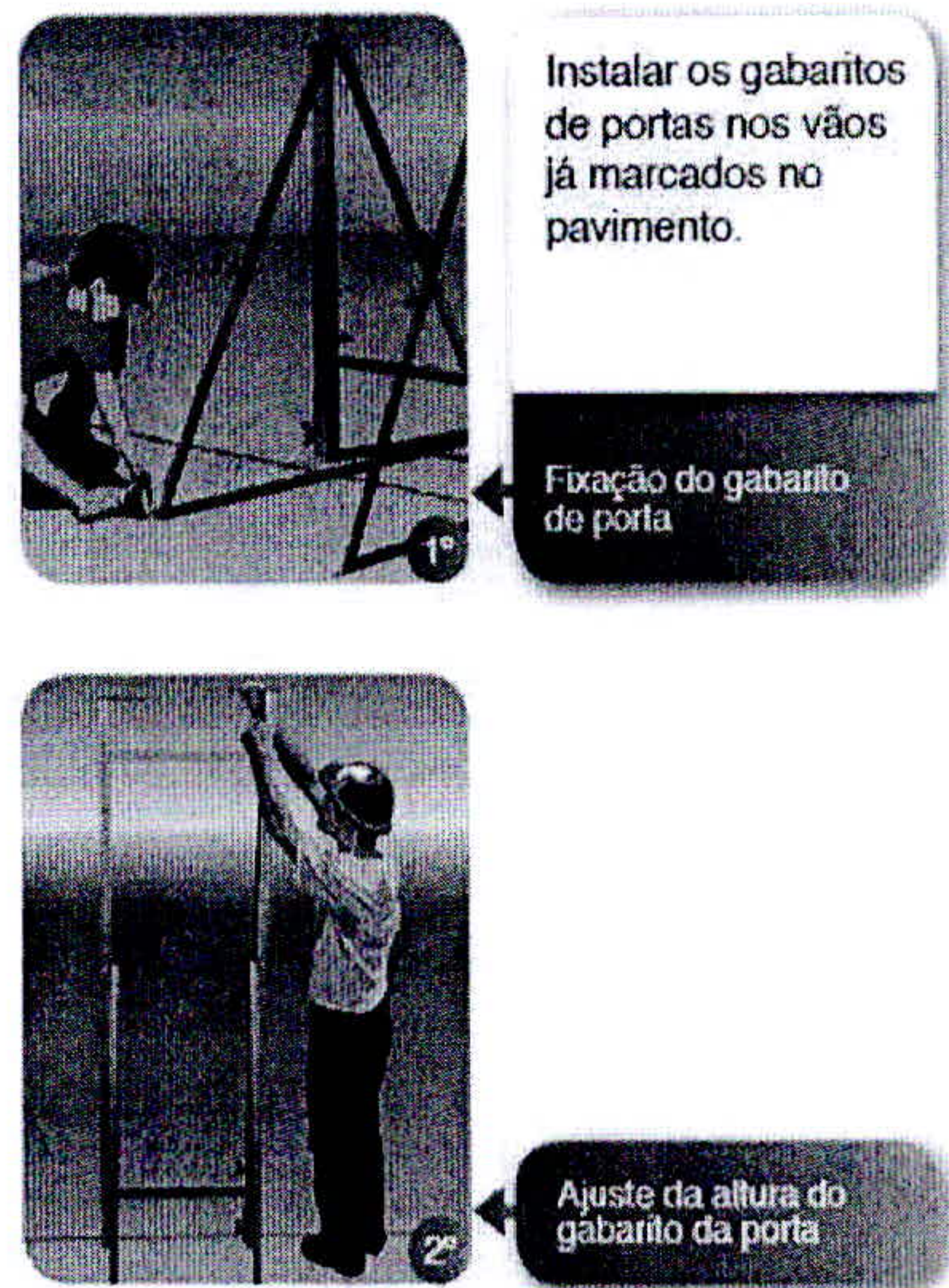


Figura 34 - Instalação gabarito de portas

Depois de todo o processo de marcação e nivelamento da fundação começa então a preparação dos blocos (FIG. 35) e elevação da alvenaria.

O assentamento da primeira fiada é muito importante para o desenvolvimento da obra. As linhas são posicionadas nos escantilhões para que se possa garantir o alinhamento e nivelamento (FIG. 36). Os blocos começam a ser assentados pelos cantos de forma que eles sirvam de referência para o alinhamento das fiadas.

A amarração nas paredes já vem determinada no projeto. Os blocos são posicionados de acordo com essas amarrações, que poderão ser "tipo T", "tipo L" e tipo cruz (FIG. 37). A modulação dos blocos se dá de acordo com suas especificações de medidas como, altura, largura e comprimento.

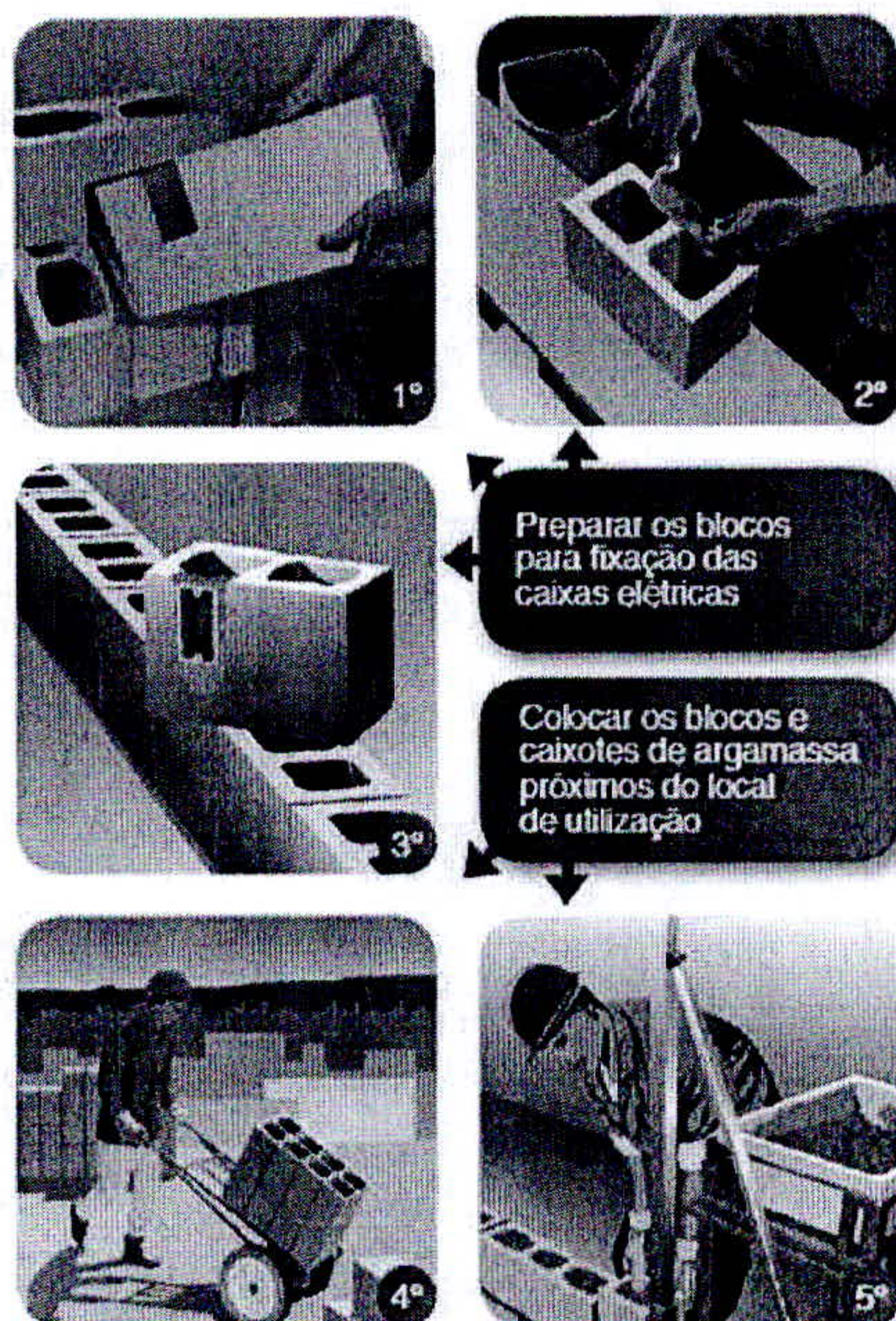


Figura 35- Preparação dos blocos

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)



Figura 36 - Posicionar linhas

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

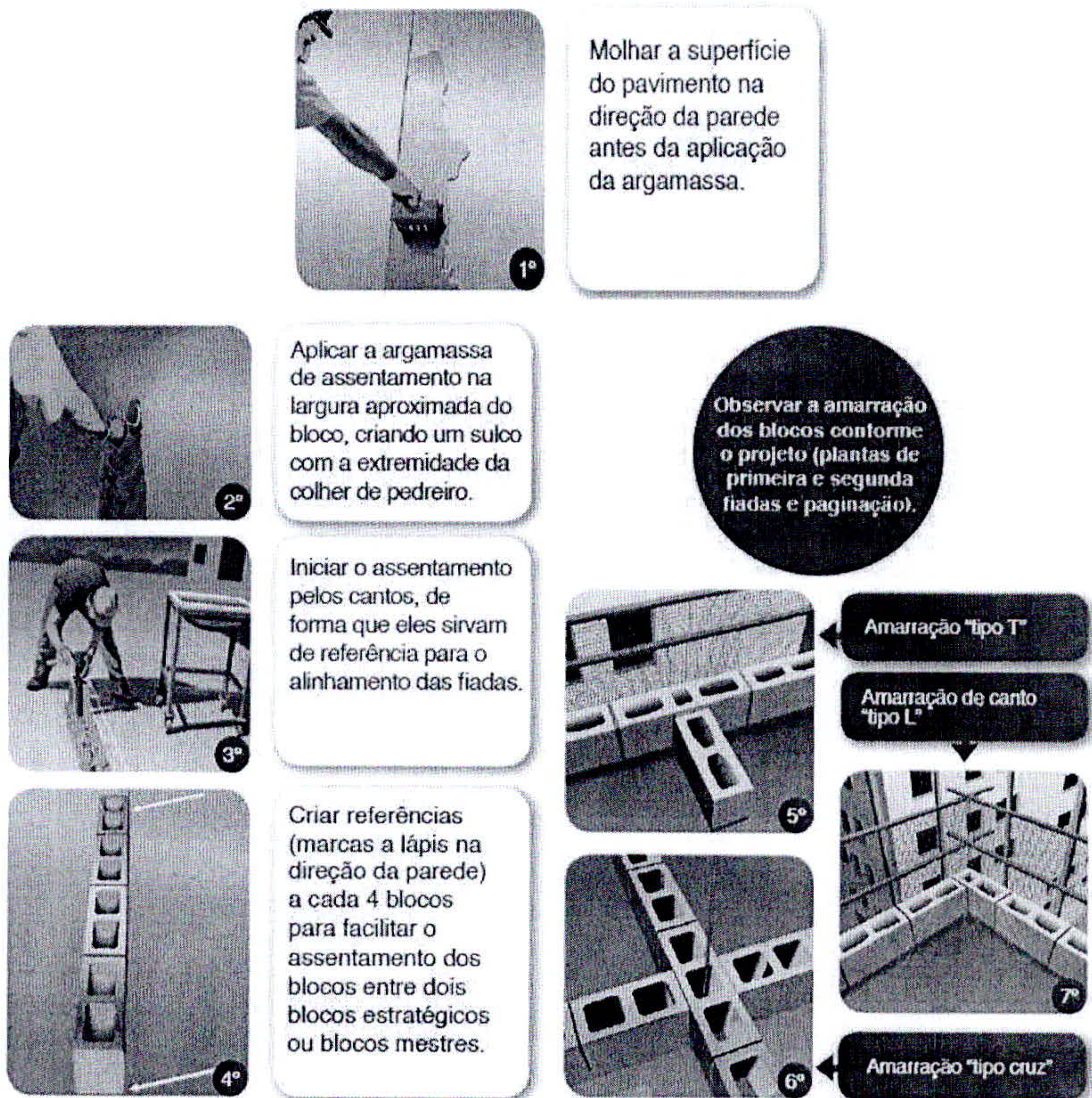
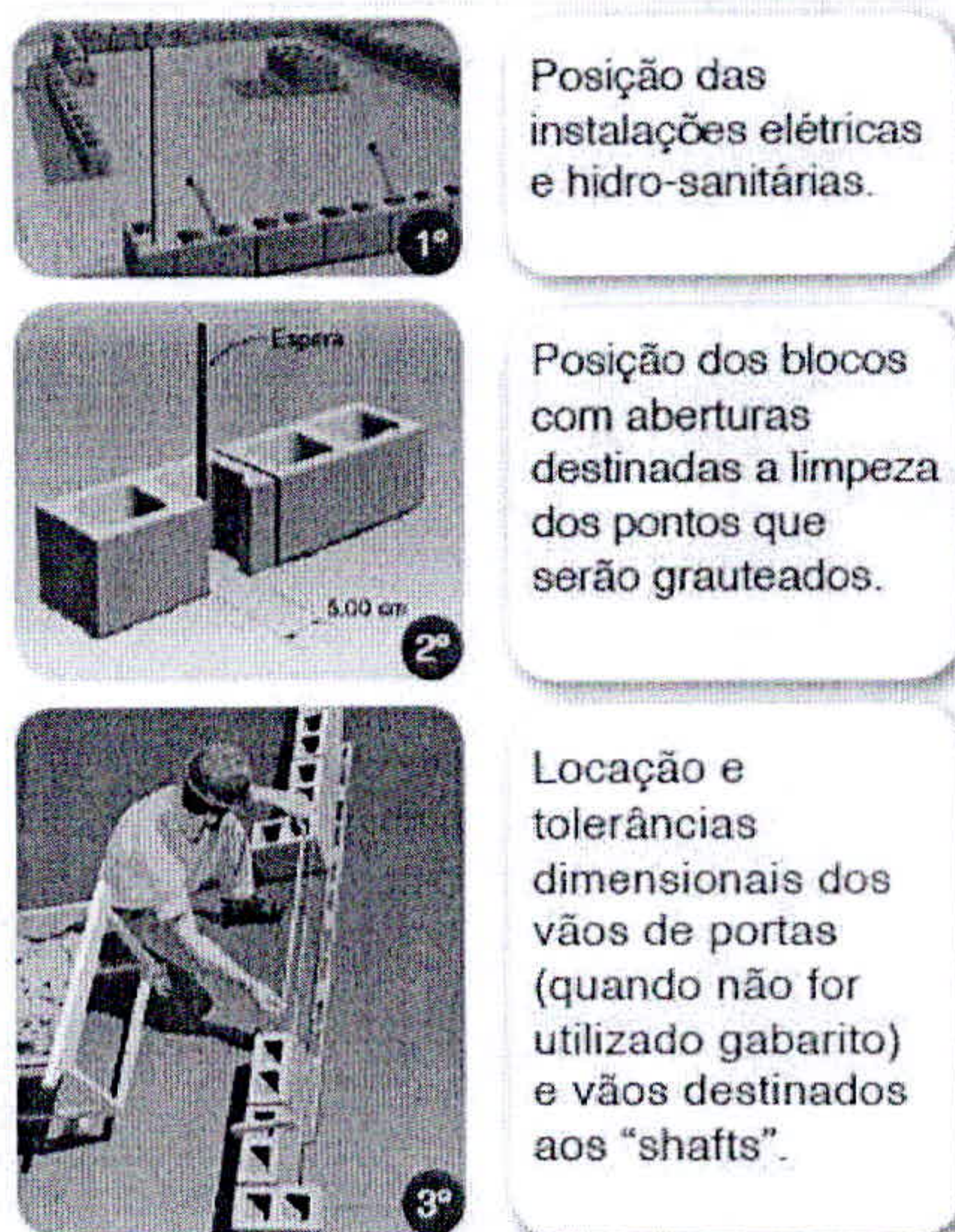


Figura 37 - Assentamento da alvenaria

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

Outras verificações importantes na execução da primeira fiada são as posições das instalações elétricas e hidro-sanitárias (FIG. 38). Na alvenaria estrutural as tubulações sempre deverão passar verticalmente pelo vazado dos blocos e horizontalmente pela laje, evitando assim cortes horizontais nos blocos estruturais. Torna-se indispensável uma interação estreita entre o arquiteto e o engenheiro estrutural, para verificar a existência de possíveis implicações desfavoráveis ao bom desempenho estrutural.



Posição das instalações elétricas e hidro-sanitárias.

Posição dos blocos com aberturas destinadas a limpeza dos pontos que serão grauteados.

Locação e tolerâncias dimensionais dos vãos de portas (quando não for utilizado gabarito) e vãos destinados aos "shafts".

Figura 38 - Assentamento da primeira fiada

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

As demais fiadas precisam seguir rigorosamente a modulação dos blocos estabelecida pelo projeto estrutural. A aplicação da argamassa deve ser feita nas paredes longitudinais e transversais utilizando bisnaga, palheta, meia-cana e colher.

As juntas verticais deveram ser preenchidas com argamassa durante o assentamento dos blocos nas paredes laterais, utilizando uma colher para retirar o excesso de argamassa. Se for utilizar alvenaria aparente o cuidado para não sujar o bloco é essencial, usando ferramentas apropriadas para fazer as juntas.

Os blocos tipo "U" (canaleta), tipo "J" e tipo compensador são utilizados na execução de cintas de amarração, vergas, contravergas e pontos de grauteamento conforme projeto estrutural. Os blocos não poderão se deslocar da posição depois de assentados (FIG. 39).

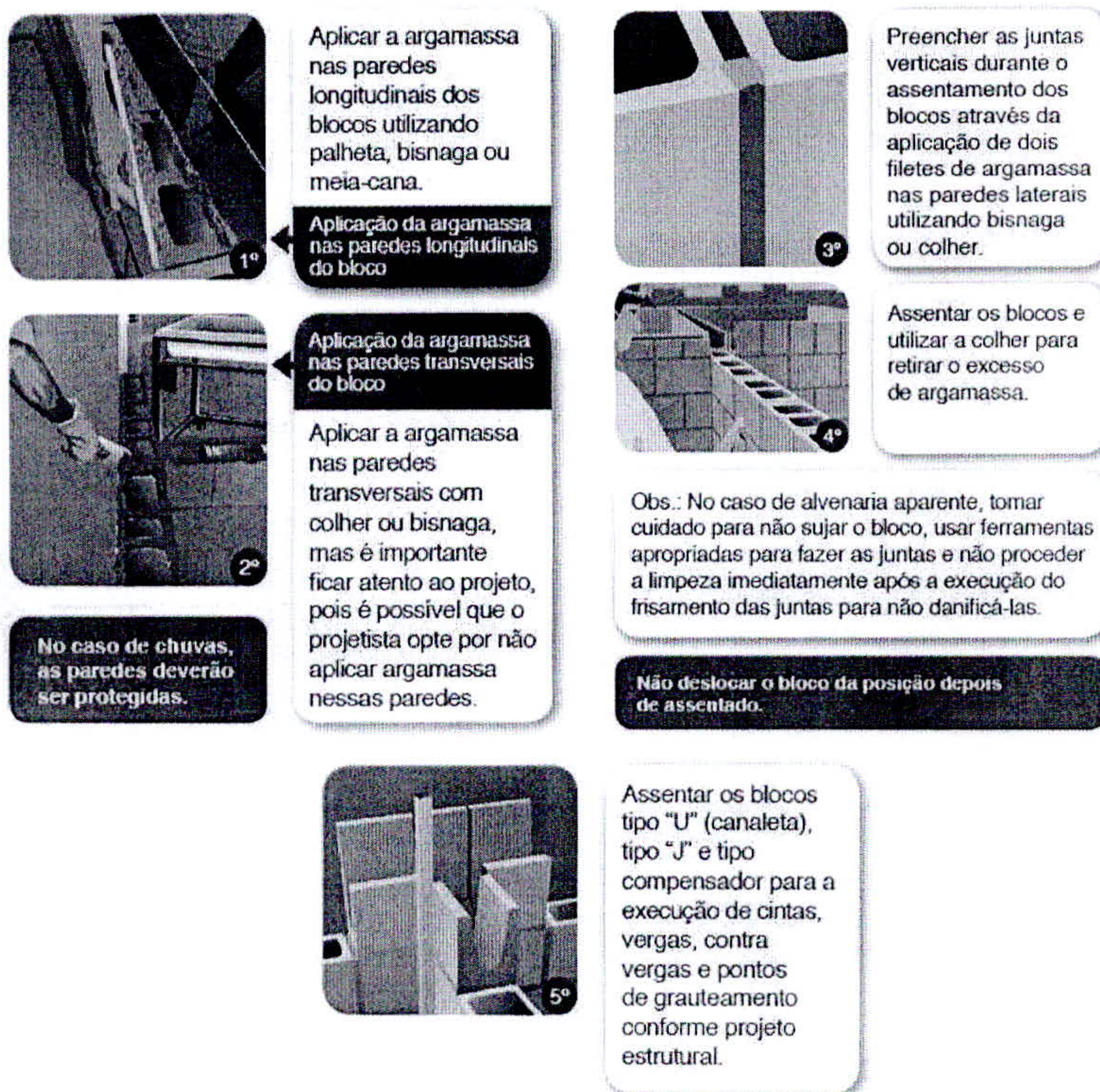
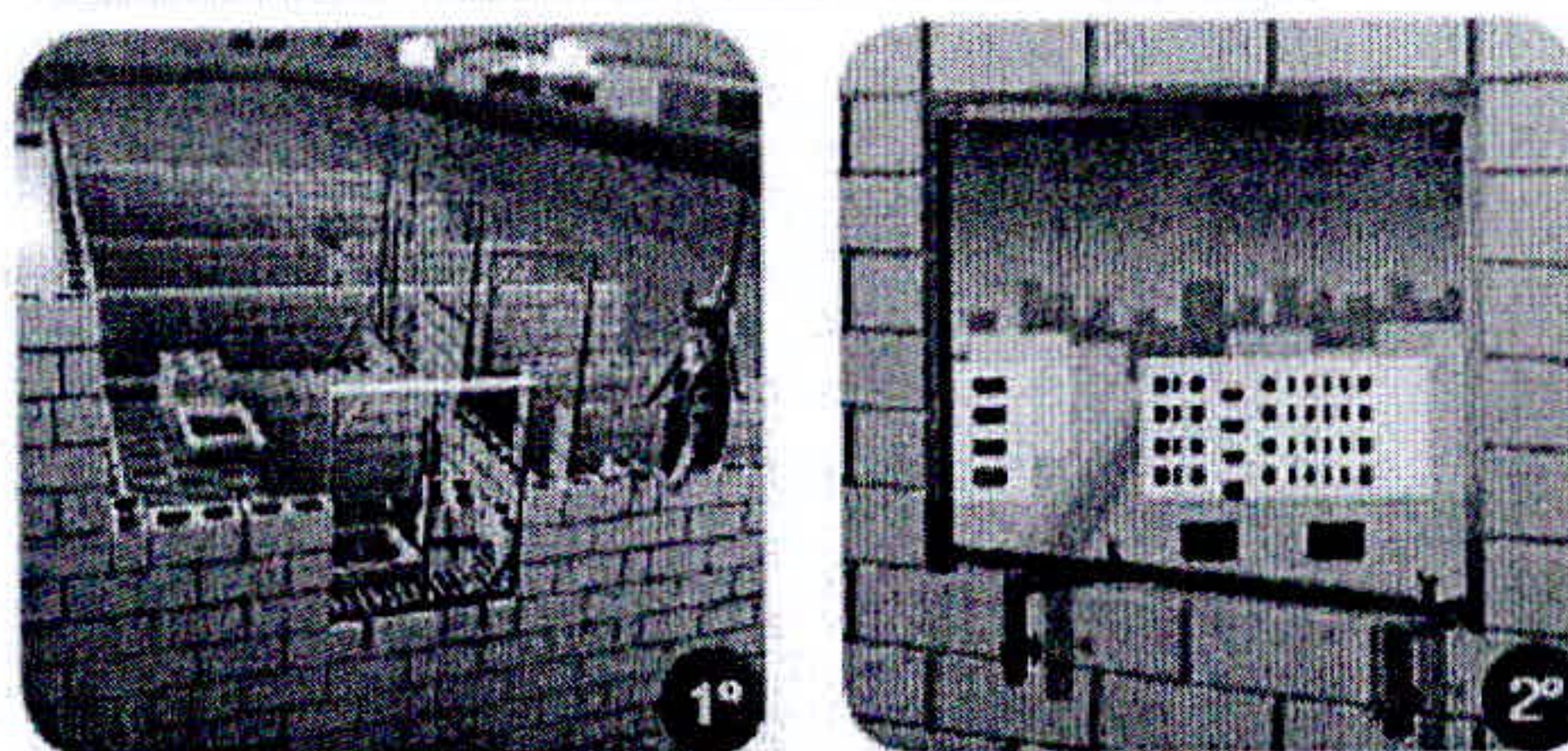


Figura 39 - Assentamento das demais fiadas

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

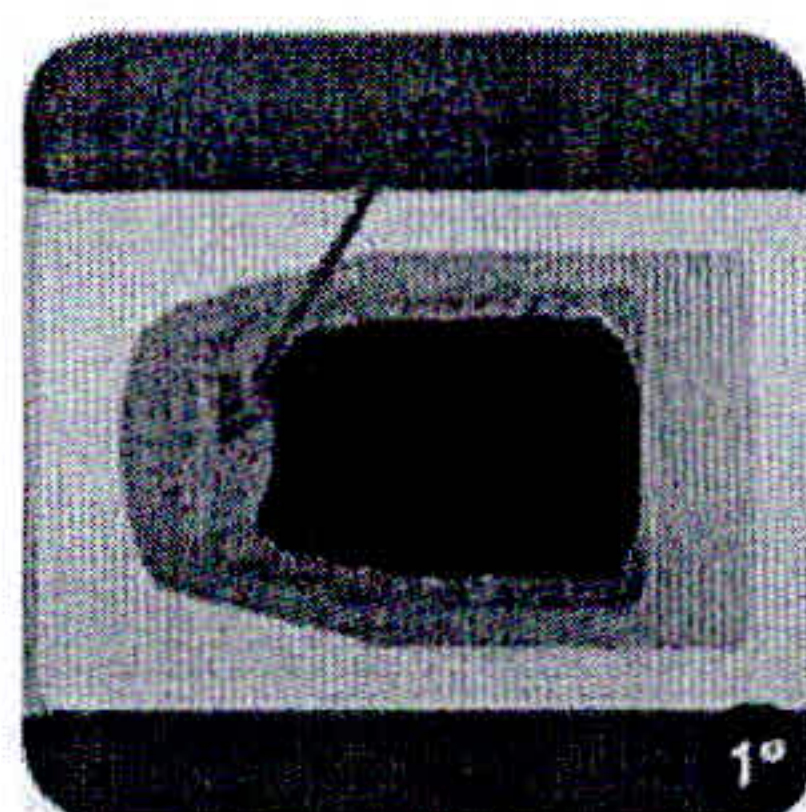
Ao atingir a fiada indicada no projeto os gabaritos das janelas deverão ser instalados (FIG. 40). A limpeza do interior dos blocos deverá ser feito a cada 6 fiadas retirando o excesso de argamassa de assentamento nos pontos de grauteamento. Os pontos verticais e horizontais a serem grauteados deverão estar indicados no projeto estrutural, observando o assentamento dos blocos com aberturas para inspeção e limpeza (FIG. 41).



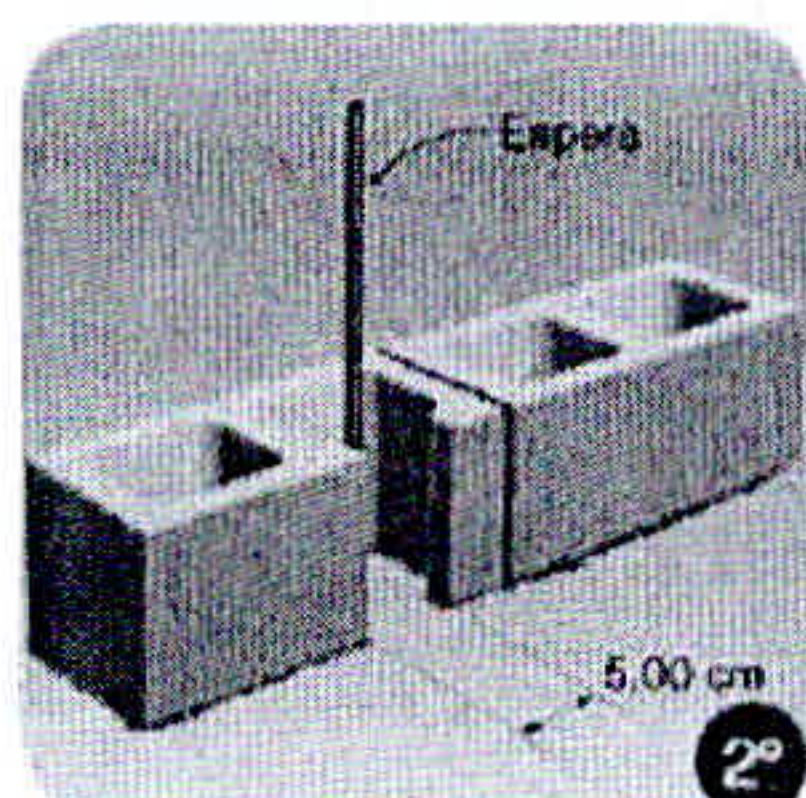
Instalar os gabaritos de janelas ao atingir a fiada indicada no projeto.

Figura 40 - Instalação do gabarito de janela

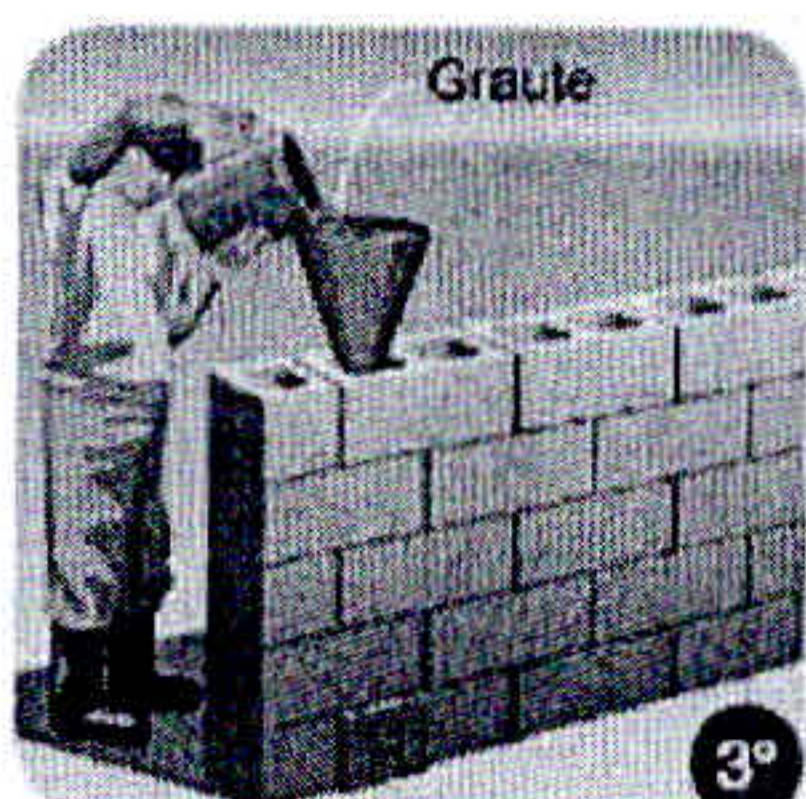
Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)



Limpar o interior dos furos dos blocos a cada 6 fiadas retirando o excesso de argamassa de assentamento nos pontos de grauteamento. Grautear os pontos verticais e horizontais indicados no projeto.



Nos pontos de grauteamento, observar o assentamento dos blocos com abertura para a limpeza.



Aberturas para inspeção na 1ª fiada e em fiada intermediária, conforme indicado em projeto

Uso do funil para aplicação do graute

Figura 41- Limpeza dos pontos de grauteamento

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

A NBR 15961 – Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 2: Execução e controle de obras – fixa os requisitos mínimos e as condições que devem ser obedecidos na execução e no controle de obras em alvenaria estrutural de blocos de concreto.

Para que a alvenaria seja aceita deve atender a todos os itens e tolerância estabelecidos, conforme apresenta a tabela:

Fator		Tolerância
Juntas horizontais e verticais	Espessura	± 3 mm
	Nível (horizontal)	2 mm/m 10 mm no máximo
	Alinhamento (vertical)	2 mm/m 10mm no máximo
Alinhamento da parede	Desalinhamento (horizontal)	± 2 mm/m ± 10 mm no máximo
	Desaprumo (vertical)	± 2 mm/m ± 10 mm no máximo por piso ± 25 mm na altura total do edifício
Nível superior das paredes	Nivelamento da fiada de respaldo	± 10 mm

Tabela 2 - Fator e tolerância da alvenaria

Fonte: Manual da alvenaria Estrutural (<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural/view>)

Além deste passo a passo para que a obra seja de qualidade é necessário também que se tenha uma mão de obra especializada. Pelo fato de a alvenaria estrutural ser um sistema altamente racionalizado, “improvisos” de última hora não são permitidos. A obra tem de ser executada com critério e cuidados especiais, por isso o treinamento da mão de obra é fator decisivo no sucesso, economia e qualidade da obra.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alvenaria estrutural ocupa um lugar de destaque no cenário da construção civil no Brasil. Buscando a racionalização no processo construtivo, ela se torna um ótimo caminho para quem busca economia, resistência, praticidade, agilidade e eficiência em suas obras.

A construção em alvenaria estrutural consiste em simplificar o processo construtivo e diminuir as etapas de uma obra, mas para isso as etapas precisam ser bem realizadas e com qualidade garantida. Como as paredes terão várias funções, como estrutural, vedação, suporte para instalações, etc. elas precisam ser bem definidas e executadas.

Um dos principais fatores para que este sistema construtivo tenha um excelente desempenho é a mão de obra especializada. Os grandes responsáveis pelo ótimo funcionamento deste sistema não são os equipamentos, mas sim as pessoas envolvidas no processo de concepção de todo o desenvolvimento da obra. A qualidade de uma obra está relacionada a cinco fatores fundamentais que devem ser rigorosamente seguidos: projetos, tecnologia, suprimentos, organização da produção e gestão de mão de obra. Não há qualidade sem conhecimento.

Pela pesquisa efetuada conclui-se que é necessária a integração total entre todos os participantes das equipes envolvidas, desde a etapa da concepção do projeto, ou seja, entre o arquiteto e o engenheiro estrutural, até a fase construtiva da edificação, quando são envolvidos os engenheiros e os encarregados técnicos de todas as instalações. Portanto, nos projetos de alvenaria estrutural é fundamental que ocorra essa interação, pois o resultado final é baseado na inter-relação dos diversos projetos e na harmonia do conjunto.

O motivo principal da necessidade dessa interação é o sistema construtivo está baseado na modulação que é o elemento que determina todo o processo executivo. O criterioso arranjo a planta baixa, a definição conveniente e precisa das dimensões dos cômodos, dos vãos de portas e janelas, do pé-direito e o posicionamento das instalações hidráulicas, elétricas, etc., são os pontos onde residem as partes mais importantes de toda a concepção, no qual o projetista estrutural vai se fixar para dimensionar a estrutura, especificar os procedimentos executivos e também orientar os projetistas de instalações. E quanto maior for o nível de detalhamento desses projetos, maior será a qualidade da execução e por consequência menor a incidência de patologias.

Esse sistema apresenta alguns obstáculos e pequenas limitações, mas que são supridos com bons profissionais, atuando com projetos inteligentes e estratégicos. Por ser um sistema racionalizado e de alto nível de industrialização, respeitando os projetos na obra não haverá

desperdício de materiais, por exemplo, os blocos não podem ser quebrados, a argamassa geralmente vem pronta não havendo desperdício e sobras de areia, cimento, etc. a quantidade à ser usada de argamassa e graute é limitada, o graute deve ser colocado com funil e deve ficar confinado dentro da célula do bloco não havendo por onde vazar ou perder material. A consequência disso é uma obra econômica e que reduz bastante o custo para o empreendedor.

Com isso, pode-se concluir que a metodologia da alvenaria estrutural, quando usada de forma correta com integração total entre as partes envolvidas e, respeitando suas restrições é um método bastante ágil, limpo e lucrativo de se construir.

O trabalho me permitiu conhecer um pouco mais deste sistema construtivo, como o comportamento da estrutura; a função de cada elemento no sistema; os princípios de estabilidade da estrutura; os princípios do projeto: modulação, racionalização e compatibilização dos sistemas. Usando como ferramenta de estudo um conjunto habitacional idealizado neste sistema construtivo.

Na presente pesquisa conclui-se que o sistema construtivo com blocos estruturais de concreto foi e continua sendo uma resposta ágil às demandas habitacionais. Além disso, permite reduzir a geração de resíduos na fase de construção e na economia de materiais utilizados.

O resultado final deste trabalho foi à concepção de um projeto de ampliação dentro do padrão de qualidade que uma alvenaria estrutural necessita, oferecendo qualidades arquitetônicas e funcionais necessárias para a moradia.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. **Introdução à Gestão Habitacional**. São Paulo, EPUSP, 1995. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12. Disponível em: http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/TT_00012.pdf > Acesso em 25 Mar. 2016

ABNT NBR 10837. **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados**. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/30914178/NBR-10837-Calculo-de-alvenaria-estrutural-de-blocos-vazados-de-concreto-scan-Petrobras#scribd>> Acesso em 11 Out. 2015

ABNT NBR 15575. **Construção – Desempenho de edificações habitacionais – ABNT NBR 15575:2013**. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/curs.aspx?ID=157>> Acesso em: 10 Set. 2015

ABNT NBR 15575-1. **Edificações habitacionais – Desempenho parte 1: Requisitos gerais**. Disponível em: http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%20F3rios/NRs/NR%2015575/NBR_15575-1_2013_Final%20Requisitos%20Gerais.pdf> Acesso em 11 Out. 2015

ABNT NBR 15575-2. **Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Disponível em: [http://www.unicep.edu.br/biblioteca/docs/engenhariacivil/NBR_15575-2_2013_Final%20Sistemas%20estruturais\[1\].pdf](http://www.unicep.edu.br/biblioteca/docs/engenhariacivil/NBR_15575-2_2013_Final%20Sistemas%20estruturais[1].pdf)> Acesso em 11 Out. 2015

ABNT NBR 15961-2. **Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras**. Disponível em: <ftp://ftp.feis.unesp.br/docs/Biblioteca/ABNT-NBR-15961-2.pdf>> Acesso em 15 Mai. 2016

ABNT NBR 6120. **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Disponível em: <https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/02/nbr6120.pdf>> Acesso dia 11 Out. 2015

ABNT NBR 6123. **Forças devidas ao vento em edificações**. Disponível em: <https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br/~eder.clementino/GEST%C3%83O%20AMBIENTAL/LEGISLA%C3%87%C3%83O%20AMBIENTAL/NORMAS%20BRASILEIRAS%20REGULAMENTADORAS/NBR%2006123%20-%201988%20-%20For%C3%A7as%20Devidas%20aos%20Ventos.pdf>> Acesso em 11 Out. 2015

ABNT NBR 6136. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos**. Disponível em: <http://www.construpac.com.br/pdf/nbr6136.pdf> > Acesso em 15 Mai. 2016

ABNT NBR 7215. **Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão**. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0B_s67fmc3QIOeGU2NE5nTEZOMXc/edit?pref=2&pli=1> Acesso em 10 Set. 2015

ABNT NBR 8681. **Ações e segurança nas estruturas – Procedimento**. Disponível em: http://araguaia2.ufmt.br/professor/disciplina_arquivo/96/20111108148.pdf> Acesso dia 11 Out. 2015

ABNT NBR 8798: **Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.** Rio de Janeiro, 1985. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=5427> Acesso em 11 Out. 2015

BARTZ, C. F. **Proposta de procedimentos para identificação de melhorias no processo de controle da qualidade de empreendimentos habitacionais de baixa renda.** Porto Alegre, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2007. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/115634/000941131.pdf?sequence=1> > Acesso em 25 Mar. 2016

BONACHESKI, Vinícius. **Alvenaria estrutural.** 2005. Disponível em: http://www.feng.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais__Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2015

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **O desenvolvimento econômico brasileiro e a caixa.** Disponível em: http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201111291655290.Livro_CAIXA_T_0.pdf#page=33 > Acesso em 25 Mar. 2016

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** Disponível em: <http://www.nepae.feis.unesp.br/Apostilas/Projeto%20de%20edificios%20de%20alvenaria%20estrutural.pdf>>. Acesso em: 08 Out. 2015.

CARDOSO, Renata. **Alvenaria Estrutural Protendida: Princípios e Aplicação –** Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96302/000914990.pdf?sequence=1> Acesso em: 08 Out. 2015

CERÂMICA SANTA CLARA. **Bloco estrutural e sua utilização.** Disponível em: <https://ceramicasantaclara.wordpress.com/2014/07/30/alvenaria-estrutural-e-sua-utilizacao/>> Acesso em: 10 Set. 2015

Comunidade da Construção – Sistemas a base de cimento/Programa de desenvolvimento das construtoras/Associação Brasileira de cimento Portland. **Alvenaria Estrutural – Passo a passo.** Curitiba – PR Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cms/download/?search=Alvenaria%20Estrutural>> Acesso em 30 Mar. 2016

EIDT, André Luis. **Manifestações patológicas provenientes de movimentação em alvenaria estrutural de blocos.** Porto Alegre. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28554/000769491.pdf?sequence=1>> Acesso em 11 Out. 2015

FRANCO, L.S.; AGOPYAN, V. **Racionalização dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** In: International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries, 5. 21 - 24 ago. 1994, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina e University of Edinburgh, 1994, p. 497 - 508. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/111939/193963.pdf?sequence=1>> Acesso em 11 Out. 2015

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. 319f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/111939/193963.pdf?sequence=1> > Acesso em 11 Out. 2015

FREIRE, Bruno Siqueira. **Sistema construtivo em alvenaria estrutural de bloco de concreto**. 2007. Disponível em: <http://engenharia.anhembi.br/tcc-07/civil-09.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2015

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2007**/Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. – Brasília, 2009 129p. Projeto PNUD-BRA-00/019 - Habitar Brasil –ISBN: 978-85-60133-93-2. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/109-deficit-habitacional-no-brasil-2007/file> Acesso em 25 Mar. 2016

HASS, Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. Curitiba – PR Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/361/1/CT_EPC_2011_2_14.PDF > Acesso em 30 Mar. 2016

JOHN, Vanderley. M. (coordenador)... [et al.]. **Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável**. Projeto FINEP 2386/4. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://carbonok.com.br/Downloads/HabitacaomaisSustentavel-D1-introducao.pdf> > Acesso em 25 Mar. 2016

KALIL, Sílvia Baptista. **Alvenaria Estrutural. - Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: PUC-RS, 2010. Disponível em: http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/2/2a/Tfc_2011_Thompson_Gisah.pdf > Acesso em: 11 Out. 2015

Masonry Institute of British Columbia. **Detalhamento em alvenaria estrutural**. Disponível em : http://www.masonrybc.org/wall_details/structural-details-index.htm > Acesso em: 30 Mar. 2016

MONTEIRO, Adriana da Silva. **Planejamento e controle na construção civil, utilizando alvenaria estrutural**. Belém – PA. Disponível em: < <http://www.unama.br/graduacao/engenharia-civil/tccs/2010/PLANEJAMENTO-CONTROLE-CONSTRUCAO-CIVIL.pdf> > Acesso em 11 Out. 2015

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Alvenarias**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004. 2ªEd. 54p. 29 cm. – (Série Manual de Construção em Aço). ISBN 85-89819-03-5. Disponível em: <https://edificacoes.files.wordpress.com/2009/12/5-mat-alvenaria-ii.pdf> > Acesso em 30 Mar. 2016

PARSEKIAN, G.A.; Franco, L.S. **Recomendações para projeto e execução de alvenaria estrutural protendida**. São Paulo: Epusp, 2002. Boletim técnico PCC n. 312

PARSEKIAN, G.A. **Tecnologia de produção de alvenaria estrutural protendida**. 2002. 263 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96302/000914990.pdf?sequence=1> Acesso em 11 de Out. 2015

PENTEADO, Adilson Franco. **Gestão da produção do sistema construtivo em alvenaria estrutural** – Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000313536> Acesso em: 10 Set. 2015

PORTELA, Wagner. **Construindo e ampliando com tijolo solo-cimento ecológico**. Disponível em: <http://www.tijolosolocimento.com.br/search/label/Reforma> Acesso em: 10 Set. 2015

RIBEIRO, Lubienska Cristina Lucas Jaquiê; JACINTHO, Ana Elisabeth Paganelli Guimaraes de Avila; LINTZ, Rosa Cristina; GACHET - BARBOSA, Luisa Andréia; VALLIN, Júlio Jim Ti. **Sustentabilidade na construção civil brasileira**. Brasil - Feira de Santana, BA. 2009. 14 p. ENCONTRO NACIONAL SOBRE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO, 2009, Feira de Santana, BA. Disponível em: <http://infohab.org.br/acervos/buscaautor/codigoAutor/34487> > Acesso em 30 Mar. 2016

RICHETR, Cristiano. **Alvenaria estrutural. Processo construtivo racionalizado**. Disponível em: <http://www.ceramicapalmadeouro.com.br/downloads/richter2007.pdf>. Acesso em: 08 Out. 2015.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Alvenaria Estrutural – Materiais, Execução da Estrutura e Controle Tecnológico**. Brasília: CEF – Diretoria de parcerias e apoio ao desenvolvimento urbano, 2003. 36 p. (Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal). Autoria: Fernando Henrique Sabbatini.

SANTOS, Marcus Daniel Friederich dos. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: Contribuição ao uso**. Disponível em: <http://www.ceramicapalmadeouro.com.br/downloads/santos1998.pdf> > Acesso em 11 Out. 2015

Selecta - Soluções em blocos. **Alvenaria estrutural**. Disponível em: http://www.selectablocos.com.br/alvenaria_estrutural_detalhes_construtivos_23.html > Acesso em: 30 Mar. 2016

STACHERA JUNIOR, Theodozio; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy. **A emissão de gases causadores do efeito estufa no processo de produção de algumas indústrias do setor de cerâmica vermelha de Curitiba**. Brasil - Florianópolis, SC. 2006. 10 p. Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 11., 2006, Florianópolis. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_3845_3854.pdf > Acesso em 30 Mar. 2016