

**JULIO ANTONIO RAZENTE**

**APLICAÇÃO DE RECURSOS  
COMPUTACIONAIS EM PROJETOS  
DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Estruturas.

**Orientador:**

**Prof. Dr. Marcio Antonio Ramalho**

São Carlos

2004

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

R278a Razente, Julio Antonio  
Aplicação de recursos computacionais em projetos de  
edifícios em alvenaria / Julio Antonio Razente. -- São  
Carlos, 2004.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São  
Carlos-Universidade de São Paulo, 2004.

Área: Engenharia de Estruturas.

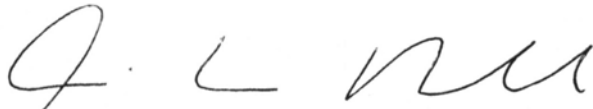
Orientador: Prof. Dr. Marcio Antonio Ramalho.

1. Projetos de edifícios. 2. Alvenaria estrutural. 3.  
Racionalização construtiva. 4. AutoLISP. I. Título.

**FOLHA DE JULGAMENTO**

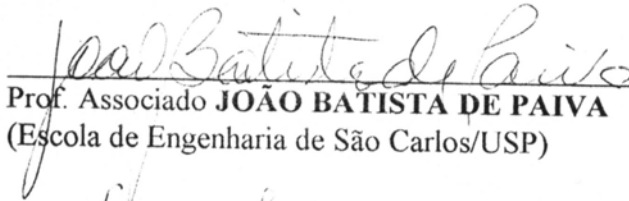
Candidato: Engenheiro **JULIO ANTONIO RAZENTE**

Dissertação defendida e julgada em 25-08-2004 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Associado **MARCIO ANTONIO RAMALHO (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO



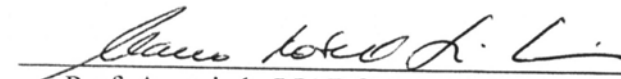
Prof. Associado **JOÃO BATISTA DE PAIVA**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

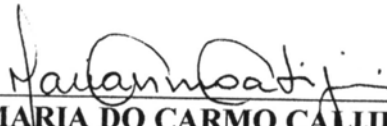


Prof. Dr. **SYDNEY FURLAN JÚNIOR**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO



Prof. Associado **MARCIO ROBERTO SILVA CORRÊA**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas)



Profª. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

## **AGRADECIMENTOS**

---

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Marcio Antonio Ramalho, pela atenção, incentivos e contribuições feitos em relação ao trabalho.

Agradeço aos professores, funcionários e amigos da Pós-Graduação do Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos-USP.

Agradeço à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro fundamental para a elaboração deste trabalho.

Agradeço à Prof<sup>a</sup> Regina Ruschel e ao Eng. Rodrigo Andolfato que forneceram sugestões e materiais importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus pais pela dedicação durante anos para que me empenhasse profundamente nos meus estudos.

Agradeço à Kelen que, através da sua presença positiva, ajudou-me em todos os momentos do mestrado.

Agradeço aos amigos Cláudio Tomazela, Robson Nelson Silva, Pedro Scóvoli e Vanderci Ferreira pelas sugestões feitas a este trabalho.

Agradeço aos incentivos dados pelos amigos de São Carlos, Ulisses Pereira, Fábio Forte, Leandro Fangel, José Mário Jacinto e meus irmãos Humberto e Edson Razente.

Agradeço a Deus a vida.

## RESUMO

---

RAZENTE, J. A. (2004). **Aplicação de recursos computacionais em projetos de edifícios em alvenaria**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

A finalidade deste trabalho é apresentar o desenvolvimento, através da utilização da linguagem de programação *AutoLISP*, de programa computacional relacionado à etapa de *projeto de edifícios* em alvenaria. O programa, intitulado **ALVPLUS**, auxilia nas atividades de modulação das alvenarias, geração automática de elevações e inserção de detalhes relacionados à *alvenaria estrutural* como disposições construtivas, armaduras, quantitativos de materiais e legendas, dispostos em arquivos eletrônicos do seu banco de dados. Além disso, discute-se os parâmetros associados à implementação da *racionalização construtiva*, considerando a compatibilização entre o projeto estrutural e os demais projetos (arquitetônico, instalações, entre outros). A utilização deste programa propicia o aumento da produtividade e da padronização dos projetos de alvenarias, assim como o aumento da qualidade e entendimento desses projetos.

**Palavras-chave:** Projetos de edifícios, alvenaria estrutural, racionalização construtiva, *AutoLISP*.

## **ABSTRACT**

---

RAZENTE, J. A. (2004). **Application of computational resources in masonry buildings design**. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

This work's purpose is to present the development of software related to the stage of masonry's *building design*, through the use of the programming language *AutoLISP*. The software, entitled **ALVPLUS**, aids in the activities of masonries' modulation, automatic generation of elevations and insertion of details related to the *structural masonry* as constructive dispositions, armors, materials quantification and legends, available in its database. Besides, it's discussed the parameters associated to the implementation of the *constructive rationalization*, considering the compatibility between the structural designs and the other projects (architectural, installations, among others). The use of this software propitiates the productivity's increase and the standardization of the masonries' projects, as well as the increase of the quality and understanding of those projects.

**Keywords:** Building design, structural masonry, constructive rationalization, *AutoLISP*

## LISTA DE FIGURAS

---

FIGURA 2.1: Detalhe de furo de visita .....	31
FIGURA 2.2: Detalhe de armaduras complementares em juntas a prumo ....	33
FIGURA 2.3: Exemplo de elevação de parede com aberturas e detalhamento das armaduras .....	33
FIGURA 2.4: Solução para fixação de aduela metálica envolvente quando o encontro ocorrer com parede lateralmente .....	34
FIGURA 2.5: Abertura com verga (acima) e contraverga (abaixo) .....	35
FIGURA 2.6: Verga pré-moldada .....	35
FIGURA 2.7: Utilização de cintas em aberturas adjacentes e próximas .....	36
FIGURA 2.8: Pilares em alvenaria estrutural armada.....	37
FIGURA 2.9: Interação entre paredes nos cantos .....	38
FIGURA 2.10: Soluções para bordas e cantos utilizando modulação 15 cm	39
FIGURA 2.11: Soluções para cantos utilizando modulação 20 cm e espessura 15 cm .....	40
FIGURA 2.12: Soluções para bordas utilizando modulação 20 cm e espessura 15 cm .....	41
FIGURA 2.13: Soluções para cantos utilizando a modulação 12,5 cm e espessura 15 cm .....	42
FIGURA 2.14: Modulação de piso a teto .....	43
FIGURA 2.15: Modulação de piso a piso .....	43
FIGURA 2.16: Distribuição da argamassa de assentamento .....	44
FIGURA 2.17: Detalhe de encontro de alvenaria estrutural com alvenaria não-estrutural .....	47
FIGURA 2.18: Localização das juntas de movimentação e de controle .....	47
FIGURA 2.19: Junta de controle através de barras de aço.....	48
FIGURA 2.20: Junta de controle através de tela metálica .....	48
FIGURA 2.21: Desnível e degrau obtidos com o bloco “jota” .....	49
FIGURA 2.22: Cuidados para reduzir o efeito da variação volumétrica da laje .....	50

FIGURA 2.23: Detalhe da platibanda: solidarização da armadura da laje, detalhe de realização de cinta e de estanqueidade do respaldo .....	51
FIGURA 2.24: Apoio deslizante e junta de retração provisória em laje de cobertura .....	51
FIGURA 2.25: Detalhe de fixação de batente de porta .....	52
FIGURA 2.26: Pingadeira pré-moldada .....	52
FIGURA 2.27: Exemplos de “shafts” .....	54
FIGURA 2.28: Utilização de “shaft” para a passagem de dutos de 2 banheiros .....	54
FIGURA 2.29: Enchimento em cozinha .....	55
FIGURA 2.30: Bloco e viga hidráulicos .....	55
FIGURA 2.31: Utilização de parede dupla .....	56
FIGURA 2.32: Soluções para algumas instalações elétricas .....	57
FIGURA 2.33: Lajes pré-moldadas apoiadas sobre alvenaria estrutural .....	58
FIGURA 3.1: Barra de ferramentas e menu da ferramenta desenvolvida .....	63
FIGURA 3.2: Caixa de diálogo do comando “Parâmetros de projeto de alvenaria” .....	65
FIGURA 3.3: Exemplo da relação dos blocos da “Família de Blocos” 40x15 .....	66
FIGURA 3.4: Caixa de diálogo do comando “Definição de portas” .....	67
FIGURA 3.5: Caixa de diálogo do comando “Definição de janelas” .....	67
FIGURA 3.6: Caixa de diálogo do comando “Definição das armaduras convencionais” .....	68
FIGURA 3.7: Indicação do posicionamento das armaduras das elevações ..	69
FIGURA 3.8: Caixa de diálogo do comando “Definição das armaduras a serem utilizadas nas juntas a prumo” .....	70
FIGURA 3.9: Caixa de diálogo do comando “Definição de cintas” .....	70
FIGURA 3.10: Caixa de diálogo do comando “Definição dos layers” .....	71
FIGURA 3.11: Caixa de diálogo do comando “Definição do bloco atual” .....	72
FIGURA 3.12: Caixa de diálogo do comando “Definição das aberturas atuais” .....	73
FIGURA 3.13: Caixa de diálogo do comando “Inserção de 1 bloco” .....	74
FIGURA 3.14: Inserção de 1 bloco com referência .....	76
FIGURA 3.15: Inserção de N blocos.....	77



FIGURA 3.16: Insere 1 bloco rotacionado e alinhado em relação a uma das faces do bloco existente .....	78
FIGURA 3.17: Insere 1 bloco rotacionado na menor face do bloco existente .....	79
FIGURA 3.18: Insere 1 bloco rotacionado na maior face do bloco existente .	79
FIGURA 3.19: Rotaciona bloco 180° .....	80
FIGURA 3.20: Substitui bloco .....	81
FIGURA 3.21: Extrai tabela de blocos em planta .....	82
FIGURA 3.22: Caixa de diálogo do comando “Inserir janela atual” .....	83
FIGURA 3.23: Comandos para inserção de janela atual em planta .....	84
FIGURA 3.24: Caixa de diálogo do comando “Inserir porta atual” .....	85
FIGURA 3.25: Comandos para inserção de porta atual em planta .....	85
FIGURA 3.26: Inserção de armadura de junta a prumo em planta .....	86
FIGURA 3.27: Geração automática de elevação de parede .....	87
FIGURA 3.28: Edita encontro de borda .....	89
FIGURA 3.29: Insere identificador de paredes .....	90
FIGURA 3.30: Extrai tabela de blocos em elevação .....	91
FIGURA 3.31: Inserção de detalhes construtivos .....	92
FIGURA 3.32: Instruções sobre o programa ALVPLUS .....	93
FIGURA 4.1: Planta de arquitetura de um pavimento tipo .....	102
FIGURA 4.2: Detalhe de encontro de cintas em canto e borda de paredes propiciando a passagem da armadura .....	104
FIGURA 4.3: Concepção estrutural do pavimento tipo .....	105
FIGURA 4.4: Definição dos parâmetros de projeto de alvenaria .....	106
FIGURA 4.5: Definição de portas .....	107
FIGURA 4.6: Definição de janelas .....	107
FIGURA 4.7: Definição de armaduras construtivas .....	108
FIGURA 4.8: Definição de armaduras utilizadas nas juntas a prumo .....	109
FIGURA 4.9: Definição de cintas .....	109
FIGURA 4.10: Definição de “layers” .....	110
FIGURA 4.11: Definição do bloco atual .....	111
FIGURA 4.12: Definição das aberturas atuais .....	111
FIGURA 4.13: Etapas da inserção do primeiro bloco em planta .....	112

FIGURA 4.14: Inserção de blocos no mesmo alinhamento do bloco existente .....	113
FIGURA 4.15: Inserção de bloco rotacionado .....	114
FIGURA 4.16: Inserção de N blocos .....	114
FIGURA 4.17: Inserção de blocos especiais de três furos em bordas .....	115
FIGURA 4.18: Inserção de bloco utilizando o comando “Insere 1 Bloco Rotacionado 3” .....	115
FIGURA 4.19: Etapas da inserção de janela em planta .....	117
FIGURA 4.20: Modulações das 1ª e 2ª fiadas e disposição das aberturas ...	118
FIGURA 4.21: Elevação de parede com abertura .....	119
FIGURA 4.22: Elevação de parede sem abertura .....	120
FIGURA 4.23: Apresentação da primeira etapa do detalhamento das elevações .....	120
FIGURA 4.24: Modulação rotacionada de 270° para geração das elevações das modulações distribuídas na vertical .....	121
FIGURA 4.25: Apresentação do detalhamento contendo as armaduras verticais .....	122
FIGURA 4.26: Inserção de detalhes construtivos, legendas, notas e especificações .....	123
FIGURA 4.27: Utilização do comando “Substitui Bloco por Bloco Atual” .....	124
FIGURA 4.28: Utilização do comando “Rotaciona Bloco 180°” .....	125
FIGURA 4.29: Projeto executivo das modulações .....	125
FIGURA 4.30: Extração da tabela de blocos em planta .....	126
FIGURA 4.31: Extração das tabelas de blocos em elevação .....	127

## **LISTA DE TABELAS**

---

TABELA 2.1: Blocos de concreto segundo a NBR 6136 .....	28
TABELA 2.2: Blocos cerâmicos segundo a NBR 7171 .....	28
TABELA 2.3: Dimensões usuais de mercado para blocos de concreto .....	29
TABELA 2.4: Dimensões usuais de mercado para blocos cerâmicos .....	29
TABELA 2.5: Dimensões usuais de mercado para blocos sílico-calcáreos ...	30
TABELA 2.6: Espaçamentos máximos para juntas de controle em alvenaria .....	46
TABELA 2.7: Tolerâncias dimensionais das edificações em alvenaria estrutural .....	59
TABELA 3.1: Descrição sucinta das funções do programa ALVPLUS.....	64

## SUMÁRIO

---

<b>01 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 – Considerações Iniciais .....	14
1.2 – Objetivos .....	16
1.2.1 – Objetivo principal .....	16
1.2.2 – Objetivos secundários .....	16
1.3 – Justificativas .....	17
1.4 – Organização do Trabalho .....	18
<b>02 – PROJETOS DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA .....</b>	<b>19</b>
2.1 – A Importância do Projeto .....	19
2.2 – Fases do Projeto .....	20
2.3 – Projeto Executivo das Alvenarias .....	24
2.4 – Componentes da Alvenaria Estrutural .....	26
2.4.1 – Unidade .....	26
2.4.2 – Argamassas de Assentamento .....	30
2.4.3 – Graute .....	30
2.4.4 – Armaduras construtivas .....	32
2.5 – Elementos da Alvenaria Estrutural .....	34
2.5.1 – Vergas e contravergas .....	34
2.5.2 – Cintas.....	35
2.5.3 – Pilares.....	36
2.6 – Princípios da Modulação e da Amarração .....	37
2.6.1 – Modulação horizontal .....	39
2.6.1.1 – Modulação longitudinal e espessura iguais .....	39
2.6.1.2 – Modulação longitudinal de 20 cm e espessura de 15 cm ....	40
2.6.1.3 – Modulação longitudinal 12,5 cm e espessura 15 cm .....	41
2.6.2 – Modulação Vertical .....	42
2.7 – Juntas .....	44
2.7.1 – Juntas de assentamento .....	44
2.7.2 – Juntas de movimentação e de controle .....	45

2.8 – Detalhes Construtivos .....	49
2.8.1 – Desnível entre lajes .....	49
2.8.2 – Laje de cobertura e platibanda .....	49
2.8.3 – Acabamentos das janelas .....	51
2.8.4 – Instalações hidro-sanitárias .....	53
2.8.5 – Instalações elétricas .....	56
2.8.6 – Ligações entre lajes e paredes .....	57
2.8.7 – Notas e especificações .....	58
2.8.8 – Listas de Verificação .....	60
2.8.8.1 – Aspectos gerais .....	60
2.8.8.2 – Modulação .....	60
2.8.8.3 – Elevação .....	60
<b>03 – APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA ALVPLUS .....</b>	<b>62</b>
3.1 – Considerações Iniciais .....	62
3.1.1 – Tela inicial do ALVPLUS .....	63
3.2 – Definição dos Parâmetros de Projeto .....	65
3.2.1 – Definição dos parâmetros do projeto de alvenaria .....	65
3.2.2 – Definição das aberturas .....	66
3.2.3 – Definição de armaduras e cintas .....	68
3.3 – Definição de Critérios Atuais .....	71
3.3.1 – Definição de “layers” .....	71
3.3.2 – Definição de blocos atuais .....	72
3.3.3 – Definição de aberturas atuais .....	73
3.4 – Modulações em Planta .....	73
3.4.1 – Inserção de 1 bloco .....	74
3.4.2 – Inserção de 1 bloco com referência .....	75
3.4.3 – Inserção de N blocos .....	76
3.4.4 – Inserção de 1 bloco rotacionado .....	77
3.4.5 – Rotaciona Bloco 180° .....	80
3.4.6 – Substitui Bloco .....	80
3.4.7 – Conta bloco em planta .....	81
3.5 – Inserir Aberturas em Planta .....	82
3.5.1 – Inserir janela atual .....	82

3.5.2 – Inserção de porta em planta .....	84
3.5.3 – Inserção de armadura de junta a prumo em planta .....	86
3.6 – Geração Automática de Elevação de Paredes .....	86
3.6.1 – Elevação através da 1ª e 2ª Fiadas .....	86
3.6.2 – Edita encontro de borda .....	88
3.6.3 – Insere Identificador de Paredes .....	89
3.6.4 – Conta Bloco em Elevação.....	90
3.7 – Inserção de Detalhes Construtivos .....	91
3.8 – Instruções sobre a Ferramenta .....	92
3.9 – Detalhamento das Armaduras e Particularidades .....	93
3.9.1– Armaduras .....	93
3.9.2– Verificação das posições .....	94
3.9.3 – Quantitativos de Armaduras .....	94
3.9.3.1 – Definição dos textos .....	94
3.9.3.2 – Definição das Cotas Z dos Textos de Armaduras .....	95
3.9.3.3 – Textos de Definição de Quantidade .....	95
3.9.3.4 – Textos de Definição de Diâmetro de Armadura .....	96
3.9.3.5 – Textos de Definição de Comprimento .....	96
3.9.3.6 – Texto de Definição de Multiplicadores Específicos .....	96
3.9.3.7 – Texto de Definição de Comprimentos Corridos .....	97
3.9.3.8 – Texto de Definição de Comprimentos Variáveis .....	97
3.9.3.9 – Demais textos relacionados ao detalhamento das armaduras .....	98
3.9.4 – Alteração da cota Z .....	98
3.9.5 – Criação de novos blocos na biblioteca de blocos .....	98
<b>04 – APLICAÇÕES DO PROGRAMA .....</b>	<b>101</b>
4.1 – Apresentação do Edifício .....	101
4.1.1 – Dados iniciais do projeto.....	103
4.2 – Exemplo Utilizando Família de Blocos 30x15.....	103
4.2.1 – Definição dos blocos.....	103
4.2.2 – Verificação da esbeltez das paredes.....	104
4.2.3 – Concepção estrutural .....	105
4.2.4 – Amarração entre paredes .....	105

4.2.5 – Entrada de dados do programa .....	106
4.2.6 – Definição dos critérios atuais para inserção da modulação .....	110
4.2.7 – Distribuição da modulação das 1ª e 2ª fiadas .....	112
4.2.8 – Inserção de aberturas em planta .....	116
4.2.9 – Geração das elevações das alvenarias .....	119
4.2.10 – Edição das elevações das alvenarias .....	121
4.2.11 – Edições do detalhamento das modulações em planta .....	123
4.2.12 – Extração das Tabelas de Blocos .....	126
<b>05 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAFIAS .....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>188</b>

## Capítulo 01 - Introdução

---

### 1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A alvenaria foi o principal sistema de construção até o início do século XX (OLIVEIRA JR, 1992), tendo sido intensamente empregada em construções de grande porte desde a antiguidade.

Conforme a sociedade tornava-se mais complexa, a necessidade de edificações que abrigassem uma concentração maior de pessoas acarretou na evolução das construções em alvenaria realizadas com pequenas pedras unidas através de lama para estruturas de maior porte utilizando grandes blocos, como por exemplo, a pirâmide de Quéops, em que foram utilizados mais de dois milhões de blocos de pedra. Outros exemplos famosos podem ser citados como o farol de Alexandria, com altura próxima a 190 m e as grandes catedrais góticas construídas na Idade Média, com vãos expressivos e arquitetura belíssima, realizadas com a utilização de arcos e abóbadas.

Apesar do uso intenso da alvenaria, por volta de 1920 passou-se a estudá-la com base em princípios científicos e experimentação laboratorial. Esta postura possibilitou o desenvolvimento de teorias racionais que fundamentam a arte de se projetar alvenaria estrutural. A partir daí, edifícios cujas paredes tinham espessuras enormes, como, por exemplo, o Monadnock Building construído em Chicago no final do século XIX com aproximadamente 1,80 m de espessura nas paredes do térreo, cederam lugar a edifícios com paredes mais esbeltas e, portanto, muito mais econômicos.

Entretanto, com a utilização do concreto armado e do aço estrutural, que possibilitaram a construção de edifícios com peças de reduzidas dimensões, a utilização da alvenaria dirigiu-se, prioritariamente, às edificações



de pequeno porte. Porém, na década de 50, a utilização da alvenaria ganhou novo impulso após a realização de uma série de experimentações na Europa. Em 1951, Paul Haller dimensionou e construiu na Suíça um edifício de 13 pavimentos em alvenaria não-armada, com paredes internas de 15 cm de espessura e externas com 37,5 cm. Muitos edifícios foram construídos na Inglaterra, Alemanha e Suíça, e também nos Estados Unidos, em que a alvenaria estrutural passou a ser empregada mesmo em zonas sujeitas a abalos sísmicos, sendo neste caso utilizada a alvenaria armada.

Segundo Sabattini (1984), no Brasil, após a sua implantação em 1966, quando em São Paulo foram construídos alguns prédios de quatro pavimentos, o desenvolvimento da alvenaria estrutural deu-se de maneira lenta. Isso ocorreu não obstante suas vantagens econômicas, especialmente associadas ao fato de se utilizar as paredes não apenas como elementos de vedação, mas também como elementos estruturais. Por muitos anos a alvenaria estrutural foi pouco utilizada devido a muitos fatores tais como: preconceito, maior domínio da tecnologia do concreto armado por parte de construtores e projetistas e pouca divulgação do assunto nas universidades durante o processo de formação do profissional. Muitos projetistas são leigos no que diz respeito a este sistema construtivo e acabam, assim, optando pelo concreto armado.

Nos últimos anos essa situação tem se alterado de forma significativa. O interesse por esse sistema estrutural cresceu de forma notável, especialmente pelas condições nitidamente favoráveis que se obtêm em termos de economia. E, no momento, o processo construtivo atende com sucesso ao desafio de se construir no prazo fixado, com qualidade e custo relativamente baixo, edificações residenciais, comerciais e industriais. O aperfeiçoamento dos métodos de cálculo e a melhoria dos componentes, ao longo dos anos, tornaram possível desenvolver edifícios de diversos padrões e estruturas cada vez mais altas.

Além disso, técnicas relacionadas à elaboração de projetos foram aperfeiçoadas através da utilização de computadores e ferramentas específicas para a engenharia. A implementação da informática nas etapas de projeto permitiu que estes fossem elaborados enfocando os princípios da racionalização construtiva, destacando-se: a compatibilização entre projetos,

coordenação modular, melhor apresentação de detalhes construtivos e eventualmente de algumas técnicas de execução. Os recursos de informática permitem ainda que os profissionais envolvidos com projeto sejam mais competitivos, diminuindo o tempo gasto para a elaboração dos trabalhos e possibilitando a garantia de prazos relacionados às etapas da obra.

## 1.2– OBJETIVOS

### 1.2.1 – Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver rotinas para o programa *AutoCAD*<sup>®</sup> através da linguagem *AutoLISP*. Tais rotinas comporão um ambiente que auxilie o usuário nas atividades relacionadas com a representação gráfica de um projeto de alvenaria estrutural.

### 1.2.2 – Objetivos secundários

Entre os objetivos secundários, apresenta-se um estudo das etapas do processo do desenvolvimento do projeto de edificações em alvenaria, considerando a sua interação com demais projetos relativos à edificação, como instalações elétricas, hidráulicas, impermeabilizações, conforto termo-acústico, entre outros. Este estudo contribui na tomada de decisão que os projetistas se deparam ao realizar o projeto de edifícios em alvenaria. Para isso, abordaram-se diversas recomendações sobre os critérios e soluções construtivas que podem ser adotados para atender aos aspectos relativos à racionalização dos projetos de estruturas e de vedação, melhorando a qualidade dos projetos.

Além disto, enfoca-se a necessidade de desenvolvimento de uma ferramenta que permita, nas situações reais de projeto, a eliminação de tarefas repetitivas e demoradas. Apresenta-se ainda, em anexo a este trabalho, o memorial descritivo que permite ao usuário compreender melhor a ferramenta elaborada.

### 1.3– JUSTIFICATIVAS

Uma das áreas da engenharia civil que tem apresentado maior potencial de crescimento é a construção de edifícios em alvenaria estrutural. Isso se deve principalmente à economia obtida por esse processo construtivo em relação ao concreto convencional, por propiciar uma maior racionalidade na execução da obra, reduzindo o consumo e o desperdício dos materiais. Dessa forma, há uma melhor inserção do produto final no mercado quando se consegue reduzir o custo das edificações. Portanto, é evidente o grande benefício social que pode advir do desenvolvimento desse processo construtivo.

Deve-se considerar, entretanto, conforme foi mencionado em item anterior, que o projeto de edifícios de alvenaria estrutural necessita ainda de grandes avanços tecnológicos para se aproximar do desenvolvimento que se observa para as estruturas convencionais em concreto armado, por exemplo. A própria normalização nacional, cujos principais documentos da ABNT estão relacionados na bibliografia deste trabalho, é relativamente pobre e um grande esforço precisa ser feito nessa direção para que se possa projetar e executar edifícios baratos e seguros. Esse esforço traduz-se em pesquisas voltadas para a realidade brasileira, sem o que se tornará praticamente impossível desenvolver de forma satisfatória os procedimentos normativos nessa área.

Assim sendo, é imprescindível e urgente uma concentração de esforços para se implementar pesquisas que permitam o desenvolvimento de tecnologias adequadas à elaboração de projetos de edifícios em alvenaria estrutural cada vez mais econômicos e seguros. Exatamente por se adequar nesse objetivo geral é que se justifica a importância da elaboração do presente trabalho.

Finalmente, é importante mencionar que a etapa de projetos é responsável por muitos problemas que ocorrem durante e mesmo após o término da obra. A escassez de ferramentas que auxiliem o projetista no desenvolvimento do seu trabalho pode agravar sensivelmente esse quadro, aumentando de forma significativa o tempo gasto durante as etapas de concepção estrutural até o detalhamento das alvenarias.

## 1.4– ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo inicial, é feita uma abordagem sumária do trabalho para que o leitor se situe no contexto da pesquisa e no tema abordado.

No capítulo 2 são apresentadas as principais etapas de projeto. Pretendeu-se aqui estabelecer parâmetros que se relacionam a projetos de alvenaria, apresentando medidas que permitem atingir um bom nível de racionalização das construções.

O capítulo seguinte é destinado à apresentação do programa desenvolvido para a realização de projetos de edifícios em alvenaria. São descritos os principais recursos disponíveis ao usuário, descrevendo a utilização de todos os comandos do programa.

O capítulo 4, denominado Aplicações do Programa, traz exemplos através de situações de projetos, apresentando os benefícios alcançados com o auxílio da ferramenta desenvolvida. Todas as atividades do desenvolvimento do projeto de edifício desse capítulo resultaram nas folhas apresentadas no Apêndice B deste trabalho.

Por fim, no capítulo 5, são apresentados os comentários e as conclusões finais deste trabalho, além de serem descritas as sugestões para os trabalhos futuros.

## **Capítulo 02 – Projetos de Edifícios em Alvenaria**

---

### **2.1 – A IMPORTÂNCIA DO PROJETO**

Novaes (1996) afirma que a importância dos projetos reside na sua responsabilidade pela geração das soluções, as quais propiciam a produção da edificação com os níveis de qualidade e eficiência produtiva que forem permitidos pela própria complementação dos projetos e pela suficiência de seus detalhamentos.

A alvenaria estrutural pode ser tratada como um processo construtivo racionalizado. Em relação ao processo construtivo tradicional, a alvenaria estrutural necessita de uma melhoria no detalhamento e compatibilização dos projetos, buscando um aumento na produtividade do trabalho nos canteiros de obras e a redução de desperdícios. Por isso, este trabalho apresenta as informações e procedimentos necessários para a realização das etapas relacionadas ao projeto das alvenarias estrutural e de vedação.

Racanicchi (2001) considera que na alvenaria estrutural existe uma forte interdependência de vários projetos que fazem parte de uma obra (arquitetônico, estrutural e instalações), pois a parede além da função estrutural é também um elemento de vedação e deve conter os diversos componentes estruturais, hidráulicos e elétricos, dentre outros.

O fato dos blocos possuírem dimensões conhecidas e de pequena variabilidade, possibilita a aplicação da técnica de coordenação modular. Essa técnica consiste em se definir todas as dimensões da obra, verticais ou horizontais, como múltiplos das dimensões da unidade, prevendo-se inclusive as armações e demais instalações. Dessa forma evita-se cortes e desperdícios

durante a execução da obra, sendo esse procedimento uma etapa fundamental do processo de racionalização como um todo. Portanto, os projetistas de edifícios em alvenaria estrutural devem conhecer a técnica construtiva e o controle destas construções, como prevê a NBR 8798 (1985) para blocos vazados de concreto, assimilando a concepção de projeto através da coordenação modular.

## 2.2 – FASES DO PROJETO

Segundo Novaes (1996), o desenvolvimento das atividades técnicas do processo de elaboração do conjunto completo dos projetos para edificações compreende:

- Levantamento de dados e programa de necessidades;
- Estudos de viabilidade;
- Estudo preliminar e anteprojeto;
- Projeto legal;
- Projeto básico ou de pré-execução;
- Projeto executivo.

A norma da ABNT (1995), Elaboração de Projetos de Edificações: Atividades Técnicas – NBR 13531, define essas etapas da seguinte forma:

- (a) **Levantamento**: etapa destinada à coleta das informações de referência que representem as condições pré-existentes, de interesse para instruir a elaboração do projeto, podendo incluir os seguintes tipos de dados: físicos (planialtimétricos, cadastrais, geológicos, hídricos, ambientais, climáticos, ecológicos, dentre outros); técnicos; legais e jurídicos; sociais; econômicos; financeiros; entre outros;
- (b) **Programa de necessidades**: etapa destinada à determinação das exigências de caráter prescritivo ou de desempenho (necessidades e expectativas dos usuários) a serem satisfeitas pela edificação a ser concebida;

- (c) **Estudo de Viabilidade:** etapa destinada à elaboração da análise e avaliações para seleção e recomendação de alternativas para a concepção da edificação e seus elementos, instalações e componentes;
- (d) **Estudo Preliminar:** etapa destinada à concepção e representação do conjunto de informações técnicas iniciais e aproximadas, necessários à compreensão da configuração da edificação, podendo incluir soluções alternativas;
- (e) **Anteprojeto e/ou Pré-execução:** etapa destinada à concepção e representação das informações técnicas provisórias de detalhamento da edificação e seus elementos, instalações e componentes, necessárias ao inter-relacionamento das atividades técnicas de projeto e suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custos e prazos de serviços da obra implicados;
- (f) **Projeto Legal:** etapa destinada à representação das informações técnicas necessárias à análise e aprovação, pelas autoridades competentes, da concepção da edificação e de seus elementos e instalações, com base nas exigências legais (municipal, estadual e federal), e a obtenção do alvará ou das licenças e demais documentos indispensáveis para as atividades de construção;
- (g) **Projeto Básico:** etapa opcional destinada à concepção e representação das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, ainda não completas ou definitivas, mas consideradas compatíveis com os projetos básicos das atividades técnicas necessárias e suficientes à licitação (contratação) dos serviços da obra correspondente;
- (h) **Projeto para Execução ou Executivo:** etapa destinada à concepção e representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços da obra correspondente.

De acordo com Novaes (1996), o levantamento de dados e o programa de necessidades devem considerar as necessidades do produto baseadas nos aspectos relacionados às características físicas, sócio-culturais e

econômico-financeiras. Através destes dados e informações, são realizados estudos de viabilidade física, econômica e financeira das alternativas elaboradas, com vistas a compatibilizá-las com aquelas características do empreendimento. A partir das informações obtidas nos levantamentos de dados, programa de necessidades e estudos de viabilidade, necessários para a concepção do produto, o mesmo é progressivamente projetado e detalhado, nas fases de estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo.

Segundo Vilató (1998), o estudo preliminar representa uma configuração inicial da compreensão do conjunto de informações técnicas que devem atender os seguintes aspectos:

- Funcionalidade arquitetônica;
- Requisitos ambientais;
- Número de pavimentos;
- Movimento de terra decorrente a implantação, necessidade de estabilizar taludes, construir muros de arrimo, ou fundações especiais;
- Viabilidade da solução estrutural adotada para todos os pavimentos;
- Processo construtivo empregado;
- Possibilidade de racionalização;
- Existência de fornecedores;
- Estimativa preliminar de custo e viabilidade econômico-financeira da obra.

Na fase do anteprojeto são analisados os aspectos que garantem a eficiência do emprego da alvenaria como elemento estrutural, contendo informações técnicas provisórias de detalhamento da edificação.

Os projetos legais são elaborados para apresentação aos órgãos públicos, às concessionárias de serviços públicos e ao Corpo de Bombeiros, para verificação do atendimento a prescrições previstas na legislação em vigor, pertinente aos projetos e à construção de edifícios para habitação, e conseqüente aprovação para início das obras.

O projeto executivo ou projeto definitivo é entendido como sendo a solução definitiva do anteprojeto, representada em plantas, cortes, elevações, especificações e memoriais de todos os pormenores de que se constitui a obra a ser executada.



Durante a elaboração destas fases do projeto de alvenaria, é necessário adotar alguns parâmetros, entre eles:

- Definição da planta arquitetônica, analisando os estudos preliminares e o anteprojeto;
- Escolha da modulação horizontal e vertical, considerando as dimensões dos blocos;
- Escolha de níveis e pés-direitos dos pavimentos, atendendo a limitação da esbeltez das paredes (relação entre a altura efetiva e a espessura efetiva, de acordo com a ABNT (1989), NBR 10837);
- Definição do tipo de material dos blocos a serem empregados, influenciando no peso próprio da estrutura, além dos desempenhos estrutural, termo-acústico, resistência ao fogo e demais fatores;
- Escolha e análise da estrutura (alvenaria armada, parcialmente armada, não-armada ou protendida);
- Definição da concepção estrutural, determinando quais paredes serão consideradas estruturais e não-estruturais (paredes removíveis, hidráulicas, de fechamento, dentre outras);
- Definição dos dados do edifício relativos ao tipo de fundação, detalhes da cobertura e do ático, além de outros elementos estruturais como escada, reservatórios, muros de arrimos;
- Definição de subestruturas ou subgrupos de paredes;
- Definição das ações atuantes na edificação;
- Disposição da amarração entre paredes, possibilitando a amarração entre os blocos através do intertravamento dos blocos ou indicando solução para as juntas a prumo;
- Definição dos parâmetros e dos detalhes relacionados às juntas horizontais, verticais, a prumo, de movimentação e de controle;
- Verificação da necessidade de blocos especiais como blocos canaleta, compensador, jota ou qualquer bloco que fuja aos padrões mais usuais;
- Utilização de vergas, contra-vergas, cintas, coxins, enrijecedores e furos de visita;
- Especificação das argamassas e do graute utilizados;

- Disposição de portas, janelas e outros elementos insertos nas alvenarias, compatibilizando a modulação da alvenaria com o vão e posição das aberturas;
- Definição do tipo de lajes;
- Disposição de armaduras verticais e horizontais;
- Dimensionamento dos elementos em alvenaria estrutural de acordo com a NBR 10837 (1989) e dimensionamento dos demais elementos construtivos de acordo com normas específicas;
- Interação com outros projetos (elétrico, hidráulico, incêndio, ar-condicionado, elevador, dentre outros).

### **2.3 – PROJETO EXECUTIVO DAS ALVENARIAS**

O projeto executivo é fundamental para que se consiga atingir o máximo das vantagens que o processo construtivo em alvenaria estrutural permite. O processo construtivo requer a existência da compatibilização entre os projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações. Se esses projetos não forem desenvolvidos, problemas durante a execução aparecerão, causando uma série de problemas relacionados à falta de um planejamento prévio para solucionar as interferências que ocorrerem, o que inviabilizaria o processo construtivo.

O projeto executivo integra as soluções do escritório e do canteiro, aumentando a eficiência do processo construtivo e permitindo antecipar e prevenir problemas de execução. Através de desenhos, detalhes e informações claras para execução das alvenarias, o projeto executivo permite que as soluções adotadas em cada projeto sejam compatíveis entre si e possam ser melhor interpretadas na obra.

Vilató (1998) cita que, do ponto de vista da alvenaria estrutural, além do aspecto relacionado à estabilidade e resistência da estrutura, a análise deve considerar as possibilidades de implementar medidas de racionalização construtiva durante a execução. Esta avaliação deve compreender:

- Experiência e qualificação do projetista de estruturas no projeto da alvenaria estrutural;
- Cultura construtiva e potencial tecnológico da empresa que assumirá a execução;
- Existência de procedimentos de execução que correspondam às características da alvenaria estrutural racionalizada;
- Disposição do construtor a aceitar e implementar medidas de racionalização;
- Qualificação da mão-de-obra;
- Características de controle de qualidade que será aplicado durante a execução;
- Tipo e qualidade dos componentes disponíveis no mercado;
- Nível de interferência que pode existir entre um projeto estrutural deste tipo e as características da arquitetura.

A seguir são apresentados os materiais a serem desenvolvidos no projeto executivo das alvenarias:

- Planta baixa contendo modulação das 1ª e 2ª fiadas de todos os pavimentos, contendo numeração das paredes, detalhes de amarrações, legendas, notas e especificações;
- Projeto de alvenaria contendo elevações das paredes, embutimentos, quantitativos de materiais, enchimentos, legendas, detalhes, notas e especificações;
- Cortes e elevações da edificação;
- Planta baixa contendo locação de pontos de esperas de graute dos pavimentos;
- Planta baixa contendo locação da primeira fiada através do posicionamento de blocos principais;
- Armações das elevações dos pavimentos;
- Planta de formas, cortes e armações dos demais elementos estruturais, tais como fundações, pilotis, lajes, vigas de transição, escadas, caixas de elevadores, reservatórios, muros de arrimo, dentre outros;

- Projeto de instalações: água fria, água quente, esgoto sanitário, águas pluviais, instalações de gás, instalações de combate a incêndio, instalações de ar condicionado, telefone, interfone, antenas de TV, dentre outros;
- Detalhes das instalações, tais como ramais, pia, tanque, máquina de lavar, vaso sanitário, etc.

## 2.4 – COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo Ramalho & Corrêa (2003), entende-se por um componente de alvenaria uma entidade básica, ou seja, algo que compõe os elementos que, por sua vez, compõem a estrutura. Os componentes principais da alvenaria estrutural são: blocos, ou unidades, argamassas, graute e armadura. Os elementos são uma parte suficientemente elaborada da estrutura, sendo formada por pelo menos dois componentes. Como exemplo de elementos podem ser citados: paredes, pilares, cintas, vergas, dentre outros.

### 2.4.1 – Unidade

Como componentes básicos da alvenaria estrutural, as unidades são as principais responsáveis pela definição das características resistentes da alvenaria. Neste trabalho, o termo unidade também será mencionado como bloco.

Quanto à forma, as unidades podem ser maciças ou vazadas, sendo denominadas tijolos ou blocos, respectivamente. São consideradas maciças aquelas que possuem um índice de vazios de no máximo 25% da área total. Se os vazios excederem este limite, a unidade é classificada como vazada.

Quanto ao material componente, as unidades mais utilizadas no Brasil para edificações de alvenaria estrutural são, em ordem decrescente de utilização: unidades de concreto, unidades cerâmicas e unidades sílico-calcáreas.

Devem ser considerados os seguintes parâmetros na escolha do material dos blocos:

- Precisão dimensional;
- Peso próprio;
- Normas adequadas para sistema estrutural;
- Desempenho estrutural e fator de eficiência entre blocos e paredes ( $\eta$ );
- Custo e disposição de mercado;
- Absorção d'água e umidade dos blocos;
- Estanqueidade à água;
- Conforto termo-acústico;
- Resistência ao fogo;
- Cor, textura e integridade.

Segundo Mamede (2001), as unidades mais utilizadas atualmente no Brasil para os edifícios em alvenaria estrutural são os blocos de concreto. Esta escolha reside no fato de haver normas brasileiras para o cálculo e execução com este tipo de bloco, além de os blocos de concreto atingirem resistências maiores, sendo, portanto, adequados aos edifícios mais altos.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o bloco cerâmico, apesar de ser usado em menor escala, apresenta vantagens interessantes em relação ao bloco de concreto, tais como o menor peso e conseqüentemente a facilidade de manuseio em obra, além de apresentarem melhor aspecto estético e maior conforto termo-acústico. Porém, algumas desvantagens podem ser citadas, dentre elas menor padronização, maior desperdício devido às quebras durante a fase de transporte e fator de eficiência geralmente menor. O dimensionamento de edifícios utilizando blocos cerâmicos é permitido utilizando normas internacionais, entre elas a norma britânica BS 5628 e a norma alemã DIN 1053.

Os blocos sílico-calcáreos são fabricados através da compactação de uma mistura de cal e agregados finos de areia. A consolidação dos blocos resulta num produto com elevada resistência à compressão, além de ser um material isolante e completamente branco. Atualmente, este tipo de bloco somente é encontrado na região próxima a cidade de São Paulo.

No entanto, o fator decisivo da escolha acaba sendo as condições de mercado, representado pelo custo e as condições de fornecimento do produto.

Os blocos modulares e submodulares devem atender às dimensões reais especificadas pela ABNT (1994), NBR 6136, para blocos estruturais de concreto e pela ABNT (1992), NBR 7171, para os blocos cerâmicos, representados pela Tabelas 2.1 e 2.2, respectivamente.

**TABELA 2.1:** Blocos de concreto segundo a NBR 6136.

<i>Dimensões nominais (cm)</i>	<i>Designação</i>	<i>Dimensões padronizadas (mm)</i>		
		<i>Largura</i>	<i>Altura</i>	<i>Comprimento</i>
15x20x40	M – 15	140	190	390
15x20x20		140	190	190
20x20x40	M – 20	190	190	390
20x20x20		190	190	190

**TABELA 2.2:** Blocos cerâmicos segundo a NBR 7171.

<i>Dimensões nominais (cm)</i>	<i>Designação</i>	<i>Dimensões padronizadas (mm)</i>		
		<i>Largura</i>	<i>Altura</i>	<i>Comprimento</i>
15x20x20	M – 15	140	190	190
15x20x25		140	190	240
15x20x30		140	190	290
15x20x40		140	190	390
20x20x20	M – 20	190	190	190
20x20x25		190	190	240
20x20x30		190	190	290
20x20x40		190	190	390

As Tabelas 2.3 e 2.4 apresentam um levantamento das dimensões dos blocos comumente empregados no Estado de São Paulo.

**TABELA 2.3:** Dimensões usuais de mercado para blocos de concreto.

<b><i>Espessura Nominal (cm)</i></b>	<b><i>Dimensões padronizadas (mm)</i></b>		
	<b><i>Largura</i></b>	<b><i>Altura</i></b>	<b><i>Comprimento</i></b>
15	140	190	140
	140	190	290
	140	190	440
	140	190	190
	140	190	340
	140	190	390
	140	190	540
20	190	190	190
	190	190	390

**TABELA 2.4:** Dimensões usuais de mercado para blocos cerâmicos.

<b><i>Espessura Nominal (cm)</i></b>	<b><i>Dimensões padronizadas (mm)</i></b>		
	<b><i>Largura</i></b>	<b><i>Altura</i></b>	<b><i>Comprimento</i></b>
15	140	190	140
	140	190	190
	140	190	290
	140	190	390
	140	190	440
	140	190	390
	140	190	390
20	190	190	190
	190	190	390

O levantamento dos blocos sílico-calcáreos encontrados no mercado apresentam dimensões conforme indicado na Tabela 2.5. É importante ressaltar que a ABNT (1989), NBR 10837, especifica tanto para alvenaria armada como para alvenaria não-armada, que a espessura mínima das paredes deve ser de 14 cm. Em edifícios em alvenaria estrutural com espessuras inferior a 14 cm devem ser utilizadas normas estrangeiras específicas.

**TABELA 2.5:** Dimensões usuais de mercado para blocos sílico-calcáreos.

<b><i>Espessura Nominal (cm)</i></b>	<b><i>Dimensões padronizadas (mm)</i></b>		
	<b><i>Largura</i></b>	<b><i>Altura</i></b>	<b><i>Comprimento</i></b>
12,5	115	71	240
	115	113	240
15	140	113	240

### 2.4.2– Argamassas de Assentamento

A argamassa de assentamento possui as funções básicas de solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de água e de vento nas edificações.

Para o projetista, é necessário o conhecimento da resistência média à compressão da argamassa, uma vez que a ABNT (1989) – NBR 10837, especifica diferentes valores de tensão admissível à tração e ao cisalhamento para a alvenaria em função desse parâmetro.

### 2.4.3 – Graute

Segundo Oliveira Junior (1992), a finalidade do graute é garantir a solidarização entre os blocos e a armadura inserida em seus vazios, para que ambos trabalhem de modo monolítico, aumentando a área resistente e a resistência à compressão das paredes.

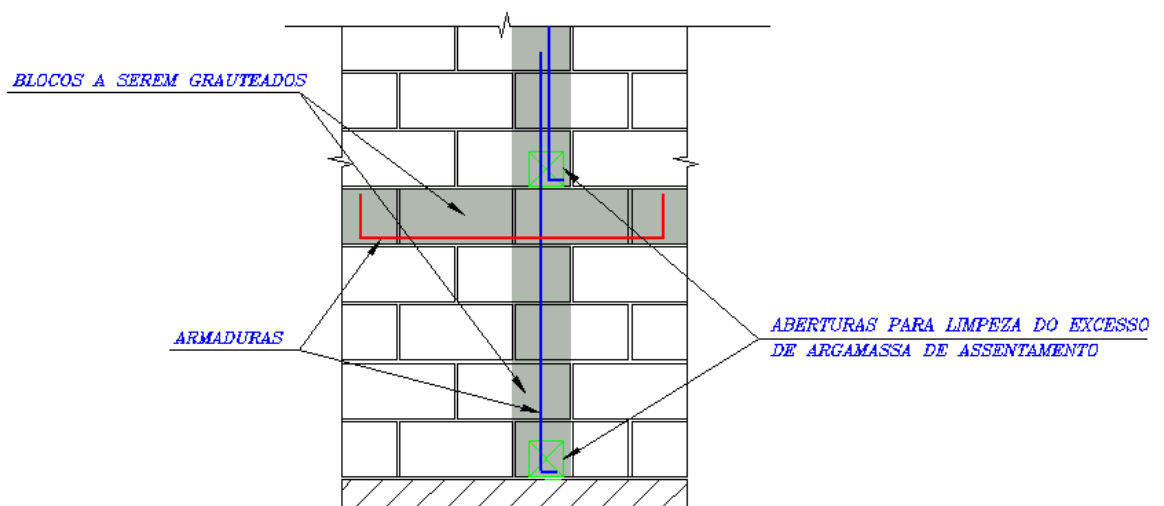
O graute é o resultado de uma mistura de cimento, cal, areia, pedra britada e água, apresentando plasticidade adequada para preencher os vazios dos blocos, ou seja, pode conter aditivos com a função de diminuir a sua retração e evitar que ocorra desligamento das paredes dos blocos.

Segundo a NBR 10837, o graute deve ter sua resistência característica maior ou igual a duas vezes a resistência do bloco.



Segundo Gaiofatto (2002), o graute também deve apresentar trabalhabilidade compatível com as reduzidas dimensões onde normalmente é executado. De acordo com o mesmo autor, outra função importante da presença de graute é a proteção às barras de armação posicionadas no interior dos blocos em regiões onde há a possibilidade de penetração de água e outros agentes agressivos advindos do ambiente.

A altura máxima permitida para lançamento do graute é 3,00 m com adensamento e 1,60 m sem adensamento, com obrigatoriedade da existência de furos de visitas (mínimo de 7,5 cm de largura x 10 cm de altura), ao pé de cada trecho a ser lançado o graute (Figura 2.1). O grauteamento deve ser executado no mínimo 24 horas após o assentamento dos blocos.



**FIGURA 2.1:** Detalhe de furo de visita.

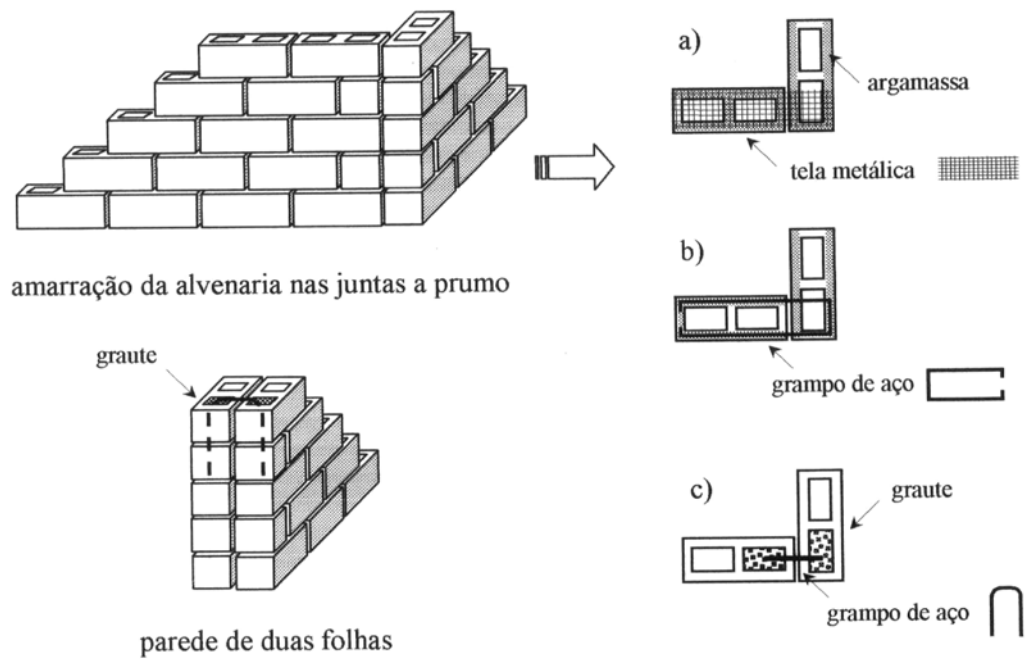
#### 2.4.4 – Armaduras construtivas

De acordo com a ABNT (1989), NBR 10837, para armaduras comprimidas, a tensão admissível à compressão nas armaduras de pilares deve ser adotada igual a 40% da tensão de escoamento mínima, não excedendo 165 MPa.

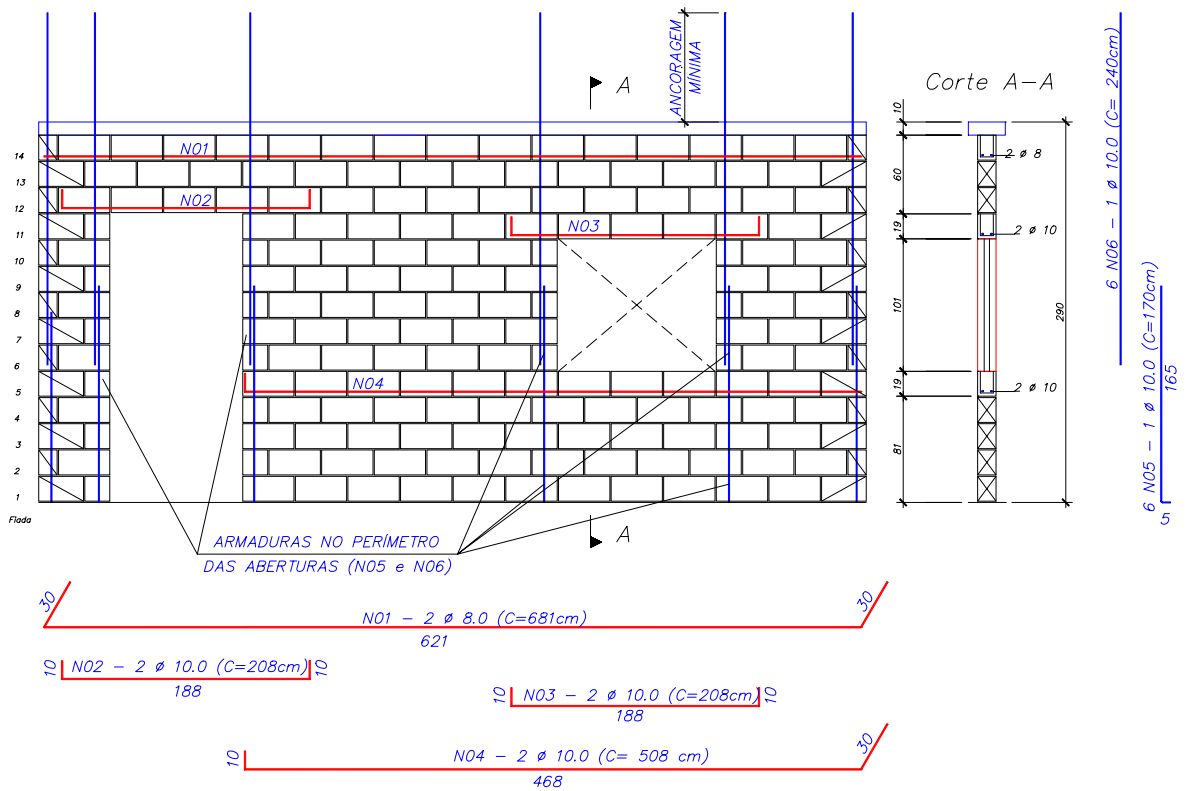
Quanto às armaduras tracionadas, a norma especifica que a tensão admissível à tração de barras com mossas cuja tensão de escoamento é maior ou igual a 412,0 MPa, e de diâmetros iguais a 32,0 mm ou menores, não deve exceder 165,0 MPa. Além disso, também é especificado que, para as barras usadas como armadura horizontal (colocadas na argamassa de assentamento), a tensão admissível deve ser limitada a 50% da tensão de escoamento do aço empregado, não excedendo 206,0 MPa. Outros tipos de armaduras tracionadas devem ter a sua tensão admissível limitada a 137,0 MPa.

A utilização de armaduras complementares, tanto na alvenaria armada quanto na alvenaria não-armada, é recomendada em alguns pontos específicos, tais como:

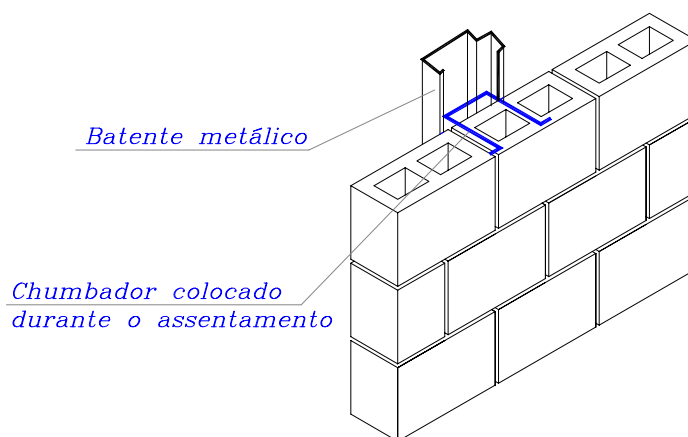
- Armaduras complementares nas juntas a prumo com a utilização de grampos, estribos e telas metálicas distribuídos entre as fiadas da argamassa de assentamento (Figura 2.2);
- Armaduras verticais e horizontais no perímetro das aberturas, contendo detalhe de comprimentos, dobras, ancoragens, etc (Figura 2.3);
- Armadura de espera para fixar batente metálico na alvenaria quando há porta de topo na parede (Figura 2.4);
- Armaduras para ligação entre alvenaria e demais elementos estruturais como vigas, escadas, fundação, muros de arrimo, caixa de elevadores, etc;
- Armaduras na argamassa para resistirem aos efeitos de temperatura, umidade, retração, etc.



**FIGURA 2.2:** Detalhe de armaduras complementares em juntas a prumo (VILATÓ, 1998).



**FIGURA 2.3:** Exemplo de elevação de parede com aberturas e detalhamento das armaduras.



**FIGURA 2.4:** Solução para fixação de aduela metálica envolvente quando o encontro ocorrer com parede lateralmente (adaptado de FRANCO *et al*, 1991).

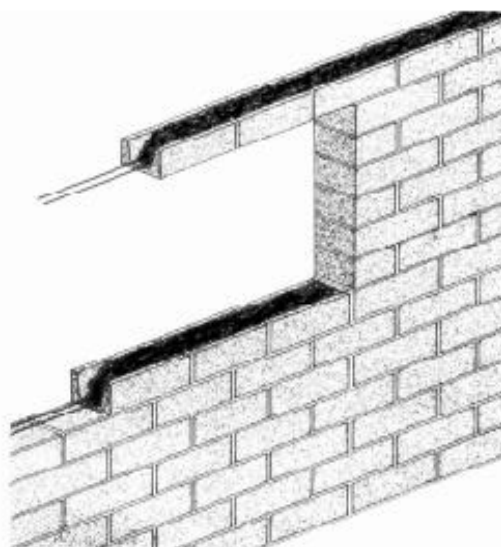
## 2.5 – ELEMENTOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

### 2.5.1 – Vergas e contravergas

A ABNT (1989), NBR 10837, define verga como sendo o elemento estrutural colocado sobre vãos de aberturas não maiores que 1,20 m, a fim de transmitir cargas verticais para as paredes adjacentes aos vãos. Contraverga é o elemento estrutural colocado sob os vãos de aberturas.

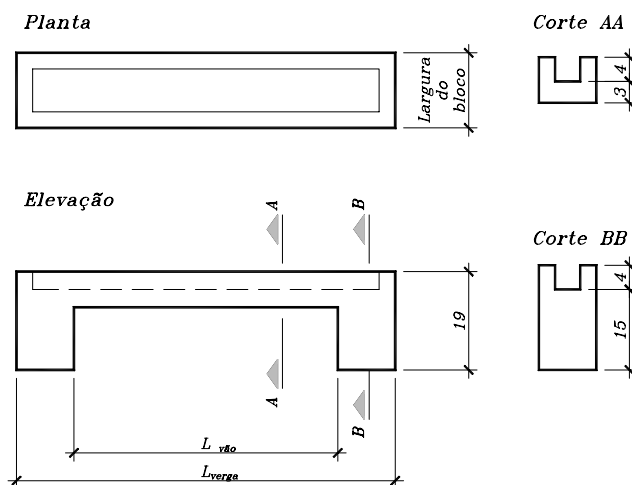
Corrêa & Ramalho (1998) afirmam que as vergas são elementos estruturais lineares destinados a suportar e transmitir ações verticais mediante um comportamento predominante à flexão. Os autores sugerem uma metodologia, baseada na NBR 10837, para o dimensionamento de vergas, sem impor limite aos vãos de aberturas.

As regiões das aberturas de portas e janelas apresentam acentuada concentração de tensões. Devido a essas tensões, nestas regiões recomenda-se a execução de vergas e contravergas para evitar o aparecimento de trincas e fissuras, devendo executá-las com um traspasse de pelo menos 30 cm da verga ou da contraverga em relação à face da abertura (Figura 2.5).



**FIGURA 2.5:** Abertura com verga (acima) e contraverga (abaixo) (ABCI, 1990).

É possível, ainda, utilizar vergas e contravergas pré-moldadas de concreto armado, como indicado na Figura 2.6. As dimensões da verga são definidas de acordo com as dimensões da abertura.



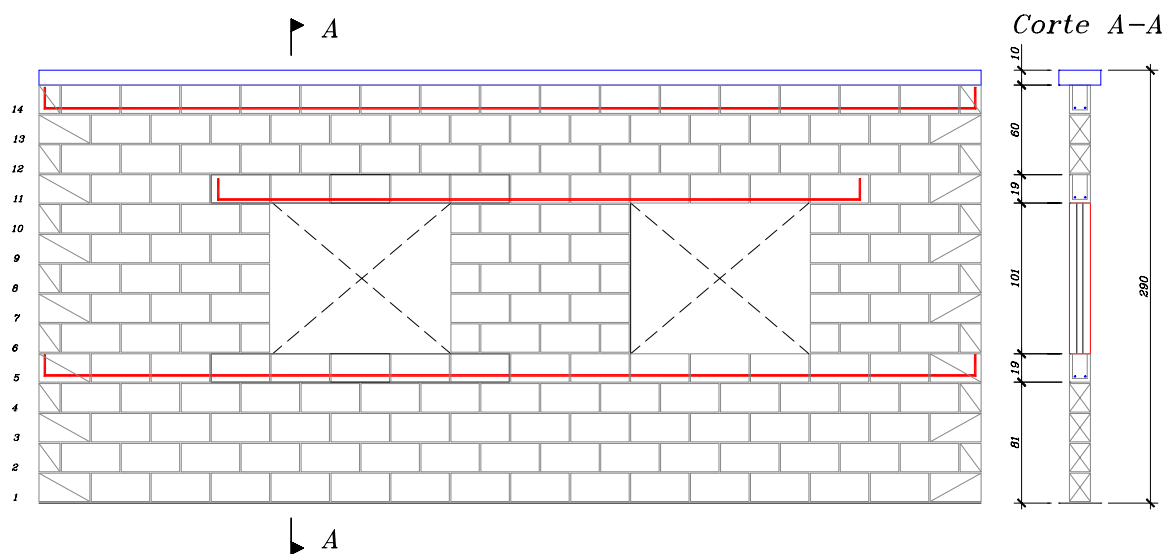
**FIGURA 2.6:** Verga pré-moldada (adaptado de MAMEDE, 2001)

### 2.5.2 – Cintas

A ABNT (1989), NBR 10837, define cinta como sendo o elemento estrutural apoiado continuamente na parede, ligado ou não às lajes ou às vergas das aberturas, e que transmite cargas para as paredes resistentes.

A principal função da cinta é garantir o travamento da parede, suportando e distribuindo os esforços, de forma que as paredes recebam cargas uniformemente distribuídas. Além disso, a cinta também é eficaz no controle de efeitos de variação volumétrica.

No caso de aberturas adjacentes e próximas, recomenda-se que as vergas e contravergas sejam executadas unidas para evitar a concentração de tensões e conseqüentes sobrecargas aos blocos estruturais, além da facilidade construtiva, como indicado no exemplo da elevação na Figura 2.7. A ABNT (1989), NBR 10837, especifica que existam cintas contínuas em todas as paredes externas e internas solidárias com as lajes e que absorvam as cargas horizontais, entre elas a ação do vento e empuxos. Portanto, recomenda-se a utilização de cinta intermediária na fiada das contravergas das janelas, normalmente 5ª ou 6ª fiada. É importante que a arquitetura padronize as alturas do peitoril das janelas para evitar interrupções nesta cinta.

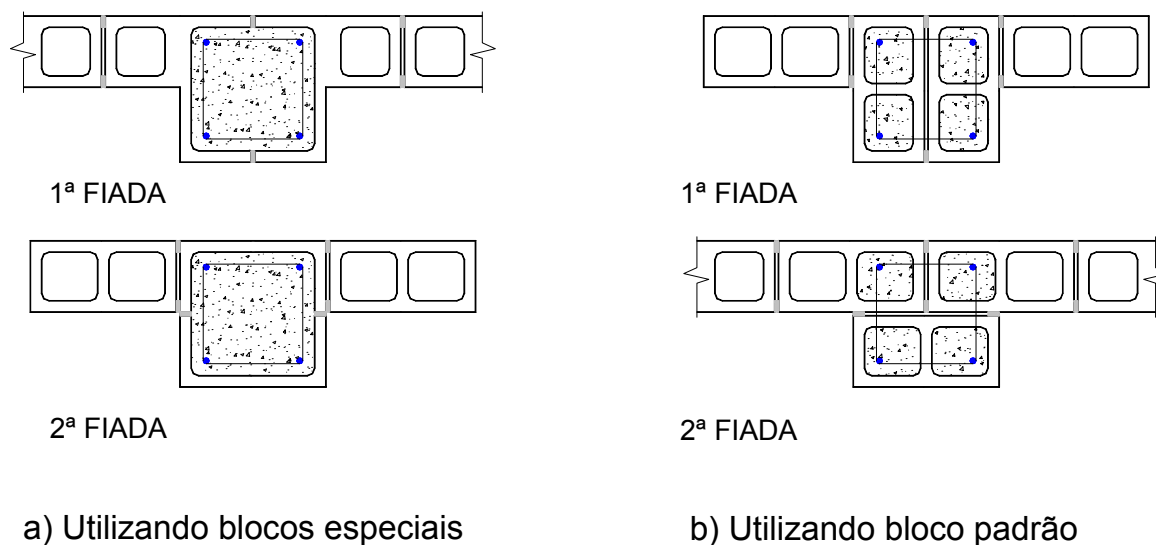


**FIGURA 2.7:** Utilização de cintas em aberturas adjacentes e próximas.

### 2.5.3 – Pilares

A realização de pilares em alvenaria é possível através da utilização de blocos específicos fornecidos por alguns fabricantes (Figura 2.8a) ou através da utilização somente de blocos padrões usados no assentamento da

alvenaria (Figura 2.8b). Os estribos devem estar dispostos nas juntas, espaçados de acordo com a modulação vertical, normalmente igual a 20 cm.



**FIGURA 2.8:** Pilares em alvenaria estrutural armada  
(adaptado de Franco *et al*, 1991).

## 2.6 – PRINCÍPIOS DA MODULAÇÃO E DA AMARRAÇÃO

Segundo Franco *et al* (1991), modulação consiste num sistema de medidas das quais os componentes da edificação são múltiplos ou submúltiplos, resultando num sistema coordenado dimensionalmente, em todas as suas etapas.

Franco (1992) considera as seguintes vantagens da adoção de coordenação dimensional:

- Simplificação da atividade de elaboração do projeto;
- Padronização dos materiais e componentes;
- Possibilidade de normalização, tipificação, substituição e composição entre os componentes padronizados;
- Diminuição dos problemas de interfaces dos componentes, elementos e subsistemas;
- Facilidade na utilização de técnicas pré-definidas, facilitando inclusive o controle da produção;
- Redução dos desperdícios com adaptações;

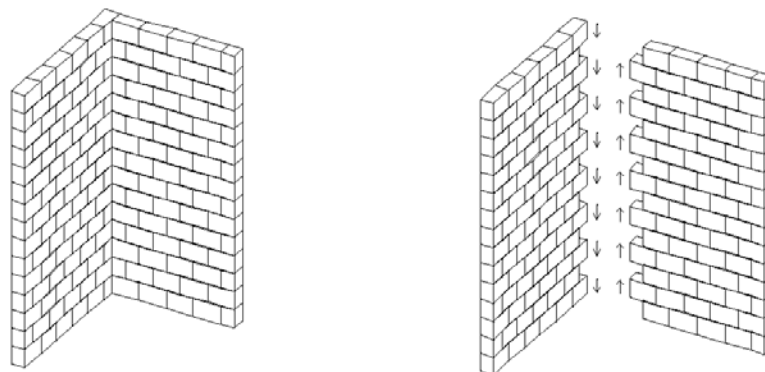
- Maior precisão dimensional;
- Diminuição de erros da mão-de-obra, com o conseqüente aumento da qualidade e da produtividade.

É importante que o arquiteto, em conjunto com o profissional do projeto estrutural, estabeleça malhas modulares segundo os planos horizontal e vertical. Franco *et al* (1991) apresentam que, entre os fatores relevantes às modulações vertical e horizontal, destaca-se principalmente a coordenação modular e a compatibilização dos elementos pré-fabricados.

Segundo Mamede (2001), para iniciar o processo de modulação, parte-se da escolha das dimensões do bloco, tendo sempre em mente que a coincidência do módulo longitudinal com a espessura da parede. Esta medida evita o uso de blocos especiais, os quais podem elevar o custo final da obra. Por isso, recomenda-se que a dimensão do comprimento do bloco seja múltipla da espessura, evitando a utilização de blocos especiais. Porém, quando isto não é viável, é possível empregar blocos especiais que garantam a amarração eficiente da alvenaria.

Segundo Franco *et al* (1991), o fator fundamental para garantir os coeficientes de segurança estimadas no dimensionamento é a amarração adequada das paredes. A amarração direta consiste no entrosamento alternado entre as fiadas, evitando as juntas a prumo durante a modulação de uma planta (Figura 2.9).

Ramalho & Corrêa (2003) afirmam que somente haverá espalhamento de carga através de um canto se nesse ponto puderem se desenvolver forças de interação.



**FIGURA 2.9:** Interação entre paredes nos cantos (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

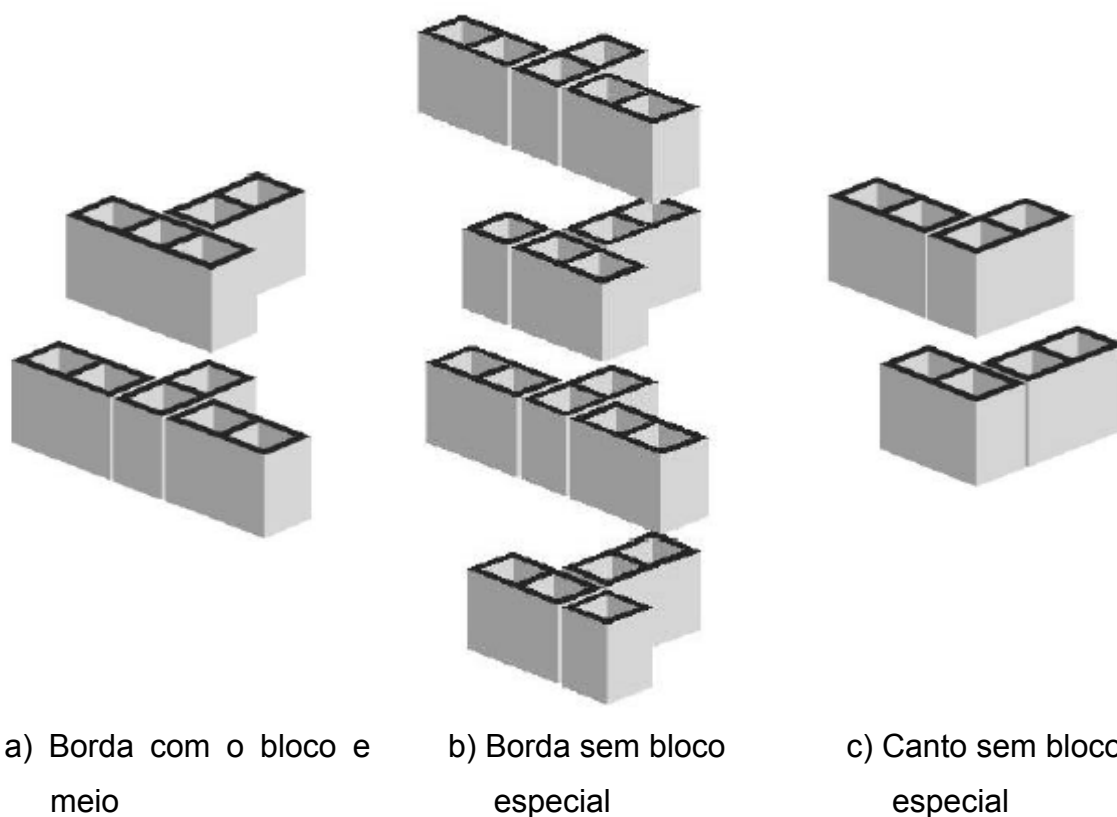


## 2.6.1 – Modulação horizontal

Apresenta-se a seguir alguns arranjos possíveis entre blocos das modulações longitudinais de 12,5, 15 e 20 cm.

### 2.6.1.1 – Modulação longitudinal e espessura iguais

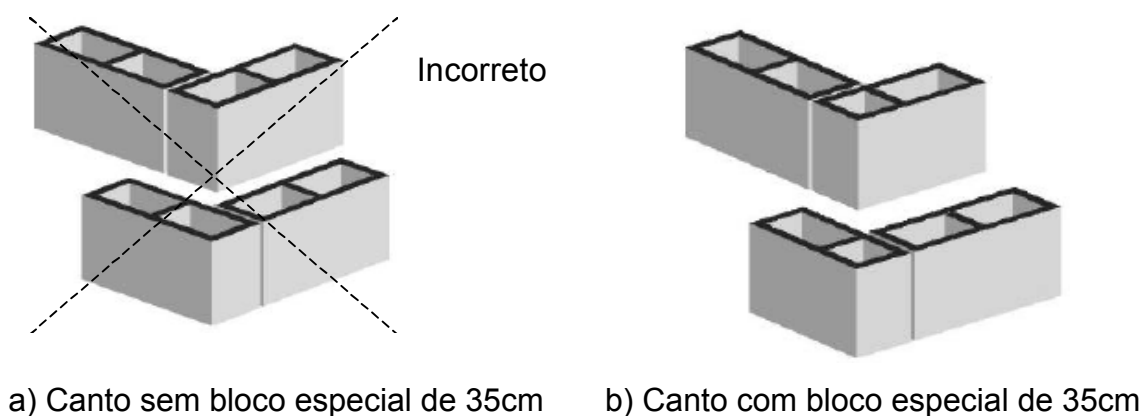
Para facilitar as amarrações dos encontros em bordas de paredes, recomenda-se utilizar o bloco e meio, também conhecido como bloco de 3 furos, conforme indicado na Figura 2.10a. Caso contrário, é possível realizar a amarração destes encontros através da superposição de blocos como o apresentado na Figura 2.10b. Essa solução ocasiona o aparecimento de juntas a prumo por três fiadas consecutivas, proporcionando uma amarração menos eficaz que a que utiliza o bloco e meio, além de dificultar o detalhamento do projeto e aumentar as possibilidades de erros de execução. Já a Figura 2.10c apresenta a amarração de cantos das paredes.



**FIGURA 2.10:** Soluções para bordas e cantos utilizando modulação 15 cm (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

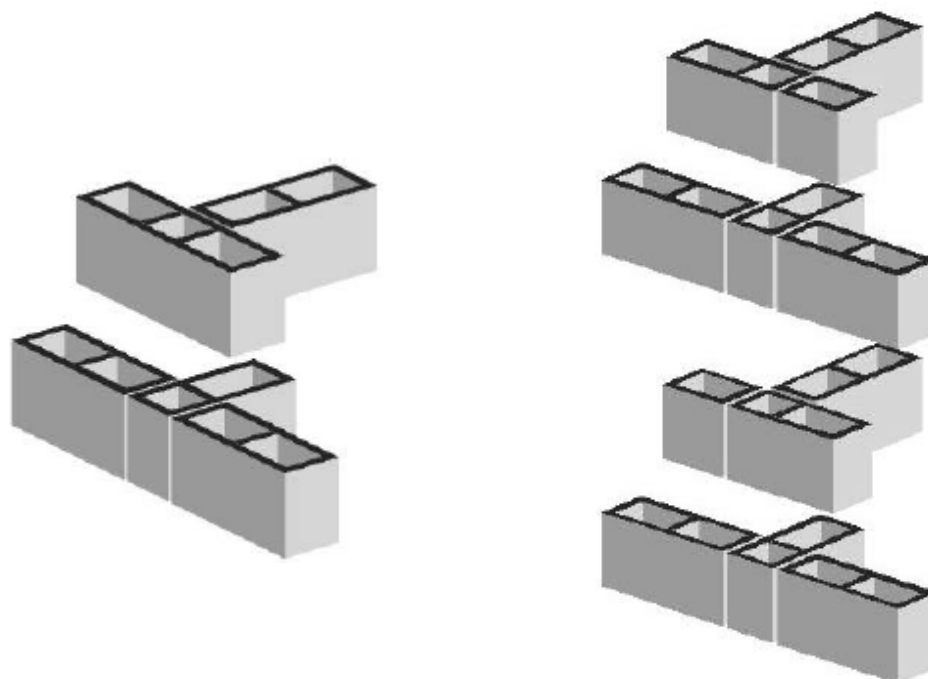
### 2.6.1.2 – Modulação longitudinal de 20 cm e espessura de 15 cm

Caso seja prevista esta modulação, é necessário utilizar blocos especiais que compensem a diferença entre a espessura e o comprimento dos blocos usuais, garantindo a superposição entre os septos dos blocos e, evitando-se assim, problemas para a modulação e para a transmissão de cargas através desses septos. A Figura 2.11a apresenta a alternativa que não deve ser utilizada e a Figura 2.11b apresenta a alternativa correta a ser executada utilizando blocos especiais.



**FIGURA 2.11:** Soluções para cantos utilizando modulação 20 cm e espessura 15 cm (adaptado de RAMALHO & CORRÊA, 2003).

O mercado brasileiro dispõe de blocos especiais para amarração com comprimento longitudinal de 35 cm e 55 cm. A amarração de bordas com a utilização apenas do bloco de 35 cm (Figura 2.12b) ocasiona o aparecimento de juntas a prumo por três fiadas consecutivas. Nesse caso, a utilização do bloco e meio (Figura 2.12a) proporciona uma amarração mais eficaz.



a) Borda com bloco de 55cm

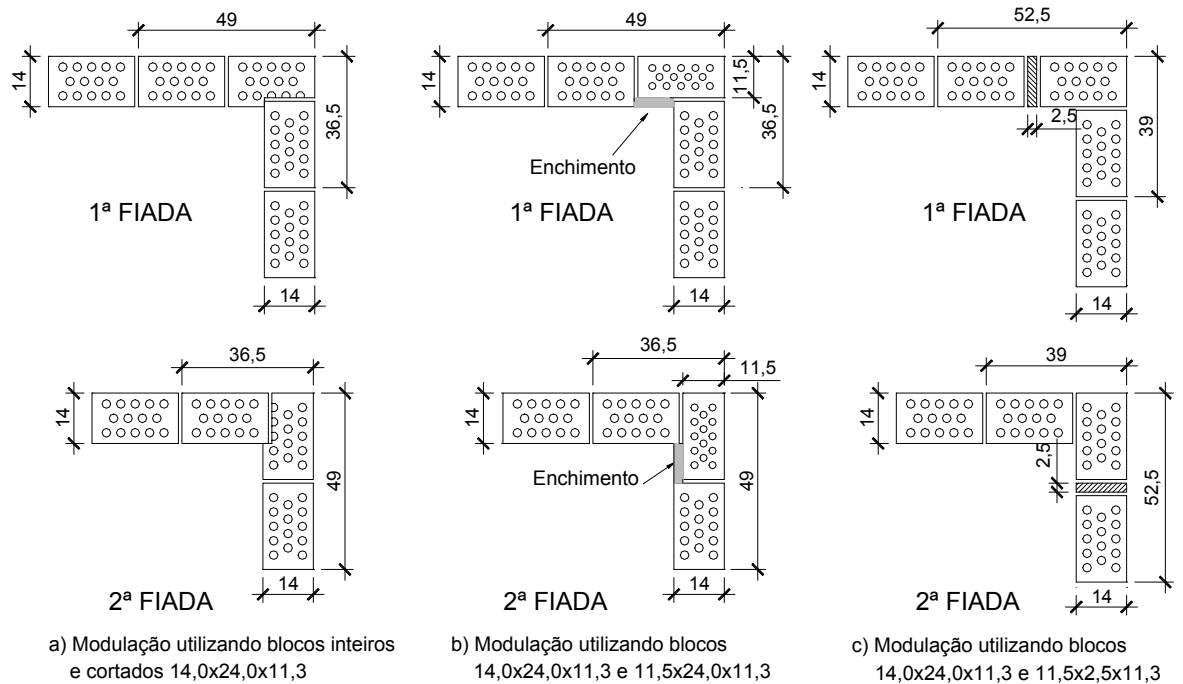
b) Borda sem bloco de 55cm

**FIGURA 2.12:** Soluções para bordas utilizando modulação 20 cm e espessura 15 cm (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

### 2.6.1.3 – Modulação longitudinal 12,5 cm e espessura 15 cm

Caso seja prevista esta modulação, é necessário utilizar alguns recursos que compensem a diferença entre a espessura e o comprimento dos blocos usuais. A primeira possibilidade seria utilizando o corte de blocos nos encontros (Figura 2.13a), diminuindo a produtividade na execução dos serviços e aumentando o desperdício. Outra solução é a utilização de blocos com espessura de 12,5 cm nos encontros, havendo a necessidade de executar enchimento (Figura 2.13b). Também é possível utilizar um bloco compensador de 2,5 cm de comprimento, garantindo o intertravamento entre os blocos (Figura 2.13c).

Normalmente esta modulação é disponibilizada pelo mercado de blocos sílico-calcáreos, encontrados atualmente em São Paulo.



**FIGURA 2.13:** Soluções para cantos utilizando a modulação 12,5 cm e espessura 15 cm.

## 2.6.2 – Modulação vertical

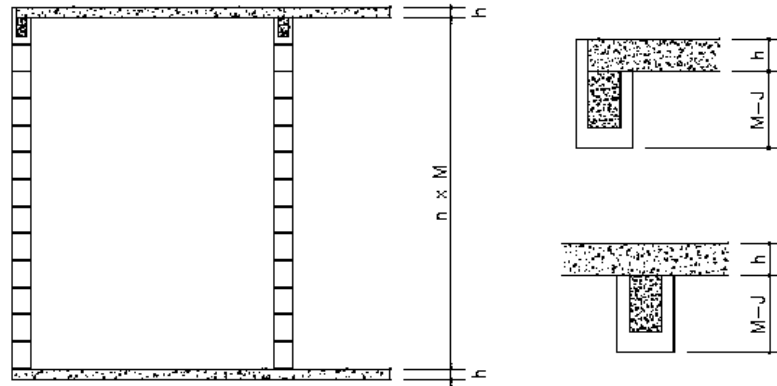
A modulação vertical raramente provoca mudanças significativas na arquitetura pretendida. A determinação do pé-direito fica definida pela altura dos blocos, pela espessura das juntas e pelas exigências às prescrições previstas na legislação em vigor.

O valor do módulo mais adequado na vertical é 20 cm, conforme Mamede (2001), permitindo uma grande flexibilidade com relação às aberturas da edificação.

As situações importantes da modulação vertical ocorrem com as aberturas das esquadrias e com as lajes. Os vãos para fixação das esquadrias devem ser compatíveis com as modulações horizontal e vertical.

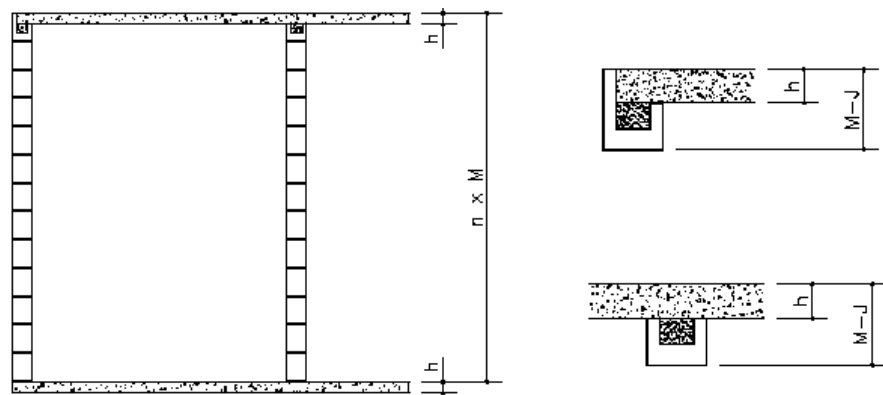
Quanto à modulação do pé-direito, admite-se basicamente duas formas de realizá-la. A primeira, apresentada na Figura 2.14, é aquela onde a distância modular é aplicada de piso a teto. Assim, paredes de extremidades terminam com um bloco jota que tem uma das suas paredes com uma altura maior que o convencional, de modo a acomodar a altura da laje. Já as paredes

internas têm sua última fiada formada por blocos canaleta comuns (RAMALHO & CORRÊA, 2003).



**FIGURA 2.14:** Modulação de piso a teto (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

Os mesmos autores também apresentam a segunda possibilidade da modulação vertical utilizando a distância modular piso a piso, apresentado na Figura 2.15. Na última fiada das paredes externas utilizam-se blocos jota com uma das paredes com altura menor que a convencional, de forma a propiciar a acomodação da espessura da laje. Já as paredes internas apresentarão blocos compensadores em sua última fiada, para permitir o ajuste da distância de piso a teto, que não estará modulada. Esta solução permite, na falta de blocos especiais específicos, que os blocos jota e compensador sejam substituídos por blocos canaleta cortados no canteiro.



**FIGURA 2.15:** Modulação de piso a piso (RAMALHO & CORRÊA, 2003).

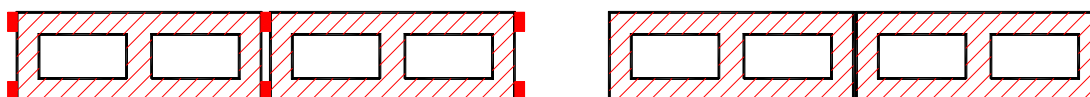
## 2.7 – JUNTAS

### 2.7.1 – Juntas de assentamento

De acordo com Thomaz & Helene (2000), as juntas de assentamento facilitam a redistribuição de tensões provenientes de cargas verticais ou introduzidas por deformações estruturais e movimentações higrotérmicas, enquanto que as juntas aprumadas não propiciam o devido espalhamento das tensões, tendendo as paredes a trabalharem isoladas.

Conforme especificado pela ABNT (1985), NBR 8798, os cordões devem ter espessura tal que, após o assentamento dos blocos, as juntas resultantes tenham espessura de  $10 \pm 3$  mm, proibindo-se calços de qualquer natureza. A Norma também especifica que a argamassa deve ser aplicada em todas as paredes do bloco para formação da junta horizontal, e em dois cordões verticais nos bordos de uma das extremidades do bloco para formação da junta vertical, como indicado na Figura 2.16a.

Ainda segundo Thomaz & Helene (2000), a ausência da argamassa nas juntas verticais (“juntas secas”) reduz significativamente a resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termo-acústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões que atuam nas paredes. Dessa forma, evita-se a adoção de “juntas secas” (Figura 2.16b) nas alvenarias estruturais.



a) Aplicação de cordão de argamassa entre os blocos na horizontal e na vertical

b) Aplicação de cordão de argamassa entre os blocos somente na horizontal (“junta seca”)

**FIGURA 2.16:** Distribuição da argamassa de assentamento.

O traço da argamassa deverá ser estabelecido em função das diferentes exigências de aderência, impermeabilidade da junta, poder de retenção de água, plasticidade requerida para o assentamento e módulo de deformação. O valor da tensão característica da argamassa utilizado no

dimensionamento da estrutura deve ser especificado no projeto estrutural das alvenarias e controlado em obra através da realização de ensaios em laboratório.

### **2.7.2 – Juntas de movimentação e de controle**

Segundo Vilató & Franco (1998), as juntas de movimentação têm por função limitar as dimensões do painel de alvenaria a fim de que não ocorram elevadas concentrações de tensões em função das deformações intrínsecas do mesmo. Estas deformações podem ter sua origem em movimentações higroscópicas, em variações de temperatura ou em processos químicos, como reações de expansão de materiais presentes nas juntas ou em blocos.

Cada movimento na parede é controlado em alguma extensão pelo grau de restrição ao qual a alvenaria está submetida. Aliás, o efeito real do movimento para o mesmo nível de restrição pode variar de acordo com a forma geral do prédio e, em muitos casos, não pode ser quantificado. Pela quantidade de fatores envolvidos, a definição da magnitude das deformações que sofre a parede é um problema complexo que não pode ser resolvido pela simples adição ou subtração dos valores individuais de movimento térmico, movimento por variações de umidade, fluência, deformação imposta, etc.

A fim de se evitar a ocorrência de fissuras e destacamentos provocados por movimentações dos materiais, Thomaz & Helene (2000) recomendam a inserção de juntas de movimentação sempre que houver mudanças na espessura das alvenarias, ou sempre que as paredes forem muito longas. Neste caso, evita-se que os espaçamentos sejam superiores aos valores indicados na Tabela 2.6.

Na alvenaria de blocos de concreto a tendência fundamental é que o material sofra retração reversível, enquanto que na alvenaria cerâmica a principal causa de movimento é a expansão por variações de umidade e temperatura. O princípio básico consiste em que a distância entre juntas de movimentação vertical seja tal que a deformação longitudinal induzida na parede não seja maior que sua capacidade de deformação.

**TABELA 2.6:** Espaçamentos máximos para juntas de controle em alvenaria (THOMAZ & HELENE, 2000).

<i>Blocos ou tijolos assentados com argamassa mista; paredes revestidas/ Impermeabilizadas</i>	<i>Comprimento máximo da parede ou distância máxima (D) entre juntas de controle (em metros)</i>							
	<i>Paredes internas</i>				<i>Paredes externas</i>			
	<i>sem aberturas</i>		<i>com aberturas</i>		<i>sem aberturas</i>		<i>com aberturas</i>	
	<i>b ≥ 14</i>	<i>b &lt; 14</i>	<i>b ≥ 14</i>	<i>b &lt; 14</i>	<i>b ≥ 14</i>	<i>b &lt; 14</i>	<i>b ≥ 14</i>	<i>b &lt; 14</i>
Barro cozido	15	12	12	10	11	9	9	8
Cerâmica	12	10	10	8	9	8	8	7
Concreto, sílica-cal	10	8	9	7	8	7	7	6
Concreto celular	9	7	8	6	7	6	6	5
Solo-cimento	7	6	6	5	5	4	4	4

Observações:

- b – largura do bloco em centímetro;
- Se as paredes forem dotadas de telas ou armaduras contínuas, em todas as juntas de assentamento, as distâncias acima poderão ser acrescidas em 50%;
- Existindo junta na estrutura, deverá haver junta correspondente na parede;
- Nos casos gerais, recomenda-se que a distância máxima entre elementos contraventantes ao longo das paredes (pilaretes, paredes perpendiculares, etc) não ultrapasse  $0,9 D^{0,75}$  (paredes internas) ou  $0,8.D^{0,75}$  (paredes externas).

Nas Figuras 2.17 e 2.18 são apresentadas situações para as quais normalmente se especifica a definição de juntas de movimentação. Vilató & Franco (1998) afirmam que a situação apresentada na Figura 2.10 normalmente é solucionada através da localização de reforços no perímetro das aberturas.



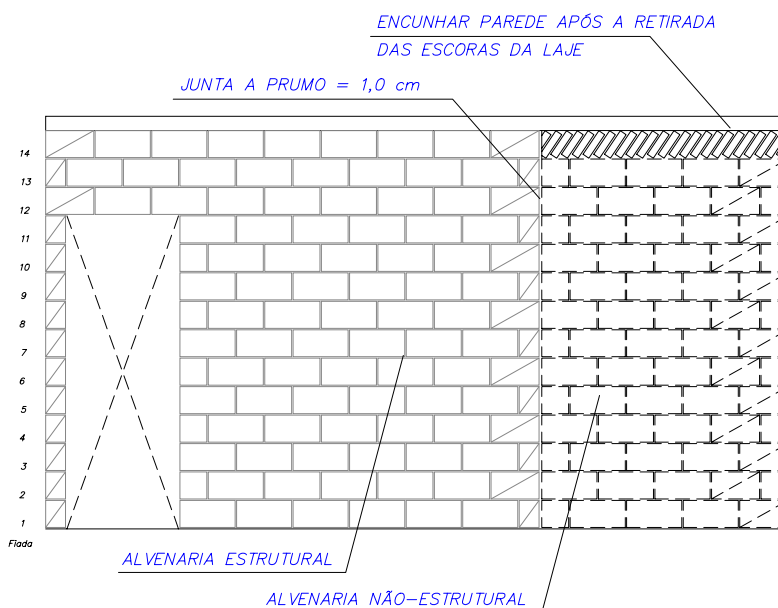


FIGURA 2.17: Detalhe de encontro de alvenaria estrutural com alvenaria não-estrutural.

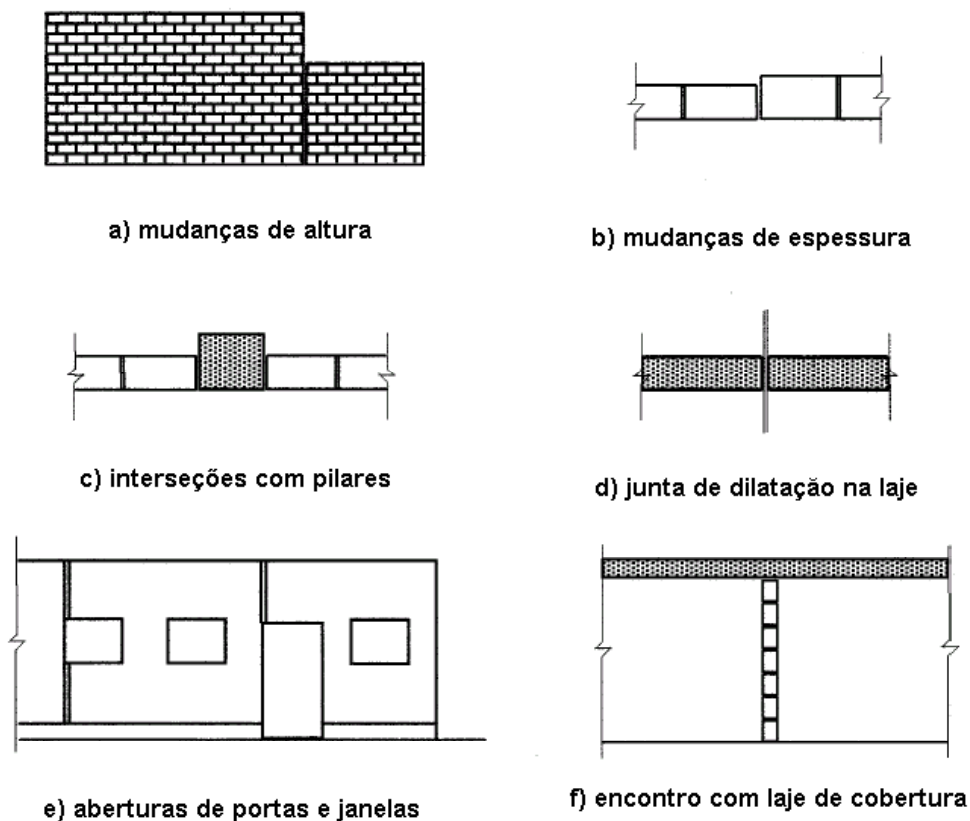
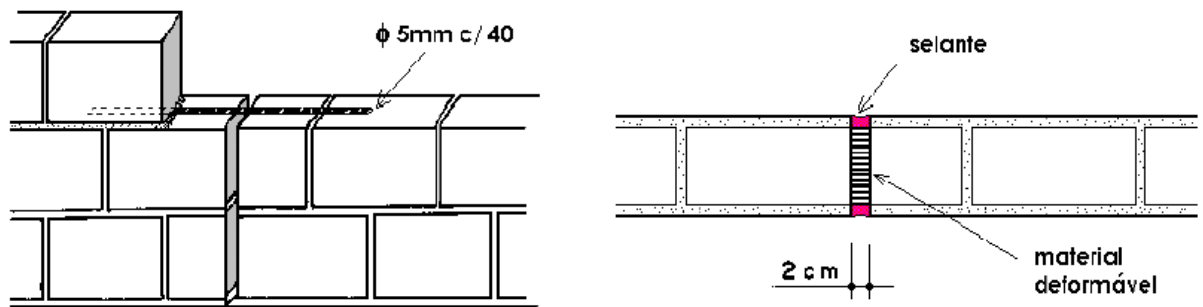


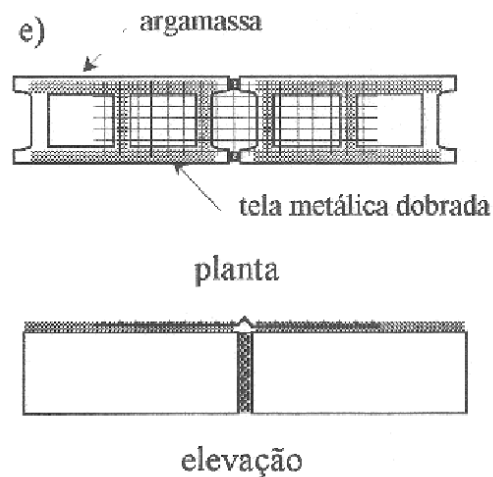
FIGURA 2.18: Localização das juntas de movimentação e de controle (adaptado de CURTIN *et al* (1984) *apud* VILATÓ & FRANCO, 1998).

Para se obter ancoragem mecânica entre os trechos de parede onde há necessidade de juntas de movimentação e de controle, podem ser empregados fios de aço  $\phi$  3,8, 4,2 ou 5,0 mm, com espaçamento entre uma ou

duas fiadas, conforme observa-se na Figura 2.19. O preenchimento da junta deve ser realizado com material deformável (poliestireno ou poliuretano expandido, cortiça) e seu acabamento pode ser realizado com selante ou “mata-junta”. Outra solução adotada por Vilató & Franco (1998) é a utilização de tela metálica (Figura 2.20) Ambas soluções são comumente empregadas devido à simplicidade do conector e à facilidade de execução.



**FIGURA 2.19:** Junta de controle através de barras de aço (THOMAZ & HELENE, 2000).



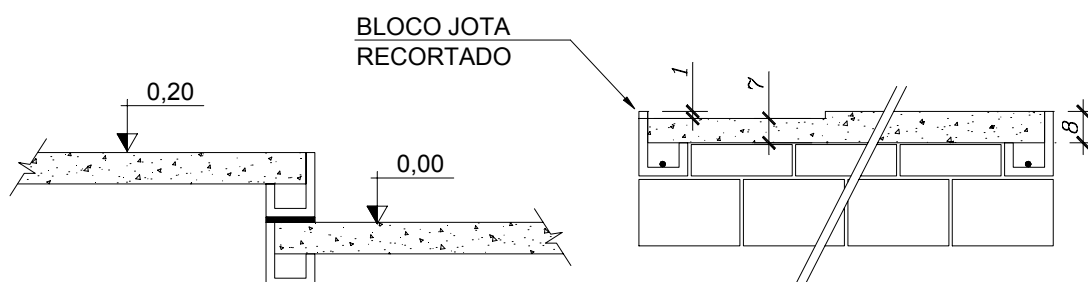
**FIGURA 2.20:** Junta de controle através de tela metálica (VILATÓ & FRANCO, 1998).

## 2.8 – DETALHES CONSTRUTIVOS

A seguir, apresentam-se alguns detalhes construtivos relativos ao detalhamento do projeto executivo, visando a racionalização do processo construtivo.

### 2.8.1 – Desnível entre lajes

É desejável para a racionalização do processo evitar o corte dos componentes ou realizar enchimentos dos ajustes. A utilização de blocos jota permite que sejam feitos pequenos desníveis de piso ou degraus nas lajes, como indicado na Figura 2.21.



**FIGURA 2.21:** Desnível e degrau obtidos com o bloco “jota”  
(adaptado de FRANCO et al, 1991).

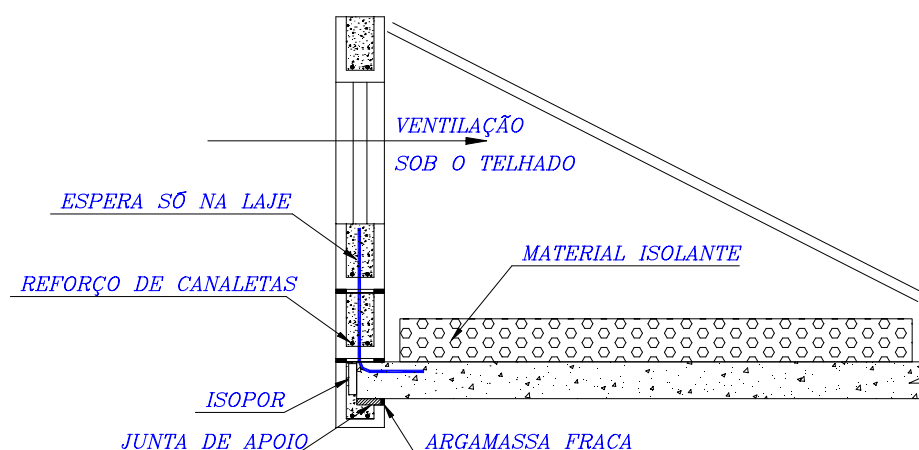
### 2.8.2 – Laje de cobertura e platibanda

Segundo Thomaz & Helene (2000), as alvenarias do último pavimento são em geral muito solicitadas pelas movimentações térmicas das lajes de cobertura. Neste aspecto, alguns cuidados podem ser tomados para minimizar a ocorrência de problemas, como:

- Evitar ou reduzir o efeito da variação volumétrica da laje através de cuidados como sombreamento, ventilação e isolamento térmico da laje de cobertura. O isolamento da laje pode ser feito através do emprego de materiais como o isopor e a argila expandida (Figura 2.22);

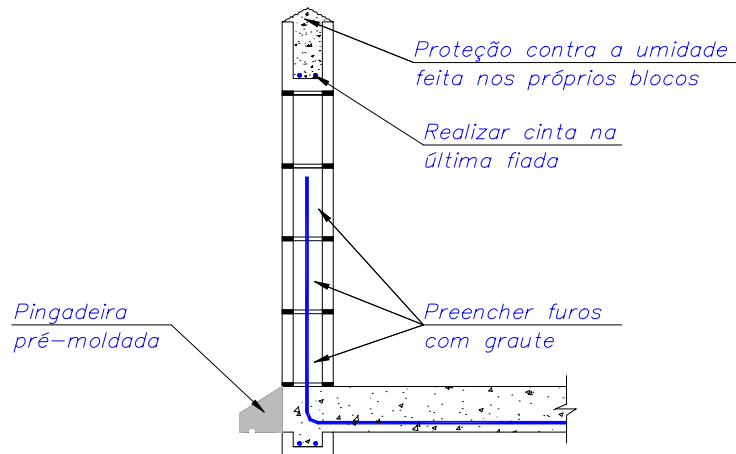
- Reduzir a dilatação da platibanda através da amarração das bordas com ferragem na laje ligada a cinta, como proposto na Figura 2.23, além da criação de juntas de movimentação conforme descrito no item 2.7.2 deste trabalho;
- Adotar apoios deslizantes entre a laje e a alvenaria utilizando materiais como mantas asfálticas, teflon, neoprene ou camada dupla de manta de PVC, permitindo que ocorra a variação volumétrica da laje sem causar fissuras nas alvenarias (Figura 2.24a);

Para evitar grandes solicitações às paredes em função da retração do concreto da laje de cobertura, caso não sejam previstas juntas de dilatação definitivas, poderá ser adotada junta de retração provisória, também representada na Figura 2.24b. Nesta circunstância, de sete a dez dias após a concretagem da laje, seria complementado o lançamento de concreto no espaço originalmente reservado para a junta provisória.

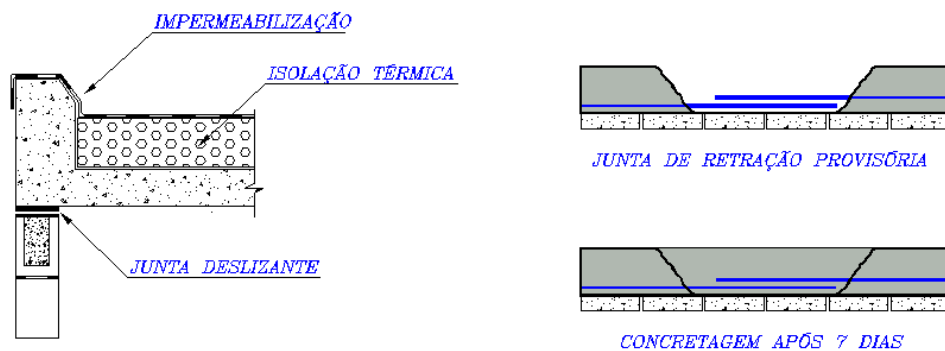


**FIGURA 2.22:** Cuidados para reduzir o efeito da variação volumétrica da laje.

Fonte: <http://www.bricka.com.br/downloads/alv-tec.pdf>



**FIGURA 2.23:** Detalhe da platibanda: solidarização da armadura da laje, detalhe de realização de cinta e de estanqueidade do respaldo.



a) Ligação através de apoio deslizante

b) Junta de retração provisória

**FIGURA 2.24:** Apoio deslizante e junta de retração provisória em laje de cobertura (adaptado de THOMAZ & HELENE, 2000).

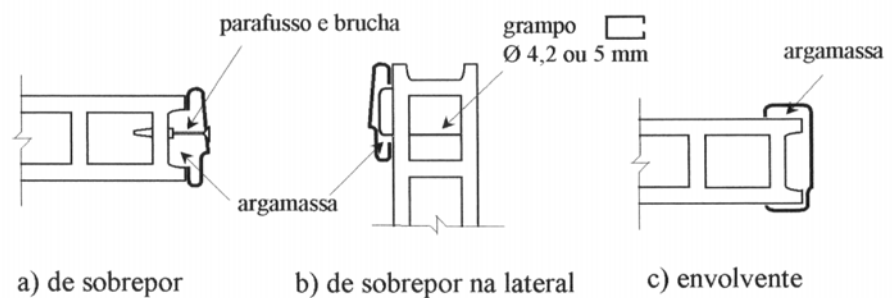
### 2.8.3 – Acabamentos das janelas

Para garantir as técnicas construtivas dos edifícios de alvenaria, é necessário prever as compatibilidades entre os diversos elementos utilizados na edificação. Por isso, a escolha da dos caixilhos a serem empregados influencia nos aspectos relacionados aos seguintes fatores:

- Dimensões das aberturas da edificação;
- Interferências com as demais etapas da obra;
- Facilidade construtiva;

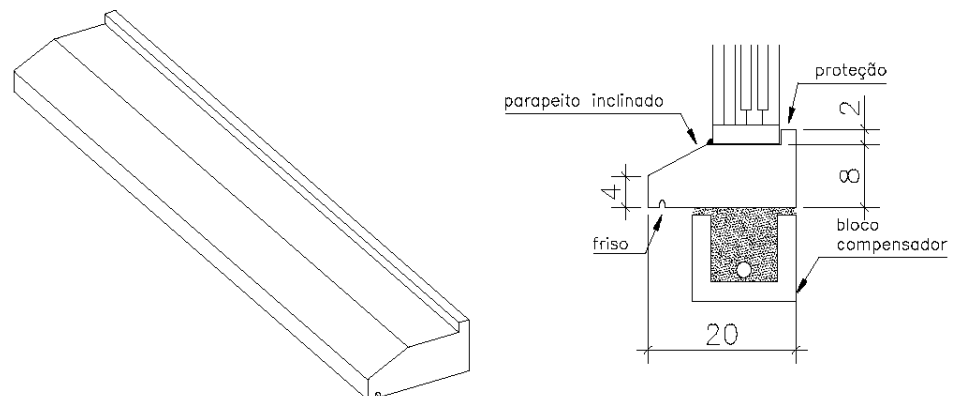
- Custo da obra.

Os materiais mais comumente empregados são os caixilhos metálicos envolventes, metálicos não-envolventes e de madeira. O projetista deve verificar os vãos que devem ser deixados na alvenaria para a fixação do caixilho, considerando os detalhes de ligação entre contra-marco e parede. A Figura 2.25 sugere algumas soluções que podem ser empregadas na escolha dos caixilhos.



**FIGURA 2.25:** Detalhe de fixação de batente de porta (VILATÓ, 1998).

Para melhorar a estanqueidade das esquadrias, é possível a utilização de pingadeiras pré-moldadas, como indicado na Figura 2.26. As pingadeiras podem ter rebaixos, frisos, saliências e inclinações, garantindo a modulação vertical das janelas.



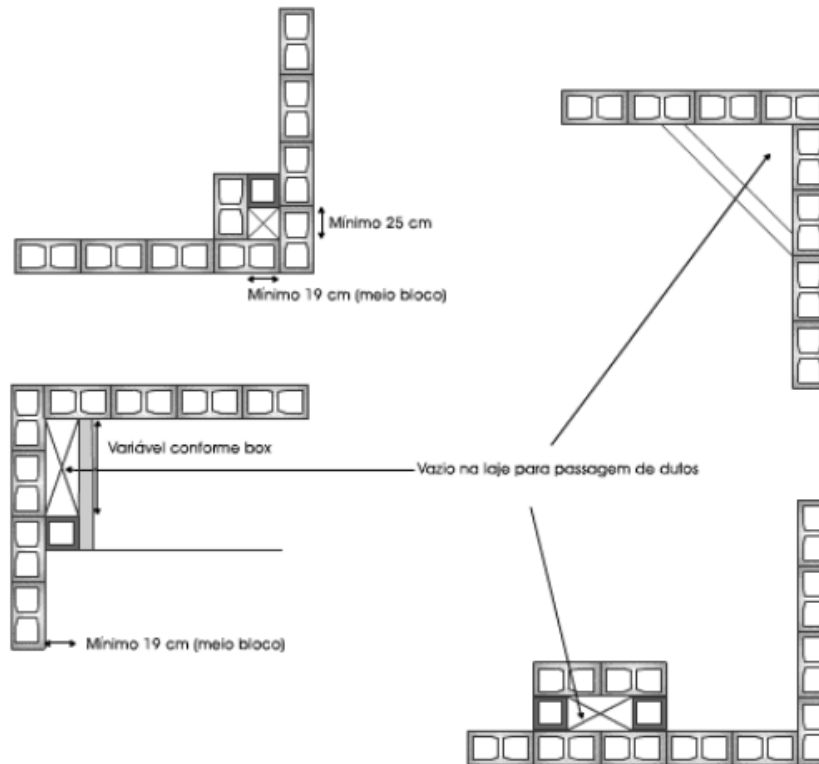
**FIGURA 2.26:** Pingadeira pré-moldada (MAMEDE, 2001).

#### 2.8.4 – Instalações hidro-sanitárias

Segundo a ABNT (1989), NBR 10837, não são permitidos condutores de fluidos embutidos nas paredes de alvenaria. Também constam na mesma norma que não são permitidas canalizações embutidas horizontalmente nos pilares de alvenaria.

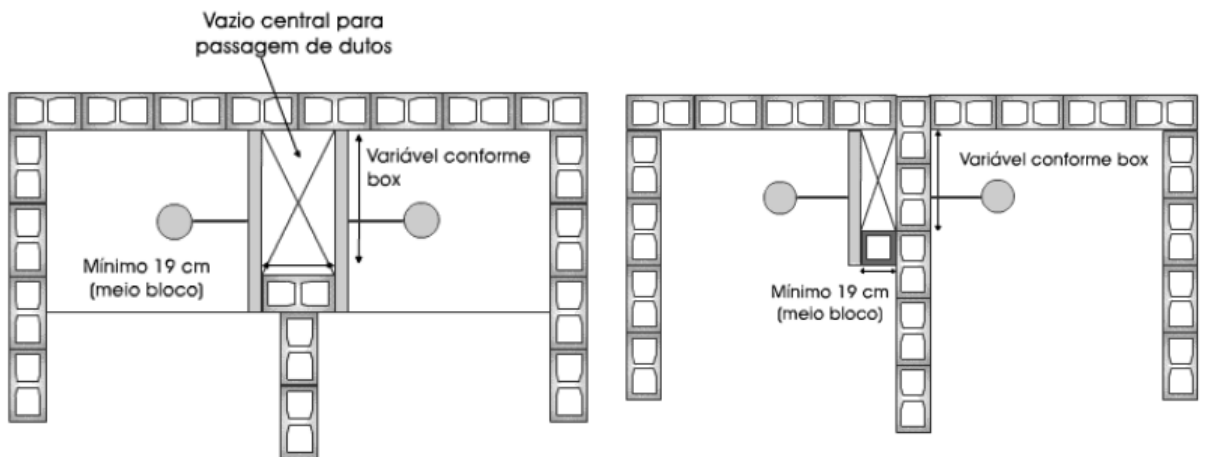
Uma alternativa para a passagem da instalação hidráulica, sem interferir no sistema construtivo e na segurança estrutural da edificação, é a utilização de "shafts", conforme indicado nas Figuras 2.27 e 2.28. Deve-se prestar atenção quanto à sua localização e dimensões, onde o arquiteto deve procurar agrupar ao máximo as instalações, ou seja, projetar áreas molhadas tão próximas quanto possíveis. Além desta alternativa, outras podem ser tomadas como:

- Realizar o embutimento das instalações através de rasgos em paredes não-estruturais, ou seja, paredes que não estejam recebendo carregamentos de lajes, de outras paredes ou de qualquer outro elemento estrutural;
- Aumentar a espessura do revestimento em determinado trecho por onde passa a tubulação, fazendo-se enchimento, que fica externo ao bloco, sem que comprometa os aspectos arquitetônicos (Figura 2.29);
- Utilização de blocos e vigas hidráulicos no sentido vertical em paredes não-estruturais (Figura 2.30);
- Emprego de paredes duplas (Figura 2.31);
- Emprego de tubulações aparentes;
- Rebaixo na laje (redução de espessura);
- Emprego de rodapé e rodaforno.



**FIGURA 2.27:** Exemplos de “shafts”.

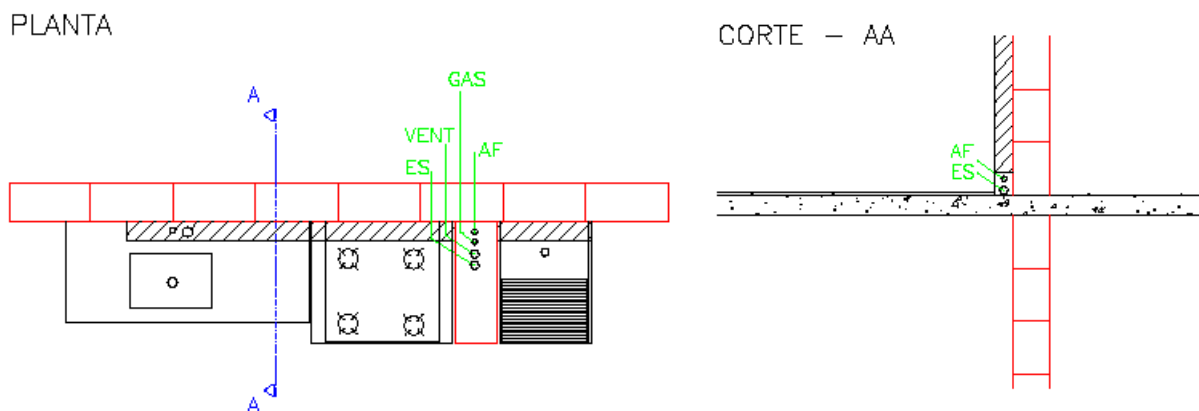
Fonte: <http://www.bricka.com.br/downloads/alv-tec.pdf>



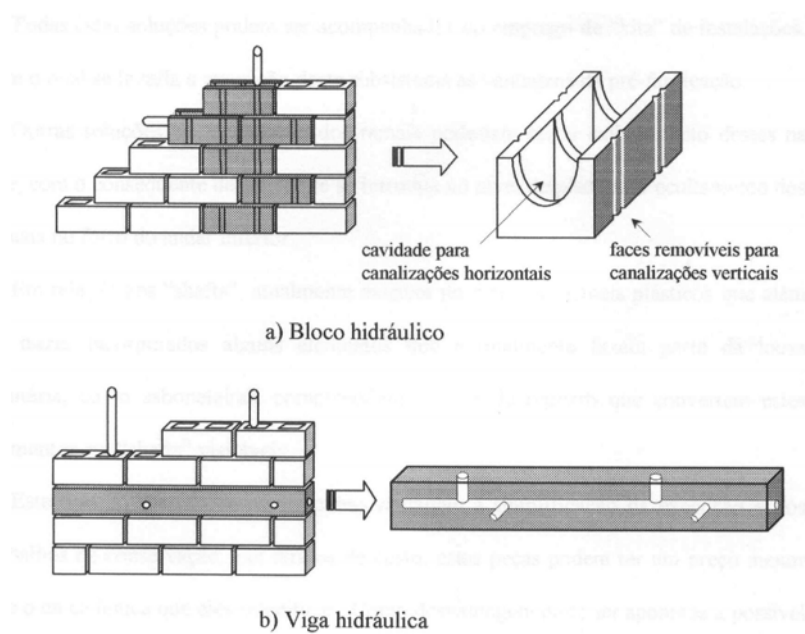
**FIGURA 2.28:** Utilização de “shaft” para a passagem de dutos de 2 banheiros.

Fonte: <http://www.bricka.com.br/downloads/alv-tec.pdf>

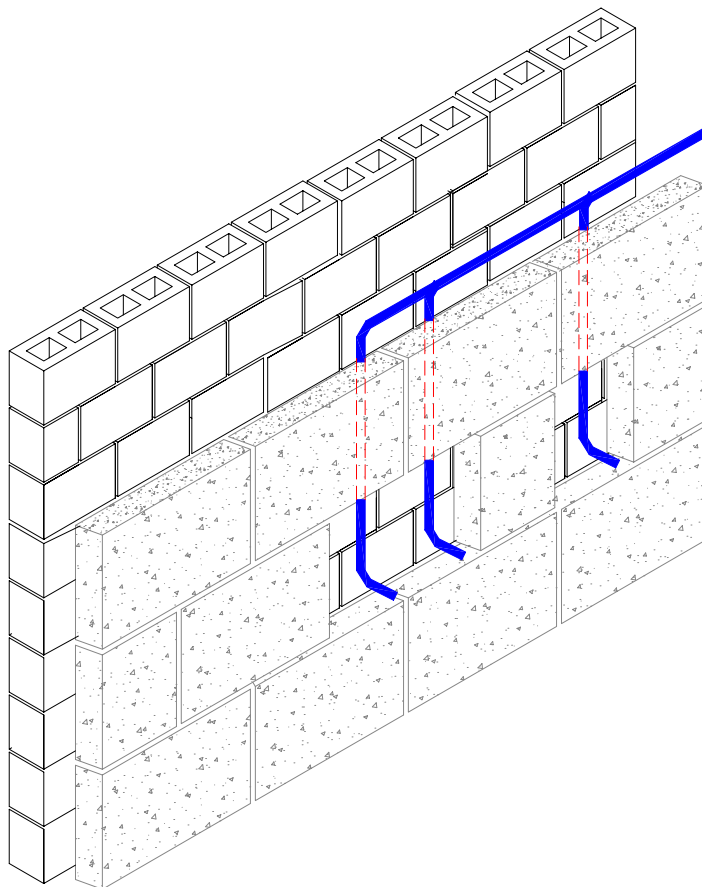




**FIGURA 2.29:** Enchimento em cozinha (adaptado de Franco *et al*, 1991).



**FIGURA 2.30:** Bloco e viga hidráulicos (VILATÓ, 1998).



**FIGURA 2.31:** Utilização de parede dupla (adaptado de ABCI, 1990).

### 2.8.5 – Instalações elétricas

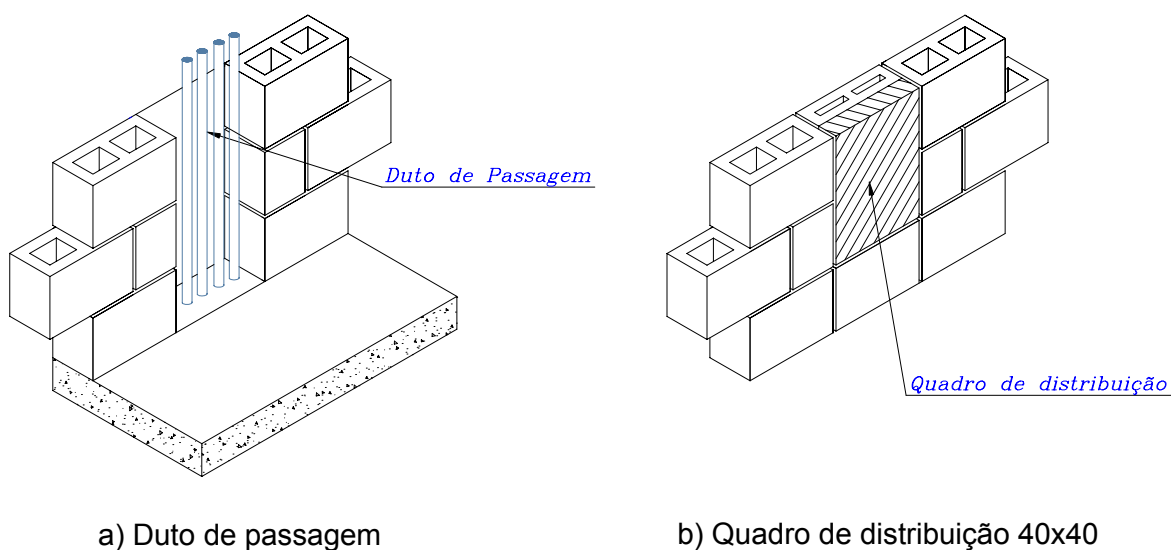
Segundo Franco *et al* (1991), as instalações elétricas, de telefone, de TV e de interfone passam, em sua maioria, dentro dos vazados verticais dos blocos estruturais e pelas lajes. Esta medida é essencial para manter o processo de racionalização construtiva que a alvenaria estrutural emprega, sem que haja a necessidade de executar rasgos nas paredes.

Na obra, os eletrodutos devem ser passados nos vazios dos septos dos blocos, conforme as paredes forem assentadas.

Mamede (2001) afirma que as instalações elétricas como caixas de passagem, de tomadas e interruptores podem ser pré-instaladas em blocos cortados durante a execução da alvenaria. Os eletrodutos embutidos devem passar pelos blocos vazados.

Como alternativa construtiva, pode-se assentar o bloco cortado com espaço para a caixa e posteriormente chumbá-la ao mesmo. Para a perfeita acomodação, as caixas para quadros de distribuição e de passagem devem ser projetadas em dimensões que evitem cortes nas alvenarias.

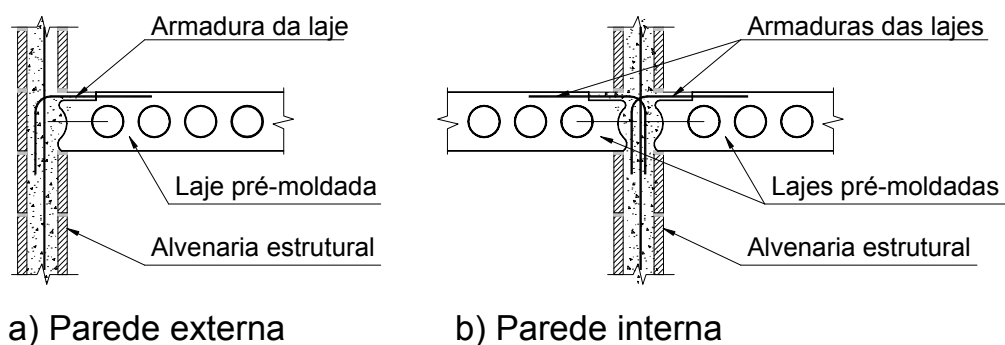
Existem situações onde ocorre concentração de instalações elétricas na parede, havendo a necessidade de serem interrompidas as alvenarias. Para garantir a eficiência do sistema construtivo, pode-se ser realizado um duto de passagem das prumadas, como indicado pela Figura 2.32a. Deve ser prevista também a solução para as dimensões e detalhamento dos quadros de distribuição, de forma que as aberturas não prejudiquem a integridade estrutural das paredes (Figura 2.32b). As dimensões dos quadros de distribuição devem ser proporcionais aos módulos verticais e horizontais, para evitar a necessidade de cortes ou enchimentos nas alvenarias.



**FIGURA 2.32:** Soluções para algumas instalações elétricas (OLIVEIRA JR., 1992).

### 2.8.6 – Ligações entre lajes e paredes

As soluções que ocorrem com maior freqüência na construção civil atualmente utilizam blocos especiais do tipo canaletas com seção “U” ou “J”, apresentadas nas Figuras 2.6 e 2.7. As lajes pré-moldadas que são apoiadas diretamente sobre as paredes requerem alguns cuidados que devem ser especificados nos projetos (Figura 2.33).



**FIGURA 2.33:** Lajes pré-moldadas apoiadas sobre alvenaria estrutural  
(adaptado de Franco *et al*, 1991).

### 2.8.7 – Notas e especificações

A seguir, apresentam-se as especificações e demais detalhes que devem conter o projeto executivo relacionado à alvenaria estrutural:

- Especificação dos tipos e quantidades de blocos a serem utilizados por pavimento;
- Legendas de blocos nas plantas de fiadas e elevações de paredes;
- Especificação das resistências dos blocos e tensões de prismas necessárias;
- Especificação do traço e das resistências à tração e à compressão da argamassa;
- Especificação do traço e da resistência à compressão do graute;
- Especificação dos demais elementos estruturais empregados;
- Especificação do cobrimento das armaduras;
- Especificar que não é permitida a abertura de paredes ou sua remoção sem consulta ao projetista da obra;
- Detalhes típicos de ligações entre elementos de concreto e alvenaria;
- Detalhes de vergas e contravergas;
- Detalhes de amarrações nos cantos em “T” ou em “X”;
- Detalhes dos furos de inspeções de blocos grauteados;
- Especificações técnicas dos sistemas construtivos como kits (armação, hidráulico, etc.);

- Cuidados construtivos importantes para garantia do desempenho estrutural projetado como tolerâncias na espessura da junta, manutenção do prumo e do nível, condições de cura, empenamento máximo do pé-direito e máximo desaprumo da obra, além de tolerâncias de prumo e nível das fiadas.

De acordo com ABNT (1985) – NBR 8798, as tolerâncias dimensionais das edificações em alvenaria devem ser verificadas antes de qualquer operação de grauteamento, ou no máximo a cada meio pé direito assentado, no caso de trechos de alvenarias não grauteados (Tabela 2.7).

**TABELA 2.7:** Tolerâncias dimensionais das edificações em alvenaria (ABNT, 1985).

<b>Fator</b>		<b>Tolerância</b>
<i>Junta Horizontal</i>	Espessura	$\pm 3 \text{ mm}^{(A)}$
	Nível	$\pm 2 \text{ mm/m}$ $\pm 10 \text{ mm no máximo}$
<i>Junta Vertical</i>	Espessura	$\pm 3 \text{ mm}^{(A)}$
	Alinhamento Vertical	$\pm 2 \text{ mm/m}$ $\pm 10 \text{ mm no máximo}$
<i>Alinhamento de Parede</i>	Vertical	$\pm 2 \text{ mm/2}$ $\pm 10 \text{ mm no máximo por piso}$ $\pm 25 \text{ mm na altura total}$
	Horizontal	$\pm 2 \text{ mm/m}$ $\pm 10 \text{ mm no máximo}$
<i>Superfície superior das paredes Estruturais</i>	Variação no nível entre elementos de piso adjacentes	$\pm 1 \text{ mm}$
	Variação no nível dentro da largura de cada bloco isoladamente	$\pm 1,5 \text{ mm}$

(A) Tolerância referida a junta de 10 mm de espessura nominal; nos demais casos, considerar  $\pm 30\%$  da espessura correspondente.

### 2.8.8 – Listas de Verificação

Devido a grande quantidade de informações que devem ser apresentados nos projetos executivos, recomenda-se que sejam feitas listas de verificação. A seguir, alguns itens das listas de verificação são apresentados.

#### 2.8.8.1 – Aspectos gerais

- Verificar as plantas existentes;
- Conferir a numeração das plantas;
- Verificar as cotas e escalas dos desenhos;
- Verificar o conteúdo dos detalhes, notas e especificações, comparando com os critérios adotados no dimensionamento das estruturas;
- Verificar se os cálculos efetuados estão de acordo com os parâmetros especificados no projeto;
- Verificar se níveis, nomes e quantidade de pavimentos estão de acordo com o esquema vertical do edifício;
- Verificar a compatibilidade entre o projeto das alvenarias com os demais projetos;
- Verificar espessuras, aberturas e rebaxos das lajes;
- Verificar paredes não-estruturais;
- Verificar detalhes relativos a pingadeiras de janelas, espessuras de contrapiso e piso acabado, proteção térmica e detalhes da cobertura, acabamento da platibanda, fixação de marcos na alvenaria, peças pré-moldadas, impermeabilização, dentre outros.

#### 2.8.8.2 – Modulação

- Verificar a coerência entre as modulações de 1ª e a 2ª fiadas e de acordo com a arquitetura;
- Verificar dimensões e posicionamento das aberturas para portas e janelas;
- Verificar as juntas de dilatação e a prumo.

#### 2.8.8.3 – Elevação

- Verificar se todas as paredes são mostradas em elevação;

- Verificar se as fiadas de cada elevação estão de acordo com a modulação;
- Verificar se as aberturas de cada elevação estão de acordo com a modulação;
- Verificar vergas e contra-vergas;
- Verificar cinta intermediária (na 5ª ou 6ª fiada) para paredes externas e cinta no respaldo;
- Verificar interseção entre paredes.

## Capítulo 03 – Apresentação do Programa *ALVPLUS*

---

### 3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste trabalho, foi desenvolvido um programa computacional intitulado ***ALVPLUS***, através de um conjunto de rotinas em *AutoLISP*. Estas rotinas foram criadas para serem utilizadas no ambiente do *AutoCAD*®, a partir da versão 14. As rotinas desenvolvidas em *AutoLISP* também podem ser utilizadas por outros aplicativos CAD, dentre eles o *IntelliCAD*®. O conjunto de rotinas desenvolvidas possibilita a realização de atividades relacionadas à modulação e ao detalhamento do projeto executivo, através de uma barra de ferramenta e de um menu que auxiliam o usuário, possibilitando maior rapidez nestes projetos.

Uma característica do ***ALVPLUS*** é que a ferramenta praticamente não altera o ambiente do *AutoCAD* definido inicialmente pelo usuário. Esta medida permite que o usuário adapte-se somente aos comandos do ***ALVPLUS***, sendo que os demais recursos e comandos do *AutoCAD* permanecem inalterados.

Todas as informações que são definidas e alteradas pelo usuário são armazenadas em arquivos que depois o ***ALVPLUS*** utiliza para auxiliar na modulação em planta das alvenarias e geração das elevações. O banco de dados das rotinas também apresenta biblioteca predefinida de blocos encontrados no mercado e mais utilizados atualmente.

Além disso, existe uma biblioteca contendo alguns detalhes construtivos, tipos de folhas, notas e especificações. As informações



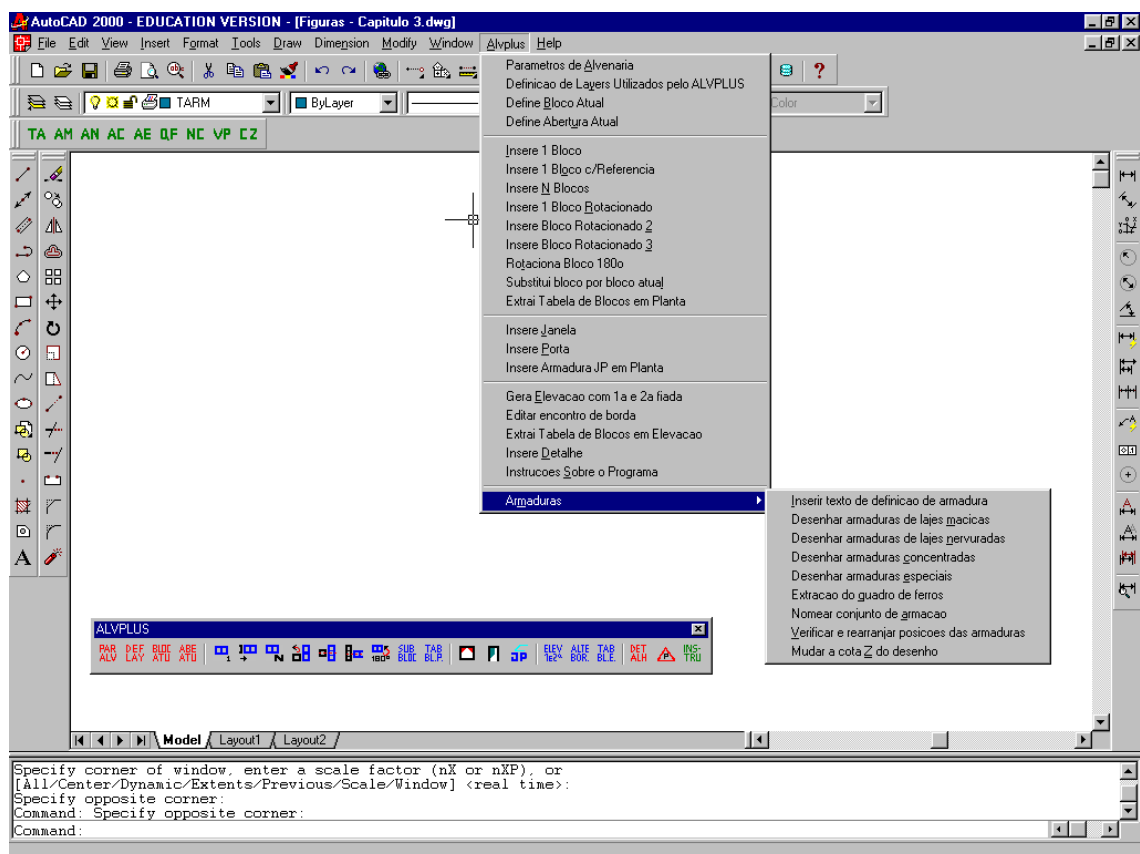
especificadas no detalhamento do projeto estrutural devem estar de acordo com os critérios adotados durante a concepção do projeto estrutural.

A unidade utilizada na entrada de dados e nos desenhos deve ser o centímetro, exceto onde indicado.

### 3.1.1 – Tela inicial do **ALVPLUS**

A Figura 3.1 indica a barra de ferramentas e o menu do **ALVPLUS**, onde as rotinas são acionadas quando selecionado um dos ícones desta barra ou através da escolha de um dos comandos apresentados no menu.

Através dos botões, as barras de ferramentas são um modo rápido de se acionar comandos, sem ter que utilizar os menus suspensos.



**FIGURA 3.1:** Barra de ferramentas e menu do programa desenvolvido.

Através da Tabela 3.1, descrevem-se as funções de cada ícone da barra de ferramentas do **ALVPLUS** apresentada na Figura 3.1.

TABELA 3.1: Descrição sucinta das funções do programa **ALVPLUS**.

<b>Botão</b>	<b>Comando</b>	<b>Descrição</b>
	Parâmetros de alvenaria	Define os parâmetros iniciais do projeto de alvenaria relacionados a juntas, aberturas, armaduras, cintas e família de blocos atual
	Definição de layers	Define “layers” utilizados em alvenarias
	Define bloco atual	Define bloco atual para inserção em planta
	Define aberturas atuais	Define aberturas atuais para inserção em planta
	Inserir 1 bloco	Caixa de diálogo que insere um bloco atual
	Inserir 1 bloco com referência	Inserir um bloco atual na mesma direção que o bloco de referência
	Inserir “N” blocos	Inserir “N” blocos atuais na mesma direção
	Inserir bloco rotacionado	Inserir um bloco atual rotacionado e alinhado em relação à uma das faces do bloco existente
	Inserir bloco rotacionado 2	Inserir um bloco atual rotacionado e na menor face do bloco existente.
	Inserir bloco rotacionado 3	Inserir um bloco atual rotacionado e na maior face do bloco existente.
	Rotaciona bloco 180°	Rotaciona bloco 180°
	Substitui bloco	Substitui bloco selecionado pelo bloco atual
	Conta bloco em planta	Extrai tabela de blocos em planta
	Inserir janela atual	Inserir janela atual
	Inserir porta atual	Inserir porta atual
	Inserir armadura JP	Inserir armadura de junta a prumo em planta
	Gera elevação de parede	Gera elevação através das 1ª e 2ª fiadas
	Editar encontro de borda	Edita posição de blocos em elevação
	Conta bloco em elevação	Extrai tabela de blocos em elevação
	Inserir detalhe	Inserir detalhes da biblioteca do programa
	Inserir identificador parede	Inserir identificador de parede
	Instruções	Informa ao usuário sobre o Manual do Usuário do programa

## 3.2 – DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

### 3.2.1 – Definição dos parâmetros do projeto de alvenaria

Inicialmente, o **ALVPLUS** necessita de alguns dados, fornecidos através de caixas de diálogo, nas quais o usuário define os parâmetros iniciais do edifício, como apresentado na Figura 3.2. Nesta mesma caixa de diálogo, é possível definir, através do acionamento de botões, os demais parâmetros relacionados às portas, janelas, armaduras convencionais, armaduras utilizadas nas juntas a prumo e cintas.

O usuário ainda pode, nesta mesma caixa de diálogo, definir a família de blocos corrente. Rotinas foram criadas para facilitar a consulta das relações de blocos predefinidos pelo programa, separados por “Família de Blocos”. Estas rotinas são executadas toda vez que o usuário acionar os botões “Relação 1 (30x15)”, “Relação 2 (40x15)” ou “Relação 3 (40x20)”, conforme indicado na Figura 3.3.

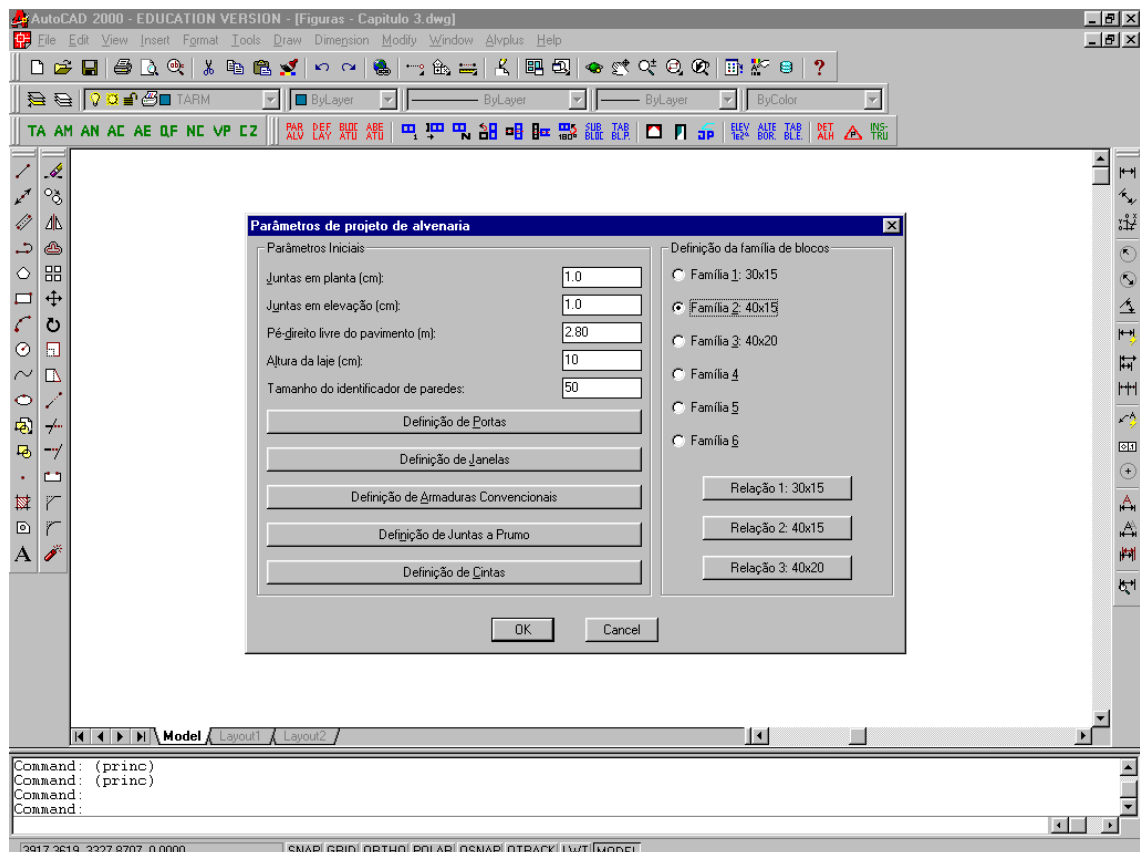
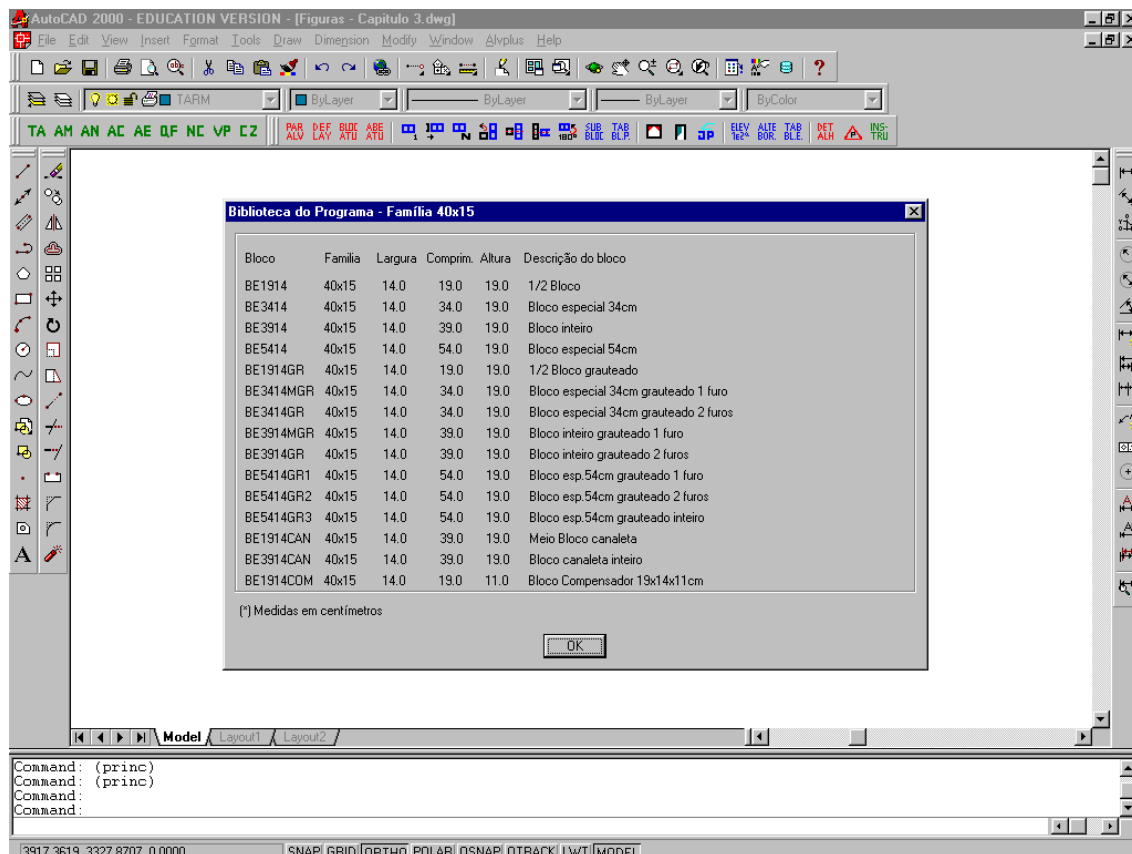


FIGURA 3.2: Caixa de diálogo do comando “Parâmetros de projeto de alvenaria”.



**FIGURA 3.3:** Exemplo da relação dos blocos da “Família de Blocos” 40x15.

Durante os estudos relacionados à etapa de modulação, podem ser inseridos diversos blocos de distintas famílias de blocos, havendo apenas a necessidade de alterar a família de bloco utilizada.

Nesta fase, é importante que o usuário entre com todas as informações solicitadas pelas caixas de diálogo, para que o banco de dados seja criado. O banco de dados está vinculado ao nome do arquivo de desenho utilizado no momento. Recomenda-se que, durante a etapa de lançamento das modulações e aberturas, evite-se alterar o nome do arquivo de desenho, pois os parâmetros iniciais adotados serão perdidos.

### 3.2.2 – Definição das aberturas

A definição de portas (Figura 3.4) e de janelas (Figura 3.5) deve ser realizada com o preenchimento das informações de todos os itens que constam nas tabelas, informando as principais dimensões das aberturas.

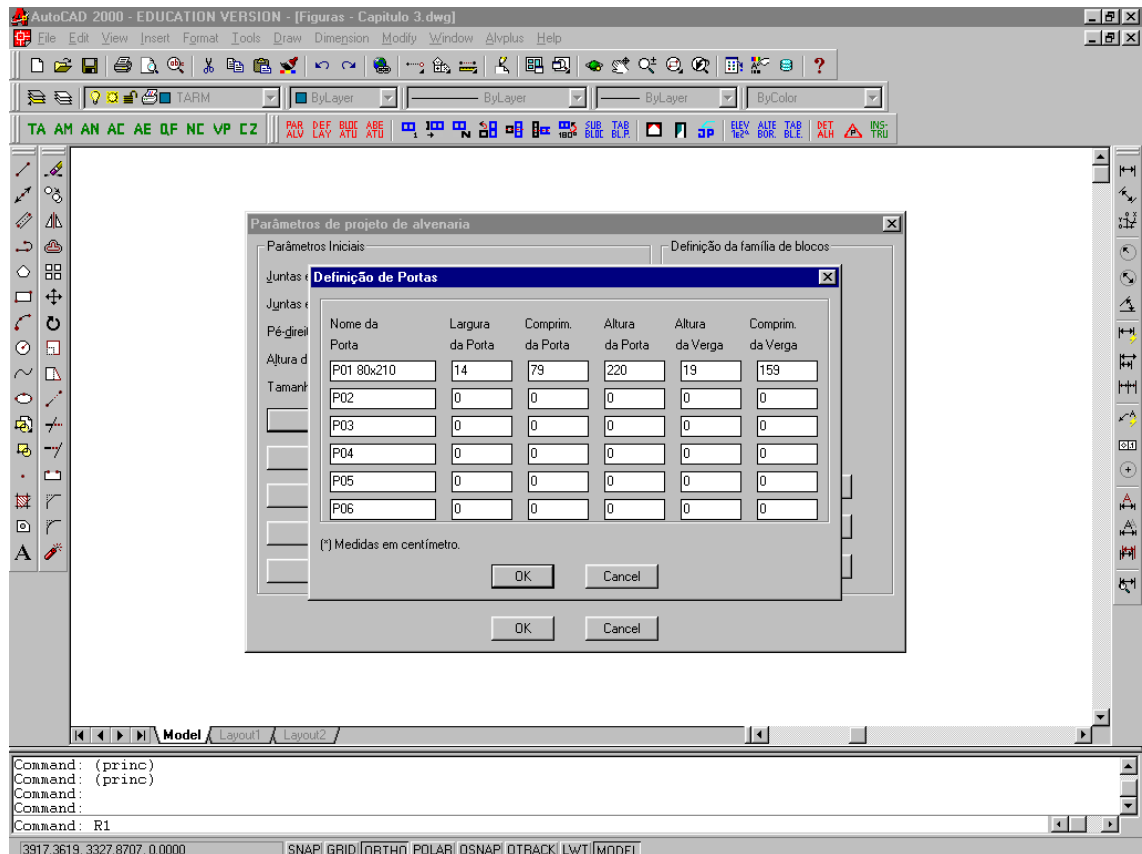


FIGURA 3.4: Caixa de diálogo do comando “Definição de portas”.

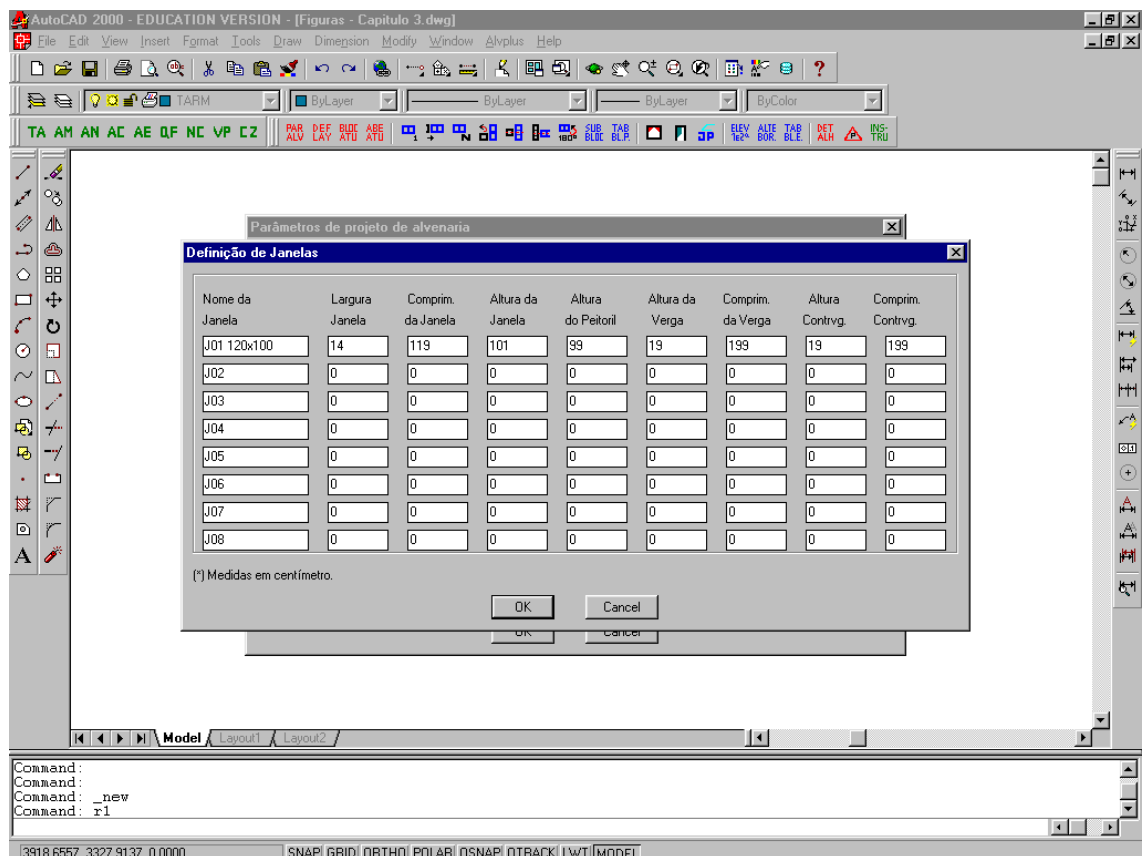


FIGURA 3.5: Caixa de diálogo do comando “Definição de janelas”.

### 3.2.3 – Definição de armaduras e cintas

Nesta etapa de trabalho, pode-se definir as armaduras convencionais e as armaduras utilizadas nas juntas a prumo através do acionamento de comandos que ativarão caixas de diálogo referentes a essas armaduras. Os critérios adotados durante a análise estrutural deverão ser inseridos nas caixas de diálogo, com o intuito de permitir que o programa obtenha todas as informações necessárias para a geração automática das elevações.

Com relação às armaduras convencionais, a entrada de dados é feita em dois quadros da caixa de diálogo, onde o primeiro quadro refere às armaduras horizontais e o segundo quadro refere-se às armaduras verticais (Figura 3.6). Foi criado um auxílio ao usuário que permite a identificação de cada parâmetro da entrada de dados das armaduras, conforme se observa na Figura 3.7.

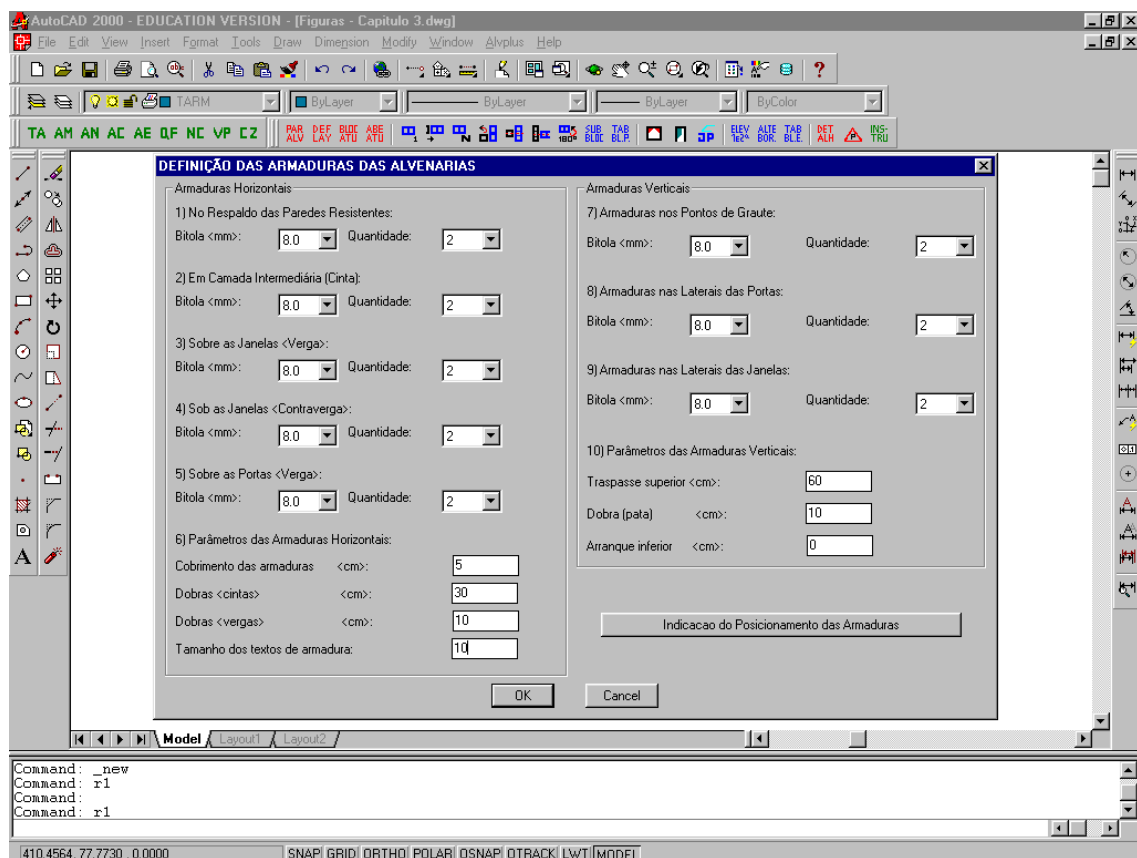
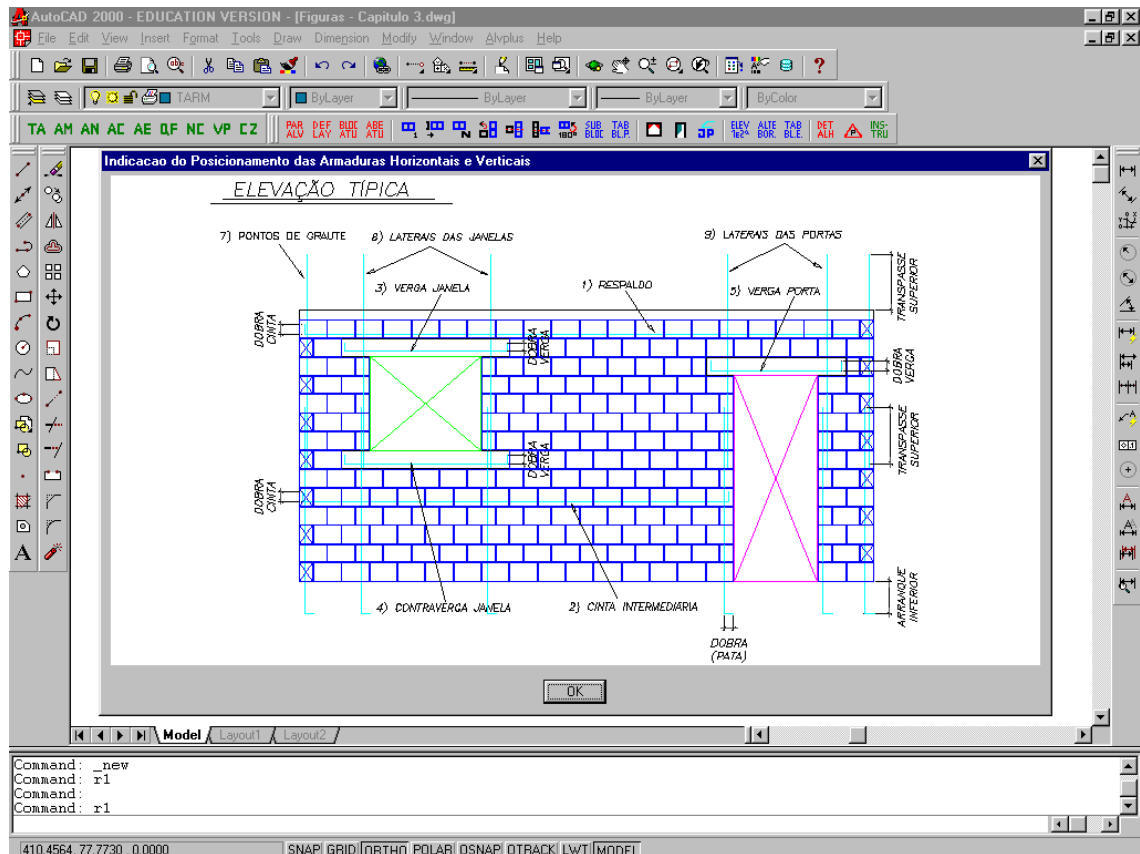


FIGURA 3.6: Caixa de diálogo do comando “Definição das armaduras convencionais”.



**FIGURA 3.7:** Indicação do posicionamento das armaduras das elevações.

A caixa de diálogo de armaduras utilizadas nas juntas a prumo requer do usuário o preenchimento das informações referentes ao tipo de armadura, a qual será utilizada nas paredes que se encontram e que não apresentam amarração entre seus blocos. As possíveis soluções dessas armaduras são do tipo grampo, tela ou ferro corrido, conforme apresentado na Figura 3.8. É necessário que o usuário preencha todas as informações solicitadas na coluna do tipo de armadura a ser utilizada. As informações referentes aos demais tipos de armaduras das juntas a prumo serão descartadas

A definição das cintas deve ser realizada conforme indicado na Figura 3.9. Não é necessário o preenchimento de todos os espaços, já que serão ignoradas informações nulas ou inexistentes.

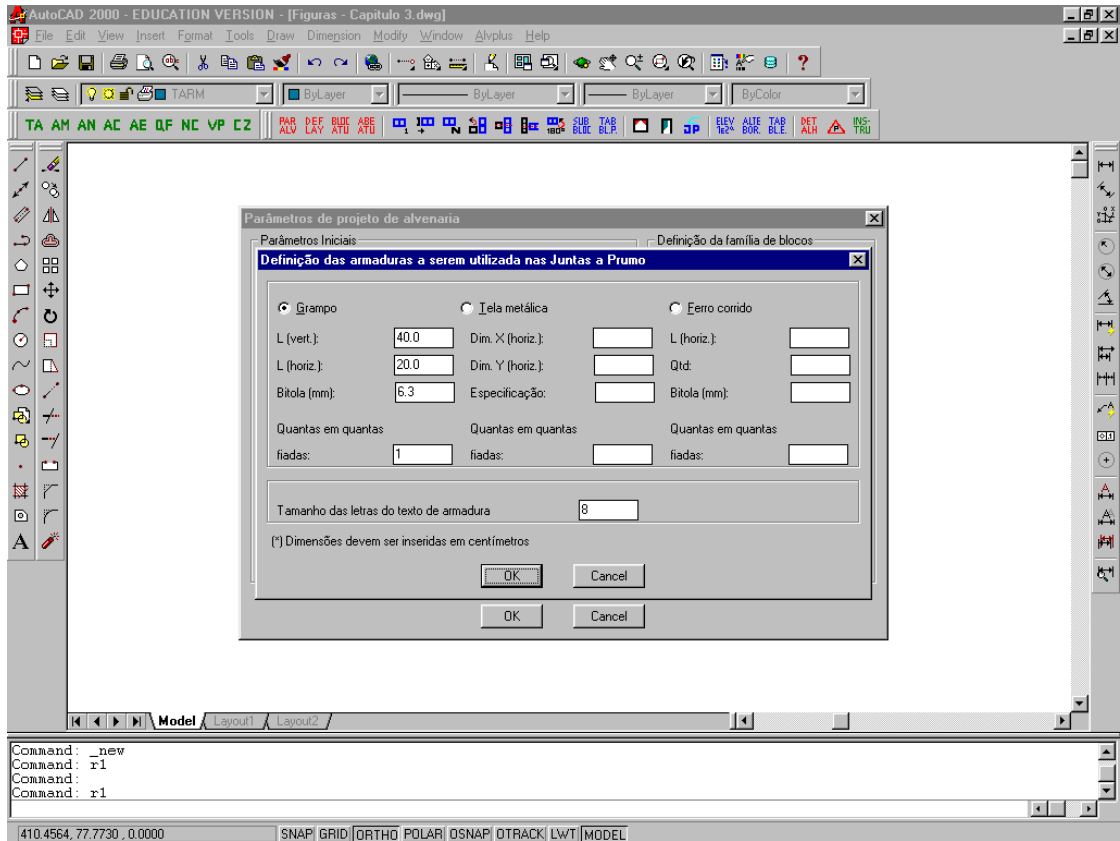


FIGURA 3.8: Caixa de diálogo do comando “Definição das armaduras a serem utilizadas nas juntas a prumo”.

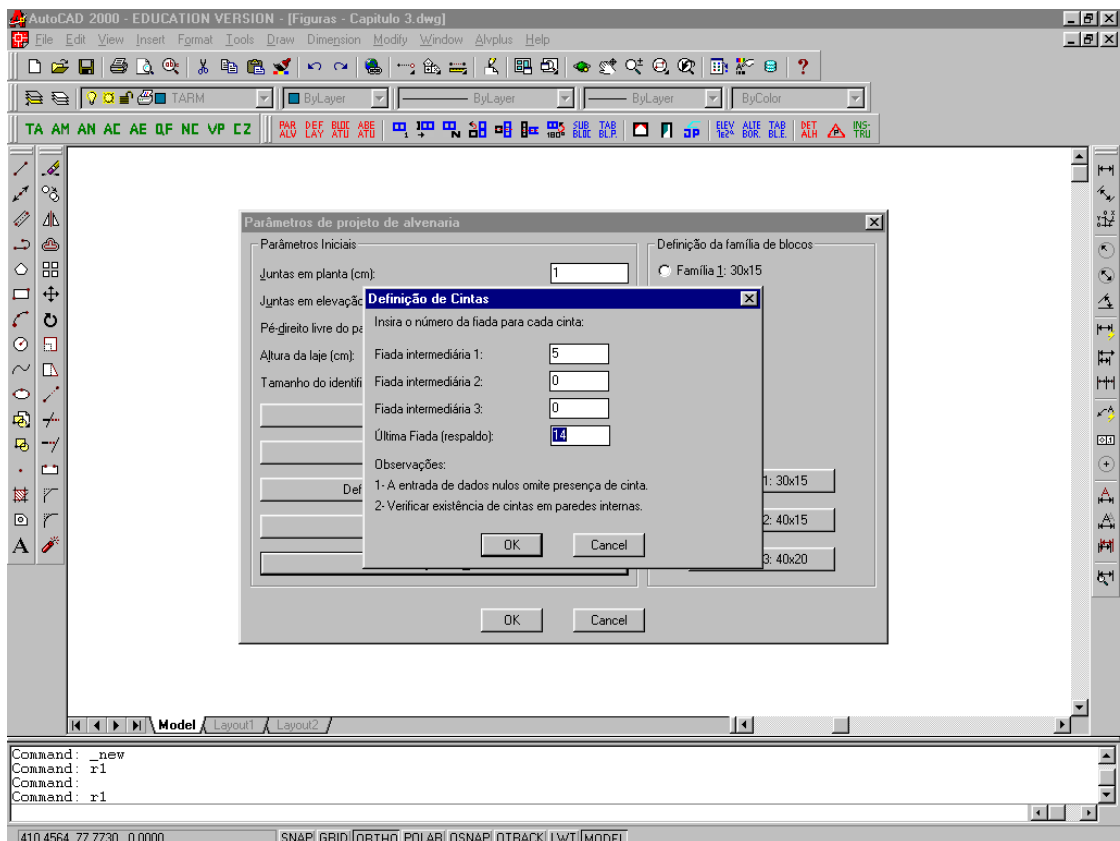


FIGURA 3.9: Caixa de diálogo do comando “Definição de cintas”.



### 3.3 – DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS ATUAIS

#### 3.3.1 – Definição de “layers”

O termo “layer” significa nível ou camada. Pode-se comparar um “layer” a uma folha de papel vegetal, onde várias folhas sobrepostas podem ser manipuladas, visualizando-as todas de uma só vez. Ao começar um desenho, é conveniente pensar na organização dos elementos em “layers”, facilitando a produção dos desenhos do projeto a ser desenvolvido.

Os nomes dos “layers” definidos pelo programa podem ser alterados desde que seja utilizada a rotina desenvolvida neste trabalho, permitindo que as demais configurações dos “layers” como cor, tipo de linha, e demais propriedades dos “layers” sejam alteradas conforme a necessidade do usuário (Figura 3.10). Recomenda-se que os “layers” sejam alterados no início do desenho, antes da inserção de blocos e aberturas.

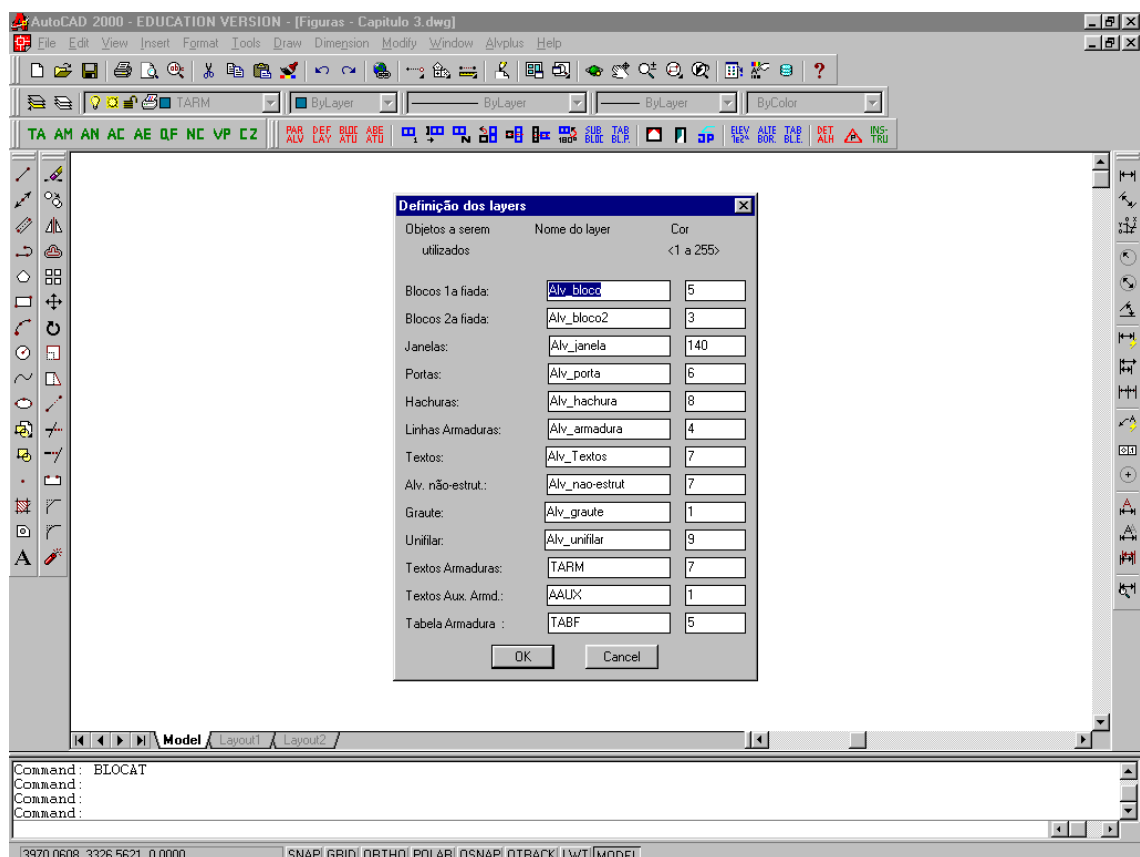


FIGURA 3.10: Caixa de diálogo do comando “Definição dos layers”.

Durante o desenvolvimento dos projetos, toda vez que for acionado o comando “PURGE” do *AutoCAD* para excluir blocos e “layers” não utilizados, deve-se tomar o cuidado de executar o comando “Definição dos layers” para que sejam criados todos os “layers” que serão utilizados pelo **ALVPLUS**.

### 3.3.2 – Definição de blocos atuais

Antes do lançamento da modulação, é necessário que seja definido o bloco atual a ser inserido (Figura 3.11). Será apresentada uma listagem dos blocos da "Família de Blocos" corrente, onde o usuário pode observar uma exibição da vista em planta do bloco a ser escolhido. Para a inserção de bloco em elevação, pode-se escolher uma vista, mesmo em planta, e, através dos comandos relacionados à distribuição da modulação, o usuário optará pela vista a ser inserida.

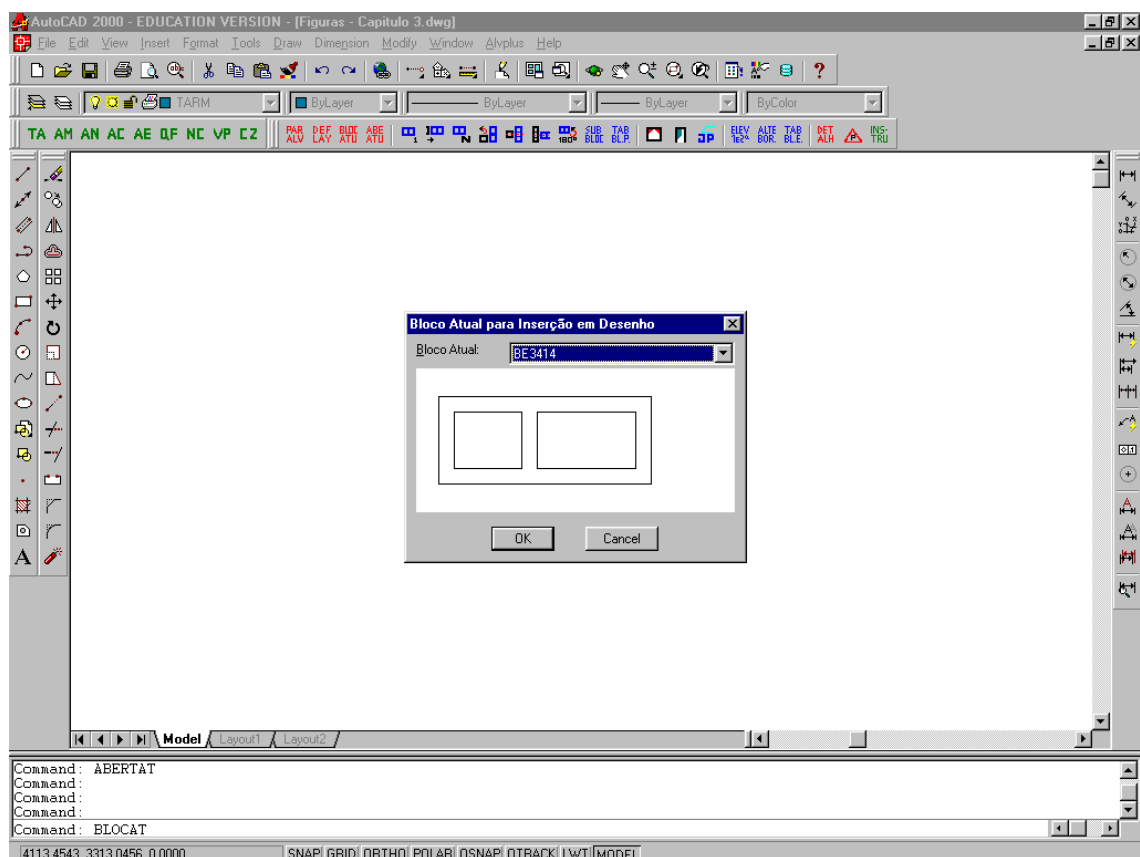


FIGURA 3.11: Caixa de diálogo do comando “Definição do bloco atual”.

### 3.3.3 – Definição de aberturas atuais

O usuário deve também escolher quais as aberturas atuais a serem utilizadas para inserção de portas e janelas, conforme indicado na Figura 3.12. A escolha da abertura pode ser feita através da escolha da janela ou da porta atual, ou mesmo ambos os itens.

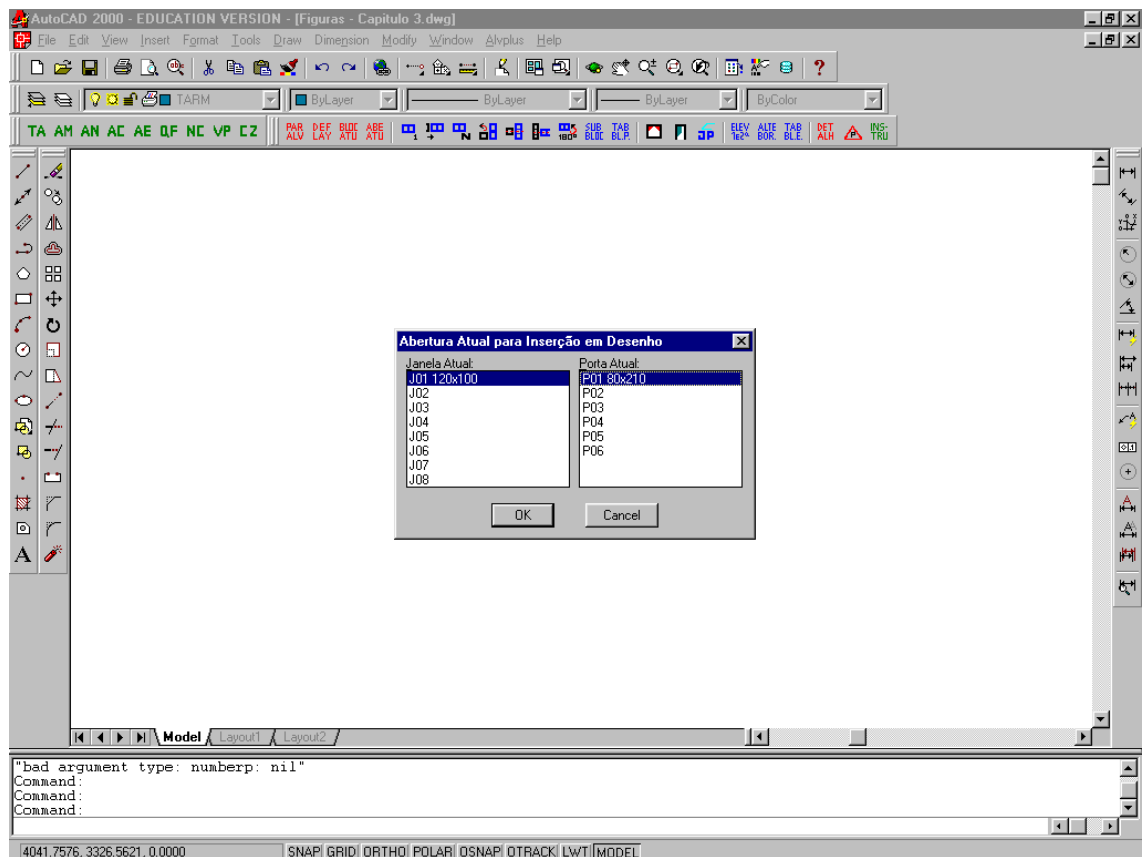


FIGURA 3.12: Caixa de diálogo do comando “Definição das aberturas atuais”.

## 3.4 – MODULAÇÕES EM PLANTA

As etapas de projeto de edifícios em alvenaria que dependem maior tempo dos profissionais envolvidos são o lançamento e o detalhamento das alvenarias. Todos os comandos relacionados às modulações em planta foram criados com o intuito de aumentar a produtividade da distribuição dos blocos, utilizando os conceitos de coordenação modular, e possibilitar a geração automática das elevações das paredes.

### 3.4.1 – Inserção de 1 bloco

A rotina de inserção de um bloco, bloco atual, foi desenvolvida com o auxílio de uma caixa de diálogo que permite ao usuário escolher o ponto de inserção do bloco atual (Figura 3.13).

Esse ponto de inserção deve ser um ponto qualquer do desenho, podendo aproveitar elementos da arquitetura. Deve-se escolher um canto ou o centro do bloco como ponto de inserção do bloco. Por exemplo, ao escolher o PT1, um bloco atual será inserido posicionando o canto inferior esquerdo do bloco no ponto selecionado pelo usuário. Também é possível informar o ângulo principal de inserção do bloco através do acionamento dos botões do tipo rádio ("*radio\_button*"), permitindo a inserção de blocos para os ângulos principais iguais a 0° ou 90°, ou ainda, adicionando qualquer ângulo ao ângulo principal. É possível que o bloco inserido seja afastado de uma distância definida por valores denominados "*offsets*". Caso os valores desses "*offsets*" sejam nulos, o canto ou centro do bloco escolhido será inserido exatamente no ponto selecionado.

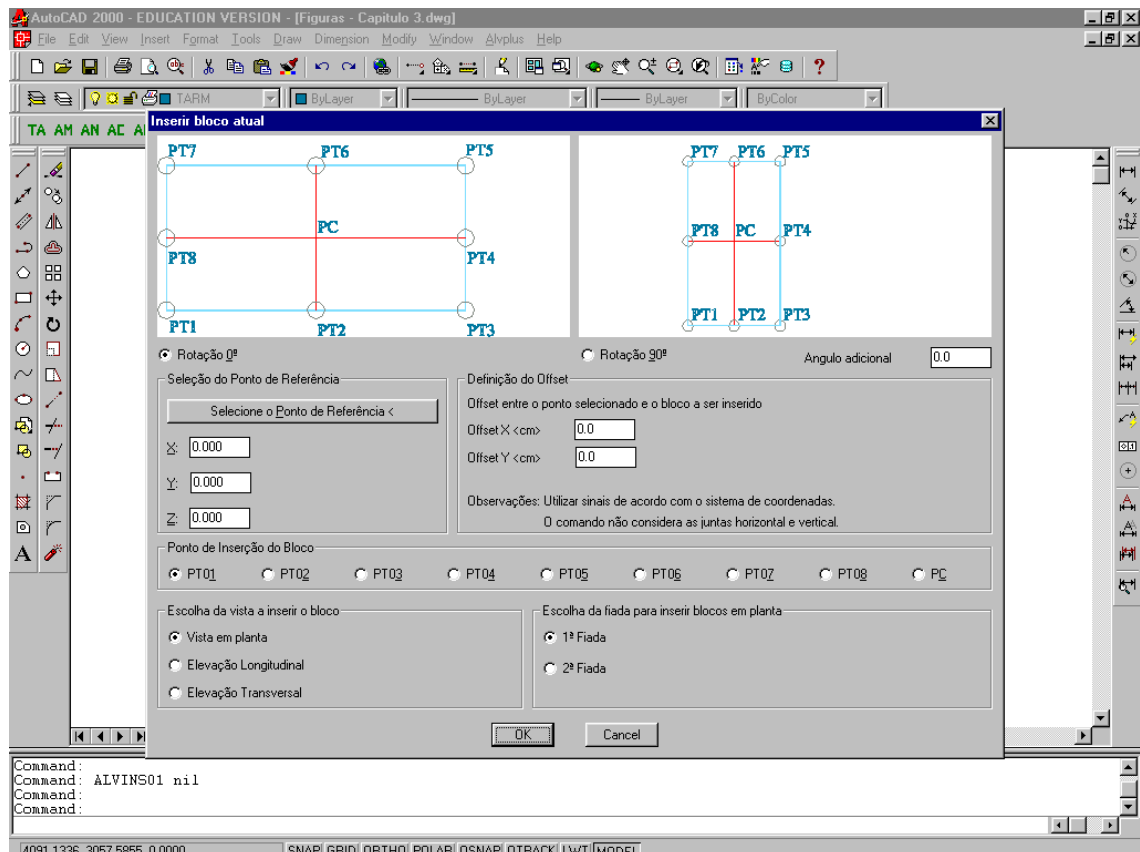


FIGURA 3.13: Caixa de diálogo do comando “Inserção de 1 bloco”.

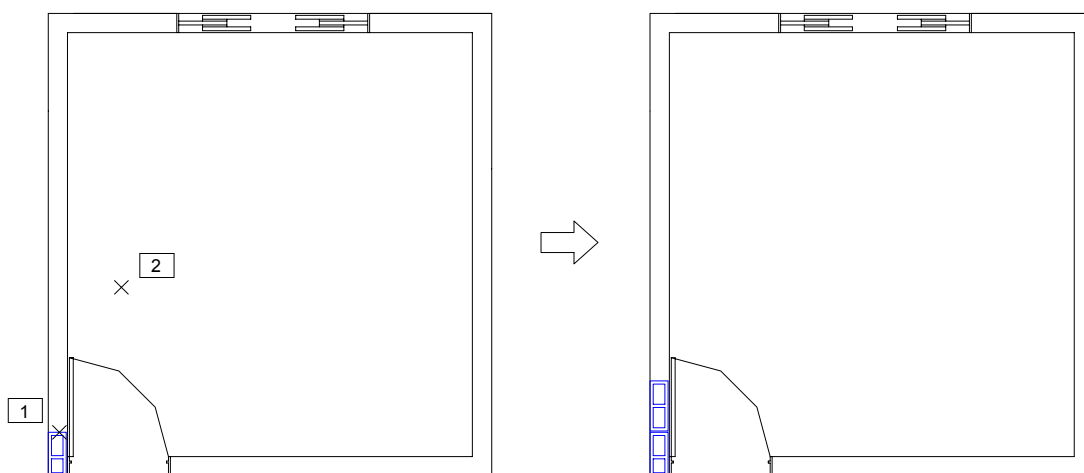
A opção de escolha da vista do bloco permite que sejam inseridos não apenas a vista em planta do bloco atual, mas também é permitido que sejam inseridas as demais vistas longitudinais e transversais do bloco. Por último, no quadro inferior direito da caixa de diálogo, pode-se definir o “*layer*” do bloco a ser inserido como 1ª ou 2ª fiada através dos botões de rádio.

### 3.4.2 – Inserção de 1 bloco com referência

A rotina de inserção de um bloco com referência foi desenvolvida para facilitar a inserção de um bloco atual com alinhamento automático em relação a um bloco existente, levando em consideração as juntas. Primeiramente, é necessário que o usuário, depois de definido o bloco atual, escolha um bloco já inserido em desenho e, em seguida, um ponto auxiliar, o qual definirá o sentido do bloco a ser inserido, na mesma direção do primeiro bloco (Figura 3.13). Todas as rotinas relacionadas a modulações foram criadas com um filtro de seleção para escolha de elementos do tipo “bloco”.

O bloco será inserido no mesmo “*layer*” do bloco existente, portanto, para realizar a modulação da 2ª fiada, por exemplo, recomenda-se que o usuário congele o “*layer*” da 1ª fiada, evitando escolha incorreta do ponto desejado.

Esta rotina somente será interrompida quando o usuário pressionar a tecla <ESC> para desativar o comando. Se a tecla <ENTER> ou o botão direito do mouse for pressionado, o comando não reconhecerá o ponto escolhido, ocasionando na inserção de um bloco não previsto pelo usuário.



Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco c/ referencia"  
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1  
Ponto auxiliar: B1 no PT2

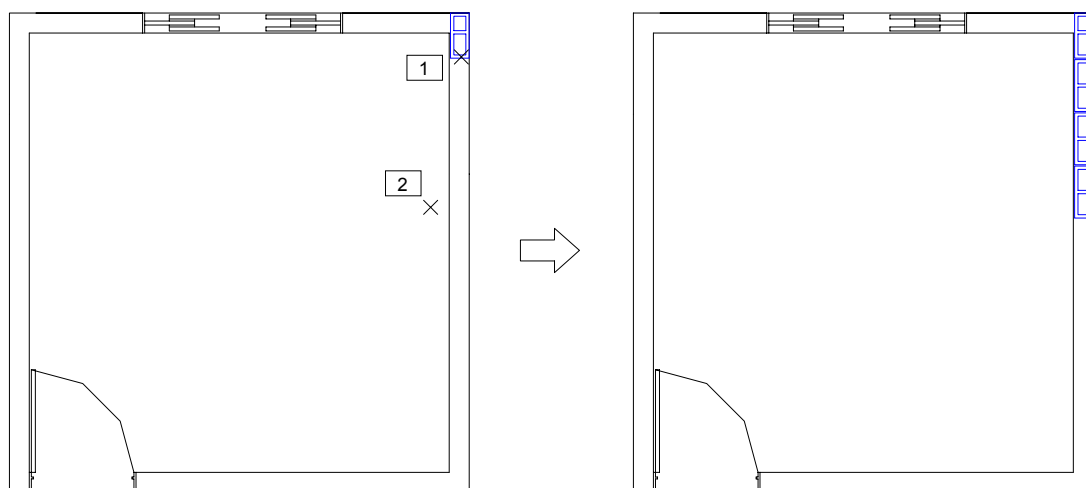
**FIGURA 3.14:** Inserção de 1 bloco com referência.

Esta rotina também foi desenvolvida para auxiliar no detalhamento das elevações. Caso seja selecionado um bloco em elevação, o comando solicitará ao usuário a escolha entre elevação longitudinal e transversal, inserindo a elevação do bloco atual com alinhamento automático em relação à elevação de um bloco existente.

Todas as rotinas relacionadas à inserção de blocos com referência foram desenvolvidas para funcionar com alvenarias inseridas em qualquer ângulo, aumentando a produtividade durante o lançamento das modulações.

### 3.4.3 – Inserção de N blocos

A rotina de inserção de N blocos solicita ao usuário qual o bloco de referência a ser considerado pelo programa. A próxima instrução pede para ser fornecida a quantidade de blocos a serem inseridos na mesma direção do primeiro bloco e em seguida também é necessário fornecer um ponto auxiliar, o qual definirá o sentido dos N blocos a serem inseridos (Figura 3.15).

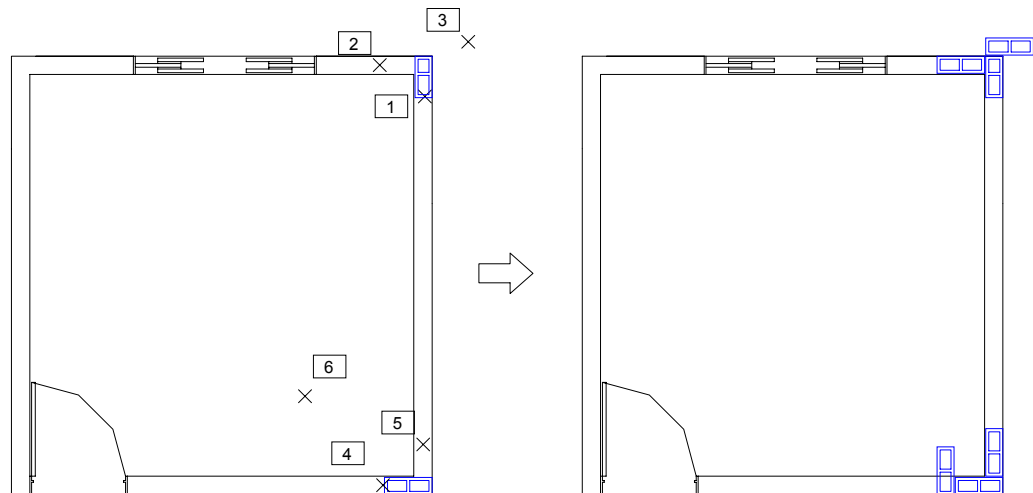


```
Comando: "Alvplus" - "Inserir N blocos"  
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1  
Numero de blocos a inserir na mesma direcao: 3  
Ponto auxiliar: B1 no PT2
```

**FIGURA 3.15:** Inserção de N blocos

#### 3.4.4 – Inserção de 1 bloco rotacionado

Foram desenvolvidas três rotinas relacionadas à inserção de um bloco rotacionado em relação a um bloco existente. A primeira rotina refere-se à inserção de um bloco ortogonal e alinhado a uma das faces do bloco existente. Este comando solicita ao usuário a escolha de um bloco já existente e ponto auxiliar, o qual definirá a posição do bloco a ser inserido. A Figura 3.16 indica algumas possibilidades de inserção de um bloco rotacionado e alinhado a uma das faces do bloco existente.



```

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT2

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT3

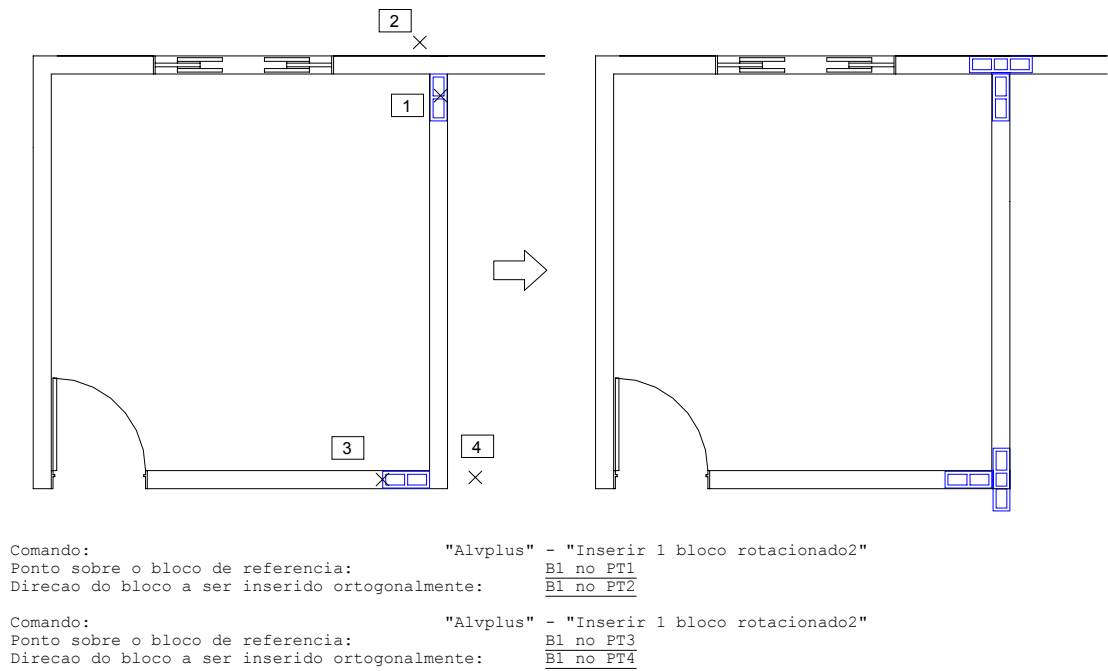
Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT4
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT5

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT5
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT3
    
```

**FIGURA 3.16:** Inseire 1 bloco rotacionado e alinhado em relação a uma das faces do bloco existente.

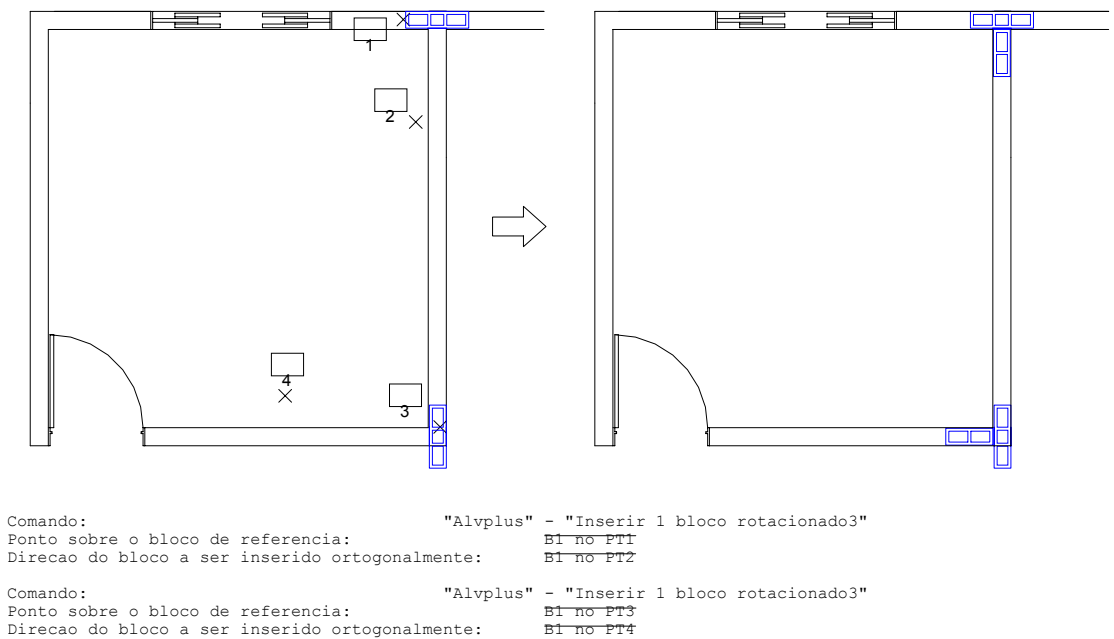
A segunda rotina refere-se à inserção de um bloco cujo eixo seja perpendicular ao eixo longitudinal do bloco existente. O bloco será inserido na menor face do bloco existente. A Figura 3.17 indica algumas possibilidades de inserção do bloco ortogonal em relação ao primeiro bloco.





**FIGURA 3.17:** Insere 1 bloco rotacionado na menor face do bloco existente.

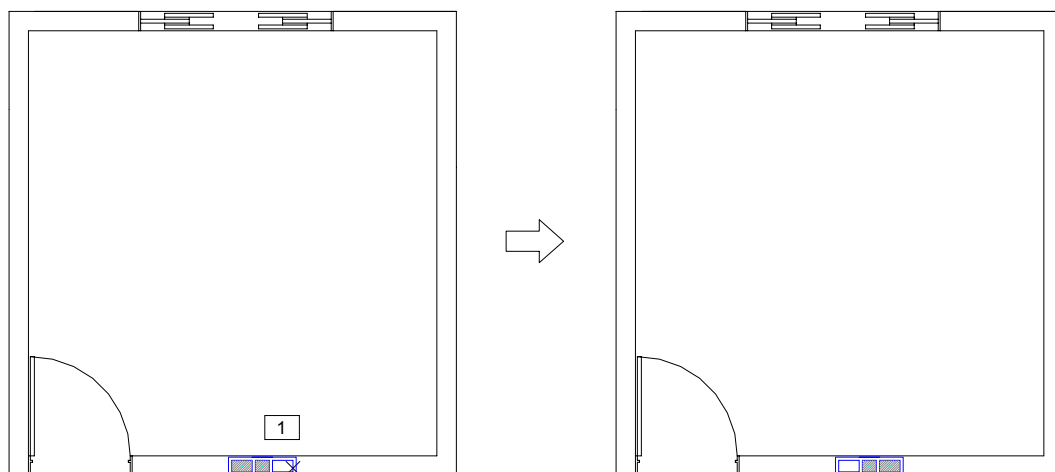
A terceira rotina refere-se à inserção de um bloco cujo eixo seja perpendicular ao eixo longitudinal do bloco existente. O bloco será inserido na maior face do bloco existente. A Figura 3.18 indica algumas possibilidades de inserção do bloco ortogonal em relação ao primeiro bloco.



**FIGURA 3.18:** Insere 1 bloco rotacionado na maior face do bloco existente.

### 3.4.5 – Rotaciona Bloco 180°

Através da seleção de um bloco existente, essa rotina acrescenta 180° ao ângulo de inserção do bloco escolhido e foi desenvolvida com o intuito de facilitar na rotação de blocos especiais inseridos em posição errada (Figura 3.19).

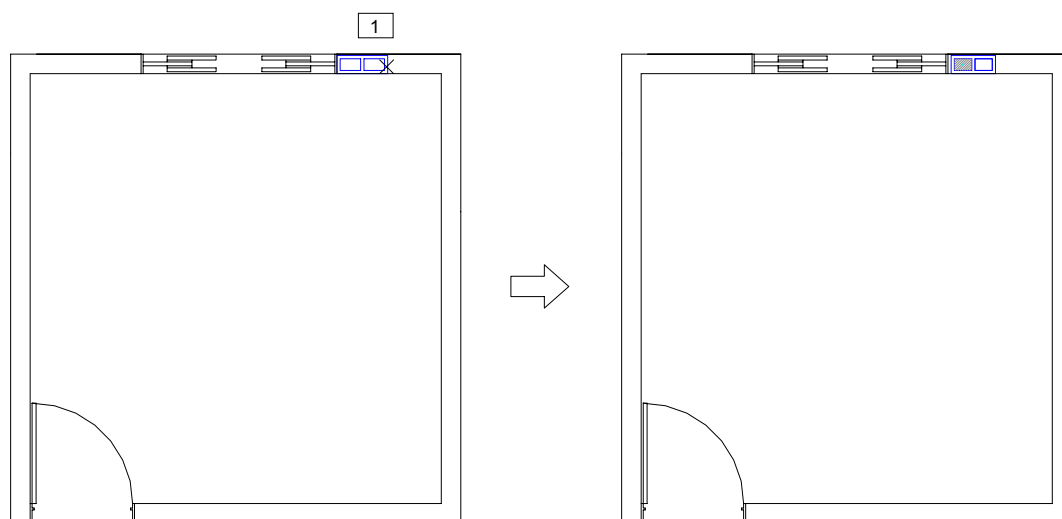


Comando: "Alvplus" - "Rotaciona bloco 180 graus"  
Selecione o bloco a rotacionar: B1 no PT1

**FIGURA 3.19:** Rotaciona bloco 180°.

### 3.4.6 – Substitui Bloco

Este comando foi desenvolvido para substituir um bloco já inserido por um bloco definido como atual. Assim, é possível que o usuário, após definir a modulação sem se preocupar com os blocos a serem grauteados, substitua um bloco comum por um bloco grauteado, de acordo com as necessidades estruturais ou construtivas (Figura 3.20).

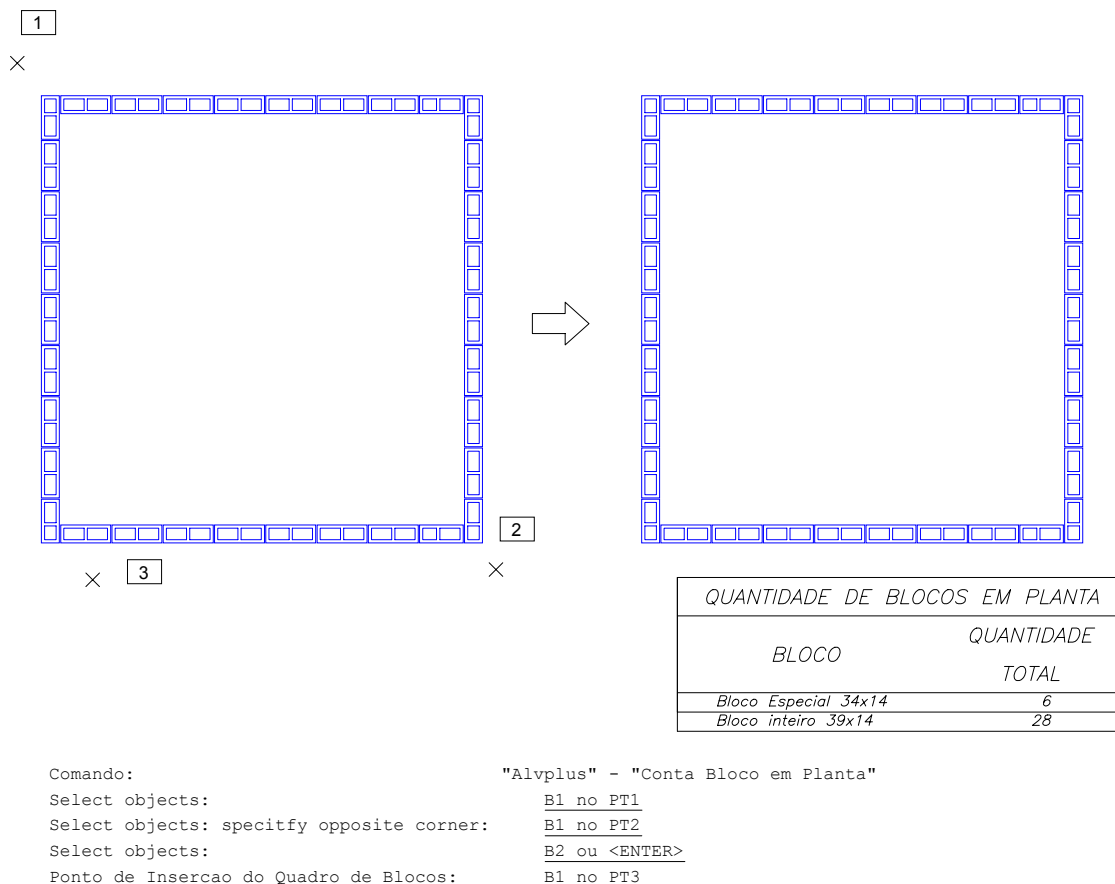


Comando: "Alvplus" - "Substituir Bloco por Bloco Atual"  
Ponto sobre o bloco a substituir: B1 no PT1

**FIGURA 3.20:** Substitui bloco.

### 3.4.7 – Conta bloco em planta

Ao selecionar a opção “Extrai Tabela de Blocos em Planta” do menu ALVPLUS, pode-se fazer a contagem e extração da tabela de blocos em planta, através da seleção de blocos da primeira fiada. Este comando pede que seja selecionada uma janela, dentro da qual serão contadas todas as entidades do tipo "*insert*". Por último, solicita-se um ponto onde será inserida a tabela de blocos em planta (Figura 3.21).



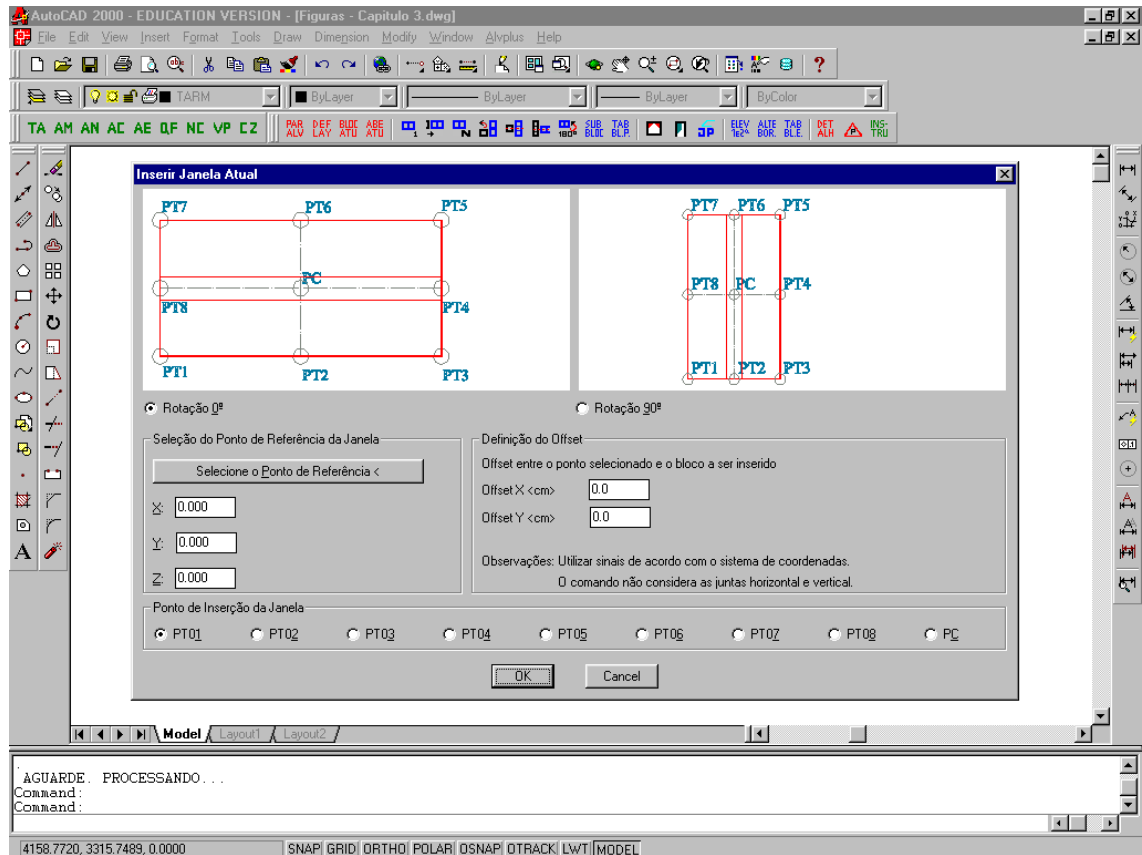
**FIGURA 3.21:** Extraí tabela de blocos em planta.

Os nomes dos blocos podem ser formatados através da edição do arquivo FAMILIAS.TXT. Blocos que possuem os mesmos nomes serão mantidos na mesma relação. Por exemplo, para que um bloco inteiro e grauteado seja quantificado na mesma seleção do bloco inteiro e não-grauteado, esses blocos deverão apresentar nomes idênticos.

### 3.5 – INSERIR ABERTURAS EM PLANTA

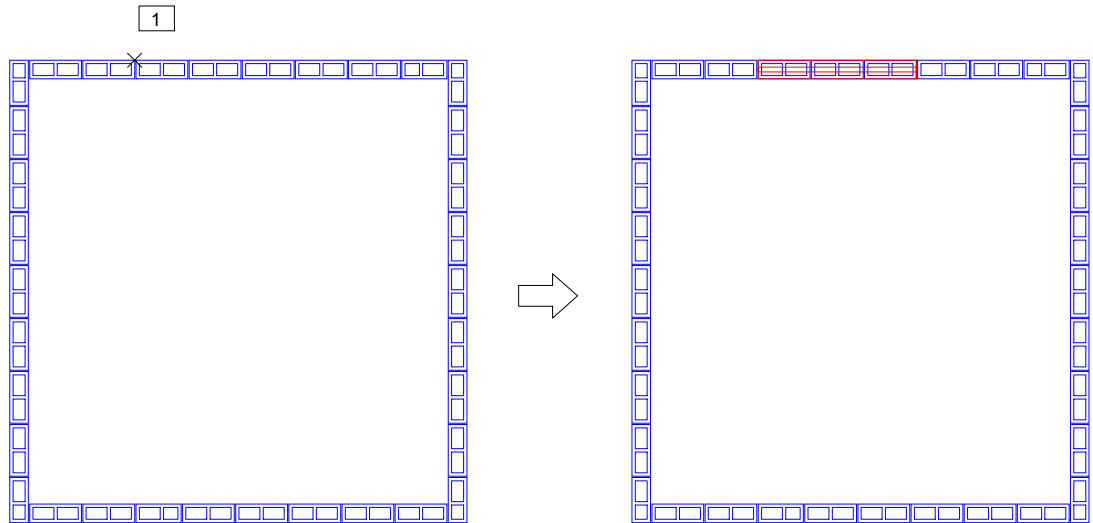
#### 3.5.1 – Inserir janela atual

Esta rotina possibilita maior agilidade na inserção de janelas em planta. A caixa de diálogo e o seu funcionamento são muito semelhantes à rotina "Inserção de 1 bloco atual", o que facilita ao usuário o aprendizado e utilização do comando (Figura 3.22).



**FIGURA 3.22:** Caixa de diálogo do comando “Inserir janela atual”.

A inserção das janelas em planta é feita através de um elemento do tipo “*polilíne*”, na cota Z igual a 800,0 acrescida do número da janela, ou seja, como são permitidos 8 tipos de janelas, a janela J01 será inserida na cota Z=801,0, a janela J02 na cota Z=802,0 e assim por diante (Figura 3.23).



Comando:	"Alvplus" - "Inserir Janela Atual"
Acione o botão:	Selecione o ponto de referência
Ponto de insercao:	<u>B1</u> no PT1 (utilizar OSNAP "intersection" ou "endpoint")
Escolha o ângulo de insecção da porta:	0°
Ponto de inserção da janela:	PT07
Pressione botão:	OK

**FIGURA 3.23:** Comandos para inserção de janela atual em planta.

### 3.5.2 – Inserção de porta em planta

Esta rotina possibilita maior agilidade na inserção de portas em planta. A caixa de diálogo e o seu funcionamento são praticamente idênticos à rotina de inserção de janelas em planta (Figura 3.24). Apenas a cota Z adotada será igual a 700,0 acrescida do número da porta (Figura 3.25).

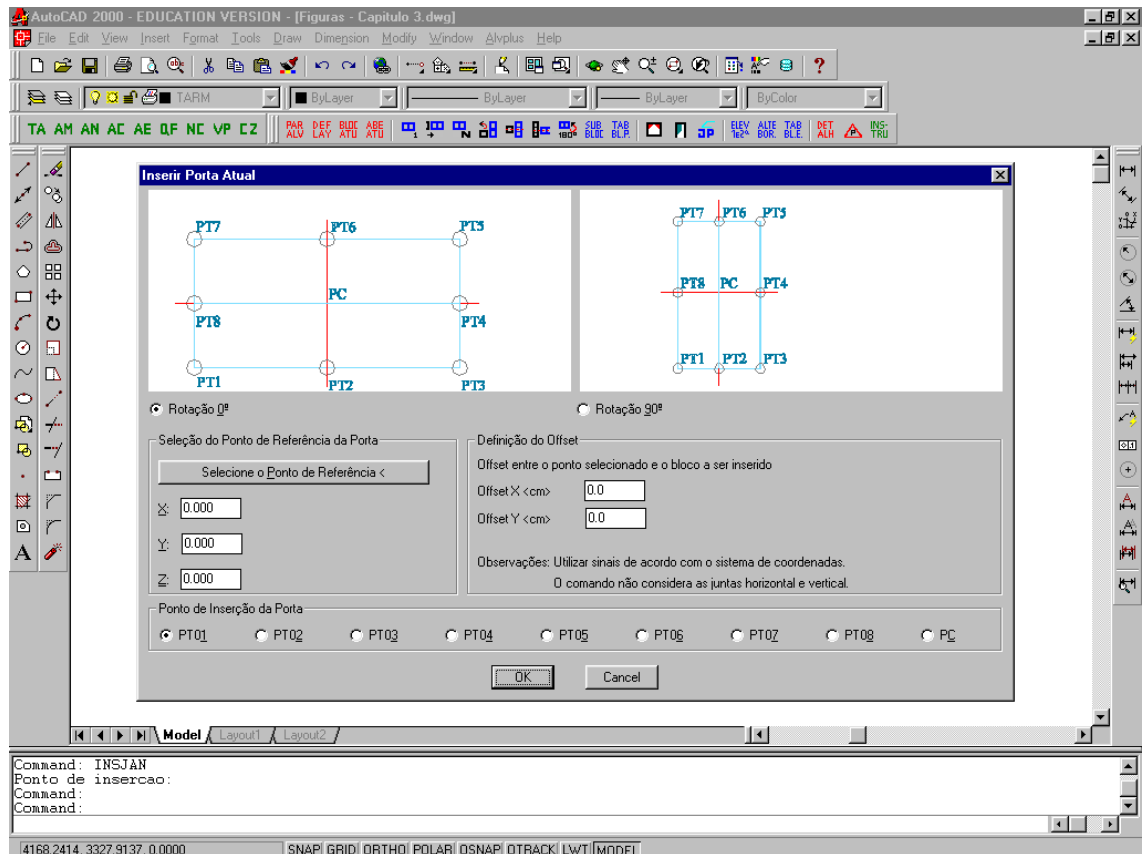
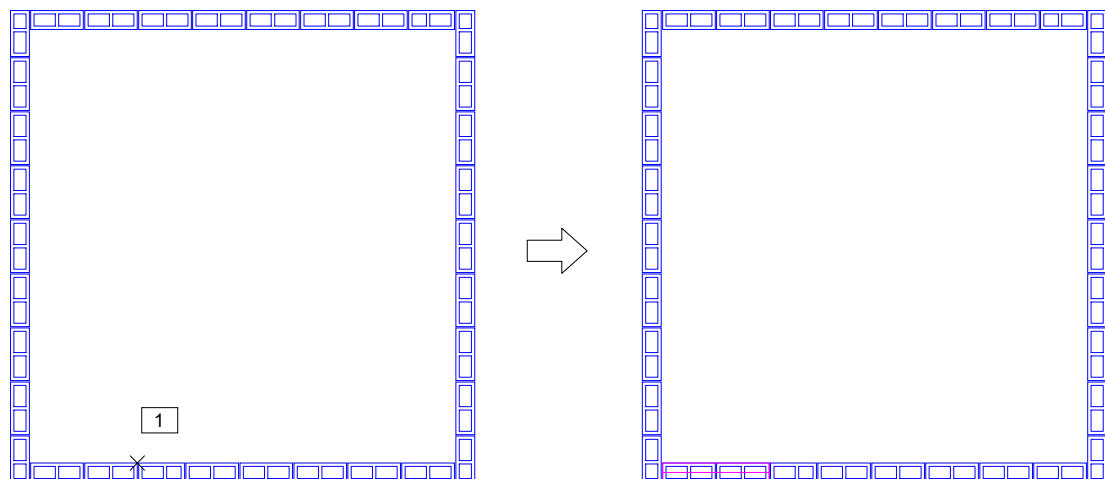


FIGURA 3.24: Caixa de diálogo do comando “Inserir porta atual”.



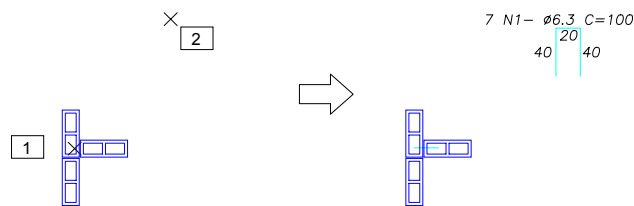
Comando:	"Alvplus" - "Insere Porta"
Açione o botão:	Selecione o ponto de referência
Ponto de insercao:	<u>B1</u> no <u>PT1</u> (utilizar OSNAP "intersection" ou "endpoint")
Escolha o ângulo de insecção da porta:	0°
Ponto de inserção da janela:	PT05
Pressione botão:	OK

FIGURA 3.25: Comandos para inserção de porta atual em planta.

### 3.5.3 – Inserção de armadura de junta a prumo em planta

Esta rotina facilita a inserção de armaduras de junta a prumo em planta (Figura 3.26).

O texto de armadura, inserido na vista em elevação da armadura, é inserido nos padrões estabelecidos para geração da tabela de armaduras, apresentada adiante. Os comprimentos e o diâmetro da armadura são obtidos conforme a configuração dos itens “Definição de armaduras de juntas a prumo” na edição dos “Parâmetros de Projeto de Alvenaria”. O espaçamento das armaduras é definido pelo produto do valor adotado na opção “Quantas em quantas fiadas” pela altura do bloco atual. A quantidade da armadura é calculada através do quociente entre o pé-direito pelo espaçamento. A escolha da posição é feita automaticamente.



```

Comando: "Alvplus" - "Insere Armadura JP em Planta"
Canto Esquerdo/Inferior para inserir o grampo em planta: B1 no PT1
Angulo de insercao do grampo <0>: B2 ou <ENTER>
Desenha armadura em elevacao [S/N] <S>: B2 ou <ENTER>
Canto Superior Esquerdo para inserir o grampo em elevacao: B1 no PT2

```

**FIGURA 3.26:** Inserção de armadura de junta a prumo em planta.

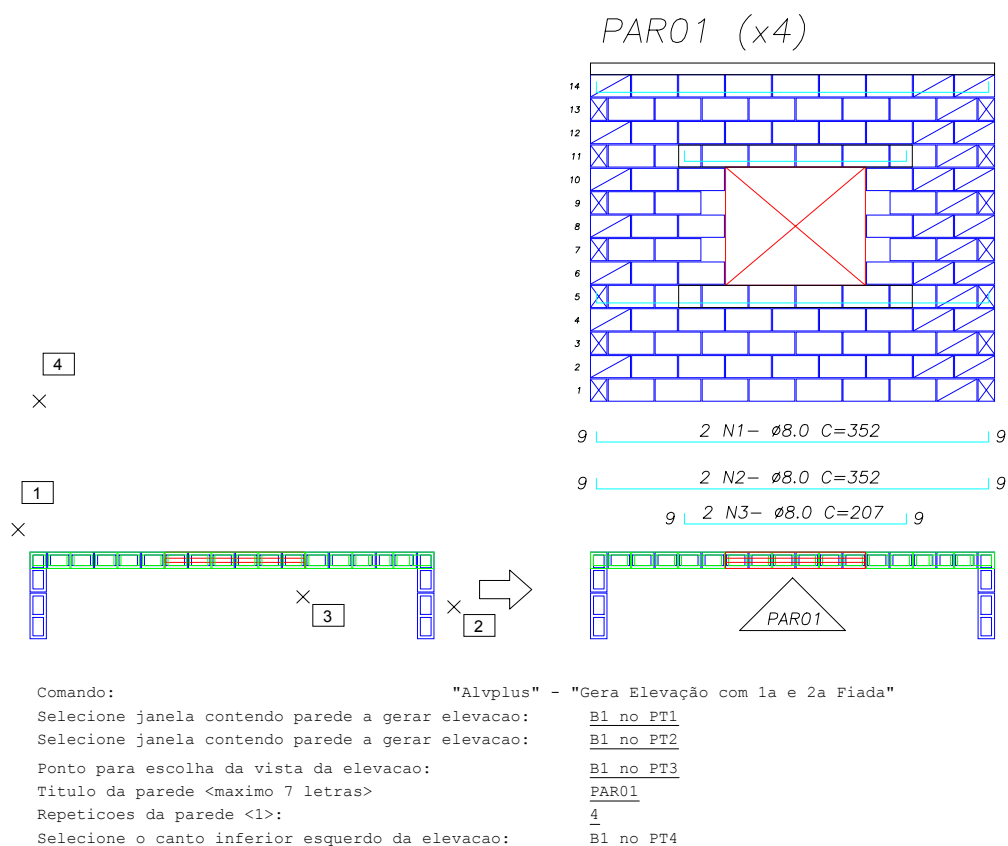
## 3.6 – GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE ELEVAÇÃO DE PAREDES

### 3.6.1 – Elevação através da 1ª e 2ª Fiadas

Primeiramente, o comando solicita ao usuário, a definição de uma janela contendo todos os elementos da elevação. Em seguida, devem ser definidos: a vista da elevação, título da parede, número de repetições e ponto de inserção da elevação.



A Figura 3.27 apresenta uma elevação típica utilizando este comando.



**FIGURA 3.27:** Geração automática de elevação de parede.

Os blocos da 1ª e 2ª fiada que aparecerão na elevação devem estar totalmente contidos na janela de seleção desse comando, definidos por pontos que devem ser afastados de, no mínimo, meio bloco das faces da parede, com o objetivo de selecionar somente blocos que devem aparecer na elevação.

O comando reconhece o ângulo e os blocos de extremidade da parede, desenhando uma linha no "layer" UNIFILAR. Após seleção dos blocos e aberturas, o comando identifica a posição, o "layer" e o ângulo de inserção de cada componente.

Conforme a escolha do ponto da vista da elevação, a rotina desenha o identificador da parede contendo o título da mesma e posicionando o identificador no centro da vista da parede. O título da parede deve ser definido com no máximo sete letras, não podendo haver espaços em branco entre os caracteres do título da parede.

A geração da elevação será feita como se houvesse um observador no lugar do triângulo do identificador da parede. Sendo assim, as elevações serão geradas como se o observador estivesse olhando para a parede da mesma posição indicada pelo identificador. Em edifícios de múltiplos andares, as vistas devem sempre ser feitas como se o observador estivesse dentro do edifício, facilitando a execução das alvenarias.

Durante a inserção automática das armaduras dos elementos estruturais, existe a verificação de que, caso a fiada da contraverga seja a mesma fiada que a da cinta, a armadura da contraverga não é detalhada. Outro critério adotado nas elevações foi que, nas paredes onde houvesse portas, não são detalhadas cintas intermediárias. Caso haja a necessidade de cinta nas paredes com portas, o usuário terá que fazer o detalhamento manualmente.

O número de repetições da parede servirá como multiplicador das armaduras e dos blocos em elevação.

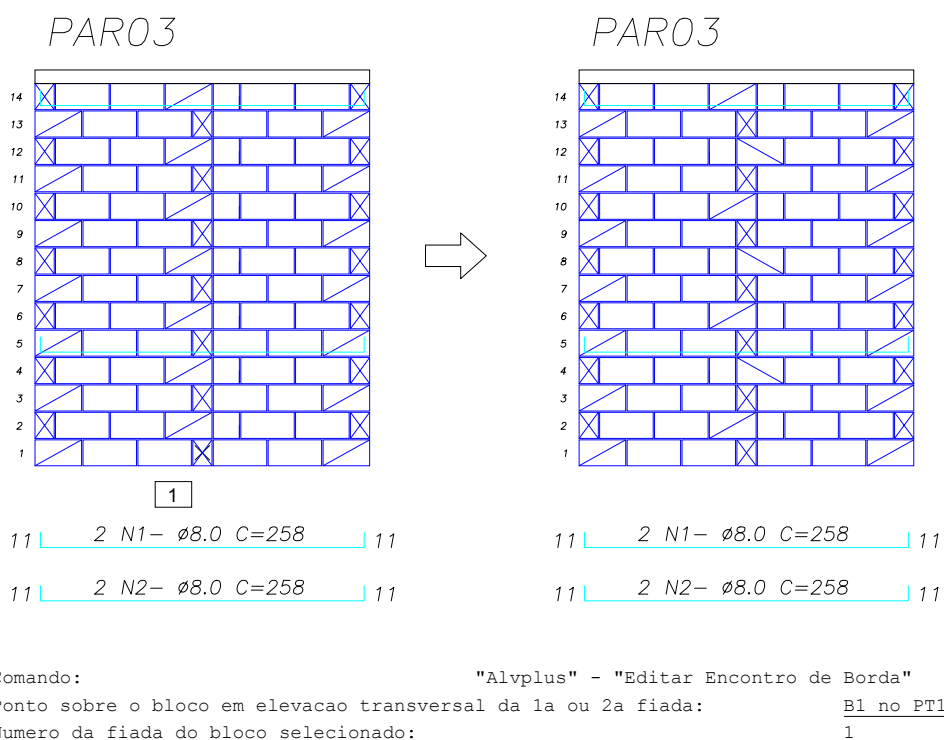
Para que ocorra o perfeito andamento da rotina, é necessário que a janela de visualização esteja ampla o suficiente para que contenha todos os elementos da parede a ser gerada a elevação. O *AutoCAD* somente realiza todos os comandos corretamente se todos os objetos a serem criados estiverem contidos na janela de visualização. Caso contrário, o programa não é capaz de calcular a posição de todos os elementos corretamente, o que ocasiona na geração de parede contendo elementos não definidos pelo usuário.

Os textos contendo números de fiadas e dobras de armaduras são textos simples, na cota  $Z = 0,0$ , os quais não interferem no detalhamento das armaduras e podem ser editados conforme a necessidade de cada usuário.

### **3.6.2 – Edita encontro de borda**

Para evitar que situações onde ocorram juntas a prumo pela não utilização do bloco especial de três furos (item 2.4.3, Figuras 2.2 e 2.4), desenvolveu-se este comando visando a redistribuição dos blocos em elevação. Definindo um ponto para escolha do bloco em elevação transversal, conforme indicado na Figura 3.28, a rotina altera automaticamente as posições

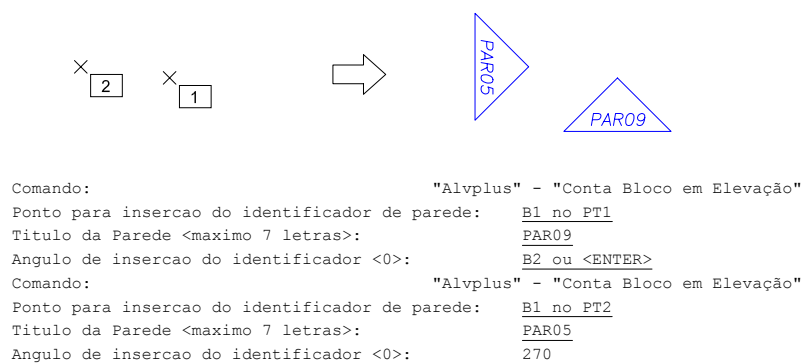
das 4ª, 8ª e 12ª fiadas, evitando a junta a prumo, quando o bloco em elevação transversal estiver na primeira fiada. Caso fosse selecionada a elevação do bloco transversal na segunda fiada, o comando identificaria que os blocos das 3ª, 7ª e 11ª fiadas é que deveriam ser modificados. Em planta, deve-se inserir o detalhe construtivo que indique corretamente esta mudança na posição dos blocos nestes encontros. Essa solução permite que, após três fiadas com junta a prumo, ocorrerá uma fiada com junta defasada.



**FIGURA 3.28:** Edita encontro de borda.

### 3.6.3 – Insere Identificador de Paredes

Esta rotina permite que sejam inseridos identificadores de paredes automaticamente. De acordo com a escolha do ponto da vista da elevação, a rotina desenha o identificador da parede contendo o título da parede já definida. Este título deve ser definido com no máximo sete letras, não podendo haver espaços em branco entre os caracteres do título da parede (Figura 3.29).



**FIGURA 3.29:** Insere Identificador de Paredes.

### 3.6.4 – Conta bloco em elevação

Ao selecionar a opção “Extraí Tabela de Blocos em Elevação” do menu ALVPLUS, pode-se fazer a contagem e extração da tabela de blocos em planta, através da seleção de blocos da primeira fiada. Este comando pede que seja selecionada uma janela, dentro da qual serão contadas todas as entidades do tipo “*insert*”. Por último, solicita-se um ponto onde será inserida a tabela de blocos em elevação (Figura 3.30).

Os nomes dos blocos podem ser formatados através da edição do arquivo FAMILIAS.TXT. Blocos que possuam os mesmos nomes serão mantidos na mesma relação. Por exemplo, para que um bloco inteiro e grauteado seja quantificado na mesma seleção do bloco inteiro e não-grauteado, esses blocos deverão apresentar nomes idênticos.

Esse comando não considera os fatores multiplicadores de paredes. Nos detalhamentos das alvenarias, o usuário é responsável pela verificação das repetições de cada parede. Recomenda-se que, ao extraí a tabela de blocos para diversas paredes, as mesmas sejam agrupadas de acordo com o fator de repetição entre elas.

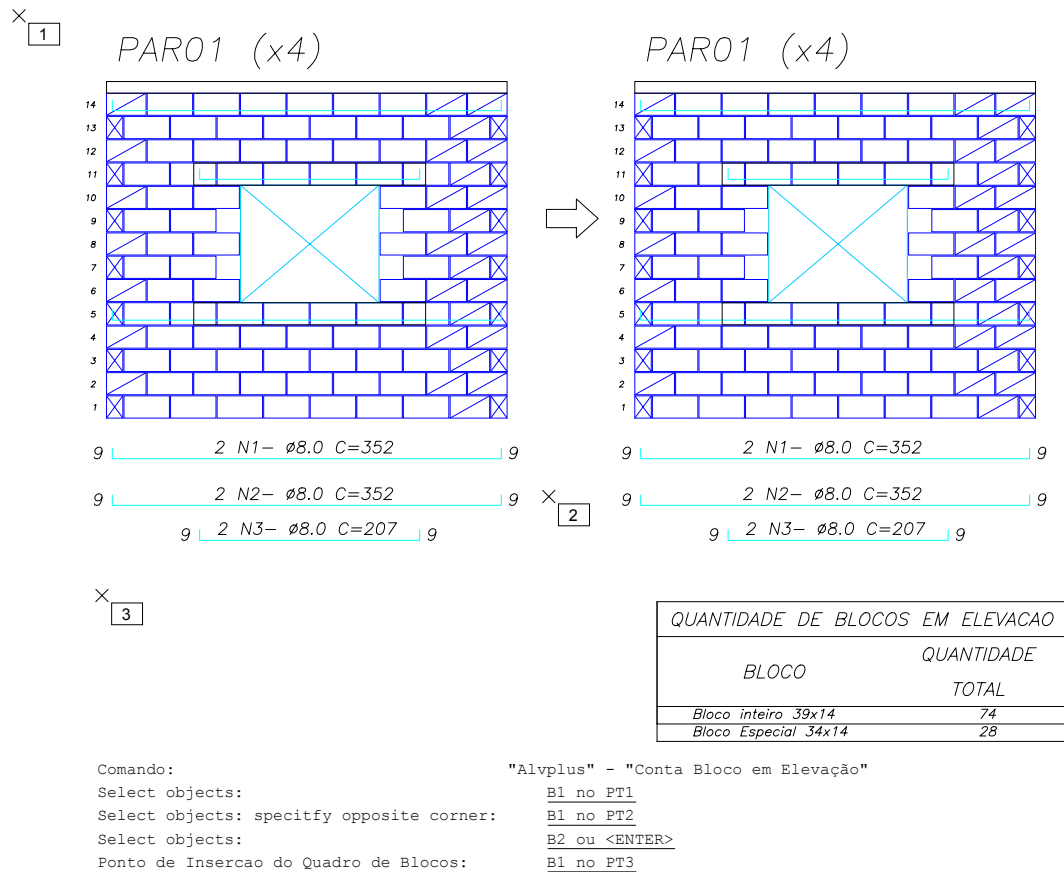


FIGURA 3.30: Extrai tabela de blocos em elevação.

### 3.7 – INSERÇÃO DE DETALHES CONSTRUTIVOS

Esta rotina permite agilizar a inserção de detalhes construtivos no projeto estrutural. O comando exibe caixa de diálogo padrão do *AutoCAD*, selecionando todos os arquivos de desenho com extensão DWG contidos na pasta "C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\DataBank". Depois de feita a escolha do arquivo, o comando solicita ao usuário um ponto de inserção do bloco (Figura 3.31).

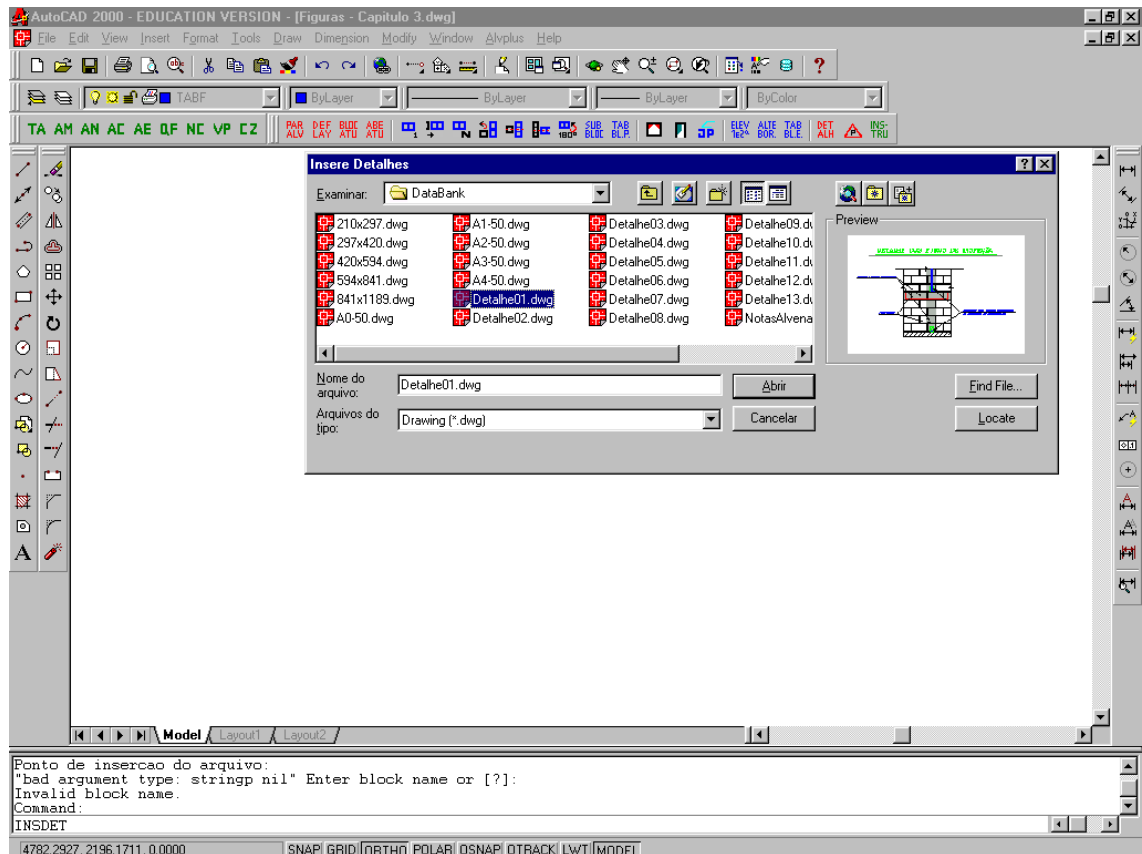


FIGURA 3.31: Inserção de detalhes construtivos.

Estes desenhos podem ser alterados e outros arquivos podem ser adicionados a esta pasta com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar a apresentação dos projetos de edifícios em alvenaria.

### 3.8 – LOCALIZAÇÃO DO MANUAL DO USUÁRIO

Este comando apresenta informações sobre a localização do manual do usuário, que poderá ser consultado sempre que se necessitar de informações mais detalhadas sobre o programa (Figura 3.32).

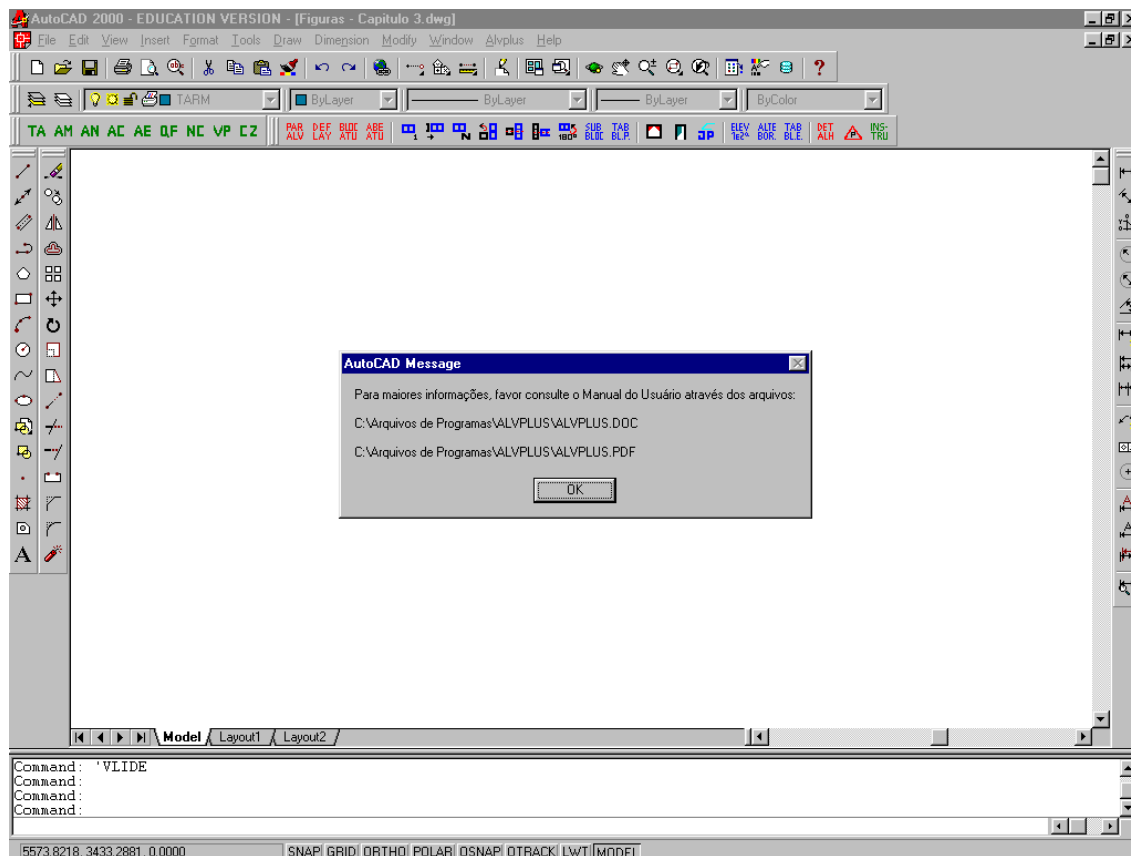


FIGURA 3.32: Localização do Manual do Usuário do programa **ALVPLUS**.

## 3.9 – DETALHAMENTO DAS ARMADURAS

Todas as rotinas relacionadas à inserção de textos de armaduras foram desenvolvidas seguindo os mesmos critérios do programa **ALAJE – Armação de Lajes** – versão 2.5 de Julho de 1998, programa desenvolvido pelos engenheiros Guilherme Aris Parsekian, Marcio Antonio Ramalho e Márcio Roberto Silva Corrêa.

### 3.9.1 – Armaduras

Os textos de armaduras inseridos nas elevações apresentam formato padronizado, de forma que a armadura seja incluída na tabela de armaduras. Cada elevação criada determina um conjunto de armação. Cada armadura a ser inserida é armazenada numa posição, não devendo se repetir. A

quantidade e o diâmetro da armadura (“bitola”) são obtidos a partir da definição feita pelo usuário através da opção “Definição das Armaduras Convencionais” nos “Parâmetros de Alvenaria”. O comprimento de cada armadura é calculado automaticamente. Caso haja a necessidade de repetição de uma mesma posição, é possível acrescentar um multiplicador da posição seguindo o mesmo critério do comando “TA – Texto de Armadura”. Se o comprimento da armadura for superior a 12,00 metros, a armadura apresentada na elevação será do tipo corrida, havendo a necessidade do usuário inserir o comprimento da emenda da armadura.

### 3.9.2– Verificação das posições

O comando VP é utilizado para verificar a existência de posições vazias em um conjunto de armação. Se for encontrada uma posição em branco, as armaduras são rearranjadas de maneira a existir sempre o menor número possível de posições.

### 3.9.3 – Quantitativos de Armaduras

Através do comando “QF”, é possível extrair automaticamente a Tabela e Resumos de Armaduras. A seguir, apresenta-se como os textos são interpretados pelo comando QF para extrair a tabela de armaduras.

#### 3.9.3.1 – Definição dos textos

Cada ferro deve ser definido por três textos a serem lidos no “*layer*” de nome TARM (texto de armadura):

xxx N ??? : definição de quantidades e posição da armadura

%%c ??? : diâmetro da armadura (bitola)

C= ??? : comprimento

Não existe limitação para o número de conjuntos de armação que podem ser definidos em um mesmo desenho. Cada conjunto pode ter até 99 posições de ferros. Esses conjuntos podem ou não ter nomes e quantidade de



vezes que serão repetidos (pode-se utilizar o comando NC para nomear os conjuntos).

Algumas informações adicionais podem ser fornecidas por textos no “layer” AAUX (texto auxiliar de armadura), dentre elas:

M?? : multiplicadores quantidade para cada posição

CC=??? : comprimento de ferros corridos

CV=??? : comprimento médio de armadura de comprimento variável

### 3.9.3.2 – Definição das Cotas Z dos Textos de Armaduras

O programa de extração funciona baseado na cota Z de cada texto. Como exemplo, para o conjunto de armação "n" tem-se:

cota Z = n00 : nome e repetições do conjunto (OPCIONAL)

cota Z = n01 : textos da posição 1

cota Z = n02 : textos da posição 2

. . . . .  
. . . . .

cota Z = ni : textos da posição i

É necessário que os conjuntos existentes ocupem as primeiras cotas possíveis. Assim, num desenho com apenas um conjunto de armação, os textos de armaduras devem estar nas cotas 101, 102,...etc. No caso de 2 conjuntos deve-se ter os textos nas cotas: 101,102,...etc ; 201,202,...etc. A inexistência de textos na cota "n01" indica que não existe o conjunto de armação "n" e o programa interrompe o processamento. Pode-se utilizar o comando VP para verificar a presença de posições vazias.

### 3.9.3.3 – Textos de Definição de Quantidade

Este texto tem a seguinte forma geral:

xxx N ???

no qual:

xxx : dígitos antes da letra “N” indicam a quantidade de armaduras

??? : dígitos após a letra “N” indicam a posição da armadura

Espaços em branco inseridos entre a letra “N” e os dígitos não alteram a leitura do programa.

#### 3.9.3.4 – Textos de Definição de Diâmetro de Armadura

Este texto tem a seguinte forma geral:

%%C ??.

no qual:

%%C: caracteres que são interpretados pelo *AutoCAD* como a letra grega  $\phi$

?? : dígitos com valor do diâmetro da armadura (bitola)

Espaços em branco inseridos entre a letra grega  $\phi$  e os dígitos não alteram a leitura do programa. Exemplos: %%C 5.0, %%C5.0, %%C5, %%C 5, etc.

#### 3.9.3.5 – Textos de Definição de Comprimento

Este texto tem a seguinte forma geral:

C= ???

no qual:

C= : caracteres para indicação do parâmetro comprimento

??? : dígitos com valor do comprimento total do ferro, em centímetro.

O comprimento pode ser definido com precisão nas casas decimais. O programa faz seus cálculos utilizando essas casas, mas no final escreve os valores arredondados. Porém, é evidente que o corte e a dobra de uma armadura não requer precisão maior do que na ordem dos milímetros.

#### 3.9.3.6 – Texto de Definição de Multiplicadores Específicos

Este texto tem a seguinte forma geral:

M??

no qual:

M: caractere para indicação do parâmetro multiplicador

?? : dígito com valor do multiplicador

Este texto deve ser desenhado na “*layer*” AAUX (e cota Z adequada, por exemplo, Z=101,0 para textos do conjunto 1 e posição 1). A quantidade de ferros da posição é multiplicada pelo valor indicado. Ao lado da tabela de armaduras são indicados os multiplicadores de cada posição (os textos são desenhados no “*layer*” AAUX que pode ser congelada quando o desenho for plotado).

### 3.9.3.7 – Texto de Definição de Comprimentos Corridos

Este texto tem a seguinte forma geral:

CC=??

no qual:

CC=: caracteres para indicação do parâmetro comprimento corrido

?? : dígitos contendo o valor do comprimento corrido.

Este texto deve ser desenhado no “*layer*” AAUX e com cota Z adequada. Por exemplo, os textos do conjunto 2 e posição 1 devem estar na cota Z=201,0. O comprimento unitário é indicado como corrido (C=CORR.) e o comprimento total é calculado com o valor especificado.

### 3.9.3.8 – Texto de Definição de Comprimentos Variáveis

Este texto tem a seguinte forma geral:

CV=??

no qual:

CV= : caracteres para indicação do parâmetro comprimento variável médio

?? : dígitos contendo o valor do comprimento variável médio.

Este texto deve ser desenhado no “*layer*” AAUX e com cota Z adequada. Por exemplo, Z=103,0 para textos do conjunto 1 e posição 3.

O comprimento unitário é indicado como variável e o comprimento total é calculado com o valor especificado.

### 3.9.3.9 – Demais textos relacionados ao detalhamento das armaduras

Recomenda-se que os demais textos de armaduras, como, por exemplo, textos de dobras, devem estar desenhados em “*layer*” diferente e com cota Z igual a 0,0, evitando que ocorram erros de interpretação durante a Extração da Tabela de Armaduras.

### 3.9.4 – Alteração da cota Z

O comando CZ deve ser utilizado quando se deseja mudar a cota Z de algum desenho. Ao digitar CZ na linha de comando do *AutoCAD*, pede-se para informar a nova cota Z dos objetos de desenho e os objetos de desenho a serem modificados.

O comando CZ é útil para alterar detalhes feitos ou para criar detalhes especiais, deixando os textos de descrição no formato padrão da tabela de armaduras, conforme item seguinte.

### 3.9.5 – Criação de novos blocos na biblioteca de blocos

Foram criados para as famílias dos blocos 30x15, 40x15 e 40x20 os blocos usuais empregados no mercado. Além dessas famílias, há a possibilidade de serem acrescentadas 3 novas famílias de blocos, conforme indicado na Figura 3.2, denominadas Família 4, 5 e 6. Para cada família, não existe nenhuma limitação da quantidade de blocos que podem ser utilizados pelo usuário, permitindo-se a inserção de novos blocos mesmo para as famílias 30x15, 40x15 e 40x20.

A seguir, apresentam-se os procedimentos necessários para a inserção de novos blocos numa determinada família de bloco:

- É permitido inserir novos blocos indicando o nome do desenho em planta que deve estar salvo na pasta “C:\Arquivos de programas\ALVPLUS\Blocos”. É importante ressaltar que os nomes dos blocos sempre devem começar com as letras “BE”, nome o qual será dado às vistas dos blocos em planta.

- A relação dos blocos e das famílias está definida nas primeiras linhas do arquivo ALVPLUS.LSP. É permitido criar até três novas “Famílias de Blocos”, denominando-as como Famílias 4, 5 e 6.
- Inserir no arquivo “C:\Arquivos de programas\ALVPLUS\FAMILIAS.TXT” as informações relacionadas às dimensões reais dos novos blocos e seus respectivos nomes, seguindo a convenção indicada neste arquivo. Os nomes dos blocos serão utilizados na criação das tabelas de blocos em planta e em elevação. Os blocos que tiverem o mesmo nome serão contados como se fossem iguais. Neste arquivo importa apenas o nome do bloco em planta, não importando qual a família de bloco que este bloco pertence.
- Após criar o arquivo contendo a vista do bloco em planta e ter acertado o arquivo FAMILIAS.TXT é necessário criar as elevações longitudinais e transversais de cada novo bloco. Para agilizar este processo, foi criado o comando CCC que, após ser definida a vista do bloco em planta, cria os arquivos das elevações automaticamente conforme as dimensões específicas no arquivo FAMILIAS.TXT. Os nomes dos blocos em planta serão substituídos as duas primeiras letras por "EL" e "ET". Portanto, não é permitido que blocos como, por exemplo, BE2914 e BC2914 sejam criados, pois suas elevações terão os mesmos nomes: EL2914 e ET2914 (elevações longitudinal e transversal, respectivamente).
- É permitido que o usuário edite os arquivos com extensão DWG e até mesmo redefina a representação gráfica dos blocos apresentados na biblioteca de blocos. Se forem alteradas dimensões dos blocos em plantas, devem ser realizadas as mesmas modificações nos arquivos do banco de dados relacionados a cada família específica, onde estão registradas as informações dos blocos por família (Arquivo FAMILIAS.TXT).
- Por exemplo, caso seja criado um bloco BE3914CAN.dwg, os nomes de suas elevações longitudinal e transversal serão respectivamente, EL3914CAN.dwg e ET3914CAN.dwg
- O limite para o nome de cada desenho de bloco é de 16 letras.
- Durante a distribuição da modulação das edificações, não existem restrições na utilização de blocos de diferentes famílias num mesmo

arquivo. Este procedimento pode ser adotado quando houver a necessidade de acertar os arremates em aberturas.

- Os desenhos dos blocos em planta e em elevação contidos na pasta “C:\Arquivos de programas\ALVPLUS\Blocos” podem ser alterados conforme a necessidade de cada usuário, adequando os desenhos do banco de dados aos seus padrões.

## **Capítulo 04 – Aplicações do Programa**

---

O objetivo deste capítulo é mostrar, através de um caso prático, os principais passos para realizar a modulação e o detalhamento de um edifício em alvenaria estrutural. Para isto, será feita a modulação e o detalhamento das alvenarias de um edifício residencial, enfocando-se as principais decisões tomadas.

Deve ser destacado que o enfoque deste trabalho é o detalhamento das estruturas de alvenaria e não o dimensionamento das mesmas. Portanto, não serão apresentados detalhes sobre o dimensionamento.

### **4.1 – APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO**

A Figura 4.1 apresenta o exemplo da planta baixa do pavimento tipo do edifício a estudar. As dimensões do desenho estão em centímetro.

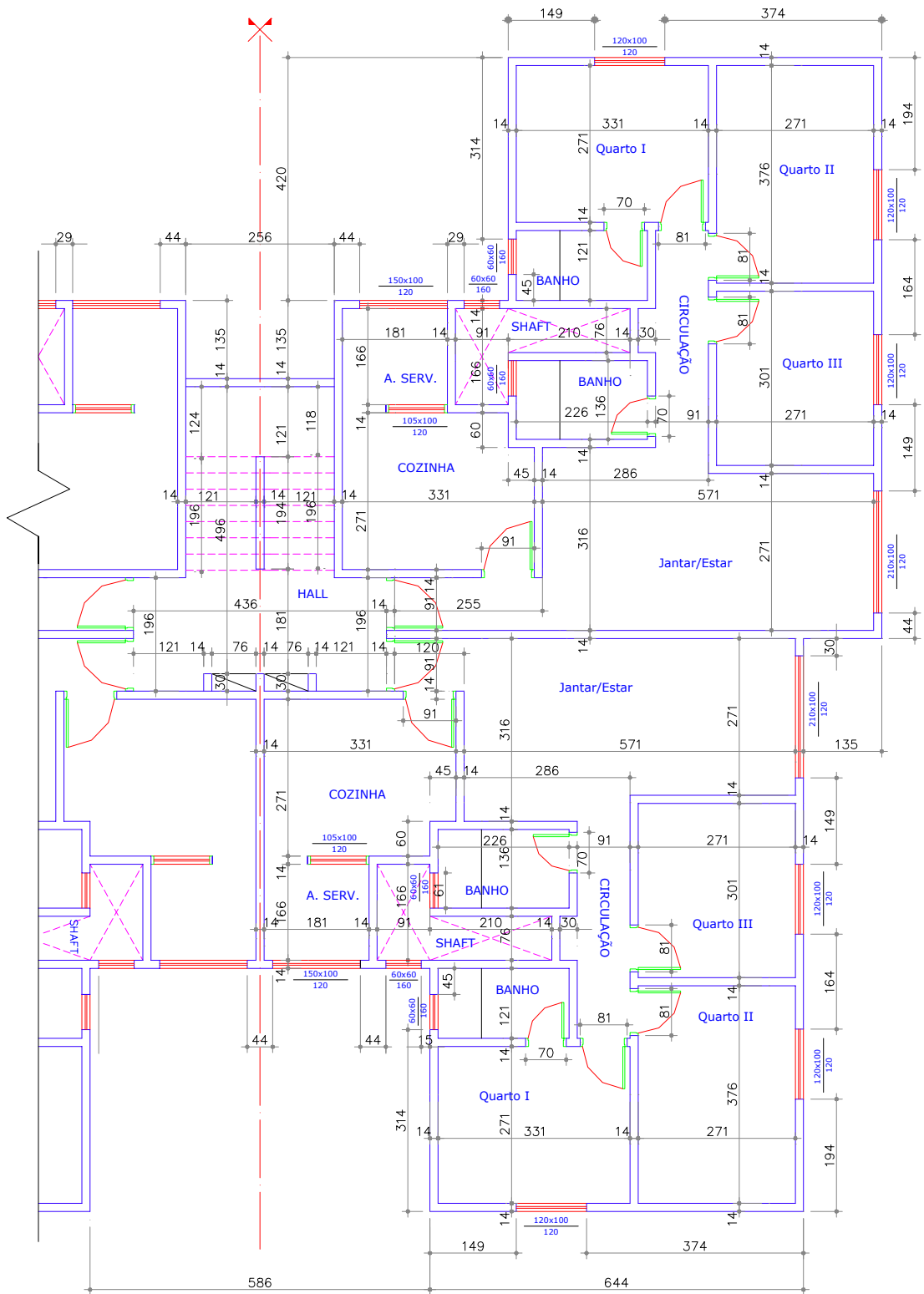


FIGURA 4.1: Planta de arquitetura de um pavimento tipo.



#### 4.1.1 – Dados iniciais do projeto

- Quantidade de pavimentos tipos: 4
- Quantidade de apartamentos por pavimento: 4
- Pé-direito das alvenarias: 2,80 m
- Espessura das lajes: 10 cm
- Definição do tipo de lajes: maciças
- Vergas, contravergas e cintas: moldadas *in loco* utilizando blocos canaletas
- Espessura de juntas de argamassa: 1,0 cm

Para este exemplo, optou-se pela utilização de “shafts” hidráulicos para resolverem o problema da passagem das tubulações verticais, conforme indicado no item 2.8.4 do capítulo 2.

Neste edifício, resolveu-se por fazer cintas abaixo da laje e a meia altura de todas as paredes, para dar travamento ao prédio como um todo e combater efeitos provocados por variações térmicas. As cintas não foram calculadas, admitindo-as de altura igual a um bloco canaleta e armadura construtiva de 1 $\phi$  10,0mm.

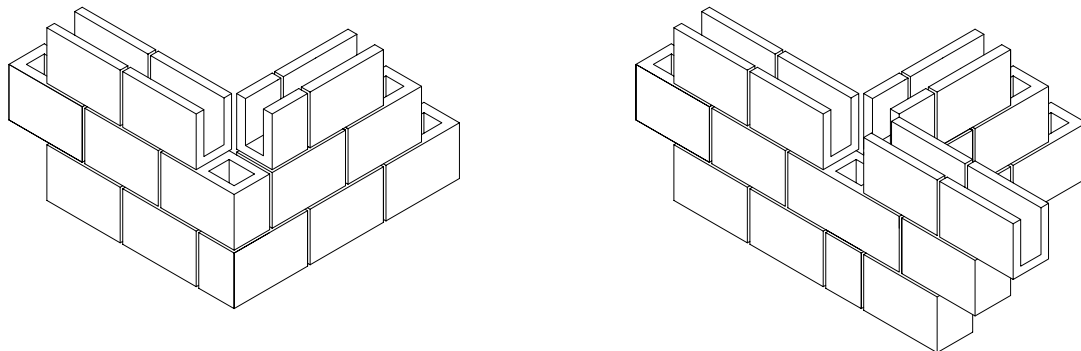
## 4.2 – EXEMPLO UTILIZANDO FAMÍLIA DE BLOCOS 30x15

### 4.2.1 – Definição dos blocos

Tratando das dimensões, optou-se pelo bloco de modulação horizontal e espessura de 15 cm (incluindo a junta). Portanto, foram utilizados os seguintes blocos:

- 29x14x19 cm (bloco comum inteiro)
- 14x14x19 cm (meio bloco comum)
- 44x14x19 cm (bloco especial de amarração)
- 29x14x19 cm (bloco canaleta inteiro)
- 14x14x19 cm (meio bloco canaleta)

O grauteamento nos cantos ou bordas, para as fiadas executadas com blocos canaletas (Figura 4.2), será realizado com a utilização de formas de madeira, evitando-se o corte de blocos.



**FIGURA 4.2:** Detalhe de encontro de cintas em canto e borda de paredes propiciando a passagem da armadura.

#### 4.2.2 – Verificação da esbeltez das paredes

A esbeltez é a relação entre a altura efetiva ( $h_{ef}$ ) e a espessura efetiva ( $t_{ef}$ ), especificada pela ABNT (1989), NBR 10837. Para alvenaria não-armada, o limite da esbeltez de paredes estruturais é igual a 20, ou seja:

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \leq \lambda_{lim} = 20 \quad [\text{Eq. 4.1}]$$

Onde:

$h_{ef}$  = altura efetiva, equivalente à altura real da parede, no caso de paredes apoiadas na base e no topo

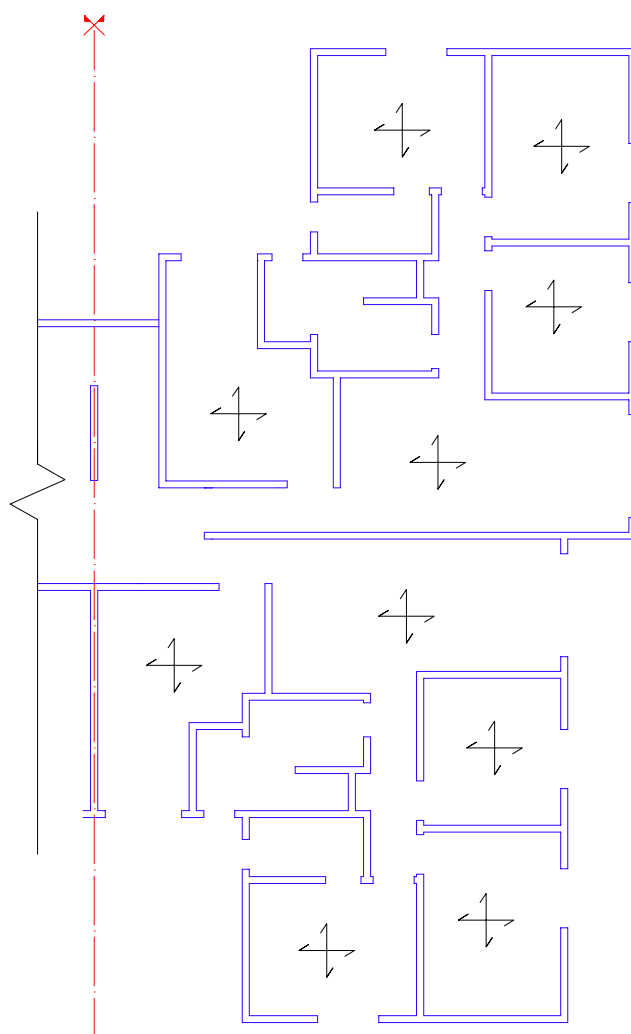
$t_{ef}$  = espessura efetiva

Assim, para este exemplo:

$$\lambda = \frac{280}{14} = 20 = \lambda_{lim} \quad [\text{Eq. 4.2}]$$

### 4.2.3 – Concepção estrutural

Quase todas as paredes do edifício foram adotadas como sendo estruturais, Figura 4.3. Isso faz com que a sistema estrutural, tanto para resistir às cargas verticais quanto às ações horizontais, seja bastante adequado para que se obtenha um dimensionamento eficiente.



**FIGURA 4.3:** Concepção estrutural do pavimento tipo.

### 4.2.4 – Amarração entre paredes

Haverá amarração das paredes através do intertravamento dos blocos, evitando-se a existência de juntas a prumo.

#### 4.2.5 – Entrada de dados do programa

Após a definição dos principais parâmetros de alvenaria, inicia-se a entrada de dados, conforme indicado na Figura 4.4.

O próximo passo é a definição de portas (Figura 4.5) e a definição de janelas (Figura 4.6). Para as dimensões horizontais e verticais das aberturas foram definidos valores múltiplos de 15 cm e 20 cm, respectivamente. As medidas reais das aberturas nas alvenarias devem considerar os acréscimos que possibilitem a fixação dos caixilhos.

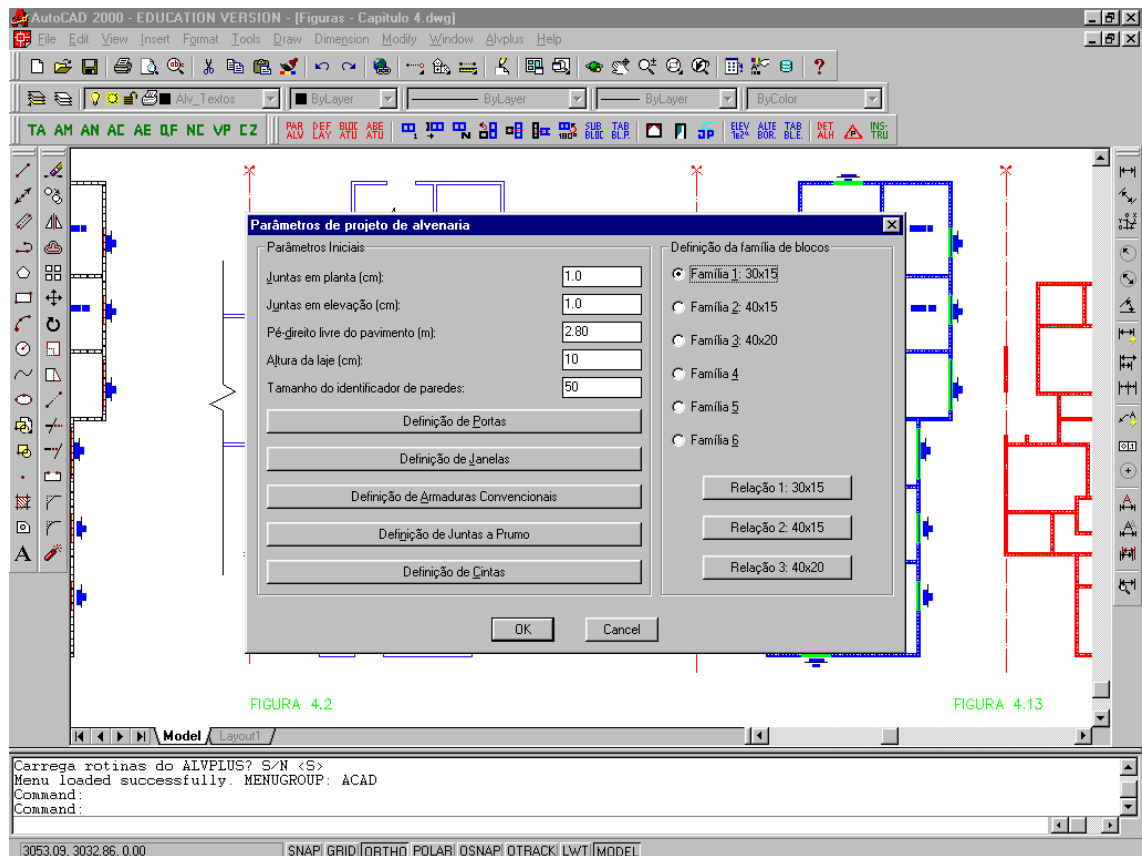


FIGURA 4.4: Definição dos parâmetros de projeto de alvenaria.

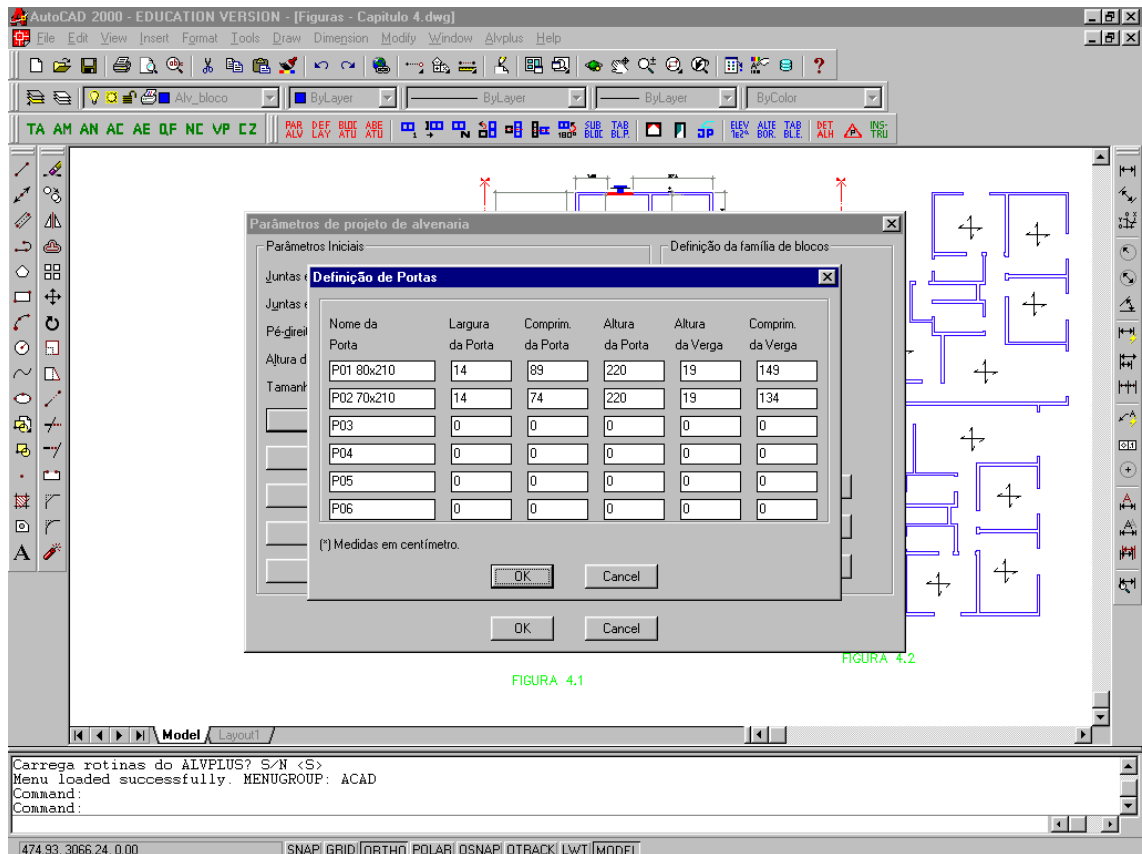


FIGURA 4.5: Definição de portas.

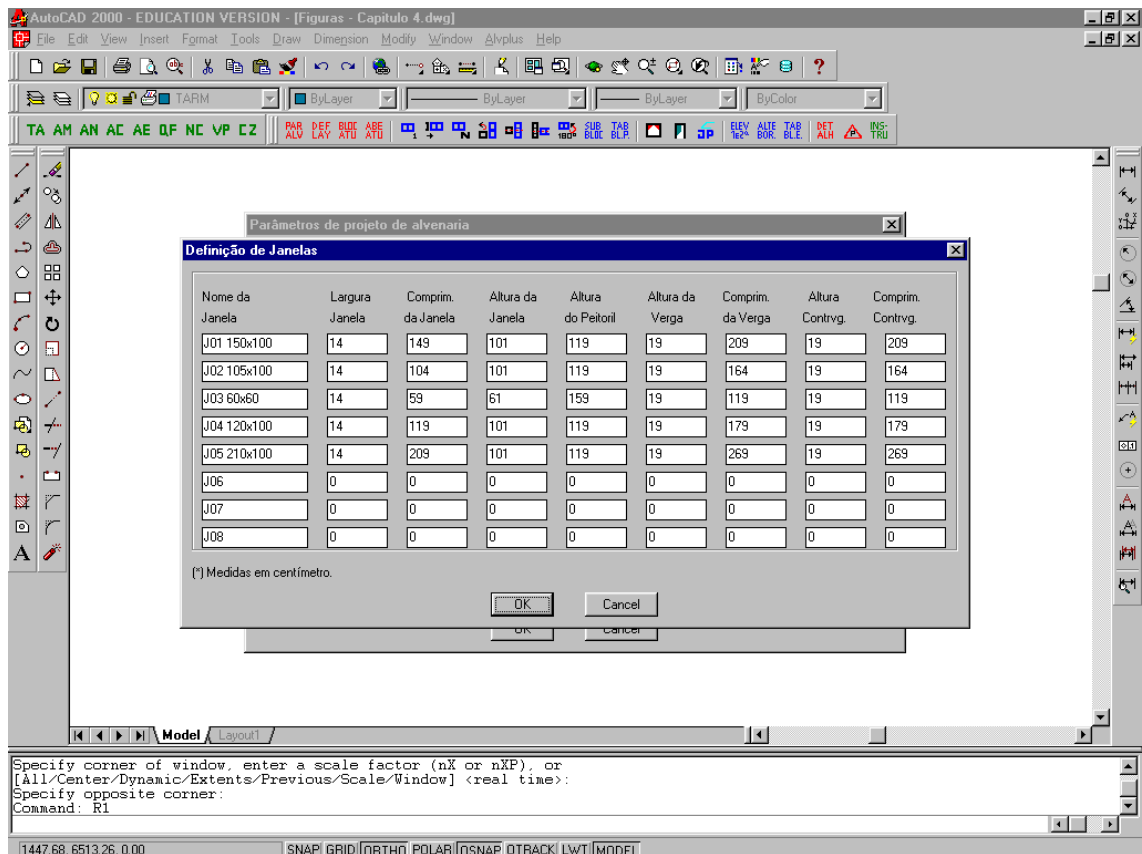


FIGURA 4.6: Definição de janelas.

Todas as armaduras construtivas podem ser definidas, antes de se iniciar a modulação propriamente dita, através de uma entrada bastante conveniente, conforme indicado na Figura 4.7. Para as armaduras utilizadas nas juntas a prumo, foram adotadas armaduras do tipo “grampo”, com as dimensões especificadas na Figura 4.8.

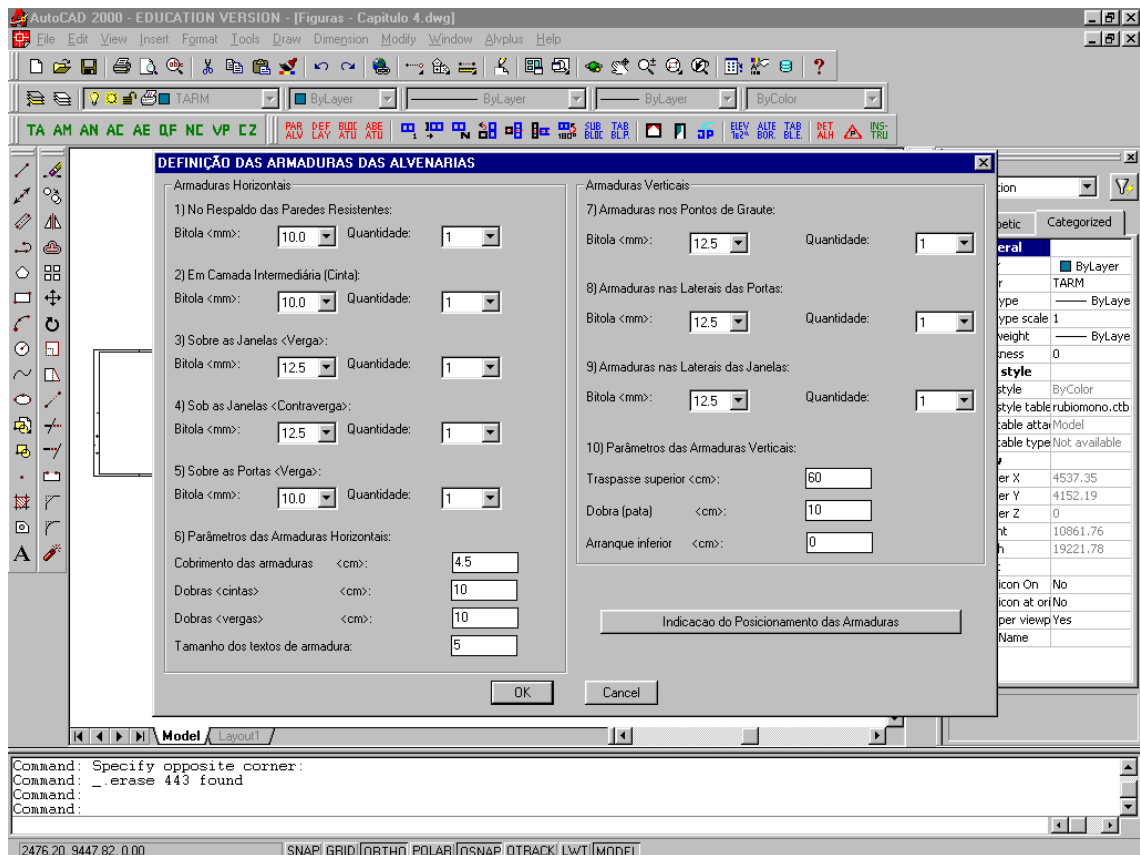


FIGURA 4.7: Definição de armaduras construtivas.

Foi considerada, além da cinta de respaldo na 14ª fiada, uma cinta ao longo de todas as paredes na 6ª fiada (Figura 4.9).

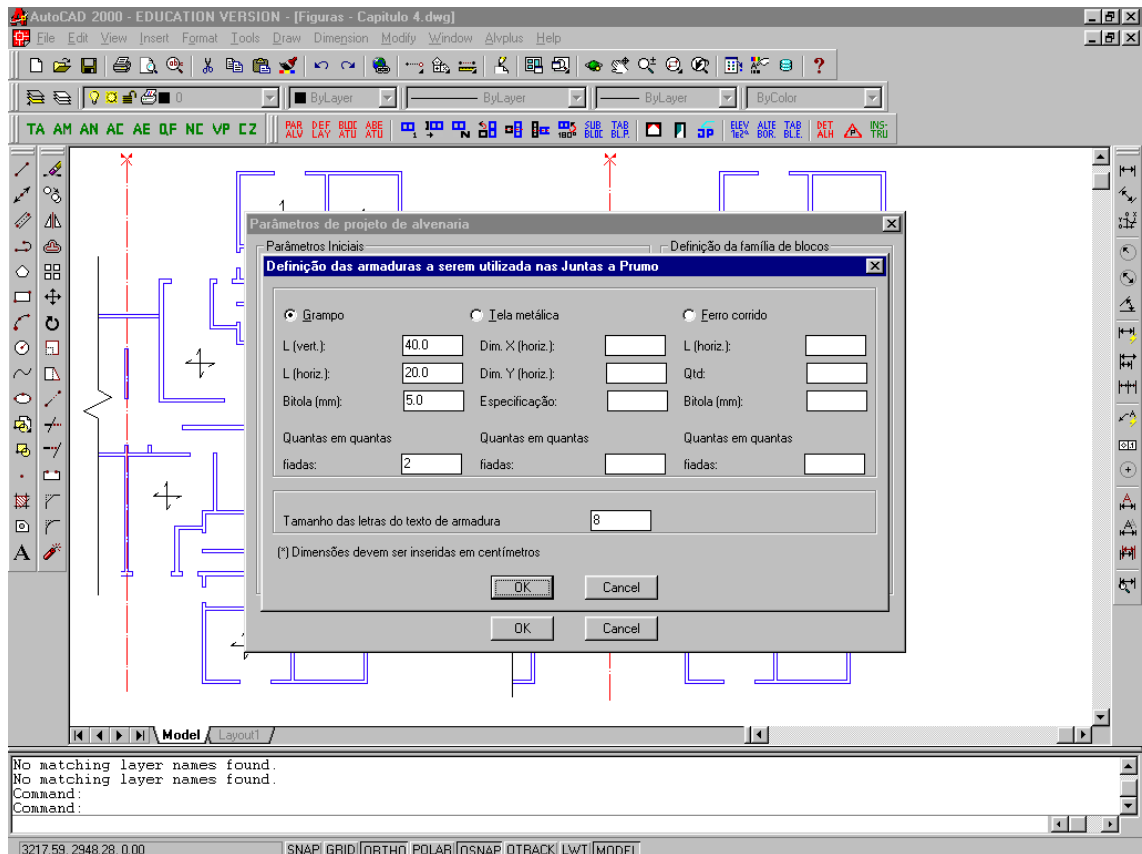


FIGURA 4.8: Definição de armaduras utilizadas nas juntas a prumo.

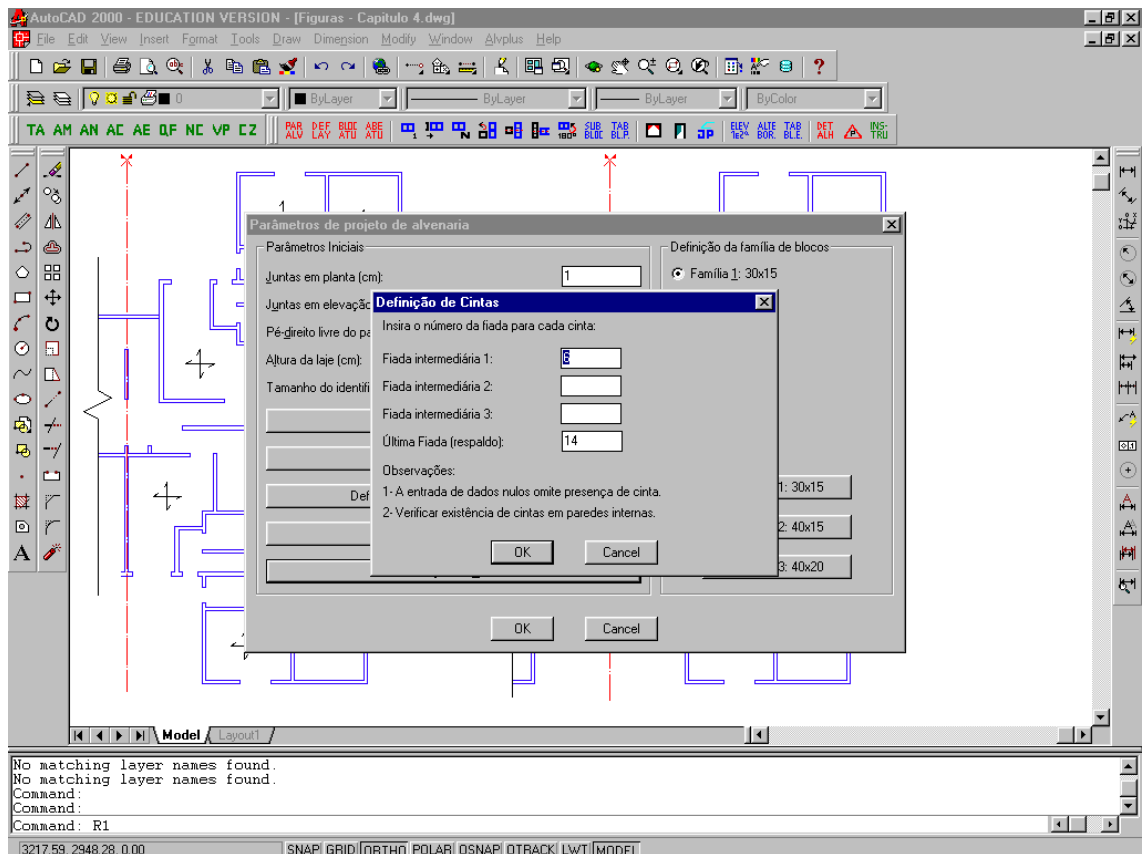


FIGURA 4.9: Definição de cintas.

A próxima etapa é definir os “layers” a serem utilizados nos desenhos (Figura 4.10).

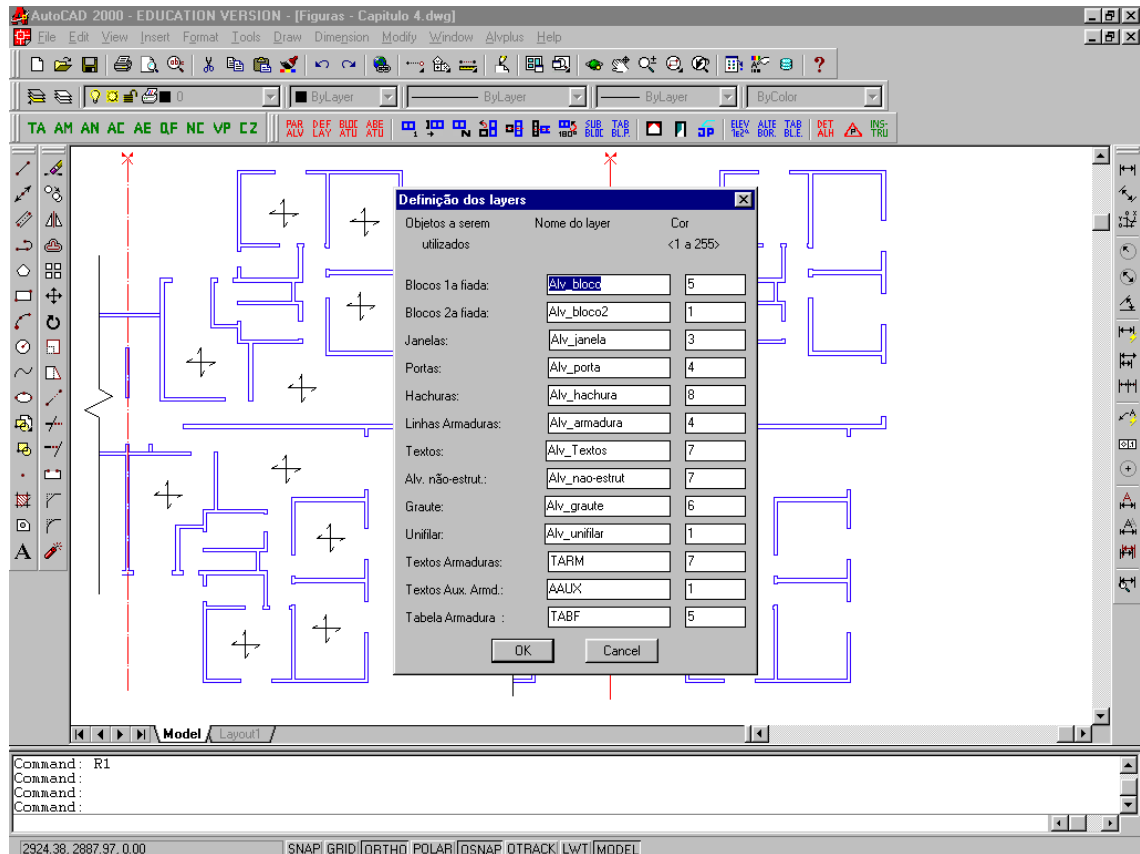


FIGURA 4.10: Definição de “layers”.

#### 4.2.6 – Definição dos critérios atuais para inserção da modulação

A primeira etapa da modulação é a definição dos blocos e aberturas atuais (Figuras 4.11 e 4.12). Em seguida, a primeira fiada é lançada junto com a planta de arquitetura.



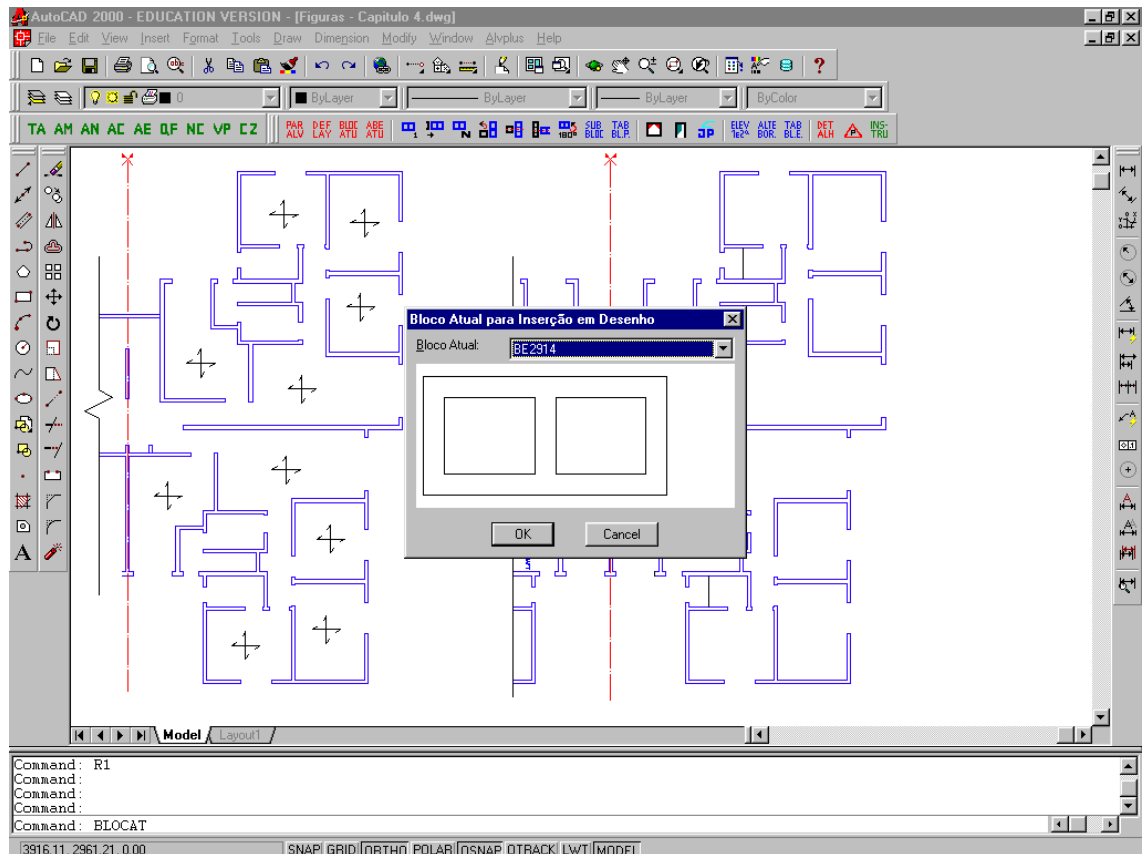


FIGURA 4.11: Definição do bloco atual.

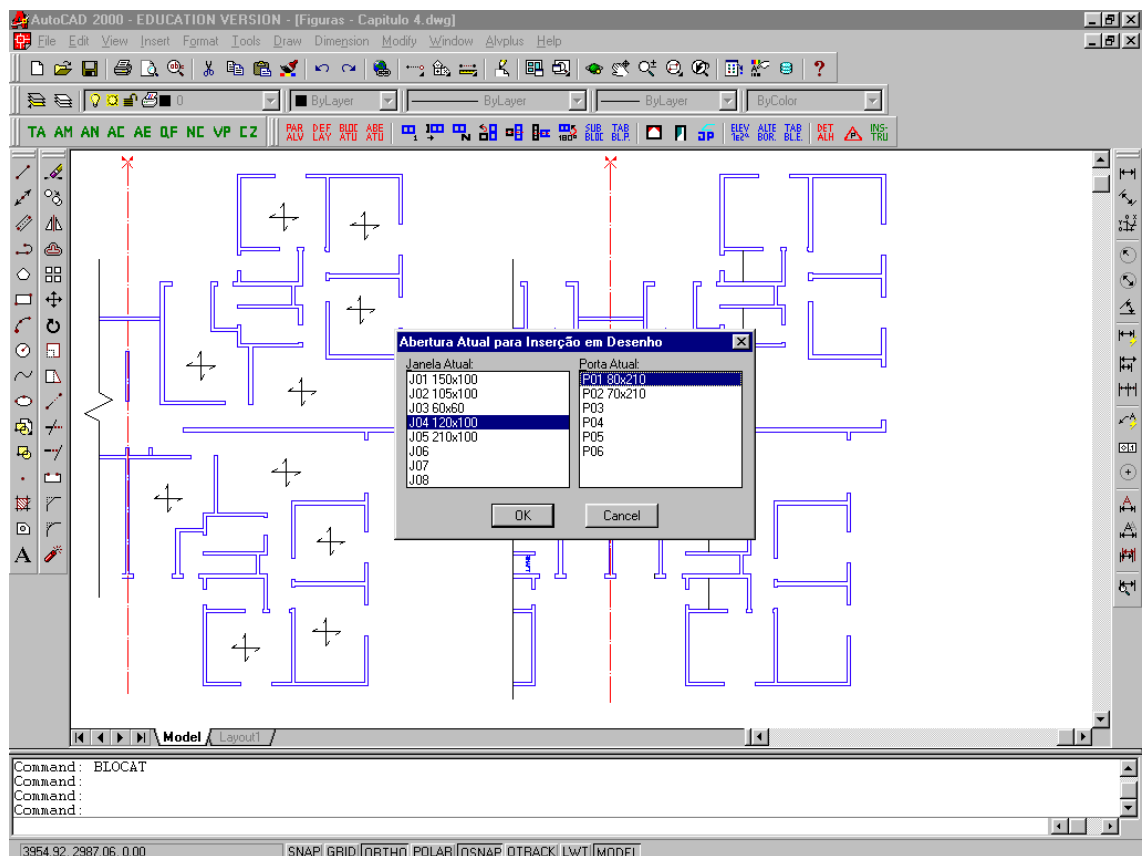
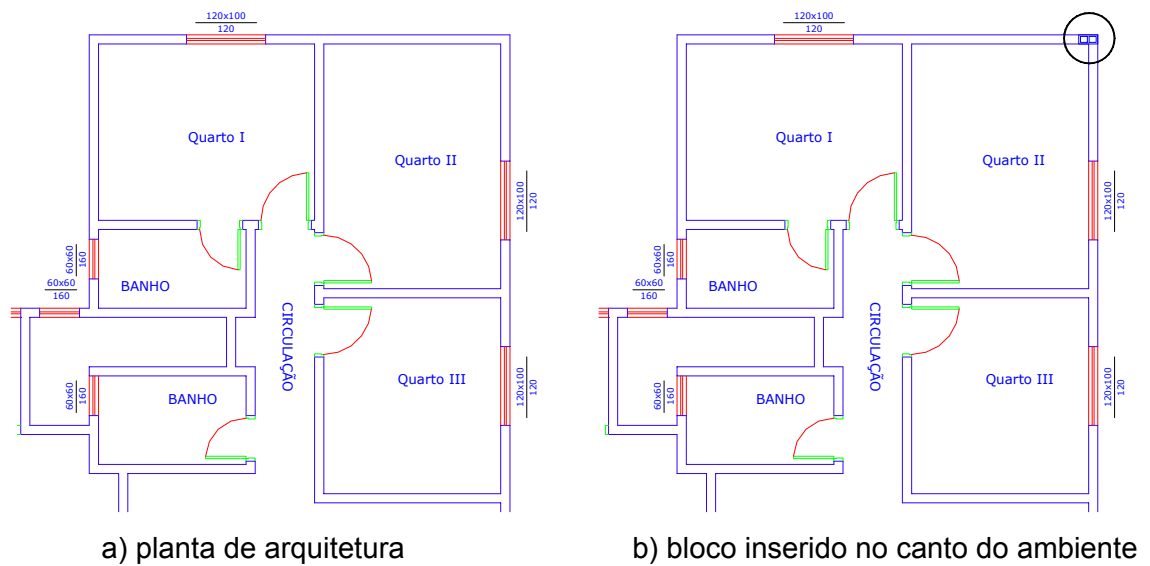


FIGURA 4.12: Definição das aberturas atuais.

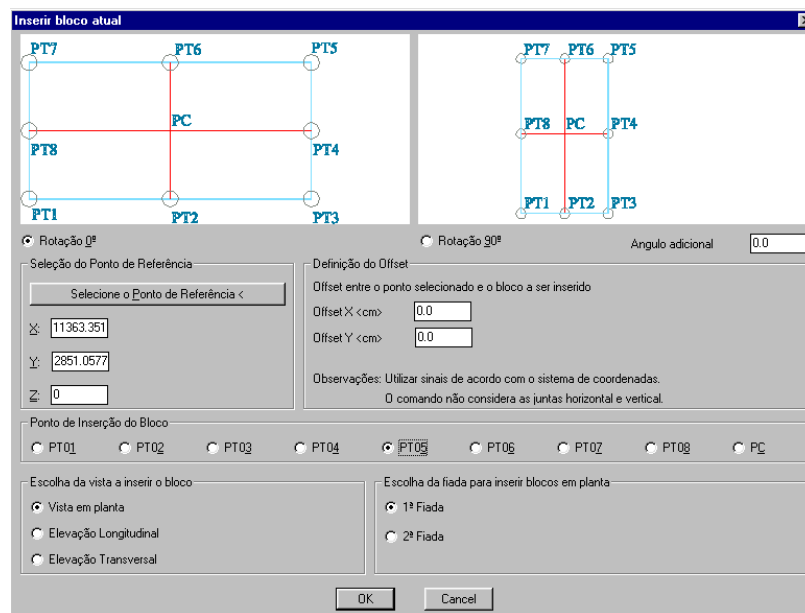
### 4.2.7 – Distribuição da modulação das 1ª e 2ª fiadas

Recomenda-se que o primeiro bloco a inserir em planta seja posicionado em um canto de paredes. A Figura 4.13a indica a região da planta de arquitetura onde iniciará a modulação. É observado na Figura 4.13c a entrada de dados da caixa de diálogo referente ao comando “Inserir 1 bloco” e, na Figura 4.13b, apresenta-se o bloco da primeira fiada, inserido na posição definitiva que, para este exemplo, será definido no denominado QUARTO II.



a) planta de arquitetura

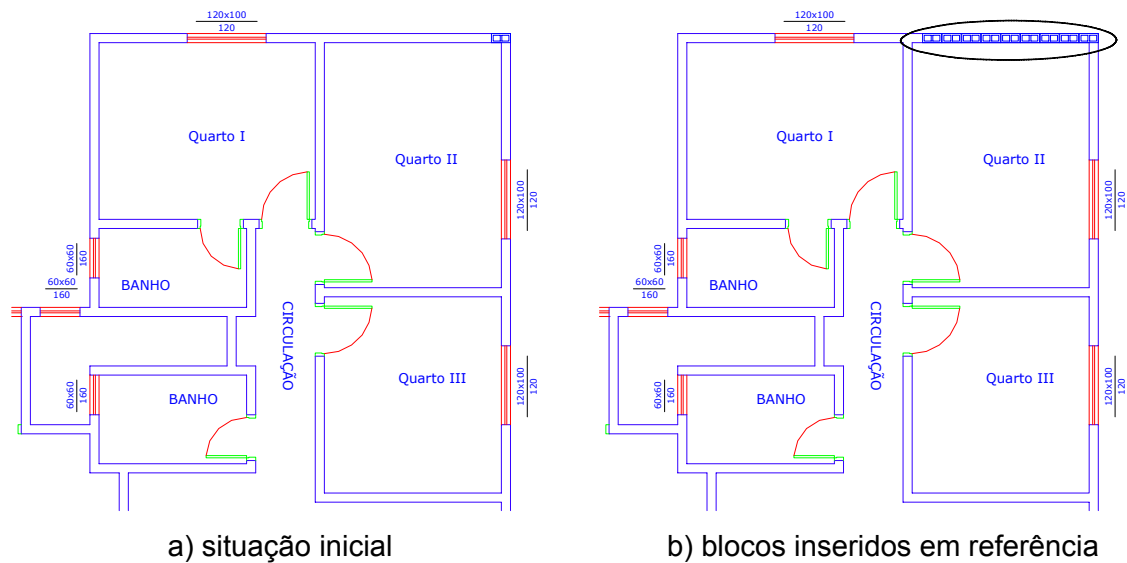
b) bloco inserido no canto do ambiente



c) Caixa de diálogo do comando “Inserir 1 bloco”

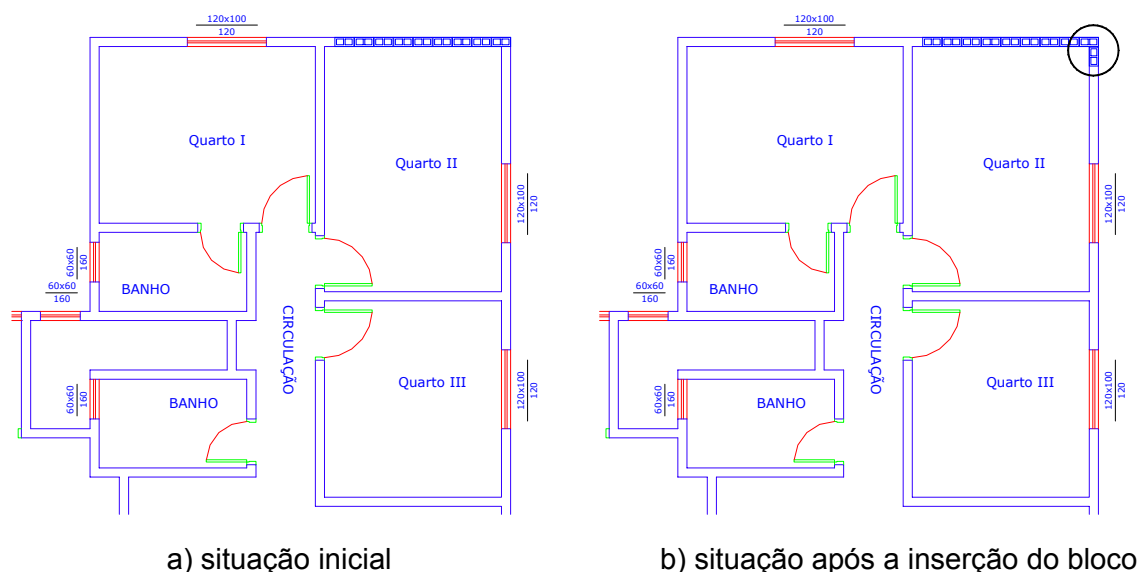
**FIGURA 4.13:** Etapas da inserção do primeiro bloco em planta.

O próximo bloco a inserir será a partir do bloco inserido inicialmente, considerando o mesmo alinhamento do bloco existente, através do comando “Insere 1 Bloco com Referência”. A Figura 4.14a indica a situação inicial a qual se encontra a planta de arquitetura. Observa-se na Figura 4.14b todos os blocos inseridos em relação ao primeiro bloco selecionado. O comando é interrompido ao pressionar a tecla “ESC”.



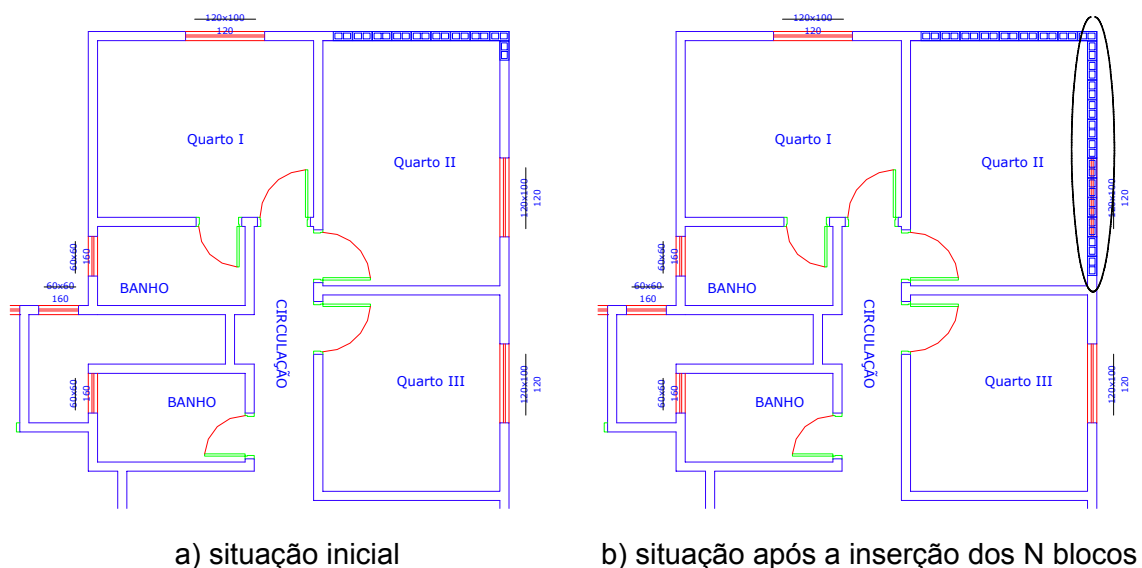
**FIGURA 4.14:** Inserção de blocos no mesmo alinhamento do bloco existente.

Continuando a distribuição da modulação em planta da primeira fiada, o próximo passo é inserir um bloco ortogonal e alinhado em relação à face do primeiro bloco inserido através do comando “Insere 1 bloco rotacionado” (Figura 4.15).



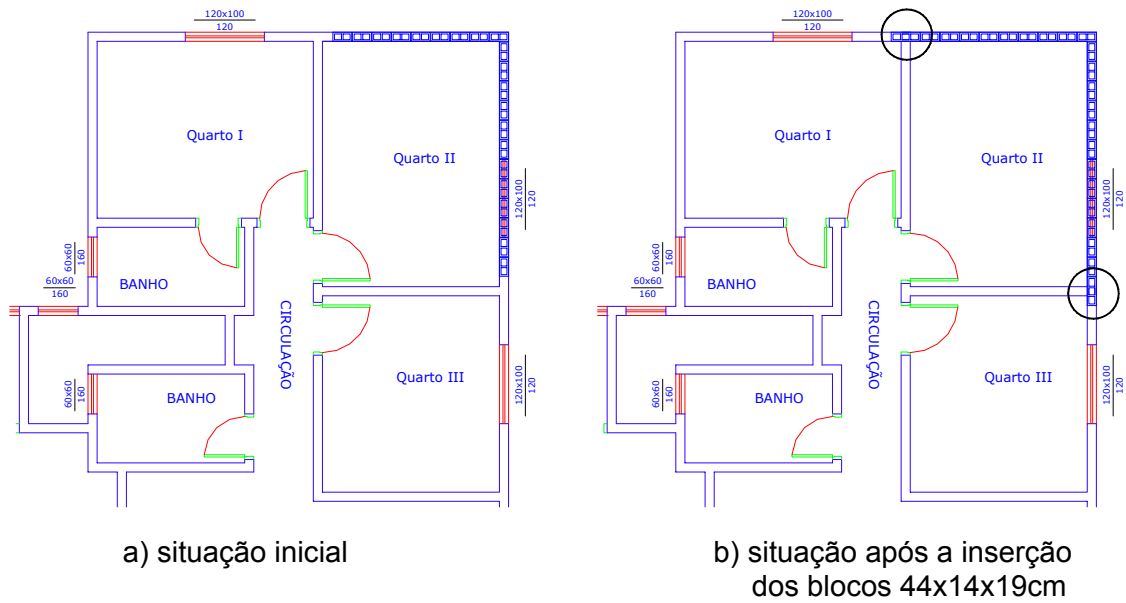
**FIGURA 4.15:** Inserção de bloco rotacionado.

A utilização do comando “Inserir N Blocos” permite que sejam inseridas quantidades definidas de blocos na mesma direção e alinhamento em relação a um bloco existente, conforme indicado na Figura 4.16.



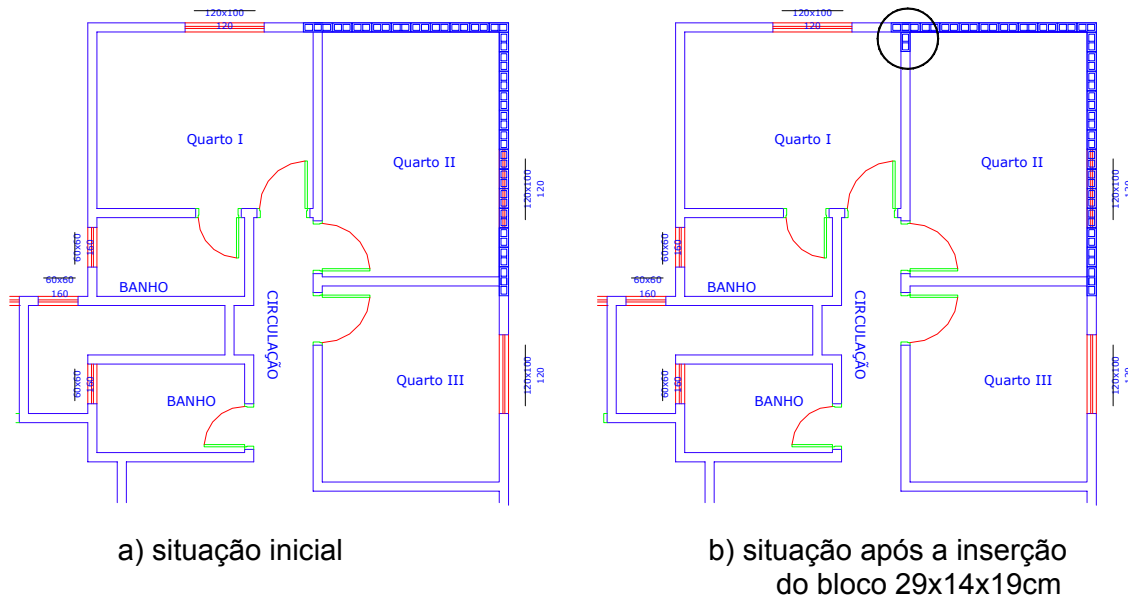
**FIGURA 4.16:** Inserção de N blocos.

Os próximos blocos a inserir serão blocos especiais de três furos (44x14x19 cm) em bordas de paredes. Definindo esse bloco como “bloco atual”, insere-se os blocos utilizando o comando “Inserir 1 bloco com referência” (Figura 4.17).



**FIGURA 4.17:** Inserção de blocos especiais de três furos em bordas.

Define-se novamente o bloco comum (29x14x19 cm) como “bloco atual” e, utilizando o comando “Inserir 1 Bloco Rotacionado 3”, insere-se o bloco comum cujo eixo seja perpendicular ao eixo longitudinal do bloco existente, conforme apresentado na Figura 4.18.



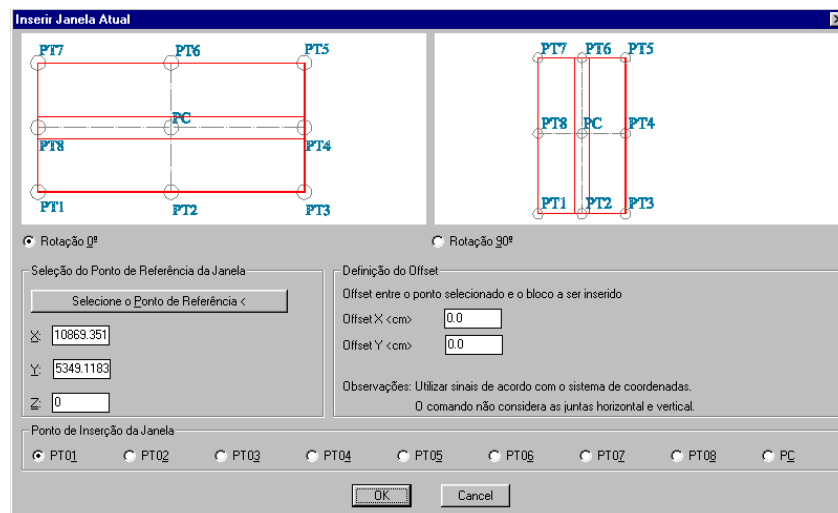
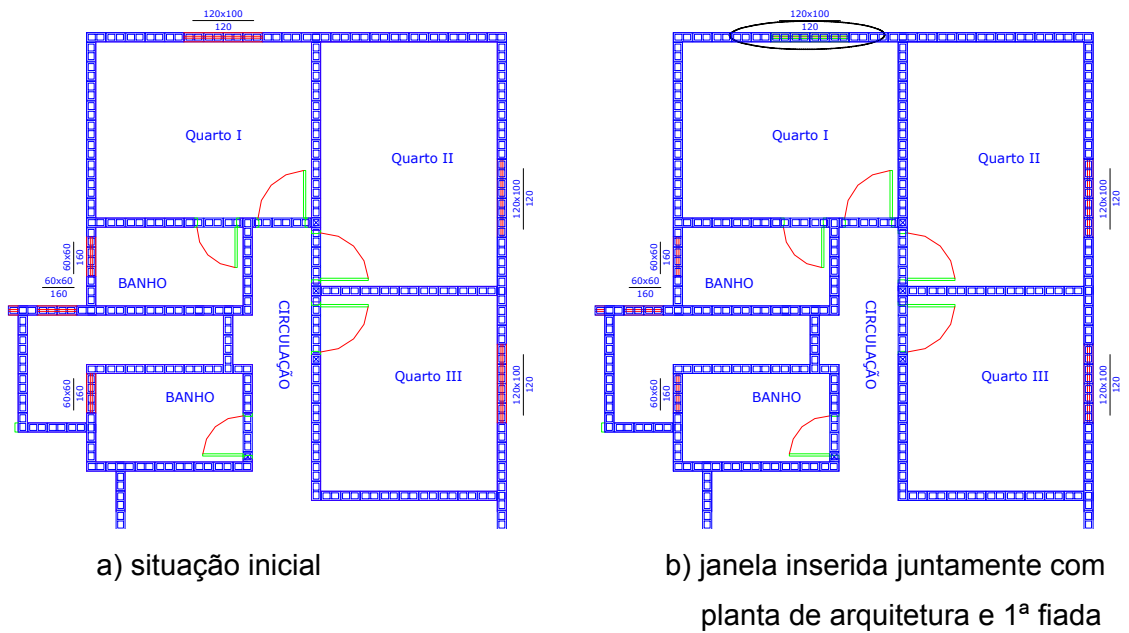
**FIGURA 4.18:** Inserção de bloco utilizando o comando “Inserir 1 Bloco Rotacionado 3”.

Assim, realiza-se a distribuição da modulação ao longo de todas as paredes estruturais, sem a preocupação do posicionamento dos furos dos

blocos a serem grauteados. Ao encerrar essa etapa, deve-se conferir o posicionamento de todos os blocos, verificando as possíveis soluções para a amarração de cantos e bordas. Ao finalizar a modulação da primeira fiada, deve-se lançar a modulação da segunda fiada utilizando os mesmos recursos do programa descritos anteriormente.

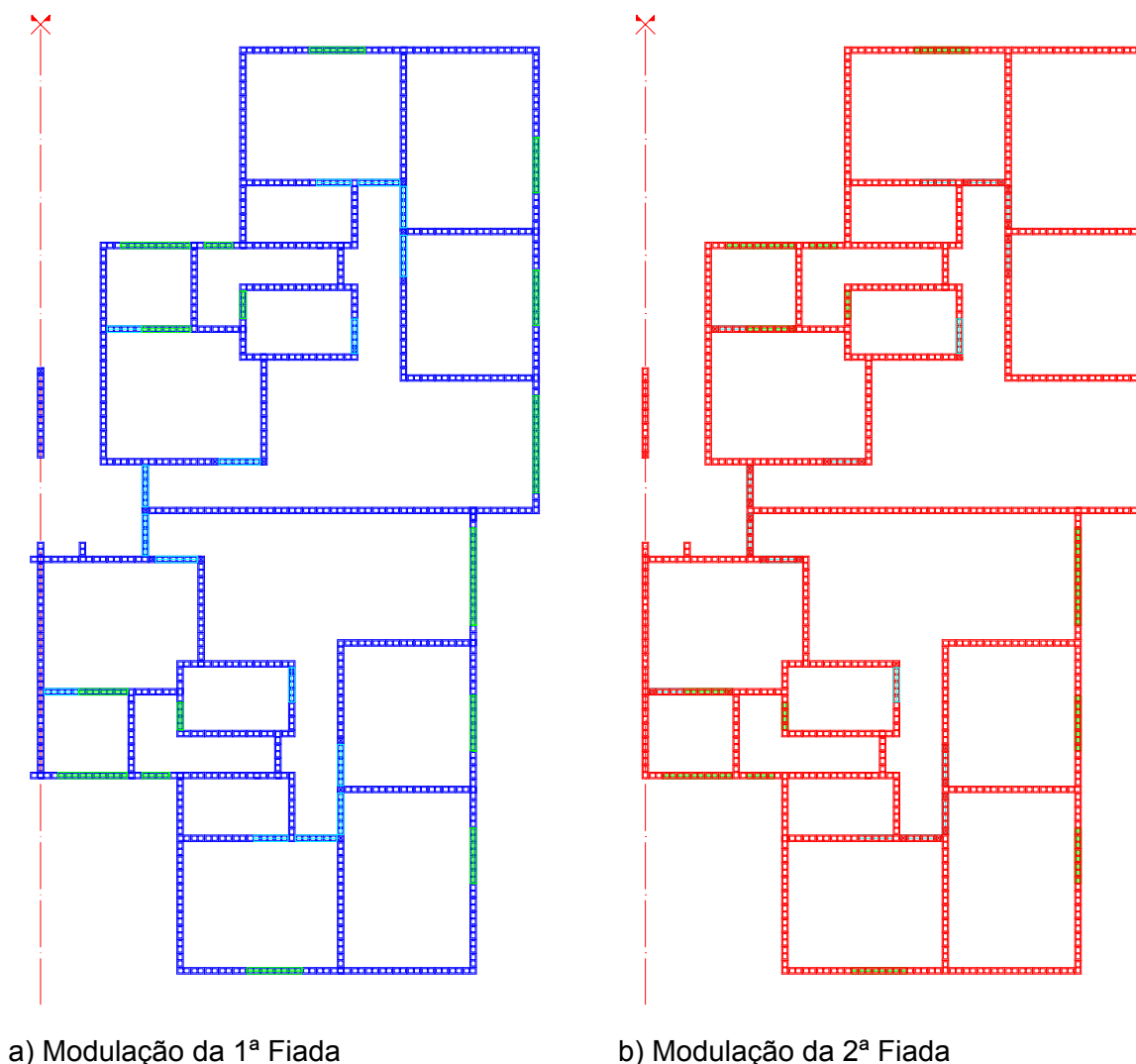
#### **4.2.8 – Inserção de aberturas em planta**

A inserção da abertura é feita assim como a inserção do primeiro bloco, porém é utilizado o comando “Insere Janela”. A Figura 4.19 apresenta os passos para a inserção de uma janela, aproveitando a indicação de elementos da arquitetura para auxiliar no posicionamento adequado para a abertura. Neste exemplo, as janelas representadas em vermelho referem aos elementos da arquitetura e, as janelas em verde referem às aberturas inseridas considerando as configurações do programa.



**FIGURA 4.19:** Etapas da inserção de janela em planta.

Deve ser feito, seqüencialmente, o lançamento das demais janelas e portas em planta e, juntamente com a definição das modulações das 1ª e 2ª fiadas, o resultado da modulação é apresentado na Figura 4.20.



**FIGURA 4.20:** Modulações das 1ª e 2ª fiadas e disposição das aberturas.

A distribuição dos blocos da 2ª fiada deve ser feita considerando-se o esquema já adotado para a 1ª fiada, evitando as juntas a prumo. A utilização do bloco especial de três furos garante a amarração de todos os encontros de bordas de paredes.

Durante o lançamento da modulação das fiadas, é necessário que os “layers” de arquitetura e de 1ª e 2ª fiadas sejam ligados e desligados constantemente, para evitar, por exemplo, que os elementos da arquitetura interfiram na seleção de pontos sobre blocos. Ao mesmo tempo, esta medida possibilita a verificação da defasagem entre os blocos das 1ª e 2ª fiadas.

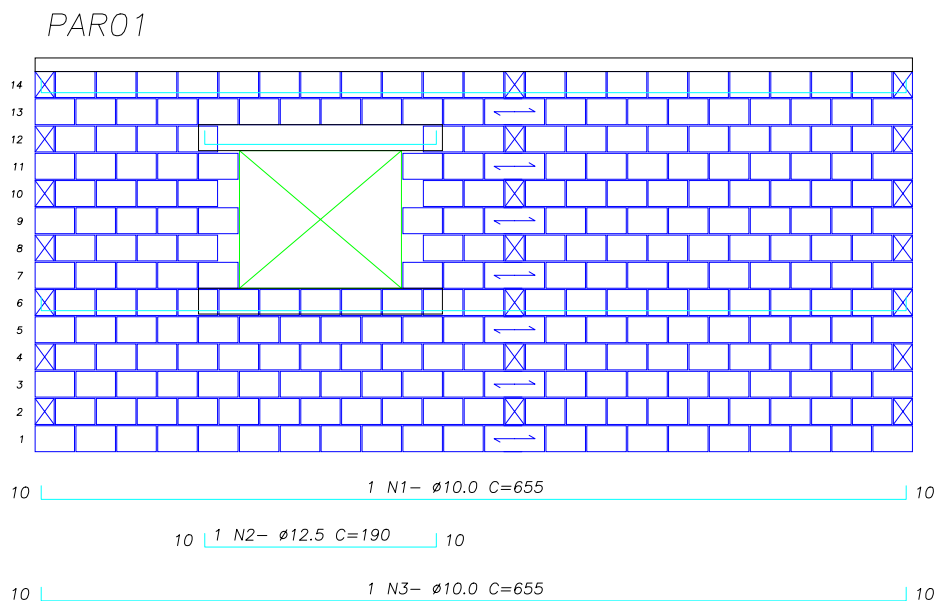
A distribuição das modulações através do acionamento dos comandos do **ALVPLUS** garante o aumento da produtividade e da precisão dos projetos estruturais das alvenarias, reduzindo a utilização dos comandos



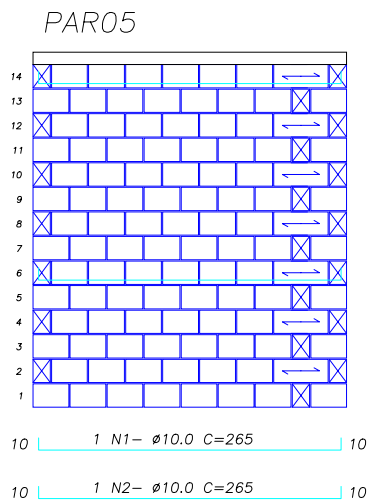
do *AutoCAD* relacionados a copiar, deletar, movimentar, rotacionar e inserir blocos. A seleção de pontos pré-definidos pelo *AutoCAD*, através do acionamento de “*osnaps*”, também é pouco utilizada.

#### 4.2.9 – Geração das elevações das alvenarias

A próxima etapa é a geração das elevações das alvenarias. Nesta etapa é importante que sejam verificados o posicionamento das aberturas e o arranjo das armaduras de todas as elevações. Recomenda-se que as escalas dos desenhos já estejam definidas nesta etapa do detalhamento, para que os textos sejam inseridos nos tamanhos adequados. As Figuras 4.21 e 4.22 apresentam, respectivamente, elevações de paredes com e sem abertura.



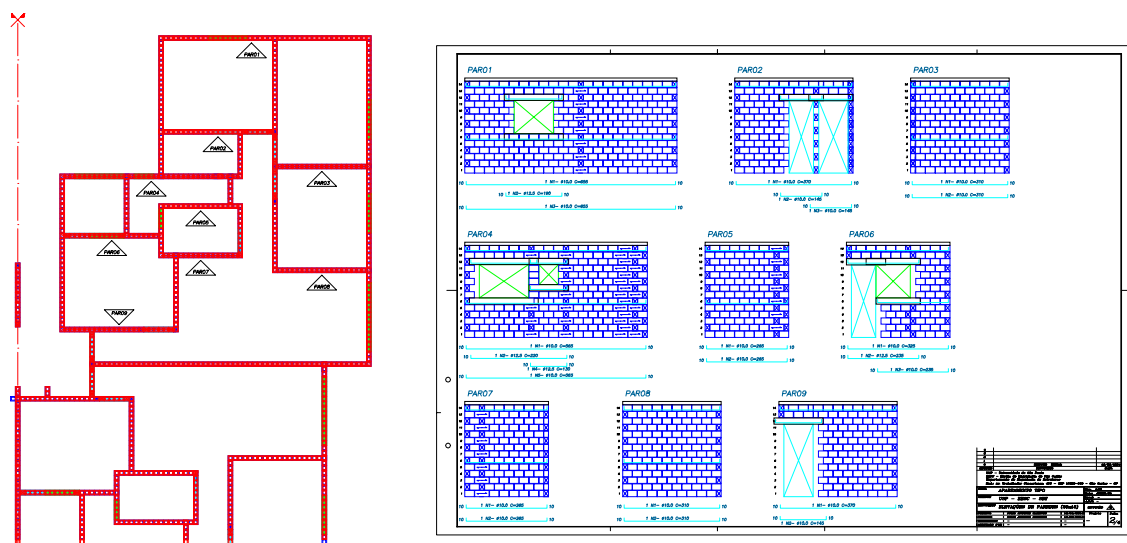
**FIGURA 4.21:** Elevação de parede com abertura.



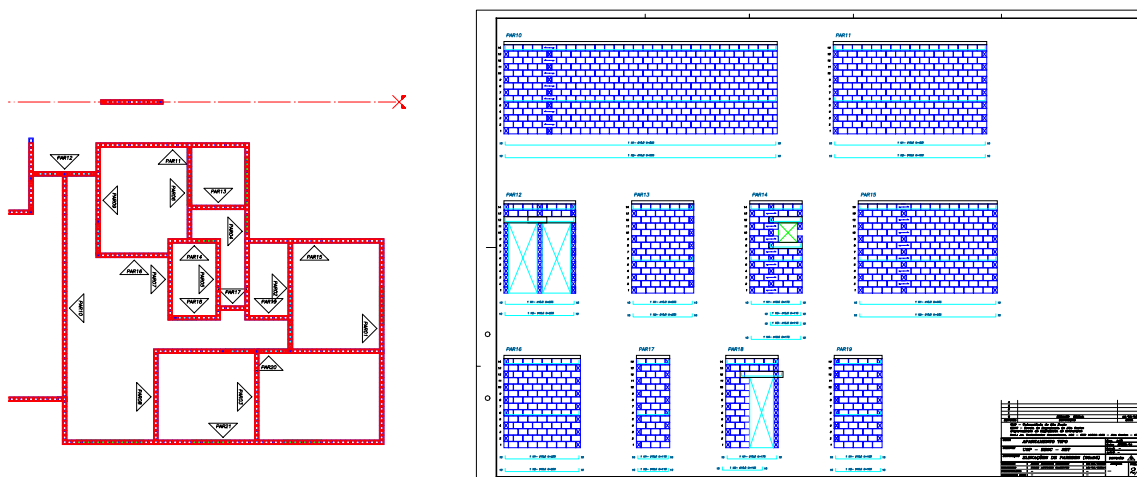
**FIGURA 4.22:** Elevação de parede sem abertura.

O programa gera as elevações somente para as paredes que tiverem distribuição de blocos na horizontal (Figura 4.23). Por isso, paredes que apresentarem a distribuição de blocos com qualquer outro ângulo precisam ser rotacionadas, como ilustrado na Figura 4.24. Uma possibilidade mais rápida é o usuário gerar primeiro as paredes na horizontal e, depois, copiar a distribuição das modulações e das aberturas e rotacionar o desenho copiado de 90° ou 270°, possibilitando a geração das elevações das paredes verticais.

Recomenda-se que, conforme forem sendo geradas as elevações, as mesmas sejam inseridas na folha do detalhamento das elevações.



**FIGURA 4.23:** Apresentação da primeira etapa do detalhamento das elevações.



**FIGURA 4.24:** Modulação rotacionada de 270° para geração das elevações das modulações distribuídas na vertical.

Neste exemplo, as elevações serão detalhadas na escala 1:25, na folha padrão A-1, com dimensões 841,0x594,0 milímetros. A folha será inserida de forma que o desenho da folha tenha dimensões 2102,5x1485,0 milímetros, ou seja, com um fator de 2,5 vezes o tamanho original da folha. Os textos de armaduras serão inseridos com tamanho igual a 5. Se a escala escolhida para o desenho fosse igual a 1:50, utilizaria-se tamanho de texto das armaduras igual a 10.

#### 4.2.10 – Edição das elevações das alvenarias

Com o posicionamento das elevações praticamente definido na folha, pode-se começar os acertos do detalhamento, principalmente com relação ao posicionamento dos blocos em elevação e o arranjo das armaduras (quantidades, diâmetros, comprimentos, dobras, entre outros).

O programa não reconhece que, nas fiadas onde se têm armaduras horizontais, deve-se inserir blocos do tipo canaleta. Por isso, deve-se fazer a substituição utilizando os comandos do **ALVPLUS** e do *AutoCAD*. O corte de cada elevação deve ser inserido contendo as cotas e armaduras verticais, finalizando o detalhamento das elevações (Figura 4.25). Recomenda-se



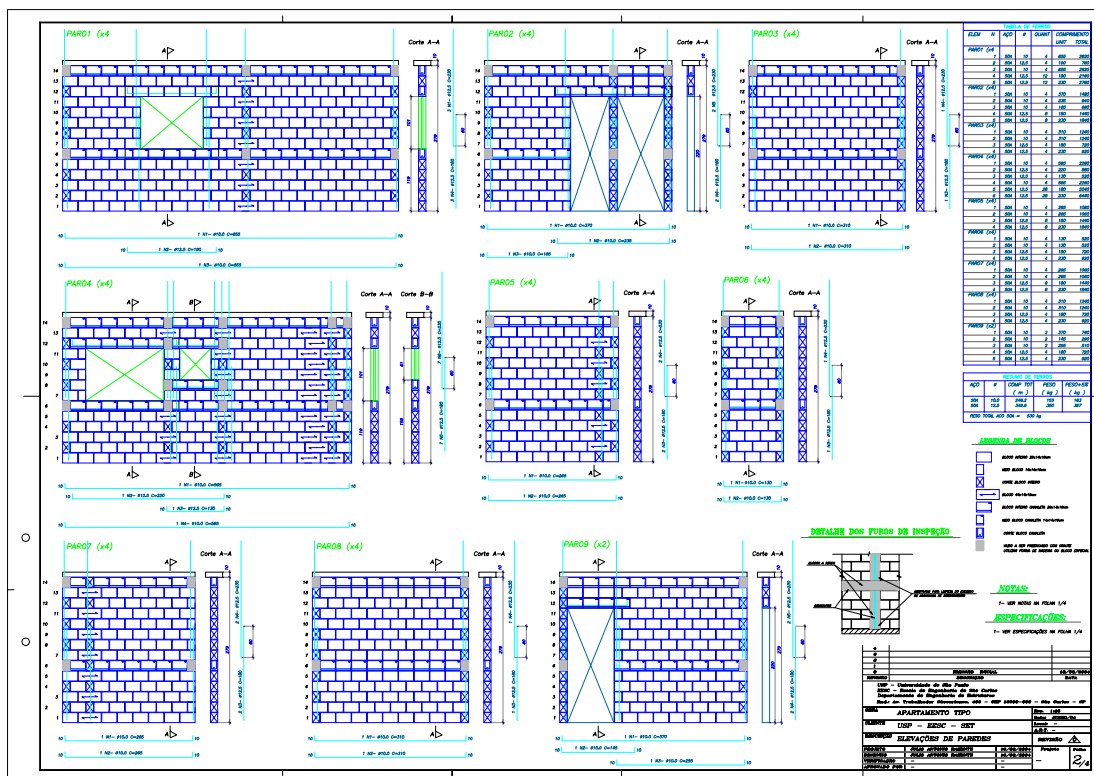


FIGURA 4.26: Inserção de Detalhes Construtivos, Legendas, Notas e Especificações.

Ao encerrar o detalhamento da primeira folha, pode-se exportá-la para outro arquivo e, após verificar que o novo arquivo foi salvo contendo todas as informações necessárias, os elementos que foram exportados devem ser excluídos. Para a próxima elevação a ser gerada, correspondente à primeira elevação da segunda folha de detalhamento das alvenarias, o programa verifica automaticamente todos os textos de armadura existentes no desenho e, após obter o maior número de conjunto de armadura, dá continuidade a seqüência da numeração dos conjuntos de armadura. Esse procedimento possibilita a extração, isoladamente, da tabela de armaduras relacionada a respectiva folha de detalhamento.

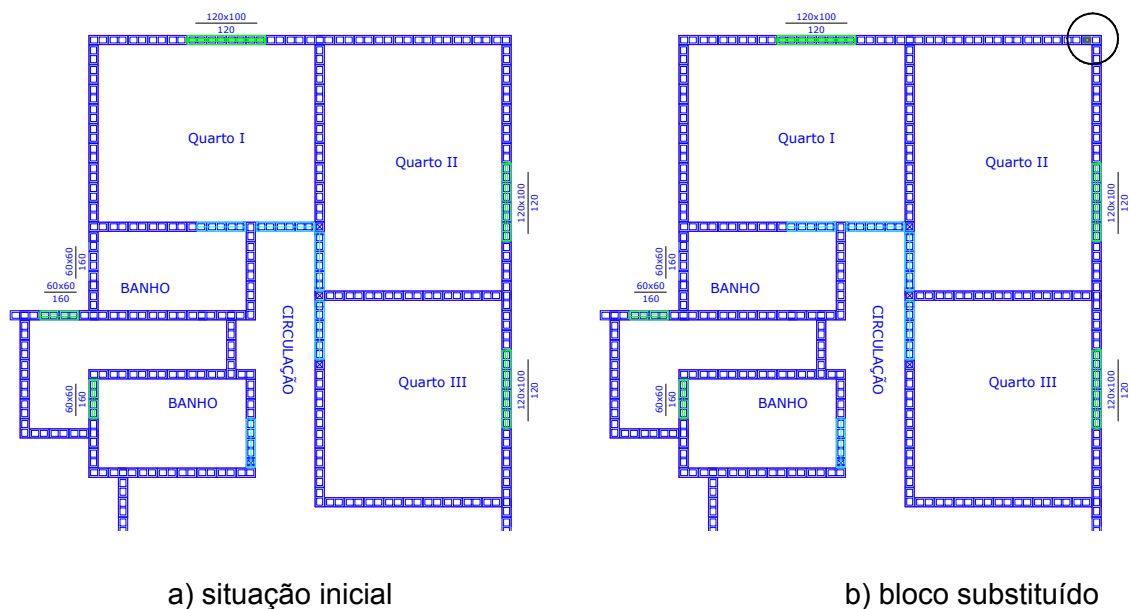
#### 4.2.11 – Edições do detalhamento das modulações em planta

Para este exemplo, a próxima etapa do detalhamento do projeto executivo das modulações em planta foi identificar no projeto o posicionamento

dos furos dos blocos a serem grauteados, considerando os seguintes critérios para a localização das armaduras verticais:

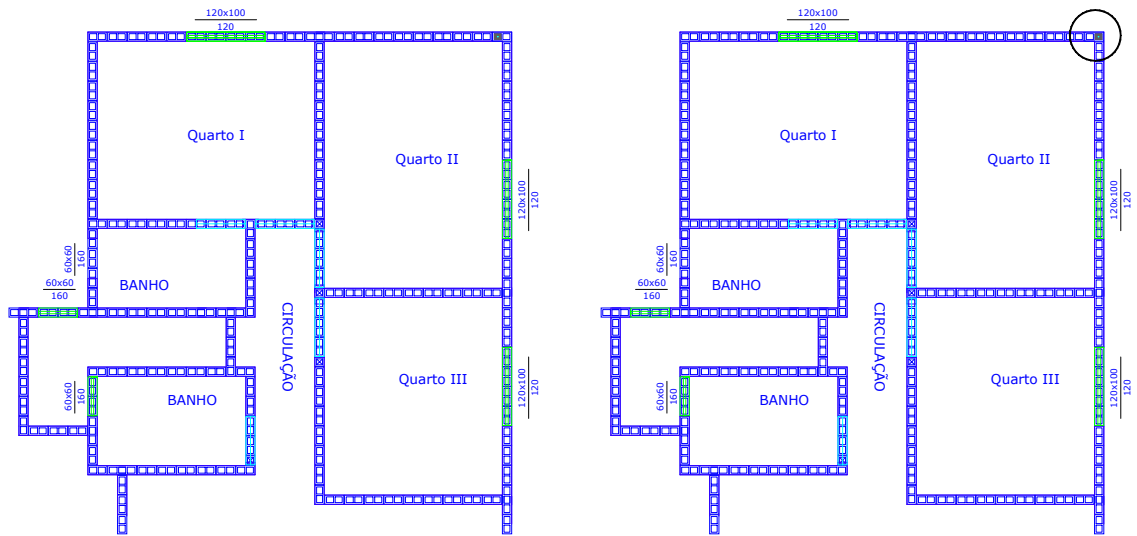
- Em encontros de bordas e cantos de paredes;
- No perímetro de aberturas;
- Nas ligações entre alvenaria e demais elementos estruturais como vigas, escadas, fundação.

Define-se o bloco comum denominado “Bloco inteiro grauteado 1 furo” como “bloco atual” e, utilizando o comando “Substitui Bloco por Bloco Atual”, substitui o bloco de canto, como observa-se na Figura 4.27.



**FIGURA 4.27:** Utilização do comando “Substitui Bloco por Bloco Atual”.

Para esta situação, o programa não escolheu a posição ideal do furo grauteado. Uma solução rápida para a correção do posicionamento é a utilização do comando “Rotaciona Bloco 180°” (Figura 4.28). Esse comando não é influenciado pela definição do “bloco atual”, pois sua função é rotacionar o bloco escolhido 180° em relação ao seu ponto de inserção.

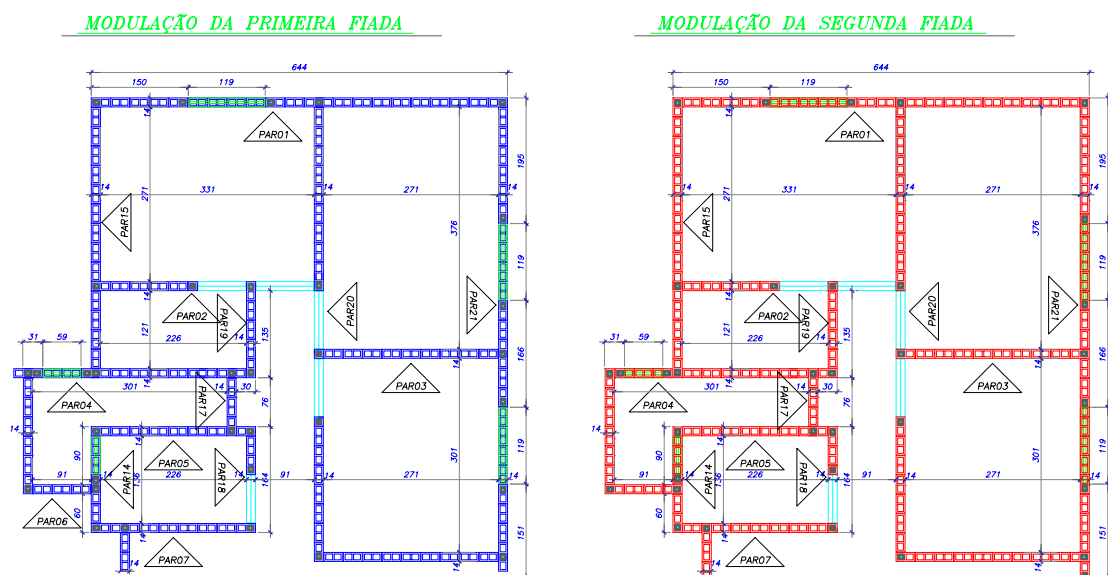


a) situação inicial

b) bloco rotacionado

**FIGURA 4.28:** Utilização do comando “Rotaciona Bloco 180°”.

Utilizando os recursos apresentados anteriormente, são inseridos todos os blocos grauteados em planta. Pode-se observar que foram excluídos os blocos inseridos nos vãos de portas, pois esses serão assentados somente a partir da 12ª fiada, e sua inserção é utilizada durante a geração das elevações. Além disso, inseriram-se as cotas necessárias para a construção da edificação. Também foram inseridas as numerações das paredes e, por último, as 1ª e 2ª fiadas foram separadas, como indicado na Figura 4.29.



**FIGURA 4.29:** Projeto Executivo das Modulações

Para finalizar o detalhamento das modulações, é inserida a folha, contendo o carimbo preenchido, além das legendas, notas e especificações. A folha 1 do Apêndice A corresponde ao detalhamento completo das modulações em planta deste exemplo.

#### 4.2.12 – Extração das Tabelas de Blocos

Apresenta-se na Figura 4.30 a tabela de blocos em planta extraída da planta de modulação da primeira fiada.

<i>QUANTIDADE DE BLOCOS EM PLANTA</i>	
<i>BLOCO</i>	<i>QUANTIDADE</i>
	<i>TOTAL</i>
<i>Bloco especial 44x14</i>	<i>20</i>
<i>Bloco inteiro 29x14</i>	<i>408</i>
<i>Meio Bloco 14x14</i>	<i>16</i>

**FIGURA 4.30:** Extração da tabela de blocos em planta.

Os quantitativos de blocos em elevação foram feitos selecionando as paredes com fatores de repetições idênticos (igual a 1, 2 ou 4 vezes). Por último, foi calculada a quantidade total de blocos a serem utilizados por pavimento do edifício, considerando a perda de aproximadamente 5% (Figura 4.31). Também foi levantado o consumo total de armaduras nas elevações. Estas medidas permitem que seja feito um levantamento preliminar dos custos das alvenarias.



PAREDES COM FATOR DE REPETIÇÃO IGUAL A 1:  
PAR22

QUANTIDADE DE BLOCOS EM ELEVACAO	
BLOCO	QUANTIDADE TOTAL
Meio Bloco 14x14	12
Bloco inteiro 29x14	72
Bloco canaleta 29x14	10
Meio Bloco canaleta 14x14	2

PAREDES COM FATOR DE REPETIÇÃO IGUAL A 2:  
PAR09, PAR09A, PAR10 e PAR12

QUANTIDADE DE BLOCOS EM ELEVACAO	
BLOCO	QUANTIDADE TOTAL
Meio Bloco 14x14	14
Meio Bloco 29x14	7
Bloco especial 44x14	12
Bloco inteiro 29x14	519
Meio Bloco canaleta 14x14	3
Bloco canaleta 29x14	111

PAREDES COM FATOR DE REPETIÇÃO IGUAL A 4:  
PAR01 a PAR08, PAR11 e PAR13 a PAR21

QUANTIDADE DE BLOCOS EM ELEVACAO	
BLOCO	QUANTIDADE TOTAL
Bloco especial 44x14	82
Meio Bloco 14x14	76
Bloco inteiro 29x14	1953
Bloco canaleta 29x14	401
Meio Bloco canaleta 14x14	40

CONSUMO TOTAL DE BLOCOS  
POR PAVIMENTO

QUANTIDADE DE BLOCOS EM ELEVACAO		
BLOCO	QUANTIDADE TOTAL	TOTAL +5%
Bloco inteiro 29x14	8922	9370
Meio Bloco 14x14	344	360
Bloco especial 44x14	352	370
Bloco canaleta 29x14	1836	1930
Meio Bloco canaleta 14x14	168	175

CONSUMO TOTAL DE AÇO CA-50: 1214 kg/pavimento

**FIGURA 4.31:** Extração das tabelas de blocos em elevação.

## Capítulo 05 – Conclusões

---

Este trabalho atendeu ao objetivo proposto de desenvolvimento de um programa que auxiliasse nos projetos de edifícios em alvenaria, visando a redução do tempo dos projetos estruturais através da eliminação de tarefas repetitivas e, ao mesmo tempo, diminuindo a possibilidade de erros do projeto executivo das alvenarias. O programa **ALVPLUS** pode ser empregado nos projetos de edifícios em alvenaria estrutural, como também em qualquer outro sistema construtivo para o qual, através dos conceitos da coordenação modular, se deseja atingir um nível satisfatório de racionalização construtiva.

Desde o início deste trabalho, a principal intenção foi realizar a distribuição das modulações em planta, desde que permitisse a geração automática das elevações. Para isso, preocupou-se em trabalhar com desenhos em planta, evitando o detalhamento tridimensional das estruturas, já que a maioria dos profissionais não possui o conhecimento necessário para utilizar esse recurso.

Com o intuito de atender às principais necessidades dos usuários em relação à inserção dos blocos, a primeira etapa do trabalho foi a criação das rotinas relacionadas à distribuição das modulações em planta.

A interface gráfica do programa é apresentada através de menu e barras de ferramentas, ambos contendo os principais comandos do programa, sempre visando o aumento da produtividade do projeto estrutural. Outro recurso utilizado para melhorar a interface gráfica foi o desenvolvimento de diversas caixas de diálogo, facilitando a entrada de dados solicitada pelo programa. Todas as informações especificadas nas caixas de diálogo são salvas em um banco de dados para depois serem utilizadas nas demais etapas

de projeto. A facilidade de operação deste programa proporciona ao usuário uma grande confiabilidade no resultado final do projeto.

Diversos blocos estruturais encontrados no mercado foram inseridos no banco de dados do programa. Também foram desenvolvidos alguns detalhes construtivos típicos que podem ser utilizados nos projetos de alvenaria. Todos os desenhos desenvolvidos podem ser editados conforme a necessidade de cada usuário.

Em seguida, foram criados comandos de inserção automática de aberturas em planta, possibilitando que as informações definidas nos parâmetros de projetos auxiliassem na geração das elevações.

Outra etapa atingida satisfatoriamente foi o desenvolvimento das rotinas relacionadas à geração das elevações através das 1ª e 2ª fiadas, apresentando o posicionamento correto dos blocos em elevações longitudinal e transversal, a disposição das aberturas e das armaduras de vergas, contravergas e cintas.

Rotinas relacionadas à extração de tabelas de blocos e armaduras foram feitas com o objetivo de quantificar os principais componentes empregados nas alvenarias.

Por último, pode-se conferir a praticidade do programa através da realização do exemplo apresentado no capítulo 4 deste trabalho. Os resultados obtidos com este programa podem ser considerados satisfatórios com relação à produtividade atingida no desenvolvimento dos projetos estruturais de edifícios em alvenaria.

Algumas implementações podem ser feitas ao programa em trabalhos futuros, destacando-se:

- Geração de elevações em paredes inseridas com ângulo qualquer;
- Realização do corte vertical automaticamente, localizando o posicionamento dos furos dos blocos a serem grauteados;
- Criação de caixa de diálogo que permita a inserção de novos blocos e famílias de blocos;
- Rotina que realize o lançamento automático da 2ª fiada;
- Rotinas para congelar e descongelar os elementos das fiadas e da arquitetura automaticamente;

- Criação de ajuda interativa do programa (“*help on-line*”);
- Rotina que insira cotas e eixos automaticamente;
- Criar detalhes de amarração dos encontros de paredes em “X” e “T” para evitar o aparecimento de juntas a prumo;
- Rotina que inverta elementos da 1ª para a 2ª fiada e vice-versa;
- Criação de caixa de diálogo que adicione notas e especificações automaticamente;
- Rotina que permita o aproveitamento da entrada de dados de outros projetos;
- Aperfeiçoamento das rotinas relacionadas à instalação do programa.

## Bibliografias

---

ACCETTI, K.M. (1998). **Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ABCI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. (1990). **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo: ABCI / Projeto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1977). **NBR 5706 - Norma brasileira da coordenação modular da construção**. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1994). **NBR 6136 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1992). **NBR 7171 - Bloco cerâmico para alvenaria**. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1985). **NBR 8798 - Execução e controle de obras de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1989). **NBR 10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1995). **NBR 13531 - Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas**. Rio de Janeiro.

AUTODESK. (1993). **AutoCad: reference manual**. Oakland: Autodesk.

\_\_\_\_\_. (1993). **AutoLISP: programmer's reference**. Oakland: Autodesk.

BOGADO, W.H. (1997). **Customização de sistemas comerciais de CAD**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. (1992). **BS 5628 – Code of practice for structural use of masonry. Part 1. Unreinforced masonry**. Londres, Inglaterra.

CORRÊA, M.R.S.; RAMALHO, M.A. (1998). **Alvenaria estrutural**. EESC-USP. São Carlos. (Notas de aula da disciplina: “SET-606 – Alvenaria estrutural”).

CORRÊA, M.R.S.; RAMALHO, M.A. (1994). Procedimentos para análise de edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações verticais. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1994, Florianópolis, Brazil. **Proceedings...** Florianópolis, UFSC / University of Edinburgh/ ANTAC, v.1, p. 305-314.

Curtin, W. G.; Shaw, G.; Beck, J. K.; Parkinson, G. 1. **Structural masonry detailing**. Granada Publishing, London, 1984.

DEUTSCH INDUSTRIE NORMEN. (1974). **DIN 1053 Alvenaria: Cálculo e Execução**. Tradução de H.J.Okorn. São Paulo.

DICKEY, W. L.; SCHNEIDER, R. R. (1994). **Reinforced masonry design**. 3 ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall.

FRANCO, L. S. (1992). **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FRANCO, L. S. et al. (1991). **Manual de um novo processo construtivo em alvenaria estrutural não-armada de blocos de concreto; Manual do processo construtivo POLI/ENCOL: projeto**. Relatório técnico R5-25/91. São Paulo, 1991.

GAIOFATTO, R.L. (2002). **Alvenaria Armada – Argamassas de Grouteamento**. In: SÁNCHEZ FILHO, E. S. (Org.) *Alvenaria Estrutural: novas tendências técnicas e de mercado*. Rio de Janeiro: Interciência, p. 19-25.

GAÁL, J. A. (1997). **Curso de AutoLISP**. 1 ed. Campinas: Desecad Computação Gráfica.

\_\_\_\_\_. (1997). **Curso de DCL**. 1 ed. Campinas: Desecad Computação Gráfica.

HENDRY, A. W.; KHALAF, F.M. (2001) **Masonry Wall Construction**. Londres: Spon Press.

MATSUMOTO, E. Y. (2001). **AutoLISP 2002: Linguagem de programação do AutoCAD**. São Paulo: Érica.

MAMEDE, F.C. (2001). **Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

MODLER, L. E. A. (2000). **A qualidade de projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), 2000.

NEPAE – NÚCLEO DE ESTUDO E PESQUISA DA ALVENARIA ESTRUTURAL. (2004). **A alvenaria estrutural**. Disponível em:

<http://www.feis.unesp.br/dec/nepae/indexE.htm>. Acesso em: 07 jan. 2004.

NOVAES, C.C. (1996). **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

OHASHI, E. A. M. (2001). **Sistema de informação para coordenação de projetos de alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, V. (1992). **Recomendações para o projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

RACANICCHI, R. (2001). **Automatização gráfica e de procedimentos básicos para projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M.R.S. (2003). **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini.

RUSCHEL, R. C. (1997). **Programando em AutoLISP**. DCC-FEC-UNICAMP. Campinas. (Notas de aula da disciplina “EC726: Computação Gráfica Aplicada à Engenharia Civil”)

SABBATINI, F. H. (1984). **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcárea**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

THOMAZ, E. HELENE, P. (2000). **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios**. São Paulo: EPUSP. (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP/Departamento de Construção Civil, BT/PCC/252).

VILATÓ, R.R. (1998b). **Estudo da metodologia do projeto para edifícios em alvenaria não-armada**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

VILATÓ, R.R. FRANCO, L. S. (1998a). **As juntas de movimentação na alvenaria estrutural**. São Paulo: EPUSP. (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP/Departamento de Construção Civil, BT/PCC/227).

## ***Apêndice A – Manual do Usuário do **ALVPLUS*****

---





UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

**MANUAL DO USUÁRIO DO PROGRAMA:**

# ***ALVPLUS***

**Concepção Estrutural e Detalhamento de Projetos  
de Edifícios em Alvenaria Estrutural**

**Versão 1.0 – Agosto de 2004**

**Desenvolvimento:**

**Eng. Julio Antonio Razente**

**Prof. Dr. Marcio Antonio Ramalho**

# SUMÁRIO

<b>1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>1</b>
<b>2 – OBJETIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>3 – INSTALAÇÃO DO PROGRAMA .....</b>	<b>2</b>
<b>4 – APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA .....</b>	<b>5</b>
<b>5 – PRINCIPAIS COMANDOS UTILIZADOS.....</b>	<b>7</b>
5.1 – Definição dos parâmetros de projeto .....	7
5.1.1 – Definição dos parâmetros do projeto de alvenaria.....	7
5.1.2 – Definição das aberturas .....	8
5.1.3 – Definição de armaduras e cintas.....	10
5.2 – Definição de critérios atuais .....	13
5.2.1 – Definição de “layers” .....	13
5.2.2 – Definição de blocos atuais .....	14
5.2.3 – Definição de aberturas atuais .....	14
5.3 – Modulações em planta .....	15
5.3.1 – Inserção de 1 bloco .....	15
5.3.2 – Inserção de 1 bloco com referência .....	17
5.3.3 – Inserção de N blocos .....	18
5.3.4 – Inserção de 1 bloco rotacionado .....	18
5.3.5 – Rotaciona Bloco 180°.....	21
5.3.6 – Substitui Bloco .....	21
5.3.7 – Conta bloco em planta .....	22
5.4 – Inserir aberturas em planta .....	23
5.4.1 – Inserir janela atual.....	23
5.4.2 – Inserção de porta em planta.....	25
5.4.3 – Inserção de armadura de junta a prumo em planta .....	27
5.5 – Geração automática de elevação de paredes .....	27
5.5.1 – Elevação através da 1ª e 2ª Fiadas ,.....	27
5.5.2 – Edita encontro de borda.....	29
5.5.3 – Insere Identificador de Paredes.....	30
5.5.4 – Conta bloco em elevação .....	31

5.6 – Inserção de detalhes construtivos .....	32
5.7 – Localização do manual do usuário .....	33
5.8 – Detalhamento das armaduras.....	33
5.8.1 – Armaduras .....	34
5.8.2 – Quantitativos de Armaduras.....	34
5.8.2.1 – Definição dos textos.....	35
5.8.2.2 – Definição das Cotas Z dos Textos de Armaduras .....	37
5.8.3 – Comando TA .....	38
5.8.4 – Comando AM .....	38
5.8.5 – Comando AN .....	41
5.8.6 – Comando AC .....	42
5.8.7 – Comando NC .....	42
5.8.8 – Comando VP .....	42
5.8.9 – Comando AE .....	43
5.8.10 – Configurações .....	45
5.8.11 – Alteração da cota Z.....	46
5.9 – Criação de novos blocos na biblioteca de blocos.....	46
5.10 – Arquivos e pastas que incluem a ferramenta .....	48
5.10.1 – Pastas do Programa ALVPLUS .....	48
5.10.2 – Relação dos arquivos necessários para o funcionamento do programa .....	48
5.10.2.1 – Rotinas em AutoLISP .....	48
5.10.2.2 – Rotinas relacionadas às caixas de diálogos.....	48
5.10.2.3 – Arquivo contendo textos auxiliares .....	48
5.10.2.4 – Arquivos relacionados à menus e às barras de ferramentas.....	48
5.10.2.5 – Arquivos com extensão BMP.....	49
5.10.2.6 – Arquivos com extensão DWG.....	49
5.10.2.7 – Arquivos com extensão SLD.....	49
5.10.2.8 – Arquivos com extensão RZ1 a RZ9.....	49
<b>6 – SOBRE O PROGRAMA ALVPLUS .....</b>	<b>50</b>

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O **ALVPLUS** é programa computacional desenvolvido através de um conjunto de rotinas em *AutoLISP*. Estas rotinas foram criadas para serem utilizadas no ambiente do *AutoCAD*®, a partir da versão 14. As rotinas desenvolvidas em *AutoLISP* também podem ser utilizadas por outros aplicativos CAD, dentre eles o *IntelliCAD*®. O conjunto de rotinas desenvolvidas possibilita a realização de atividades relacionadas à modulação e ao detalhamento do projeto executivo, através de barras de ferramenta e de um menu que auxiliam o usuário, possibilitando maior rapidez nestes projetos.

Uma característica do **ALVPLUS** é que a ferramenta que praticamente não altera o ambiente do *AutoCAD* definido inicialmente pelo usuário. Esta medida permite que o usuário adapte-se somente aos comandos do **ALVPLUS**, sendo que os demais recursos e comandos do *AutoCAD* permanecem inalterados.

Todas as informações que são definidas e alteradas pelo usuário são armazenadas em arquivos que depois o **ALVPLUS** utiliza para auxiliar na modulação em planta das alvenarias e geração das elevações. O banco de dados das rotinas também apresenta biblioteca predefinida de blocos encontrados no mercado e mais utilizados atualmente.

Além disso, existe uma biblioteca contendo alguns detalhes construtivos, tipos de folhas, notas e especificações. As informações especificadas no detalhamento do projeto estrutural devem estar de acordo com os critérios adotados durante a concepção do projeto estrutural.

A unidade utilizada na entrada de dados e nos desenhos deve ser o centímetro, exceto onde indicado.

## 2. OBJETIVO

O objetivo principal deste manual é facilitar o aprendizado dos comandos e das funções do programa **ALVPLUS**, mostrando todas as operações necessárias para a realização da etapa de representação gráfica de projetos de edifícios em alvenaria estrutural e não-estrutural.

## 3. INSTALAÇÃO DO PROGRAMA

A instalação do programa deve ser feita de acordo com os passos apresentados a seguir.

1º passo: Copiar os arquivos e pastas do **ALVPLUS** para dentro da pasta: "C:\Arquivos de Programas"

2º passo: Transcrever, dentro do arquivo ACAD.LSP, as seguintes linhas de comando:

```
(defun S::STARTUP ( )
  (load (FINDFILE "ALVPLUS.LSP"))
  (load (FINDFILE "ALVPLUS1.LSP"))
  (load (FINDFILE "ALVINS02.LSP"))
  (load (FINDFILE "CB_PLANTA.LSP"))
  (load (FINDFILE "ALAJE2.LSP"))
  (load (FINDFILE "ALV_ELEVA.LSP"))
  (setvar "CMDECHO" 0)
  (princ)
  (prompt "\0 aplicativo \"ALVPLUS\" foi carregado com sucesso.")
)
```

3º passo: Verificar se o arquivo ACAD.LSP encontra-se localizado na pasta *SUPPORT* do *AutoCAD*. Caso ainda não exista este arquivo instalado, existe um modelo deste arquivo disponível na pasta "C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS", já contendo algumas configurações de acionamento dos principais comandos do *AutoCAD*.

4º passo: Abrir o *AutoCAD* e acionar o comando “*Options*” seguido da opção “*Support File Search Path*”. Neste item serão listados as pastas (ou diretórios) que são lidos os arquivos com extensão LSP e DCL, necessários para a correta operação deste programa. Verificar se as pastas SUPPORT e FONTS estão inseridas nesta listagem e, caso não estejam, inseri-las manualmente.

5º passo: Adicionar as seguintes pastas nesse item:

"C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS"

"C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\Icon"

"C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\Menu"

"C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\Blocos"

"C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\DataBank"

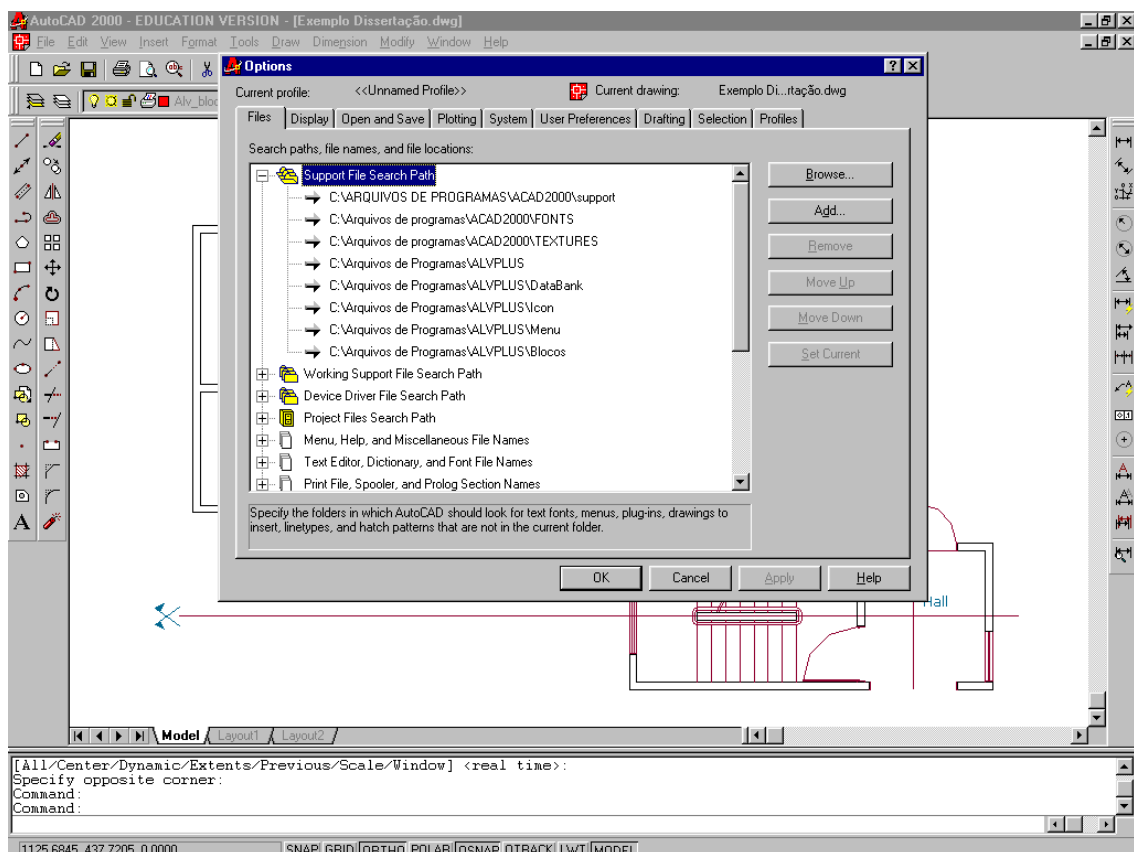


FIGURA 1: Verificação da listagem das pastas utilizadas pelo **ALVPLUS**.

6º Passo: Digitar no prompt de comando “*menu*” para acionar o menu e as barras de ferramenta manualmente. Escolher o arquivo de acordo com a Tabela 1, localizado na pasta "C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\Menu":

**TABELA 1** – Escolha do arquivo de definição do menu atual

Versão do AutoCAD	Arquivo que define o menu do programa
R14	ALV14.MNS
2000 ou 15	ALVPLUS2000.MNS
2002 ou 15.6	ALVPLUS2002.MNS
2004 ou 16	ALVPLUS2004.MNS

Caso seja necessário instalar o **ALVPLUS** em outra pasta, deve ser feita uma busca em todos os arquivos com extensão MNS localizados na pasta "C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\MENU" e substituir a pasta "C:/Arquivos de programas" pela pasta atual, notando que a barra utilizada é a barra normal ( / ). A mesma modificação deve ser feita no arquivo ACAD.LSP. Os demais arquivos com extensão LSP do programa são automaticamente carregados.

Se ocorrerem erros durante o procedimento de instalação do programa, as rotinas podem ser carregadas manualmente, através do comando de menu "*Tools*", escolhendo a opção "*Load Application*".

Com relação ao passo nº 2 apresentando anteriormente, a opção apresentada carrega integralmente todos os arquivos necessários para que o **ALVPLUS** funcione corretamente. Existe ainda outra possibilidade para que o *AutoCAD* carregue **parcialmente** o programa. Esta possibilidade permite que o programa seja carregado apenas quando o usuário digitar o comando “ALVPLUS” e pressionar o ENTER. Dessa forma, toda vez que for aberto um arquivo qualquer, deve-se carregar o programa. Essa possibilidade foi desenvolvida para usuários que utilizaram pouco o programa ou que estejam despendendo de tempo ao abrir cada arquivo de desenho.

```
(defun S::STARTUP ( )  
  (load (FINDFILE "ALVPLUS.LSP"))  
  (setvar "CMDECHO" 0)  
  (princ)  
  (prompt "\Digite \"ALVPLUS\" para inicializar/finalizar o aplicativo.")  
)
```





**TABELA 2:** Descrição sucinta das funções da ferramenta **ALVPLUS**.

Botão	Comando	Descrição
	Parâmetros de alvenaria	Define os parâmetros iniciais do projeto de alvenaria relacionados a juntas, aberturas, armaduras, cintas e família de blocos atual
	Definição de layers	Define "layers" utilizados em alvenarias
	Define bloco atual	Define bloco atual para inserção em planta
	Define aberturas atuais	Define aberturas atuais para inserção em planta
	Inserir 1 bloco	Caixa de diálogo que insere um bloco atual
	Inserir 1 bloco com referência	Inserir um bloco atual na mesma direção que o bloco de referência
	Inserir "N" blocos	Inserir "N" blocos atuais na mesma direção
	Inserir bloco rotacionado	Inserir um bloco atual rotacionado e alinhado em relação à uma das faces do bloco existente
	Inserir bloco rotacionado 2	Inserir um bloco atual rotacionado e na menor face do bloco existente.
	Inserir bloco rotacionado 3	Inserir um bloco atual rotacionado e na maior face do bloco existente.
	Rotaciona bloco 180°	Rotaciona bloco 180°
	Substitui bloco	Substitui bloco selecionado pelo bloco atual
	Conta bloco em planta	Extrai tabela de blocos em planta
	Inserir janela atual	Inserir janela atual
	Inserir porta atual	Inserir porta atual
	Inserir armadura JP	Inserir armadura de junta a prumo em planta
	Gera elevação de parede	Gera elevação através das 1ª e 2ª fiadas
	Editar encontro de borda	Edita posição de blocos em elevação
	Conta bloco em elevação	Extrai tabela de blocos em elevação
	Inserir detalhe	Inserir detalhes da biblioteca do programa
	Inserir identificador parede	Inserir identificador de parede
	Instruções	Informa o usuário sobre o <b>ALVPLUS</b>

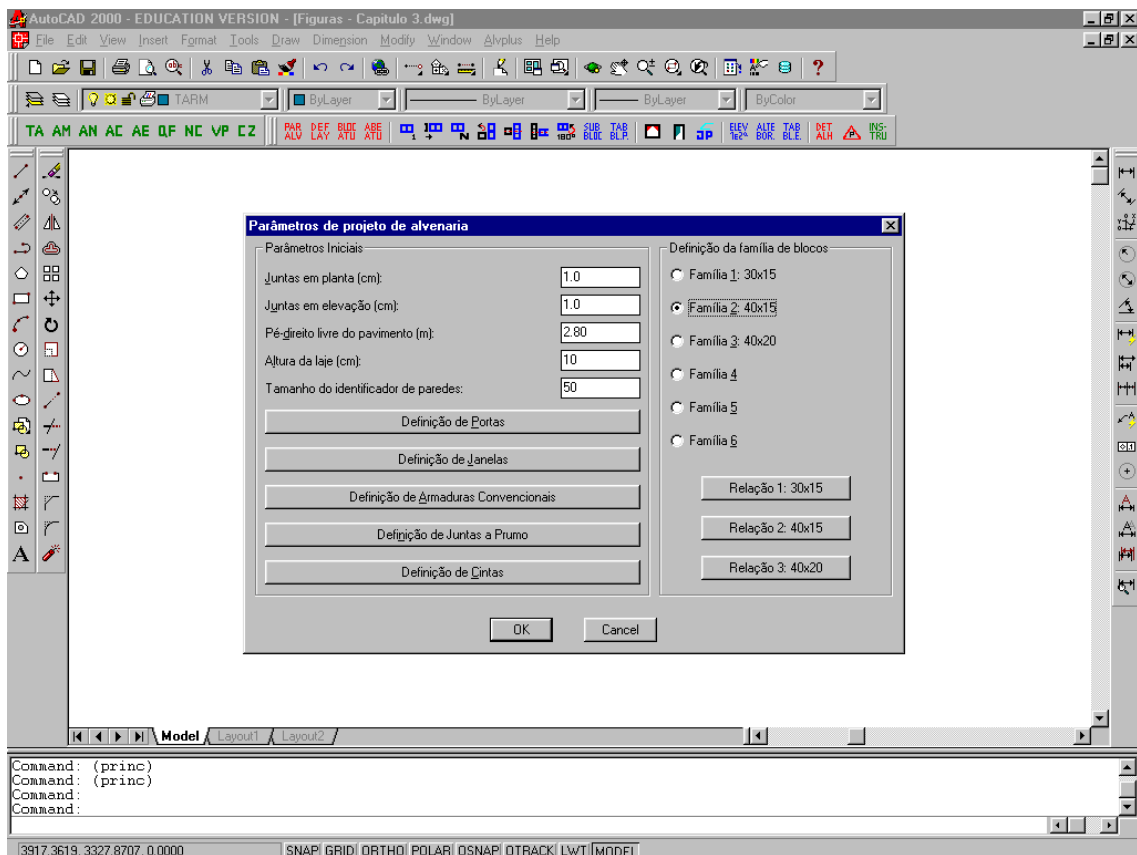
## 5. PRINCIPAIS COMANDOS UTILIZADOS

### 5.1 – DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

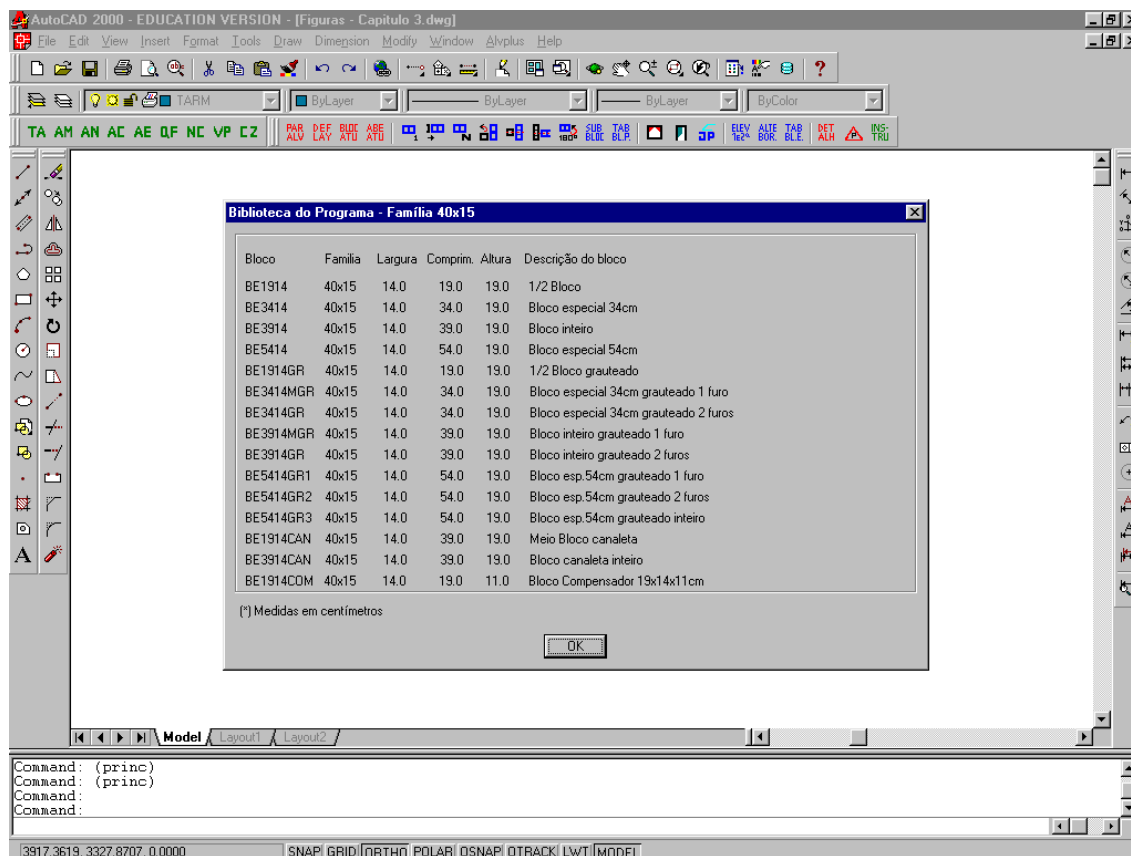
#### 5.1.1 – Definição dos parâmetros do projeto de alvenaria

Inicialmente, o **ALVPLUS** necessita de alguns dados, fornecidos através de caixas de diálogo, nas quais o usuário define os parâmetros iniciais do edifício, como apresentado na Figura 3. Nesta mesma caixa de diálogo, é possível definir, através do acionamento de botões, os demais parâmetros relacionados às portas, janelas, armaduras convencionais, armaduras utilizadas nas juntas a prumo e cintas.

O usuário ainda pode, nesta mesma caixa de diálogo, definir a família de blocos corrente. Rotinas foram criadas para facilitar a consulta das relações de blocos predefinidos pelo programa, separados por “Família de Blocos”. Estas rotinas são executadas toda vez que o usuário acionar os botões “Relação 1 (30x15)”, “Relação 2 (40x15)” ou “Relação 3 (40x20)”, conforme indicado na Figura 4.



**FIGURA 3:** Caixa de diálogo do comando “Parâmetros de projeto de alvenaria”.



**FIGURA 4:** Exemplo da relação dos blocos da “Família de Blocos” 40x15.

Durante os estudos relacionados à etapa de modulação, podem ser inseridos diversos blocos de distintas famílias de blocos, havendo apenas a necessidade de alterar a família de bloco utilizada.

Nesta fase, é importante que o usuário entre com todas as informações solicitadas pelas caixas de diálogo, para que o banco de dados seja criado. O banco de dados está vinculado ao nome do arquivo de desenho utilizado no momento. Recomenda-se que, durante a etapa de lançamento das modulações e aberturas, evite-se alterar o nome do arquivo de desenho, pois os parâmetros iniciais adotados serão perdidos.

### 5.1.2 – Definição das aberturas

A definição de portas (Figura 5) e de janelas (Figura 6) deve ser realizada com o preenchimento das informações de todos os itens que constam nas tabelas, informando as principais dimensões das aberturas.

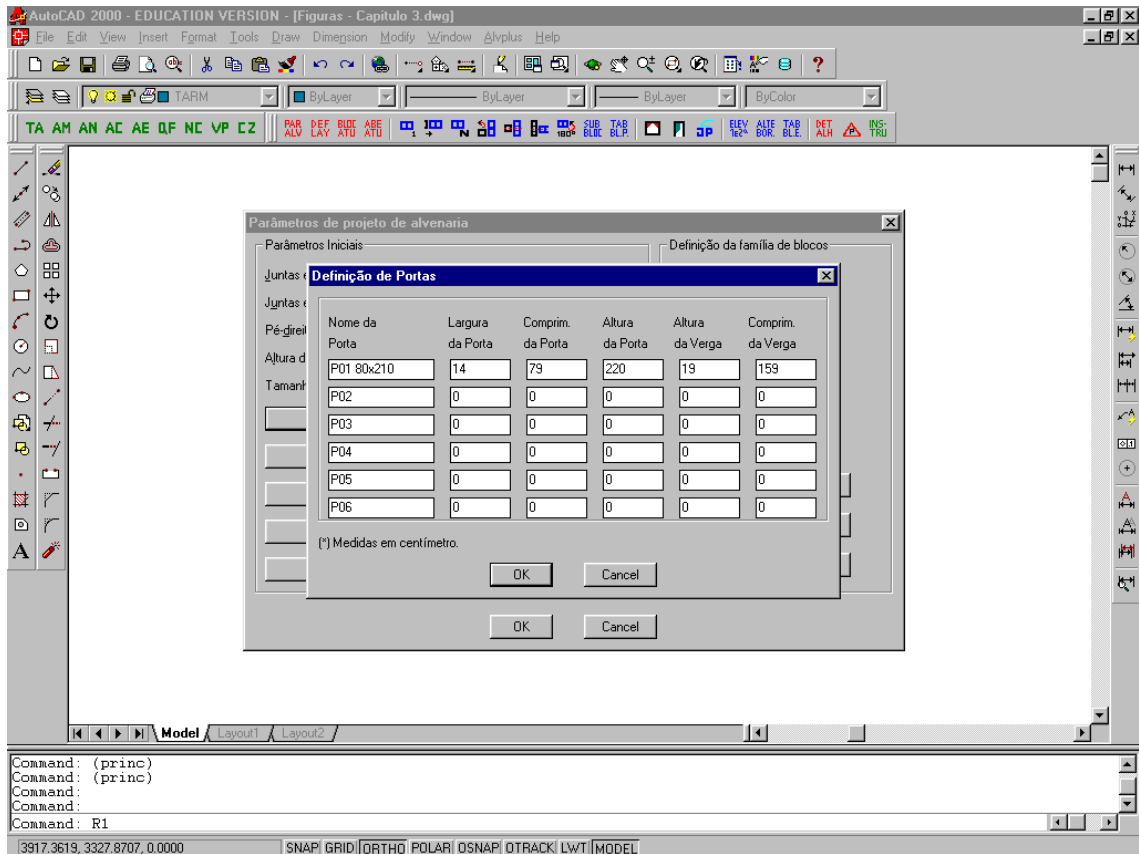


FIGURA 5: Caixa de diálogo do comando “Definição de portas”.

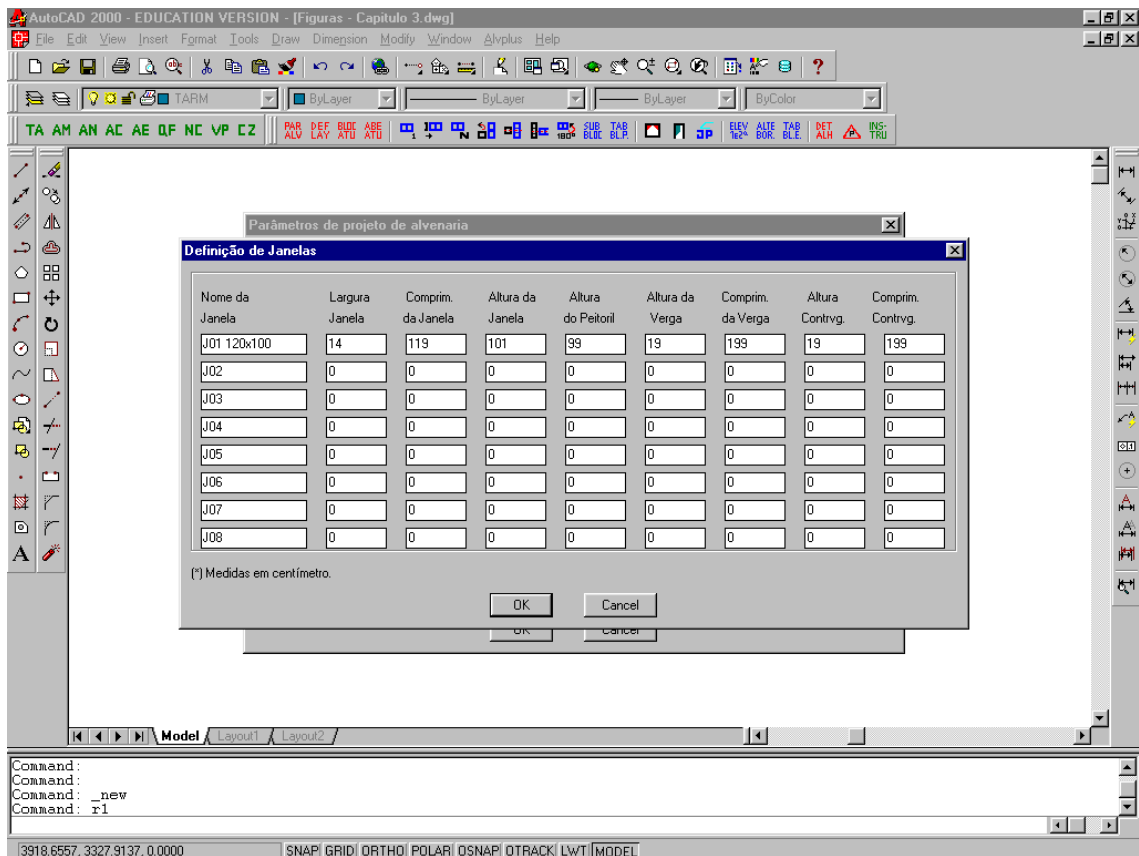
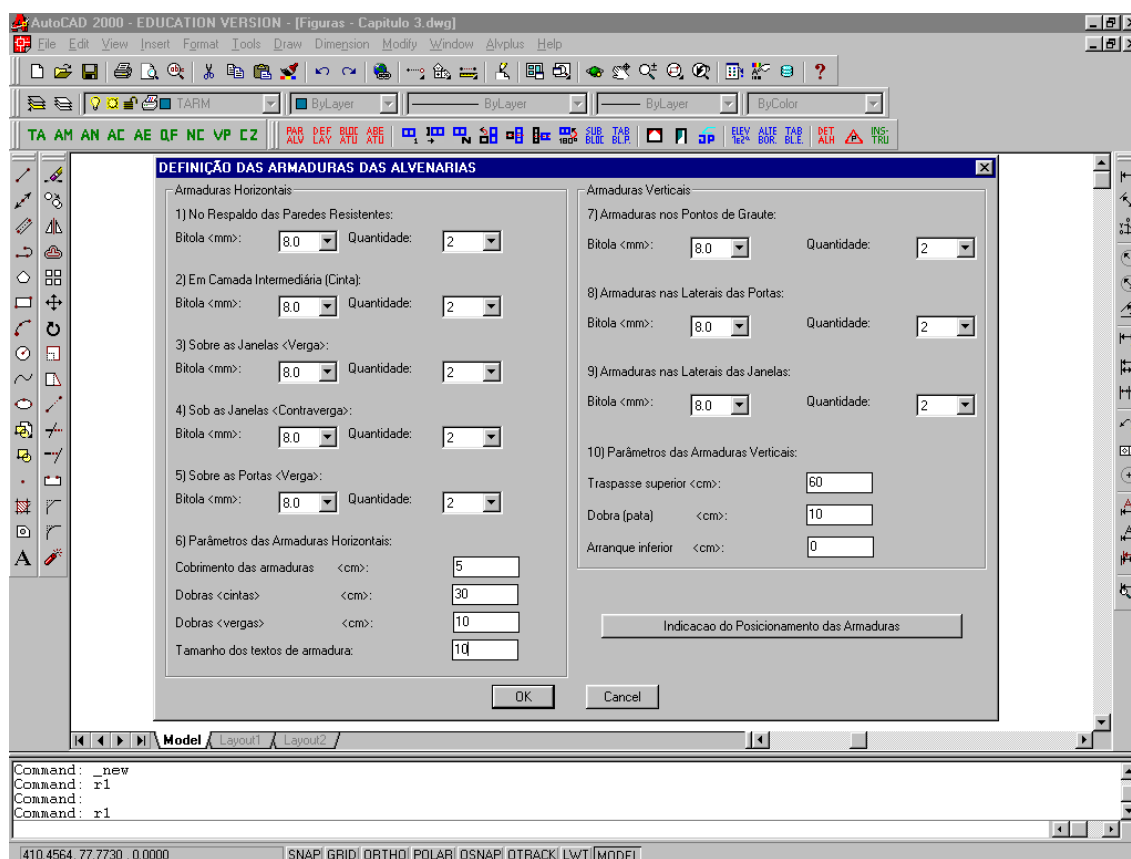


FIGURA 6: Caixa de diálogo do comando “Definição de janelas”.

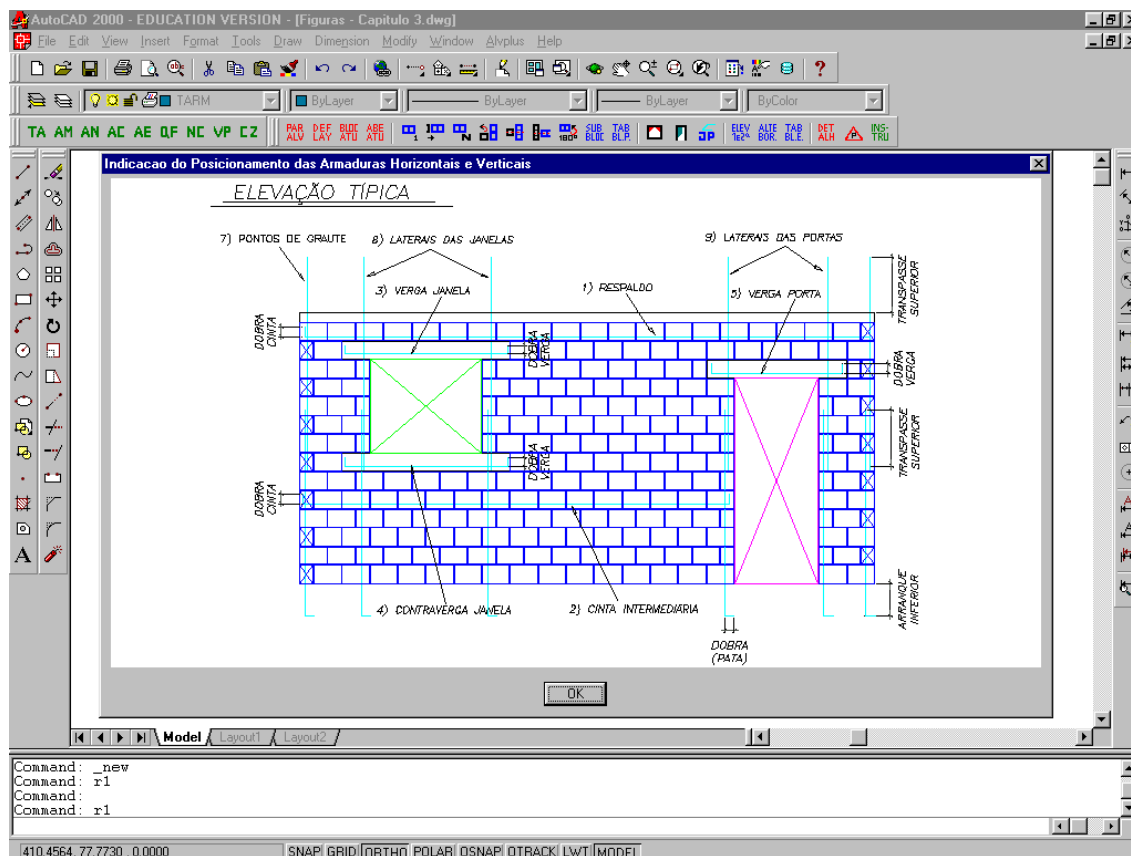
### 5.1.3 – Definição de armaduras e cintas

Nesta etapa de trabalho, pode-se definir as armaduras convencionais e as armaduras utilizadas nas juntas a prumo através do acionamento de comandos que ativarão caixas de diálogo referentes a essas armaduras. Os critérios adotados durante a análise estrutural deverão ser inseridos nas caixas de diálogo, com o intuito de permitir que o programa obtenha todas as informações necessárias para a geração automática das elevações.

Com relação às armaduras convencionais, a entrada de dados é feita em dois quadros da caixa de diálogo, onde o primeiro quadro refere às armaduras horizontais e o segundo quadro refere-se às armaduras verticais (Figura 7). Foi criado um auxílio ao usuário que permite a identificação de cada parâmetro da entrada de dados das armaduras, conforme se observa na Figura 8.



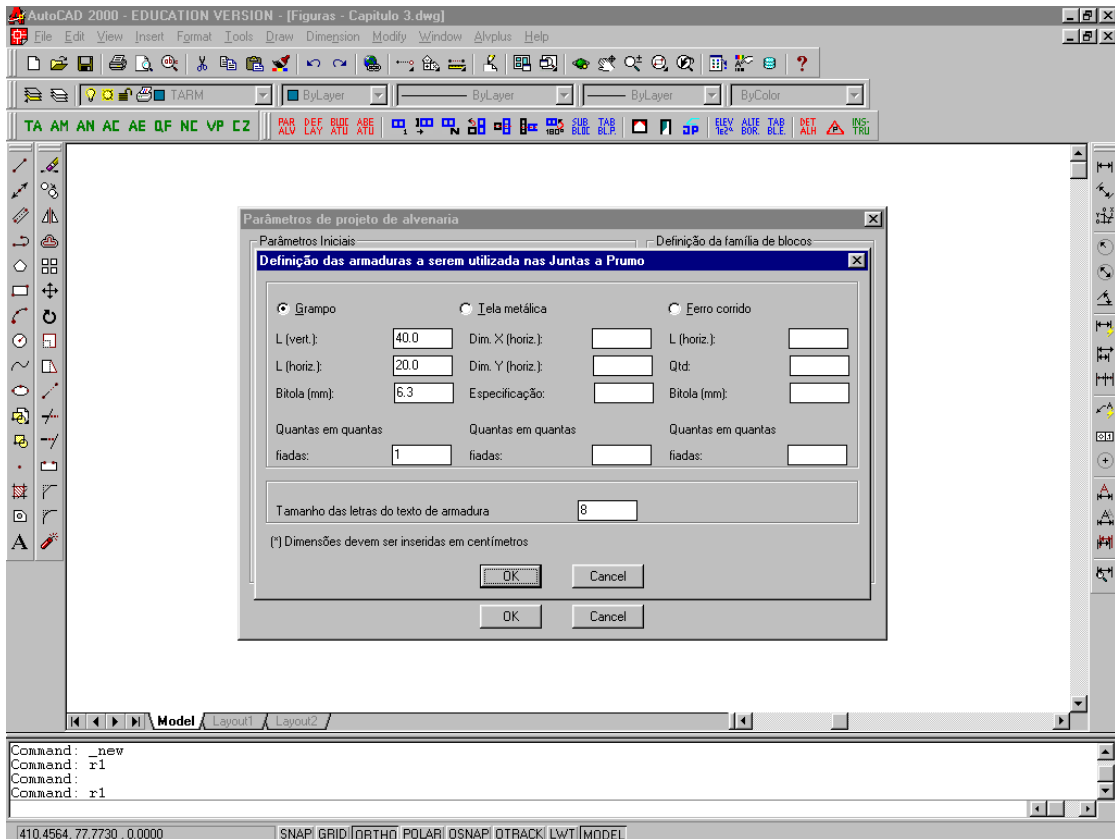
**FIGURA 7:** Caixa de diálogo do comando “Definição das armaduras convencionais”.



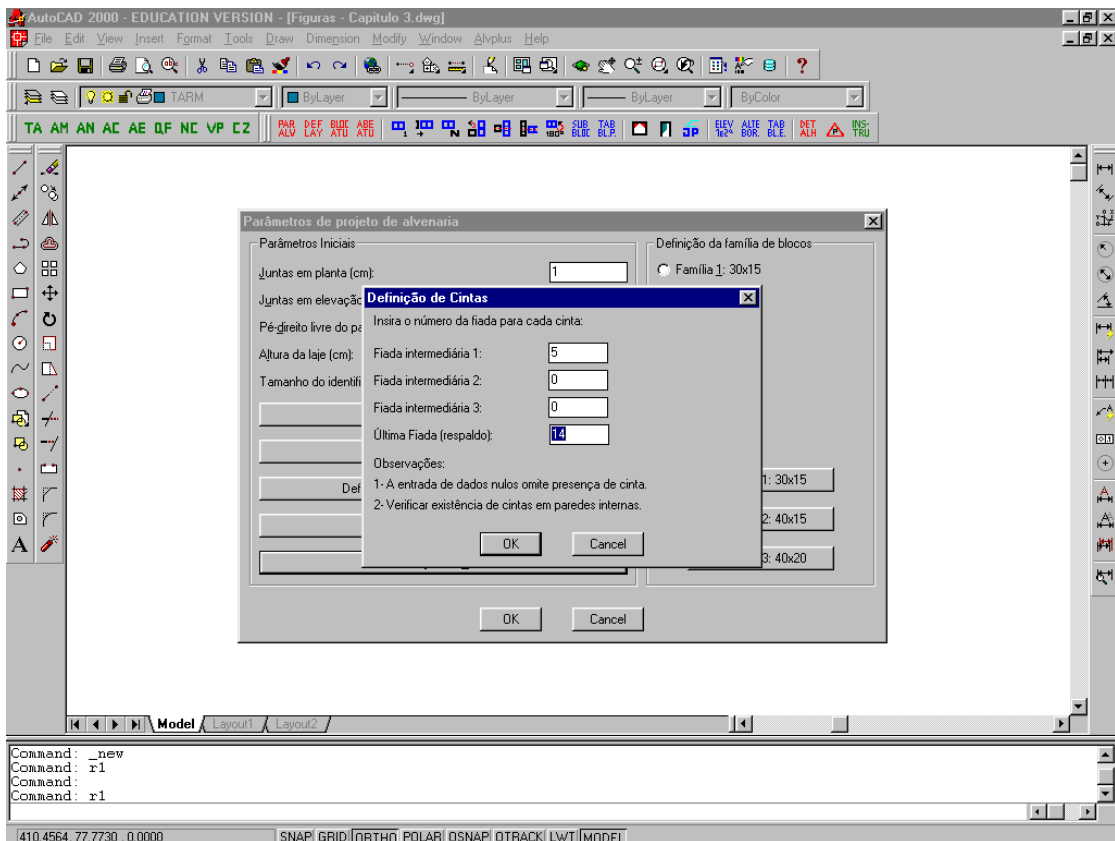
**FIGURA 8:** Indicação do posicionamento das armaduras das elevações.

A caixa de diálogo de armaduras utilizadas nas juntas a prumo requer do usuário o preenchimento das informações referentes ao tipo de armadura, a qual será utilizada nas paredes que se encontram e que não apresentam amarração entre seus blocos. As possíveis soluções dessas armaduras são do tipo grampo, tela ou ferro corrido, conforme apresentado na Figura 9. É necessário que o usuário preencha todas as informações solicitadas na coluna do tipo de armadura a ser utilizada. As informações referentes aos demais tipos de armaduras das juntas a prumo serão descartadas

A definição das cintas deve ser realizada conforme indicado na Figura 10. Não é necessário o preenchimento de todos os espaços, já que serão ignoradas informações nulas ou inexistentes.



**FIGURA 9:** Caixa de diálogo do comando “Definição das armaduras a serem utilizadas nas juntas a prumo”.



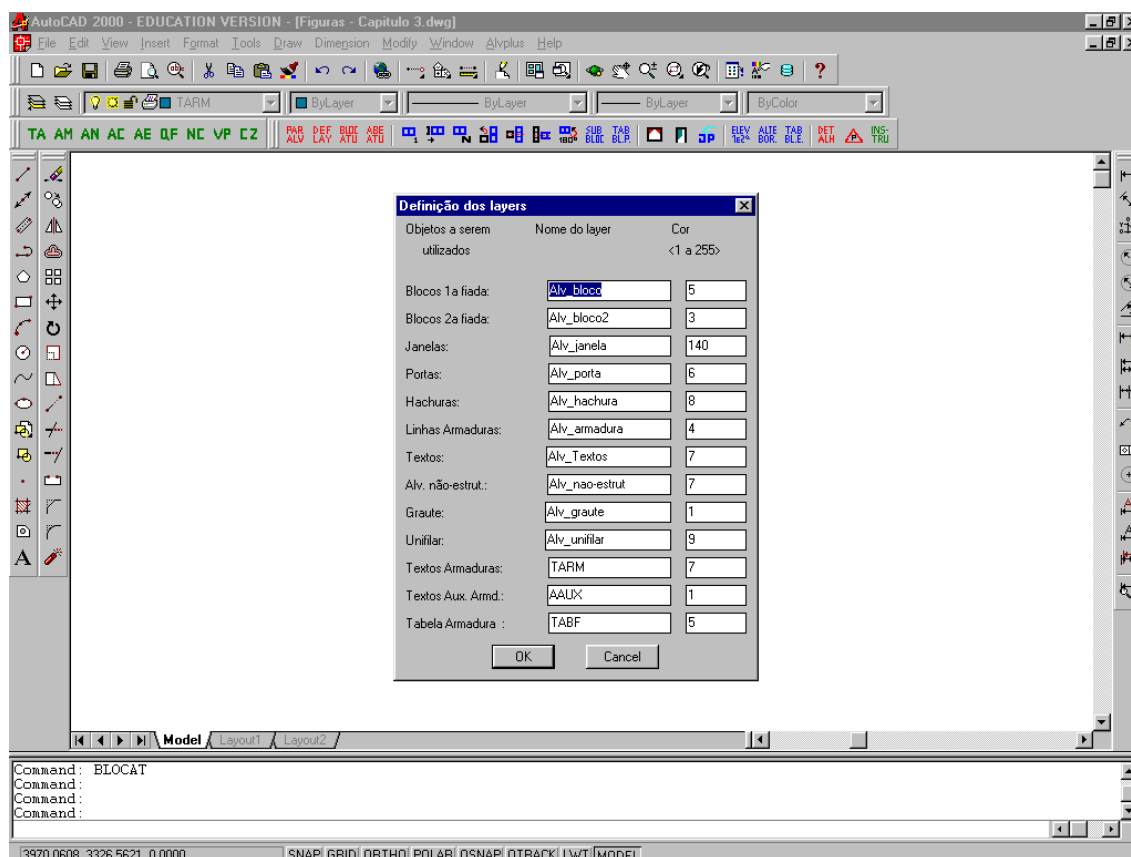
**FIGURA 10:** Caixa de diálogo do comando “Definição de cintas”.

## 5.2. DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS ATUAIS

### 5.2.1 – Definição de “layers”

O termo “*layer*” significa nível ou camada. Pode-se comparar um “*layer*” a uma folha de papel vegetal, onde várias folhas sobrepostas podem ser manipuladas, visualizando-as todas de uma só vez. Ao começar um desenho, é conveniente pensar na organização dos elementos em “*layers*”, facilitando a produção dos desenhos do projeto a ser desenvolvido.

Os nomes dos “*layers*” definidos pelo programa podem ser alterados desde que seja utilizada a rotina desenvolvida neste trabalho, permitindo que as demais configurações dos “*layers*” como cor, tipo de linha, e demais propriedades dos “*layers*” sejam alteradas conforme a necessidade do usuário (Figura 11). Recomenda-se que os “*layers*” sejam alterados no início do desenho, antes da inserção de blocos e aberturas.



**FIGURA 11:** Caixa de diálogo do comando “Definição dos *layers*”.

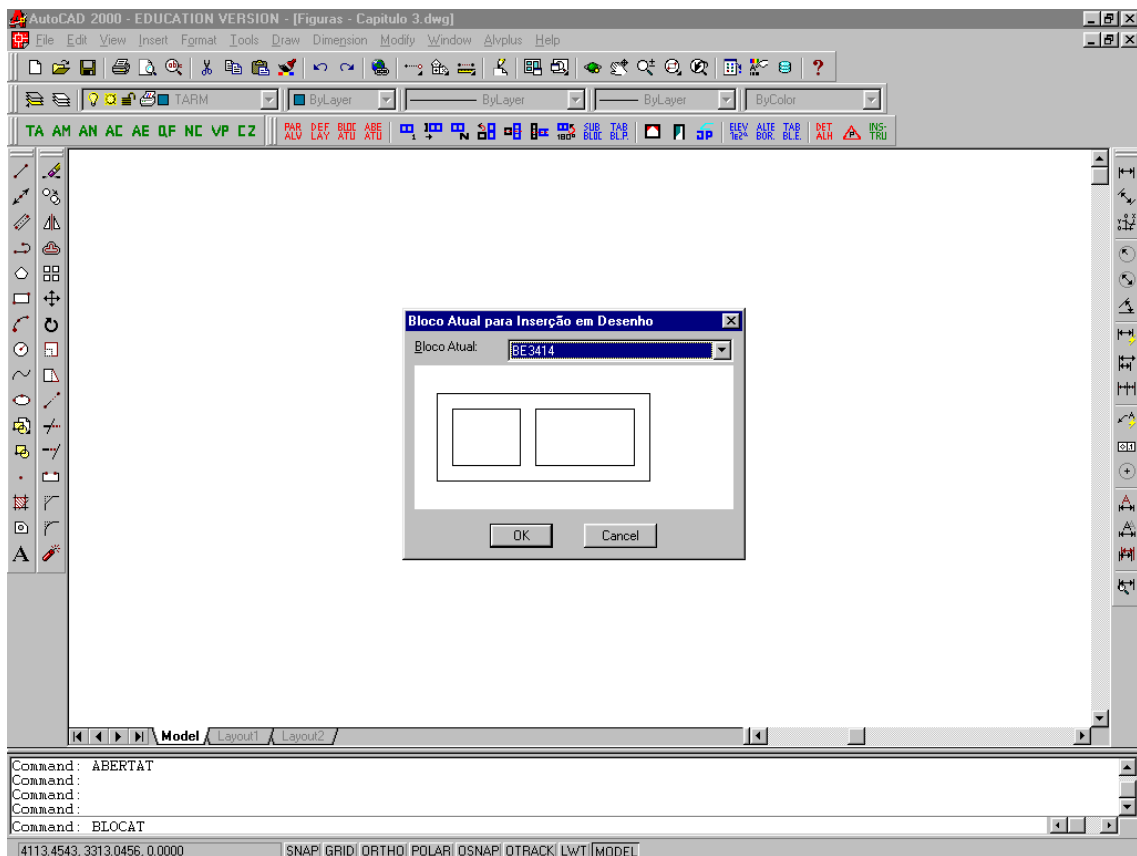
Durante o desenvolvimento dos projetos, toda vez que for acionado o comando “PURGE” do *AutoCAD* para excluir blocos e “*layers*” não utilizados, deve-



se tomar o cuidado de executar o comando “Definição dos *layers*” para que sejam criados todos os “*layers*” que serão utilizados pelo **ALVPLUS**.

### 5.2.2 – Definição de blocos atuais

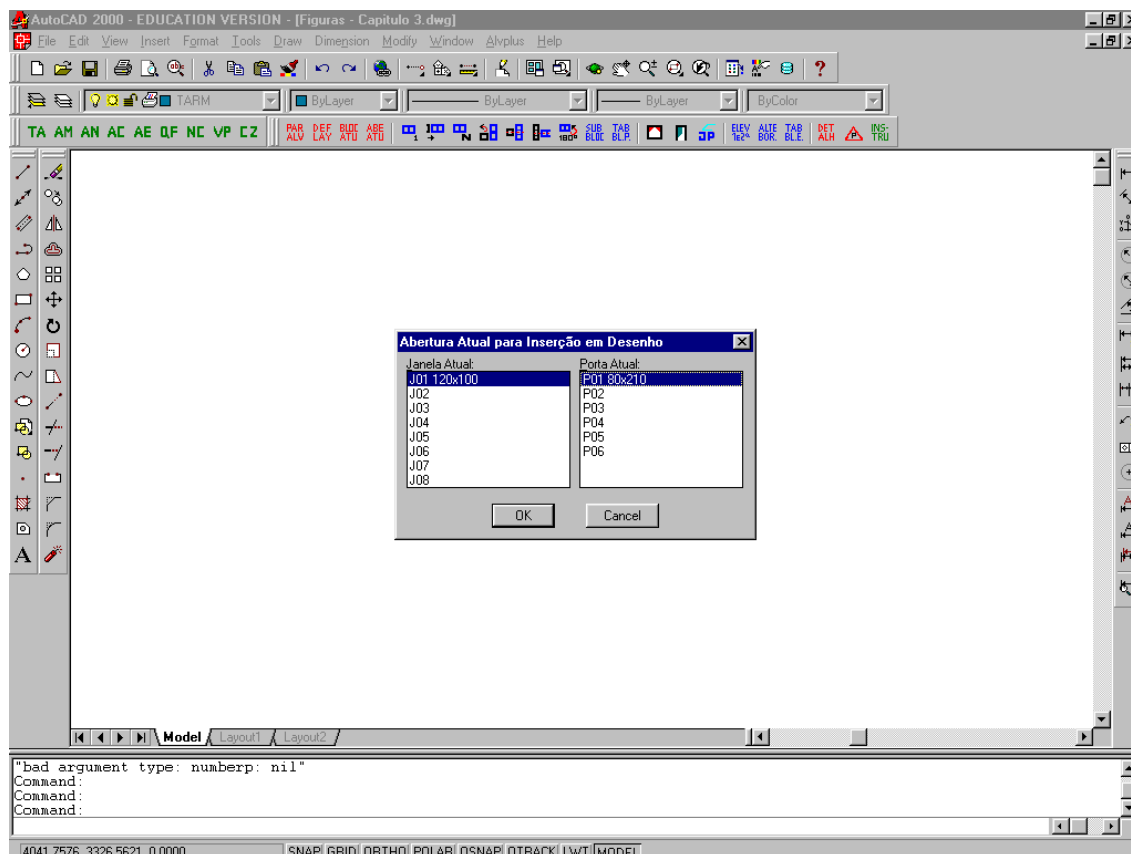
Antes do lançamento da modulação, é necessário que seja definido o bloco atual a ser inserido (Figura 12). Será apresentada uma listagem dos blocos da “Família de Blocos” corrente, onde o usuário pode observar uma exibição da vista em planta do bloco a ser escolhido. Para a inserção de bloco em elevação, pode-se escolher uma vista, mesmo em planta, e, através dos comandos relacionados à distribuição da modulação, o usuário optará pela vista a ser inserida.



**FIGURA 12:** Caixa de diálogo do comando “Definição do bloco atual”.

### 5.2.3 – Definição de aberturas atuais

O usuário deve também escolher quais as aberturas atuais a serem utilizadas para inserção de portas e janelas, conforme indicado na Figura 13. A escolha da abertura pode ser feita através da escolha da janela ou da porta atual, ou mesmo ambos os itens.



**FIGURA 13:** Caixa de diálogo do comando “Definição das aberturas atuais”.

### 5.3. MODULAÇÕES EM PLANTA

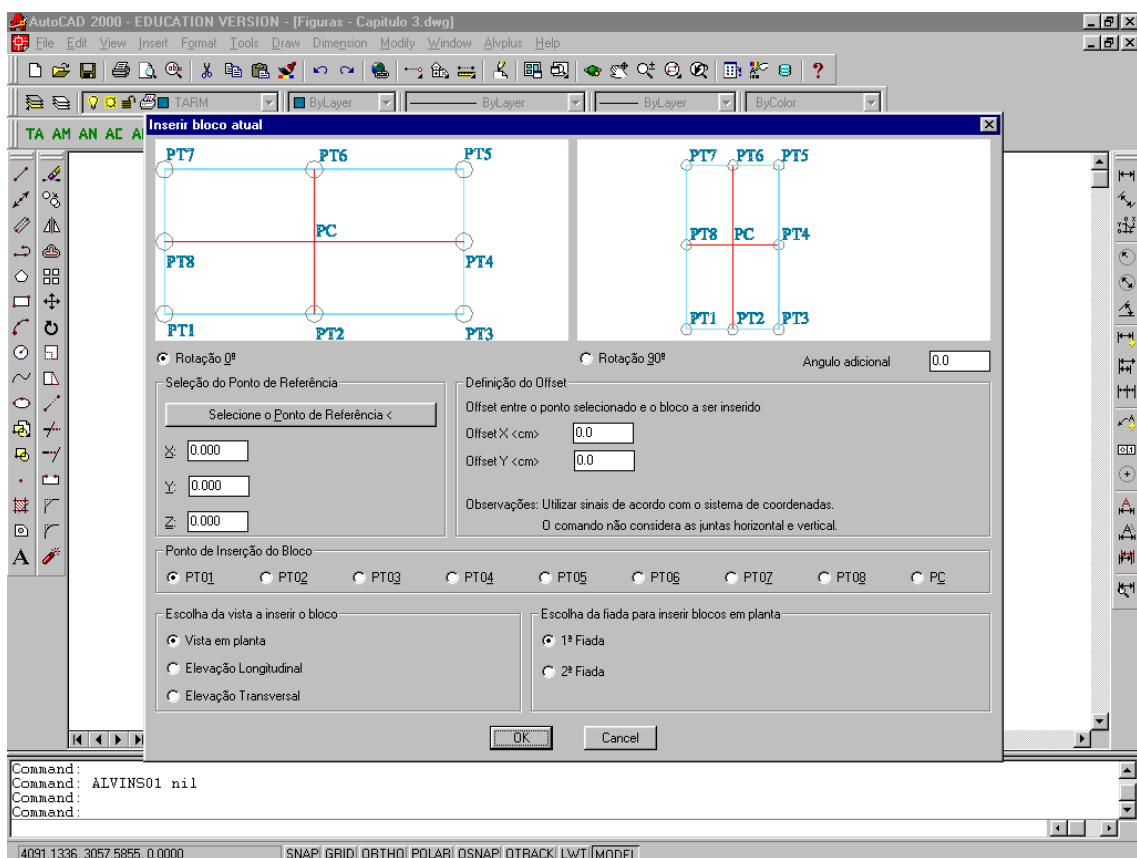
As etapas de projeto de edifícios em alvenaria que dependem maior tempo dos profissionais envolvidos são o lançamento e o detalhamento das alvenarias. Todos os comandos relacionados às modulações em planta foram criados com o intuito de aumentar a produtividade da distribuição dos blocos, utilizando os conceitos de coordenação modular, e possibilitar a geração automática das elevações das paredes.

#### 5.3.1 – Inserção de 1 bloco

A rotina de inserção de um bloco, bloco atual, foi desenvolvida com o auxílio de uma caixa de diálogo que permite ao usuário escolher o ponto de inserção do bloco atual (Figura 14).

Esse ponto de inserção deve ser um ponto qualquer do desenho, podendo aproveitar elementos da arquitetura. Deve-se escolher um canto ou o centro do

bloco como ponto de inserção do bloco. Por exemplo, ao escolher o PT1, um bloco atual será inserido posicionando o canto inferior esquerdo do bloco no ponto selecionado pelo usuário. Também é possível informar o ângulo principal de inserção do bloco através do acionamento dos botões do tipo rádio ("*radio\_button*"), permitindo a inserção de blocos para os ângulos principais iguais a 0° ou 90°, ou ainda, adicionando qualquer ângulo ao ângulo principal. É possível que o bloco inserido seja afastado de uma distância definida por valores denominados "*offsets*". Caso os valores desses "*offsets*" sejam nulos, o canto ou centro do bloco escolhido será inserido exatamente no ponto selecionado.



**FIGURA 14:** Caixa de diálogo do comando “Inserção de 1 bloco”.

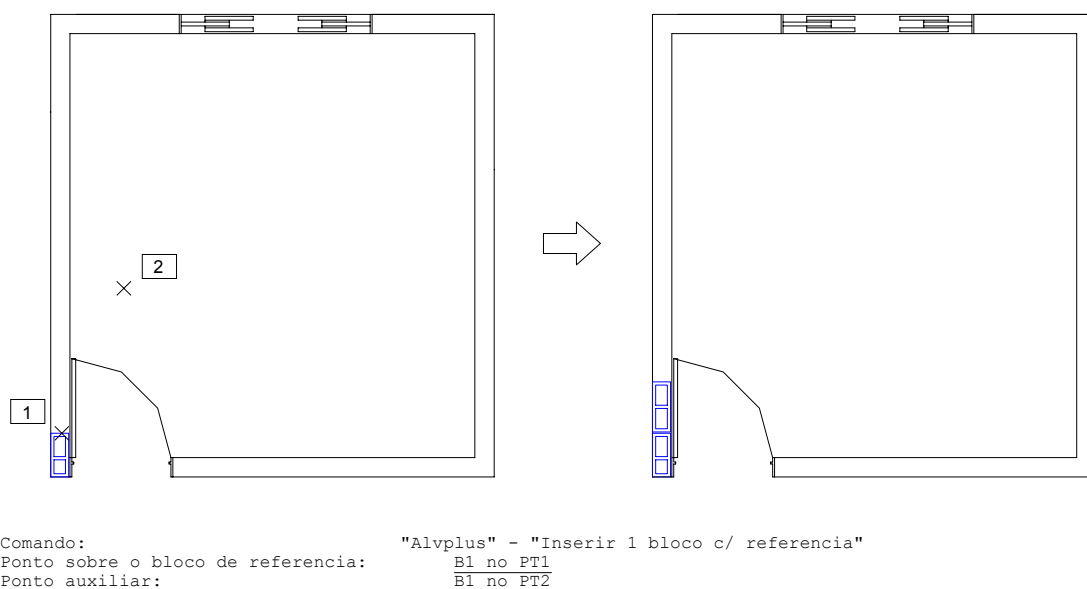
A opção de escolha da vista do bloco permite que sejam inseridos não apenas a vista em planta do bloco atual, mas também é permitido que sejam inseridas as demais vistas longitudinais e transversais do bloco. Por último, no quadro inferior direito da caixa de diálogo, pode-se definir o "*layer*" do bloco a ser inserido como 1ª ou 2ª fiada através dos botões de rádio.

### 5.3.2 – Inserção de 1 bloco com referência

A rotina de inserção de um bloco com referência foi desenvolvida para facilitar a inserção de um bloco atual com alinhamento automático em relação a um bloco existente, levando em consideração as juntas. Primeiramente, é necessário que o usuário, depois de definido o bloco atual, escolha um bloco já inserido em desenho e, em seguida, um ponto auxiliar, o qual definirá o sentido do bloco a ser inserido, na mesma direção do primeiro bloco (Figura 15). Todas as rotinas relacionadas a modulações foram criadas com um filtro de seleção para escolha de elementos do tipo “bloco”.

O bloco será inserido no mesmo “layer” do bloco existente, portanto, para realizar a modulação da 2ª fiada, por exemplo, recomenda-se que o usuário congele o “layer” da 1ª fiada, evitando escolha incorreta do ponto desejado.

Esta rotina somente será interrompida quando o usuário pressionar a tecla <ESC> para desativar o comando. Se a tecla <ENTER> ou o botão direito do mouse for pressionado, o comando não reconhecerá o ponto escolhido, ocasionando na inserção de um bloco não previsto pelo usuário.



**FIGURA 15:** Inserção de 1 bloco com referência.

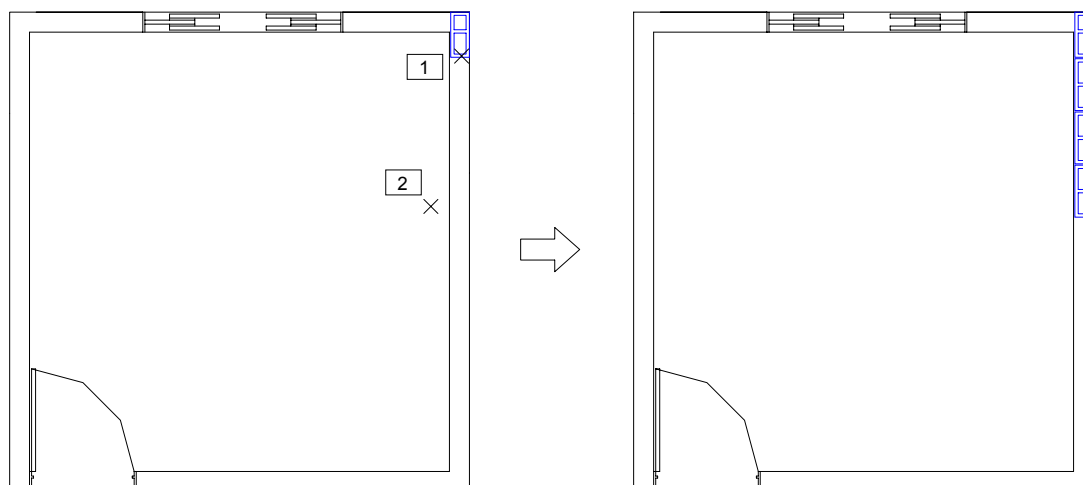
Esta rotina também foi desenvolvida para auxiliar no detalhamento das elevações. Caso seja selecionado um bloco em elevação, o comando solicitará ao usuário a escolha entre elevação longitudinal e transversal, inserindo a elevação do

bloco atual com alinhamento automático em relação à elevação de um bloco existente.

Todas as rotinas relacionadas à inserção de blocos com referência foram desenvolvidas para funcionar com alvenarias inseridas em qualquer ângulo, aumentando a produtividade durante o lançamento das modulações.

### 5.3.3 – Inserção de N blocos

A rotina de inserção de N blocos solicita ao usuário qual o bloco de referência a ser considerado pelo programa. A próxima instrução pede para ser fornecida a quantidade de blocos a serem inseridos na mesma direção do primeiro bloco e em seguida também é necessário fornecer um ponto auxiliar, o qual definirá o sentido dos N blocos a serem inseridos (Figura 16).

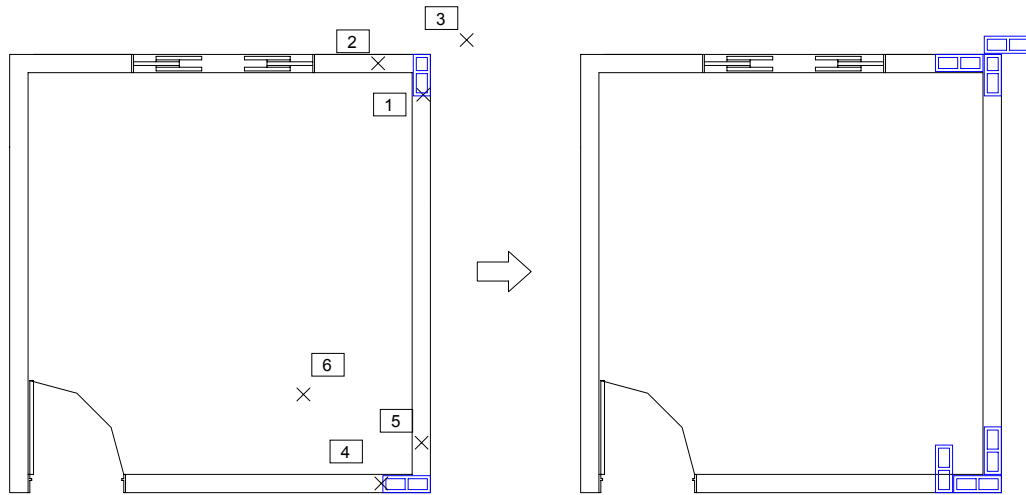


```
Comando: "Alvplus" - "Inserir N blocos"  
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1  
Numero de blocos a inserir na mesma direcao: 3  
Ponto auxiliar: B1 no PT2
```

**FIGURA 16:** Inserção de N blocos

### 5.3.4 – Inserção de 1 bloco rotacionado

Foram desenvolvidas três rotinas relacionadas à inserção de um bloco rotacionado em relação a um bloco existente. A primeira rotina refere-se à inserção de um bloco ortogonal e alinhado a uma das faces do bloco existente. Este comando solicita ao usuário a escolha de um bloco já existente e ponto auxiliar, o qual definirá a posição do bloco a ser inserido. A Figura 17 indica algumas possibilidades de inserção de um bloco rotacionado e alinhado a uma das faces do bloco existente.



```

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT2

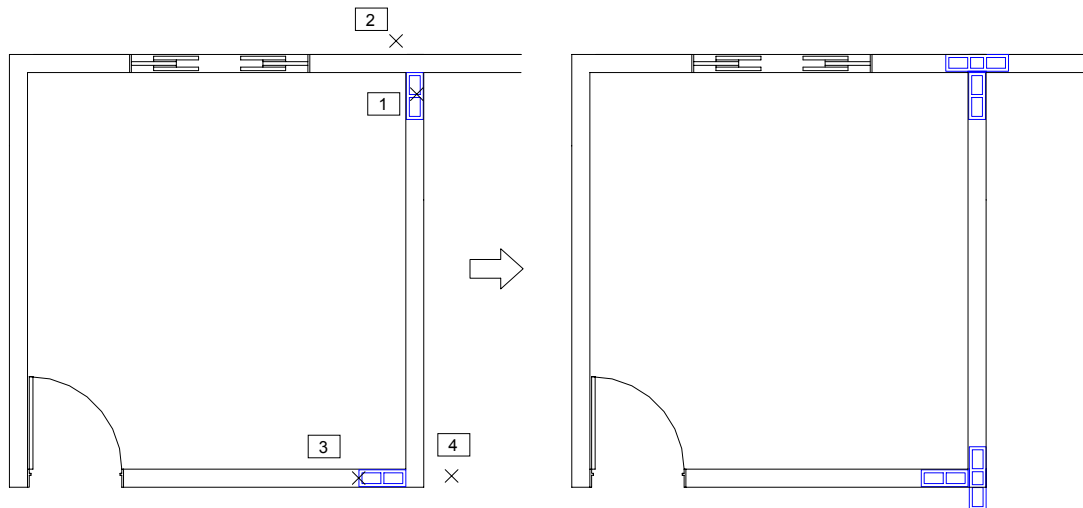
Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT3

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT4
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT5

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado"
Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT5
Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT3
    
```

**FIGURA 17:** Insere 1 bloco rotacionado e alinhado em relação a uma das faces do bloco existente.

A segunda rotina refere-se à inserção de um bloco cujo eixo seja perpendicular ao eixo longitudinal do bloco existente. O bloco será inserido na menor face do bloco existente. A Figura 18 indica algumas possibilidades de inserção do bloco ortogonal em relação ao primeiro bloco.

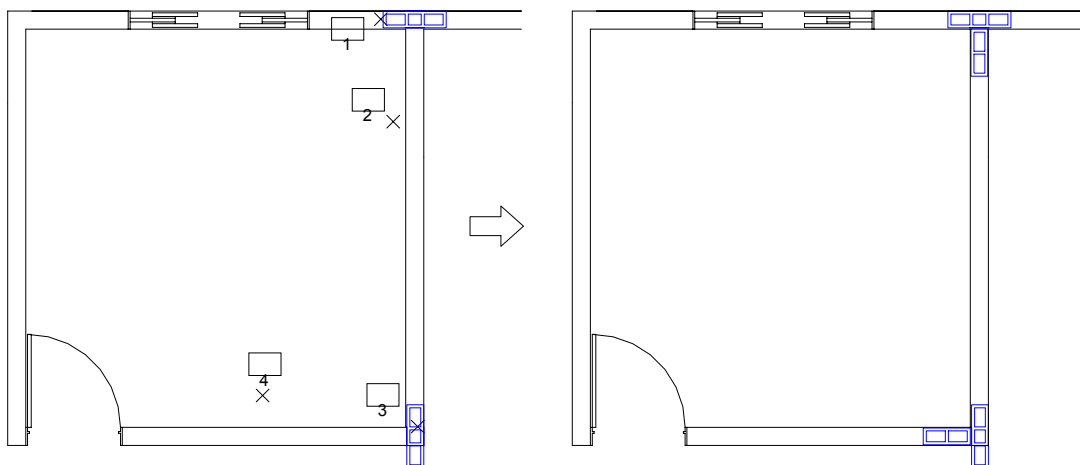


Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado2"  
 Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1  
 Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT2

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado2"  
 Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT3  
 Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT4

**FIGURA 18:** Inseire 1 bloco rotacionado na menor face do bloco existente.

A terceira rotina refere-se à inserção de um bloco cujo eixo seja perpendicular ao eixo longitudinal do bloco existente. O bloco será inserido na maior face do bloco existente. A Figura 19 indica algumas possibilidades de inserção do bloco ortogonal em relação ao primeiro bloco.



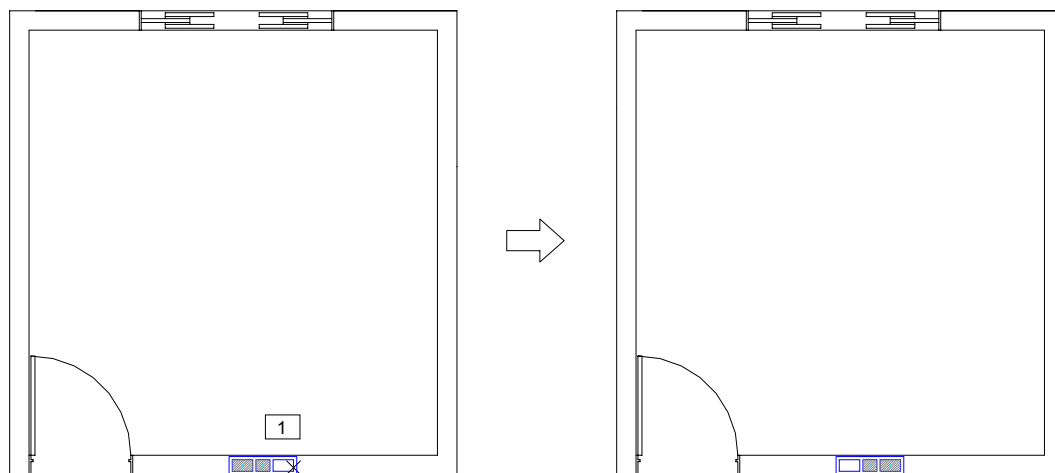
Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado3"  
 Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT1  
 Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT2

Comando: "Alvplus" - "Inserir 1 bloco rotacionado3"  
 Ponto sobre o bloco de referencia: B1 no PT3  
 Direcao do bloco a ser inserido ortogonalmente: B1 no PT4

**FIGURA 19:** Inseire 1 bloco rotacionado na maior face do bloco existente.

### 5.3.5 – Rotaciona Bloco 180°

Através da seleção de um bloco existente, essa rotina acrescenta 180° ao ângulo de inserção do bloco escolhido e foi desenvolvida com o intuito de facilitar na rotação de blocos especiais inseridos em posição errada (Figura 20).



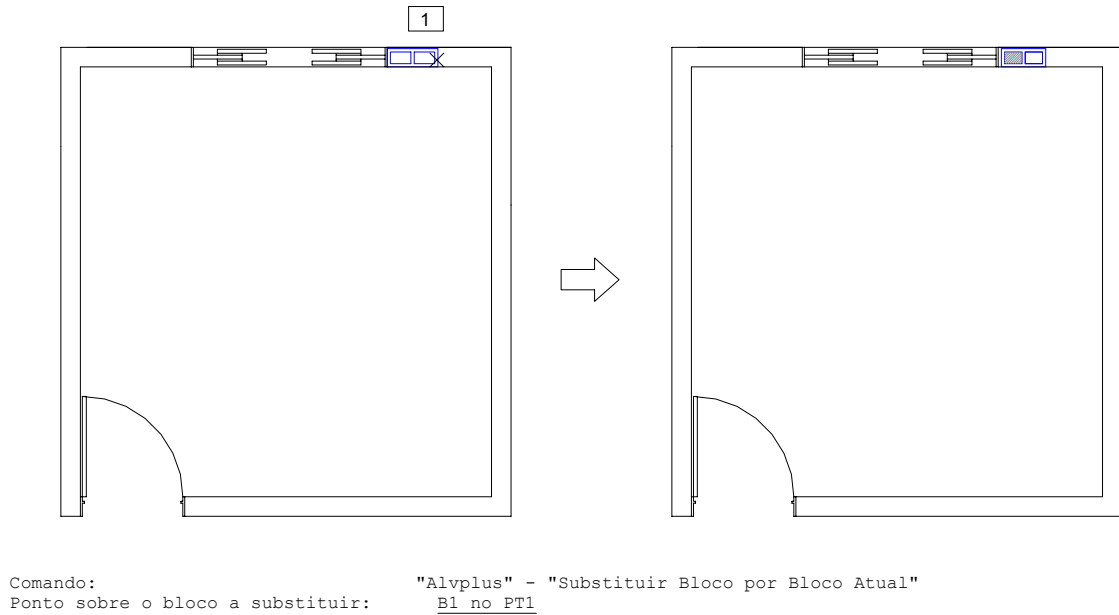
Comando: "Alvplus" - "Rotaciona bloco 180 graus"  
Selecione o bloco a rotacionar: B1 no PT1

**FIGURA 20:** Rotaciona bloco 180°.

### 5.3.6 – Substitui Bloco

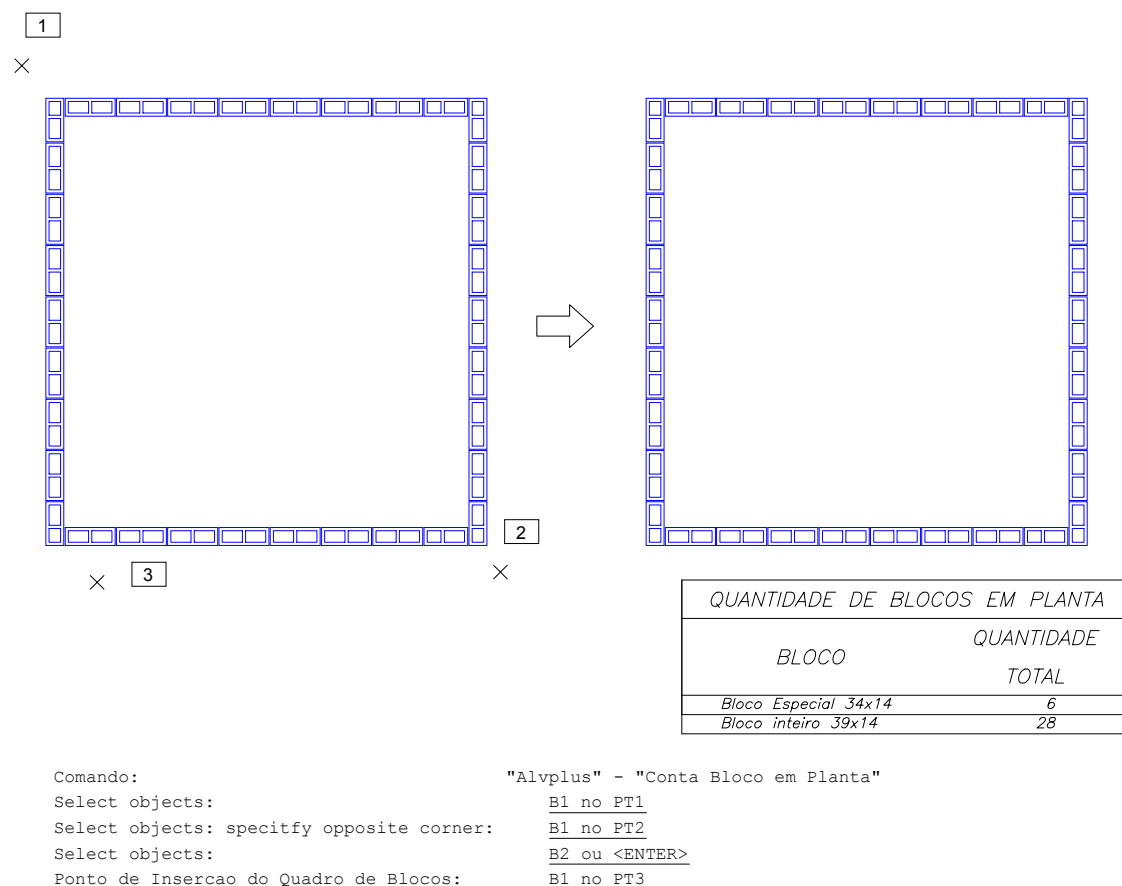
Este comando foi desenvolvido para substituir um bloco já inserido por um bloco definido como atual. Assim, é possível que o usuário, após definir a modulação sem se preocupar com os blocos a serem grauteados, substitua um bloco comum por um bloco grauteado, de acordo com as necessidades estruturais ou construtivas (Figura 21).



**FIGURA 21:** Substitui bloco.

### 5.3.7 – Conta bloco em planta

Ao selecionar a opção “Extrai Tabela de Blocos em Planta” do menu ALVPLUS, pode-se fazer a contagem e extração da tabela de blocos em planta, através da seleção de blocos da primeira fiada. Este comando pede que seja selecionada uma janela, dentro da qual serão contadas todas as entidades do tipo "insert". Por último, solicita-se um ponto onde será inserida a tabela de blocos em planta (Figura 3.22).



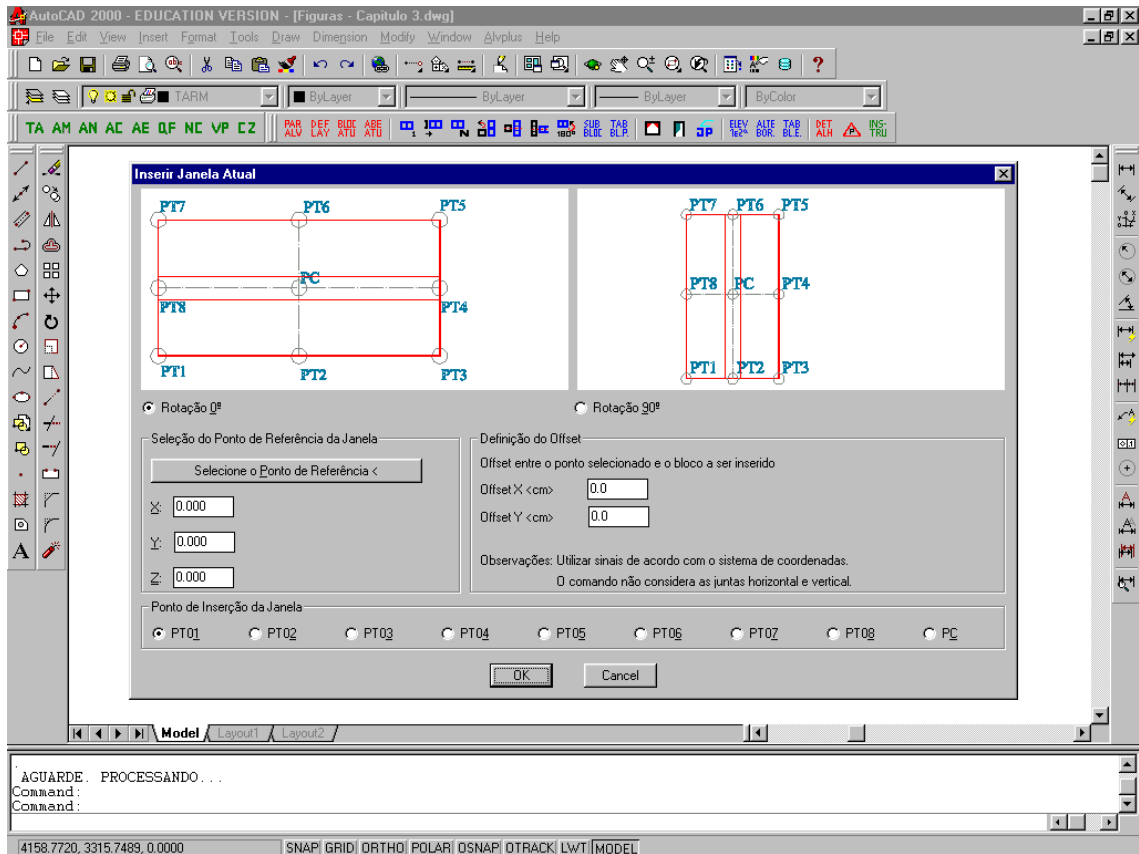
**FIGURA 22:** Extraí tabela de blocos em planta.

Os nomes dos blocos podem ser formatados através da edição do arquivo FAMILIAS.TXT. Blocos que possuírem os mesmos nomes serão mantidos na mesma relação. Por exemplo, para que um bloco inteiro e grauteado seja quantificado na mesma seleção do bloco inteiro e não-grauteado, esses blocos deverão apresentar nomes idênticos.

## 5.4. INSERIR ABERTURAS EM PLANTA

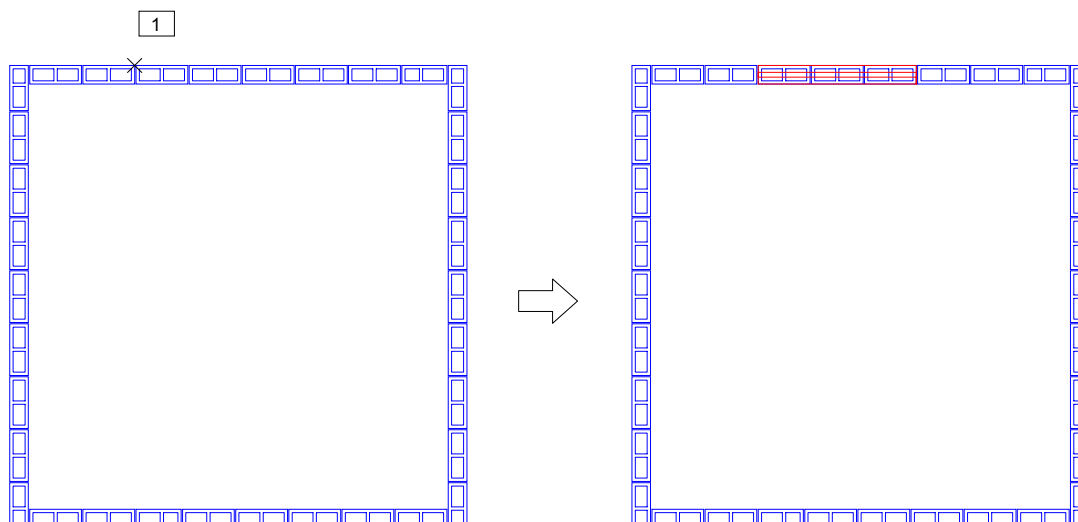
### 5.4.1 – Inserir janela atual

Esta rotina possibilita maior agilidade na inserção de janelas em planta. A caixa de diálogo e o seu funcionamento são muito semelhantes à rotina "Inserção de 1 bloco atual", o que facilita ao usuário o aprendizado e utilização do comando (Figura 23).



**FIGURA 23:** Caixa de diálogo do comando “Inserir janela atual”.

A inserção das janelas em planta é feita através de um elemento do tipo “*poliline*”, na cota Z igual a 800,0 acrescida do número da janela, ou seja, como são permitidos 8 tipos de janelas, a janela J01 será inserida na cota Z=801,0, a janela J02 na cota Z=802,0 e assim por diante (Figura 24).

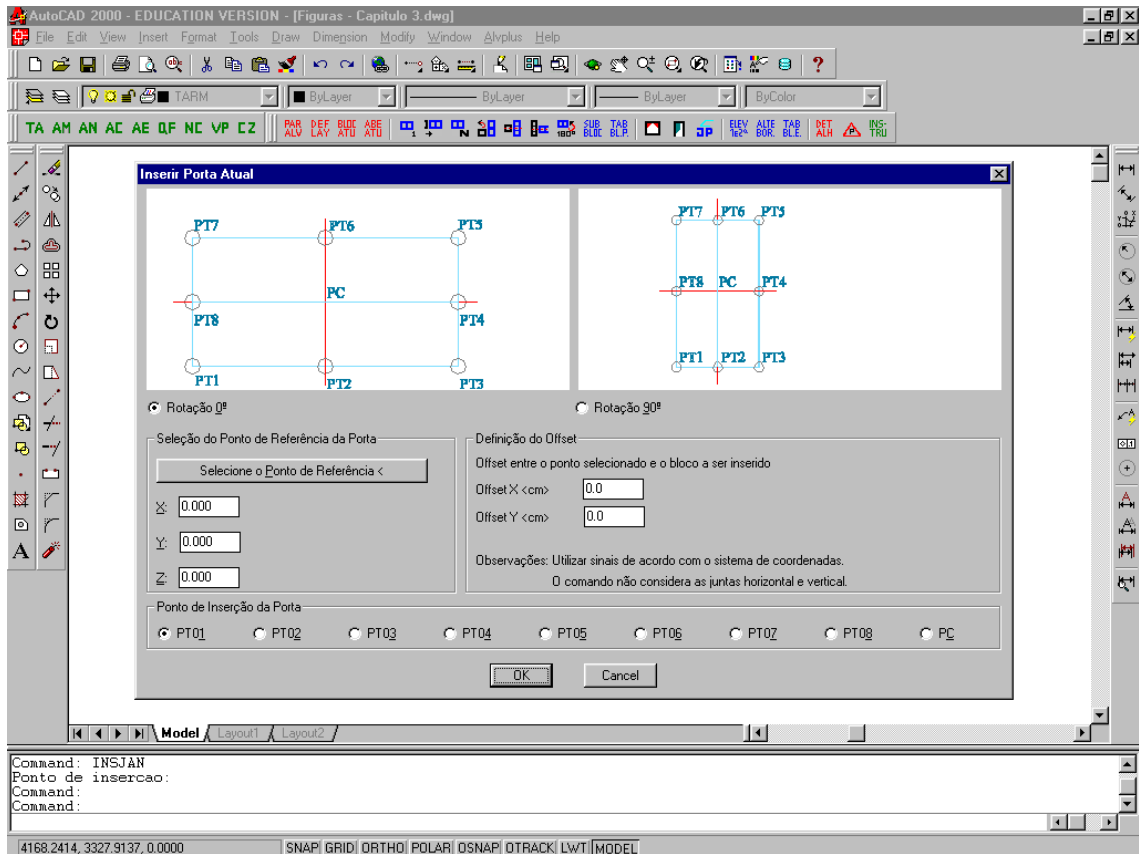


Comando:	"Alvplus" - "Inserir Janela Atual"
Acione o botão:	Selecione o ponto de referência
Ponto de insercao:	<u>B1</u> no <u>PT1</u> (utilizar OSNAP "intersection" ou "endpoint")
Escolha o ângulo de inseção da porta:	0°
Ponto de inserção da janela:	PT07
Pressione botão:	OK

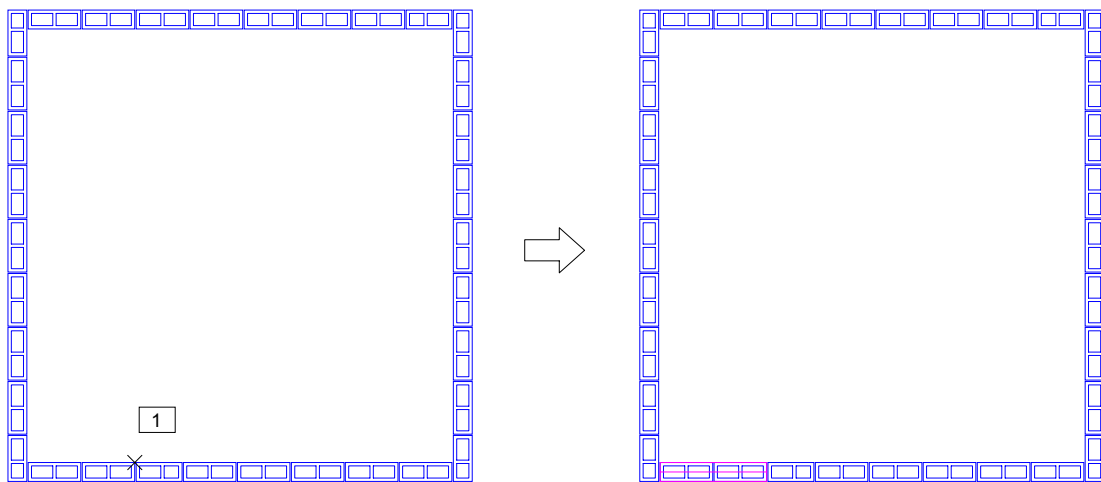
**FIGURA 24:** Comandos para inserção de janela atual em planta.

#### 5.4.2 – Inserção de porta em planta

Esta rotina possibilita maior agilidade na inserção de portas em planta. A caixa de diálogo e o seu funcionamento são praticamente idênticos à rotina de inserção de janelas em planta (Figura 25). Apenas a cota Z adotada será igual a 700,0 acrescida do número da porta (Figura 26).



**FIGURA 25:** Caixa de diálogo do comando “Inserir porta atual”.



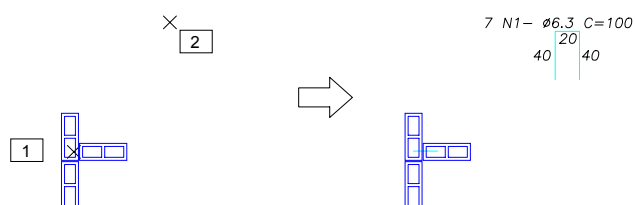
Comando:	"Alvplus" - "Insere Porta"
Acione o botão:	Selecione o ponto de referência
Ponto de insercao:	<u>B1</u> no <u>PT1</u> (utilizar OSNAP "intersection" ou "endpoint")
Escolha o ângulo de insecção da porta:	0°
Ponto de inserção da janela:	PT05
Pressione botão:	OK

**FIGURA 26:** Comandos para inserção de porta atual em planta.

### 5.4.3 – Inserção de armadura de junta a prumo em planta

Esta rotina facilita a inserção de armaduras de junta a prumo em planta (Figura 27).

O texto de armadura, inserido na vista em elevação da armadura, é inserido nos padrões estabelecidos para geração da tabela de armaduras, apresentada adiante. Os comprimentos e o diâmetro da armadura são obtidos conforme a configuração dos itens “Definição de armaduras de juntas a prumo” na edição dos “Parâmetros de Projeto de Alvenaria”. O espaçamento das armaduras é definido pelo produto do valor adotado na opção “Quantas em quantas fiadas” pela altura do bloco atual. A quantidade da armadura é calculada através do quociente entre o pé-direito pelo espaçamento. A escolha da posição é feita automaticamente.



```

Comando: "Alvplus" - "Insere Armadura JP em Planta"
Canto Esquerdo/Inferior para inserir o grampo em planta: B1 no PT1
Angulo de insercao do grampo <0>: B2 ou <ENTER>
Desenha armadura em elevacao [S/N] <S>: B2 ou <ENTER>
Canto Superior Esquerdo para inserir o grampo em elevacao: B1 no PT2

```

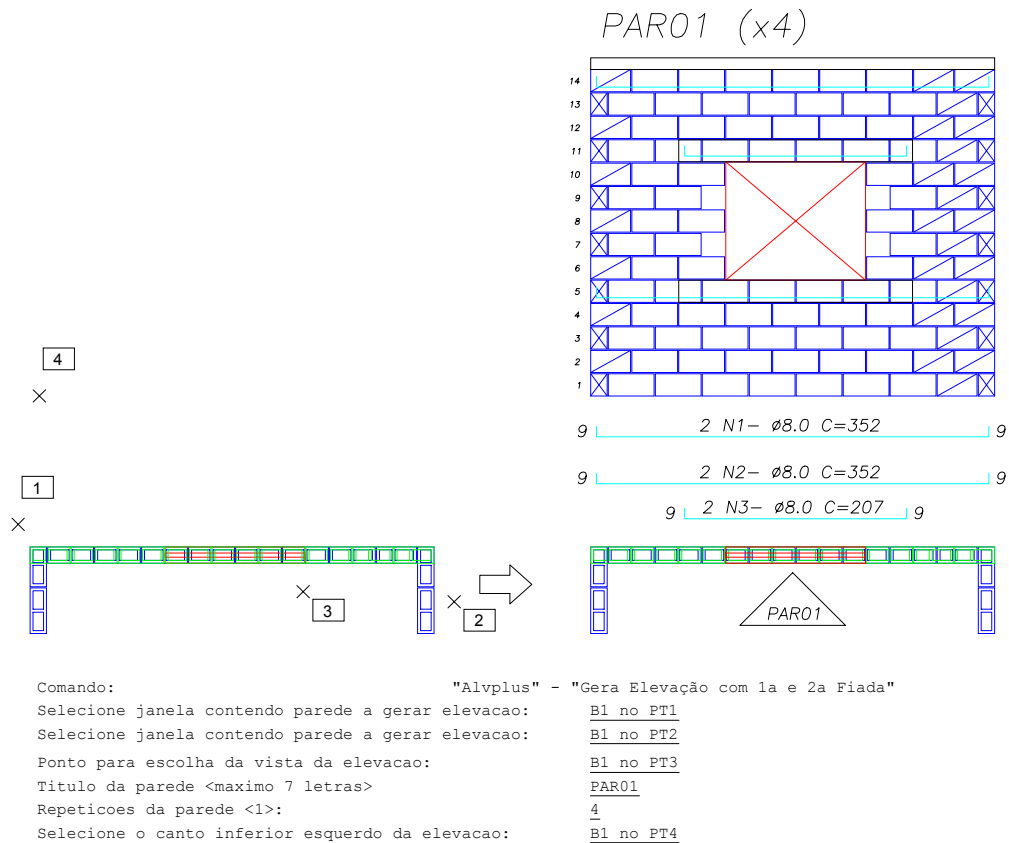
**FIGURA 27:** Inserção de armadura de junta a prumo em planta.

## 5.5. GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE ELEVAÇÃO DE PAREDES

### 5.5.1 – Elevação através da 1ª e 2ª Fiadas

Primeiramente, o comando solicita ao usuário, a definição de uma janela contendo todos os elementos da elevação. Em seguida, devem ser definidos: a vista da elevação, título da parede, número de repetições e ponto de inserção da elevação.

A Figura 28 apresenta uma elevação típica utilizando este comando.



**FIGURA 28:** Geração automática de elevação de parede.

Os blocos da 1ª e 2ª fiada que aparecerão na elevação devem estar totalmente contidos na janela de seleção desse comando, definidos por pontos que devem ser afastados de, no mínimo, meio bloco das faces da parede, com o objetivo de selecionar somente blocos que devem aparecer na elevação.

O comando reconhece o ângulo e os blocos de extremidade da parede, desenhando uma linha no “layer” UNIFILAR. Após seleção dos blocos e aberturas, o comando identifica a posição, o “layer” e o ângulo de inserção de cada componente.

Conforme a escolha do ponto da vista da elevação, a rotina desenha o identificador da parede contendo o título da mesma e posicionando o identificador no centro da vista da parede. O título da parede deve ser definido com no máximo sete letras, não podendo haver espaços em branco entre os caracteres do título da parede.

A geração da elevação será feita como se houvesse um observador no lugar do triângulo do identificador da parede. Sendo assim, as elevações serão geradas como se o observador estivesse olhando para a parede da mesma posição indicada pelo identificador. Em edifícios de múltiplos andares, as vistas devem

sempre ser feitas como se o observador estivesse dentro do edifício, facilitando a execução das alvenarias.

Durante a inserção automática das armaduras dos elementos estruturais, existe a verificação de que, caso a fiada da contraverga seja a mesma fiada que a da cinta, a armadura da contraverga não é detalhada. Outro critério adotado nas elevações foi que, nas paredes onde houvesse portas, não são detalhadas cintas intermediárias. Caso haja a necessidade de cinta nas paredes com portas, o usuário terá que fazer o detalhamento manualmente.

O número de repetições da parede servirá como multiplicador das armaduras e dos blocos em elevação.

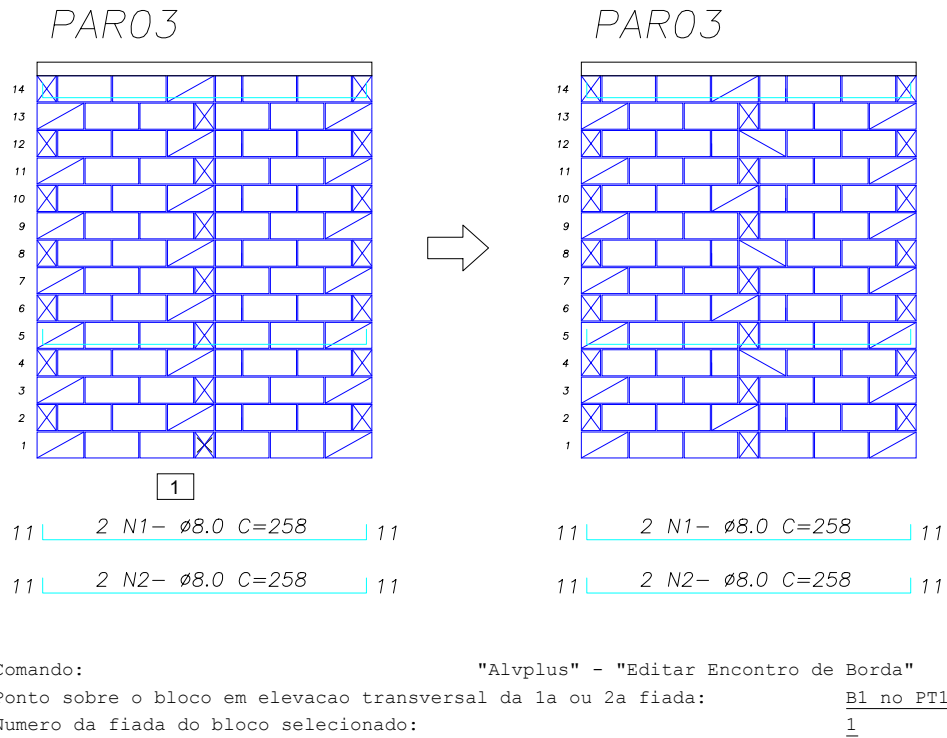
Para que ocorra o perfeito andamento da rotina, é necessário que a janela de visualização esteja ampla o suficiente para que contenha todos os elementos da parede a ser gerada a elevação. O *AutoCAD* somente realiza todos os comandos corretamente se todos os objetos a serem criados estiverem contidos na janela de visualização. Caso contrário, o programa não é capaz de calcular a posição de todos os elementos corretamente, o que ocasiona na geração de parede contendo elementos não definidos pelo usuário.

Os textos contendo números de fiadas e dobras de armaduras são textos simples, na cota  $Z = 0,0$ , os quais não interferem no detalhamento das armaduras e podem ser editados conforme a necessidade de cada usuário.

### **5.5.2 – Edita encontro de borda**

Para evitar que situações onde ocorram juntas a prumo pela não utilização do bloco especial de três furos (item 2.4.3, Figuras 2.2 e 2.4), desenvolveu-se este comando visando a redistribuição dos blocos em elevação. Definindo um ponto para escolha do bloco em elevação transversal, conforme indicado na Figura 3.28, a rotina altera automaticamente as posições das 4<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> fiadas, evitando a junta a prumo, quando o bloco em elevação transversal estiver na primeira fiada. Caso fosse selecionada a elevação do bloco transversal na segunda fiada, o comando identificaria que os blocos das 3<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> fiadas é que deveriam ser modificados. Em planta, deve-se inserir o detalhe construtivo que indique corretamente esta mudança na posição dos blocos nestes encontros. Essa solução permite que, após três fiadas com junta a prumo, ocorrerá uma fiada com junta defasada.

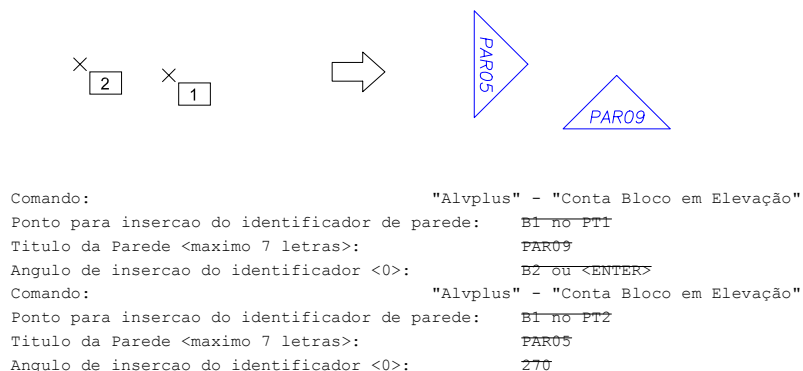




**FIGURA 29:** Edita encontro de borda.

### 5.5.3 – Insere Identificador de Paredes

Esta rotina permite que sejam inseridos identificadores de paredes automaticamente. De acordo com a escolha do ponto da vista da elevação, a rotina desenha o identificador da parede contendo o título da parede já definida. Este título deve ser definido com no máximo sete letras, não podendo haver espaços em branco entre os caracteres do título da parede (Figura 30).

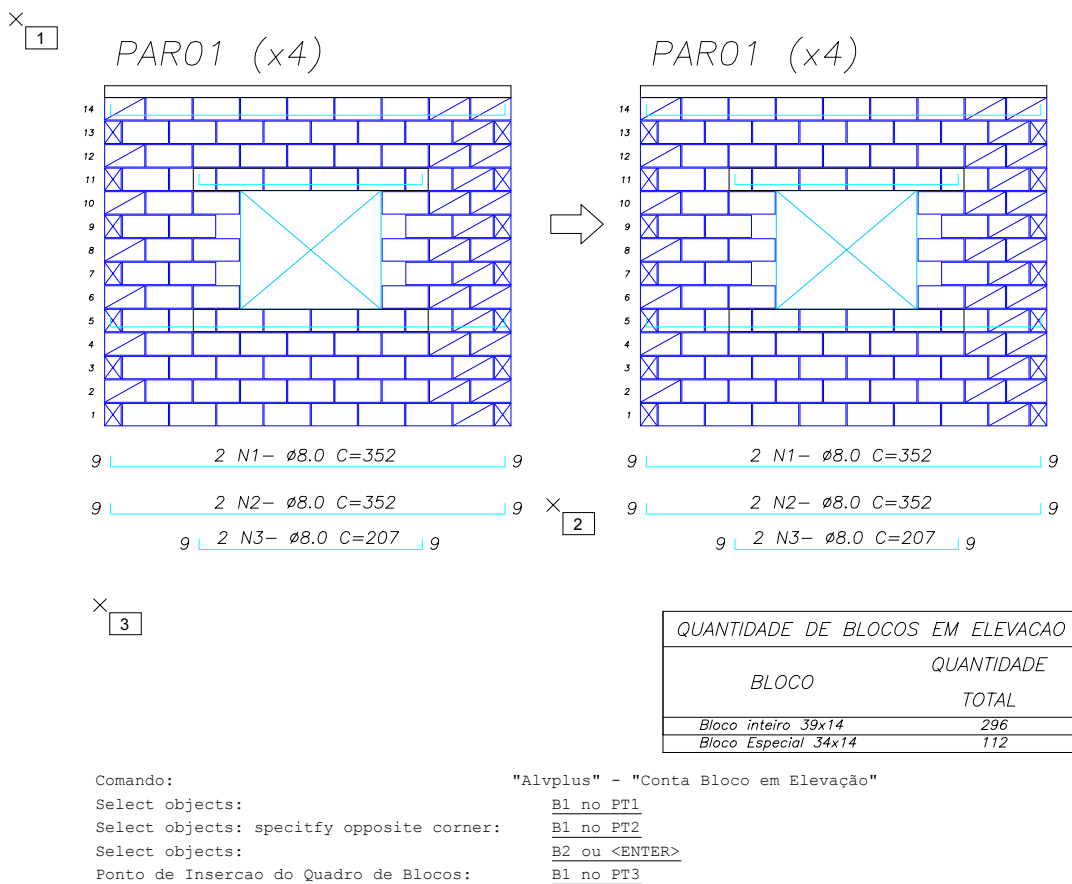


**FIGURA 30:** Insere Identificador de Paredes.

### 5.5.4 – Conta bloco em elevação

Ao selecionar a opção “Extrai Tabela de Blocos em Elevação” do menu ALVPLUS, pode-se fazer a contagem e extração da tabela de blocos em planta, através da seleção de blocos da primeira fiada. Este comando pede que seja selecionada uma janela, dentro da qual serão contadas todas as entidades do tipo "insert". Por último, solicita-se um ponto onde será inserida a tabela de blocos em elevação (Figura 31).

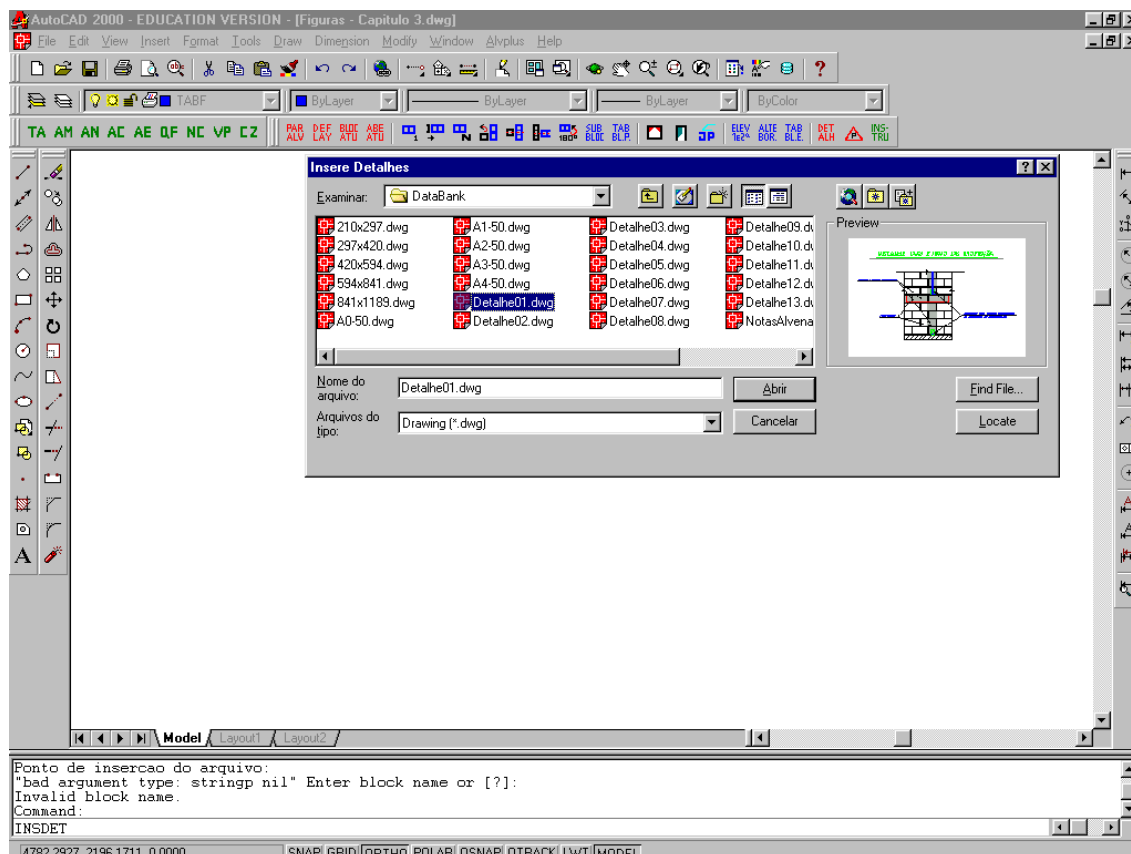
Os nomes dos blocos podem ser formatados através da edição do arquivo FAMILIAS.TXT. Blocos que possuem os mesmos nomes serão mantidos na mesma relação. Por exemplo, para que um bloco inteiro e grauteado seja quantificado na mesma seleção do bloco inteiro e não-grauteado, esses blocos deverão apresentar nomes idênticos.



**FIGURA 31:** Extrai tabela de blocos em elevação.

## 5.6. INSERÇÃO DE DETALHES CONSTRUTIVOS

Esta rotina permite agilizar a inserção de detalhes construtivos no projeto estrutural. O comando exibe caixa de diálogo padrão do *AutoCAD*, selecionando todos os arquivos de desenho com extensão DWG contidos na pasta “C:\Arquivos de Programas\ALVPLUS\DataBank”. Depois de feita a escolha do arquivo, o comando solicita ao usuário um ponto de inserção do bloco (Figura 32).



**FIGURA 32:** Inserção de detalhes construtivos.

Estes desenhos podem ser alterados e outros arquivos podem ser adicionados a esta pasta com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar a apresentação dos projetos de edifícios em alvenaria.

## 5.7. LOCALIZAÇÃO DO MANUAL DO USUÁRIO

Este comando apresenta informações sobre a localização do manual do usuário, que poderá ser consultado sempre que se necessitar de informações mais detalhadas sobre o programa (Figura 33).

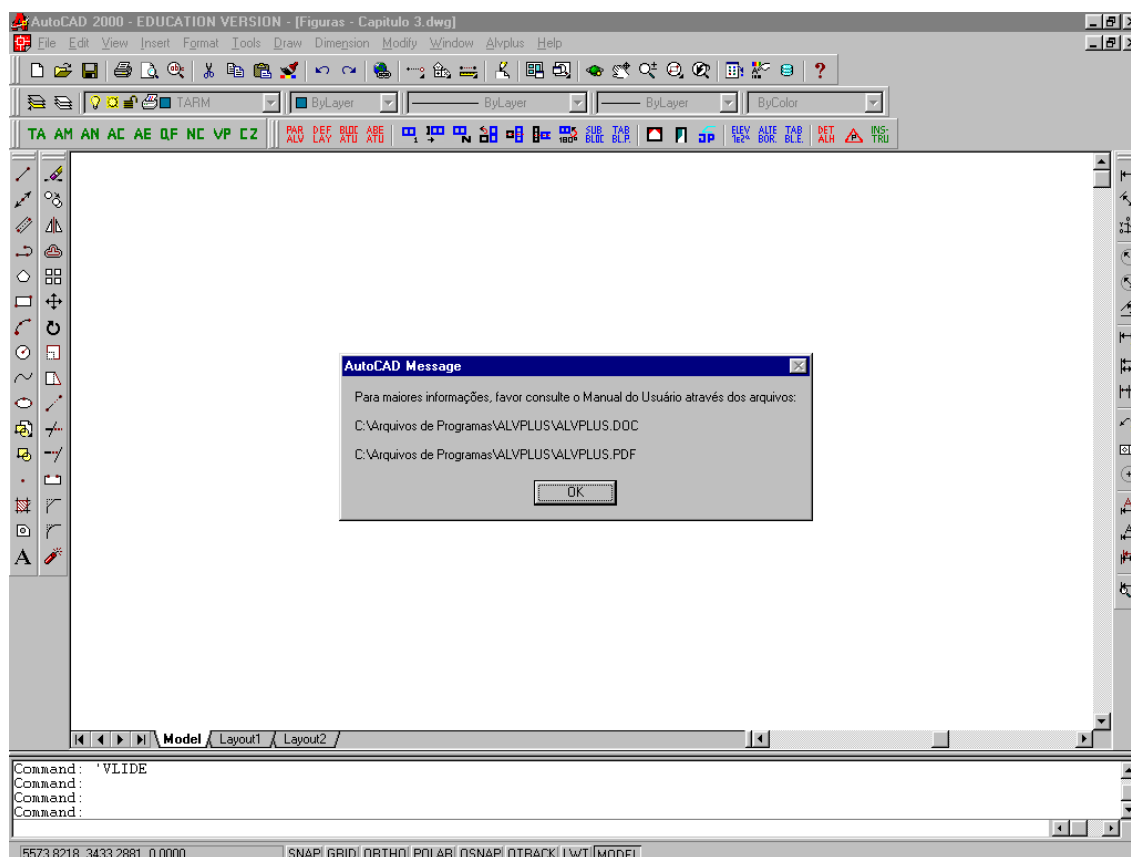


FIGURA 33: Localização do Manual do Usuário do programa **ALVPLUS**.

## 5.8. DETALHAMENTO DAS ARMADURAS

Todas as rotinas relacionadas à inserção de textos de armaduras foram desenvolvidas seguindo os mesmos critérios do programa **ALAJE – Armação de Lajes** – versão 2.5 de Julho de 1998, programa desenvolvido pelos engenheiros Guilherme Aris Parsekian, Marcio Antonio Ramalho e Márcio Roberto Silva Corrêa.

O programa ALAJE2.LSP foi desenvolvido baseado quase que integralmente no programa ALAJE.LSP, com a finalidade de auxiliar o detalhamentos de lajes, sendo criados comandos específicos para desenho de armaduras e extração de quadro de ferros, possibilitando uma maior precisão e

rapidez nos projetos dessas estruturas. Apenas pequenas alterações foram feitas nos padrões de apresentação do programa original, visando melhorar a extração das tabelas de armaduras.

### 5.8.1 – Armaduras

Os textos de armaduras inseridos nas elevações apresentam formato padronizado, de forma que a armadura seja incluída na tabela de armaduras. Cada elevação criada determina um conjunto de armação. Cada armadura a ser inserida é armazenada numa posição, não devendo se repetir. A quantidade e o diâmetro da armadura (“bitola”) são obtidos a partir da definição feita pelo usuário através da opção “Definição das Armaduras Convencionais” nos “Parâmetros de Alvenaria”. O comprimento de cada armadura é calculado automaticamente. Caso haja a necessidade de repetição de uma mesma posição, é possível acrescentar um multiplicador da posição seguindo o mesmo critério do comando “TA – Texto de Armadura” apresentado nos itens a seguir. Se o comprimento da armadura for superior a 12,00 metros, a armadura apresentada na elevação será do tipo corrida, havendo a necessidade do usuário inserir o comprimento da emenda da armadura.

### 5.8.2 – Quantitativos de Armaduras

São adicionados os seguintes comandos ao programa *AutoCAD*:

- i) TA = inserir **T**extos de **A**rmaduras
- ii) AM = desenhar **A**rmaduras de lajes **M**aciças
- iii) AN = desenhar **A**rmaduras de lajes **N**ervuradas
- iv) AC = desenhar **A**rmaduras **C**oncentradas
- v) AE = desenhar **A**rmaduras **E**speciais: comprimento corrido e comprimento variável
- vi) QF = extração de **Q**uadros de **F**erros
- vii) NC = **N**omear **C**onjunto de armação
- viii) VP = **V**erificar e rearranjar **P**osições das armaduras
- ix) CZ = mudar cota Z do desenho (**C**hange **Z**)

**Importante** ⇒ a unidade do desenho deve ser [cm].

Através do comando “QF”, é possível extrair automaticamente a Tabela e Resumos de Armaduras. A seguir, apresenta-se como os textos são interpretados pelo comando QF para extrair a tabela de armaduras.

### 5.8.2.1 – Definição dos textos

Cada ferro deve ser definido por três textos a serem lidos no “*layer*” de nome TARM (texto de armadura):

xxx N ??? : definição de quantidades e posição da armadura

%%c ???.? : diâmetro da armadura (bitola)

C= ??? : comprimento

Não existe limitação para o número de conjuntos de armação que podem ser definidos em um mesmo desenho. Cada conjunto pode ter até 99 posições de ferros. Esses conjuntos podem ou não ter nomes e quantidade de vezes que serão repetidos (pode-se utilizar o comando NC para nomear os conjuntos).

Algumas informações adicionais podem ser fornecidas por textos no “*layer*” AAUX (texto auxiliar de armadura), dentre elas:

M?? : multiplicadores quantidade para cada posição

CC=??? : comprimento de ferros corridos

CV=??? : comprimento médio de armadura de comprimento variável

#### a) Textos de Definição de Quantidade

Este texto tem a seguinte forma geral:

xxx N ???

no qual:

xxx : dígitos antes da letra “N” indicam a quantidade de armaduras

??? : dígitos após a letra “N” indicam a posição da armadura

Espaços em branco inseridos entre a letra “N” e os dígitos não alteram a leitura do programa.

#### b) Textos de Definição de Diâmetro de Armadura

Este texto tem a seguinte forma geral:

%%C ???.?

no qual:

%%C: caracteres que são interpretados pelo *AutoCAD* como a letra grega  $\phi$

???: dígitos com valor do diâmetro da armadura (bitola)

Espaços em branco inseridos entre a letra grega  $\phi$  e os dígitos não alteram a leitura do programa. Exemplos: %%C 5.0, %%C5.0, %%C5, %%C 5, etc.

### **c) Textos de Definição de Comprimento**

Este texto tem a seguinte forma geral:

C= ???

no qual:

C= : caracteres para indicação do parâmetro comprimento

??? : dígitos com valor do comprimento total do ferro, em centímetro.

O comprimento pode ser definido com precisão nas casas decimais. O programa faz seus cálculos utilizando essas casas, mas no final escreve os valores arredondados. Porém, é evidente que o corte e a dobra de uma armadura não requer precisão maior do que na ordem dos milímetros.

### **d) Texto de Definição de Multiplicadores Específicos**

Este texto tem a seguinte forma geral:

M??

no qual:

M: caractere para indicação do parâmetro multiplicador

?? : dígito com valor do multiplicador

Este texto deve ser desenhado na “*layer*” AAUX (e cota Z adequada, por exemplo, Z=101,0 para textos do conjunto 1 e posição 1). A quantidade de ferros da posição é multiplicada pelo valor indicado. Ao lado da tabela de armaduras são indicados os multiplicadores de cada posição (os textos são desenhados no “*layer*” AAUX que pode ser congelada quando o desenho for plotado).

### **e) Texto de Definição de Comprimentos Corridos**

Este texto tem a seguinte forma geral:

CC=??

no qual:

CC=: caracteres para indicação do parâmetro comprimento corrido

?? : dígitos contendo o valor do comprimento corrido.

Este texto deve ser desenhado no “*layer*” AAUX e com cota Z adequada. Por exemplo, os textos do conjunto 2 e posição 1 devem estar na cota Z=201,0. O comprimento unitário é indicado como corrido (C=CORR.) e o comprimento total é calculado com o valor especificado.

#### **f) Texto de Definição de Comprimentos Variáveis**

Este texto tem a seguinte forma geral:

CV=??

no qual:

CV= : caracteres para indicação do parâmetro comprimento variável médio

?? : dígitos contendo o valor do comprimento variável médio.

Este texto deve ser desenhado no “*layer*” AAUX e com cota Z adequada. Por exemplo, Z=103,0 para textos do conjunto 1 e posição 3.

O comprimento unitário é indicado como variável e o comprimento total é calculado com o valor especificado.

#### **g) Demais textos relacionados ao detalhamento das armaduras**

Recomenda-se que os demais textos de armaduras, como, por exemplo, textos de dobras, devem estar desenhados em “*layer*” diferente e com cota Z igual a 0,0, evitando que ocorram erros de interpretação durante a Extração da Tabela de Armaduras.

#### **5.8.2.2 – Definição das Cotas Z dos Textos de Armaduras**

O programa de extração funciona baseado na cota Z de cada texto. Como exemplo, para o conjunto de armação "n" tem-se:

cota Z = n00 : nome e repetições do conjunto (OPCIONAL)

cota Z = n01 : textos da posição 1

cota Z = n02 : textos da posição 2

. . . . .

. . . . .

cota Z = ni : textos da posição i

É necessário que os conjuntos existentes ocupem as primeiras cotas possíveis. Assim, num desenho com apenas um conjunto de armação, os textos de



armaduras devem estar nas cotas 101, 102,...etc. No caso de 2 conjuntos deve-se ter os textos nas cotas: 101,102,...etc ; 201,202,...etc. A inexistência de textos na cota "n01" indica que não existe o conjunto de armação "n" e o programa interrompe o processamento. Pode-se utilizar o comando VP para verificar a presença de posições vazias.

### **5.8.3 – Comando TA**

O comando TA deve ser utilizado para inserir textos de armaduras no formato padronizado, de forma que a armadura seja incluída no quadro de ferros.

São perguntados:

- i) Conjunto de Armação;
- ii) Posição
- iii) Multiplicador da posição
- iv) Bitola
- v) Comprimento
- vi) Tipo de Armadura

0 = armadura concentrada

1 = armadura distribuída

a) para a opção de armadura concentrada (0) é perguntada a quantidade de ferros e em seguida o ponto aonde deve ser inserido o texto

b) para a opção de armadura distribuída são perguntados o espaçamento e dois pontos que definem a distância na qual a armadura será distribuída (a quantidade é calculada dividindo-se a distância entre os pontos pelo espaçamento). Em seguida deve ser definido o ponto aonde o texto será inserido.

### **5.8.4 – Comando AM**

Este comando deve ser utilizado quando deseja-se desenhar armaduras de lajes maciças.

A partir da versão 2.3, foi incluída a possibilidade de existirem multiplicadores das quantidades para cada posição (pode-se desenhar determinada posição apenas uma vez e utilizar um multiplicador para determinar a quantidade correta a ser calculado no quadro de ferro).

Digitando-se AM na linha de comando do AUTOCAD são feitas as seguintes perguntas ao usuário:

i) Conjunto de Armação <valor atual>:

⇒ define o conjunto de armação ao qual a barra de ferro irá pertencer, podendo ser definidos quantos conjuntos forem necessários

ii) Posição <valor atual>:

⇒ define a posição (ou número) da barra de ferro

iii) Multiplicador da Posição <valor atual>:

⇒ define o multiplicador para a posição (quantidade no quadro de ferros será multiplicada pelo valor estipulado)

⇒ o multiplicador é identificado no desenho pelo texto **Mn** (*n* é o valor do multiplicador). Este texto é colocado na “layer” AAUX e na cota *z* correspondente à posição (conforme explicado no item 4.2)

iv) Bitola [mm] <valor atual>:

⇒ define a bitola da barra de ferro

v) Dobra inicial (primeira) [cm] <valor atual>:

⇒ define o tamanho da primeira dobra do lado inicial da barra de ferro (valores positivos indicam dobras de armaduras positivas, valores negativos indicam dobras de armaduras negativas)

vi) Dobra inicial (segunda) [cm] <valor atual>:

⇒ define o tamanho da segunda dobra do lado inicial da barra de ferro.

OBS.: se não existir a primeira dobra esta pergunta é suprimida

vii) Dobra final (primeira) [cm] <valor atual>:

⇒ define o tamanho da primeira dobra do lado final da barra de ferro (valores positivos indicam dobras de armaduras positivas, valores negativos indicam dobras de armaduras negativas)

viii) Dobra final (segunda) [cm] <valor atual>:

⇒ define o tamanho da segunda dobra do lado final da barra de ferro

OBS.: se não existir a primeira dobra esta pergunta é suprimida

ix) Escalonar reduzindo o comprimento reto em: *<valor atual>*:

⇒ opção para desenho de armaduras escalonadas, sendo reduzindo o comprimento reto (sem dobras) de acordo com o valor indicado.

são desenhadas barras de armaduras em duas posições.

OBS.: se o valor for igual a zero não é feita nenhuma redução no comprimento e é desenhada apenas uma barra de armadura.

x) Offset inicial [cm] *<valor atual>*:

⇒ define o tamanho do offset (ou distância ao ponto de definição da barra) do lado inicial (valores positivos indicam diminuição no comprimento da barra, valores negativos indicam aumento no comprimento da barra)

xi) Offset inicial [cm] *<valor atual>*:

⇒ define o tamanho do offset (ou distância ao ponto de definição da barra) do lado final (valores positivos indicam diminuição no comprimento da barra, valores negativos indicam aumento no comprimento da barra)

xii) Espaçamento [cm] *<valor atual>*:

⇒ define o espaçamento entre as armaduras

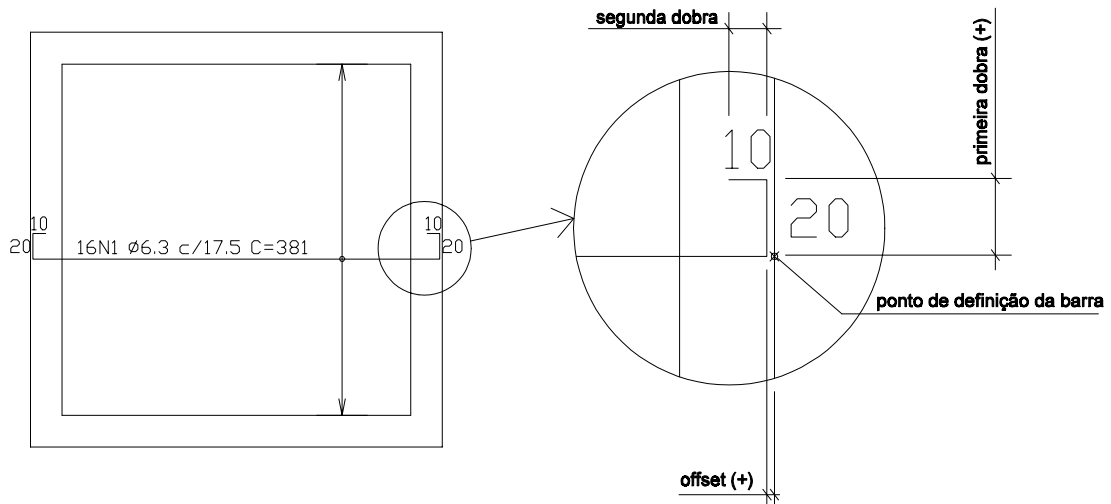
Em seguida são perguntados os pontos de definição da barra de ferro, inicial e final, podendo ser utilizadas as indicações PERpendicular, INTersection, ENDpoint, CENTer, etc do AUTOCAD para definição dos pontos, sendo os valores “default” iguais a NEAr para o ponto inicial e PERpendicular para o ponto final.

São perguntados os pontos de definição da linha de cota e se deseja-se desenhar a linha de cota.

Finalmente é perguntado o ponto onde devem ser escritos os textos de definição da barra de ferro.

O programa automaticamente calcula o comprimento e a quantidade de ferros.

A Figura 34 mostra um exemplo de detalhamento.



**FIGURA 34** - Exemplo de detalhamento feito com o comando AM.

### 5.8.5 – Comando AN

Este comando deve ser utilizado quando deseja-se desenhar armaduras de lajes nervuradas.

A partir da versão 2.3, foi incluída a possibilidade de existirem multiplicadores das quantidades para cada posição.

Digitando-se AN na linha de comando do AUTOCAD, para que o programa possa calcular corretamente o número de ferros, é perguntado a distância entre nervuras utilizada.

Em seguida, de maneira semelhante ao comando AM, são perguntados o conjunto de armação, a posição, o multiplicador da posição, a bitola, as dobra iniciais e os offsets a serem utilizados.

Deve-se, então entrar com os pontos de definição da barra de ferro.

A seguir é perguntado o padrão de detalhamento a ser adotado:

0 = armaduras concentradas nas nervuras

1 = padrão NS

2 = padrão ND

São perguntados os pontos de definição da linha de cota e se deseja-se que esta seja desenhada.

Em seguida são feitas perguntas diferentes para cada tipo de padrão de detalhamento:

padrão 0: deve-se entrar com a quantidade de barras por nervura

padrão 1 ou 2: deve-se entrar com a quantidade de barras entre nervuras (quantidade igual a 2 indica padrão NS2 ou ND2, quantidade igual a 3 indica padrão NS3 ou ND3, etc...)

O programa automaticamente calcula o comprimento e a quantidade de barras necessárias.

OBS.: a quantidade de barras é calculada considerando que a distância entre nervuras seja constante no trecho assinalado. Se houver nervuras definidas por meio-blocos, deve-se editar o texto da quantidade com o comando *DDEDIT* do *AutoCAD*.

#### **5.8.6 – Comando AC**

O comando AC deve ser utilizado quando deseja-se desenhar armaduras concentradas.

A partir da versão 2.3, foi incluída a possibilidade de existirem multiplicadores das quantidades para cada posição.

Sua utilização é semelhante ao comando AM, sem a necessidade de se definir os pontos da linha de cota, porém sendo perguntado o número de barras a ser considerado.

#### **5.8.7 – Comando NC**

O comando NC é utilizado quando deseja-se nomear um conjunto de armação ou definir um fator de multiplicação das quantidades de barras do conjunto.

Ao se digitar o comando NC é perguntado o número e o nome do conjunto e o fator de multiplicação.

#### **5.8.8 – Comando VP**

O comando VP é utilizado para verificar a existência de posições vazias (puladas) em um conjunto de armação. Se for encontrada uma posição em branco, as posições são rearranjadas de maneira a eliminar as posições puladas, existindo sempre o menor número possível de posições.

É recomendado que este comando seja utilizado antes de se extrair um quadro de ferros (comando QF).

### 5.8.9 – Comando AE

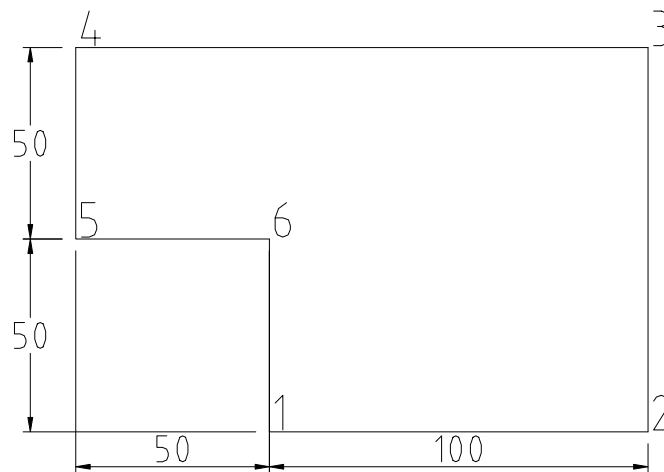
O comando AE deve ser utilizado para desenhar armaduras corridas e de comprimento variável.

São perguntados:

- i) Conjunto de Armação;
- ii) Posição
- iii) Multiplicador da posição
- iv) Bitola
- v) Opções
  - 1 = ferro corrido
  - 2 = comprimento variável

a) para a opção de ferro corrido deve ser fornecido inicialmente a trajetória do ferro corrido utilizando o botão esquerdo do mouse para entrar com os pontos que definem a trajetória e o botão direito para indicar que todos os pontos foram fornecidos. O programa entende o comprimento do ferro como sendo igual ao comprimento da trajetória fornecida.

A Figura 35 mostra um exemplo de detalhamento de armadura corrida.



**FIGURA 35** - Exemplo de detalhamento feito com o comando AE.

Como exemplo pode-se imaginar um ferro corrido, distribuído no perímetro da laje acima. O projetista deve indicar a trajetória da armadura clicando o botão

esquerdo do mouse sobre os pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e novamente 1. O programa entenderá que o ferro tem comprimento igual a 500 cm.

Em seguida deve-se definir a quantidade de ferros e o ponto de inserção do texto.

O comprimento será indicado por dois texto:

- um texto na layer ARM igual a "C=corr." (texto a ser plotado)
- um texto na layer AAUX e na cota z adequada (conforme item 4.2) igual a  $CC=c$  ( $c$ = comprimento calculado). A layer AAUX pode ser congelada quando o desenho for plotado.

Quando o quadro de ferros for extraído o comprimento unitário será identificado como corrido (corr.) e o comprimento total será calculado com o comprimento da trajetória dada.

b) para a opção de comprimento variável (2) são perguntados:

- dobra inicial (primeira)
- dobra inicial (segunda)
- dobra final (primeira)
- dobra final (segunda)
- offset inicial
- offset final
- espaçamento
- pontos que definem a barra de ferro, sendo recomendado que esta seja desenhada a partir dos pontos médios das lajes. O comprimento médio será assumido como sendo igual ao comprimento da barra desenhada (se o comprimento médio for diferente pode-se facilmente editar o texto CV=...).
- pontos que definem a linha de cota
- se deseja-se que a linha de cota seja desenhada
- e finalmente a posição aonde deve ser inserido o texto.

De maneira análoga à opção de comprimento corrido, o comprimento será indicado por dois texto:

- um texto na layer ARM igual a "C=var." (texto a ser plotado)
- um texto na layer AAUX e na cota z adequada (conforme item 4.2) igual a  $CV=c$  ( $c$ = comprimento calculado). A layer AAUX pode ser congelada quando o desenho for plotado.

O quadro de ferros é extraído com o comprimento unitário identificado como variável (var.), sendo o comprimento total calculado com o comprimento médio fornecido.

### **5.8.10 – Configurações**

Para que as espessuras das linhas sejam diferenciadas, os textos, as linhas de cota, as barras das armaduras e o quadro de ferro são desenhados com cores específicas. Os valores “*default*” de cores são:

cor do texto = 142

cor da linha de cota = 252

cor da barra de armadura = 4

cor do quadro externo da tabela de armadura = 5

cor das linhas de divisão da tabela de armadura = 252

cor do título da tabela de armadura = 3

Os textos são desenhados com o tamanho “*default*” igual a 10.

Esses valores podem ser alterados de acordo com a necessidade do projetista, editando o arquivo ALAJE2.CFG que foi copiado para o diretório do *AutoCAD*.

Ao editar o arquivo ALAJE2.CFG, pode-se perceber que existem uma série de números, cada um em uma linha diferente. Estes números definem respectivamente:

*cor do texto*

*cor da barra de armadura*

*cor da linha de cota*

*cor do quadro externo da tabela de armadura*

*tamanho do texto*

*cor das linhas de divisão da tabela de armadura*

*cor do título da tabela de armadura*

Alterando esses valores, pode-se configurar as cores de cada desenho e o tamanho do texto.



### 5.8.11 – Alteração da cota Z

O comando CZ deve ser utilizado quando se deseja mudar a cota Z de algum desenho. Ao digitar CZ na linha de comando do *AutoCAD*, pede-se para informar a nova cota Z dos objetos de desenho e os objetos de desenho a serem modificados.

O comando CZ é útil para alterar detalhes feitos ou para criar detalhes especiais, deixando os textos de descrição no formato padrão da tabela de armaduras, conforme item seguinte.

## 5.9. CRIAÇÃO DE NOVOS BLOCOS NA BIBLIOTECA DE BLOCOS

Foram criados para as famílias dos blocos 30x15, 40x15 e 40x20 os blocos usuais empregados no mercado. Além dessas famílias, há a possibilidade de serem acrescentadas 3 novas famílias de blocos, conforme indicado na Figura 3, denominadas Família 4, 5 e 6. Para cada família, não existe nenhuma limitação da quantidade de blocos que podem ser utilizados pelo usuário, permitindo-se a inserção de novos blocos mesmo para as famílias 30x15, 40x15 e 40x20.

A seguir, apresentam-se os procedimentos necessários para a inserção de novos blocos numa determinada família de bloco:

- É permitido inserir novos blocos indicando o nome do desenho em planta que deve estar salvo na pasta “C:\Arquivos de programas\ALVPLUS\Blocos”. É importante ressaltar que os nomes dos blocos sempre devem começar com as letras “BE”, nome o qual será dado às vistas dos blocos em planta.
- A relação dos blocos e das famílias está definida nas primeiras linhas do arquivo ALVPLUS.LSP. É permitido criar até três novas “Famílias de Blocos”, denominando-as como Famílias 4, 5 e 6.
- Inserir no arquivo “C:\Arquivos de programas\ALVPLUS\FAMILIAS.TXT” as informações relacionadas às dimensões reais dos novos blocos e seus respectivos nomes, seguindo a convenção indicada neste arquivo. Os nomes dos blocos serão utilizados na criação das tabelas de blocos em planta e em elevação. Os blocos que tiverem o mesmo nome serão contados como se fossem iguais. Neste arquivo importa apenas o nome do bloco em planta, não importando qual a família de bloco que este bloco pertence.

- Após criar o arquivo contendo a vista do bloco em planta e ter acertado o arquivo FAMILIAS.TXT é necessário criar as elevações longitudinais e transversais de cada novo bloco. Para agilizar este processo, foi criado o comando CCC que, após ser definida a vista do bloco em planta, cria os arquivos das elevações automaticamente conforme as dimensões específicas no arquivo FAMILIAS.TXT. Os nomes dos blocos em planta serão substituídos as duas primeiras letras por "EL" e "ET". Portanto, não é permitido que blocos como, por exemplo, BE2914 e BC2914 sejam criados, pois suas elevações terão os mesmos nomes: EL2914 e ET2914 (elevações longitudinal e transversal, respectivamente).
- O centro de cada bloco deve estar posicionado nas coordenadas (0,0,0).
- É permitido que o usuário edite os arquivos com extensão DWG e até mesmo redefina a representação gráfica dos blocos apresentados na biblioteca de blocos. Se forem alteradas dimensões dos blocos em plantas, devem ser realizadas as mesmas modificações nos arquivos do banco de dados relacionados a cada família específica, onde estão registradas as informações dos blocos por família (Arquivo FAMILIAS.TXT).
- Por exemplo, caso seja criado um bloco BE3914CAN.dwg, os nomes de suas elevações longitudinal e transversal serão respectivamente, EL3914CAN.dwg e ET3914CAN.dwg
- O limite para o nome de cada desenho de bloco é de 16 letras.
- Durante a distribuição da modulação das edificações, não existem restrições na utilização de blocos de diferentes famílias num mesmo arquivo. Este procedimento pode ser adotado quando houver a necessidade de acertar os arremates em aberturas.
- Os desenhos dos blocos em planta e em elevação contidos na pasta "C:\Arquivos de programas\ALVPLUS\Blocos" podem ser alterados conforme a necessidade de cada usuário, adequando os desenhos do banco de dados aos seus padrões.

## **5.10 . ARQUIVOS E PASTAS QUE INCLUEM A FERRAMENTA**

### **5.10.1 – Pastas do Programa *ALVPLUS***

ALVPLUS\

VALVPLUS\DATABANK  
VALVPLUS\ICON  
VALVPLUS\BLOCOS  
VALVPLUS\MENU

## **5.10.2 – Relação dos arquivos necessários para o funcionamento do programa**

### **5.10.2.1 – ROTINAS EM AUTOLISP**

ALVPLUS.LSP  
ALVPLUS1.LSP  
ALVINS02.LSP  
CB\_PLANTA.LSP  
ALV\_ELEVA.LSP  
ARMADURAS.LSP  
ACAD.LSP

### **5.10.2.2 – Rotinas relacionadas às caixas de diálogos**

ALVPLUS.DCL

### **5.10.2.3 – Arquivo contendo textos auxiliares**

FAMILIAS.TXT

### **5.10.2.4 – Arquivos relacionados à menus e às barras de ferramentas**

ALV14.MNS  
ALV14.MNC  
ALV14.MNR  
ALV2000.MNS  
ALV2000.MNC  
ALV2000.MNR  
ALV2002.MNS  
ALV2002.MNC  
ALV2002.MNR  
ALV2004.MNS  
ALV2004.MNC  
ALV2004.MNR

Caso haja a necessidade de alterar a configuração dos menus, pode-se editar somente o arquivo com extensão MNS da versão utilizada. Os arquivos com extensão MNC e MNR da versão utilizada serão atualizados automaticamente pelo *AutoCAD*.

#### **5.10.2.5 – Arquivos com extensão BMP**

Localizados na pasta \ALVPLUS\ICON, contém imagens dos botões das barras de ferramentas.

#### **5.10.2.6 – Arquivos com extensão DWG**

Localizados na pasta \ALVPLUS\BLOCOS, contém os desenhos dos blocos em planta.

#### **5.10.2.7 – Arquivos com extensão SLD**

Localizados na pasta \ALVPLUS\BLOCOS, contém imagens dos blocos em planta que aparecem na caixa de diálogo "Define bloco atual" para inserção de blocos em planta. Podem ser criados estes arquivos através do comando "MSLIDE" do *AutoCAD*.

#### **5.10.2.8 – Arquivos com extensão RZ1 A RZ9**

Localizados na pasta \ALVPLUS\Databank, contém arquivos que armazenam as informações inseridas durante a definição dos parâmetros e demais escolhas feitas pelo usuário.

O banco de dados localizado na pasta C:\Arquivos de programas\ALVPLUS\Databank contém arquivos com extensões RZ1 a RZ9. Estes arquivos contém informações que somente são utilizadas pelo **ALVPLUS** durante a etapa de desenho das alvenarias. Estes arquivos podem ser excluídos após a encerramento desta etapa. Ao renomear arquivos durante a utilização do programa, será necessário fazer a entrada de dados novamente, para que seja possível a utilização do programa.

## **6. SOBRE O PROGRAMA *ALVPLUS***

### **DESENVOLVIDO POR:**

Eng. Julio Antonio Razente (orientado) – julio.razente@terra.com.br

Prof. Dr. Marcio Antonio Ramalho (orientador) - ramalho@sc.usp.br

### **LOCAL ONDE A PESQUISA FOI DESENVOLVIDA:**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS - SET

ENDEREÇO: Rua Trabalhador São-carlense, nº 400

CEP 13566-590 - São Carlos - SP

Telefone de contato: (16) 3373-9481 / 3373-9452

### **TITULO DA DISSERTAÇÃO:**

"APLICAÇÃO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS EM  
PROJETOS DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA"

**DATA DE DEFESA: 25/08/2004**

### **MAIORES INFORMAÇÕES:**

Acesse o site do Departamento de Engenharia de Estruturas:

[www.set.eesc.sc.usp.br](http://www.set.eesc.sc.usp.br)

***Apêndice B – Detalhamento de Projeto de Edifício em Alvenaria Estrutural***

---