unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-Graduação em Engenharia Civil

MICROFILMADO

1210001225

# AUTOMATIZAÇÃO GRÁFICA E DE PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA PROJETOS DE EDIFÍCIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS

ENG. ROBERTO RACANICCHI

Ilha Solteira - SP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

# AUTOMATIZAÇÃO GRÁFICA E DE PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA PROJETOS DE EDIFÍCIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS

**ENG. ROBERTO RACANICCHI**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

1210001225

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jefferson Sidney Camacho

Proc. 040/2001 - NRD 104/01
UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"
SERVIÇO TÉC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
DATA DE CHEGADA | NÚMERO DE VOLUME
13/9/01 | 28/9/01
ailza | Te. 1225
AQUISIÇÃO | ENCADERNAÇÃO
Doação Autor R$ 10,00

Ilha Solteira
2001

30/02006 ESTRUTURAS

# "*Automatização Gráfica e de Procedimentos Básicos para Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural de Blocos*"

**ROBERTO RACANICCHI**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA – UNESP – COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL (ME).

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Jefferson Sidney Camacho - orientador

Prof. Dr. Márcio Antonio Ramalho

Prof. Dr. Renato Bertolino Júnior

Ilha Solteira – SP, julho de 2001

BCpIS - FEIS - UNESP

À minha esposa, Rosita, aos meus filhos João Guilherme e Maria Victória, aos meus pais, Ricardo e Vera e irmãos Júnior e Patrícia.

BCpIS - FEIS - UNESP

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me iluminou em todos os momentos, e tornou possível a obtenção deste título, que representa uma etapa muito importante alcançada em minha vida.

À minha esposa Rosita pelo apoio, carinho, atenção e paciência dispensados durante a realização deste trabalho.

Aos meus filhos João Guilherme e Maria Victória, a pouco nascidos, que mesmo no útero da mamãe me incentivaram na conclusão deste trabalho.

Ao Professor Jefferson Sidney Camacho, pela orientação objetiva e dedicada, pelo empenho e confiança depositada e pela amizade.

A coordenadora do Curso de Pós-Graduação Professora Mônica Pinto Barbosa pelo incentivo, apoio e amizade, desde o início da minha carreira acadêmica.

Aos meus pais, pela educação e pelo apoio total e irrestrito em todas as fases da minha vida.

Ao Professor Renato Bertolino Júnior pela amizade e pelas preciosas sugestões e orientações de programação.

Aos Professores Rogério de Oliveira Rodrigues e Antônio Anderson da Silva Segantini, pela amizade, apoio e incentivo.

Aos professores e funcionários, do Departamento de Engenharia de Civil da FEIS-UNESP.

As minhas afilhadas Nathália e Lívia, que só pelo fato de existirem me deram muita força para alcançar meus objetivos.

Ao amigo Paulo César Brito por vários auxílios e a sua prestatividade que indiretamente influenciaram no bom desenvolvimento deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela bolsa de estudo concedida durante todo este trabalho.

BCpIS - FEIS - UNESP

## SUMÁRIO


| | | |
|---|---|---|
| | - LISTA DE FIGURAS | i |
| | - LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | Ix |
| | - LISTA DE SÍMBOLOS | x |
| | - RESUMO | xi |
| | - *ABSTRACT* | xii |
| **1** | **- INTRODUÇÃO** | 1 |
| 1.1 | - Breve histórico | 1 |
| 1.2 | - Objetivos do trabalho | 6 |
| 1.3 | - Justificativas | 7 |
| 1.4 | - Organização do trabalho | 8 |
| **2** | **- FUNDAMENTOS TEÓRICOS** | 9 |
| 2.1 | - O projeto | 9 |
| 2.2 | - Análise estrutural | 10 |
| 2.3 | - Capacidade resistente das paredes | 10 |
| 2.3.1 | - Ações verticais | 10 |
| 2.3.2 | - Distribuição das ações verticais | 12 |
| 2.3.3 | - Detalhes construtivos | 13 |
| 2.4 | - A linguagem de programação das rotinas | 15 |
| **3** | **- DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA** | 18 |
| 3.1 | - Aspectos Iniciais | 18 |
| 3.2 | - O programa | 19 |
| 3.2.1 | - Configurações iniciais | 19 |
| 3.2.2 | - Entrada de dados | 23 |
| 3.2.2.1 | - Definições da prancha de desenho | 23 |
| 3.2.2.2 | - Reeditar atribuições do carimbo | 23 |
| 3.2.2.3 | - Adequar projeto arquitetônico | 27 |
| 3.2.2.4 | - Dados gerais do projeto | 28 |
| 3.2.2.5 | - Definição dos blocos | 31 |
| 3.2.3 | - Coordenação modular | 33 |


BCpIS - FEIS - UNESP

| | | |
|---|---|---|
| 3.2.3.1 | - Encontro de paredes sem bloco especial de modulação | 35 |
| 3.2.3.2 | - Encontro de paredes com bloco especial de modulação | 45 |
| 3.2.3.3 | - Blocos terminais | 58 |
| 3.2.3.4 | - Bloco especial | 62 |
| 3.2.3.5 | - Modulação | 64 |
| 3.2.3.6 | - Referências para bloco intermediário | 67 |
| 3.2.3.7 | - Graute | 68 |
| 3.2.3.8 | - Grampo | 70 |
| 3.2.3.9 | - Congelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada | 74 |
| 3.2.3.10 | - Descongelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada | 74 |
| 3.2.4 | - Configurações e distribuição das ações | 75 |
| 3.2.4.1 | - Diagrama unifilar | 76 |
| 3.2.4.2 | - Posição e numeração de cada parede resistente | 77 |
| 3.2.4.3 | - Desenho do esquema vertical de cálculo | 81 |
| 3.2.4.4 | - Definição das ações permanentes e variáveis do projeto | 82 |
| 3.2.4.5 | - Definição das lajes pré-fabricadas | 84 |
| 3.2.4.6 | - Definição das lajes maciças | 87 |
| 3.2.4.7 | - Dados para dimensionamento e verificações | 91 |
| 3.2.5 | - Elevações | 92 |
| 3.2.5.1 | - Legenda dos blocos inseridos | 93 |
| 3.2.5.2 | - Inserção de portas | 96 |
| 3.2.5.3 | - Inserção de janelas | 99 |
| 3.2.5.4 | - Armaduras | 102 |
| 3.2.5.5 | - Inserção das elevações | 106 |
| 3.2.6 | - Detalhes | 111 |
| 3.2.6.1 | - Quantitativo dos blocos | 112 |
| 3.2.6.2 | - Quantitativo das armaduras | 115 |
| 3.2.6.3 | - Legenda dos blocos | 116 |
| 3.2.6.4 | - Substituir *layers* | 117 |
| 3.2.6.5 | - Inserir cotas | 119 |
| 3.2.6.6 | - Cores dos *layers* para *plotagens* | 120 |
| 3.2.6.7 | - Cores dos *layers* para desenho em tela | 121 |

| | | |
|---|---|---|
| 3.2.6.8 | - Parede não estrutural (Alvenaria de vedação) | 122 |
| 3.2.7 | - Manipulação de dados para verificações | 123 |
| **4** | **- TESTES E OTIMIZAÇÕES** | 130 |
| 4.1 | - Dados do projeto de um edifício com 6 pavimentos | 130 |
| 4.1.1 | - Dados gerais | 130 |
| 4.1.2 | - Tipos de bloco | 131 |
| 4.1.3 | - Ações | 131 |
| 4.1.4 | - Projeto arquitetônico | 131 |
| 4.1.5 | - Modulação | 132 |
| 4.1.6 | - Elevação | 135 |
| 4.1.7 | - Ações verticais e verificações | 135 |
| 4.2 | - Dados do projeto da residência dupla com 2 pavimentos | 136 |
| 4.2.1 | - Dados gerais | 136 |
| 4.2.2 | - Tipos de bloco | 136 |
| 4.2.3 | - Ações | 136 |
| 4.2.4 | - Modulação | 136 |
| 4.2.5 | - Elevação | 138 |
| 4.2.6 | - Ações verticais e verificações | 138 |
| **5** | **- CONCLUSÕES** | 139 |
| | **- ANEXO A** | 142 |
| | **- ANEXO B** | 155 |
| | **- ANEXO C** | 160 |
| | **- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** | 171 |
| | **- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA** | 174 |


BCpIS - FEIS - UNESP

# "*Automatização Gráfica e de Procedimentos Básicos para Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural de Blocos*"

**ROBERTO RACANICCHI**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA – UNESP – COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL (ME).

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Jefferson Sidney Camacho - orientador

Prof. Dr. Márcio Antonio Ramalho

Prof. Dr. Renato Bertolino Júnior

Ilha Solteira – SP, julho de 2001

# LISTA DE FIGURAS


| | | |
|---|---|---|
| FIG. 1.1. | - Pirâmides do Egito (4000 a.C) | 2 |
| FIG. 1.2. | - Farol de Alexandria (280 a.C), Ilha de Pharos | 3 |
| FIG. 1.3. | - Coliseo (82 d.C) | 3 |
| FIG. 1.4. | - *Monadnock Building* – Fim do século XIX | 4 |
| FIG. 1.5. | - Central Parque da Lapa (Meados do Século XX) | 6 |
| FIG. 2.1. | - Distribuição das ações das lajes | 12 |
| FIG. 2.2. | - Formas usuais de blocos | 13 |
| FIG. 2.3. | - Amarrações | 13 |
| FIG. 2.4. | - Amarração direta | 14 |
| FIG. 2.5. | - Verga | 14 |
| FIG. 2.6. | - Localização das cintas e vergas | 15 |
| FIG. 3.1.1 | - Instalação do Programa *AEmillennium* | 19 |
| FIG. 3.1.2 | - Comando "Customize Menus", *AutoCAD* | 20 |
| FIG. 3.1.3 | - Comando "Browse", *AutoCAD* | 20 |
| FIG. 3.1.4 | - Execução do arquivo "acad2000.mnc", *AEmillennium* | 21 |
| FIG. 3.1.5 | - Definições de um novo projeto | 22 |
| FIG. 3.1.6 | - Configurações iniciais | 22 |
| FIG. 3.2.1 | - Ícone para definir dimensões da prancha de desenho | 24 |
| FIG. 3.2.2 | - Inserção da prancha com escala e medidas do desenho | 24 |
| FIG. 3.2.3 | - Edita atribuições do carimbo | 25 |
| FIG. 3.2.4 | - Prancha definida e inserida no desenho | 25 |
| FIG. 3.2.5 | - Reeditar atribuições do carimbo | 26 |
| FIG. 3.2.6 | - Carimbo completo da prancha de desenho | 27 |
| FIG. 3.2.7 | - Adequar projeto arquitetônico | 28 |
| FIG. 3.2.8 | - Dados gerais do projeto | 29 |


unesp

FIG. 3.2.9 - Definições iniciais de projeto 30

FIG. 3.2.10 - Taxa de definição das áreas de influência de lajes pré-fabricadas nos elementos resistentes 30

FIG. 3.2.11 - Família de blocos 32

FIG. 3.2.12 - Definição dos blocos e dados sobre grautes e grampos 32

FIG. 3.3.1 - Inicia modulação do projeto 34

FIG. 3.3.2 - Modulação 34

FIG. 3.3.3 - Encontro de paredes sem bloco especial de modulação 35

FIG. 3.3.4 - Encontro de paredes em forma de "L", sem bloco especial de modulação 36

FIG. 3.3.5 - Opções de encontro de paredes em forma de "L", sem bloco especial de modulação 37

FIG. 3.3.6 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "L", sem bloco especial de modulação 37

FIG. 3.3.7 - Encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação 38

FIG. 3.3.8 - Opções de encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação 39

FIG. 3.3.9 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T", sem bloco especial de modulação 39

FIG. 3.3.10 - Encontro de paredes em forma de "cruz", sem bloco especial de modulação 40

FIG. 3.3.11 - Opções de encontro de paredes em forma de "cruz", sem bloco especial de modulação 41

FIG. 3.3.12 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "cruz", sem bloco especial de modulação 41

FIG. 3.3.13 - Encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 42

FIG. 3.3.14 - Opções de encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 43

FIG. 3.3.15 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T", sem bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 44
FIG. 3.3.16 - Trava para não utilização do ícone 44
FIG. 3.3.17 - Encontro de paredes com bloco especial de modulação 45
FIG. 3.3.18 - Encontro de paredes em forma de "L", com bloco especial de modulação 46
FIG. 3.3.19 - Primeiras opções de encontro de paredes em forma de "L", com bloco especial de modulação 47
FIG. 3.3.20 - Segundas opções de encontro de paredes em forma de "L", com bloco especial de modulação 47
FIG. 3.3.21 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "L", com bloco especial de modulação 48
FIG. 3.3.22 - Encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação 49
FIG. 3.3.23 - Primeiras opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação 49
FIG. 3.3.24 - Segundas opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação 50
FIG. 3.3.25 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T", com bloco especial de modulação 50
FIG. 3.3.26 - Encontro de paredes em forma de "cruz", com bloco especial de modulação 51
FIG. 3.3.27 - Opções de encontro de paredes em forma de "cruz", com bloco especial de modulação 52
FIG. 3.3.28 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "cruz", com bloco especial de modulação 52
FIG. 3.3.29 - Encontro de paredes em forma de "T" e "cruz", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 53
FIG. 3.3.30 - Primeiras opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 54
FIG. 3.3.31 - Segundas opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 55

unesp

FIG. 3.3.32 - Opções de encontro de paredes em forma de "cruz", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 56
FIG. 3.3.33 - Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T" e "cruz", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração 57
FIG. 3.3.34 - Trava para não utilização do ícone 57
FIG. 3.3.35 - Blocos terminais 58
FIG. 3.3.36 - Blocos terminais inteiros 59
FIG. 3.3.37 - Meio blocos terminais 60
FIG. 3.3.38 - Ponto de inserção dos blocos terminais 60
FIG. 3.3.39 - Blocos tridimensionais terminais inteiros 61
FIG. 3.3.40 - Meio blocos tridimensionais terminais 61
FIG. 3.3.41 - Blocos Especiais 62
FIG. 3.3.42 - Blocos especiais de modulação 63
FIG. 3.3.43 - Blocos especiais tridimensionais 63
FIG. 3.3.44 - Modulação 64
FIG. 3.3.45 - Direções das paredes 65
FIG. 3.3.46 - Inserção de parede, via teclado 66
FIG. 3.3.47 - Inserção de parede, por capturas 66
FIG. 3.3.48 - Valores incompatíveis na modulação 67
FIG. 3.3.49 - Referências para bloco intermediário 68
FIG. 3.3.50 - Graute 69
FIG. 3.3.50 - Representação do graute 69
FIG. 3.3.51 - Grampos 70
FIG. 3.3.52 - Rotação dos grampos 71
FIG. 3.3.53 - Excluir grampos 71
FIG. 3.3.54 - Grampos inseridos em planta 72
FIG. 3.3.55 - Tabela quantitativa de grautes e grampos 73

unesp

FIG. 3.3.56 - Tabela quantitativa de grautes e grampos, inserida em planta 73
FIG. 3.3.57 - Congelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada 74
FIG. 3.3.58 - Descongelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada 75
FIG. 3.4.1 - Verificações 76
FIG. 3.4.2 - Diagrama unifilar 77
FIG. 3.4.3 - Definições do esquema horizontal da alvenaria estrutural 78
FIG. 3.4.4 - Nomenclatura de referência das paredes do projeto 79
FIG. 3.4.5 - Nome do arquivo para armazenamento de dados do projeto 79
FIG. 3.4.6 - Desfazer seleção do diagrama unifilar 80
FIG. 3.4.7 - Apresentação da modulação com numeração 80
FIG. 3.4.8 - Desenha esquema de cálculo vertical 81
FIG. 3.4.9 - Ações do projeto em alvenaria estrutural 82
FIG. 3.4.10 - Definição das ações permanentes e variáveis do projeto 83
FIG. 3.4.11 - Laje pré-fabricada 84
FIG. 3.4.12 - Área de influência de lajes pré-fabricadas sobre as paredes 85
FIG. 3.4.13 - Lajes retangulares pré-fabricadas 85
FIG. 3.4.14 - Sentido das lajes retangulares pré-fabricadas 86
FIG. 3.4.15 - Paredes resistentes com áreas de influência definidas 87
FIG. 3.4.16 - Laje maciça 88
FIG. 3.4.17 - Área de influência de lajes maciças sobre as paredes resistentes 88
FIG. 3.4.18 - Lajes retangulares maciças 89
FIG. 3.4.19 - Sentido e definição dos apoios das lajes retangulares maciças 90
FIG. 3.4.20 - Paredes resistentes com áreas de influência de lajes maciças definidas 90
FIG. 3.4.21 - Dados para dimensionamento e verificações 91
FIG. 3.5.1 - Elevações 92

FIG. 3.5.2 - Legenda dos encontros inseridos 93
FIG. 3.5.3 - Inserir detalhes de encontros de paredes 94
FIG. 3.5.4 - Ponto de inserção da legenda dos encontros de paredes 94
FIG. 3.5.5 - Legenda dos encontros de paredes 95
FIG. 3.5.6 - Referência em planta dos detalhes dos encontros de paredes 95
FIG. 3.5.7 - Inserir aberturas – Portas 96
FIG. 3.5.8 - Escolha da direção e sentido da porta e tamanho da boneca 97
FIG. 3.5.9 - Ponto de inserção da porta 98
FIG. 3.5.10 - Apresentação da porta em planta 98
FIG. 3.5.11 - Inserir aberturas – Janelas 99
FIG. 3.5.12 - Escolha da direção e sentido da janela e tamanho do peitoril 100
FIG. 3.5.13 - Ponto de inserção da janela 101
FIG. 3.5.14 - Apresentação da representação de janela em planta 101
FIG. 3.5.15 - Armaduras verticais 102
FIG. 3.5.16 - Definição das armaduras verticais 103
FIG. 3.5.17 - Definição das armaduras verticais intermediárias 104
FIG. 3.5.18 - Armaduras horizontais 105
FIG. 3.5.19 - Definição das armaduras horizontais 105
FIG. 3.5.20 - Inserir elevação 106
FIG. 3.5.21 - Número da elevação e número de referência da parede ou paredes 107
FIG. 3.5.22 - Escolha da vista da elevação de paredes verticais 108
FIG. 3.5.23 - Escolha da vista da elevação de paredes horizontais 108
FIG. 3.5.24 - Elevação inserida 109
FIG. 3.5.25 - Referência em planta das elevações 109
FIG. 3.5.26 - Armadura vertical intermediária inserida na elevação 110
FIG. 3.6.1 - Detalhes 111

unesp

| | | |
|---|---|---|
| FIG. 3.6.2 | - Quantitativo dos blocos | 112 |
| FIG. 3.6.3 | - Definição das resistências dos blocos por pavimento | 113 |
| FIG. 3.6.4 | - Opções de quantitativos dos blocos | 113 |
| FIG. 3.6.5 | - Ponto para inserir quantitativo dos blocos | 114 |
| FIG. 3.6.6 | - Tabela com quantitativos dos blocos inseridos | 114 |
| FIG. 3.6.7 | - Quantitativo das armaduras | 115 |
| FIG. 3.6.8 | - Tabela com quantitativos das armaduras inseridas | 116 |
| FIG. 3.6.9 | - Legenda dos blocos | 117 |
| FIG. 3.6.10 | - Substituir *layers* | 118 |
| FIG. 3.6.11 | - Opções para substituição dos *layers* | 118 |
| FIG. 3.6.12 | - Inserir cotas | 119 |
| FIG. 3.6.13 | - Inserir cota no projeto de modulação | 120 |
| FIG. 3.6.14 | - Cores dos *layers* para *plotagens* | 121 |
| FIG. 3.6.15 | - Cores dos *layers* para desenhos na tela do *AutoCAD* | 122 |
| FIG. 3.6.16 | - Parede não estrutural | 123 |
| FIG. 3.7.1 | - Arquivo "Calculo.txt" | 124 |
| FIG. 3.7.2 | - Abertura do arquivo "Calculo.txt" através do *software Excel* | 124 |
| FIG. 3.7.3 | - Primeira caixa de diálogos utilizada para converter o arquivo com extensão".txt" em dados para a planilha eletrônica (*Excel*) | 125 |
| FIG. 3.7.4 | - Segunda caixa de diálogos utilizada para converter o arquivo com extensão".txt" em dados para a planilha eletrônica (*Excel*) | 126 |
| FIG. 3.7.5 | - Terceira caixa de diálogos utilizada para converter o arquivo com extensão".txt" em dados para a planilha eletrônica (*Excel*) | 127 |
| FIG. 3.7.6 | - Dados de entrada enviados pelas rotinas *LISP* | 128 |
| FIG. 3.7.7 | - Verificações das paredes resistentes horizontais | 129 |
| FIG. 3.7.8 | - Verificações das paredes resistentes verticais | 129 |
| FIG. 4.1 | - Projeto arquitetônico – Exemplo 1 | 132 |
| FIG. 4.2 | - Modulação da 1ª fiada – Exemplo 1 | 133 |

FIG. 4.3 - Modulação da 2ª fiada – Exemplo 1 134

FIG. 4.4 - Elevação – Paredes 1 e 2 – Exemplo 1 135

FIG. 4.5 - Modulação da 1ª fiada – Exemplo 2 137

FIG. 4.6 - Modulação da 2ª fiada – Exemplo 2 137

FIG. 4.7 - Elevação – Paredes 7 e 8 – Exemplo 2 138

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| UNESP | Universidade Estadual Paulista |
| FEIS | Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira |
| DEC | Departamento de Engenharia Civil |
| LISP | *List Processing* |
| MIT | *Massachusetts Institute of Technology* |

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

# LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---|---|
| A | Área da seção transversal |
| $A_{inf}$ | Área de influência da(s) laje(s) sobre a parede |
| Fa | Tensão de compressão admissível |
| fa | Tensão de compressão axial atuante |
| fck | Resistência característica do concreto à compressão |
| Fm | Tensão de compressão admissível, devido à flexão: 0.30 $f_p$. |
| fm | Tensão de compressão atuante, devido à flexão |
| fp | Resistência média dos prismas (cheios ou vazios) |
| $G_{laje}$ | Ação total permanente provido de laje(s) |
| $G_{parede}$ | Ação total permanente ocasionado pelo peso próprio e revestimento da parede |
| h | Altura efetiva da parede |
| h/t | Razão de esbeltez |
| L | Comprimento da parede |
| $P_{adm}$ | Ação axial admissível |
| $\sigma_G$ | Tensão axial permanente |
| $\sigma_Q$ | Tensão axial variável |
| t | Espessura efetiva da parede |

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

# RESUMO

RACANICCHI, R. (2001). *Automatização gráfica e de procedimentos básicos para projetos de edifícios de alvenaria estrutural de blocos*. Ilha Solteira. 176p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

O presente trabalho mostra o desenvolvimento de rotinas dentro do ambiente *AutoCAD* através de sua linguagem de programação própria, o *AutoLISP*. O objetivo é a automatização da representação gráfica e a análise estrutural, com ênfase nas ações verticais, dos projetos de edifícios de alvenaria estrutural de blocos.

A interação usuário/programa é otimizada com a apresentação dos ícones e caixas de diálogo, dessa forma, o trabalho despendido no estudo da definição estrutural e na aplicação da técnica de coordenação modular, premissa básica nesse tipo de projeto, deverá ser consideravelmente reduzido, sendo também minimizada a probabilidade de ocorrência de erros.

Ao término do projeto, o usuário terá um resultado de ótima qualidade e todo um conjunto de detalhes complementares, tais como elevações, aberturas, encontros de elementos, regiões grauteadas, entre outros, com excelente qualidade gráfica. A quantificação de todos os diferentes blocos utilizados na obra e a verificação do dimensionamento das paredes sujeitas as ações verticais, também faz parte desse pacote de rotinas para automatização de projetos de alvenaria estrutural.

Palavras-chave: alvenaria estrutural; automatização gráfica; análise estrutural, detalhamento de projetos.

# ABSTRACT

RACANICCHI, R. (2001). *Graphic automation and basic procedures of projects of buildings of structural masonry of blocks*. Ilha Solteira. 176p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

The present work shows the development of routines inside of the AutoCAD environment through its own programming language, AutoLISP. The objective is the automation of the graphic representation and the structural analysis, with emphasis in the vertical loads, of the projects of structural masonry of blockwork buildings.

The interaction user/program is optimized through icons and dialogue boxes, in that way, the work spent in the study of the structural definition and in the application of the technique of modular coordination, basic premise in that project type, should be considerably reduced, being also minimized the probability of occurrence of mistakes.

At the end of the project, the user will have a result of great quality and an entire group of complementary details, such as side views, openings, encounters of elements, grouted filled areas, as others, with excellent graphic quality. The quantification of all the different blocks used in the work and the verification of the dimensioning of the subject masonry the vertical loads, it is also part of that package of routines for automation of projects of structural masonry.

Keywords: structural masonry; graphic automation; structural analysis; details of design.

unesp

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

Chama-se de alvenaria estrutural o processo construtivo racionalizado no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria. Quando a alvenaria estrutural for de blocos, é imprescindível que se utilize à técnica de coordenação modular, para que todas as dimensões da obra sejam moduladas como múltiplo do bloco empregado, prevendo-se os encontros dos elementos estruturais, aberturas (portas e janelas), necessidades estruturais (grautes, grampos, etc.) e demais instalações, de modo a evitar cortes e desperdícios na execução da obra.

Destaca-se por ser um sistema construtivo econômico e vem suprindo as necessidades das populações de média e baixa renda, desde a década de sessenta.

### 1.1. Breve Histórico

Até o final do século XIX, a alvenaria era um dos principais materiais de construção utilizados pelo homem. A alvenaria era utilizada pelas civilizações assírias e persas desde 10000 a.C., como relata GOMES (1983). Eram utilizados tijolos queimados ao sol e por volta de 3000 a.C., com a evolução da tecnologia, tijolos de barro queimados em fornos já estavam sendo utilizados.

unesp

Belas obras foram construídas no decorrer dos séculos utilizando-se alvenaria. As pirâmides do Egito (Fig. 1.1), de 4000 a.C., construídas em alvenaria de pedras e são a única maravilha do mundo existente até os dias de hoje.

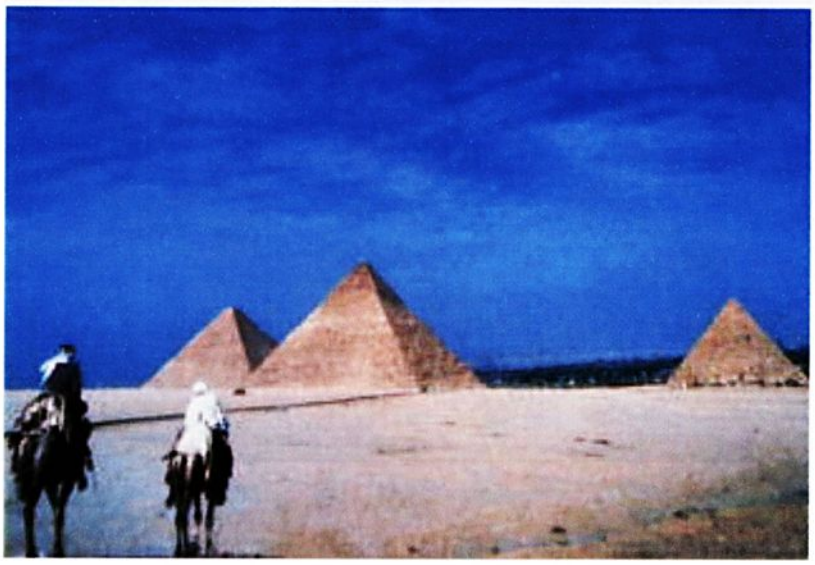


Fig. 1.1 – Pirâmides do Egito (4000 a.C)
[http://www.geocities.com/Athens/2506/marav.html]

O Farol de Alexandria (Fig. 1.2), 280 a.C., com aproximadamente 165 metros de altura, notável na época por sua esbeltez, visava auxiliar a navegação dos barcos que chegavam a Ilha de Pharos, o qual se derivou o nome Farol, e o Coliseo (Fig. 1.3), 82 d.C., que foi o mais importante monumento da Roma antiga, construído com aproximadamente 50 metros de altura, são exemplos destas belas e imponentes obras. Entretanto, as construções desta época eram então erguidas segundo regras puramente empíricas, baseadas nos conhecimentos adquiridos ao longo do tempo.

Apesar do uso intenso da alvenaria, apenas no início do século XX, passou-se a estudá-la com base em princípios científicos e experimentação laboratorial. Esta postura possibilitou o desenvolvimento de teorias racionalizadas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

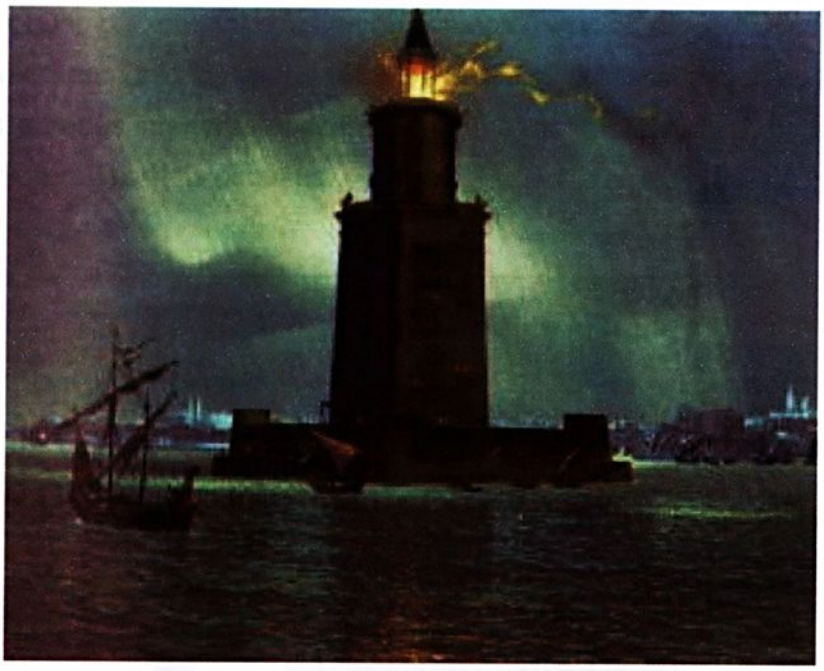


Fig. 1.2 – Farol de Alexandria (280 a.C), Ilha de Pharos
[http://www.geocities.com/Athens/2506/marav.html]

Fig. 1.3 – Coliseo (82 d.C)
[http://www.geocities.com/Athens/Oracle/1866/colliseum]

Como exemplo, construções como o clássico *Monadnock Building* (Fig. 1.4), construído em Chicago entre 1889 e 1891 com 16 pavimentos e 65 metros de altura, cujas paredes inferiores possuíam 1.80 metros de espessura, cederam lugar a edifícios com paredes mais esbeltas.

Fig. 1.4 – *Monadnock Building* – Fim do século XIX

Somente em 1966 foi publicado o primeiro código de normas, "*Recomended Building Code Requirements for Engineering Buck Masonry*".

Com o advento do aço e do concreto armado no início do século XX, uma revolução veio abalar a arte de construir. Juntamente com os novos materiais, que possibilitaram a construção de obras de maior porte e arrojo, surgiram também novas técnicas construtivas com embasamento científico que se desenvolveram rapidamente. Em meio a isso, a alvenaria foi renegada a um segundo plano, passando a ser utilizada quase que exclusivamente como elemento de fechamento.

Em meados do século XX, com a necessidade em buscar técnicas alternativas de construção, a alvenaria foi, por assim dizer, redescoberta. A partir daí

um grande número de pesquisas foram desenvolvidas em muitos países, permitindo que fossem criados normas e adotados critérios de cálculo baseados em métodos racionalizados.

Na Europa e Estados Unidos à evolução das pesquisas em Alvenaria Estrutural tem permitido que sejam elaboradas diversas normas, contendo recomendações para o projeto e execução dessas obras, fazendo com que se tornem competitivas com as demais técnicas existentes.

No Brasil em meados dos anos 60 o mercado da construção civil não possuía formas metálicas nem os pré-moldados. Os esforços das construtoras para uma redução de custos direcionavam-se a racionalização do sistema convencional. Nessa procura de técnicas alternativas, algumas construtoras começaram a realizar as primeiras experiências em alvenaria estrutural armada nos anos de 1966-67.

O ano de 1966 pode ser considerado como o início da alvenaria estrutural armada no Brasil, segundo FRANCO (1987), com a construção do conjunto habitacional Central Parque da Lapa em São Paulo (Fig. 1.5) a seguir, possuindo quatro unidades habitacionais com doze pavimentos. Dessa época em diante a produção dos blocos de concreto cresceu sensivelmente, principalmente em São Paulo.

SABBATINI (1984) cita que a alvenaria estrutural não armada foi inaugurada no Brasil no ano de 1977, com a construção em São Paulo de um edifício de nove andares em blocos de silício-calcário. O início da década de 80 marca a introdução dos blocos cerâmicos na alvenaria estrutural, armada ou não. Atualmente é comum a construção de edifícios de até treze pavimentos em alvenaria estrutural, sendo que com a qualidade do bloco produzido, pode-se passar de 20 pavimentos. CAVALHEIRO (1994).

No Brasil, o emprego da alvenaria estrutural antecedeu as pesquisas sobre este assunto, que tiveram início no final da década de 70 em São Paulo e em 1984-85 em Porto Alegre, segundo CAMACHO (1986). Esse fato gerou uma certa confusão no meio técnico, levando ao não completo entendimento da alvenaria estrutural. Como conseqüência, a nova técnica não foi bem empregada e foram seguidas algumas normas internacionais não compatíveis com a realidade brasileira, principalmente em se tratando da alvenaria estrutural armada.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

Fig. 1.5 – Central Parque da Lapa (Meados do Século XX)
[http://www.wendlerprojetos.com.br/wendler/frame.htm]

Somente em 1989 foi editada uma norma nacional, a NB-1228, atualmente NBR-10837(1989), "Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto", que trata do cálculo da alvenaria estrutural, armada ou não armada, de blocos vazados de concreto.

## 1.2. Objetivos do trabalho

Os objetivos deste trabalho foram desenvolver rotinas que permitam um estudo preliminar da estrutura de edifícios de alvenaria estrutural de blocos, a automatização da fase de lançamento estrutural, a busca da solução otimizada dentro da aplicação da técnica de coordenação modular e análise estrutural básica com enfoque para as ações verticais.

unesp

Uma apresentação gráfica com confiabilidade e qualidade e o levantamento do consumo dos diferentes blocos empregados, juntamente com a formação de uma biblioteca de detalhamento, também foram objetivos a serem alcançados, completando-se um pacote que facilita o desenvolvimento de projetos dessa natureza.

## 1.3. Justificativas

O profissional da engenharia estrutural necessita incorporar o microcomputador como uma ferramenta de trabalho corriqueira, de modo a manter a qualidade e a competitividade de seu trabalho. Existe atualmente uma série de programas desenvolvidos para auxiliar ao projetista que trabalha com estruturas de concreto armado e de aço. Porém essa realidade não se verifica para o caso de projetos de alvenaria estrutural, onde via de regra, são desenvolvidos manualmente. Nesse processo, a parte gráfica passa a exigir uma parcela significativa do tempo total despendido na execução do projeto.

Frente a esse fato, apresenta-se como necessidade imediata, o desenvolvimento de um programa de computador que possibilite efetuar vários testes de modulação com posterior saída gráfica da solução adotada, juntamente com os inúmeros detalhes construtivos complementares, além da automatização das rotinas básicas de cálculo, para projetos de edifícios de alvenaria estrutural de blocos.

Então, com o auxílio da linguagem de programação *AutoLISP*, pôde-se resolver quase que totalmente estes problemas. A utilização de ícones e caixas de diálogo que otimizam a interação usuário/programa, minimizando a probabilidade de erros, tanto no que diz respeito à modulação, quanto à verificação do dimensionamento e detalhamento.

Essa ferramenta está sendo cada vez mais utilizada no dia a dia dos escritórios de engenharia, ainda mais com a utilização do *AutoCAD* de maneira automatizada.

## 1.4. Organização do trabalho

Segundo ACCETTI (1998), antes de iniciar o cálculo estrutural, o projetista deve estabelecer algumas definições a respeito de utilização de materiais, técnicas construtivas e procedimentos de projeto, sendo muitas vezes obrigado a empregar decisões a respeito, de uma entre várias alternativas.

No capítulo 2 serão levantados alguns itens com que se depara o projetista estrutural ao receber o projeto arquitetônico, buscando-se orientá-lo teoricamente. Dentro destes fundamentos teóricos serão abrangidas as questões fundamentais de um projeto em alvenaria estrutural. Destaca-se: a filosofia de projeto, os sistemas estruturais, as paredes resistentes, a análise estrutural e os detalhes construtivos.

O capítulo 3 mostrará passo a passo, como se deve utilizar o programa desenvolvido neste trabalho, desde sua instalação até as verificações finais e apresentações dos resultados gráficos e numéricos.

É importante destacar que o dimensionamento é baseado no Método das Tensões Admissíveis, NBR-10837 (1989).

O capítulo 4 resumirá, em forma de exemplos práticos, toda a teoria apresentada nos capítulos anteriores. Esses exemplos foram testados, avaliados e otimizados servindo como testes e refinamentos das rotinas, de acordo com o desenvolvimento dos projetos.

Finalmente, no capítulo 5, serão expostas as conclusões do trabalho, com sugestões para aprimoramentos do programa.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

# Capítulo 2

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1. O Projeto

Na alvenaria estrutural existe uma forte interdependência entre os 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 elementos hidráulicos e elétricos.

O fato da unidade básica, o bloco, possuir dimensões conhecidas e de pequena variabilidade, também possibilita que se aplique a técnica de coordenação modular, que consiste, simplificadamente, em modular todas as dimensões da obra, verticais e horizontais, como múltiplo do módulo básico do bloco, prevendo as armações, necessidades estruturais e demais instalações, de modo a evitar cortes e desperdícios na execução da obra, constituindo-se em etapa fundamental da racionalização como um todo.

Portanto, ao projetista de obras de alvenaria estrutural não cabe somente conhecer a técnica construtiva e o controle destas construções, como, por exemplo, prevê a NBR 8798 (1985) para blocos vazados de concreto, deve também assimilar uma nova concepção de projeto.

O ato de projetar o sistema estrutural, fazendo o dimensionamento dos elementos estruturais ou a verificação dos mesmos, passa por algumas etapas distintas que se repetem para cada obra.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

## 2.2. A Análise Estrutural

Segundo CORRÊA et al (1998), para a verificação das resistências de cálculo dos elementos estruturais, a distribuição das ações verticais entre as paredes constitui um dos problemas mais importantes a ser enfrentado durante o desenvolvimento do projeto estrutural de um edifício de alvenaria estrutural.

Um fato de grande importância é a tendência de uniformização das ações verticais ao longo da altura de um edifício, reduzindo assim as tensões máximas do projeto.

Entretanto, este fato nem sempre é considerado pelos projetistas, resultando em elementos com níveis de cargas bastante diferentes e, portanto, menos econômicos, uma vez que a distribuição das ações verticais é comumente baseada nas áreas de influência das paredes, conforme a NBR10837 (1989), sem considerar a interação entre as mesmas. CAMACHO (1986).

## 2.3. Capacidade Resistente das Paredes

O termo "Paredes Resistentes" refere-se às paredes de um edifício de Alvenaria Estrutural que além das funções de definição de espaços geométricos e de vedação, desempenham também a função estrutural, ou seja, tais paredes têm a função de resistir aos diversos esforços a que está sujeita uma estrutura.

### 2.3.1 Ações Verticais

As ações verticais, permanentes e variáveis, serão consideradas distribuídas uniformemente ao longo das paredes. Da mesma maneira que relata OLIVEIRA (1994), o peso próprio da alvenaria e o peso próprio das lajes com revestimentos, constituem as ações permanentes e as ações variáveis são consideradas em função do uso previsto para as lajes, conforme as NBR 6120 (1980).

Para a Alvenaria Estrutural de blocos de concreto, o cálculo da ação axial admissível nas paredes resistentes pode ser feito através das recomendações da norma brasileira NBR10837(1989):

Para Alvenaria Armada

$$P_{adm} = 0{,}225.\, f_p.\left[1 - \left(\frac{h}{40.t}\right)^3\right].A \qquad h/t \leq 30 \qquad (2.1)$$

Para Alvenaria Não Armada:

$$P_{adm} = 0{,}20.\, f_p.\left[1 - \left(\frac{h}{40.t}\right)^3\right].A \qquad h/t \leq 20 \qquad (2.2)$$

Para as ações devidas ao vento, combinadas com o peso próprio e ações variáveis, a tensão admissível da alvenaria pode ser aumentada em 33%, desde que a resistência do elemento não seja inferior à necessária para suportar o peso próprio e ações variáveis.

A norma brasileira, NBR10837(1989), recomenda como espessura mínima (t) para as paredes:

$$t \geq \begin{cases} 14 \text{ cm} \\ \text{Alt. ou compr.da parede}/30 \end{cases}$$

### 2.3.2. Distribuição das Ações Verticais

Em estruturas simples, tais como os sistemas de paredes transversais, a distribuição das ações das lajes sobre as paredes resistentes é direta, pois geralmente se trabalha com lajes armadas numa direção.

Em sistemas mais complexos, no caso de lajes armadas em cruz, o procedimento mais usual é subdividir as lajes em triângulos e trapézios (Fig. 2.1), distribuindo as ações dessas áreas para as paredes correspondentes.

Deve-se notar que a distribuição de forças sobre uma parede não é uniforme, tendendo a ser maior na região central. No entanto, nos pavimentos inferiores de edifícios existe uma tendência de uniformização dessas ações sobre as paredes, desde que a fundação seja rígida.

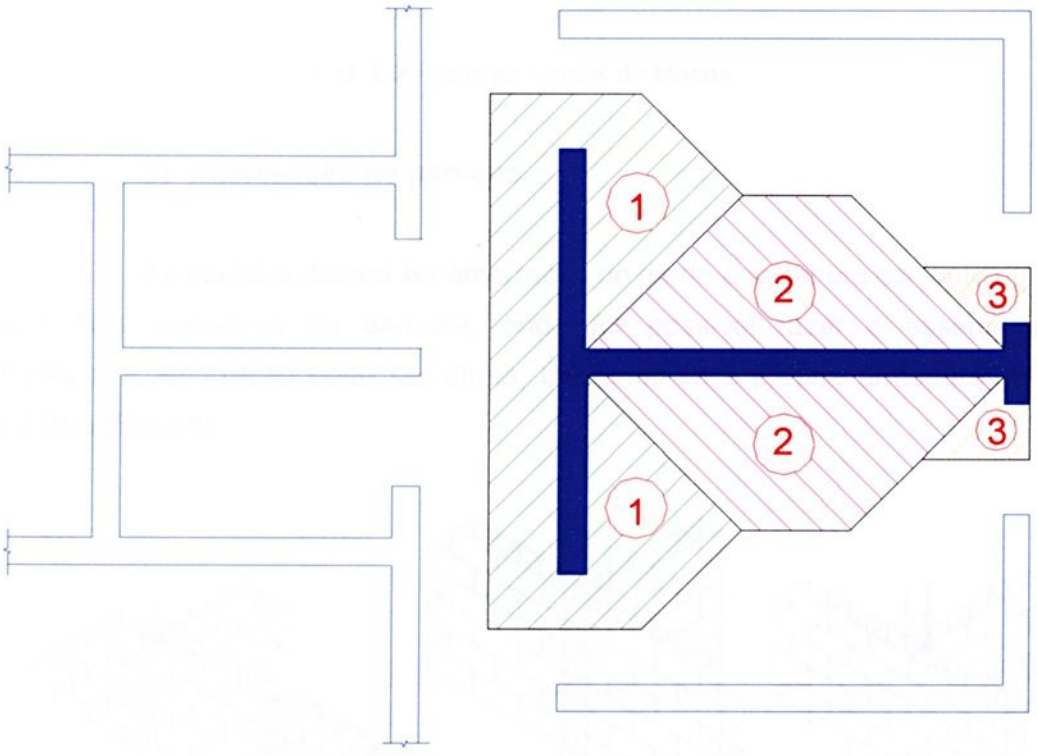



Fig. 2.1 - Distribuição das ações das lajes.

### 2.3.3. Detalhes construtivos

#### a) Blocos usuais

As formas mais comuns de blocos estruturais encontrados comercialmente são as seguintes:

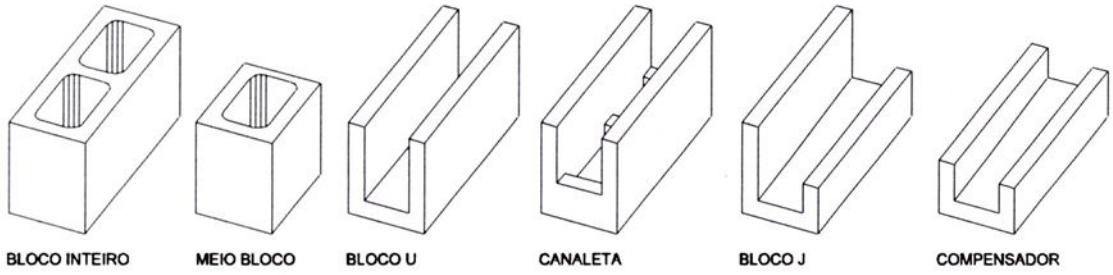



Fig. 2.2 - Formas usuais de blocos.

#### b) Intersecção de paredes

As paredes devem ser amarradas de modo a se ter um conjunto rígido e estável. Nos encontros de paredes, onde for possível fazer o assentamento contrafiado, a amarração pode ser direta, utilizando-se a própria armadura vertical (Fig. 2.3) e (Fig.2.4).

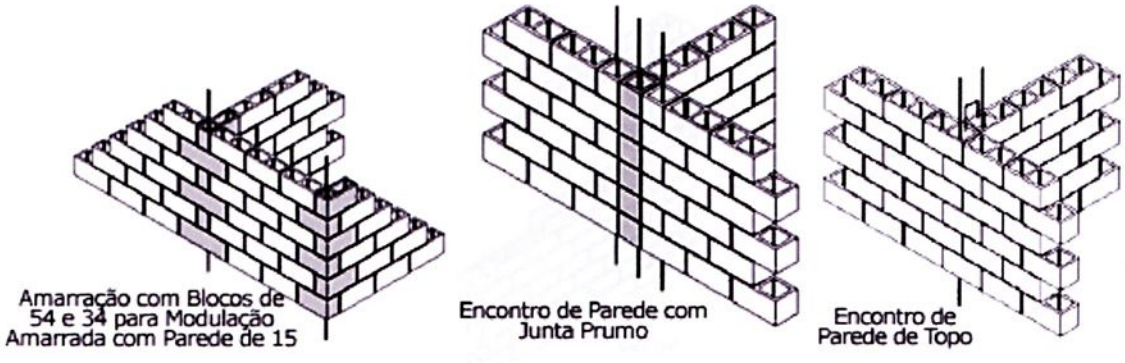



Fig. 2.3 – Amarrações.

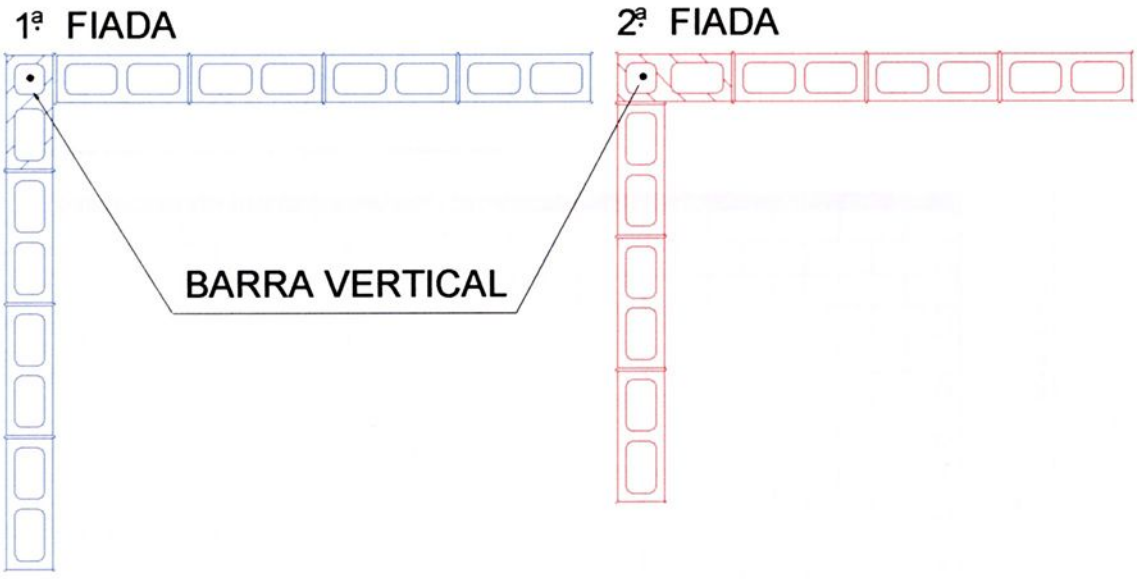



Fig. 2.4 - Amarração direta.

**c) Cintas e Vergas**

As cintas e vergas são executadas com o grauteamento e amarração dos blocos em U. As cintas devem ser previstas nos encontros laje/parede e as vergas no topo e na base das aberturas (vergas e contra-vergas) (Fig. 2.5) e (Fig. 2.6). No grauteamento dos septos verticais, deve-se cuidar para que os mesmos estejam completamente limpos de sobras de argamassas.

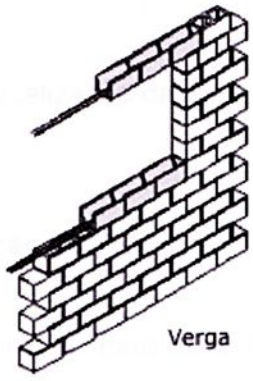



Fig. 2.5 - Verga.

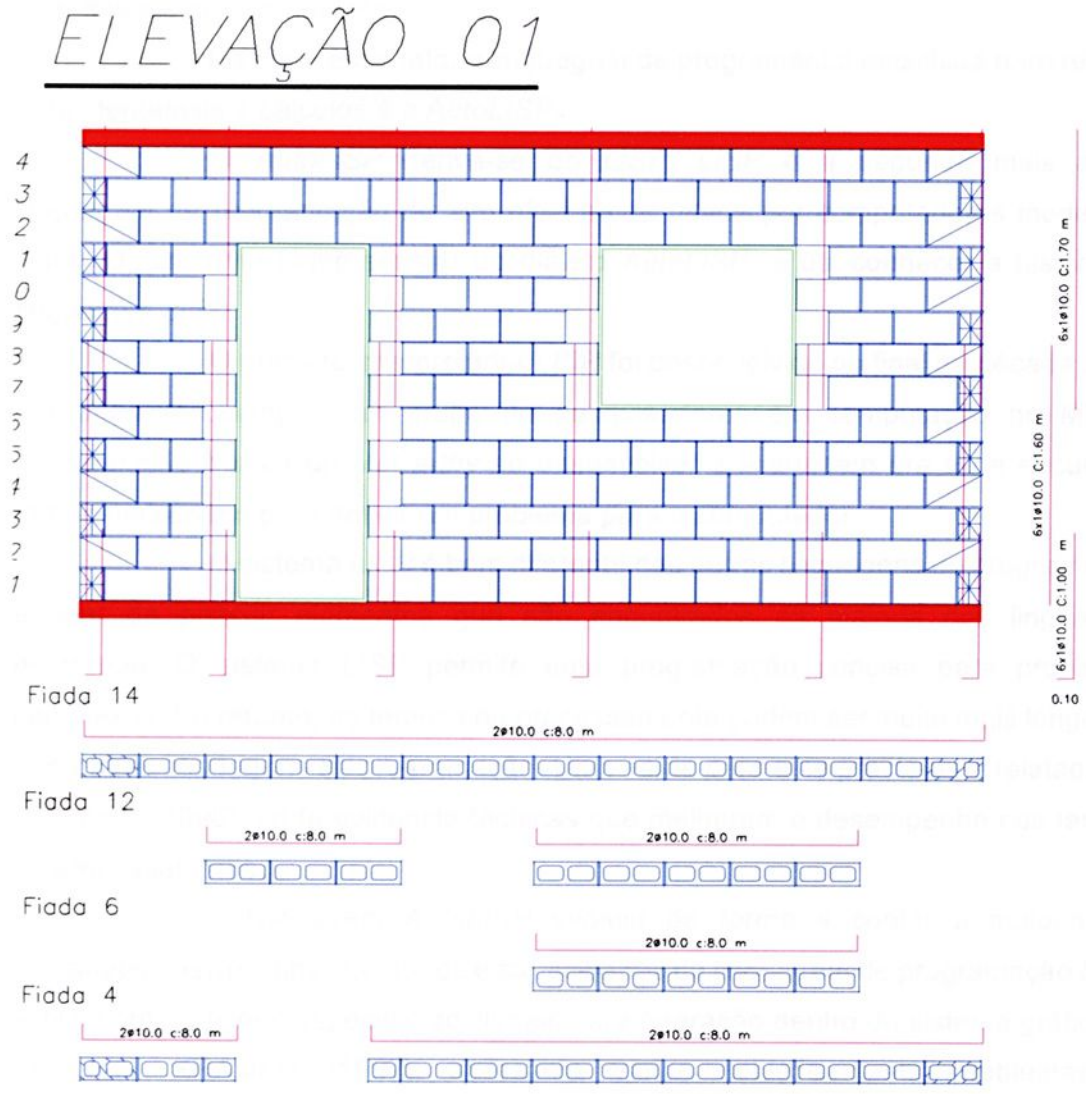



Fig. 2.6 - Localização das cintas e vergas.

## 2.4. A Linguagem de programação das rotinas

A etapa de coordenação modular é feita muitas vezes através de um processo de tentativas, em função dos tipos de unidades a serem empregadas, o que exige do projetista significativa parcela de tempo na busca da melhor solução em

termos de racionalização do projeto como um todo. A própria marcha de cálculo é constituída por rotinas que se repetem inúmeras vezes, de forma a permitir a análise final dos elementos resistentes.

Frente a esse fato, a linguagem de programação escolhida para realizar estas tentativas e cálculos é a *AutoLISP*.

O *AutoLISP* deriva-se do *LISP*. *LISP* é a segunda mais antiga linguagem de programação de alto nível ainda usada por computadores modernos. Para adquirir uma compreensão do dialeto *AutoLISP*, é útil conhecer a história da linguagem *LISP*.

O primeiro interpretador *LISP* foi desenvolvido no final da década de 50 por *John McCarthy* e um grupo de pesquisadores em computação no MIT. A consideração básica de *McCarthy* ao desenvolver a linguagem era a de encurtar o tempo necessário para definir um problema para o computador.

O sistema *LISP* é bem diferente das outras linguagens de programação, apesar de possuir elementos que são encontrados na maioria das linguagens modernas. O sistema *LISP* permite uma programação concisa para problemas complexos. Entretanto, os tempos de processamento podem ser muito mais longos do que outras linguagens de programação. Uma saída para este problema é relatada por HOOKER (1996), onde evidencia técnicas que melhoram o desempenho nos tempos de processamento.

A linguagem *AutoLISP* evoluiu de forma a conter a maioria dos comandos básicos, tipos de dados e capacidades da linguagem de programação *LISP*, assim como funções especiais adicionais para operação dentro do sistema gráfico do *AutoCAD*. KRAMER (1997), apresenta várias soluções para problemas de programação na linguagem *AutoLISP*, auxiliando consideravelmente na execução deste trabalho.

O *AutoCAD* é um dos melhores *best-sellers* mundial em *software* para PC na área técnica de representação gráfica. A *Autodesk* desenvolveu este pacote comercial com o intuito de constantemente aumentar a efetividade das ferramentas de desenho e projeto disponíveis ao profissional destas áreas.

BERTOLINO (1998), utilizou a mesma estrutura de programação que é aplicada neste trabalho, diferindo somente na aplicação (estruturas de aço). Ainda segundo BERTOLINO (1998), as bibliotecas gráficas associadas aos programas que auxiliam a elaboração dos desenhos de projetos, facilitam sobremaneira a sua utilização.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

# Capítulo 3

## DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

### 3.1. Aspectos Iniciais

O programa para microcomputador deste trabalho, batizado como "*AEmillennium*", é capaz de solucionar problemas de modulação para blocos com quaisquer dimensões encontradas no mercado e pode-se também criar blocos com dimensões quaisquer. O programa verifica a coordenação modular rapidamente, possibilitando ao usuário testar várias disposições na modulação.

As rotinas automatizam as apresentações de um projeto de alvenaria estrutural de blocos, como: plantas baixas de primeira, segunda, terceira e quarta fiada; elevações de todas as paredes resistentes; bem como detalhes estruturais; relatórios de resultados de dimensionamento e quantitativos da obra como um todo.

No aspecto da análise estrutural este programa é capaz de dimensionar, verificar e detalhar um projeto de alvenaria estrutural de acordo com a norma que trata do assunto, a NBR-10837(1989), "Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto", a fim de garantir a estabilidade da obra como um todo.

unesp

## 3.2. O Programa

### 3.2.1. Configurações Iniciais

No *drive* do CD-ROM basta executar o arquivo "Setup.exe" que a instalação será iniciada. O programa de instalação mostra uma tela (Fig. 3.1.1.) que acionado o botão "instalar" (Fig. 3.1.1) este inicia a instalação do *AEmillennium* configurando automaticamente o programa *AutoCAD* instalado, independente de onde este esteja instalado.

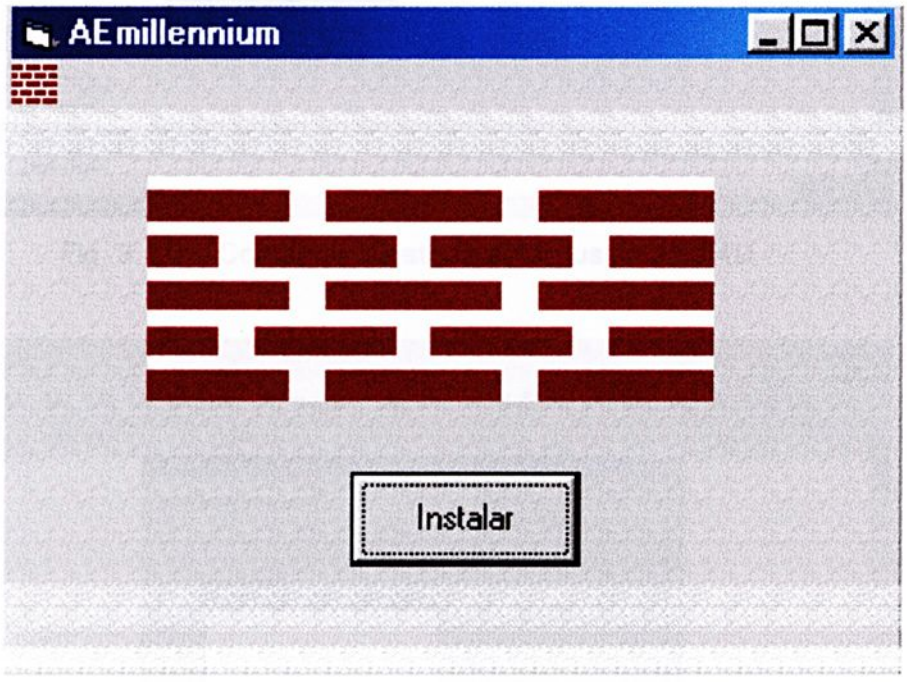



Fig. 3.1.1 – Instalação do Programa *AEmillennium*.

Instalado o programa deve-se executar no menu superior do *Auto CAD* o comando "Customize Menus" (Fig. 3.1.2) e em seguida "Browse" (Fig. 3.1.3), se deve, então, direcionar ao diretório de instalação c:\AEmillennium\alvenaria, e executar o arquivo "acad2000.mnc" (Fig. 3.1.4). Assim, o *AEmillennium* estará pronto para ser utilizado.

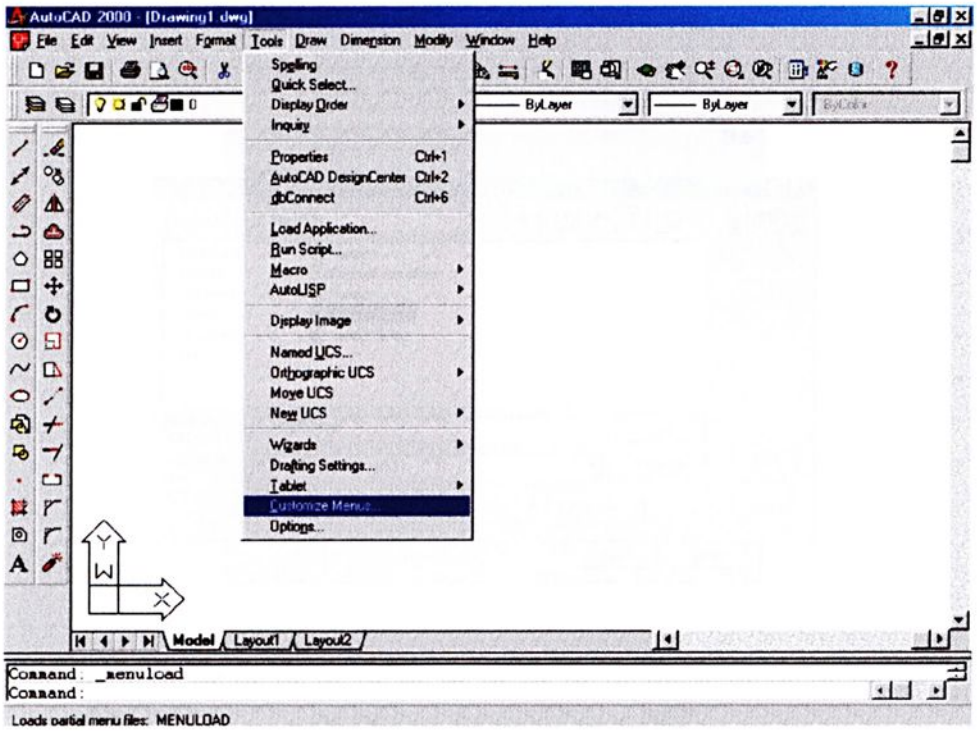



Fig. 3.1.2 – Comando "Customize Menus", *AutoCAD*.

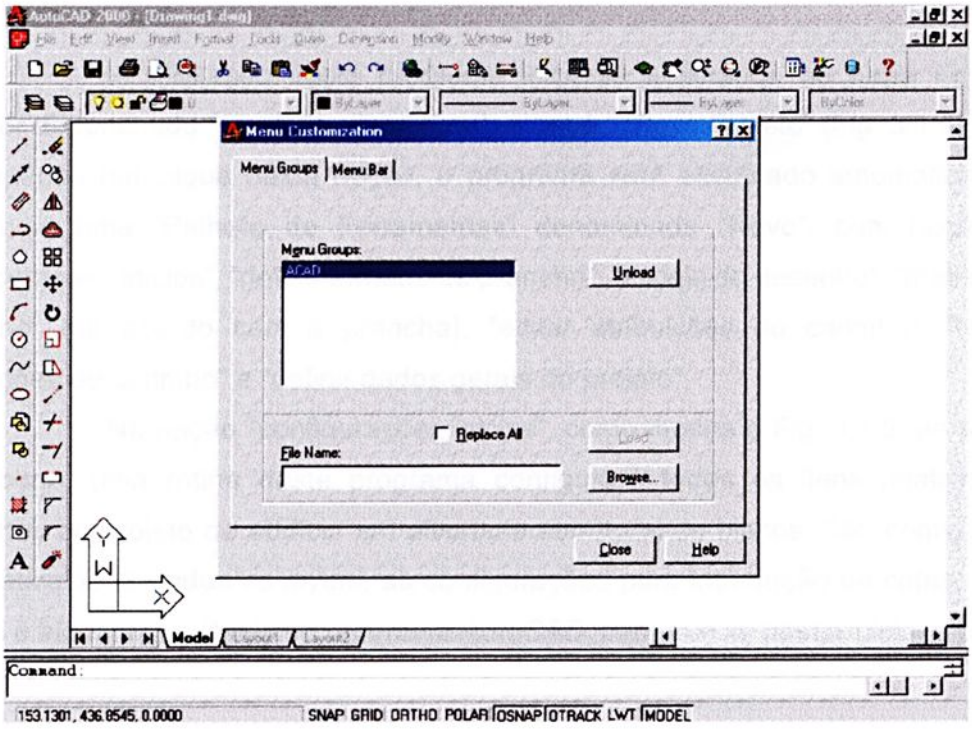


Fig. 3.1.3 – Comando "Browse", *AutoCAD*.

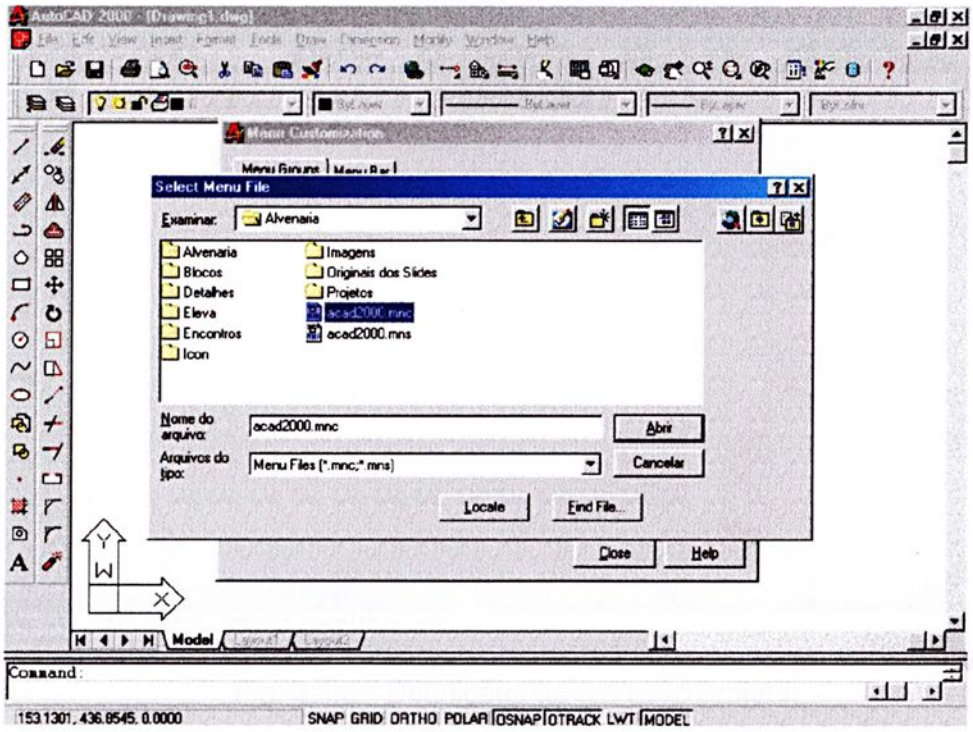



Fig. 3.1.4 – Execução do arquivo "acad2000.mnc", *AEmillennium*.

A utilização deste programa inicia-se acionando na barra de menu superior denominado "Alvenaria Estrutural", a opção "Novo Projeto" (Fig. 3.1.5). Logo, com apenas um clique nesta opção, o programa será executado automaticamente criando-se uma "Palheta de Ferramentas" denominada "Novo", com opções de "configurações inicias", "definir formato da prancha", "escala do desenho", "medidas do desenho" (de acordo com a prancha), "editar atribuições do carimbo", "reeditar atribuições do carimbo" e "definir dados gerais do projeto".

Na opção "configurações inicias", como mostra a Fig. 3.1.6, ao acionar este ícone, uma rotina deste programa configurará todos os itens relativos aos desenhos do projeto de edifício em alvenaria estrutural de blocos. São configurados automaticamente todos os *layers*, as configurações para introdução de cotas, limites da tela e algumas variáveis do programa *AutoCAD*, para que se possa iniciar o projeto.

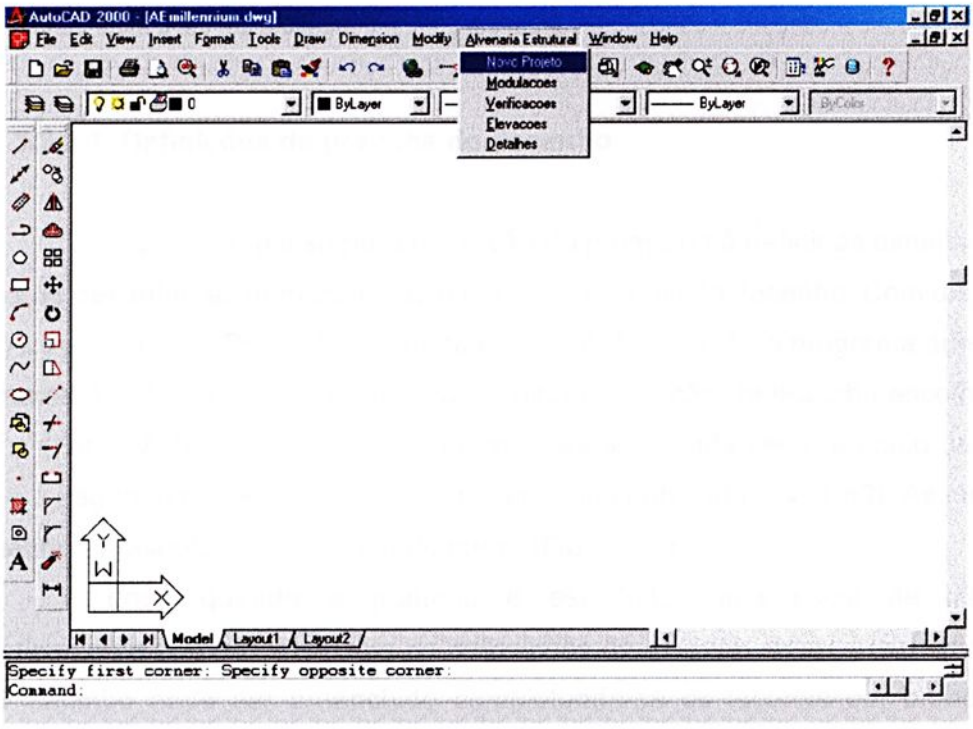



Fig. 3.1.5 - Definições de um novo projeto.

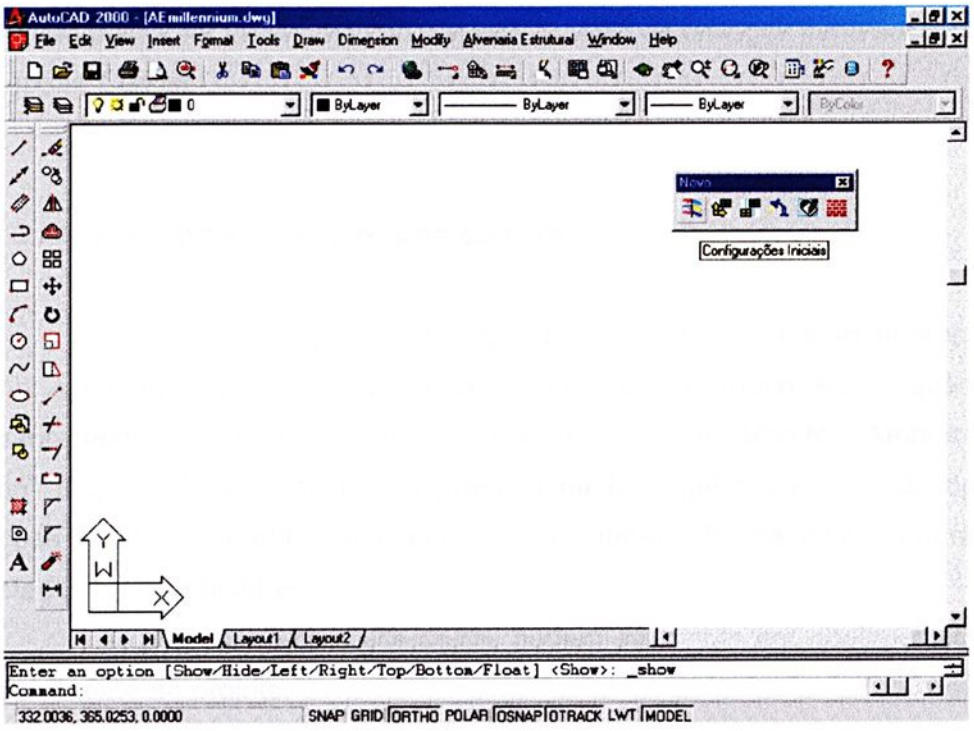



Fig. 3.1.6 – Configurações iniciais.

### 3.2.2. Entrada de Dados

#### 3.2.2.1. Definições da prancha de desenho

O primeiro passo para utilização do programa é definir as dimensões da prancha de desenho, as atribuições do carimbo e a escala do desenho. Com um clique no ícone denominado "Define Formato da Prancha" (Fig. 3.2.1), o programa apresenta os formatos A0, A1, A2, A3 e A4 para a escolha e inserção da prancha escolhida no desenho (Fig. 3.2.2). A opção de escala deve ser informada sempre como um valor inteiro e o segundo número da notação usualmente conhecida (Ex: 1:50). As medidas do desenho apresentam-se na unidade metro (Fig. 3.2.2).

Logo quando a prancha é escolhida, uma caixa de diálogos automaticamente aparece para que as atribuições do carimbo sejam preenchidas ou não. O carimbo pode ser preenchido completando-se as lacunas em branco das opções: data, escala, folha, ordem interessado, obra e assunto (Fig. 3.2.3). E então a prancha completa é inserida no desenho (Fig. 3.2.4). Caso o preenchimento do carimbo não possa ser preenchido no instante, a caixa de diálogos pode ser cancelada com a opção *Cancel*.

#### 3.2.2.2. Reeditar atribuições do carimbo

Ao cancelar a caixa de diálogos de atribuição do carimbo da prancha de desenho, o carimbo da prancha inserida permanece em branco. Assim quando for necessário reeditar estas atribuições basta acionar o ícone "Reeditar Atribuições do Carimbo" (Fig. 3.2.5) e selecionar a prancha na tela que a caixa de diálogos de atribuições será mostrada novamente e os dados do carimbo poderão ser completados ou modificados.

A propósito estas alterações podem ser feitas em qualquer etapa do desenvolvimento do projeto.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

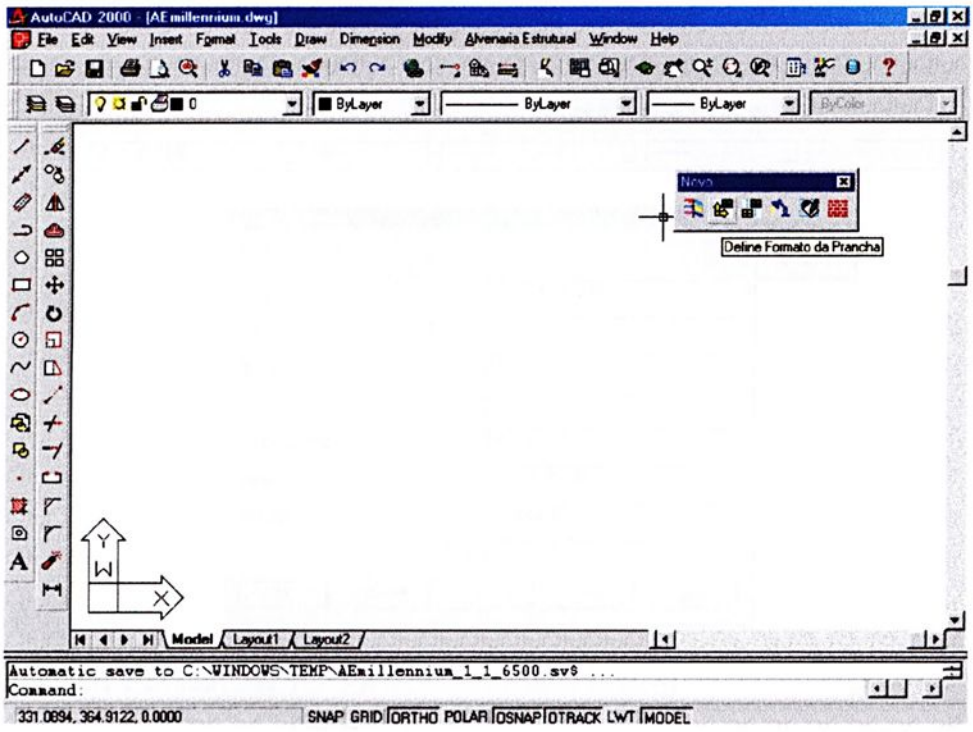



Fig. 3.2.1 – Icone para definir dimensões da prancha de desenho.

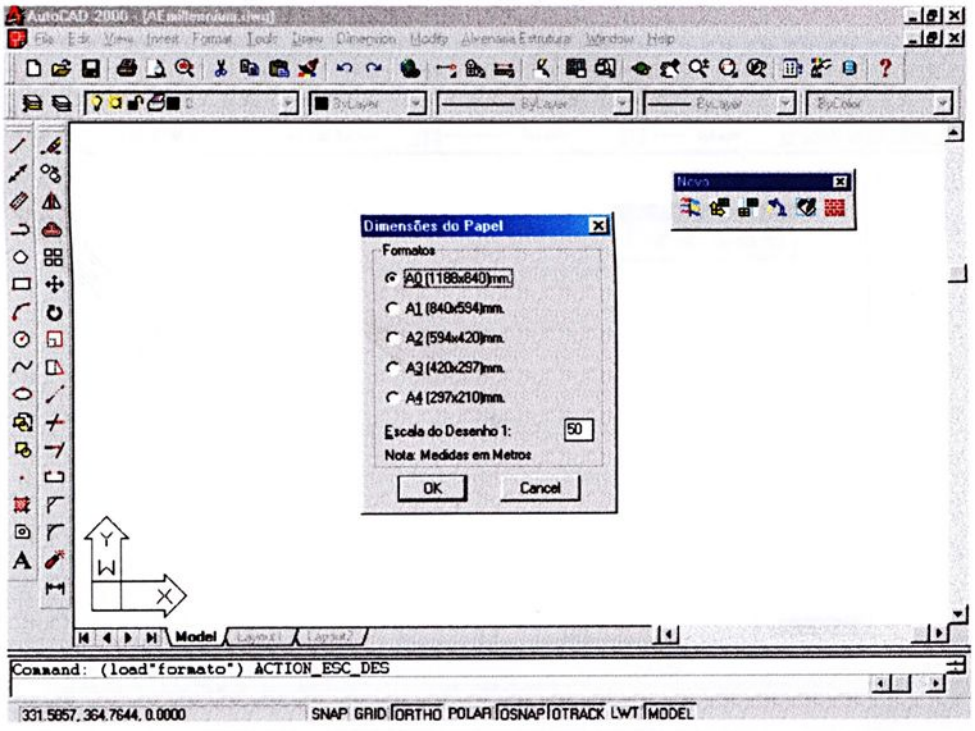



Fig. 3.2.2 – Inserção da prancha com escala e medidas do desenho.

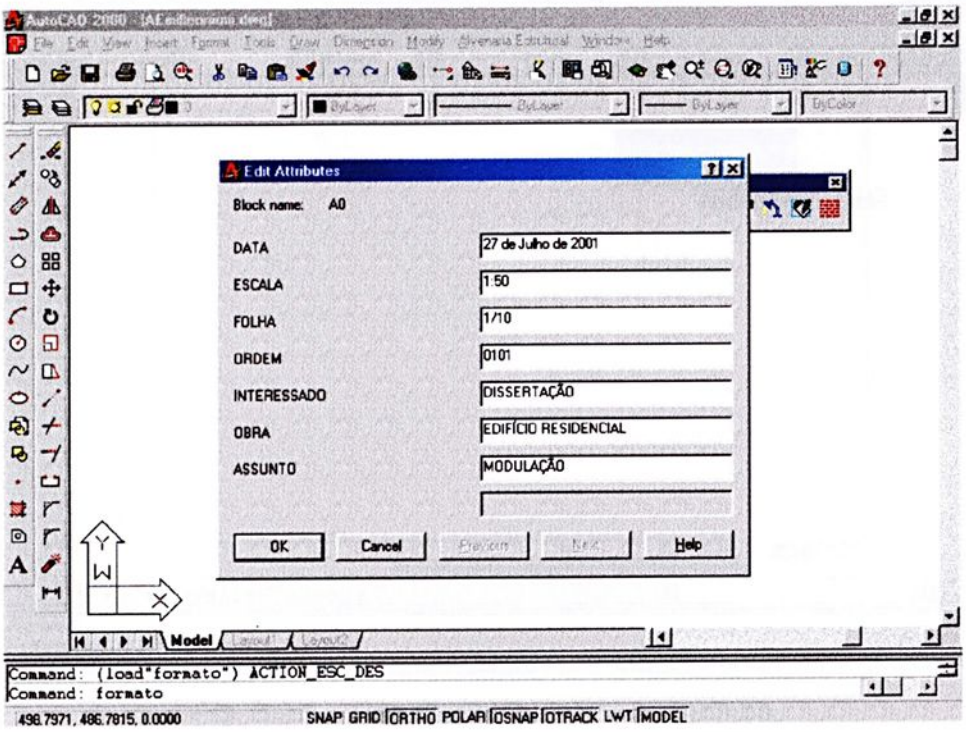



Fig. 3.2.3 – Edita atribuições do carimbo.

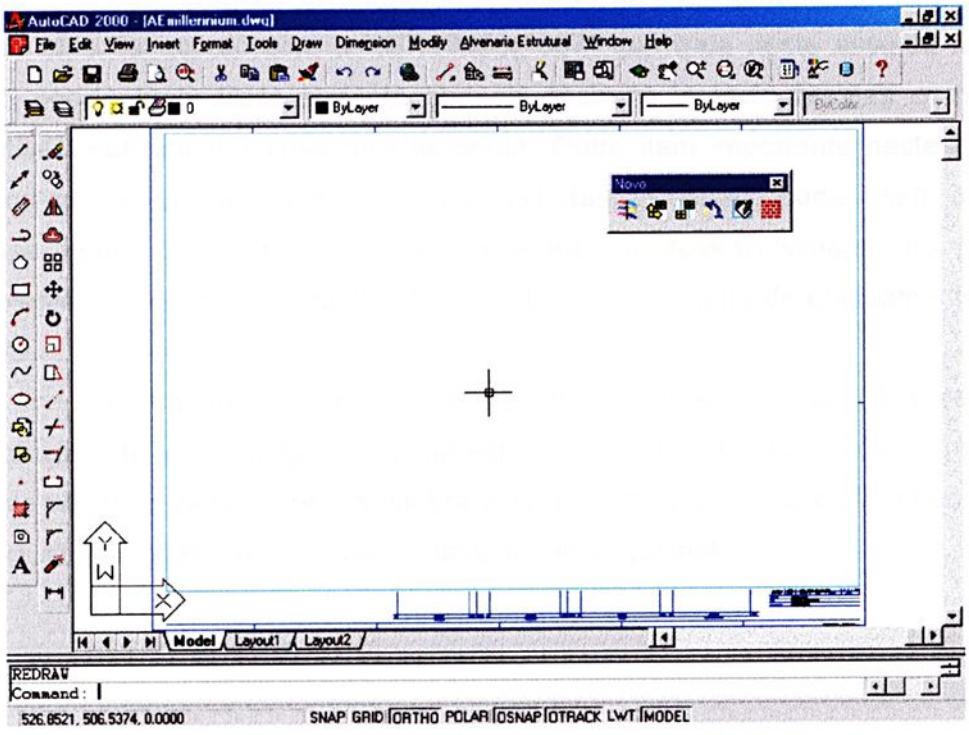



Fig. 3.2.4 – Prancha definida e inserida no desenho.

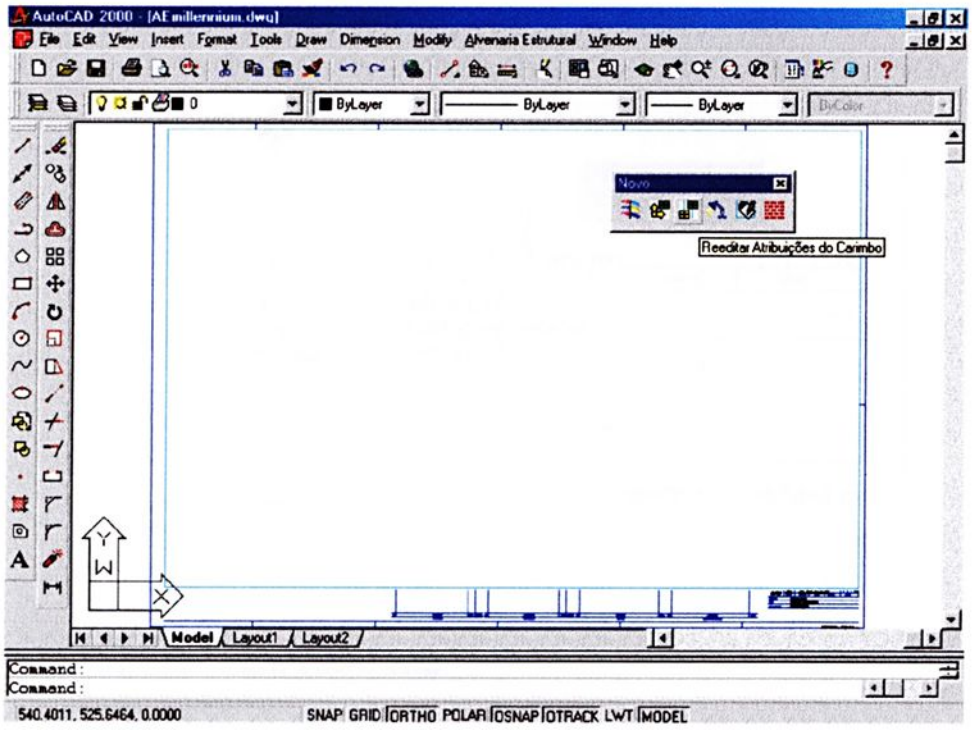



Fig. 3.2.5 – Reeditar atribuições do carimbo.

Esta prancha de desenho é padrão deste programa, com dimensões pré–definidas de acordo com a NBR10068(1987) que trata deste assunto. Logo o usuário pode personalizar sua prancha de desenho usando escalas e medidas compatíveis com as definidas anteriormente. Outro item importante deste assunto relaciona-se com o número de pranchas inseridas. O usuário pode inserir quantas pranchas forem necessárias a qualquer etapa do desenvolvimento do projeto, logicamente que dependerá muito da capacidade de memória do equipamento a ser utilizado.

O carimbo completo na prancha de desenho, que é preenchido automaticamente pelo programa é apresentado pela (Fig. 3.2.6). Nas pranchas inseridas são reservados espaços em branco para digitação de especificações, notas, revisões, verificações e aprovações, relacionadas ao projeto.

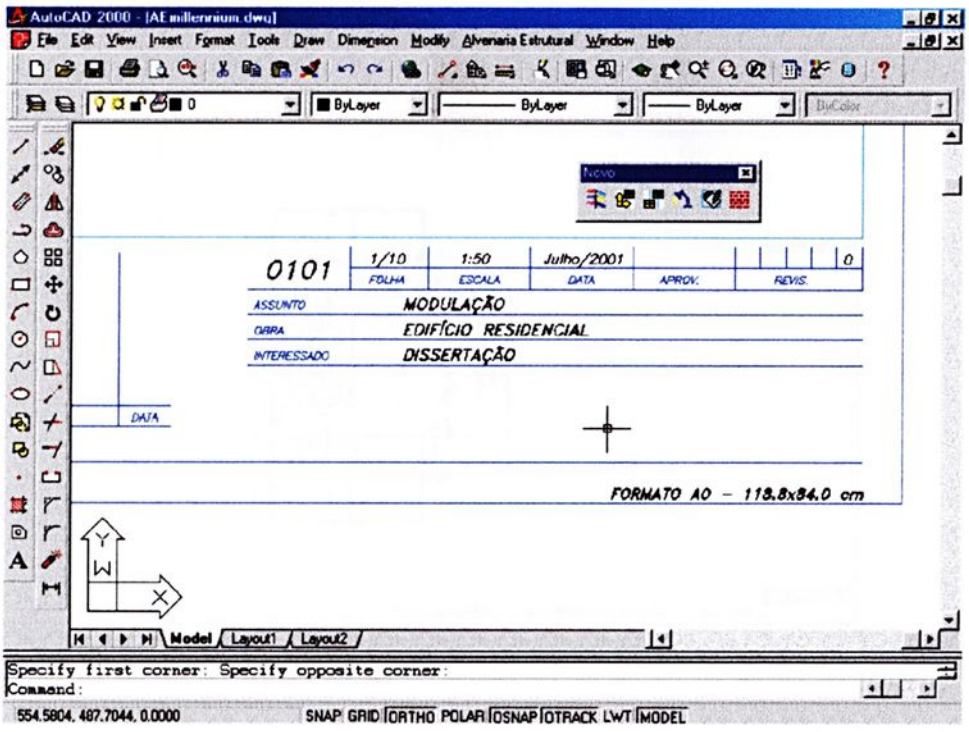



Fig. 3.2.6 – Carimbo completo da prancha de desenho.

### 3.2.2.3. Adequar projeto arquitetônico

Inserido um projeto arquitetônico na prancha de desenho atual, no formato "dwg" ou "dxf", pode-se adequá-lo utilizando-se o ícone "Adequar Projeto Arquitetônico" (Fig. 3.2.7). Selecionado o desenho, esta rotina o converte automaticamente de maneira que o usuário poderá iniciar a modulação do projeto utilizando como base o próprio desenho sem que este sofra qualquer alteração. Os *layers* utilizados pelo projetista serão transformados no *layer* "arquitetura" e bloqueadas a alteração, utilizando-se a opção *lock* do *AutoCAD*.

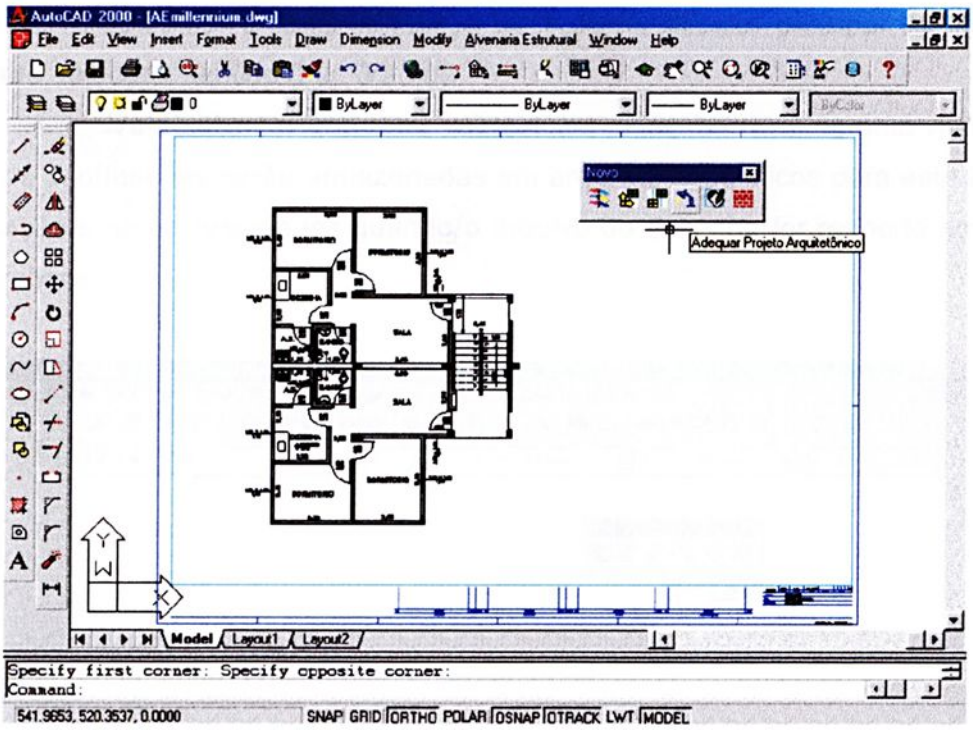



Fig. 3.2.7. – Adequar projeto arquitetônico.

### 3.2.2.4. Dados gerais do projeto

Neste ícone, "Dados Gerais do Projeto" (Fig. 3.2.8), inicia-se as definições de projeto de maneira que o usuário deverá informar, como decisão de projeto, as características da laje (laje pré-fabricada ou laje maciça, espessura da laje, cota vertical inicial do terreno, pé direito do pavimento térreo e pé direito do pavimento tipo).

As definições de projeto iniciam-se com a escolha do tipo de laje utilizada. Deve-se acionar a opção de laje desejada, que o tipo de laje escolhida será armazenada para uso em todas as etapas do projeto.

De maneira análoga o valor da espessura da laje, cota inicial vertical, pé direito do térreo e pé direito do pavimento tipo serão definidos para todo o projeto e deverão ser expressos sempre em centímetros (Fig. 3.2.9.).

Caso a opção de laje seja definida como laje pré-fabricada, o programa necessitará da informação da taxa que define a área de influência das lajes sobre os

elementos resistentes. O valor *default* é de 35% na direção principal da laje pré-fabricada, em cada sentido (Fig. 3.2.10).

Vale salientar que uma vez salvo o desenho no programa *AutoCAD*, todas as informações serão armazenadas em arquivos específicos para este tipo de informação e serão resgatados quando o arquivo do desenho for reaberto em outra oportunidade.

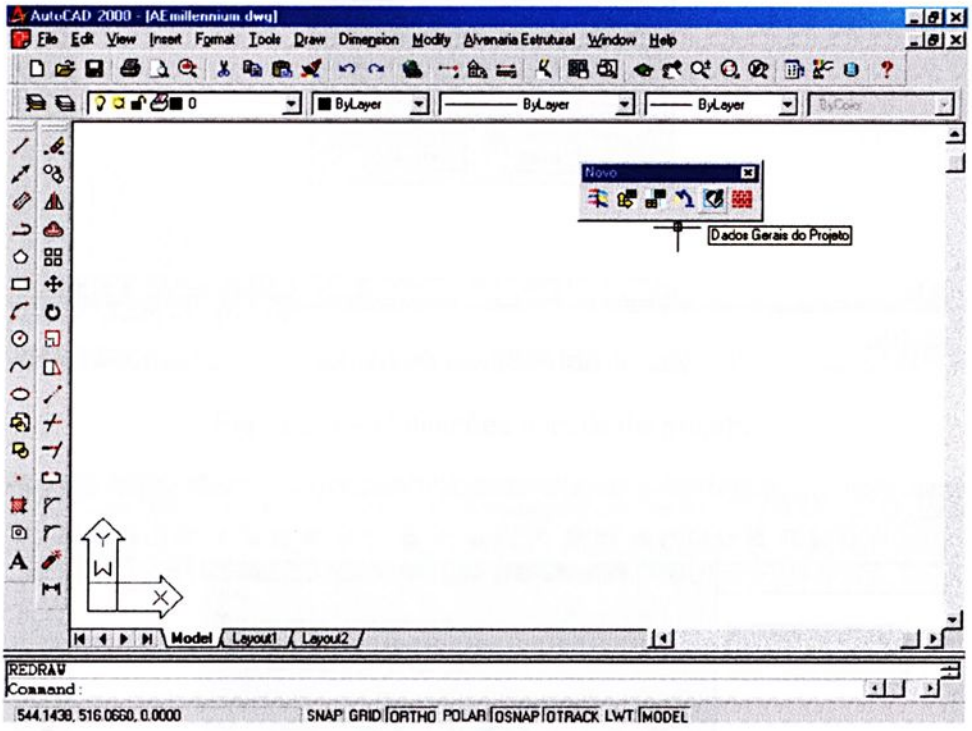



Fig. 3.2.8. – Dados gerais do projeto.

Estas definições são utilizadas em todo projeto. Caso o usuário necessite alterar qualquer dado nesta caixa de diálogos, conforme as necessidades de projeto, deve-se refazer todos os passos relativos ao dimensionamento, verificações e desenhos relativos à dimensão vertical da edificação expostos neste trabalho.

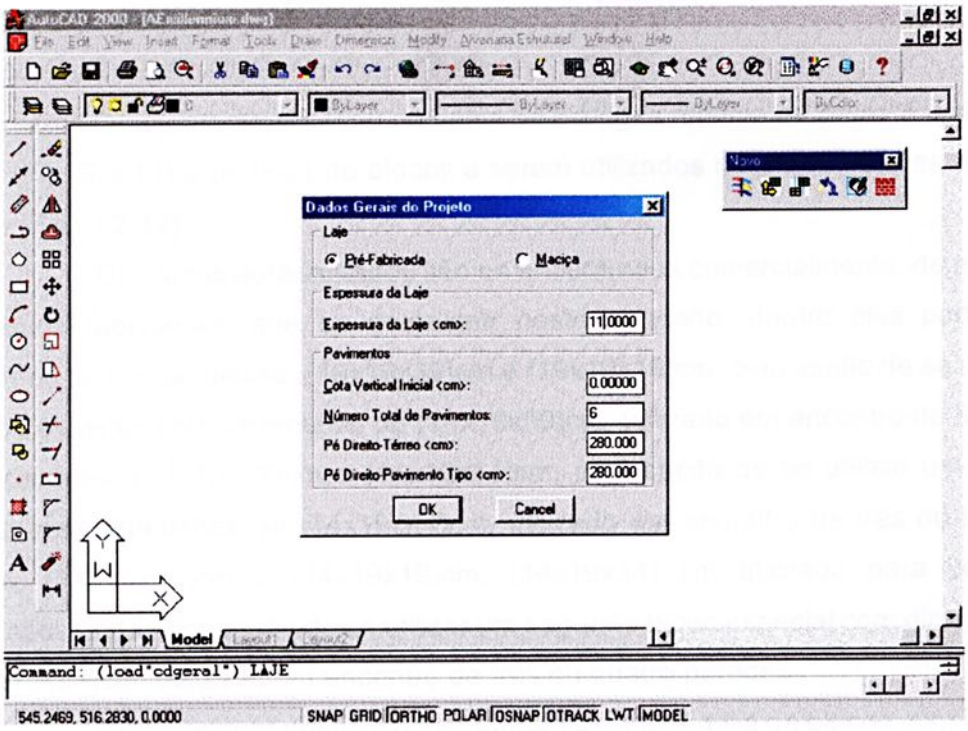



Fig. 3.2.9 – Definições iniciais de projeto.

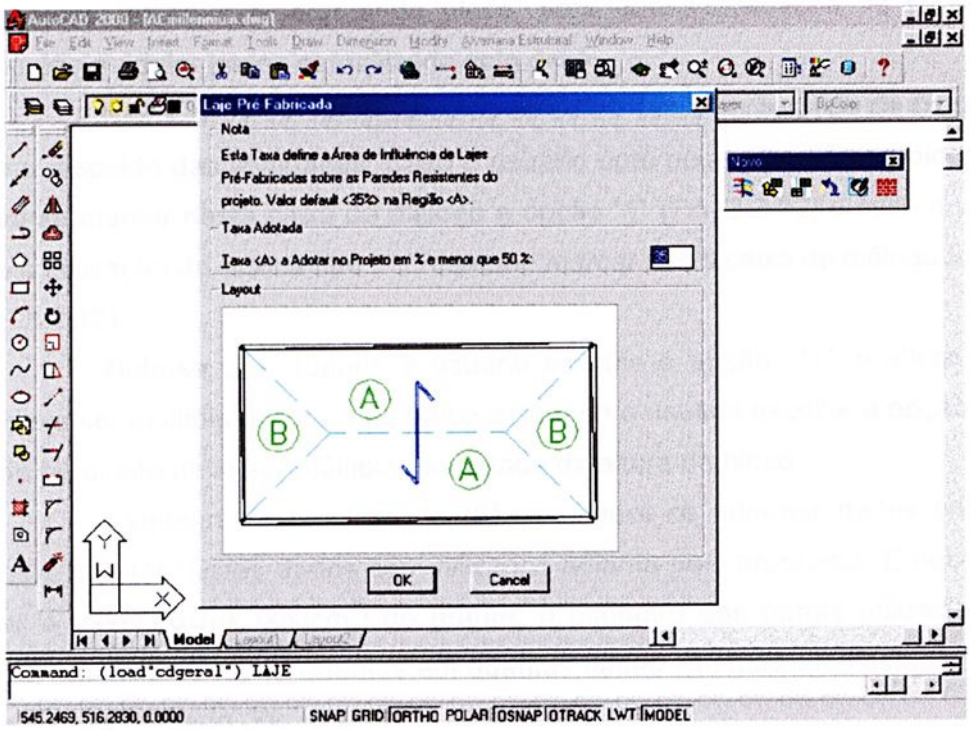



Fig. 3.2.10 - Taxa de definição das áreas de influência de lajes pré-fabricadas nos elementos resistentes.

### 3.2.2.5. Definição dos blocos

O usuário deve definir na caixa de diálogos relativa ao ícone "Família de Blocos" (Fig. 3.2.11) e os tipos de blocos a serem utilizados no projeto que se deseja modular (Fig. 3.2.12).

Os blocos apresentados são os encontrados comercialmente, de acordo com alguns fabricantes que se destacam neste mercado, dentre eles podemos destacar os seguintes blocos: (19x19x39)cm e (19x19x19)cm, com opção de se utilizar um bloco especial com dimensões de (19x19x59)cm, utilizado em encontro de três ou quatro paredes; (14x19x29)cm e (14x19x14)cm, com opção de se utilizar um bloco especial com dimensões de (14x19x44)cm, utilizado em encontro de três ou quatro paredes; (14x19x39)cm e (14x19x19)cm, (14x19x34) cm utilizado para perfeita modulação, ainda com opção de se utilizar um segundo bloco especial com dimensões de (14x19x54)cm, utilizado em encontro de três ou quatro paredes.

Pode-se criar novos blocos, formando uma família de blocos com blocos inteiros, meios blocos e caso desejado, blocos com comprimento igual ao somatório entre o bloco inteiro e a largura do bloco, para que a aplicação da técnica da coordenação modular possa ser utilizada com êxito.

Nesta caixa de diálogos deve-se definir também que tipo de bloco será usado no respaldo das alvenarias. Caso o usuário opte pela utilização de blocos tipo "U" deve-se marcar nesta caixa de diálogo a opção "1" (Fig. 3.2.12) e caso o usuário opte pela utilização de blocos tipo "J" deve-se marcar nesta caixa de diálogo a opção "2" (Fig. 3.2.12).

Nota-se que quando o usuário escolhe a opção "1", a altura do pé direito deve ser múltipla da altura do bloco e quando o usuário escolhe a opção "2", a altura do pé direito deve ser múltipla da metade da altura do bloco.

Também nesta caixa de diálogos deve-se informar dados sobre os grampos e grautes. Estes dados são utilizados adiante pelo programa. É necessário informar o valor do *fgk* (kN/cm$^2$) do graute, o diâmetro das barras utilizadas para grampos, em milímetros, de quantas em quantas fiadas são utilizados estes grampos e o tipo de aço utilizado (Fig. 3.2.12).

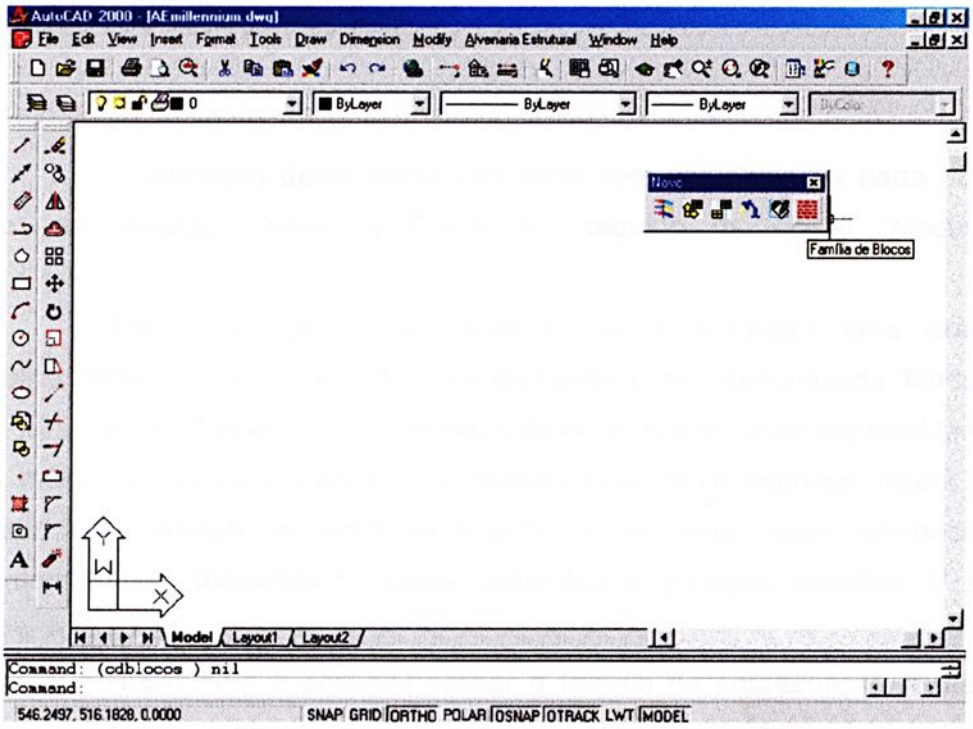



Fig. 3.2.11 – Familia de biocos.

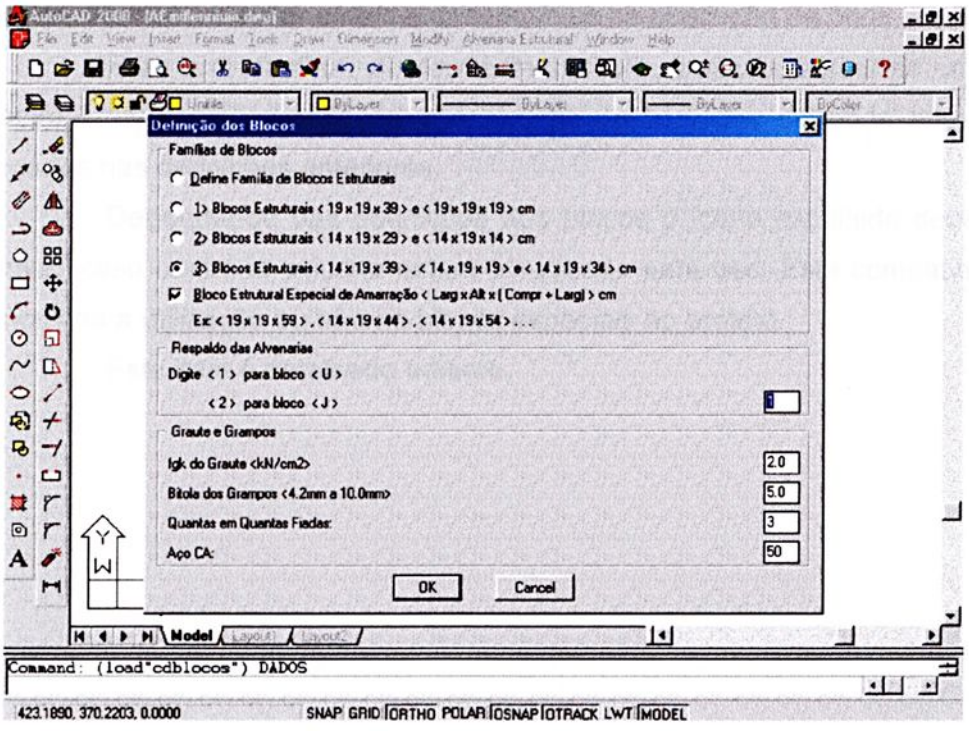



Fig. 3.2.12 – Definição dos biocos e dados sobre grautes e grampos.

### 3.2.3. Coordenação Modular

A utilização desta rotina tem início com um clique na barra de menu superior denominado "Alvenaria Estrutural", seguido da opção "Modulações" (Fig. 3.3.1).

Logo, com um clique nesta opção, o programa será executado automaticamente criando-se uma "Palheta de Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.2), com opções de inserir encontros de paredes sem bloco especial (somente blocos múltiplos), inserir encontros de paredes com bloco especial, inserir blocos terminais, inserir blocos especiais, modulação da alvenaria, inserir referência para bloco intermediário, definições de graute, definições de grampos, visualizar 1ª. fiada e visualizar todas fiadas.

Neste item é possível aplicar a técnica da coordenação modular na dimensão horizontal do projeto, executando-se os elementos estruturais como múltiplo do módulo básico do bloco, prevendo as armações, necessidades estruturais e demais instalações, de modo a evitar cortes e desperdícios na execução da obra.

Para um melhor desenvolvimento do projeto, sugere-se iniciar a modulação através da inserção de encontro de parede, que depende dos blocos selecionados nas definições anteriores.

Dependendo das definições dos blocos o ícone escolhido deverá ser compatível, caso contrário o ícone estará bloqueado para uso. Esta compatibilidade está vinculada a utilização ou não de blocos especiais no projeto.

Este item é detalhado adiante.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

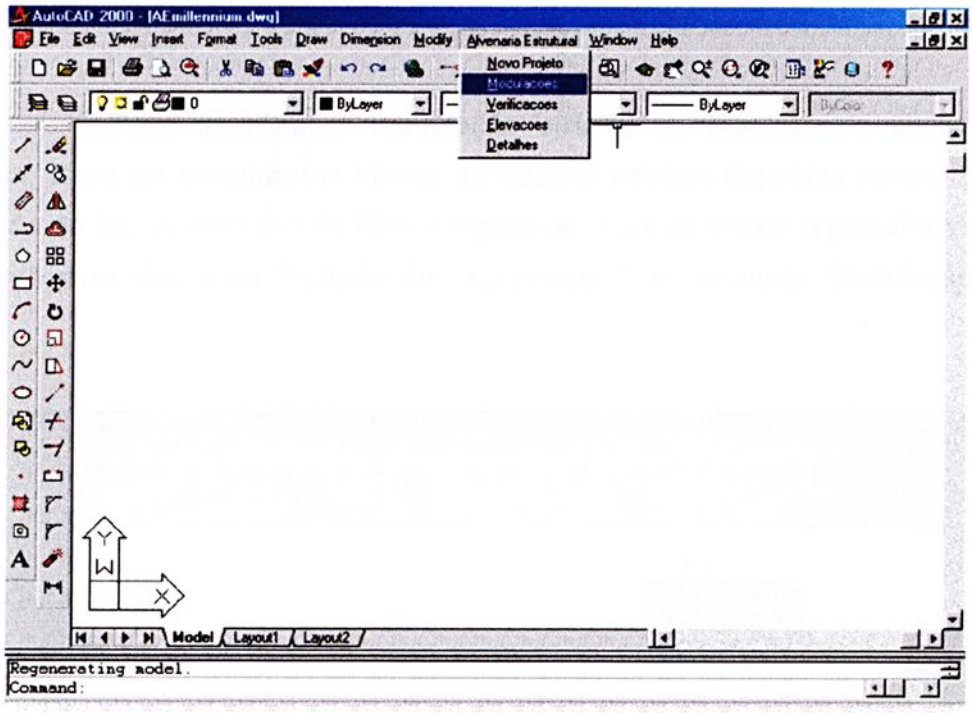



Fig. 3.3.1 – Inicia modulação do projeto.

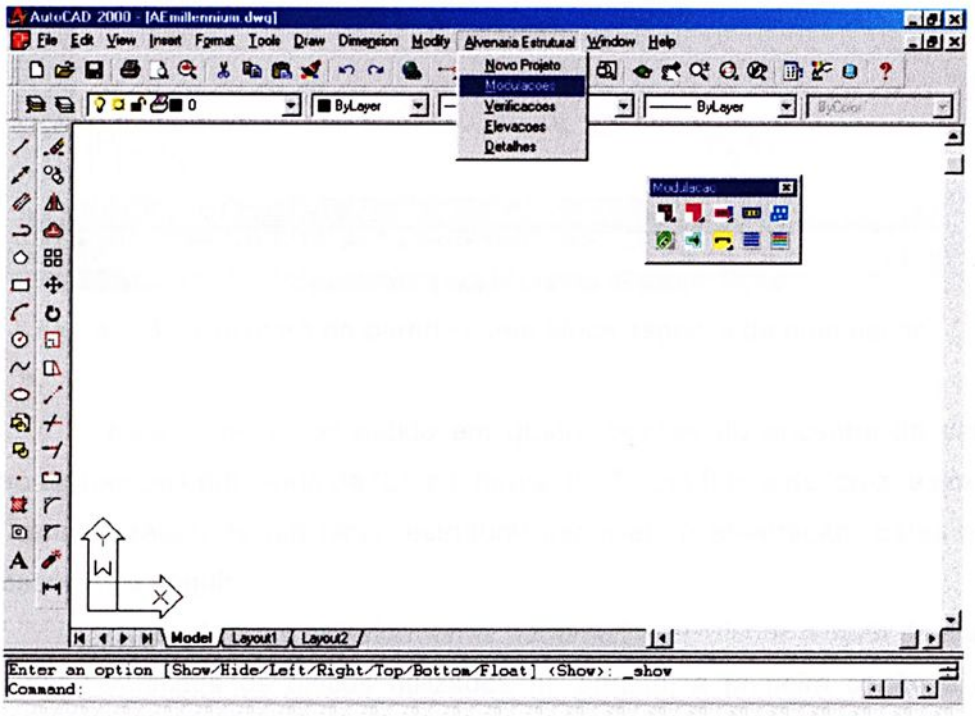



Fig. 3.3.2 – Modulação.

### 3.2.3.1. Encontro de paredes sem bloco especial de modulação

Pode-se iniciar a modulação através da inserção de encontro de paredes. Caso na escolha dos blocos as opções estejam definidas apenas para a utilização de blocos sem uso de blocos especiais, deve-se utilizar o primeiro ícone da esquerda para direita da "Palheta de Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.3).

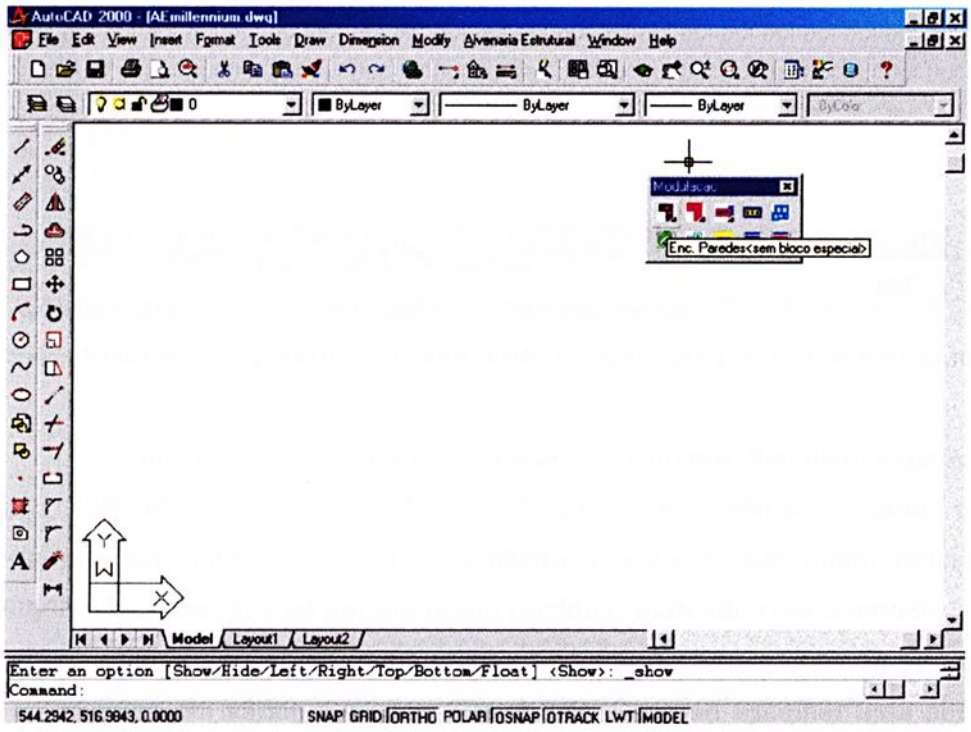



Fig. 3.3.3 – Encontro de paredes sem bloco especial de modulação.

Este ícone é expandido em quatro opções de encontro de paredes: encontro de paredes em forma de "L", em forma de "T", em forma de "cruz" e em forma de "T" com utilização de um bloco estrutural especial de amarração. Estas opções serão descritas a seguir.

Como descrito anteriormente, pode-se inserir blocos a partir de encontro de paredes. Definidos os blocos utilizados no projeto, a primeira opção é inserir encontro de paredes em forma de "L" (Fig. 3.3.4).

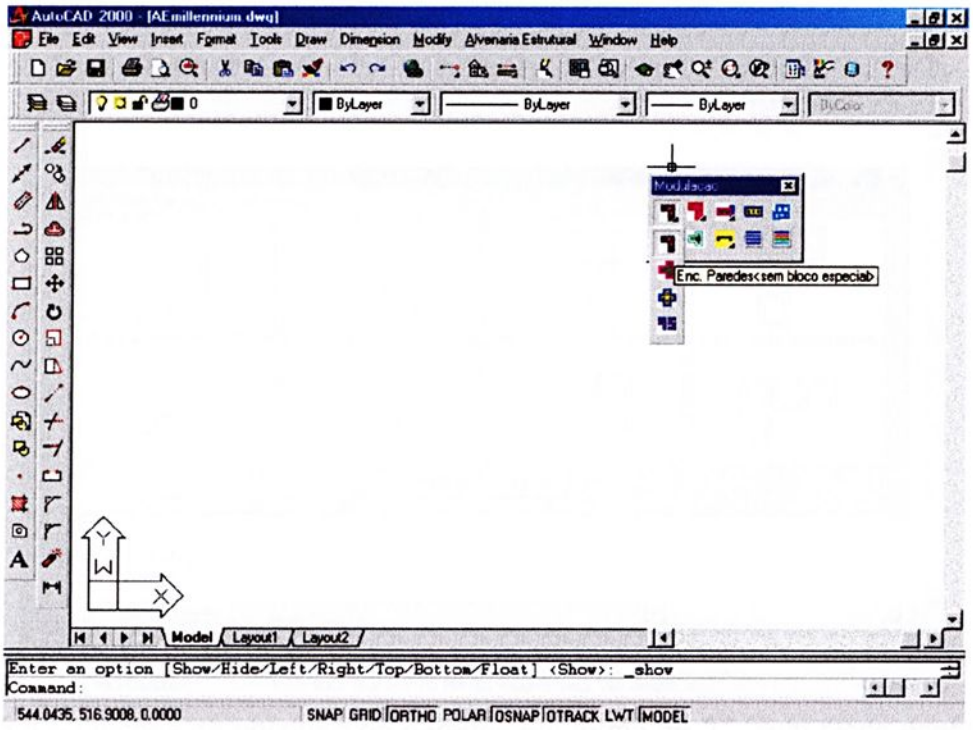



Fig. 3.3.4 – Encontro de paredes em forma de "L", sem bloco especial de modulação.

O usuário pode utilizar como base o projeto arquitetônico original, desde que seja utilizada a opção "Adequar Projeto Arquitetônico", como descrito anteriormente, ou inserir o encontro escolhido através de um ponto definido por coordenadas do *AutoCAD*, ou por um ponto qualquer marcado com o *mouse*.

Acionado o ícone em questão, aparece na tela opções de encontro de paredes dispostas em várias posições (Fig. 3.3.5). Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido.

Os círculos que aparecem nos eixos dos blocos servem como referência para modulação ter continuidade, este círculo serve com base de inserção de novas paredes.

Vale ressaltar que os blocos inseridos estão modulados de acordo com as definições do programa, porém para uma perfeita modulação os blocos inseridos não podem ser modificados. Estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.3.6).

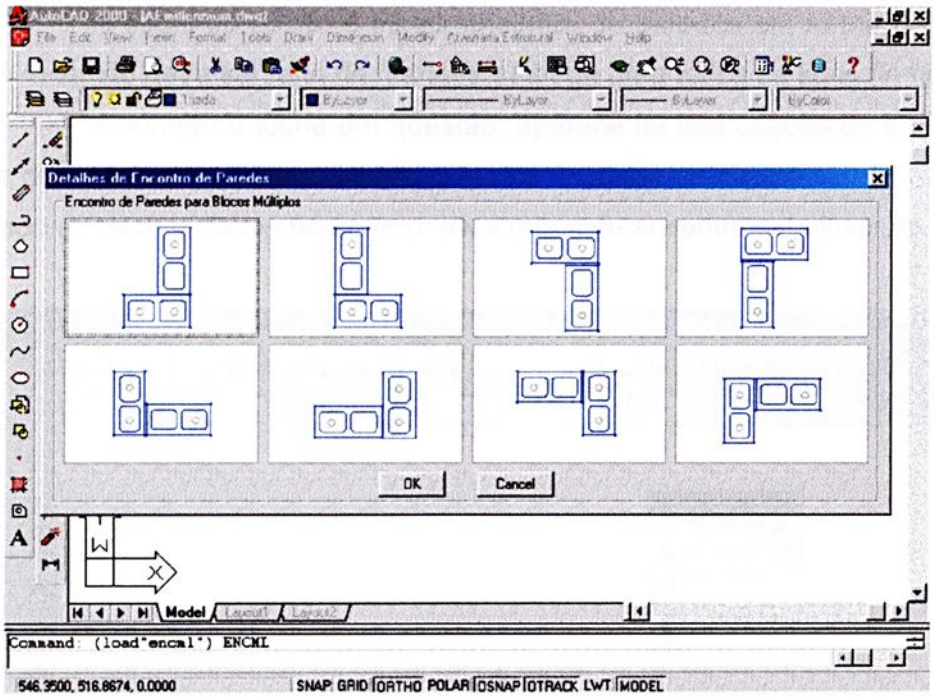



Fig. 3.3.5 – Opções de encontro de paredes em forma de "L", sem bloco especial de modulação.

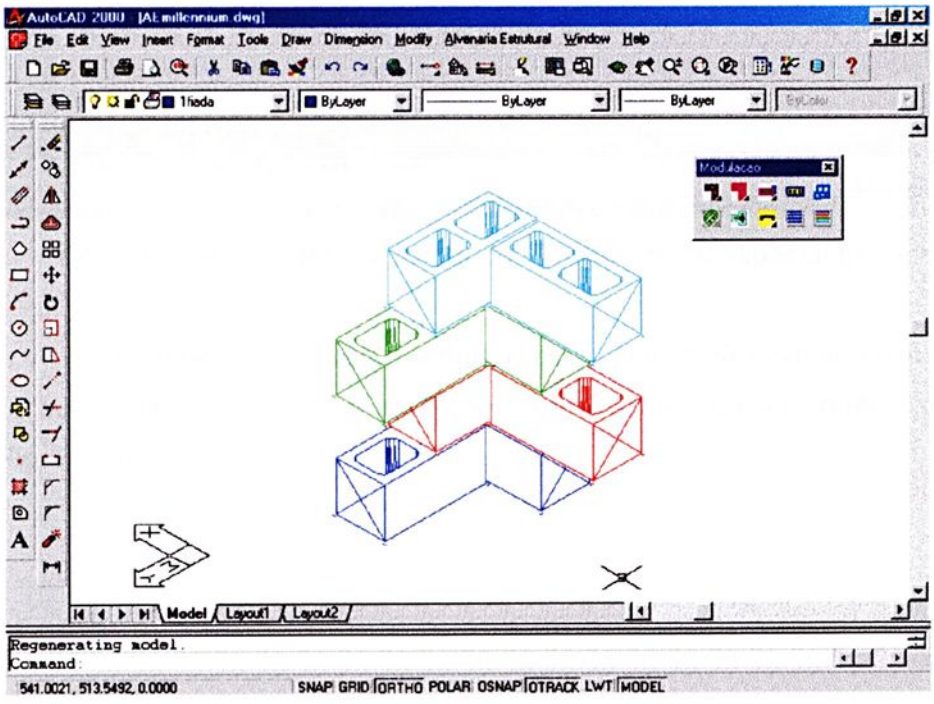



Fig. 3.3.6 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "L", sem bloco especial de modulação.

A segunda opção é inserir encontro de paredes em forma de "T" (Fig. 3.3.7). A inserção deve ser feita de maneira análoga para todos os tipos de bloco.

Acionado o ícone em questão, aparece na tela opções de encontro de paredes dispostas em várias posições (Fig. 3.3.8). Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido.

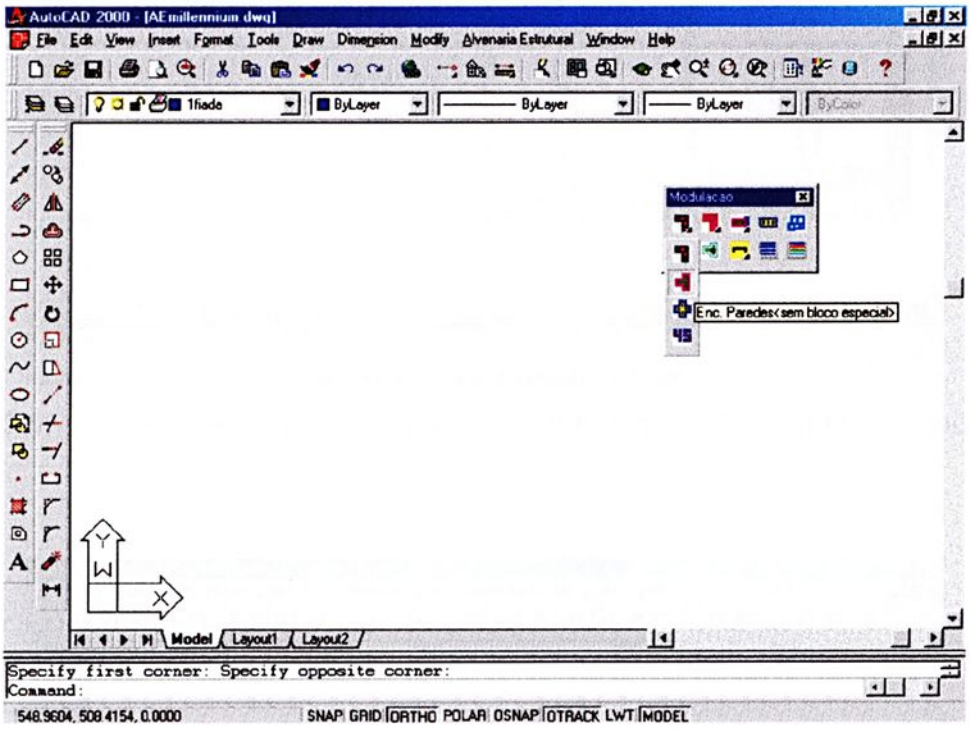



Fig. 3.3.7 – Encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação.

Como na apresentação anterior, estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.3.9).

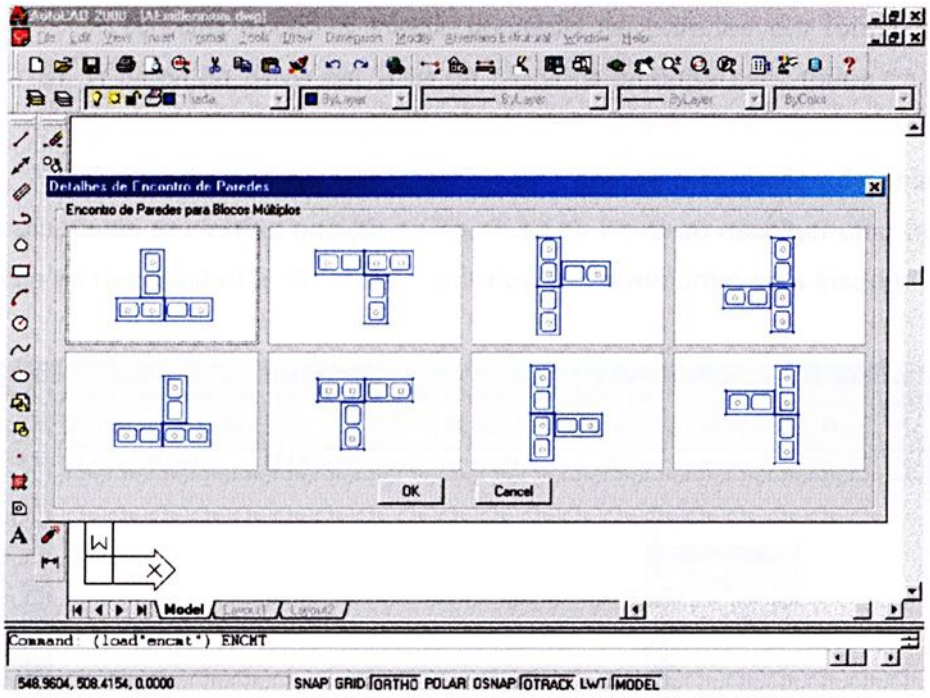



Fig. 3.3.8 – Opções de encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação.

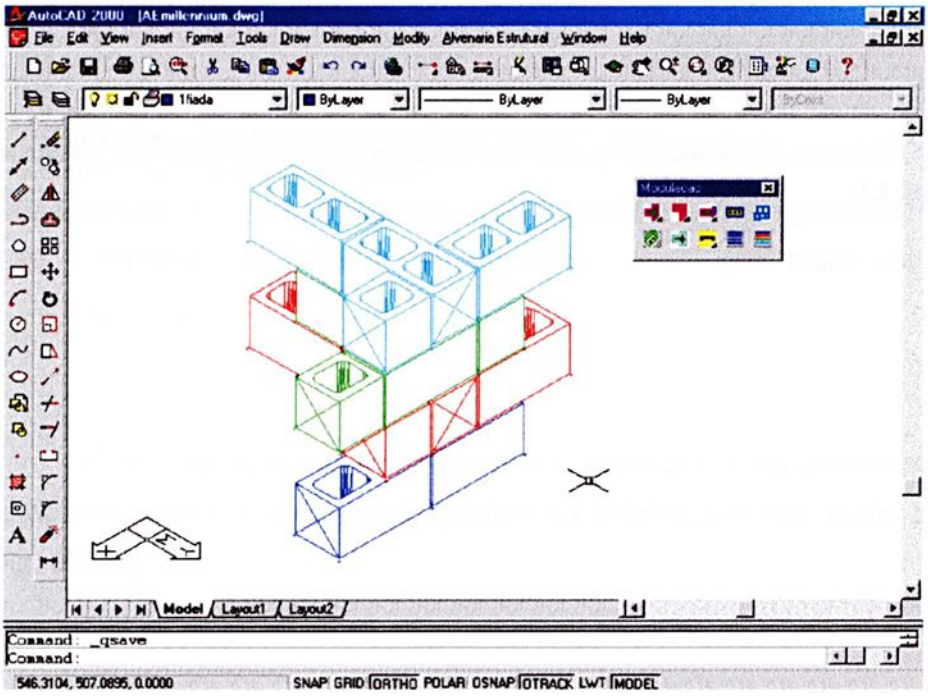



Fig. 3.3.9 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T", sem bloco especial de modulação.

A terceira opção é inserir encontro de paredes em forma de "cruz" (Fig. 3.3.10). A inserção deve ser feita de maneira análoga para todos os tipos de bloco.

Acionado o ícone em questão, aparece na tela opções de encontro de paredes dispostas em várias posições (Fig. 3.3.11). Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido.

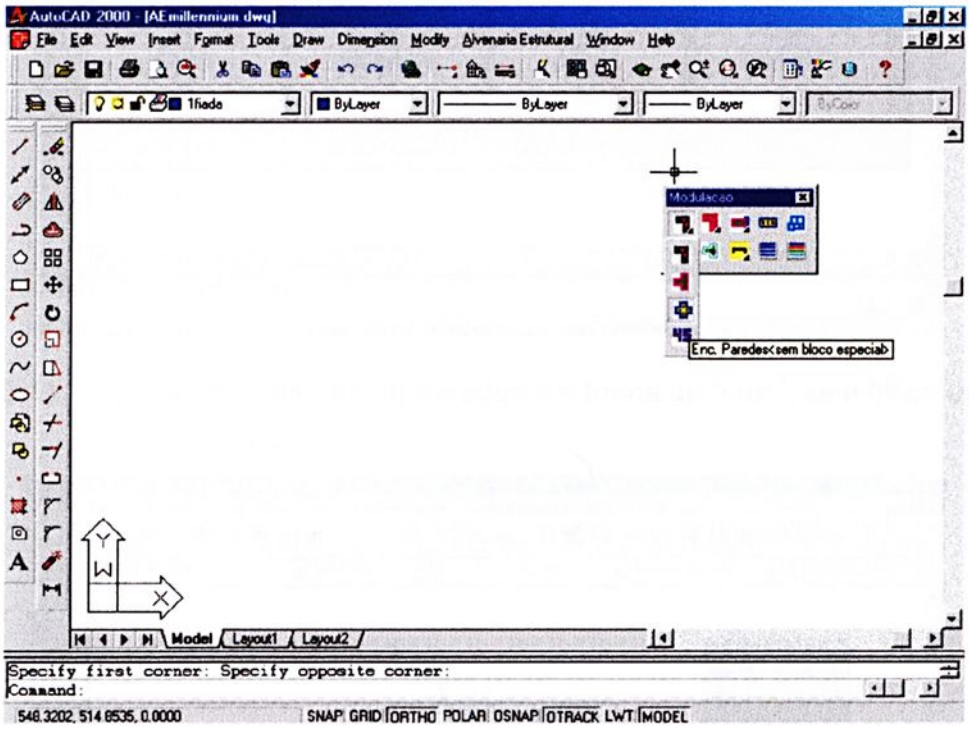



Fig. 3.3.10 – Encontro de paredes em forma de "cruz", sem bloco especial de modulação.

Como nas apresentações anteriores, estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.3.12).

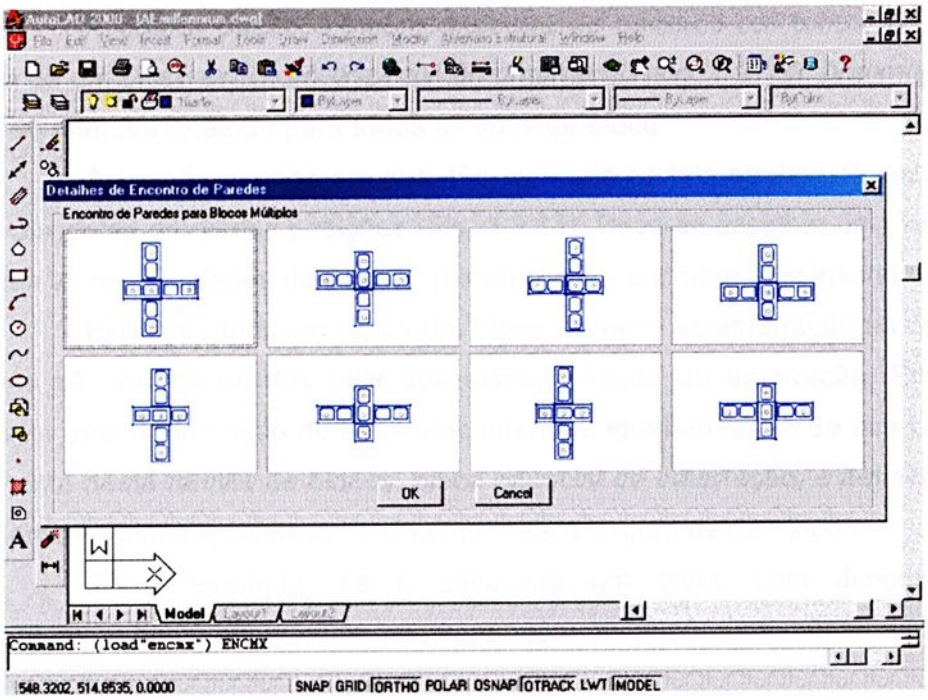



Fig. 3.3.11 – Opções de encontro de paredes em forma de "cruz", sem bloco especial de modulação.

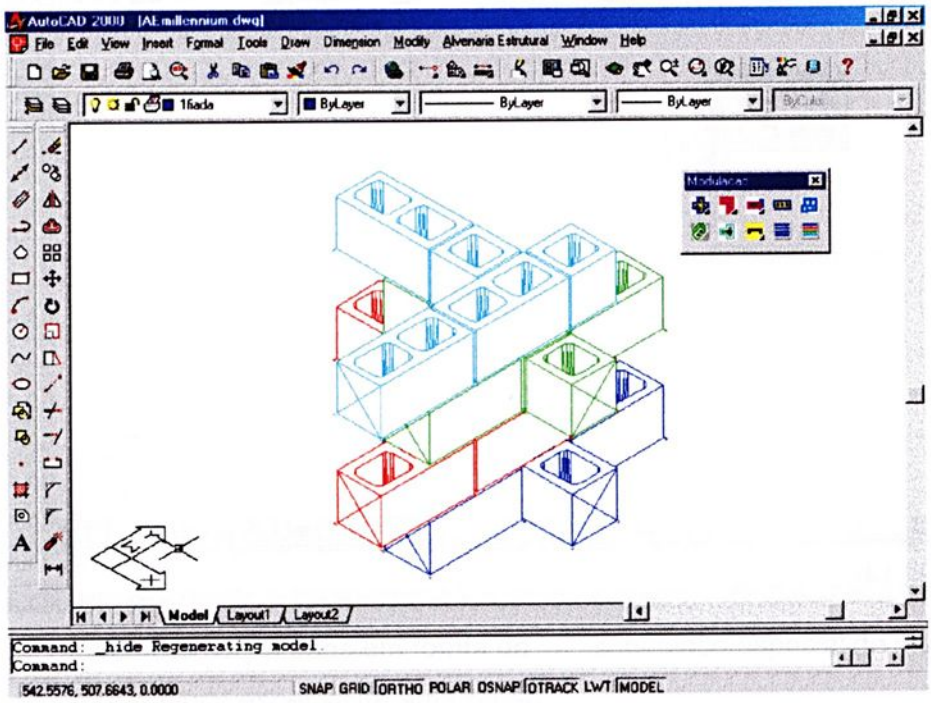



Fig. 3.3.12 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "cruz", sem bloco especial de modulação.

A quarta opção é inserir encontro de paredes em forma de "T" com utilização de um bloco estrutural especial de amarração (Fig. 3.3.13). A inserção deve ser feita de maneira análoga para todos os tipos de bloco.

Acionado o ícone em questão, aparece na tela opções de encontro de paredes dispostas em várias posições (Fig. 3.3.14). Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido.

Este tipo de bloco utiliza um bloco especial de amarração no qual suas dimensões são caracterizadas pela sua disponibilidade de amarração. Em blocos múltiplos no qual a dimensão do seu comprimento é igual ao dobro de sua largura, o complemento desta família de blocos, bloco especial de amarração, é definido com o comprimento do bloco igual ao comprimento mais a largura deste bloco.

Como exemplo, se é escolhido um bloco com dimensões de (19x19x39)cm., o bloco especial de amarração terá dimensões de (19x19x59)cm.

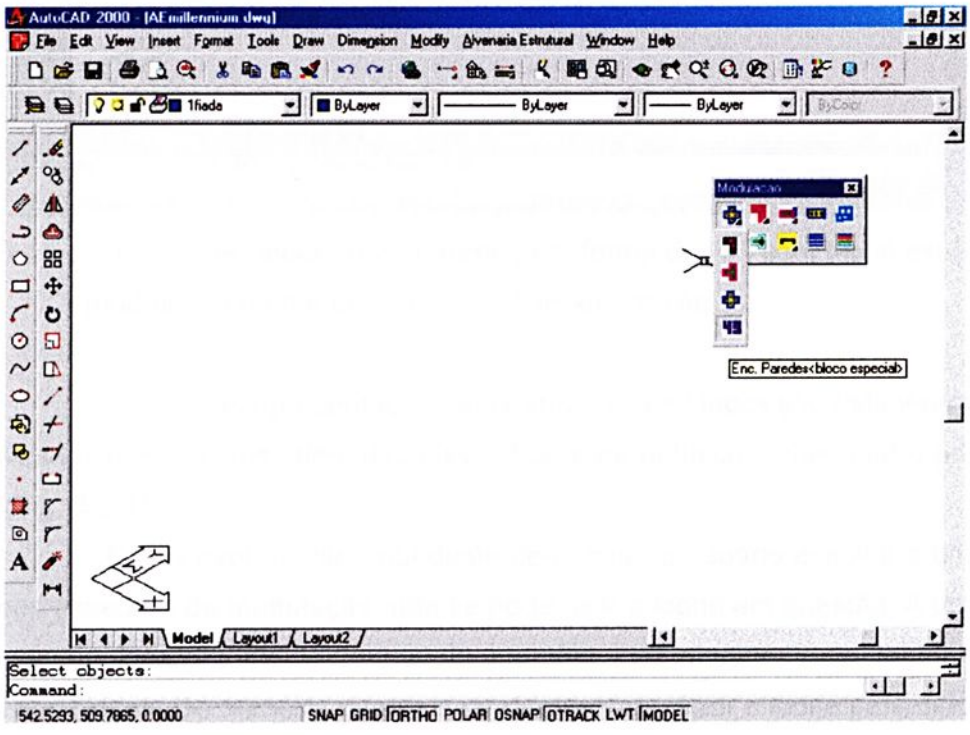



Fig. 3.3.13 – Encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

Se o bloco escolhido tem dimensões de (14x19x29)cm., o bloco especial de amarração terá dimensões de (14x19x44)cm. Note que as rotinas consideram valores nominais.

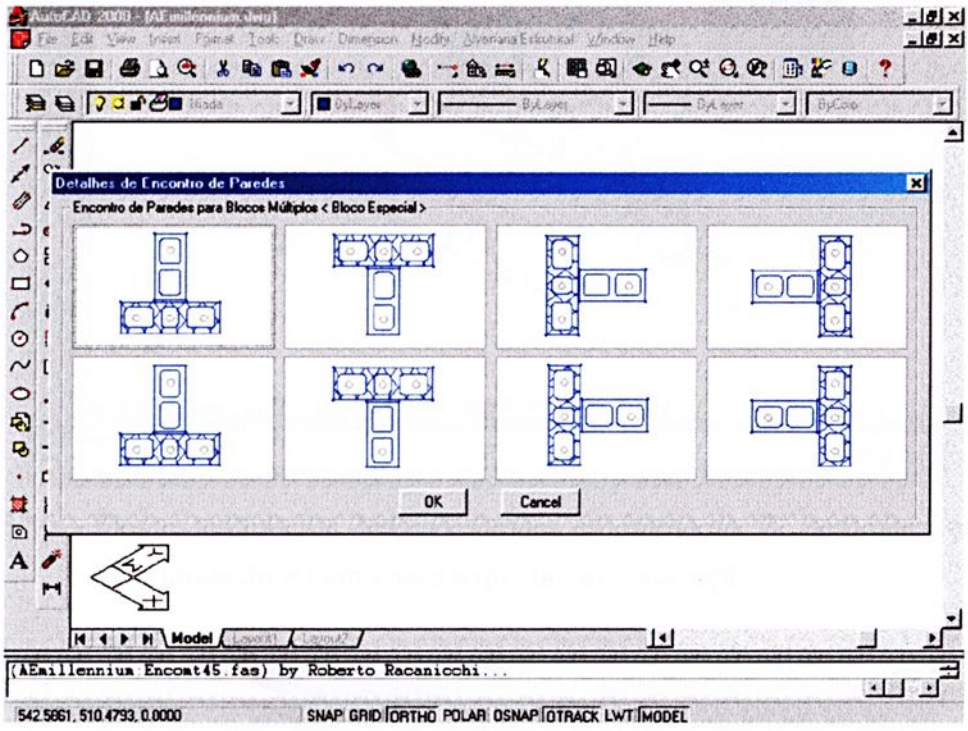



Fig. 3.3.14 – Opções de encontro de paredes em forma de "T", sem bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

Como nas apresentações anteriores, estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.3.15).

Como explicitação final deste item, caso o usuário escolha a utilização de blocos especiais de modulação, não se pode usar o ícone em questão. A utilização de ícones de inserção de encontros de paredes está vinculada as configurações iniciais dos blocos. De maneira que se o usuário tentar utilizar o ícone para introdução de encontro de paredes sem bloco especial de modulação e na definição dos blocos a definição consta como a utilização de blocos especial de modulação, o programa trava este ícone e exibe a mensagem para não utilização deste ícone (Fig. 3.3.16).

unesp

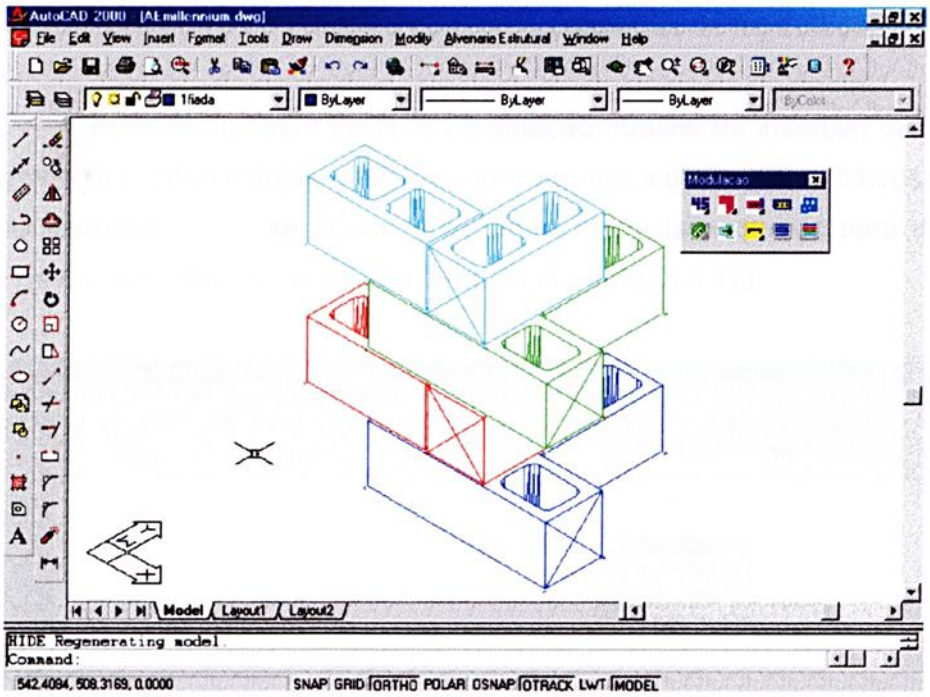



Fig. 3.3.15 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T", sem bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

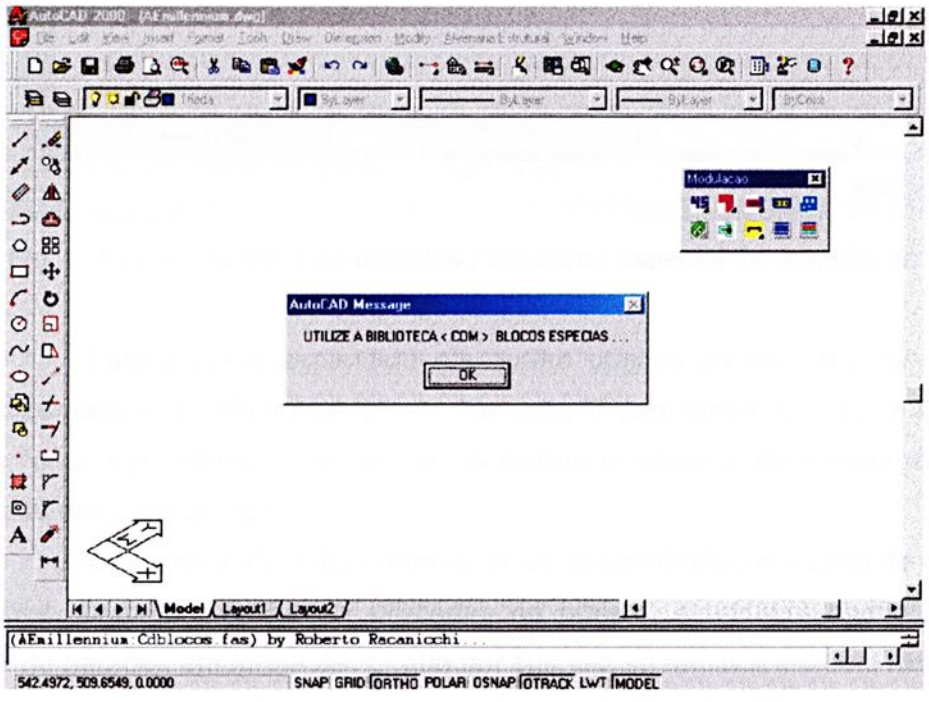



Fig. 3.3.16 – Trava para não utilização do ícone.

### 3.2.3.2. Encontro de paredes com bloco especial de modulação

Pode-se também iniciar a modulação através da inserção de encontro de paredes e as opções estejam definidas apenas para a utilização de blocos com uso de blocos especiais, deve-se utilizar o segundo ícone da esquerda para direita da "Palheta de Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.17).

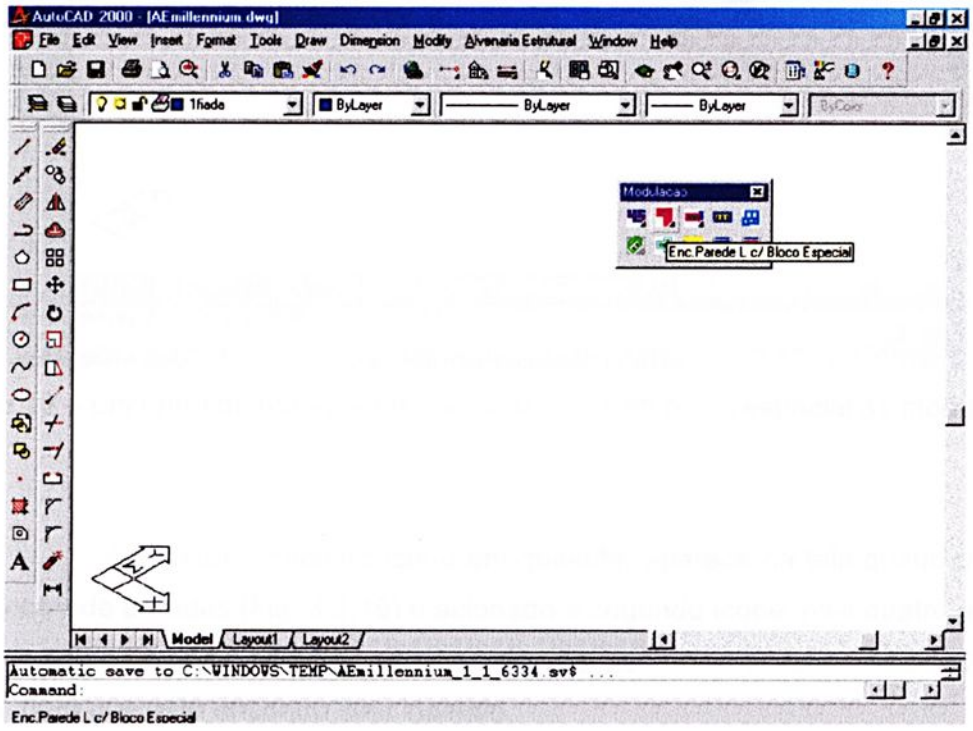



Fig. 3.3.17 – Encontro de paredes com bloco especial de modulação.

Este ícone é expandido em quatro opções de encontro de paredes: encontro de paredes em forma de "L", em forma de "T", em forma de "cruz" e em forma de "T" e "cruz" com utilização de um bloco estrutural especial de amarração. Estas opções são descritas a seguir.

Como descrito anteriormente, pode-se inserir blocos a partir de encontro de paredes. Definidos os blocos utilizados no projeto, a primeira opção é inserir encontro de paredes em forma de "L" que por sua vez se ramifica em dois ícones com quatro opções de modulação dos encontros de parede (Fig. 3.3.18).

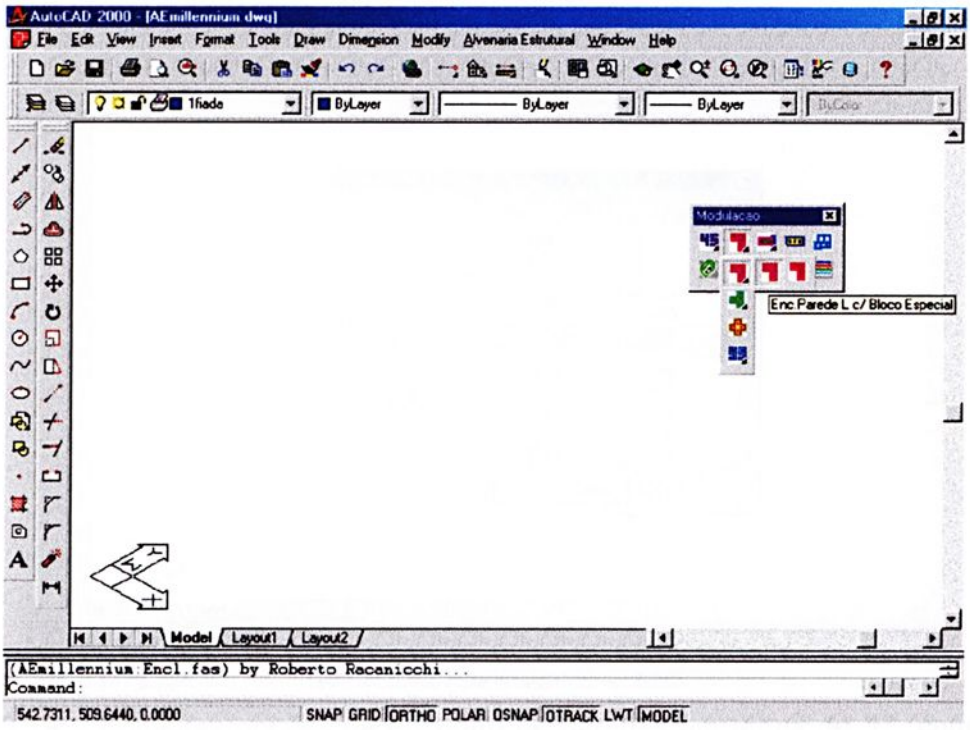



Fig. 3.3.18 – Encontro de paredes em forma de "L", com bloco especial de modulação.

Acionado o primeiro ícone em questão, aparece na tela quatro opções de encontro de paredes (Fig. 3.3.19) e acionado o segundo ícone mais quatro opções (Fig. 3.3.20). Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido.

Os círculos que aparecem nos eixos dos blocos servem como referência para modulação ter continuidade, este círculo serve com base de inserção de novas paredes, como descrito no item 3.2.3.1.

Para uma perfeita modulação os blocos inseridos não podem ser modificados. Estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.3.21).

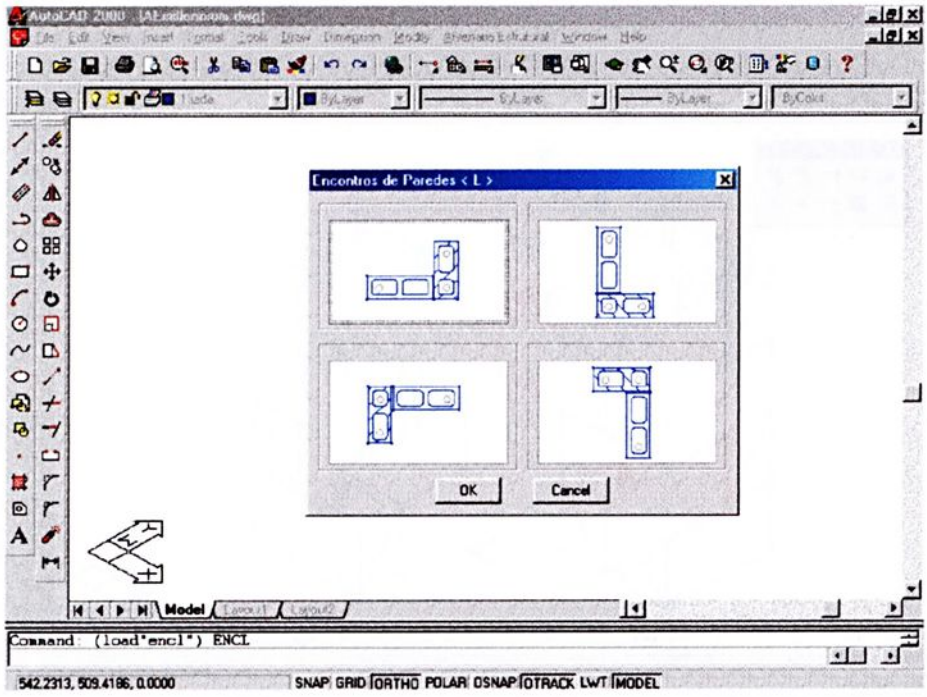



Fig. 3.3.19 – Primeiras opções de encontro de paredes em forma de "L", com bloco especial de modulação.

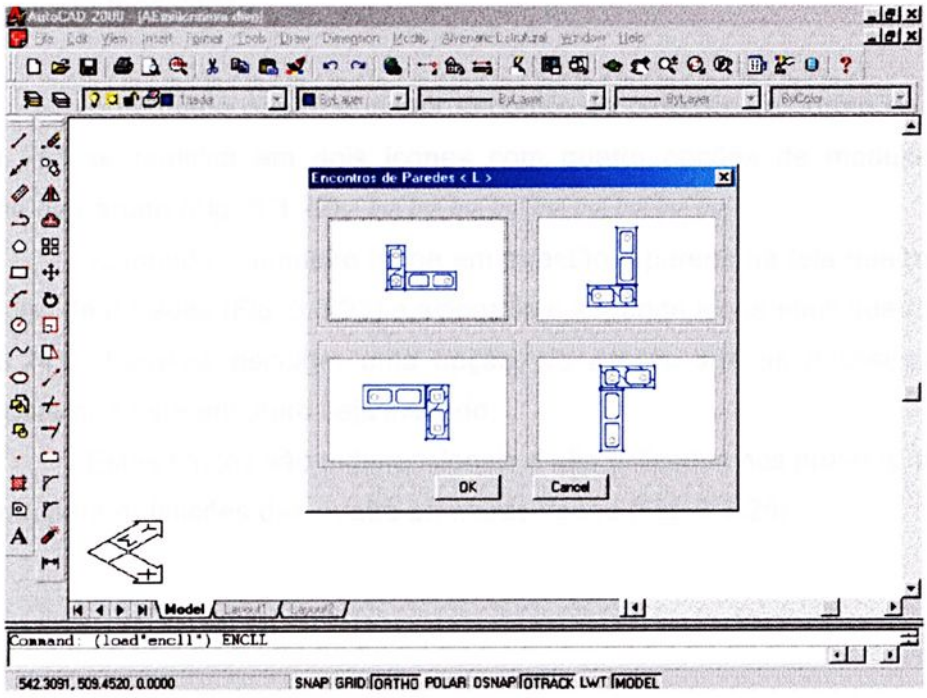



Fig. 3.3.20 – Segundas opções de encontro de paredes em forma de "L", com bloco especial de modulação.

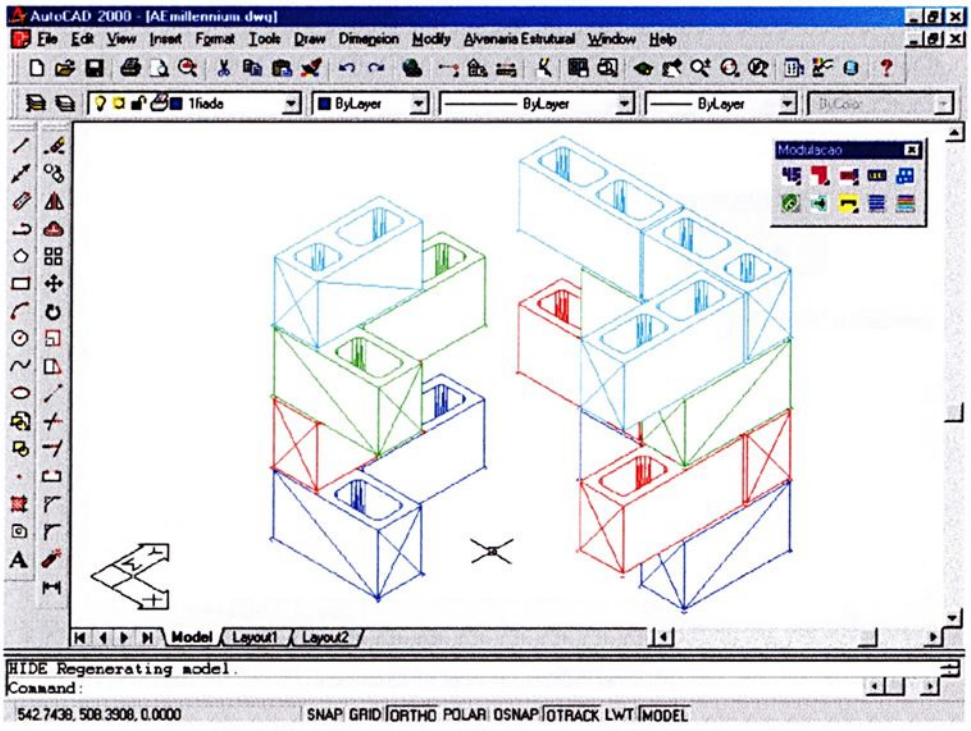



Fig. 3.3.21 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "L", com bloco especial de modulação.

A segunda opção é inserir encontro de paredes em forma de "T", que por sua vez se ramifica em dois ícones com quatro opções de modulação dos encontros de parede (Fig. 3.3.22).

Acionado o primeiro ícone em questão, aparece na tela quatro opções de encontro de paredes (Fig. 3.3.23) e acionado o segundo ícone mais quatro opções (Fig. 3.3.24). Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido.

Estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.3.25).

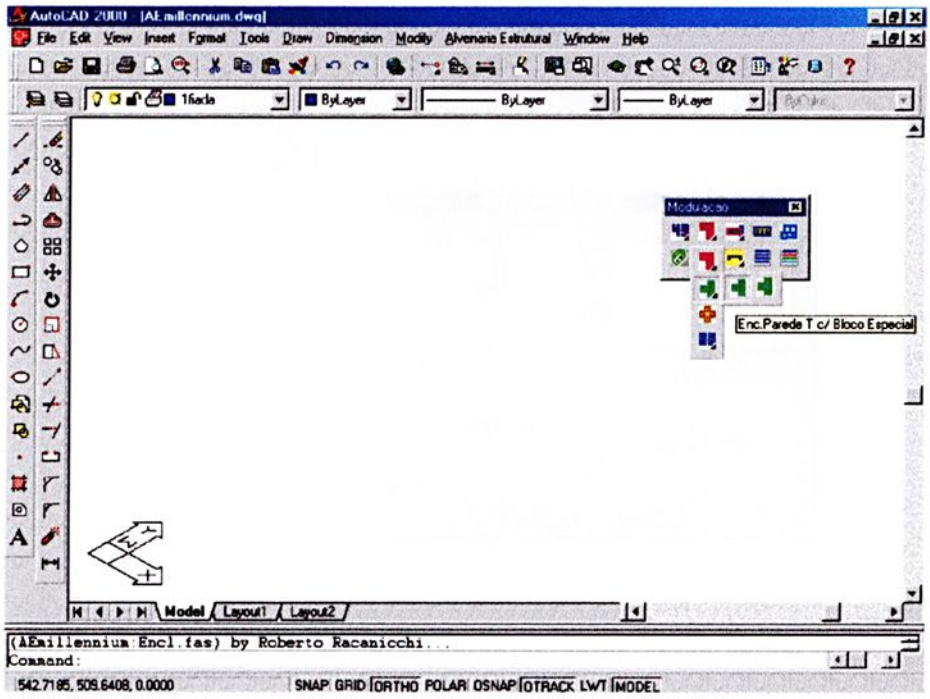



Fig. 3.3.22 – Encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação.

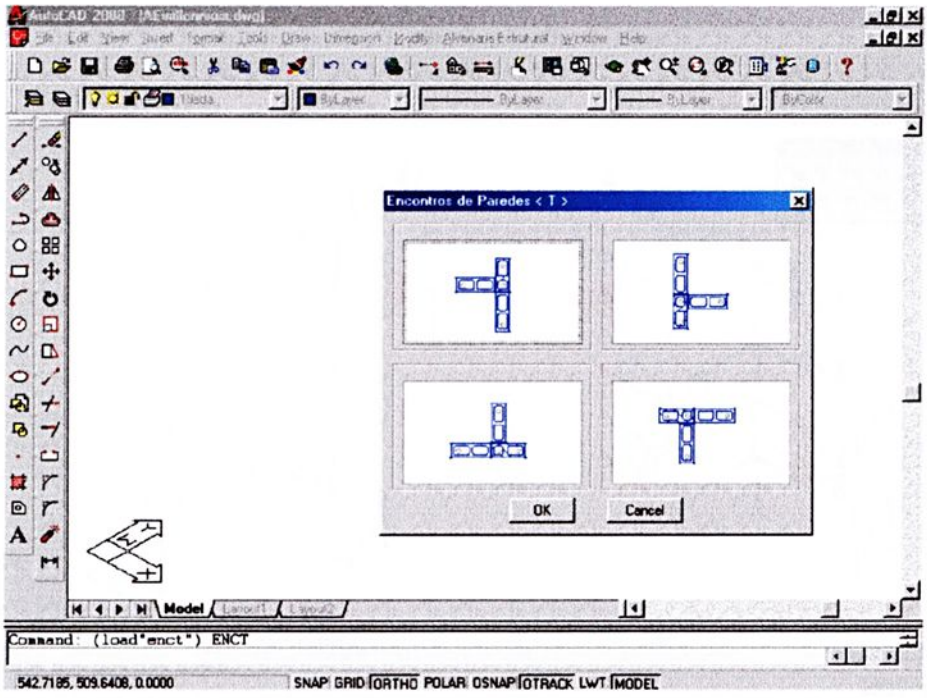



Fig. 3.3.23 – Primeiras opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação.

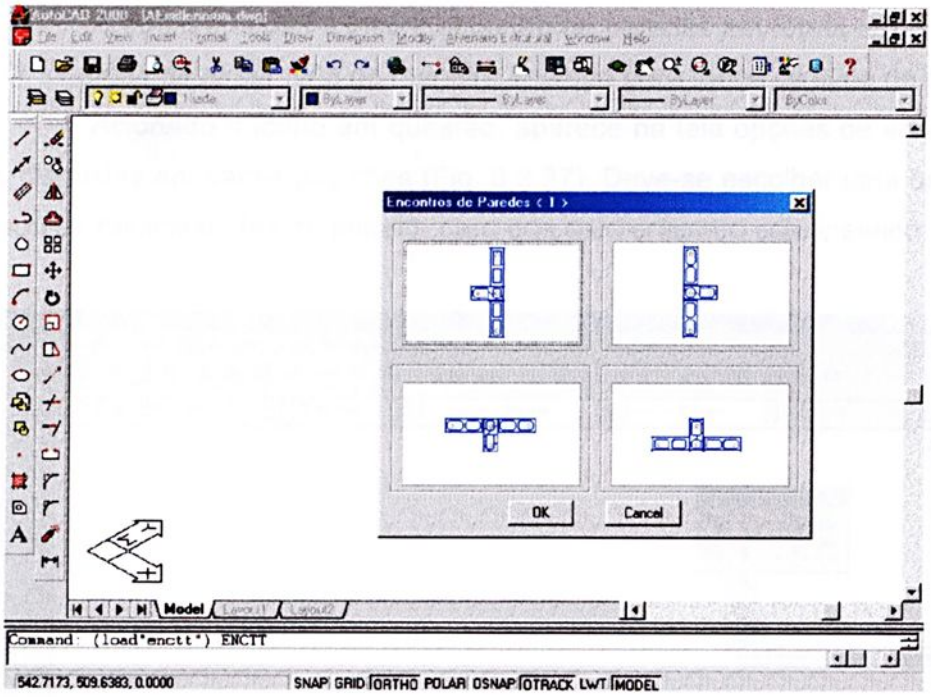



Fig. 3.3.24 – Segundas opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação.

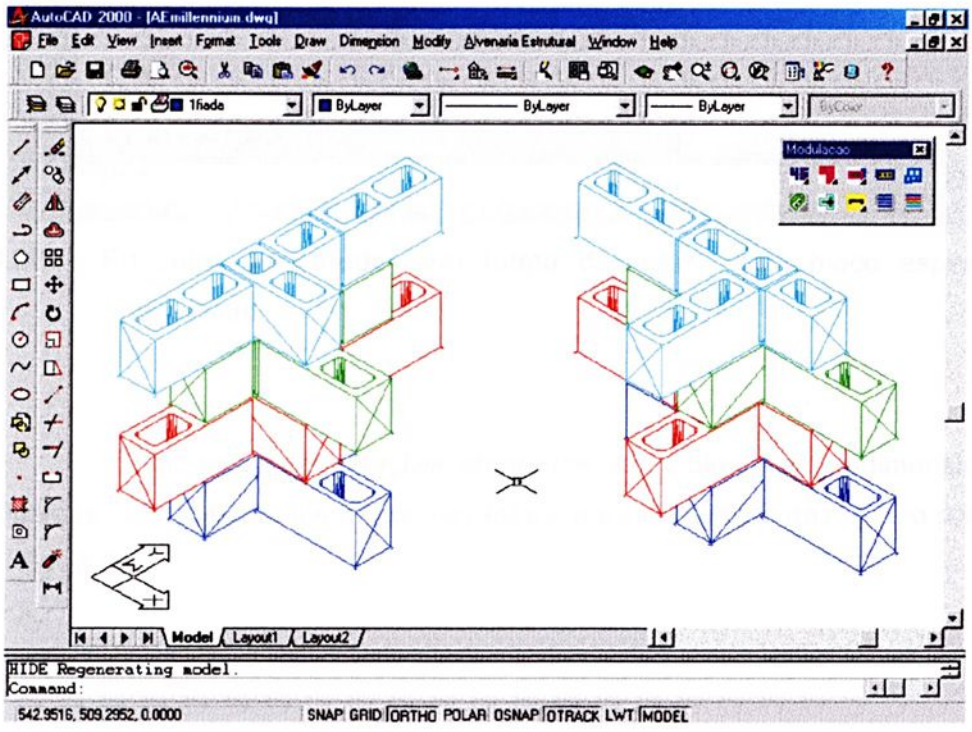



Fig. 3.3.25 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T", com bloco especial de modulação.

A terceira opção é inserir encontro de paredes em forma de "cruz" (Fig. 3.3.26). A inserção deve ser feita de maneira análoga para todos os tipos de bloco.

Acionado o ícone em questão, aparece na tela opções de encontro de paredes dispostas em várias posições (Fig. 3.3.27). Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido.

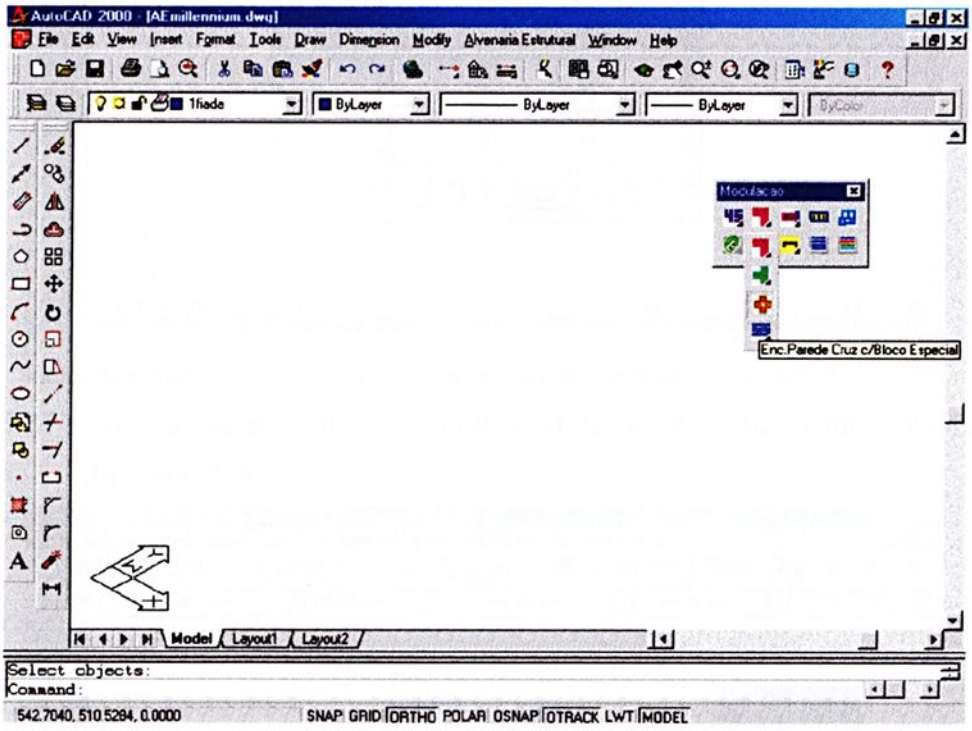



Fig. 3.26 – Encontro de paredes em forma de "cruz", com bloco especial de modulação.

Como nas apresentações anteriores, estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.28).

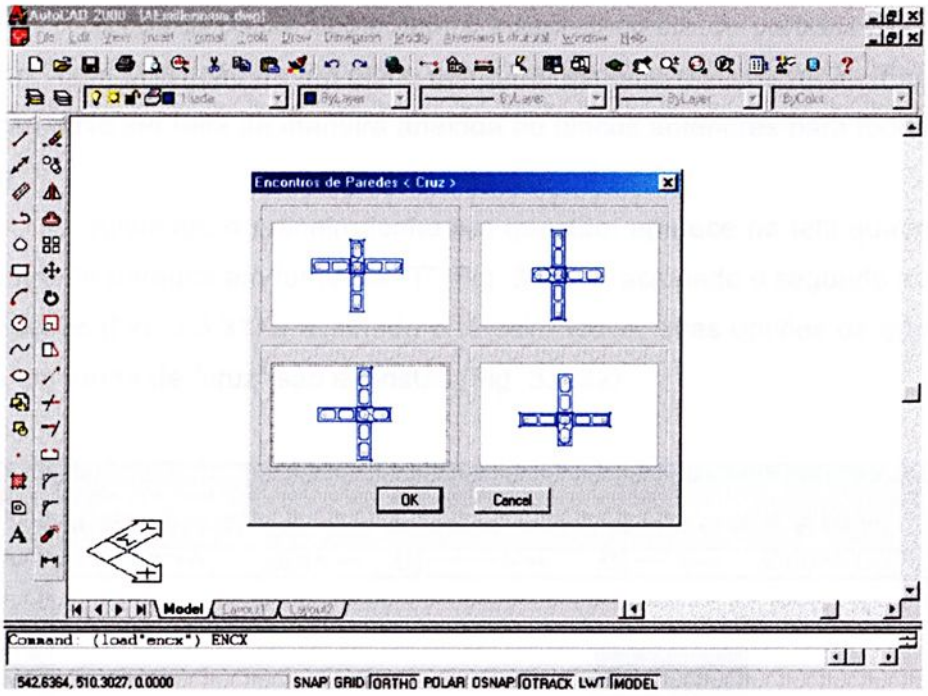



Fig. 3.3.27 – Opções de encontro de paredes em forma de "cruz", com bloco especial de modulação.

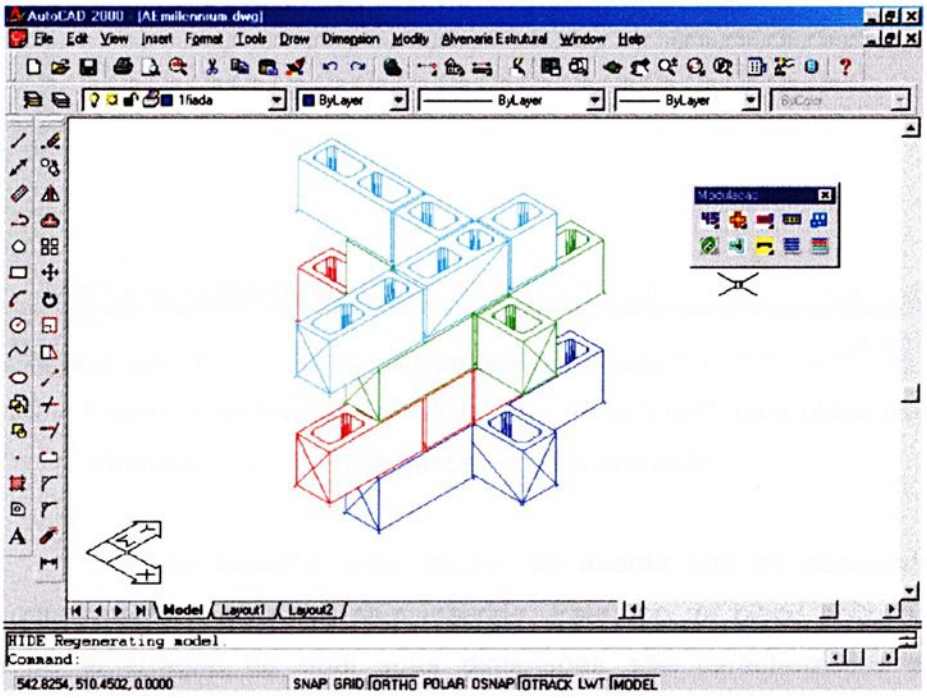



Fig. 3.3.28 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "cruz", com bloco especial de modulação.

A quarta opção deste item é inserir encontro de paredes em forma de "T" e "cruz" com utilização de um bloco estrutural especial de amarração (Fig. 3.3.29). A inserção deve ser feita de maneira análoga ao blocos anteriores para todos os tipos de bloco.

Acionado o primeiro ícone em questão, aparece na tela quatro opções de encontro de paredes em forma de "T" (Fig. 3.3.30), acionado o segundo ícone mais quatro opções (Fig. 3.3.31) e acionado o terceiro ícone, duas opções de encontro de paredes em forma de "cruz" são expostas (Fig. 3.3.32).

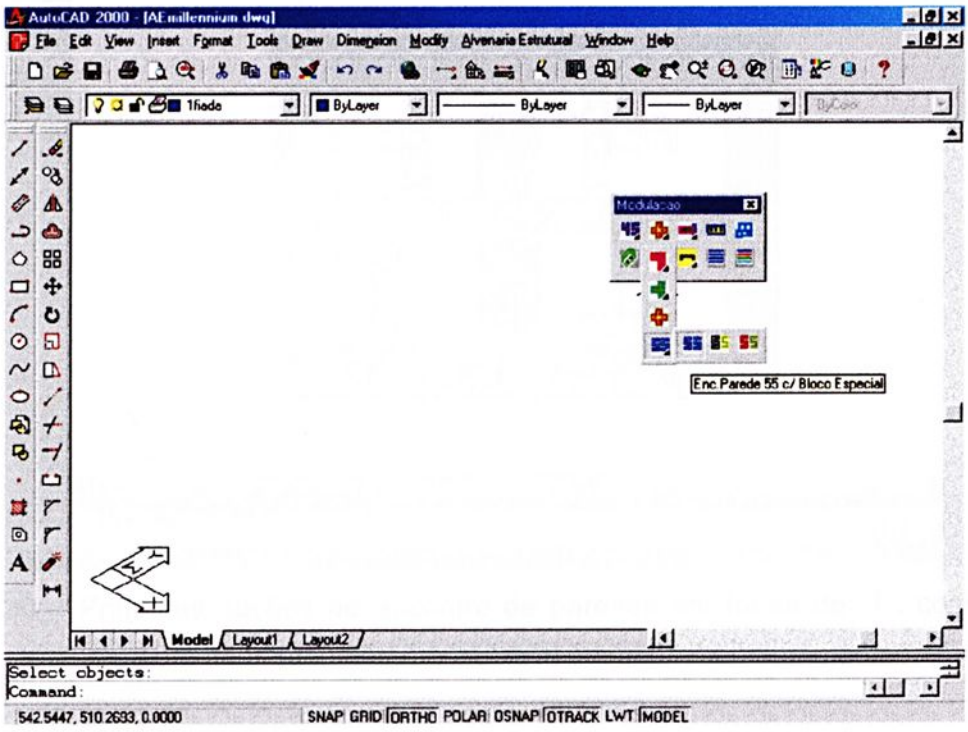



Fig. 3.3.29 – Encontro de paredes em forma de "T" e "cruz", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

Deve-se escolher uma opção, de acordo sua as necessidades do projeto, para que este encontro seja inserido. Este tipo de bloco utiliza um bloco especial de amarração no qual suas dimensões são caracterizadas pela sua disponibilidade de amarração.

Em blocos no qual a dimensão do seu comprimento não é igual ao dobro de sua largura, o complemento desta família de blocos, bloco especial de

amarração, é definido com o comprimento do bloco igual ao comprimento do bloco principal mais a largura deste mesmo bloco.

Como exemplo, se é escolhido um bloco com dimensões de (14x19x39)cm., o bloco especial de amarração terá dimensões de (14x19x54)cm. Note que as rotinas consideram valores nominais.

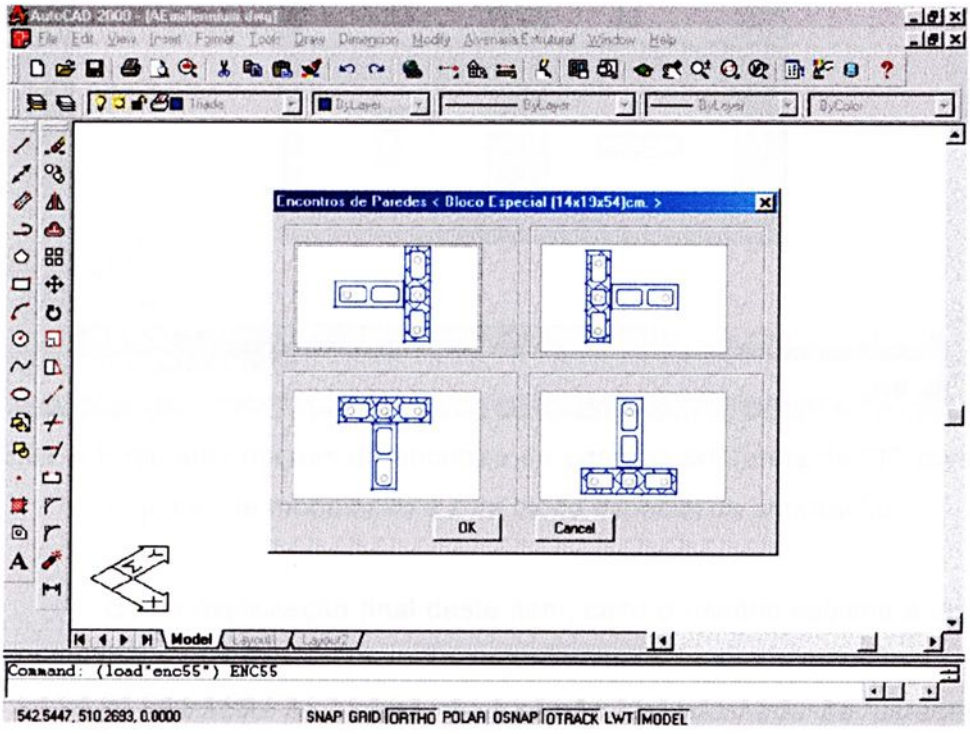



Fig. 3.3.30 – Primeiras opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

Como nas apresentações anteriores, estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas (Fig. 3.3.33).

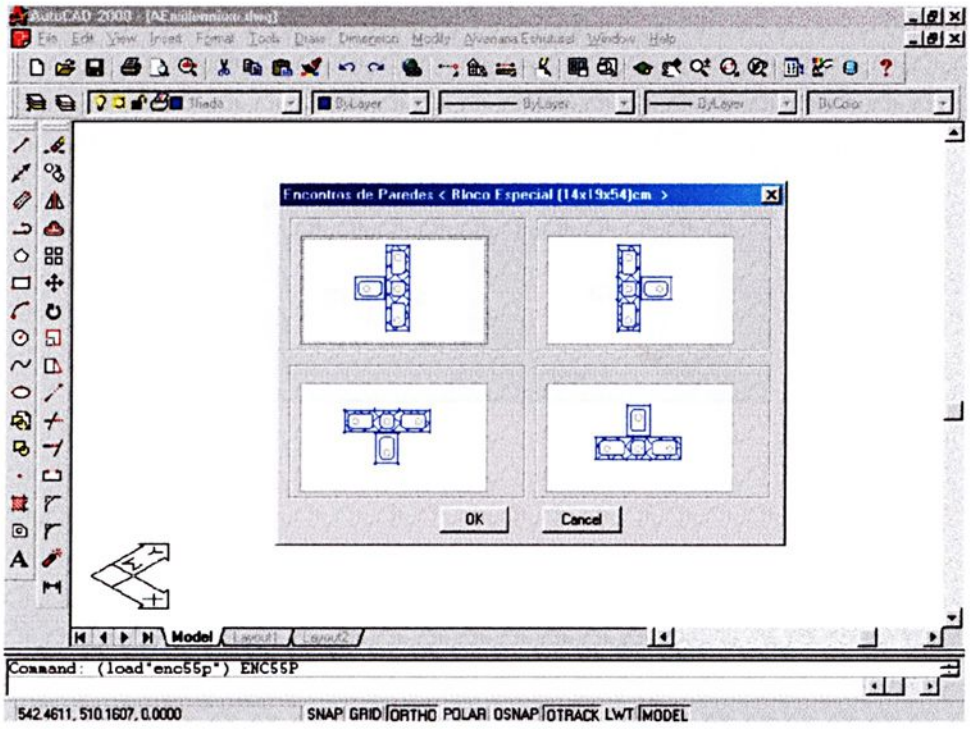



Fig. 3.3.31 – Segundas opções de encontro de paredes em forma de "T", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

Como explicitação final deste item, caso o usuário escolha a utilização de blocos múltiplos para modulação, não se pode usar o ícone em questão.

A utilização de ícones de inserção de encontros de paredes está vinculada as configurações iniciais dos blocos.

De maneira que se o usuário tentar utilizar o ícone para introdução de encontro de paredes com bloco especial de modulação e na definição dos blocos a definição consta como a utilização de blocos múltiplos de modulação, o programa trava este ícone e exibe a mensagem para não utilização deste ícone (Fig. 3.3.34).

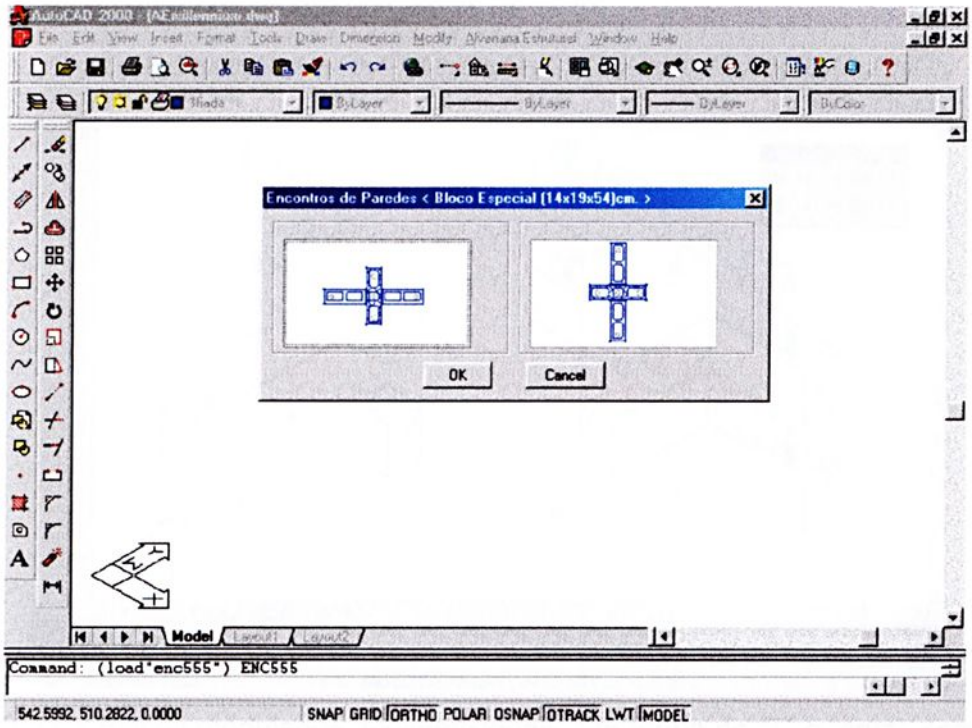



Fig. 3.3.32 – Opções de encontro de paredes em forma de "cruz", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

A combinação de travamento de ícones deve-se pelo fato de impedir que blocos com dimensões diferentes sejam utilizados em um mesmo projeto.

Pelos testes realizados com as rotinas deste programa, a melhor maneira de iniciar um projeto é introduzir alguns encontro de paredes citados anteriormente.

Para complemento da modulação pode-se também inserir blocos terminais, que são descritos a seguir. Estes blocos são utilizados no final de paredes que não possuem amarração no seu sentido perpendicular.

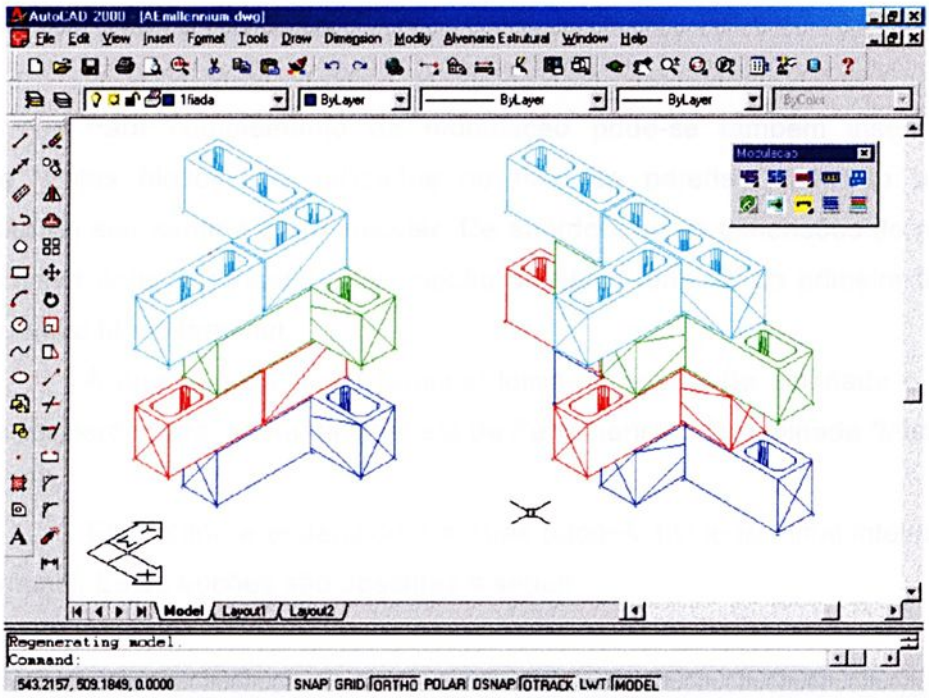



Fig. 3.3.33 – Blocos modulados, tridimensionais, em forma de "T" e "cruz", com bloco especial de modulação e com bloco especial de amarração.

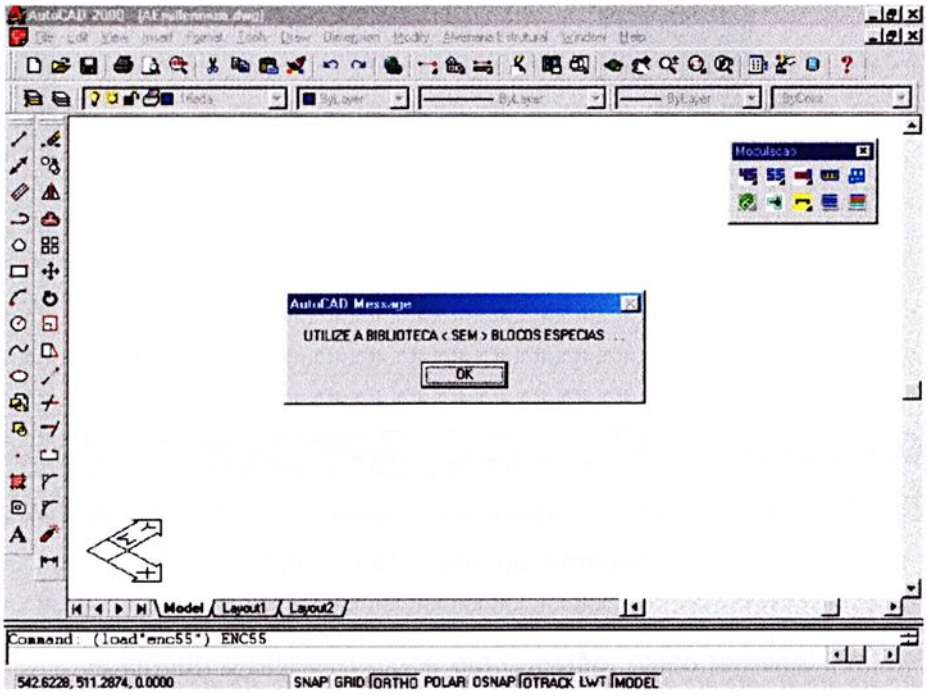



Fig. 3.3.34 – Trava para não utilização do ícone.

### 3.2.3.3. Blocos terminais

Para complemento da modulação pode-se também inserir blocos terminais. Estes blocos são utilizados no final de paredes que não possuem amarração no seu sentido perpendicular. De acordo com as dimensões do projeto o bloco terminal pode ser inserido com opção do bloco terminal da primeira fiada ser inteiro ou meio bloco terminal.

A inserção do bloco terminal inicia-se depois de acionado o terceiro ícone da esquerda para direita da "Palheta de Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.35).

Este ícone é expandido em duas opções: bloco terminal inteiro e meio bloco terminal. Estas opções são descritas a seguir.

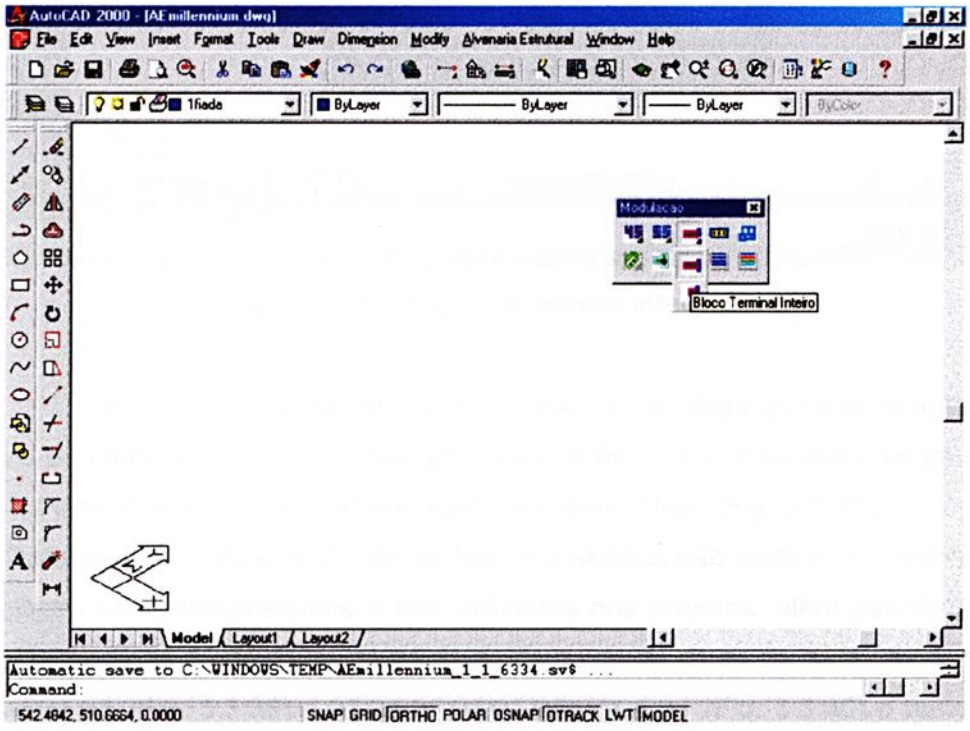



Fig. 3.3.35 – Blocos terminais.

Acionado o primeiro ícone em questão, bloco terminal inteiro, aparece na tela quatro opções de blocos terminais (Fig. 3.3.36) e acionado o segundo ícone mais quatro opções de meio blocos terminais (Fig. 3.3.37).

BCpIS - UNESP

Os retângulos que aparecem ao final de cada bloco das figuras 3.3.36 e 3.37, referem-se ao lado do bloco no qual este é terminal, adiante se pode observar melhor as definições deste item.

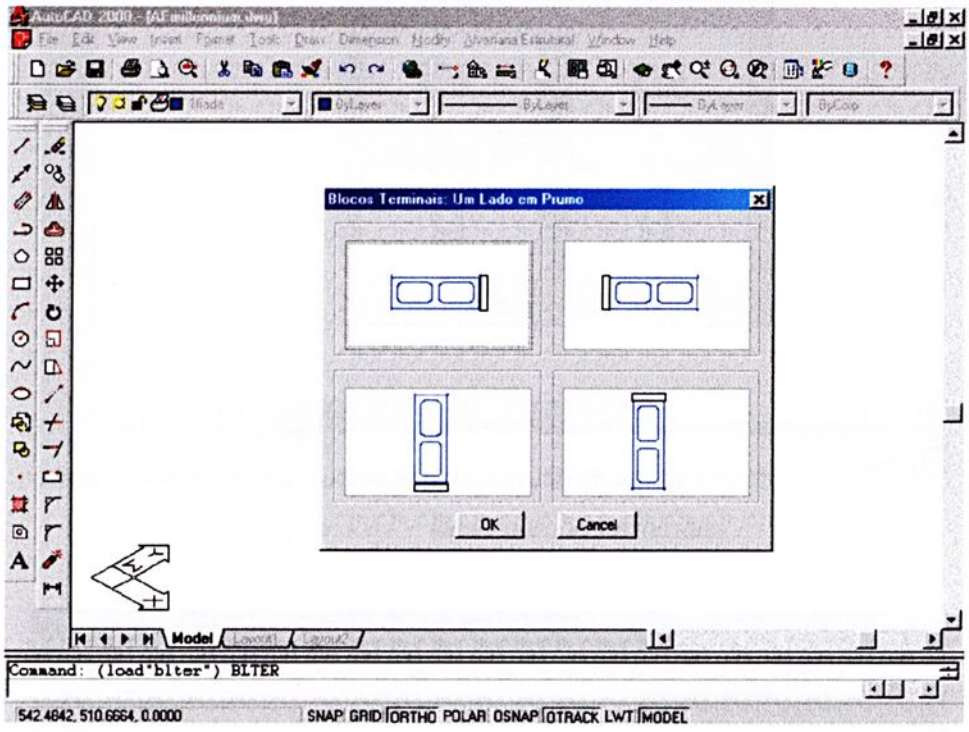



Fig. 3.3.36 – Blocos terminais inteiros.

Insere-se este tipo de bloco de maneira análoga aos blocos anteriores, apenas o ponto de inserção deve ser um ponto do último bloco inserido, neste caso a referência lateral (tipo cantoneira) em planta do último bloco (Fig. 3.3.38).

Para uma perfeita modulação os blocos inseridos não podem ser modificados. Estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das elevações, para definições das quatro primeiras fiadas. Para ilustrar estes tipos de blocos, pode-se observar na (Fig. 3.3.39) o bloco terminal interiro e na (Fig. 3.3.40) o meio bloco terminal.

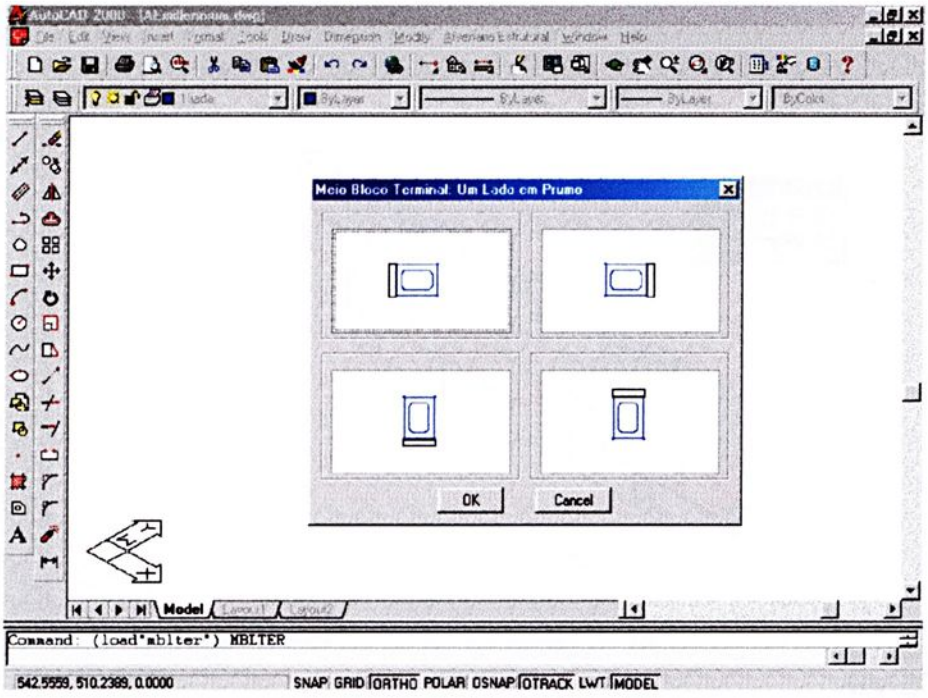



Fig. 3.3.37 – Meio blocos terminais.

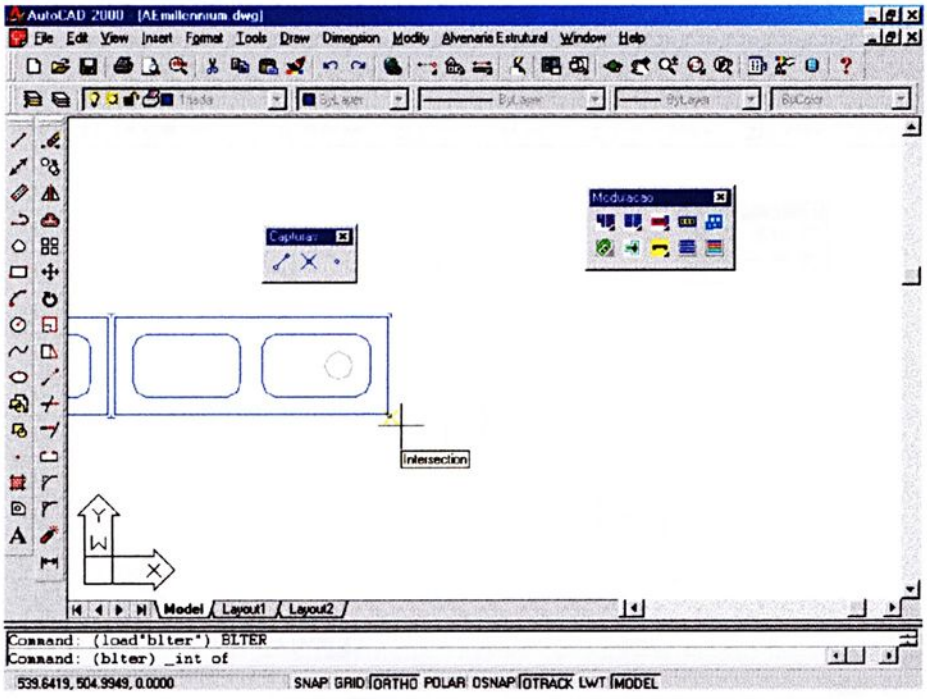



Fig. 3.3.38 – Ponto de inserção dos blocos terminais.

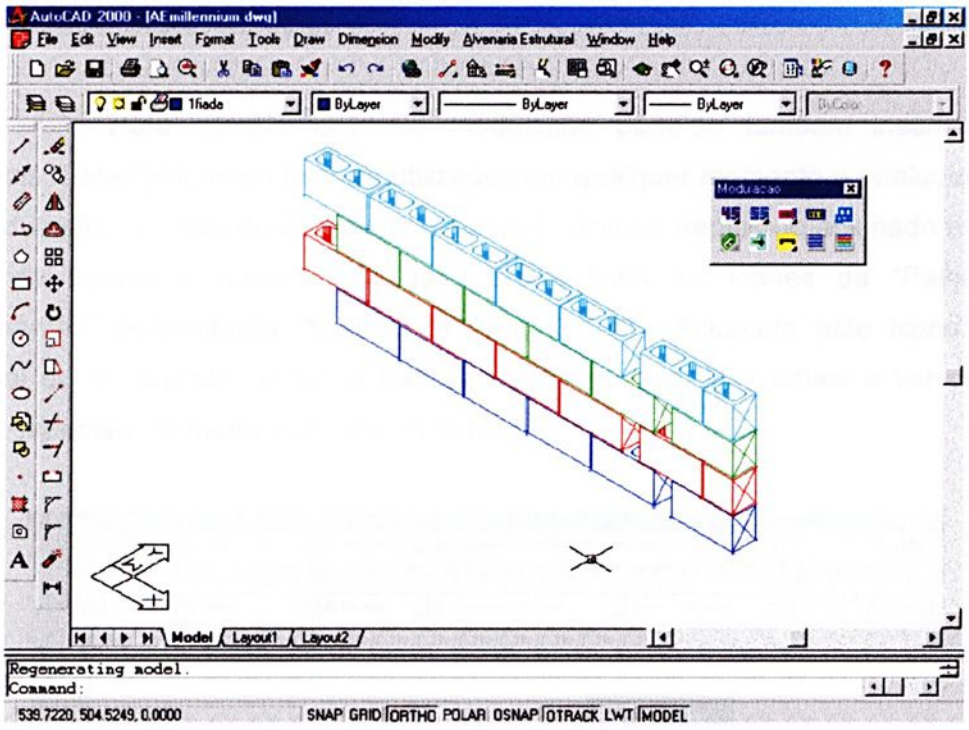



Fig. 3.3.39 – Blocos tridimensionais terminais inteiros.

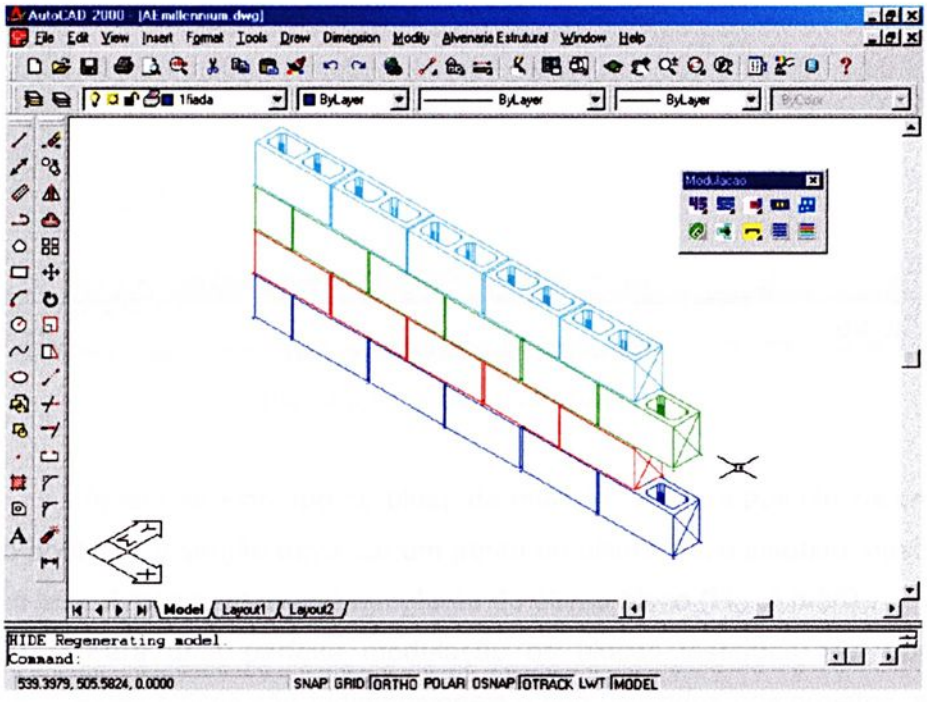



Fig. 3.3.40 – Meio blocos tridimensionais terminais.

### 3.2.3.4. Bloco especial

Para complemento da modulação pode-se também inserir blocos especiais. Estes blocos podem ser utilizados em qualquer momento e qualquer ponto da modulação. A inserção de blocos especiais inicia-se depois de acionado o quarto ícone da esquerda para direita da primeira linha de ícones da "Palheta de Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.41). Acionado este ícone, bloco especial de modulação, aparece na tela quatro opções, horizontais e verticais, de blocos especiais de modulação (Fig. 3.3.42).

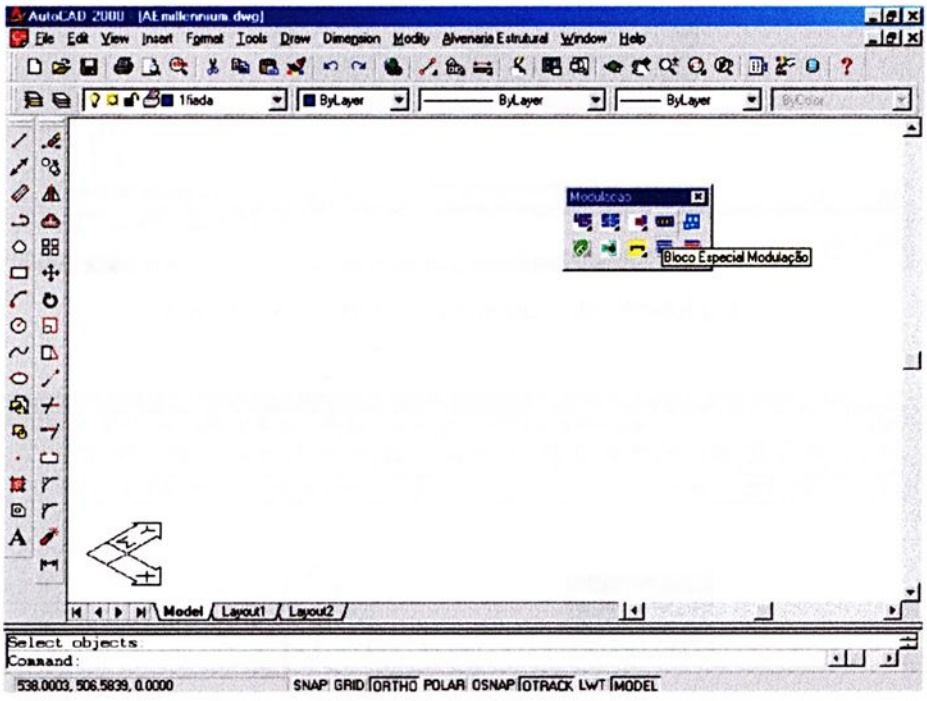



Fig. 3.3.41 – Blocos Especiais.

Insere-se este tipo de bloco de maneira análoga aos blocos anteriores, apenas o ponto de inserção deve ser um ponto do último bloco inserido, neste caso a referência lateral (tipo cantoneira) em planta do último bloco (Fig. 3.3.38).

Para uma perfeita modulação os blocos inseridos não podem ser modificados. Estes blocos são tridimensionais e são utilizados nos projetos, além das

elevações, para definições das quatro primeiras fiadas. Para ilustrar estes tipos de blocos, pode-se observar na (Fig. 3.3.43) o bloco especial de modulação.

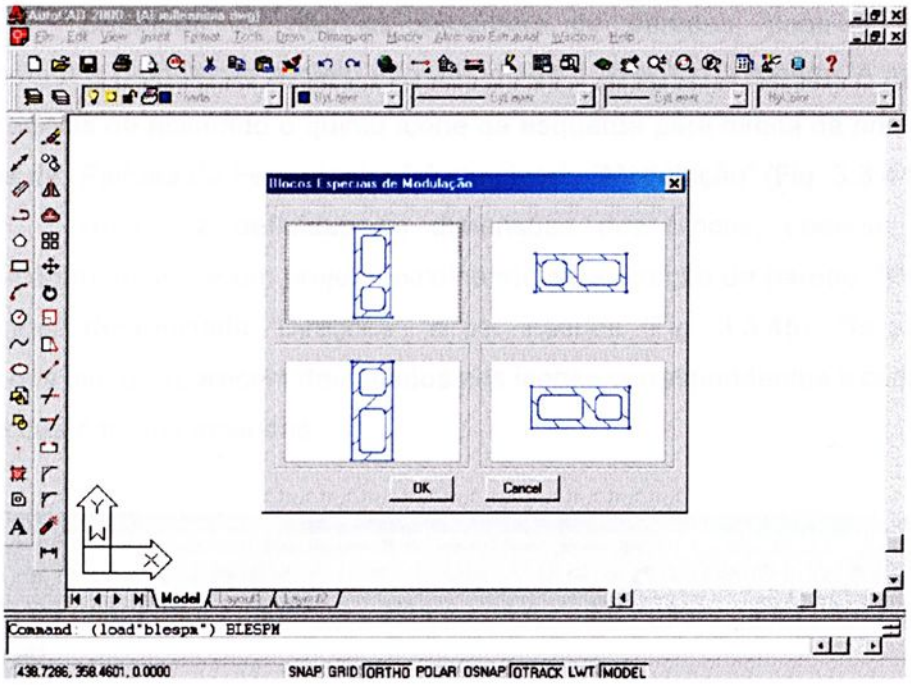



Fig. 3.3.42 – Blocos especiais de modulação.

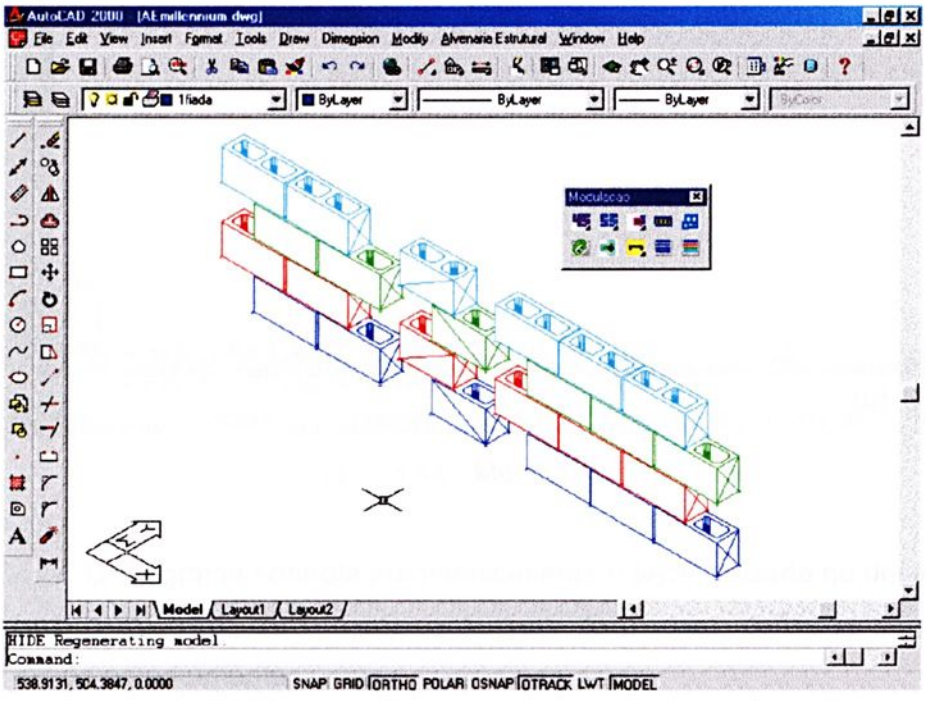



Fig. 3.3.43 – Blocos especiais tridimensionais.

### 3.2.3.5. Modulação

Definidos ou não os encontros de paredes, pode-se iniciar ou complementar a modulação projeto escolhendo-se a direção da parede. A modulação inicia-se depois de acionado o quinto ícone da esquerda para direita da primeira linha de ícones da "Palheta de Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.44).

Uma vez definidas as dimensões dos blocos, pode-se iniciar a coordenação modular de um projeto escolhendo-se a direção da parede, "Palheta de Ferramentas" denominada "Direções", a ser inserida (Fig. 3.3.45). Os pontos de inserção dos blocos aparecem destacados nos ícones correspondentes a cada direção e sentido das paredes inseridas.

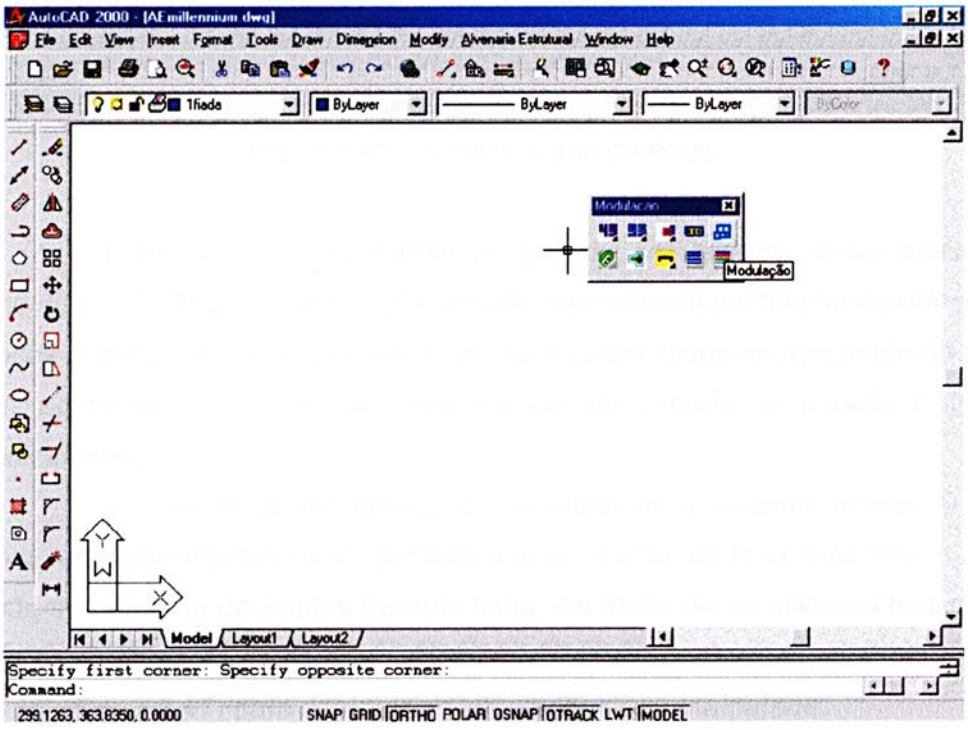



Fig. 3.3.44 - Modulação.

O programa controla automaticamente o *layer* utilizado no desenho dos blocos de cada fiada, de acordo com o número da mesma, definidas na caixa de diálogos citada anteriormente.

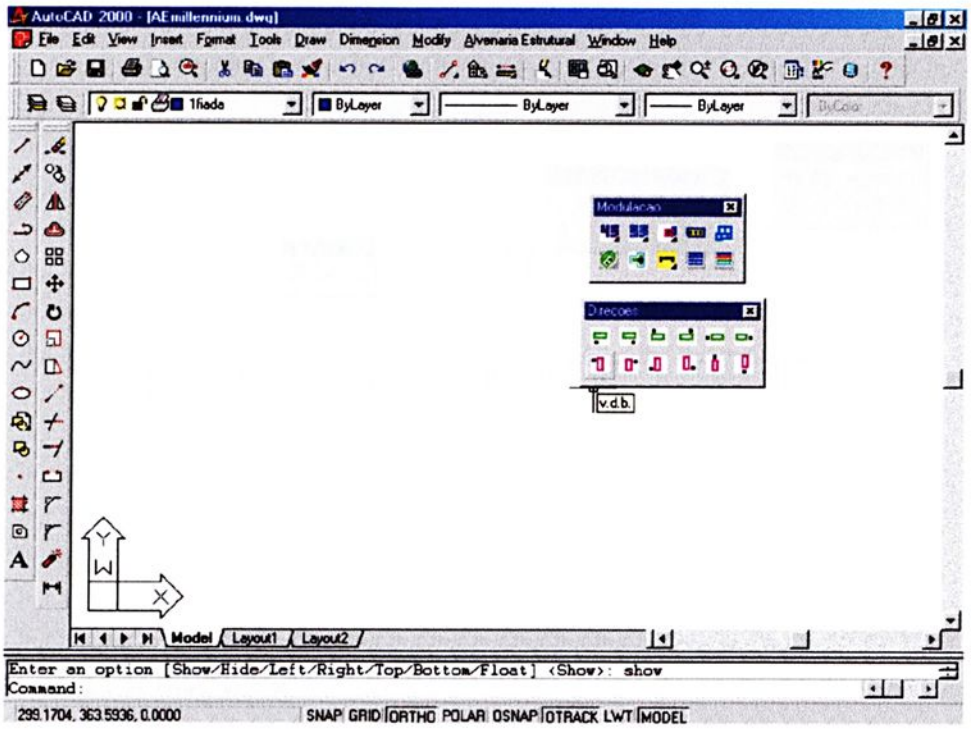



Fig. 3.3.45 – Direções das paredes.

Fornecido o comprimento da parede, via teclado, a ser inserida no desenho (Fig. 3.3.46), pode-se modular a fiada especificada em função das dimensões dos blocos e comprimento da parede. Com apenas um clique em um ponto da tela ou em um ponto de referência de uma parede desenhada, a parede é inserida automaticamente.

Se no desenvolvimento da modulação o usuário utilizar a opção "Adequar o projeto arquitetônico", descrito anteriormente, pode-se inserir uma parede utilizando-se capturas de pontos de uma linha. Ao invés de se utilizar o teclado para informar o comprimento da parede, utiliza-se a "Palheta de Ferramentas" denominada "Capturas" (Fig. 3.3.47) para capturar as interseções de uma parede.

Algumas "famílias de blocos" necessitam de blocos especiais para desenvolver a modulação, de maneira que se na dimensão das paredes haja necessidade, o programa verifica este problema e insere blocos especiais quando necessário. As dimensões dos blocos especiais devem ser selecionadas na caixa de diálogos "Definição dos Blocos", descrita anteriormente.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

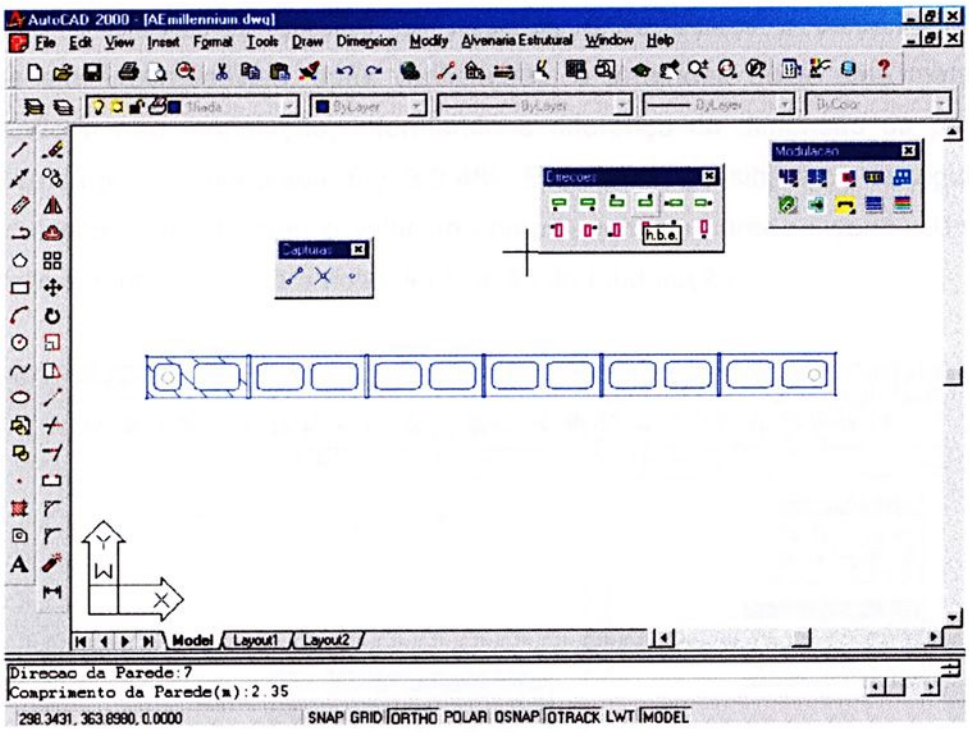



Fig. 3.3.46 – Inserção de parede, via teclado.

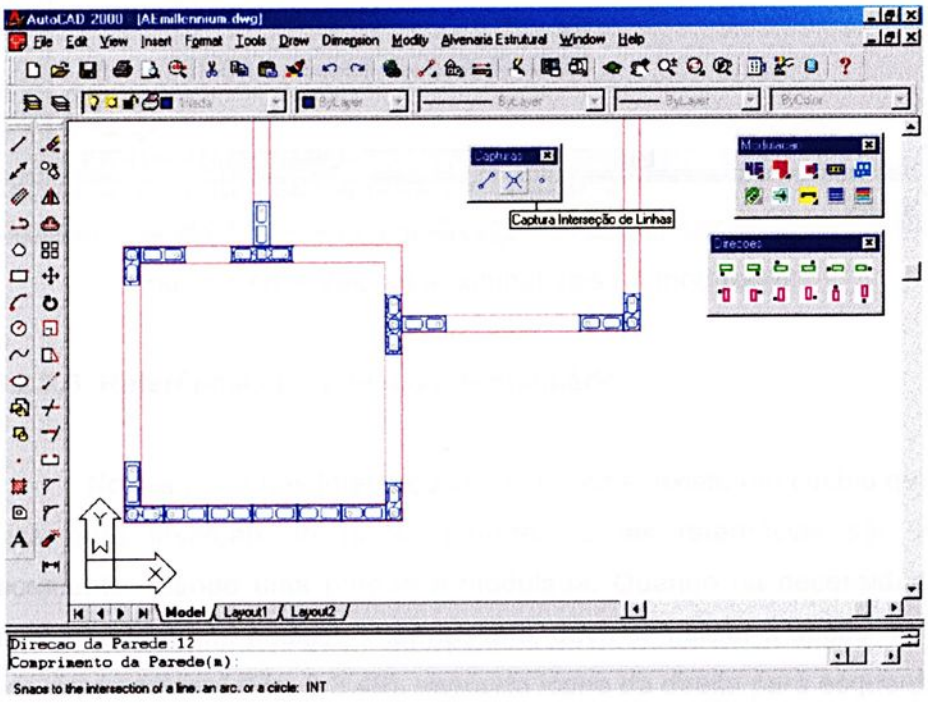



Fig. 3.3.47 – Inserção de parede, por capturas.

Entretanto, quando as relações entre blocos e comprimentos de paredes são incompatíveis, após verificações, o programa exibe uma mensagem informando a não modulação, informando a diferença da dimensão da parede e dimensão da parede modulada (Fig. 3.3.48) . Este fato impossibilita o prosseguimento da modulação completa com o valor do comprimento da parede inserida. Um novo valor deve ser informado para nova verificação da modulação.

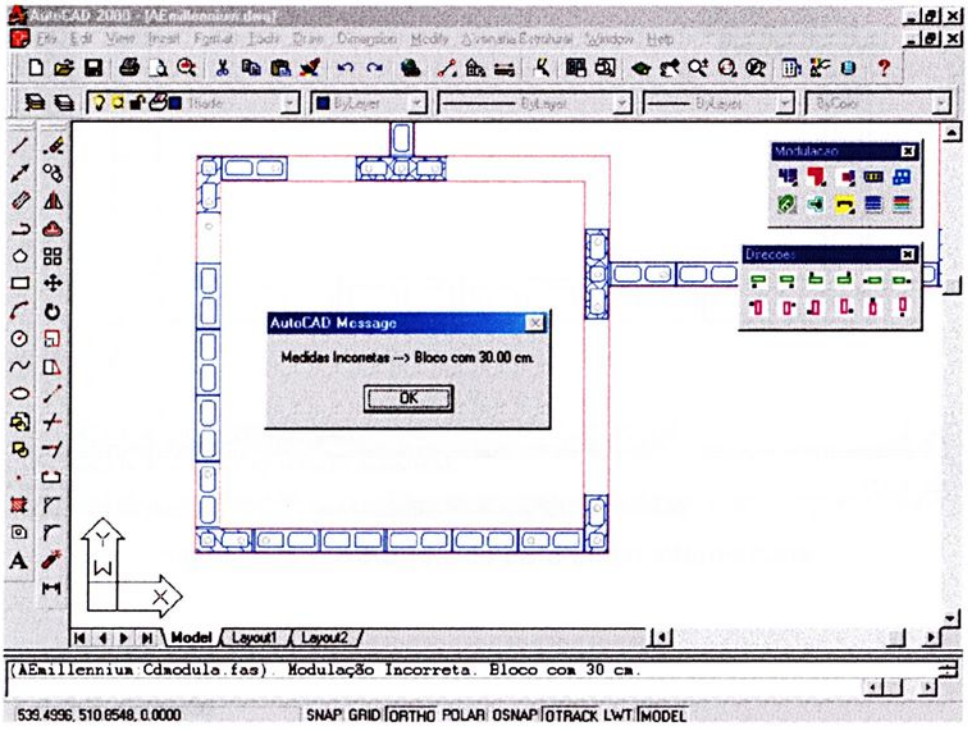



Fig. 3.3.48 – Valores incompatíveis na modulação.

### 3.2.3.6. Referências para bloco intermediário

Nota-se que nas interseções das paredes existe um círculo que mostra referências para inserção de novas paredes. Estas referências são inseridas automaticamente quando uma parede é modulada. Quando há necessidade de se inserir uma parede numa posição intermediária, deve-se utilizar a opção "Referência para bloco intermediário" (Fig. 3.3.49), segundo ícone da direita para esquerda. Basta selecionar um bloco, que estas referências serão inseridas automaticamente. Esta

ferramenta pode ser utilizada a qualquer momento pelo usuário em qualquer tipo de bloco.

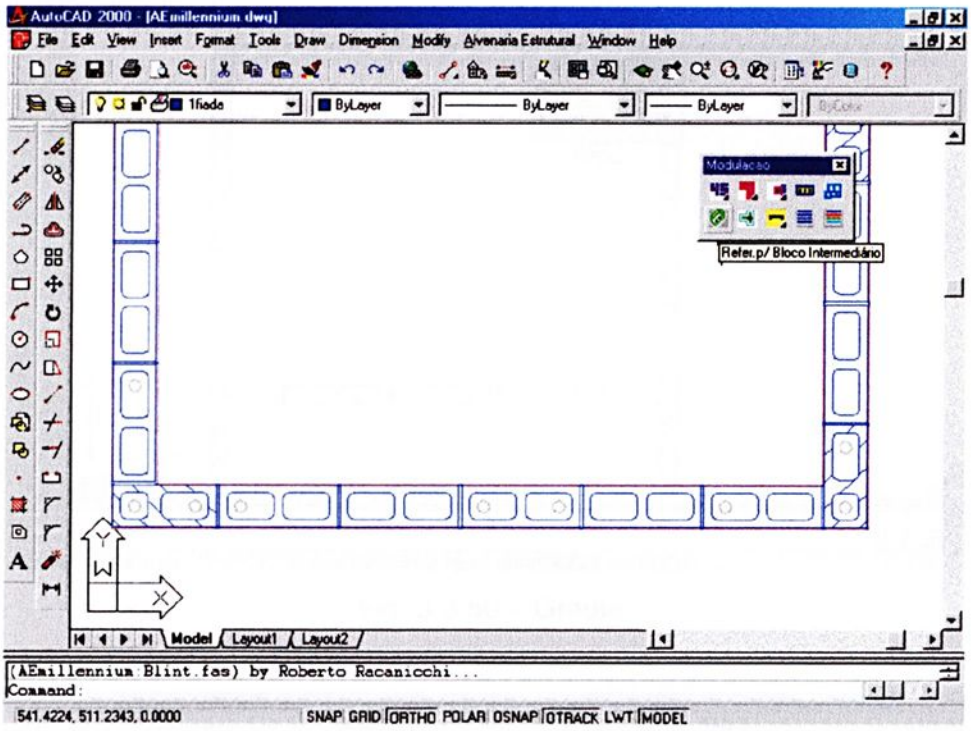



Fig. 3.3.49 – Referências para bloco intermediário.

### 3.2.3.7. Graute

O programa permite inserir em planta representações de graute. Quando há necessidade de se inserir graute, em um ou mais encontro de paredes, deve-se utilizar a opção "Graute" (Fig. 3.3.50), segundo ícone da esquerda para direita da segunda linha de ícones. Basta selecionar a região vazia dos blocos necessários (Fig. 3.3.51), um por vez. O quantitativo é armazenado para futuras exposições de dados e resultados do programa, deve-se lembrar que algumas definições do graute são definidas no item "Definição dos blocos e dados sobre grautes e grampos" (Fig. 3.2.12).

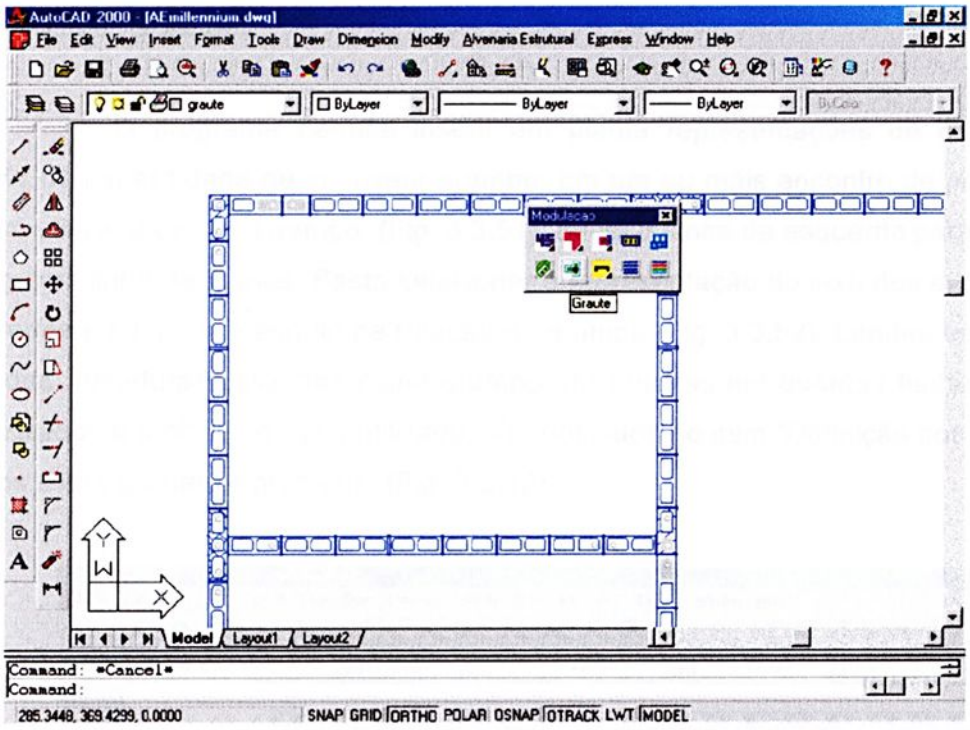



Fig. 3.3.50 – Graute.

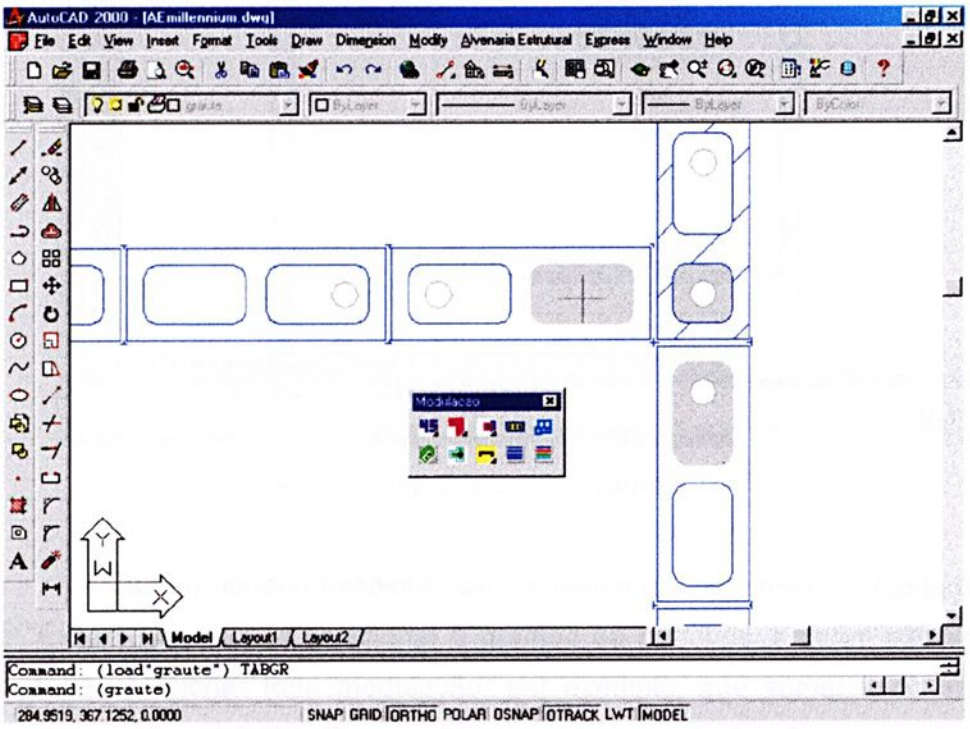



Fig. 3.3.51 – Representação do graute.

### 3.2.3.8. Grampo

O programa permite inserir em planta representações de grampos. Quando há necessidade de se inserir grampo, em um ou mais encontro de paredes, deve-se utilizar a opção "Grampo" (Fig. 3.3.51), terceiro ícone da esquerda para direita da segunda linha de ícones. Basta selecionar a representação do eixo dos encontros de paredes e informar o ângulo de rotação do grampo (Fig. 3.3.52). Lembre-se que a bitola das armaduras utilizadas como grampo, de quantas em quantas fiadas estes são utilizados e a classe do aço utilizado, são definidos no item "Definição dos blocos e dados sobre grautes e grampos" (Fig. 3.2.12).

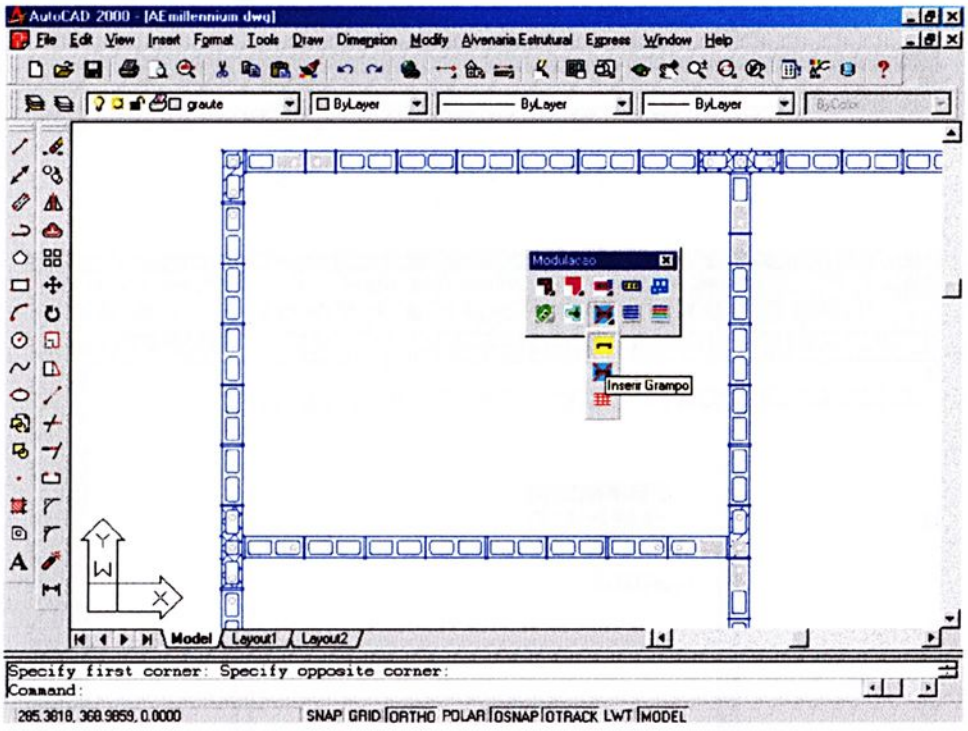



Fig. 3.3.51 – Grampos.

Caso o usuário necessite excluir algum grampo inserido, basta acionar o ícone "Excluir Grampo", e selecionar o grampo ou grampos a serem excluídos. O usuário pode selecionar toda modulação, por exemplo, que somente os grampos serão excluídos (Fig. 3.3.53). Os grampos inseridos em planta são apresentados na (Fig. 3.3.54).

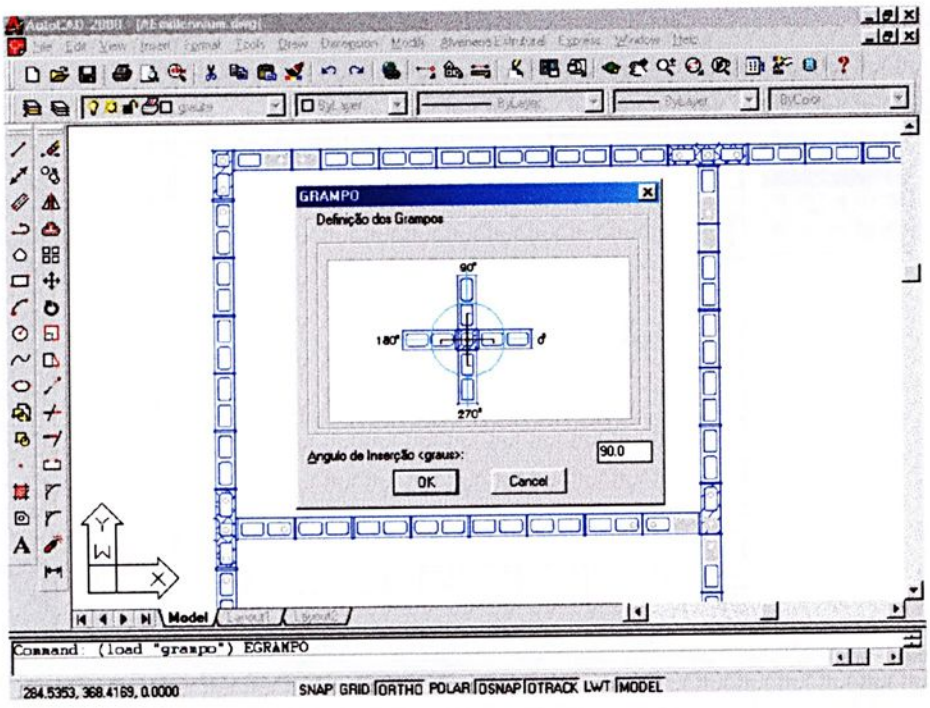



Fig. 3.3.52 – Rotação dos grampos.

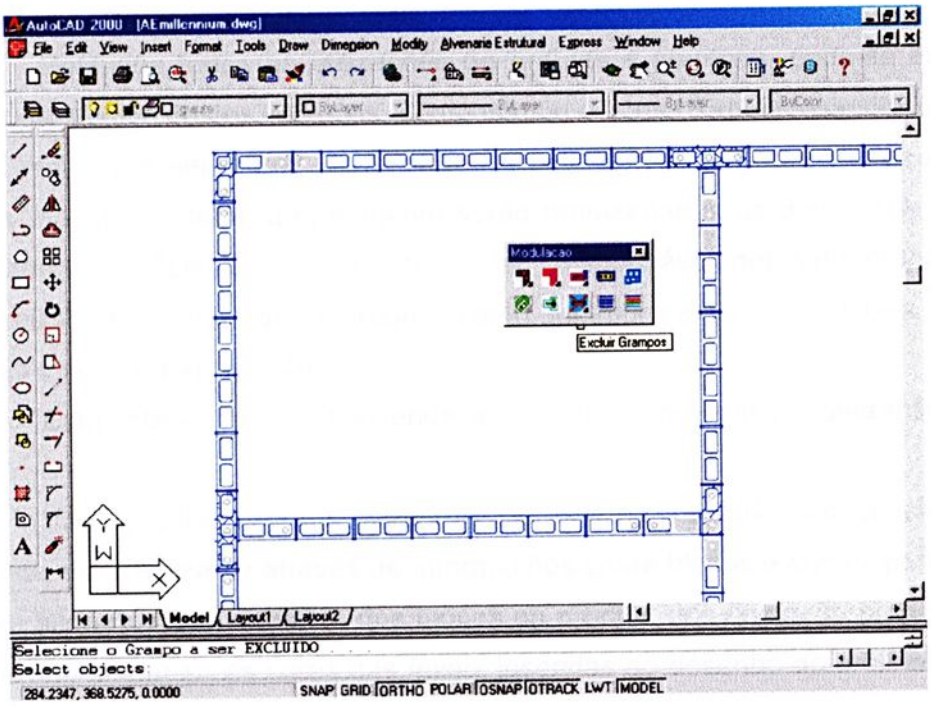



Fig. 3.3.53 – Excluir grampos.

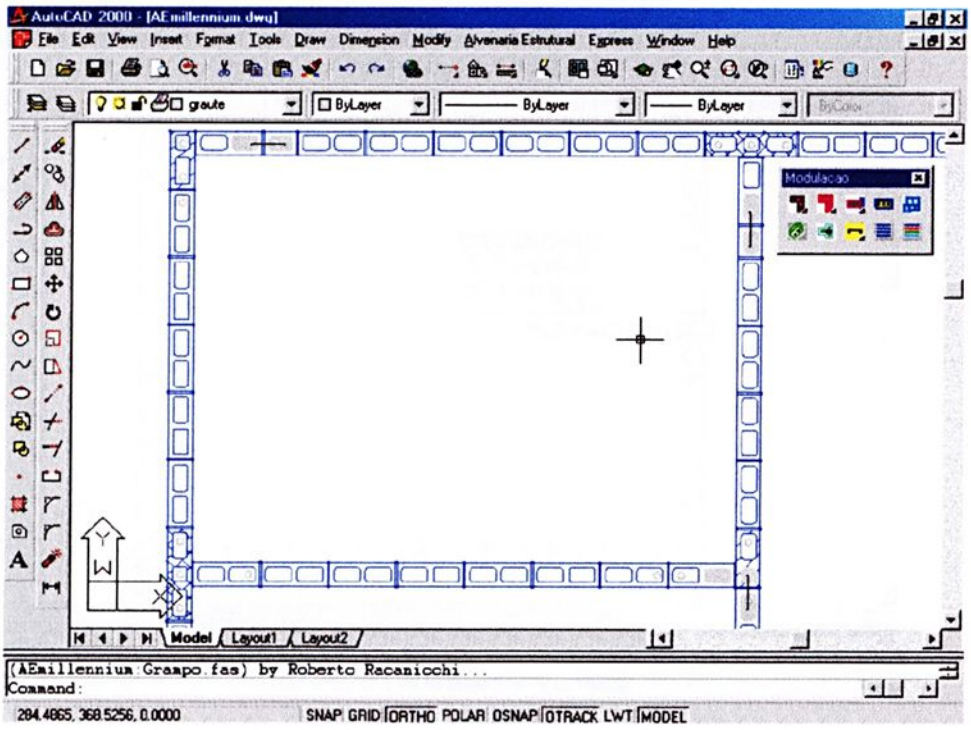



Fig. 3.3.54 – Grampos inseridos em planta.

Definidos todos as utilizações de grautes e grampos, pode-se inserir uma tabela quantitativa destes materiais. Basta marcar o ícone "Tabela Quantitativa de Grautes e Grampos" e selecionar todos os grampos inseridos (Fig. 3.3.55), pode-se selecionar a modulação toda, que somente serão armazenados os dados sobre os grautes e grampos. Selecionados a rotina *LISP* responsável por esta etapa do programa, solicita ao usuário que marque o canto superior esquerdo da tabela para que esta seja inserida (Fig. 3.3.56).

Esta tabela pode ser inserida a qualquer momento da utilização do programa.

Vale ressaltar que o armazenamento de dados, através das rotinas que tratam do assunto, realiza-se através de informações sobre blocos e *layers*, portanto não se deve alterar as propriedades dos blocos ou o nome dos *layers* do programa. Pode-se, porém, alterar-se as cores das *layers* inseridas no desenho do projeto a se desenvolver.

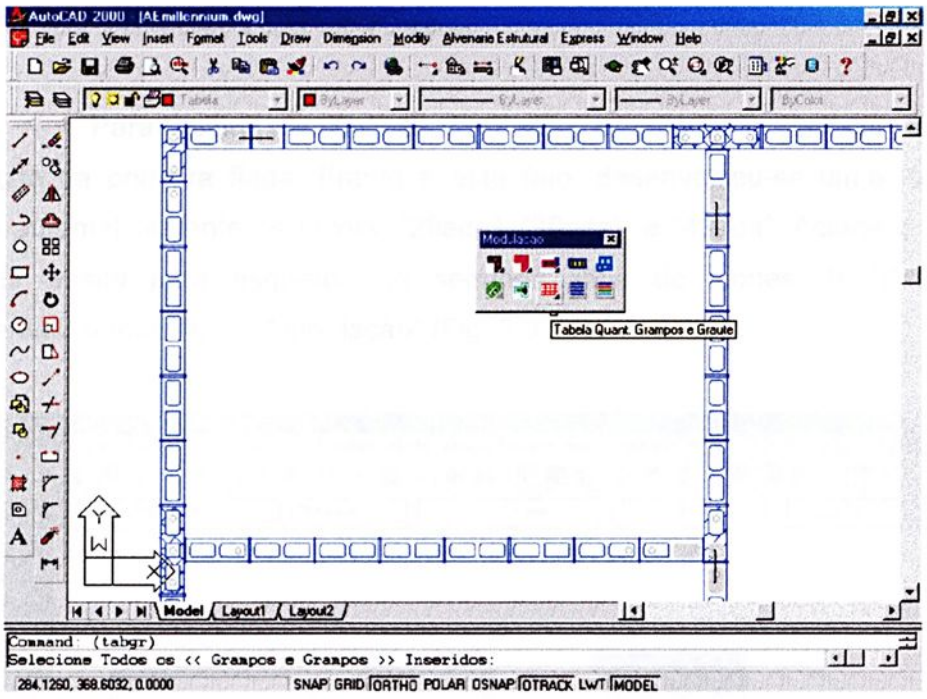



Fig. 5.5.55 – Tabela quantitativa de graútes e grampos.

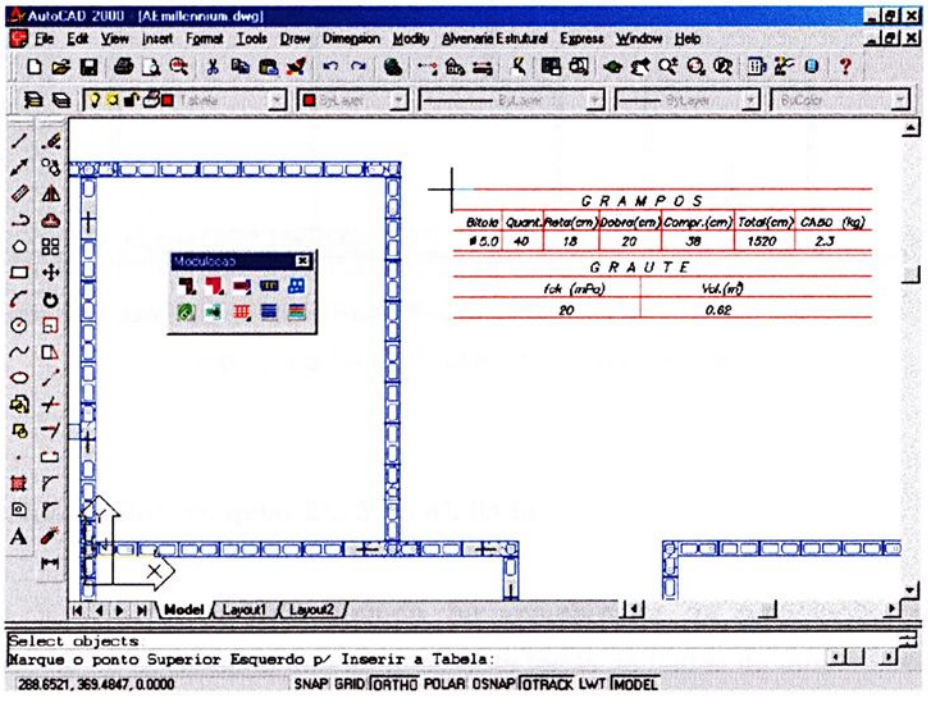



Fig. 5.5.56 – Tabela quantitativa de graútes e grampos, inserida em planta.

### 3.2.3.9. Congelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada

Para melhor visualização do projeto, é necessário visualizar apenas a modulação da primeira fiada. Frente a este fato, desenvolveu-se um,a rotina que congela automaticamente os *layers* "2fiada", "3fiada" e "4fiada". Acione o segundo ícone da direita para esquerda da segunda linha de ícones da "Palheta de Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.57).

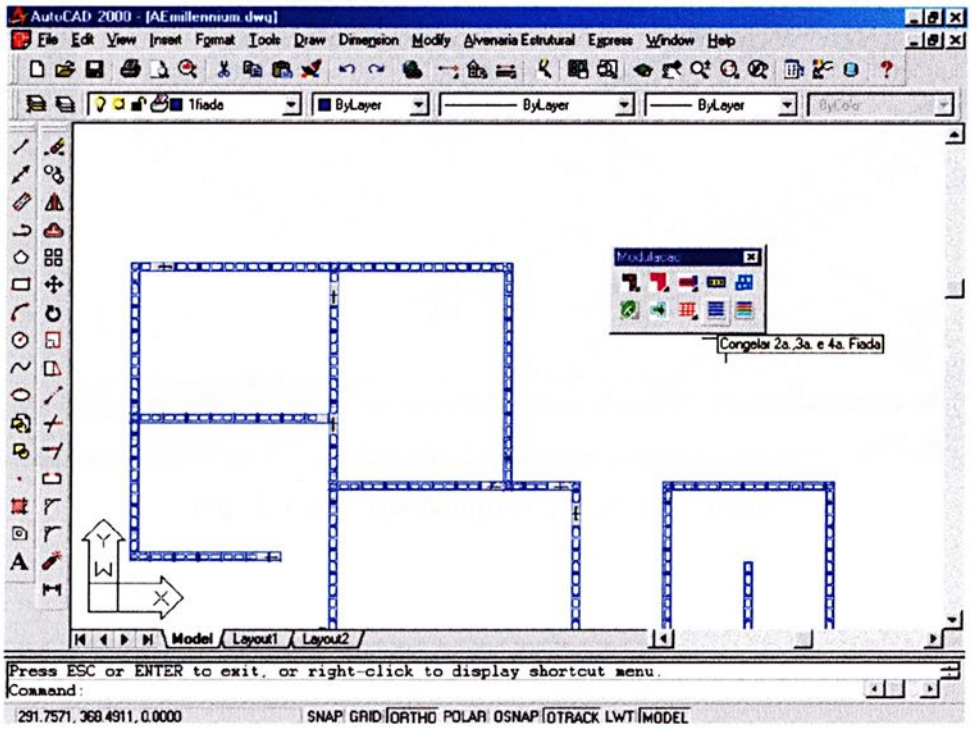



Fig. 3.3.57 – Congelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada.

### 3.2.3.10. Descongelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada

Por outro lado quando na visualização da modulação, em vista tridimensional, é necessário que se apresente todas as fiadas de uma só vez. Assim, desenvolveu-se um ícone que descongela todas as fiadas congeladas, aciona-se o primeiro ícone da direita para esquerda da segunda linha de ícones da "Palheta de

Ferramentas" denominada "Modulação" (Fig. 3.3.58) que as fiadas serão descongeladas.

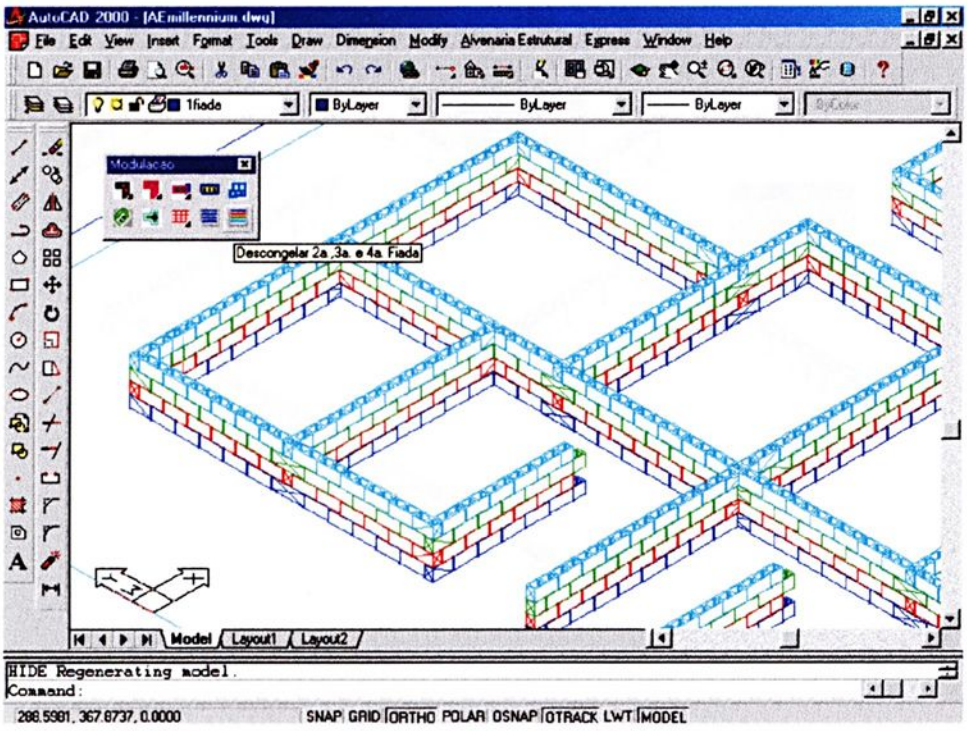



Fig. 3.3.58 – Descongelar 2ª., 3ª. e 4ª. fiada.

### 3.2.4. Configurações e distribuição das ações

Depois de concluída a etapa da coordenação modular do projeto, o próximo passo constitui em definir os esquemas de cálculo do edifício de alvenaria estrutural. As definições dos elementos estruturais e ações gerais de projetos iniciam-se neste item. A utilização desta rotina tem início com um clique na barra de menu superior denominado "Alvenaria Estrutural", seguido da opção "Verificações" (Fig. 3.4.1).

Logo, com um clique nesta opção, o programa será executado automaticamente criando-se uma "Palheta de Ferramentas" denominada "Verificações" (Fig. 3.4.1), com opções de inserir diagrama unifilar, definir esquema de cálculo das paredes (posição e numeração das paredes resistentes), inserir esquema

de vertical, definir ações dos projetos, definir lajes pré-fabricadas, definir lajes maciças e calcular e verificar o projeto.

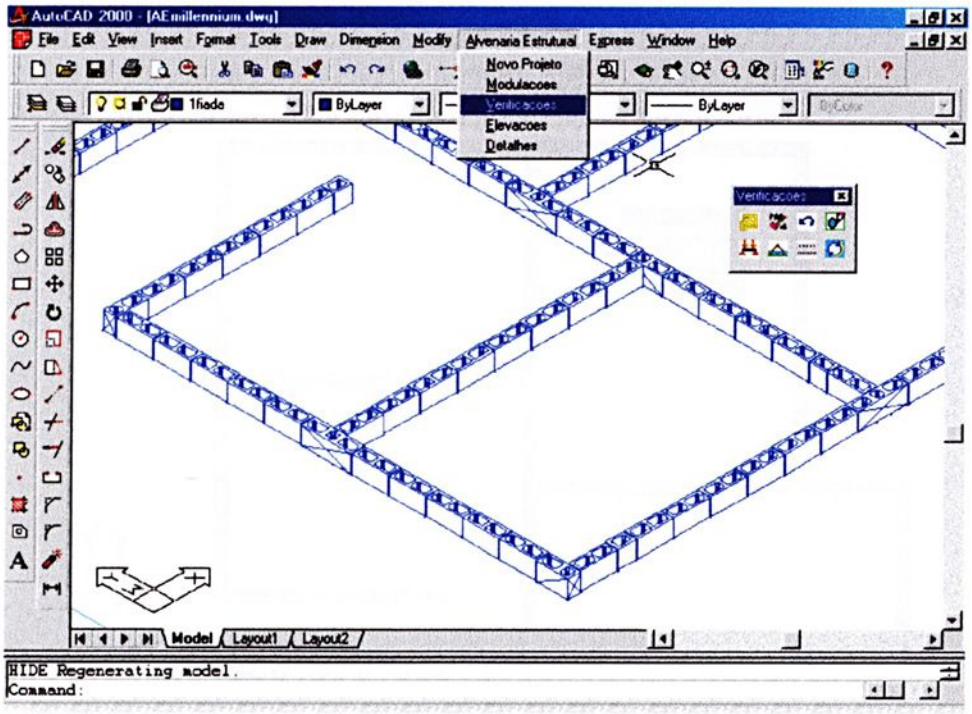



Fig. 3.4.1 – Verificações.

### 3.2.4.1. Diagrama unifilar

Definida toda modulação, com as referências dos eixos (diagrama unifilar) devidamente posicionadas, necessita-se construir o diagrama unifilar da modulação. Acionando-se o ícone "Diagrama unifilar" (Fig. 3.4.2), o programa apresenta ao usuário somente as referências dos eixos das paredes. Deve-se definir com a linha configurada, denominada "unifilar", como o usuário deseja considerar cada parede.

Cada linha representada pelo comando *line* do *AutoCAD*, no *layer* "unifilar", representa o início e o fim de uma parede. Assim, pode-se definir as paredes resistentes de uma maneira adequada que o usuário necessite para efeitos de cálculos e verificações.

Este diagrama armazena todos os dados da modulação e será utilizado em todas as rotinas de cálculo, verificações e detalhamentos do projeto.

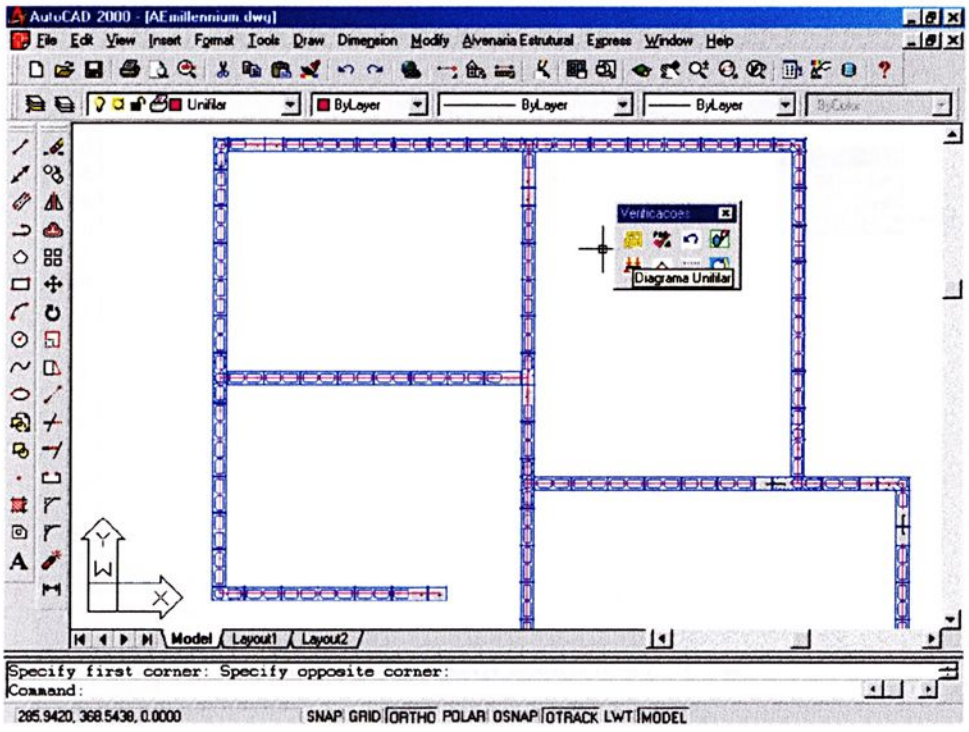



Figura 3.4.2 – Diagrama unifilar.

### 3.2.4.2. Posição e numeração de cada parede resistente

O segundo item desta nova etapa do trabalho compreende em discriminar a posição de cada elemento (blocos) em coordenadas cartesianas e definir uma numeração básica das paredes em questão. Para tal, aciona-se o ícone denominado "Definições dos Esquemas de Cálculo" e conseqüentemente seleciona-se o diagrama unifilar da primeira fiada do projeto (Fig. 3.4.3). O modo de seleção do diagrama unifilar caracterizará a numeração das paredes resistentes. Caso a seleção das linhas do diagrama unifilar seja executada uma a uma, a seqüência em que as linhas foram selecionadas caracterizará a numeração da parede em ordem crescente. Caso a seleção executada ocorra de forma global o programa fornecerá uma

numeração definida internamente pelo mesmo, ou seja, pela ordem em que a linha do diagrama unifilar foi desenhada.

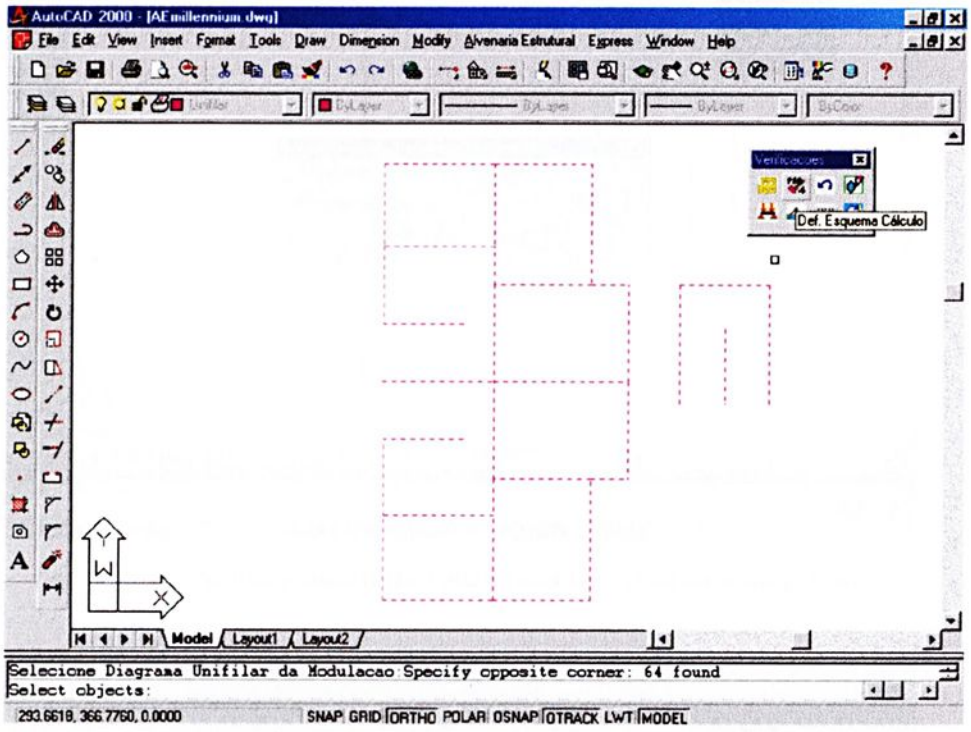



Fig. 3.4.3 – Definições do esquema horizontal da alvenaria estrutural.

Selecionado o diagrama unifilar da modulação o programa solicitará um prefixo de nomenclatura que será inserido no desenho automaticamente de acordo com a numeração escolhida (Fig. 3.4.4). Um nome de arquivo para armazenar dados que serão usados futuramente também será exigido, sendo que o mesmo poderá ter qualquer nome, com ou sem extensão (Fig. 3.4.5).

A partir desta etapa as informações das posições e características dos blocos são armazenadas e reservadas pelo programa. A numeração das paredes pode ser modificada desde que todo o processo de seleção se repita. No processo de seleção por "barras" do diagrama unifilar pode ser utilizado o ícone "Desfazer Seleção Unifilar" (Fig. 3.4.6) que possibilita ao usuário cancelar a última seleção e executar uma nova. Este ícone encontra-se logo à direita do ícone "Definições dos Esquemas de Cálculo" na "Palheta de Ferramentas" "Verificações". A numeração final é apresentada na (Fig. 3.4.7).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

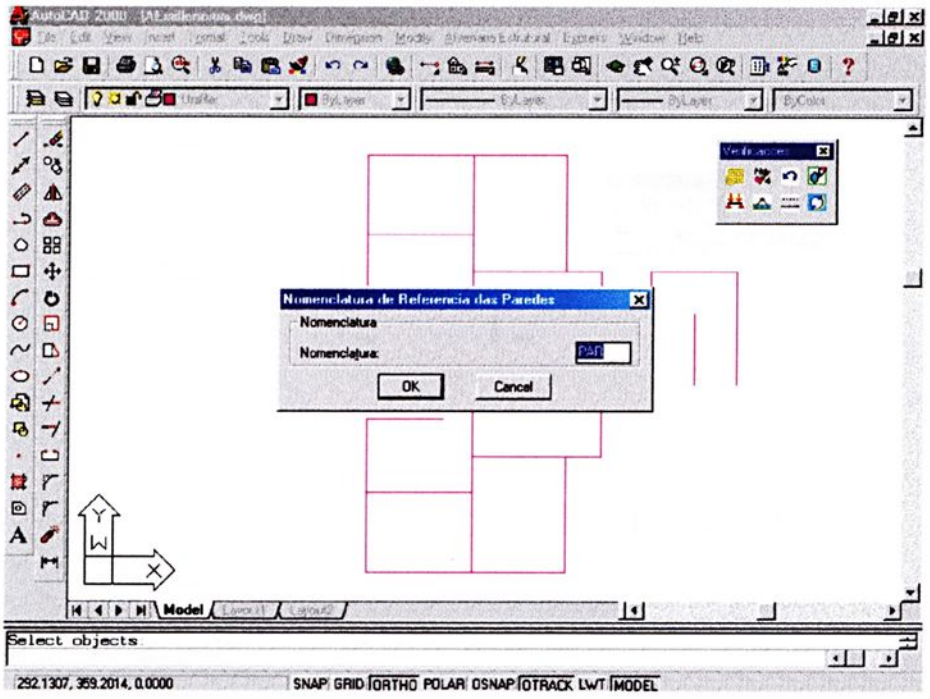



Fig. 3.4.4 – Nomenclatura de referência das paredes do projeto.

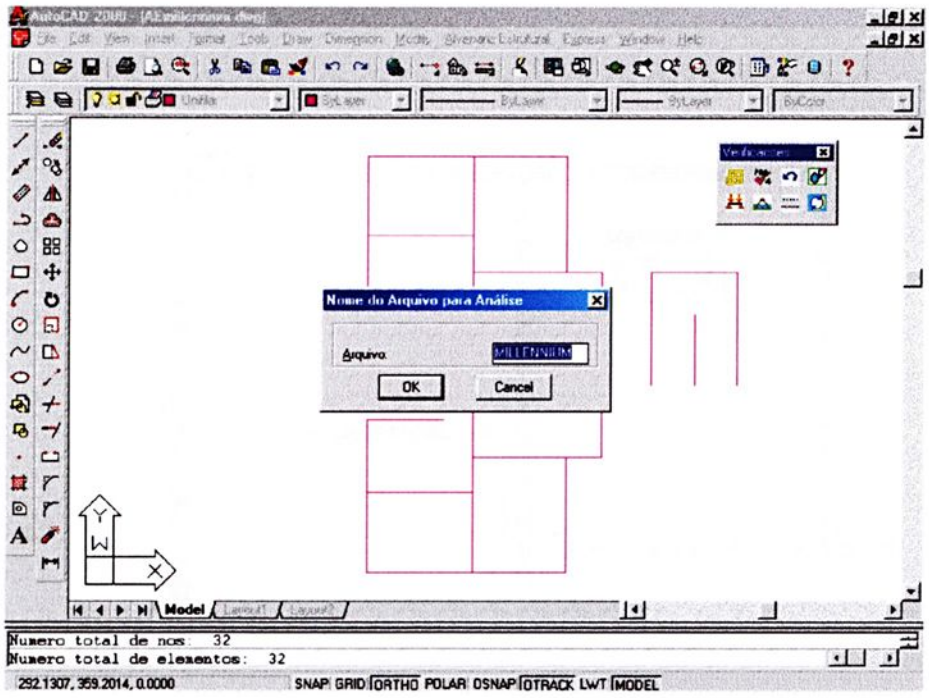



Fig. 3.4.5 – Nome do arquivo para armazenamento de dados do projeto.

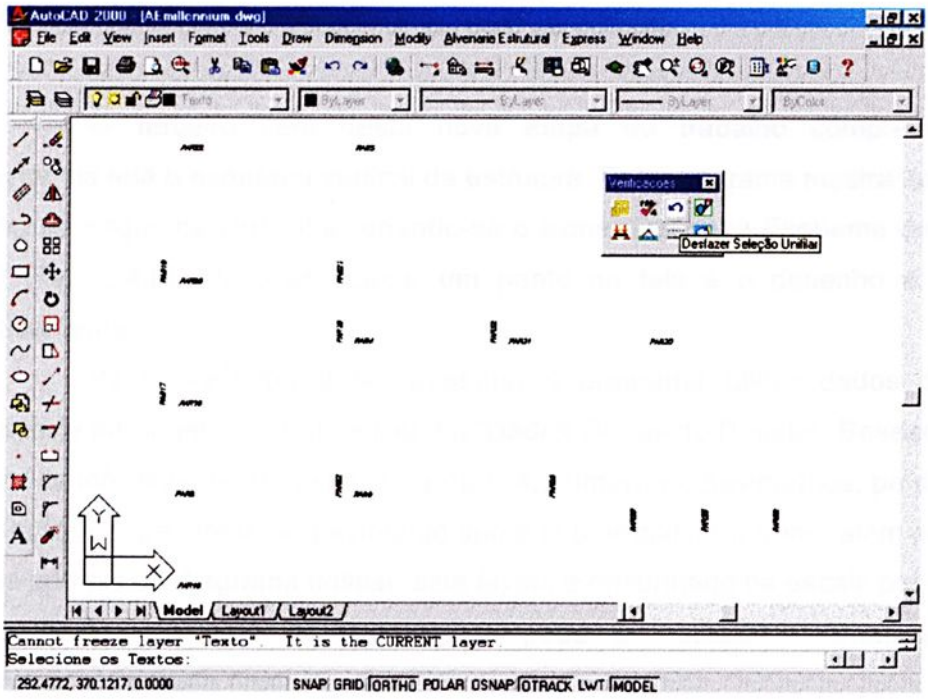



Fig. 3.4.6 – Desfazer seleção do diagrama unifilar.

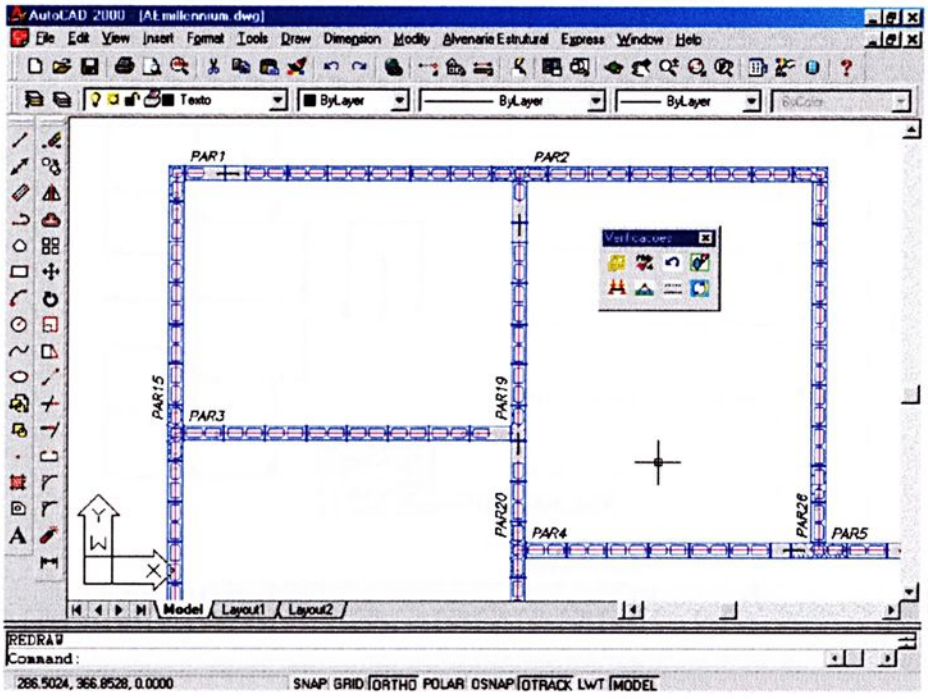



Fig. 3.4.7 – Apresentação da modulação com numeração.

### 3.2.4.3. Desenho do esquema vertical de cálculo

O terceiro item desta nova etapa do trabalho compreende em descriminar via tela o esquema vertical da estrutura. Este programa mostra ao usuário um *layout* do esquema vertical acionando-se o ícone "Desenha Esquema de Cálculo Vertical" (Fig. 3.4.8). Deve-se marcar um ponto na tela e o desenho é inserido automaticamente.

Para execução deste desenho o programa utiliza dados definidos anteriormente no projeto, logo no início em "Dados Gerais do Projeto". Baseado neste item, com as informações de espessura da laje, número de pavimentos, pé direito do pavimento térreo, pé direito do pavimento tipo e cota inicial do terreno, além de utilizar os limites laterais do diagrama unifilar, este *layout* é desenhado na escala pré-definida no item "Define Formato da Prancha" e pode ser utilizado normalmente na apresentação do projeto final (Fig. 3.4.8).

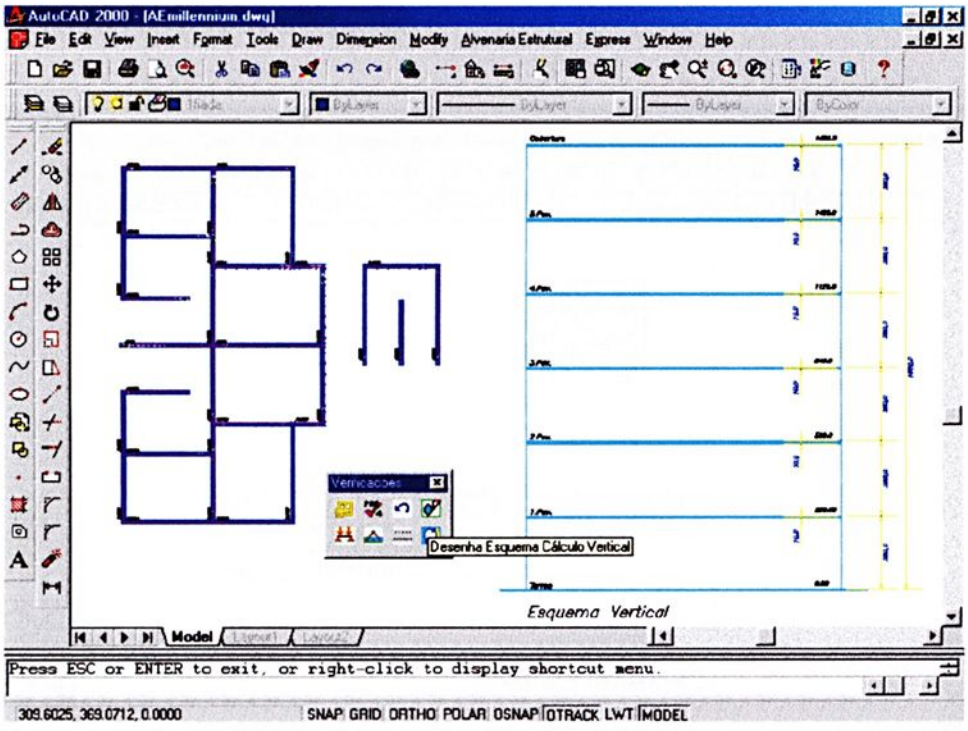



Fig. 3.4.8 – Desenha esquema de cálculo vertical.

A apresentação do esquema vertical da edificação é apresentada seguindo uma configuração pré-definida dos *layers*, cotas e *polylines*, e podem ser alteradas dentro do ambiente do programa *AutoCAD.*

Verificado a apresentação do esquema vertical, é possível alterar este esquema definindo-se novamente no ícone "Dados Gerais do Projeto", os valores em questão, além de selecionar novamente o diagrama unifilar caso este venha a ser modificado.

### 3.2.4.4. Definição das ações permanentes e variáveis do projeto

Nesta etapa do trabalho, pode-se definir todos as ações atuantes na alvenaria estrutural. Este programa mostra ao usuário uma caixa de diálogos onde se pode definir diversos tipos de ações, acionando-se o ícone "Ações do Projeto" (Fig. 3.4.9). A entrada de dados nesta caixa de diálogos é um item muito importante para um bom funcionamento do programa.

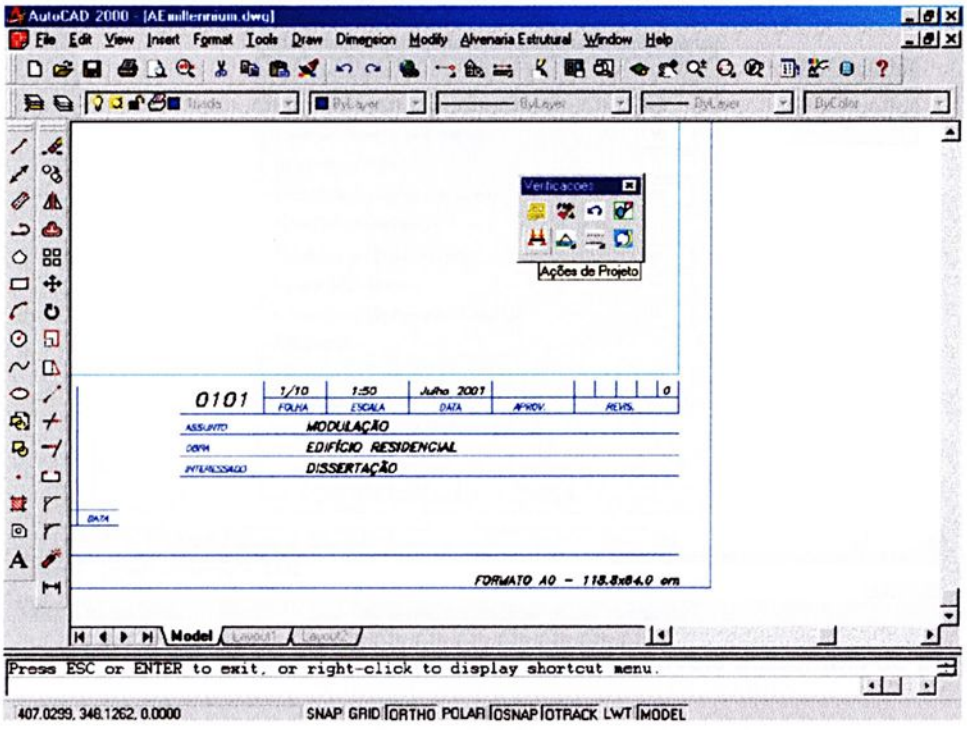



Fig. 3.4.9 – Ações do projeto em alvenaria estrutural.

No primeiro quadro interno da caixa de diálogos definem-se as ações provenientes de lajes, iniciando-se com "peso próprio de lajes pré-fabricadas" (caso a laje utilizada no projeto seja definida como laje maciça, este programa calculará seu peso próprio e conseqüentemente o valor deste item deverá ser zero), "sobrecarga", "revestimento" e "outras ações". O valor de cada ação sempre deverá ser inserido na unidade (kN/m$^2$). Somente o valor da "sobrecarga" neste item é considerada como ação variável, o item "outras ações" é definida como ação permanente (Fig. 3.4.10).

O segundo quadro interno da caixa de diálogos apresenta lacunas para informações das ações provenientes das paredes estruturais, iniciando-se com o "peso próprio dos blocos", "revestimentos" e "outras ações". Todas as ações deverão ser informadas na unidade (kN/m$^2$) e todos itens são consideradas como ação permanente (Fig. 3.4.10).

No terceiro quadro interno da caixa de diálogos definem-se as ações variáveis do projeto (Fig. 3.4.10).

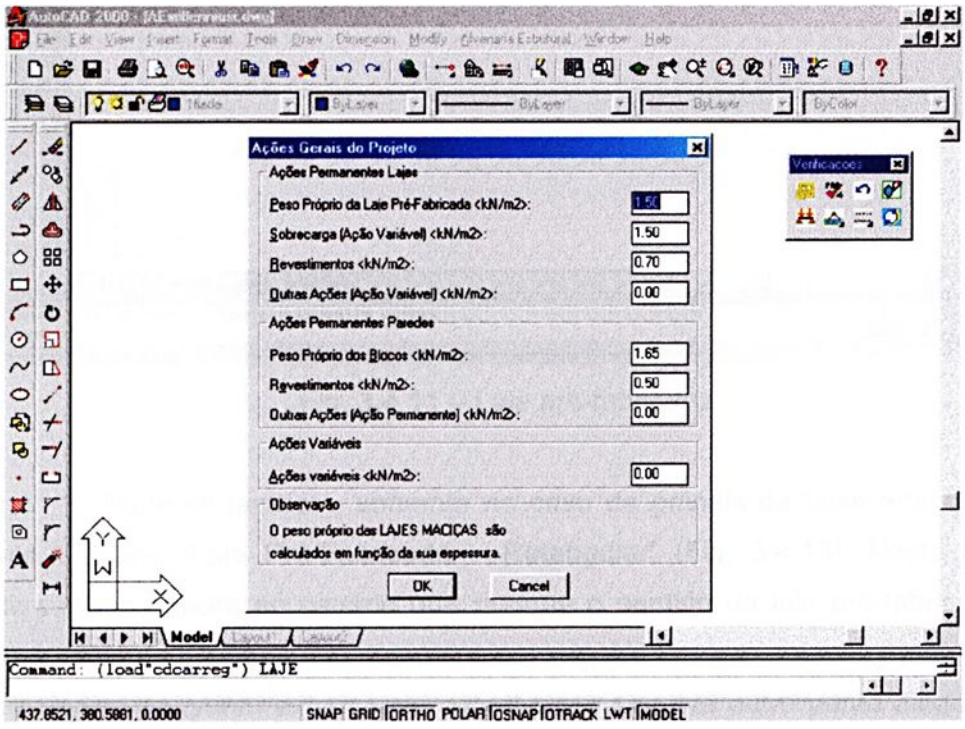



Fig. 3.4.10 – Definição das ações permanentes e variáveis acidentais do projeto.

### 3.2.4.5. Definição das lajes pré-fabricadas

A primeira opção de laje é a mais utilizada atualmente em construções de edifícios, a laje pré-fabricada. Aciona-se o ícone denominado "Laje pré-fabricada" (Fig. 3.4.11) e o programa solicita ao usuário que selecione uma linha do diagrama unifilar correspondente a uma parede resistente. Em seguida, como primeira opção, deve-se informar a área de influência da laje sobre a parede selecionada (Fig. 3.4.12).

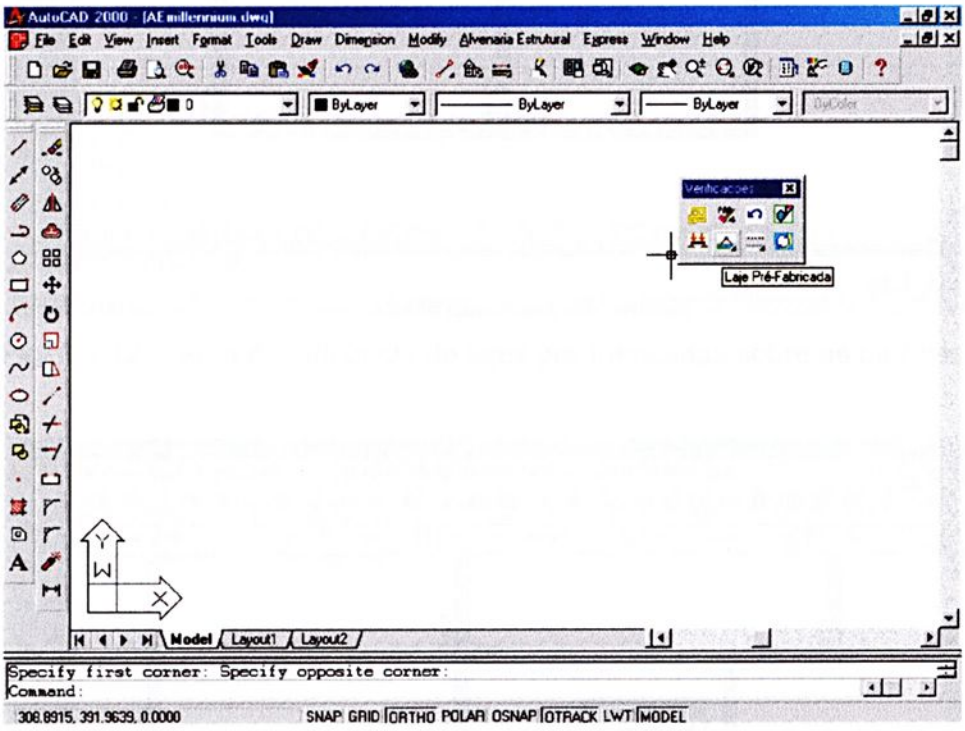



Fig. 3.4.11 – Laje pré-fabricada.

Pode-se também, somente no caso de painéis de lajes retangulares, utilizar-se o ícone "Laje Pré-Fabricada – Retangular" (Fig. 3.4.13). Neste item a respectiva rotina solicita ao usuário que marque o sentido da laje pré-fabricada na respectiva caixa de diálogos (Fig. 3.4.14) e em seguida um ponto no diagrama unifilar que caracterize um ponto extremo do painel e em seguida outro ponto diagonal ao primeiro. As paredes resistentes são reconhecidas automaticamente e as ações providas de lajes pré-fabricas são armazenados.

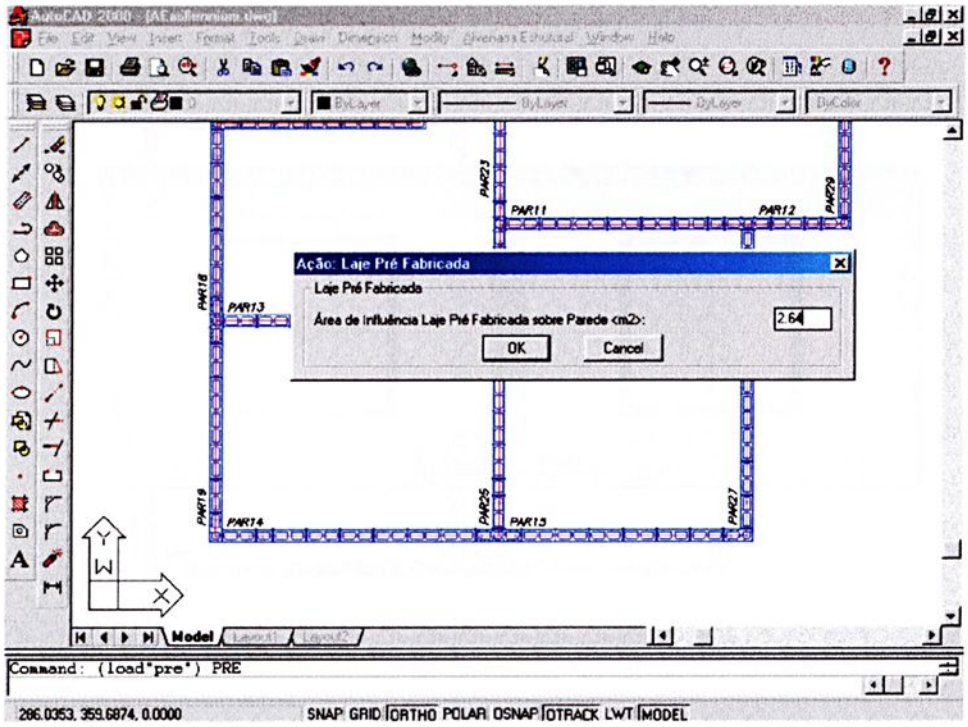



Fig. 3.4.12 – Area de influência de lajes pré-fabricadas sobre as paredes.

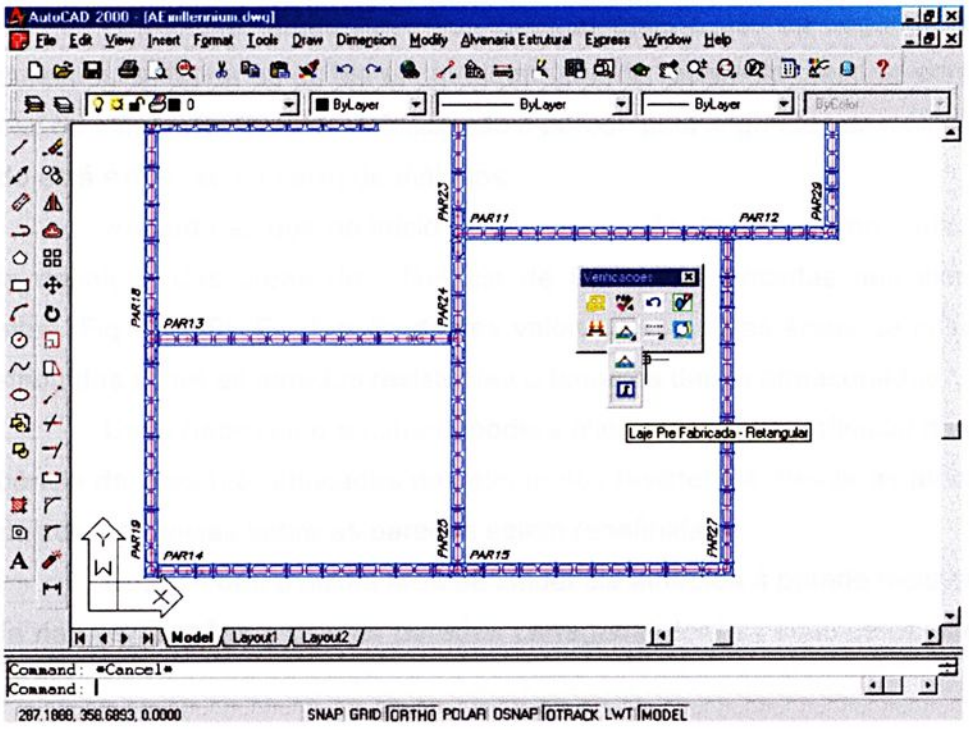



Fig. 3.4.13 – Lajes retangulares pré-fabricadas.

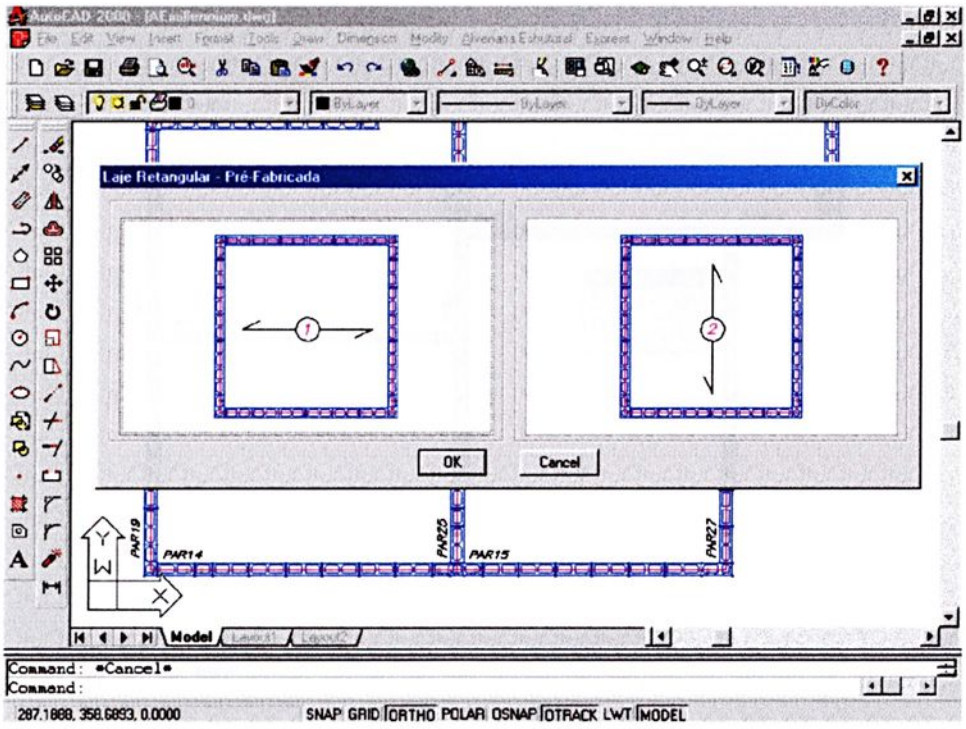



Fig. 3.4.14 – Sentido das lajes retangulares pré-fabricadas.

A primeira opção pode ser utilizada após o uso da segunda, caso o usuário necessite alterar as ações em qualquer parede resistente, sempre em função das áreas de influência. Quando selecionada a parede pela segunda vez o último valor atribuído está expresso na caixa de diálogos.

Recorda-se que no início da demonstração deste trabalho, definiu-se a taxa de definição das áreas de influência de lajes pré-fabricadas nos elementos resistentes (Fig. 3.2.10). Em função destes valores as relativas áreas de influências são distribuídas sobre as paredes resistentes e todos os dados armazenados.

Caso necessário o usuário poderá alterar a taxa de definição das áreas de influência de lajes pré-fabricadas nos elementos resistentes, desde as atribuições das áreas de influências sobre as paredes sejam redefinidas.

Nota-se que a última área de influência atribuída à parede resistente é a utilizada nas verificações e que as paredes carregadas tem as suas cores alteradas (Fig. 3.4.15).

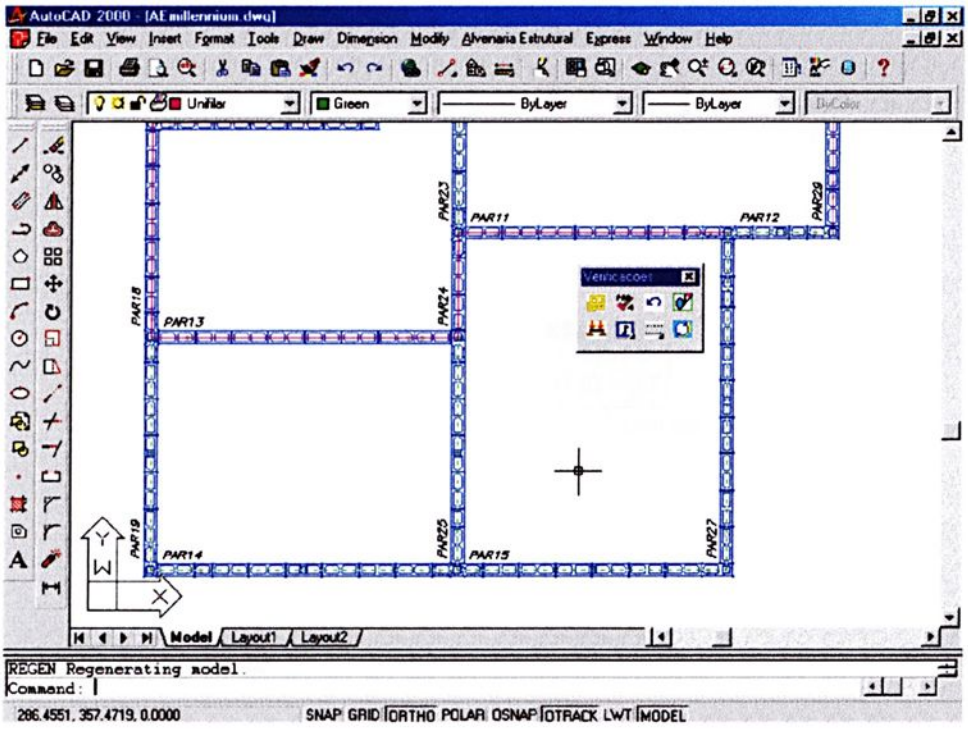



Fig. 3.4.15 – Paredes resistentes com áreas de influência definidas.

De acordo com as definições prévias de ação e a taxa da área de influência de cada laje, neste item têm-se as ações linearmente distribuídas sobre as paredes resistentes. O programa mostra uma lista com as ações em cada parede, para futuras análises com relação às tensões que estas paredes estão sendo submetidas.

### 3.2.4.6. Definição das lajes maciças

A segunda opção é a laje maciça. Aciona-se o ícone denominado "Laje Maciça" (Fig. 3.4.16) e o programa solicita ao usuário que selecione uma linha do diagrama unifilar correspondente a uma parede resistente. Em seguida, como primeira opção, deve-se informar a área de influência da laje sobre a parede selecionada (Fig. 3.4.17).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

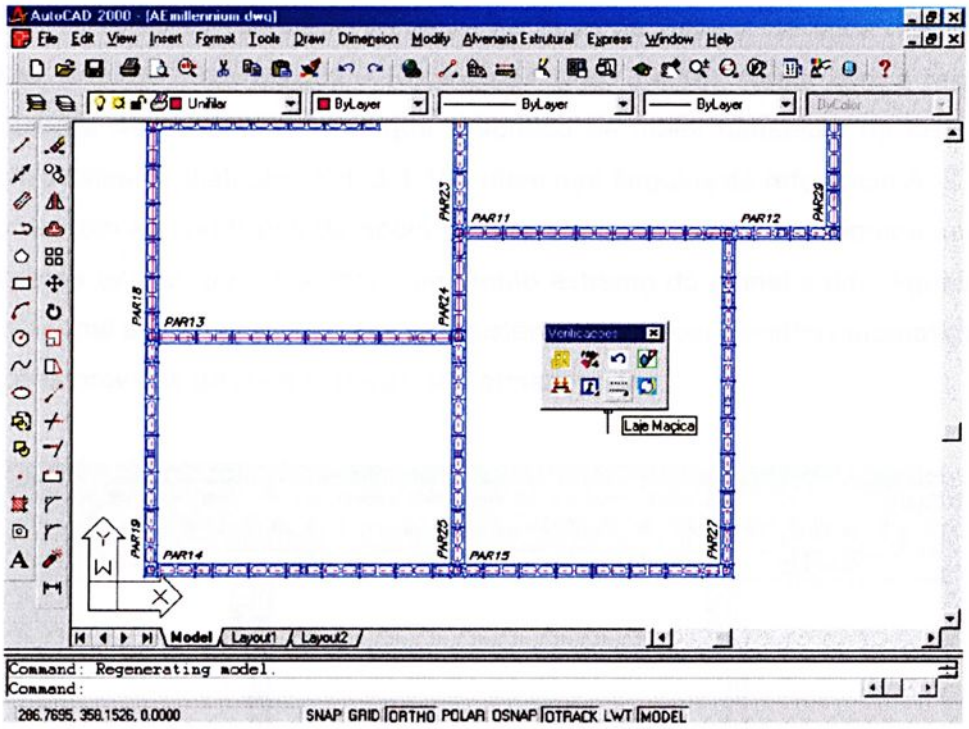



Fig. 3.4.16 – Laje maciça.

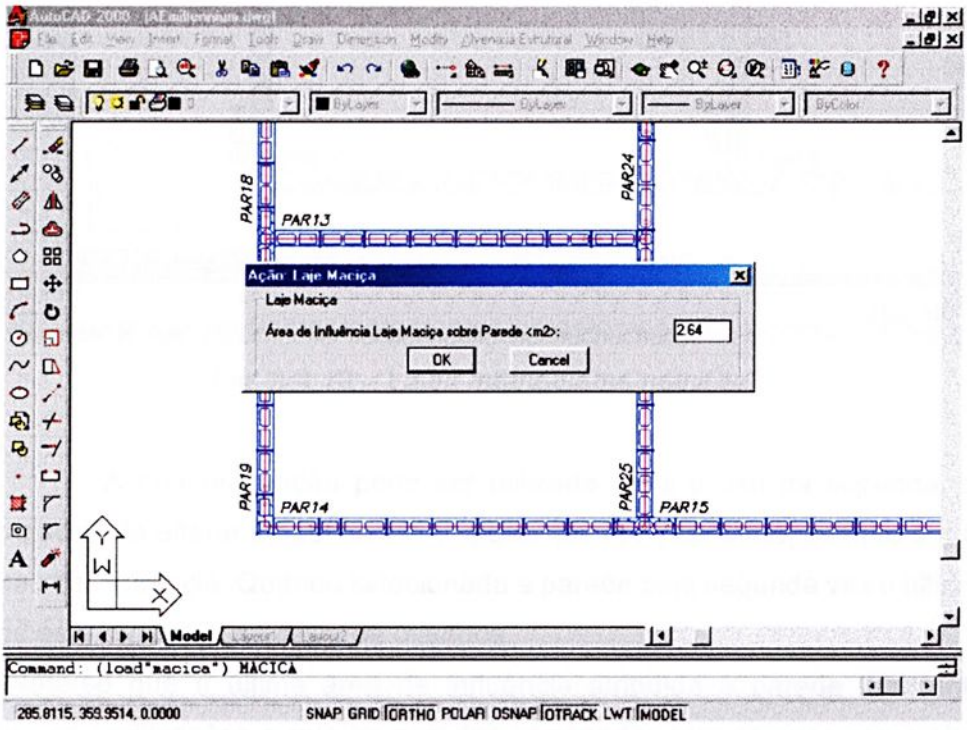



Fig. 3.4.17 – Área de influência de lajes maciças sobre as paredes resistentes.

Pode-se também, somente no caso de painéis de lajes retangulares, utilizar-se o ícone "Laje Maciça – Retangular" (Fig. 3.4.18). Neste item a respectiva rotina solicita ao usuário que marque o sentido da maior dimensão da laje maciça respectiva caixa de diálogos (Fig. 3.4.19), além dos ângulos de referência A, B, C e D, de acordo com as condições de apoio das lajes (Fig. 3.4.19) e em seguida um ponto no diagrama unifilar que caracterize um ponto extremo do painel e em seguida outro ponto diagonal ao primeiro. As paredes resistentes são reconhecidas automaticamente e as ações providas de lajes maciças são armazenados.

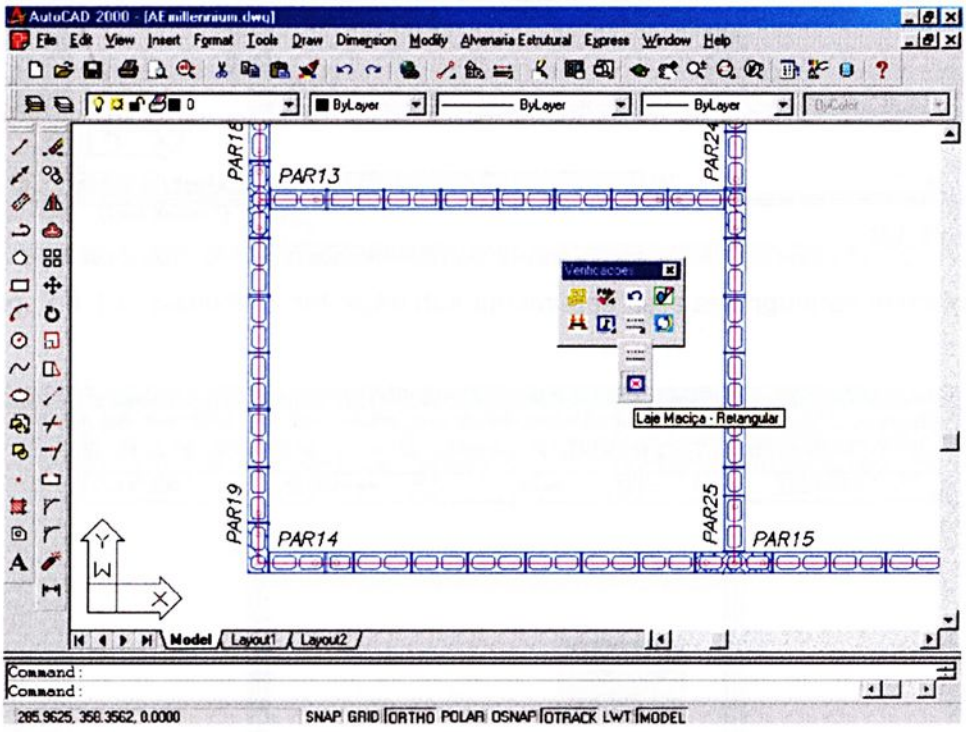



Fig. 3.4.18 – Lajes retangulares maciças.

A primeira opção pode ser utilizada após o uso da segunda, caso o usuário necessite alterar as ações em qualquer parede resistente, sempre em função das áreas de influência. Quando selecionada a parede pela segunda vez o último valor atribuído está expresso na caixa de diálogos.

Nota-se que a última área de influência atribuída à parede resistente é a utilizada nas verificações e que as paredes carregadas tem as suas cores alteradas (Fig. 3.4.20).

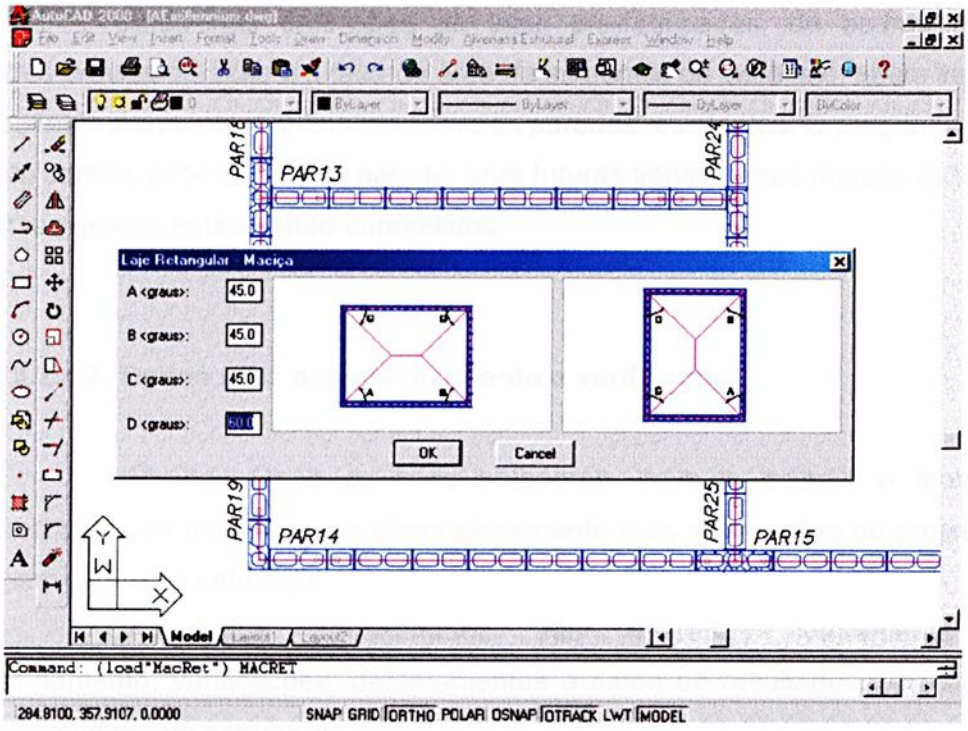



Fig. 3.4.19 - Sentido e definição dos apoios das lajes retangulares maciças.

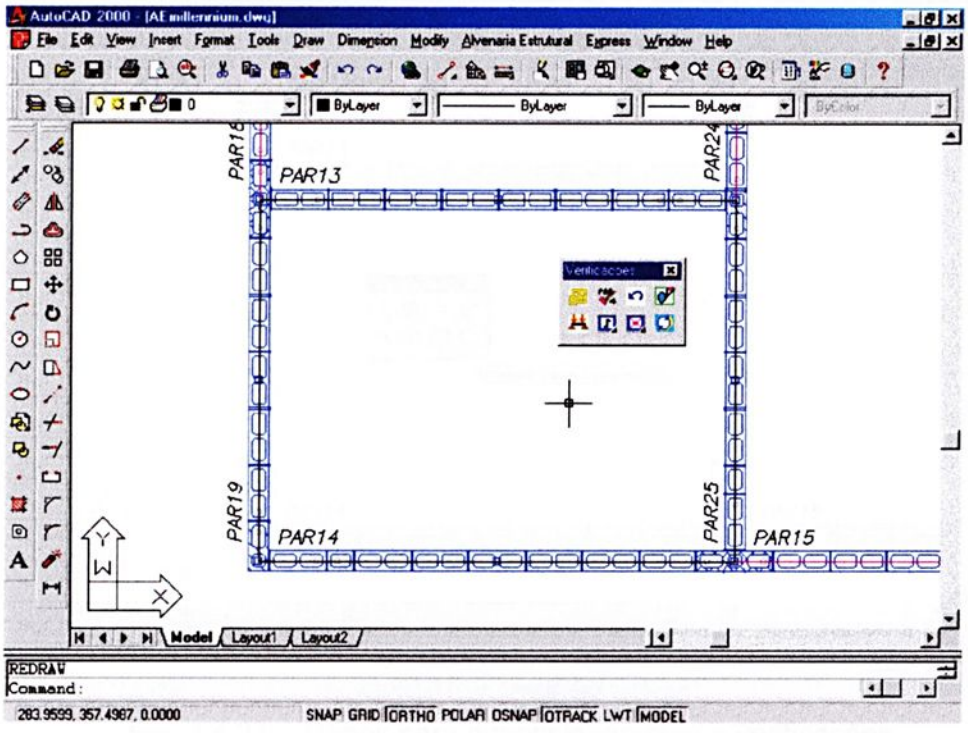



Fig. 3.4.20 – Paredes resistentes com áreas de influência de lajes maciças definidas.

Como nas definições de lajes pré-fabricadas, de acordo com as definições prévias de ação e a taxa da área de influência de cada laje, neste item têm-se as ações linearmente distribuídas sobre as paredes resistentes. O programa mostra uma lista com as ações em cada parede, para futuras análises com relação às tensões que estas paredes estão sendo submetidas.

### 3.2.4.7. Dados para dimensionamento e verificações

Definidos todos os itens anteriores, deve-se acionar o ícone que armazena todos os dados para o dimensionamento e as verificações do projeto (Fig. 3.4.21) em alvenaria estrutural.

Os dados armazenados são utilizados futuramente para dimensionamento, verificações, detalhamentos e saída de resultados do projeto de edifícios de alvenaria estrutural.

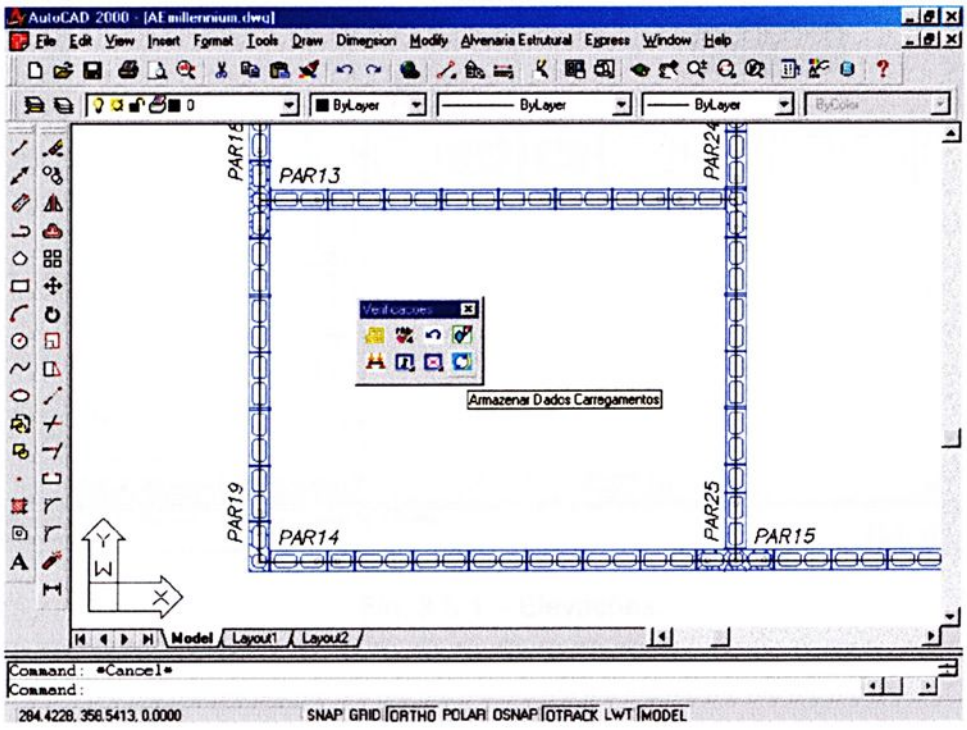



Fig. 3.4.21 – Dados para dimensionamento e verificações.

### 3.2.5. Elevações

Depois de concluída a etapa da coordenação modular e configurações e distribuição das ações do projeto, o próximo passo constitui em construir as elevações de cada parede do edifício de alvenaria estrutural. A utilização desta rotina tem início acionando-se na barra de menu superior denominado "Alvenaria Estrutural", seguido da opção "Elevações" (Fig. 3.5.1).

Logo, acionando esta opção, o programa será executado automaticamente criando-se uma "Palheta de Ferramentas" denominada "Verificações" (Fig. 3.5.1), com opções de inserir legenda de encontros de paredes, inserir portas, inserir janelas, definir armaduras verticais e horizontais e inserir elevações no desenho.

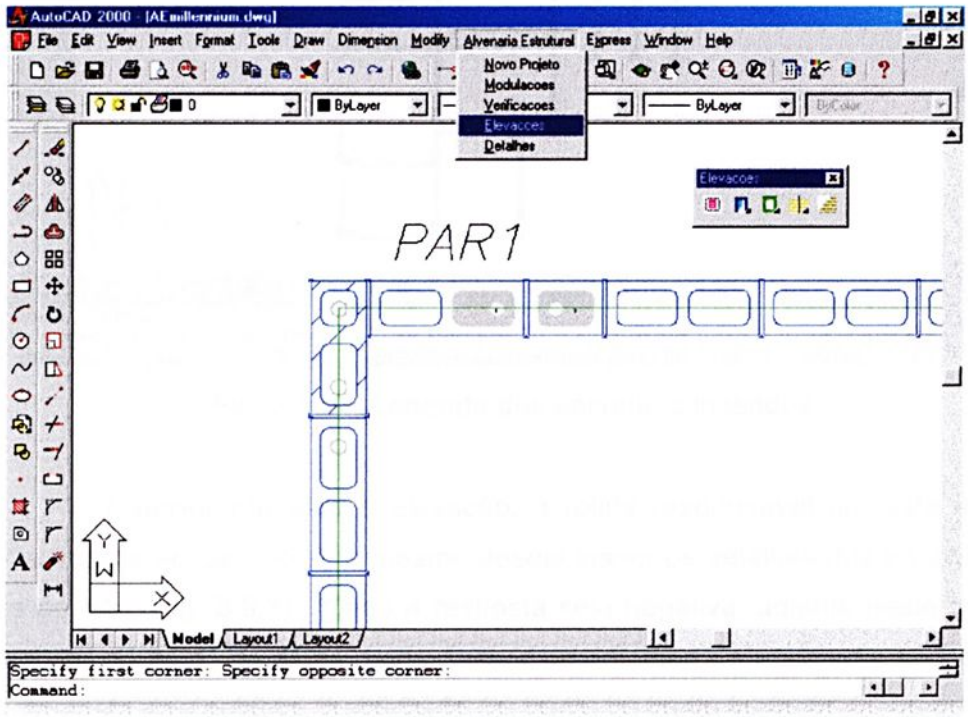



Fig. 3.5.1 – Elevações.

### 3.2.5.1. Legenda dos encontros inseridos

Acionando-se o ícone "Legenda dos encontros inseridos" (Fig. 3.5.2), o programa solicita ao usuário que selecione toda modulação (Fig. 3.5.2). Este comando é necessário para que o programa capture os encontros de paredes inseridos.

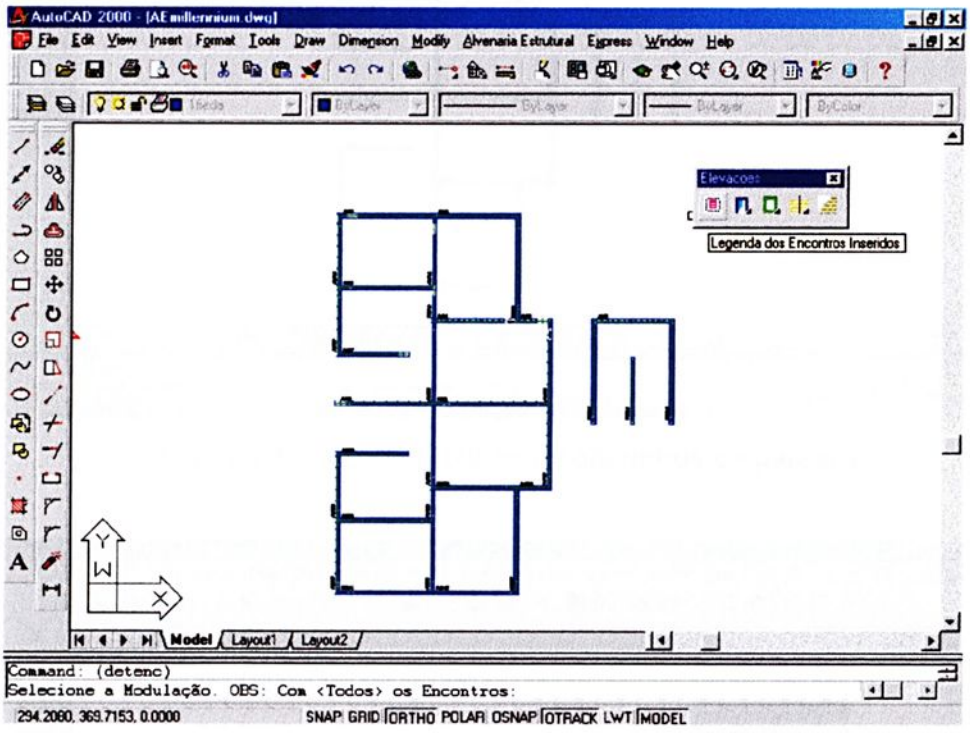



Fig. 3.5.2 – Legenda dos encontros inseridos.

Selecionada toda a elevação, a rotina responsável por este item do programa solicita ao usuário se o mesmo deseja inserir os detalhes dos encontros de paredes ou não (Fig. 3.5.3). Caso a resposta seja negativa, adiante neste trabalho será exposto no item "Detalhes" como inserir os detalhes de encontros de paredes. Caso a resposta seja positiva, é solicitado um ponto no canto superior esquerdo para a inserção da legenda (Fig. 3.5.4).

Pode-se observar a legenda inserida, com detalhes dos encontros das primeiras, segundas, terceiras e quartas fiadas (Fig. 3.5.5). Observa-se também a referência dos detalhes dos encontros de paredes expostos em planta (Fig. 3.5.6).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

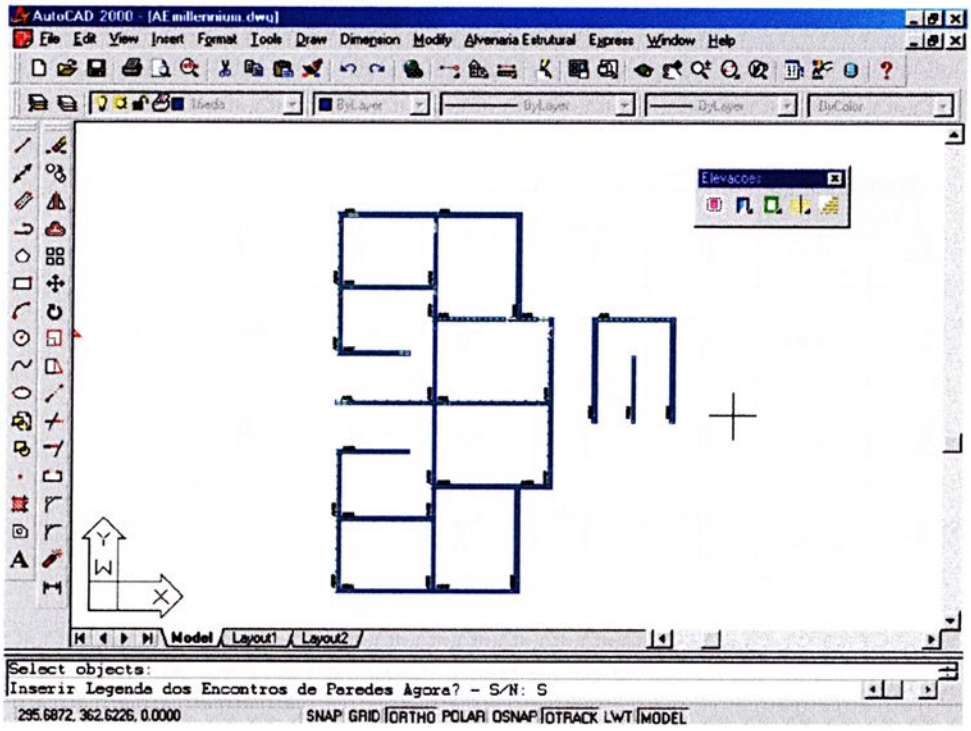



Fig. 3.5.3 – Inserir detalhes de encontros de paredes.

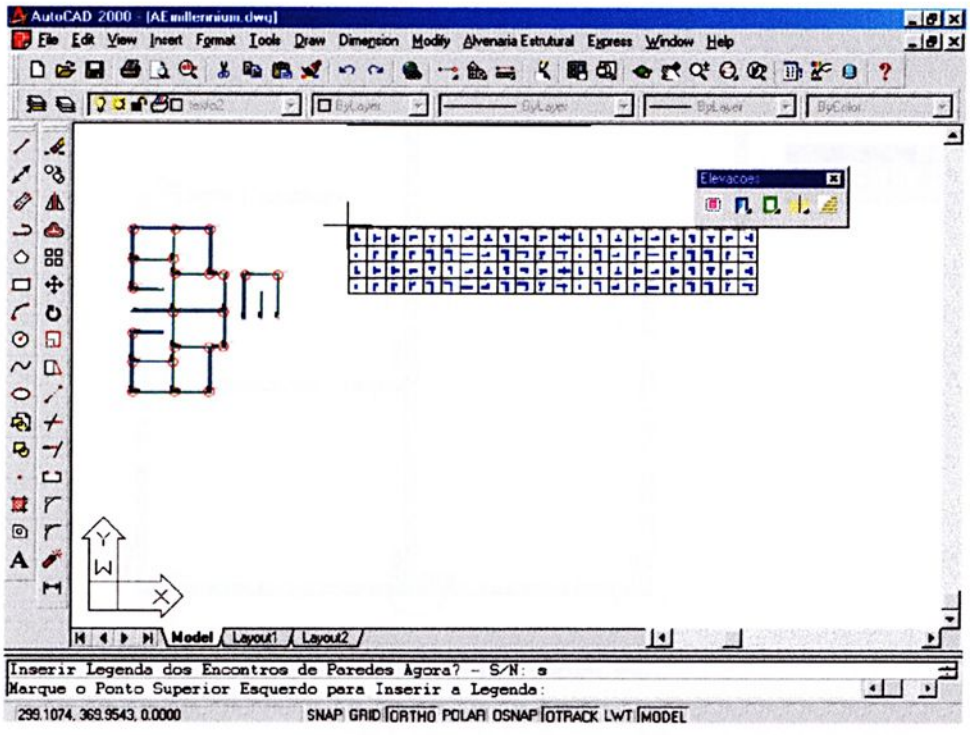



Fig. 3.5.4 – Ponto de inserção da legenda dos encontros de paredes.

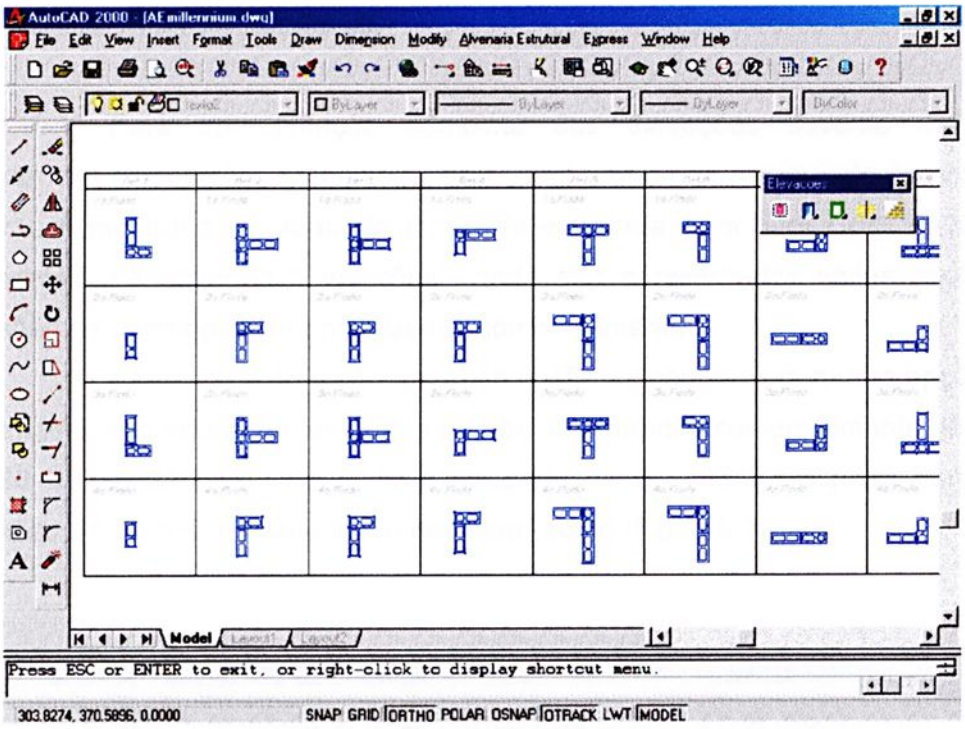



Fig. 3.5.5 – Legenda dos encontros de paredes.

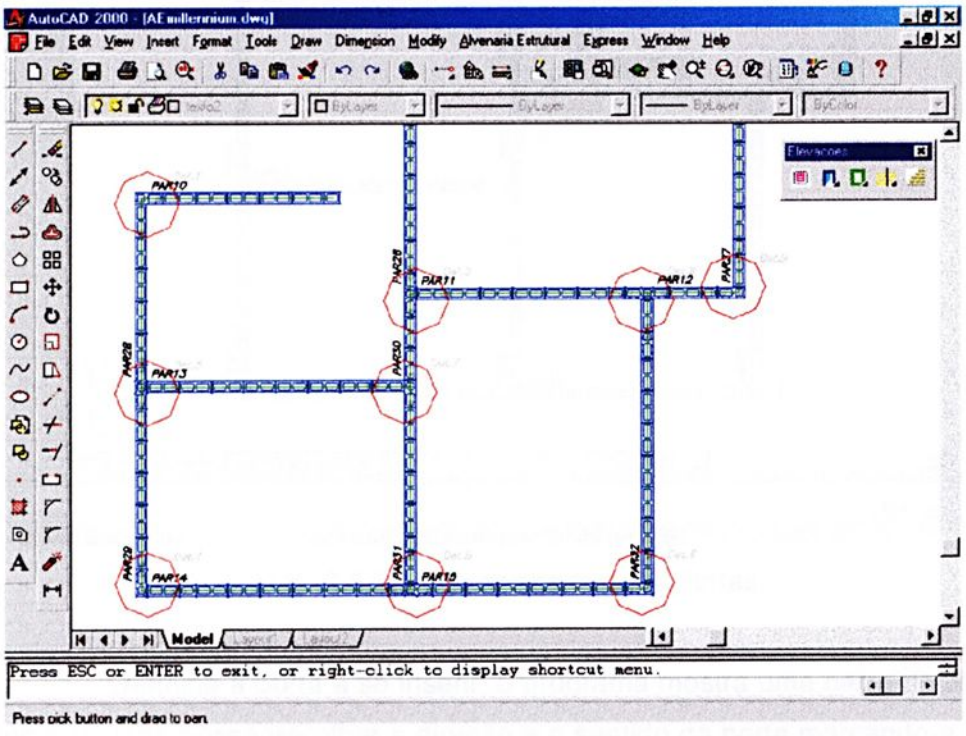



Fig. 3.5.6 – Referência em planta dos detalhes dos encontros de paredes.

### 3.2.5.2. Inserção de portas

Para apresentação completa das elevações deve-se definir as aberturas na modulação. O primeiro item para utilizar o recurso de inserção de aberturas é mostrado no segundo ícone da esquerda para direita da "Palheta de Ferramentas" denominada "Elevações", onde são apresentadas várias opções de dimensões de portas padrão encontradas comercialmente.

Acionado este ícone, as opções são estendidas em quatro opções. As três primeiras são referentes as portas padrão encontradas comercialmente, (80x220, 100x220 e 120x220 cm.), caso haja necessidade de criar-se alguma porta com dimensões diferentes, o último ícone deve ser usado (Fig. 3.5.7).

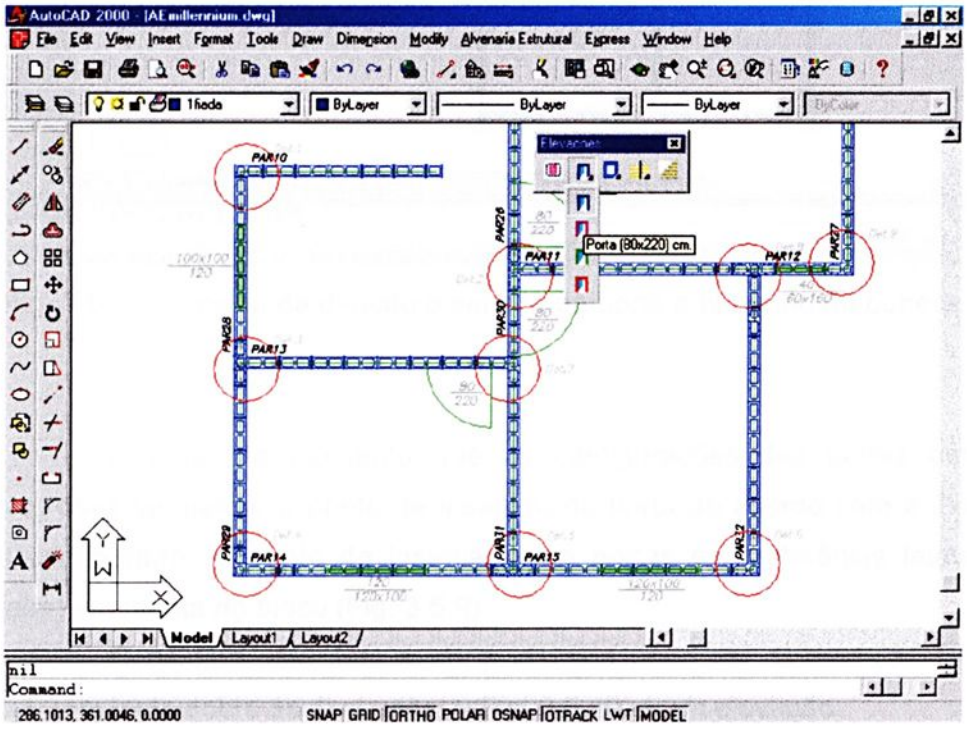



Fig. 3.5.7 – Inserir aberturas – Portas.

Definida a porta a se inserir, o programa mostra uma caixa de diálogos para que o usuário possa escolher a direção e o sentido da porta marcando-a na tela

do *AutoCAD*. Deve-se também informar o tamanho da boneca a se utilizar. Este valor deve ser igual a zero ou múltiplo do comprimento do meio bloco em uso (Fig. 3.5.8).

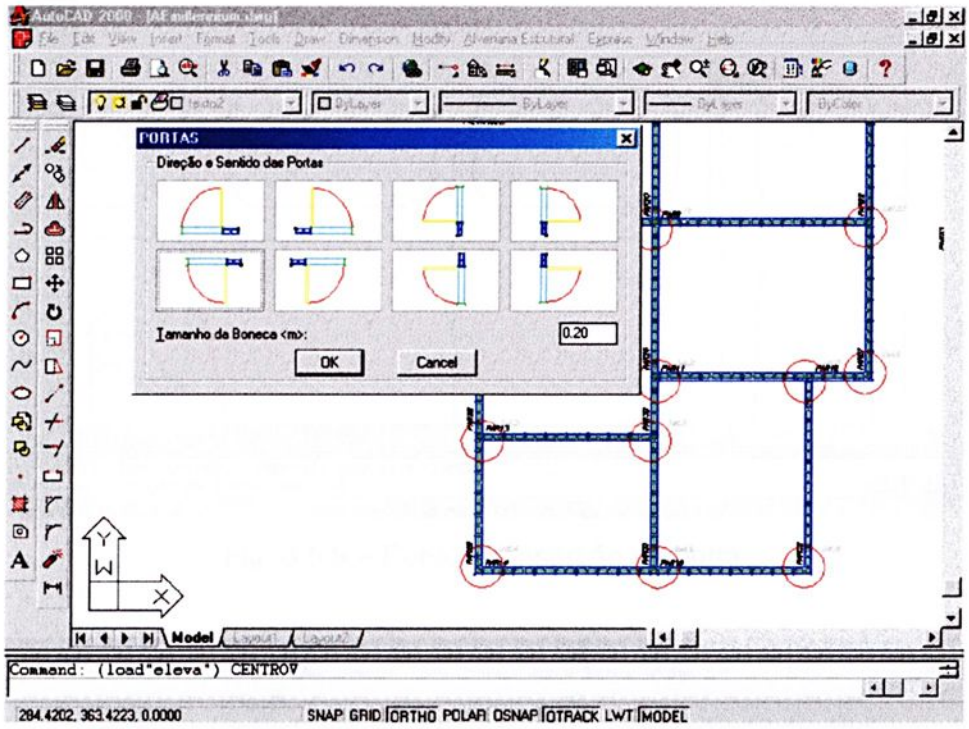



Fig. 3.5.8 – Escolha da direção e sentido da porta e tamanho da boneca.

A partir do momento que as configurações das portas estiverem definidas. deve-se marcar o ponto de inserção da porta de acordo com a direção e sentido configurado. O ponto de inserção para portas é a referência lateral (tipo cantoneira) em planta do bloco (Fig. 3.5.9).

Concluído este item a porta inserida pode ser observada em planta (inclusive com texto sobre as dimensões) (Fig. 3.5.10) e em elevação.

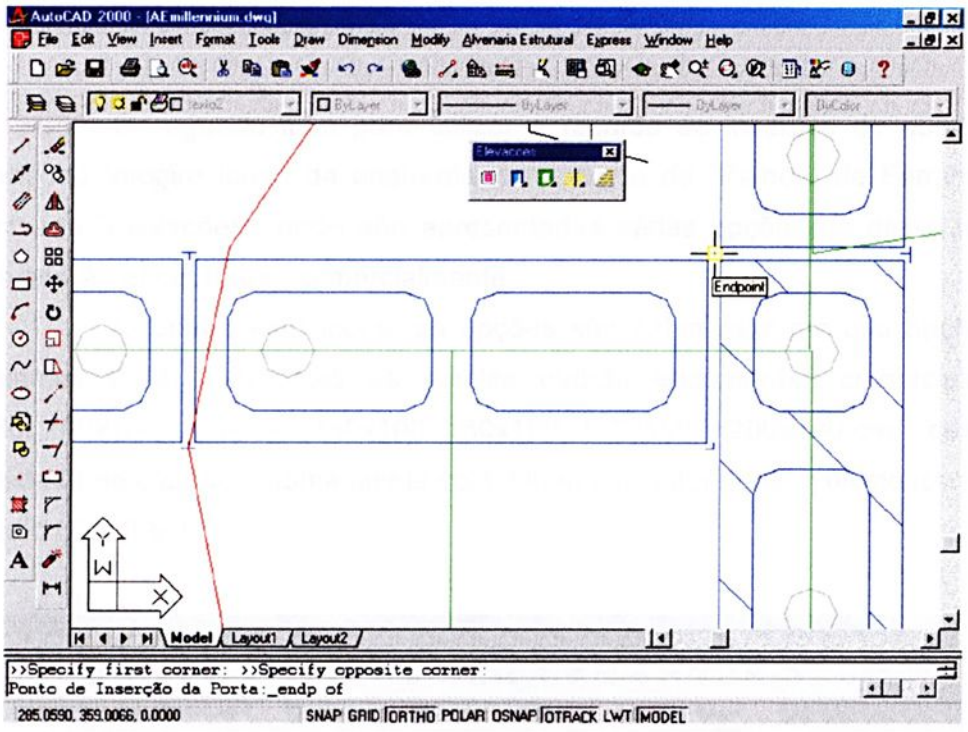



Fig. 3.5.9 – Ponto de inserção da porta.

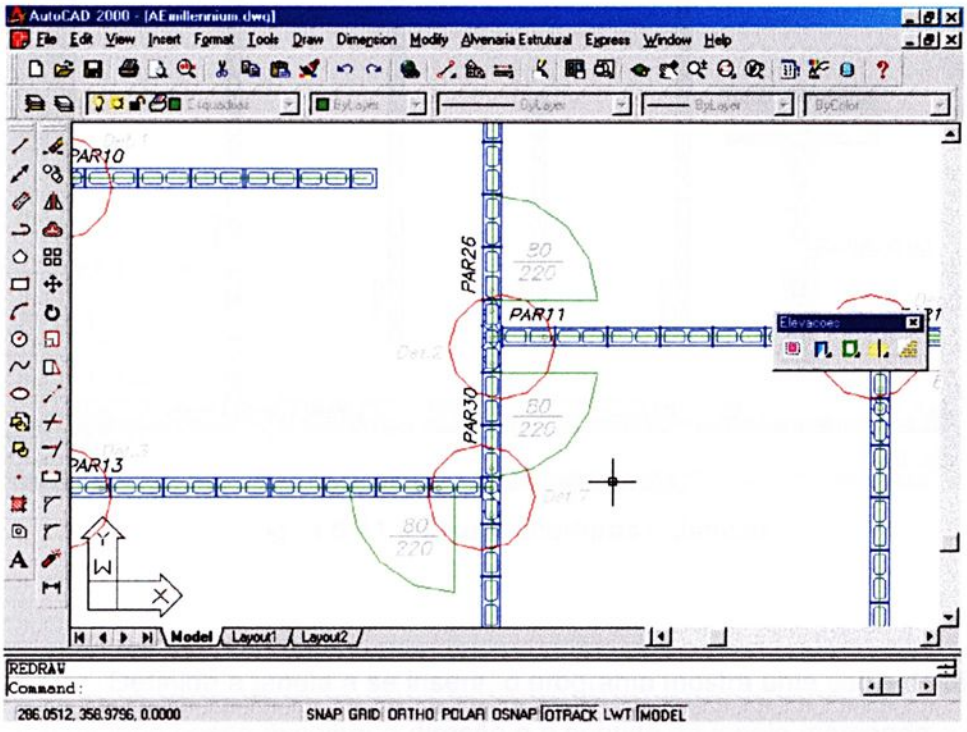



Fig. 3.5.10 – Apresentação da porta em planta.

### 3.2.5.3. Inserção de janelas

O segundo item para utilizar o recurso de inserção de aberturas é mostrado no terceiro ícone da esquerda para direita da "Palheta de Ferramentas" denominada "Elevações", onde são apresentadas várias opções de dimensões de janelas padrão encontradas comercialmente.

Acionado este ícone, as opções são estendidas em oito opções. As sete primeiras são referentes as janelas padrão encontradas comercialmente, (100x60, 100x100, 120x100, 140x100, 160x100, 180x100 e 200x100 cm.), caso haja necessidade de criar-se alguma janela com dimensões diferentes, o último ícone deve ser usado (Fig. 3.5.11).

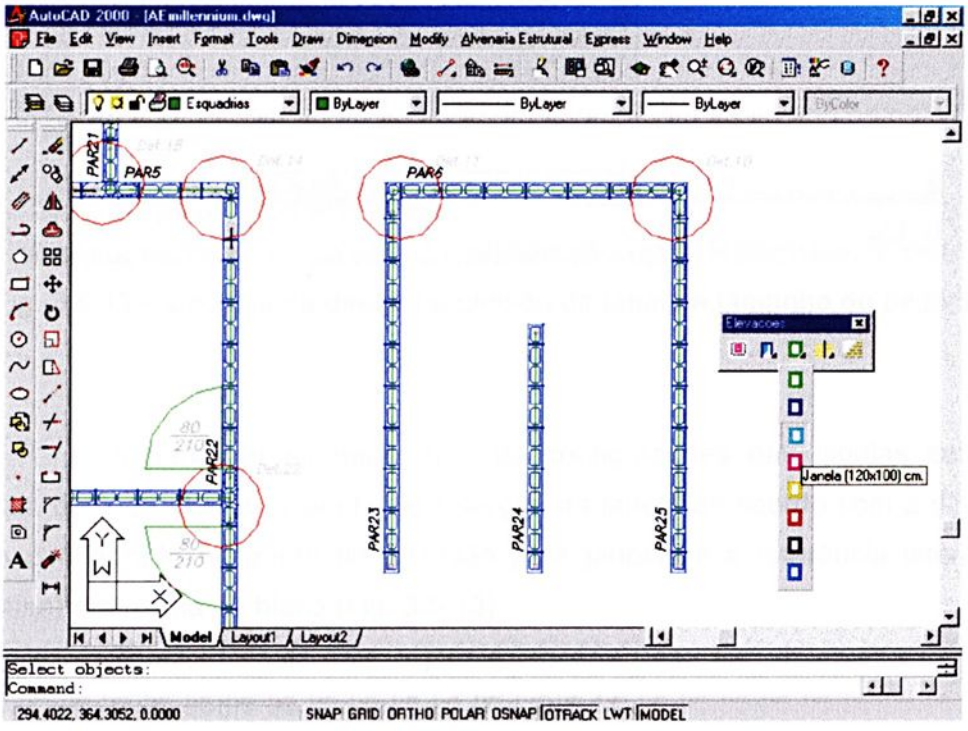



Fig. 3.5.11 – Inserir aberturas – Janelas.

Definida a janela a se inserir, o programa mostra uma caixa de diálogos para que o usuário possa escolher a direção e o sentido da janela marcando-a na tela

do *AutoCAD*. Deve-se também informar o tamanho do peitoril a se utilizar. Este valor deve ser igual a zero ou múltiplo da altura bloco em uso (Fig. 3.5.12).

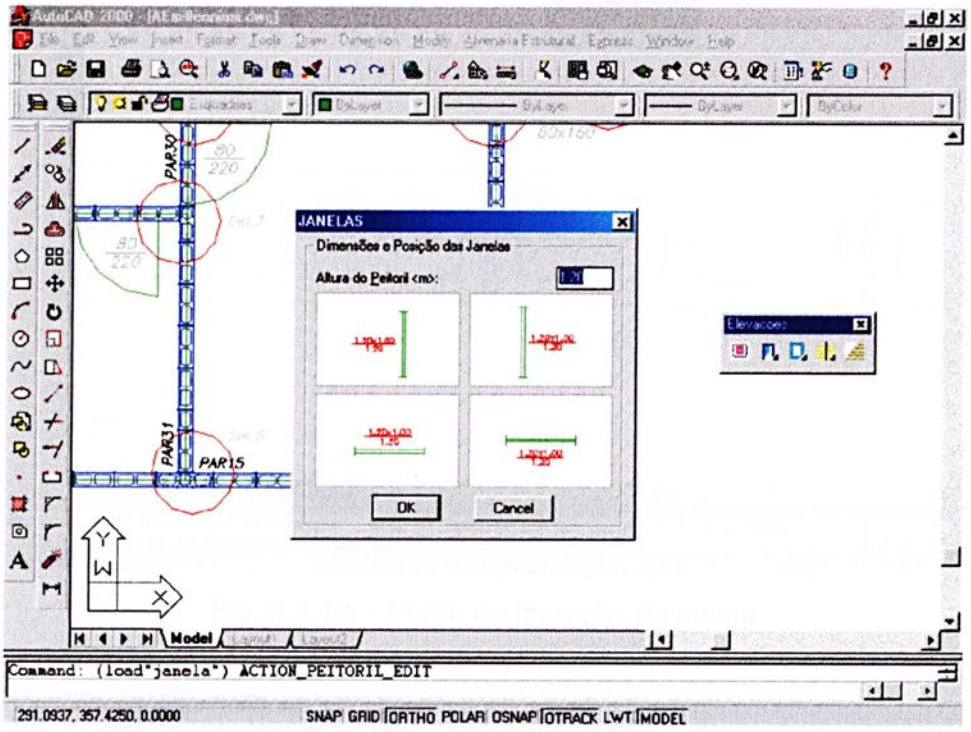



Fig. 3.5.12 – Escolha da direção e sentido da janela e tamanho do peitoril.

A partir do momento que as configurações das janelas estiverem definidas, deve-se marcar o ponto de inserção da janela de acordo com a direção e sentido configurado. O ponto de inserção para janelas é a referência lateral (tipo cantoneira) em planta do bloco (Fig. 3.5.13).

Concluído este item a janela inserida pode ser observada em planta (inclusive com texto sobre as dimensões) (Fig. 3.5.14).

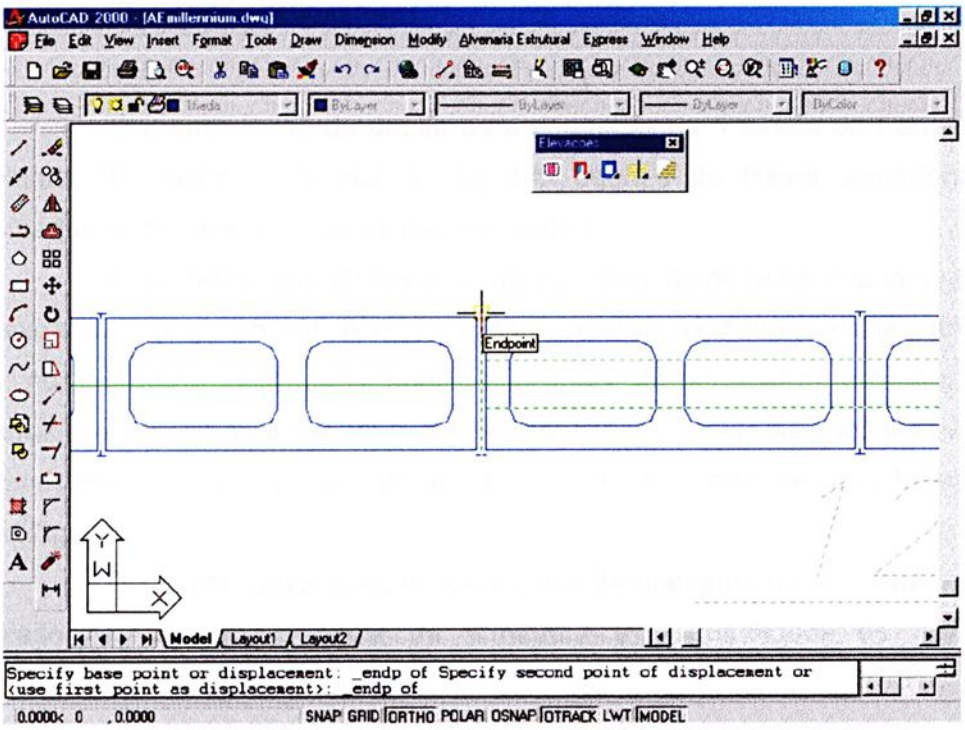



Fig. 3.5.13 – Ponto de inserção da janela.

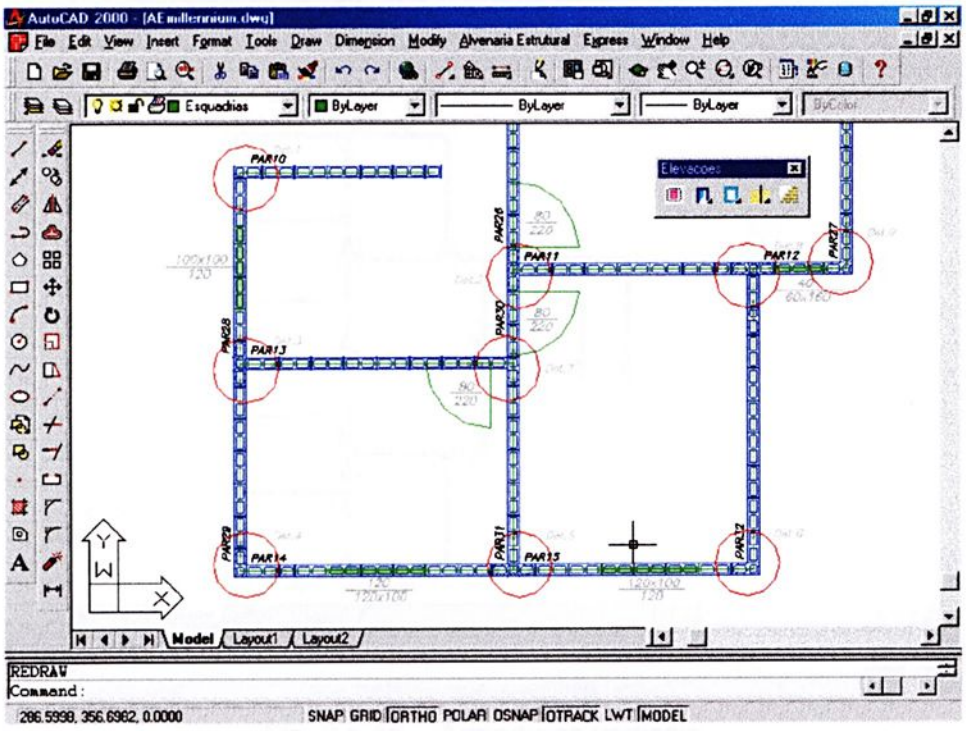



Fig. 3.5.14 – Apresentação da representação de janela em planta.

BCpIS - FEIS - UNESP

### 3.2.5.4. Armaduras

O quarto ícone da direita para esquerda da "Palheta de Ferramentas" denominada "Elevações", oferece ao usuário opções de inserir armaduras pré-determinadas verticais e horizontais nas elevações.

Para definir armaduras verticais na elevação deve-se acionar o primeiro ícone expandido (Fig. 3.5.15). A rotina responsável pelas definições de armaduras solicita ao projetista informação sobre referência da armadura (posição); como armaduras nos encontros à esquerda da elevação, armaduras nos encontros à direita das elevações, armaduras nas laterais das portas e armaduras nas laterais das janelas (Fig. 3.5.16).

O usuário deve marcar nesta caixa de diálogos, respectivamente para cada caso selecionado, a bitola da armadura e a quantidade de armaduras (Fig. 3.5.16).

Estas definições serão utilizadas em as todas elevações.

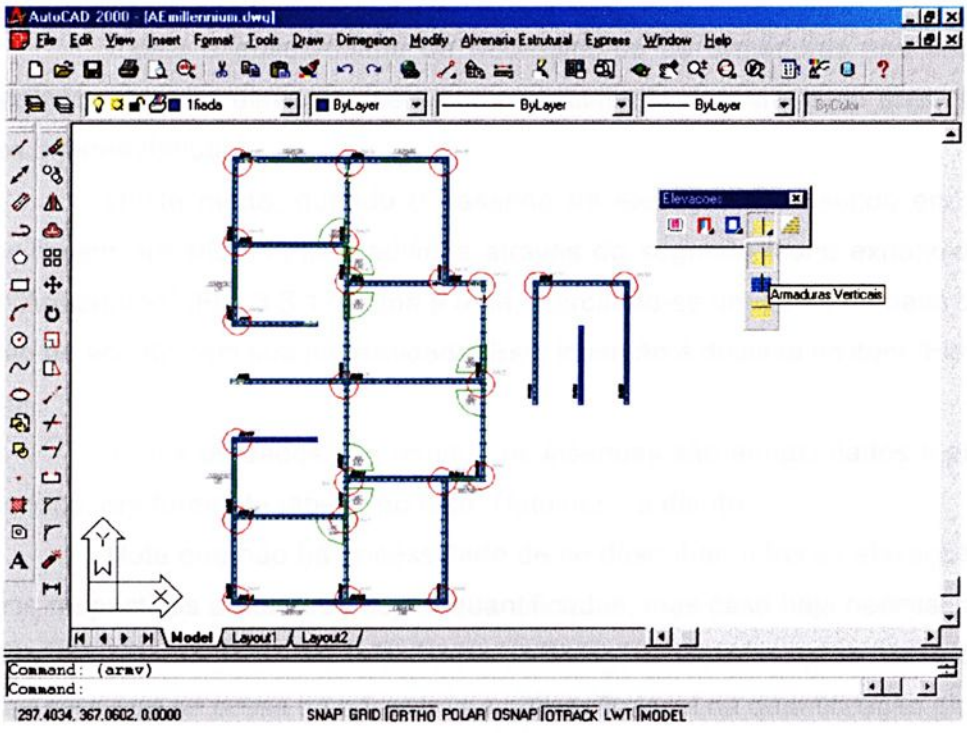



Fig. 3.5.15 – Armaduras verticais.

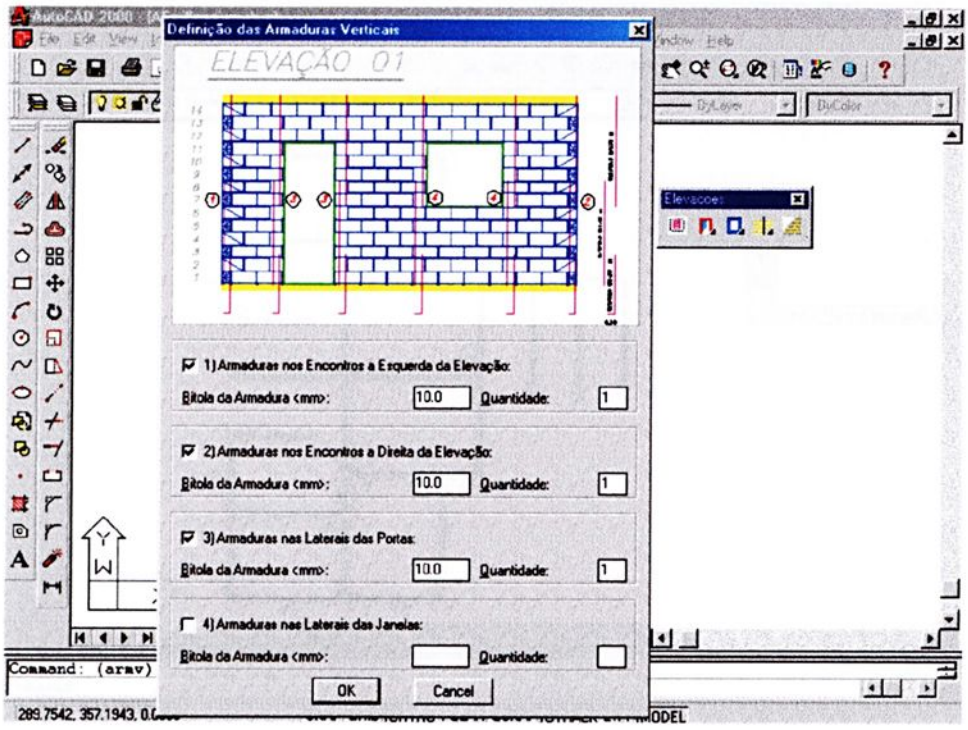



Fig. 3.5.16 – Definição das armaduras verticais.

Existe a possibilidade de necessitar-se de armaduras nos encontros intermediários de uma elevação, seja por enrijecimento da parede ou encontros de paredes intermediários.

Deste modo, quando o desenho da elevação for inserido em planta, pode-se inserir armaduras intermediárias através do segundo ícone expandido, dos ícones "Armaduras" (Fig. 3.5.17), uma a uma, marcando-se um ponto na base de uma elevação de acordo com sua necessidade. Esta inserção é descrita no item "Elevação" a diante.

Todos os dados das armaduras inseridas são armazenados e poderão ser inseridos, em forma de tabela, no item "Detalhes", a diante.

Note que não há necessidade de se desenhar todas as elevações para que suas respectivas armaduras sejam quantificadas, mas caso haja necessidade da utilização de armaduras verticais intermediárias, estas elevações deverão ser inseridas para que se possa inserir esta quantificação local na quantificação global.

Observe mais detalhes sobre este item, no item "Elevação".

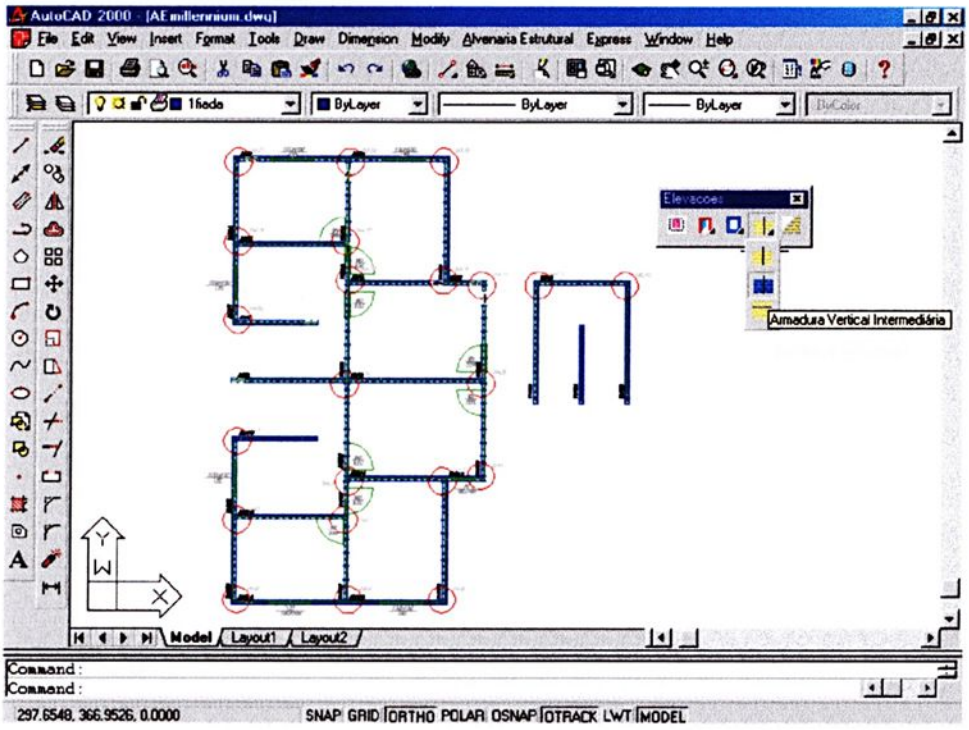



Fig. 3.5.17 – Definição das armaduras verticais intermediárias.

Para inserir armaduras horizontais na elevação deve-se acionar o terceiro ícone expandido (Fig. 3.5.18). A rotina responsável pelas definições de armaduras solicita ao projetista informação sobre referência da armadura (posição); como armaduras no respaldo das paredes resistentes, sobre as janelas (vergas), sob as janelas (contra-vergas), sobre as portas (vergas) e em uma fiada intermediária (Fig. 3.5.19).

O usuário deve marcar nesta caixa de diálogos, respectivamente para cada caso selecionado, a bitola da armadura e a quantidade de armaduras (Fig. 3.5.19) e no caso do item "Fiada intermediária" o número da fiada a ser considerada armaduras horizontais intermediárias (Fig. 3.5.19).

Estas definições serão utilizadas em as todas elevações.

Como no caso das armaduras verticais, os dados das armaduras horizontais inseridas são armazenados e poderão ser inseridos, em forma de tabela, no item "Detalhes", a diante.

Observe mais detalhes sobre este item, no item "Elevação".

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

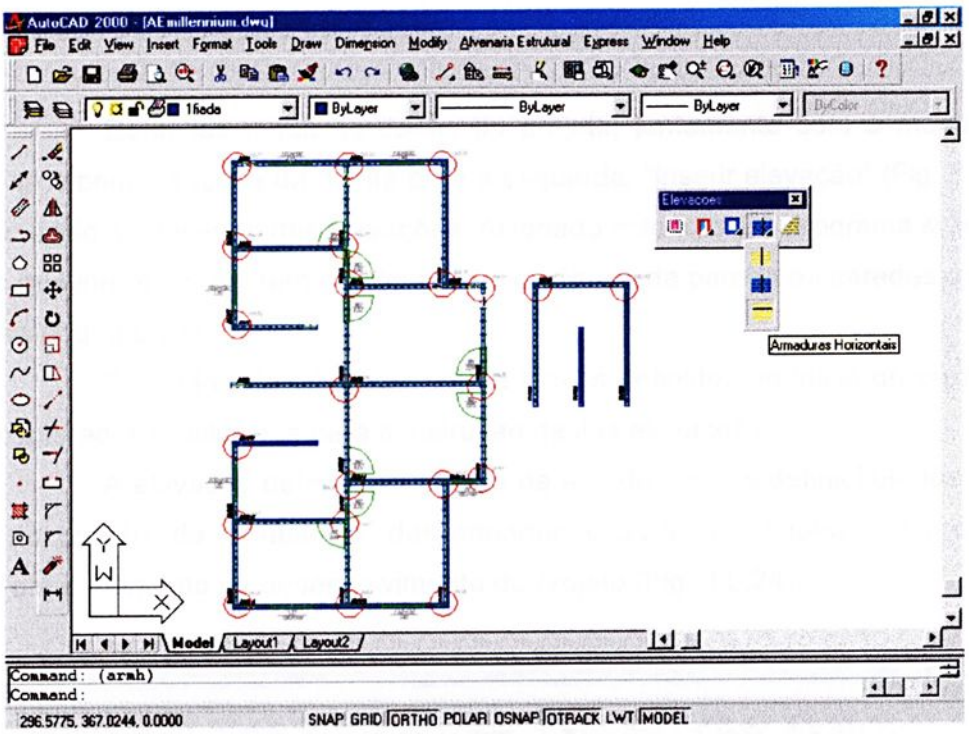



Fig. 3.5.18 – Armaduras horizontais.

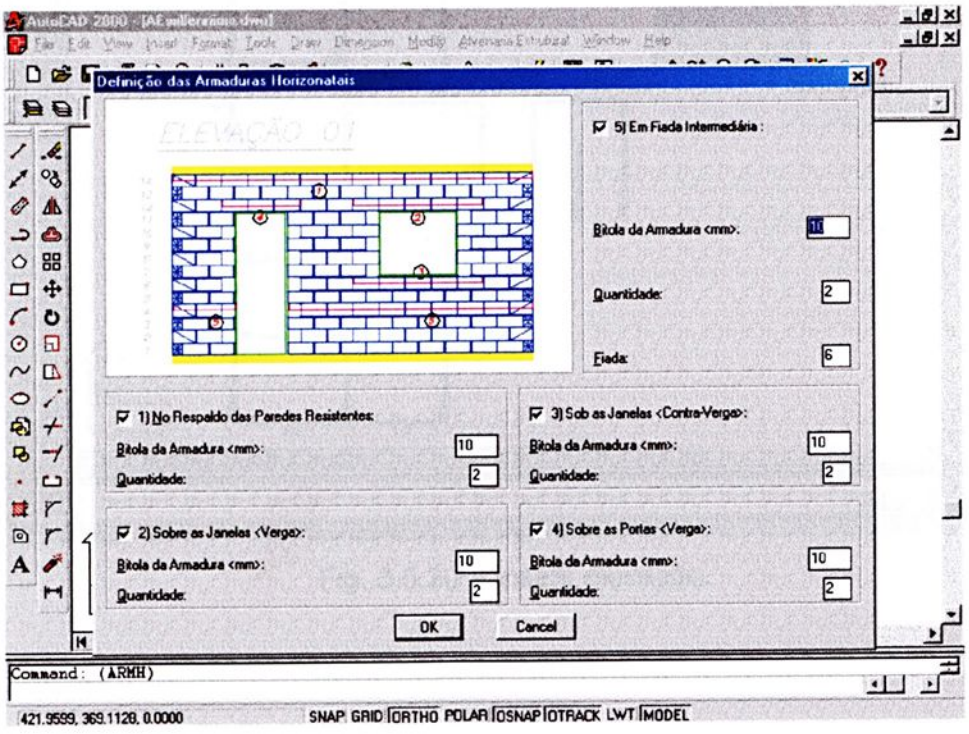



Fig. 3.5.19 – Definição das armaduras horizontais.

### 3.2.5.5. Inserção das elevações

Definidos todos os dados do projeto, juntamente com a modulação, aciona-se o primeiro ícone da direita para a esquerda, "Inserir elevação" (Fig. 3.5.20), para dar início ao desenho das elevações. Acionado este ícone, o programa solicita ao usuário que informe o número da elevação e o número da parede ou paredes a serem elevadas (Fig. 3.5.21).

Os dados de pé direito, laje e blocos definidos no início do programa, são recapturados e utilizados para construção destas elevações.

A elevação definida é inserida de acordo com as definições dos dados gerais do projeto, da modulação, das armaduras, ou seja, de tudo que o usuário definiu até o momento no desenvolvimento do projeto (Fig. 3.5.24).

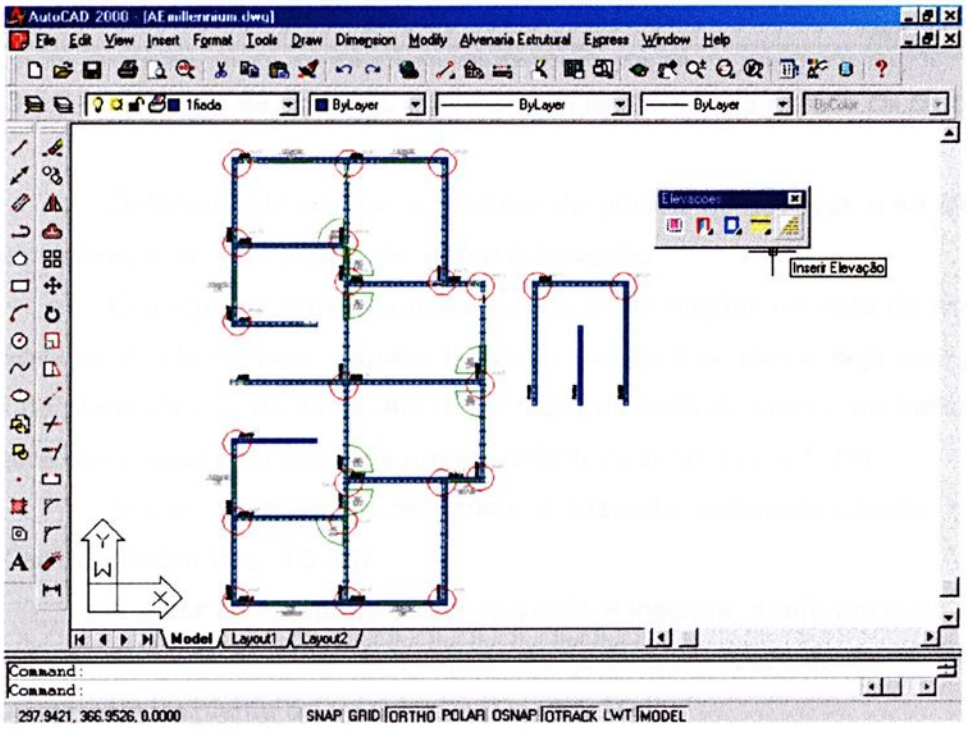



Fig. 3.5.20 – Inserir elevação.

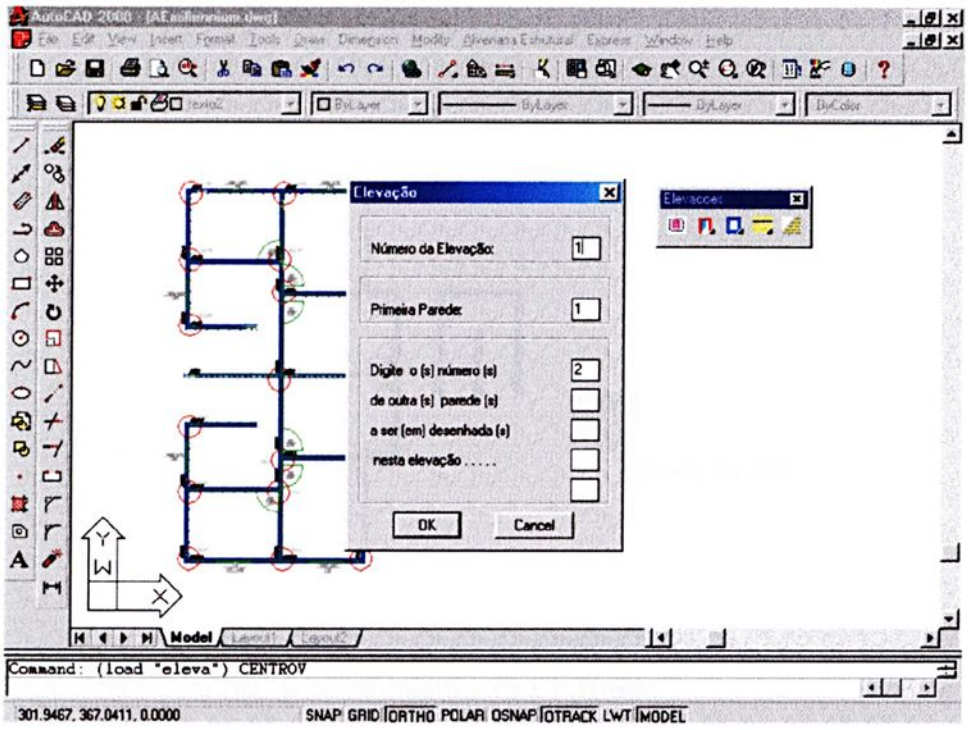



Fig. 3.5.21 – Número da elevação e número de referência da parede ou paredes.

Definido pelo usuário o número da parede ou paredes a se elevar, é solicitado à direção que se deseja desenhar a elevação.

O programa mostra automaticamente as opções de vista da esquerda para direita ou da direita para esquerda, caso a parede a se elevar seja uma parede vertical no plano da tela do *AutoCAD* (Fig.3.5.22) ou vista de cima para baixo ou de baixo para cima, caso a parede seja uma parede horizontal (Fig. 3.5.23).

Assim a elevação requerida é inserida automaticamente com as definições escolhidas (Fig. 3.5.24).

A partir do momento que a elevação é inserida, a referência da direção da vista e do número de referência da elevação desenhada é inserida automaticamente na planta da modulação (Fig. 3.5.25).

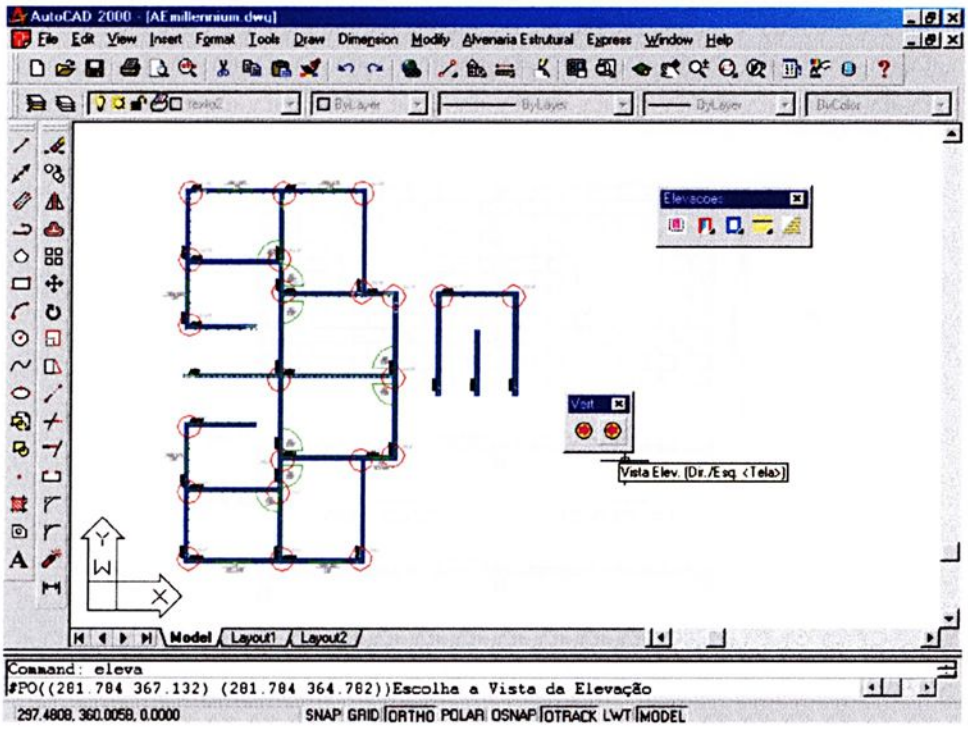



Fig. 3.5.22 – Escolha da vista da elevação de paredes verticais.

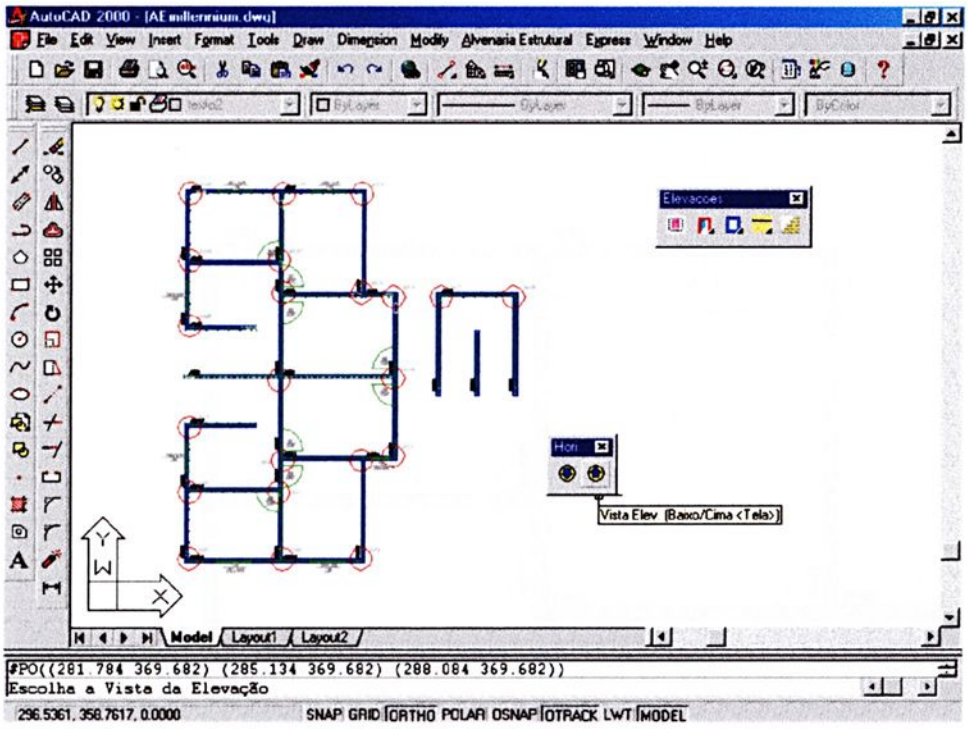



Fig. 3.5.23 – Escolha da vista da elevação de paredes horizontais.

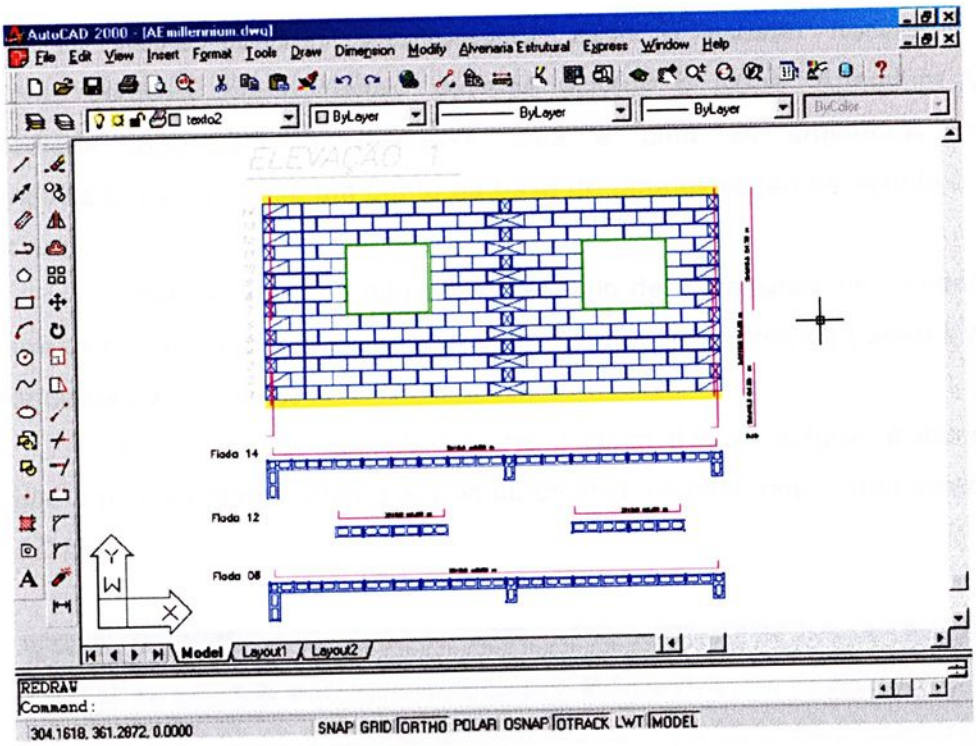



Fig. 3.5.24 – Elevação inserida.

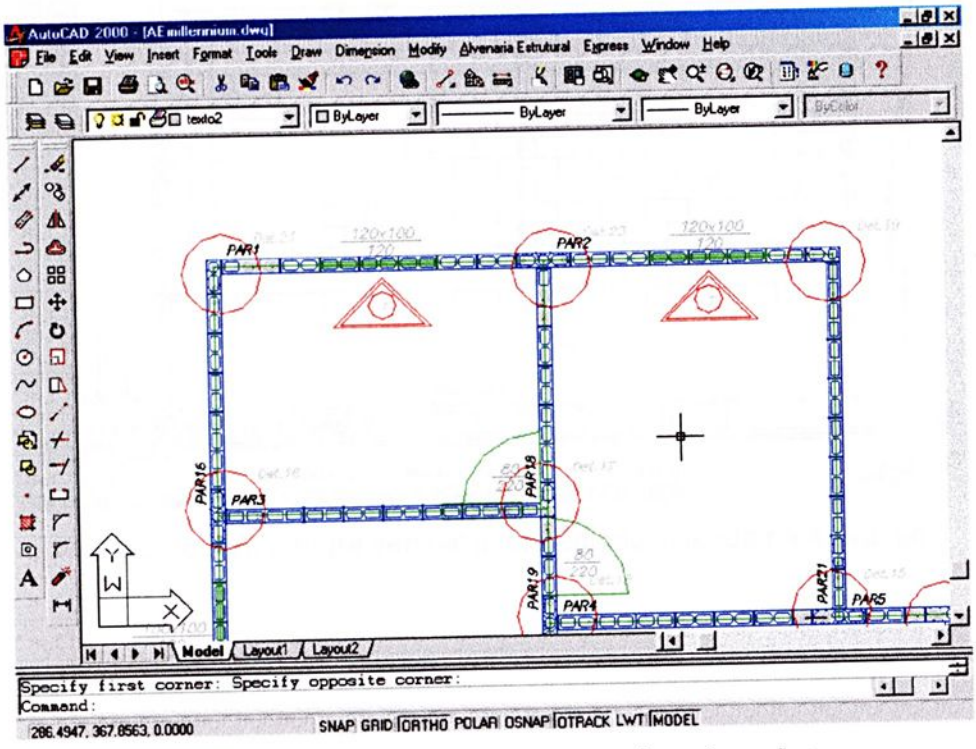



Fig. 3.5.25 – Referência em planta das elevações.

Como descrito anteriormente, caso o usuário necessite inserir armaduras verticais intermediárias, deve-se acionar o ícone "Armadura Vertical Intermediária" (Fig. 3.5.17). Insere-se uma a uma as armaduras verticais intermediárias, marcando-se um ponto na base de uma elevação de acordo com sua necessidade.

Pode-se inserir o número necessário de armaduras, os comprimentos das barras são considerados iguais aos definidos nos encontros de paredes a direta ou a esquerda da elevação.

Ao acionar o respectivo ícone o bloco das armaduras é inserido no ponto que o usuário marcar com o auxílio automático do comando *osnap (nearest)* do *AutoCAD* (Fig. 3.5.26).

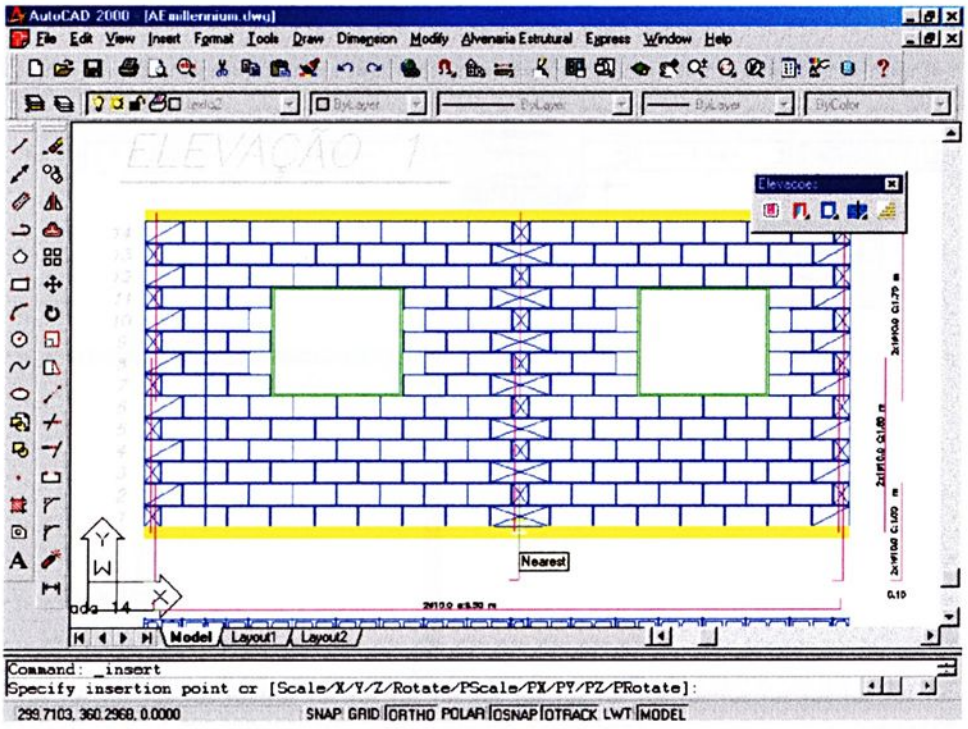



Fig. 3.5.26 – Armadura vertical intermediária inserida na elevação.

### 3.2.6. Detalhes

Depois de concluída a etapa da coordenação modular e configurações e distribuição das ações do projeto e elevações, o próximo passo constitui em inserir, caso desejado, alguns detalhes de projeto. A utilização desta rotina tem início marcando-se na barra de menu superior denominado "Alvenaria Estrutural", seguido da opção "Detalhes" (Fig. 3.6.1). Logo, acionando-se esta opção, o programa será executado automaticamente criando-se uma "Palheta de Ferramentas" denominada "Detalhes" (Fig. 3.6.1), com opções de inserir quantitativo dos blocos, inserir quantitativo das armaduras, inserir legenda dos blocos, substituir *layers*, inserir cotas, configurar cores para *plotagens*, configurar cores para desenho em tela e inserir paredes de vedação.

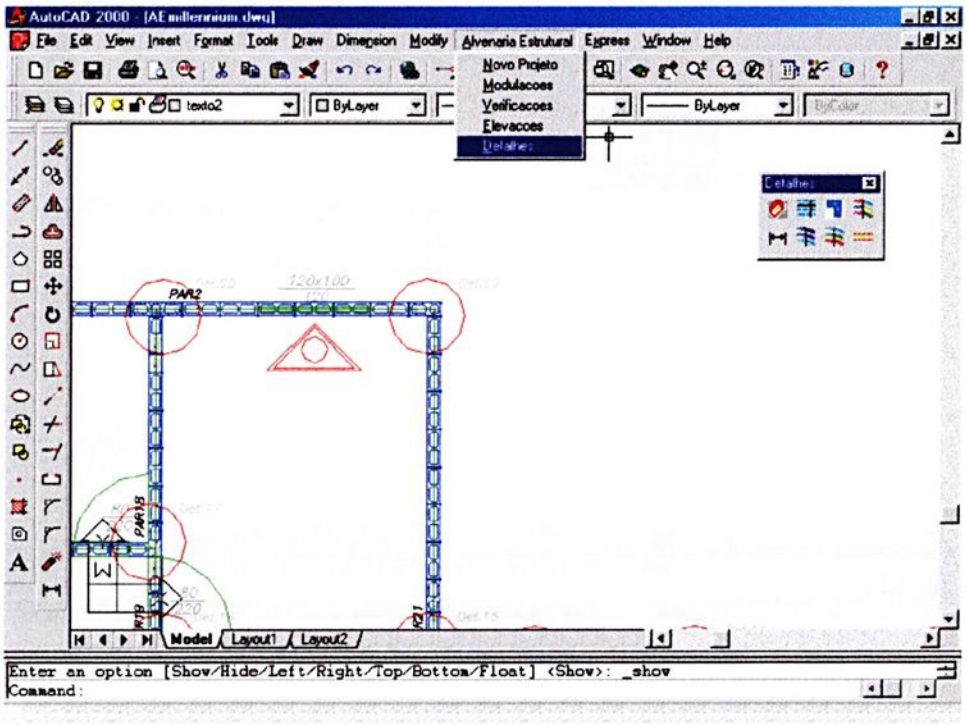



Fig. 3.6.1 – Detalhes.

### 3.2.6.1. Quantitativo dos blocos

Acionando-se o ícone "Quantitativo dos blocos" (Fig. 3.6.2). Deve-se primeiramente, realizar as verificações do dimensionamento, de acordo com as normas que tratam do assunto e informar qual o valor da resistência dos blocos de cada pavimento em MPa (Fig.3.6.3), o número de pavimentos é o que o usuário definiu no item "Dados Gerais do Projeto" (Fig. 3.2.9).

O programa solicita ao usuário que digite o nome do bloco a ser quantificado ou pressionar a tecla *enter* para que se quantifique todos os blocos (Fig. 3.6.4).

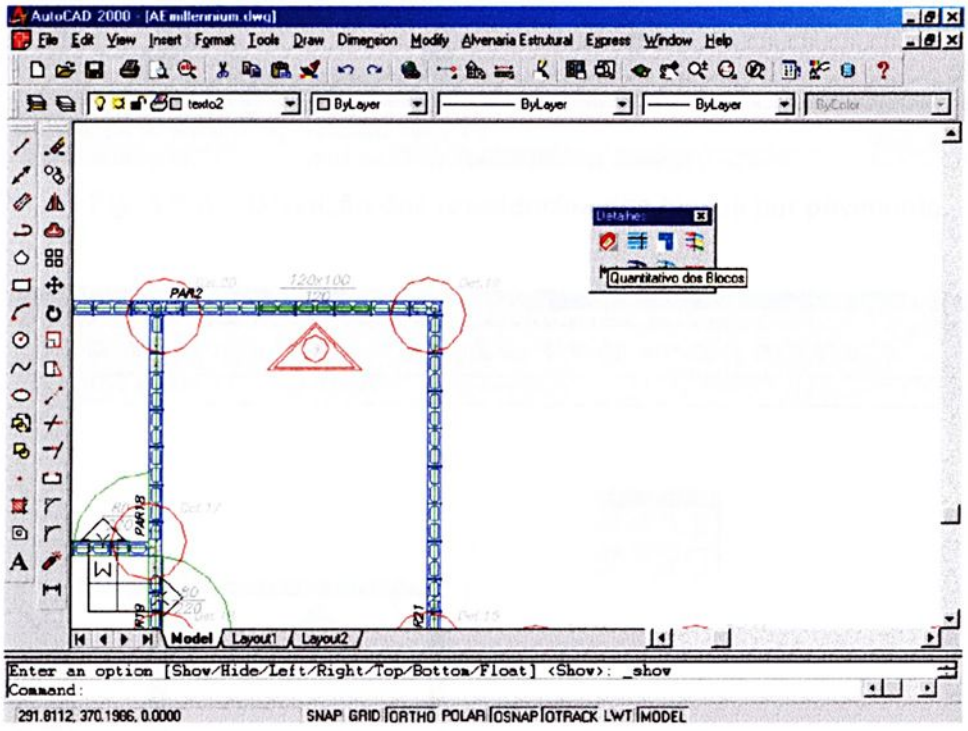



Fig. 3.6.2 – Quantitativo dos blocos.

Logo em seguida, definidos quais blocos a se quantificar, é esperado que se informe um ponto na tela para inserção da tabela de quantitativo dos blocos (Fig. 3.6.5). Assim é inserido no desenho uma tabela que mostra o tipo de bloco, dimensões dos blocos e a resistência dos blocos para a execução do projeto (Fig. 3.6.6).

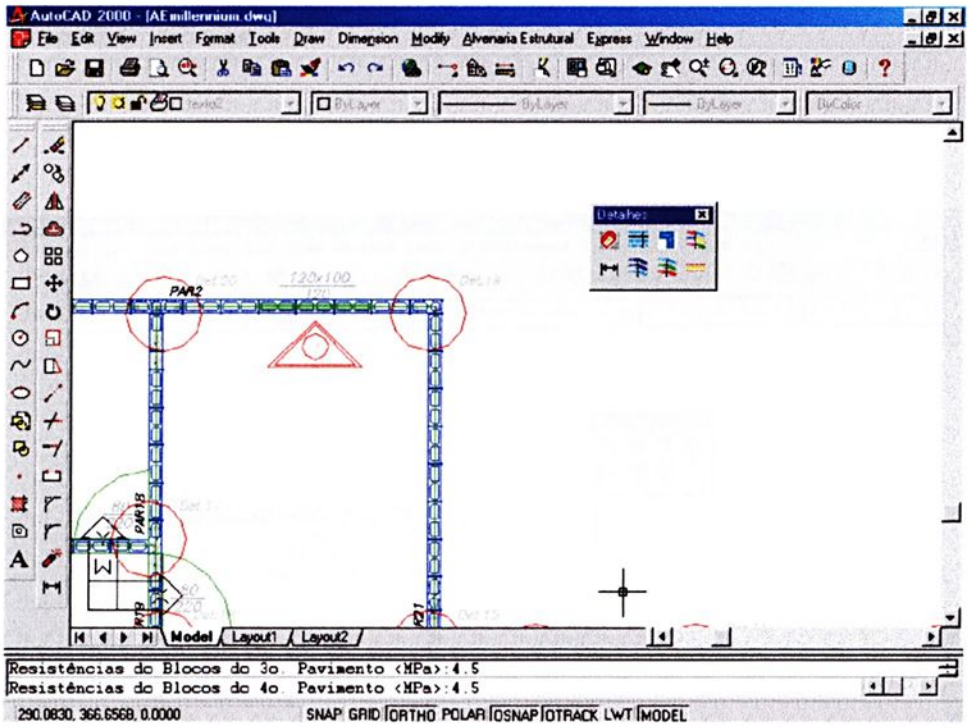



Fig. 3.6.3 – Definição das resistências dos blocos por pavimento.

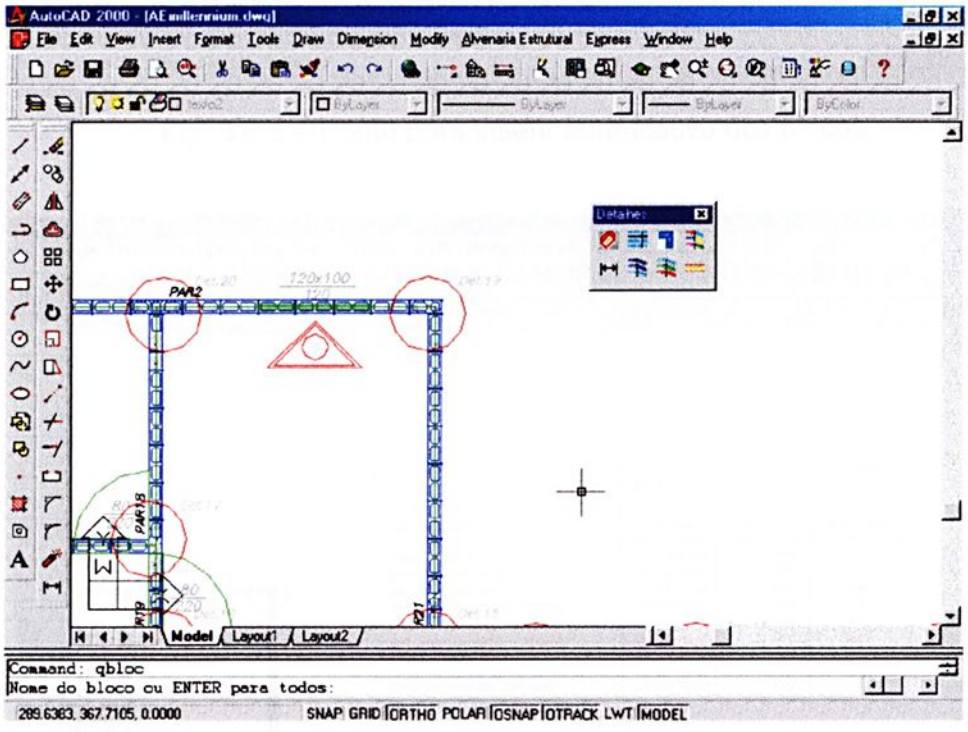



Fig. 3.6.4 – Opções de quantitativos dos blocos.

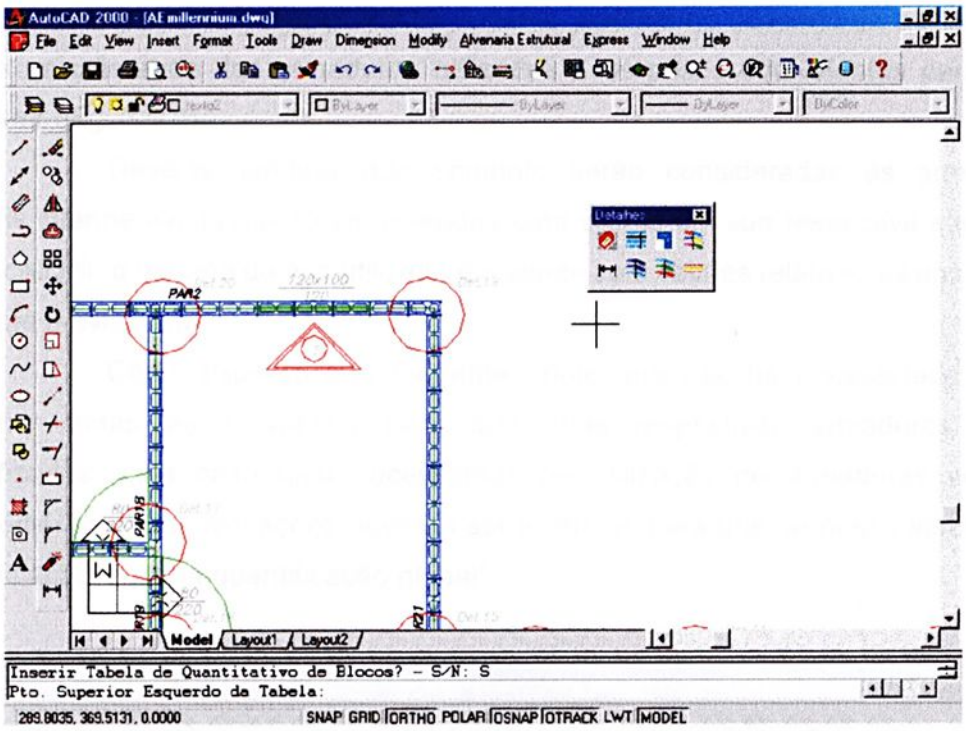



Fig. 3.6.5 – Ponto para inserir quantitativo dos blocos.

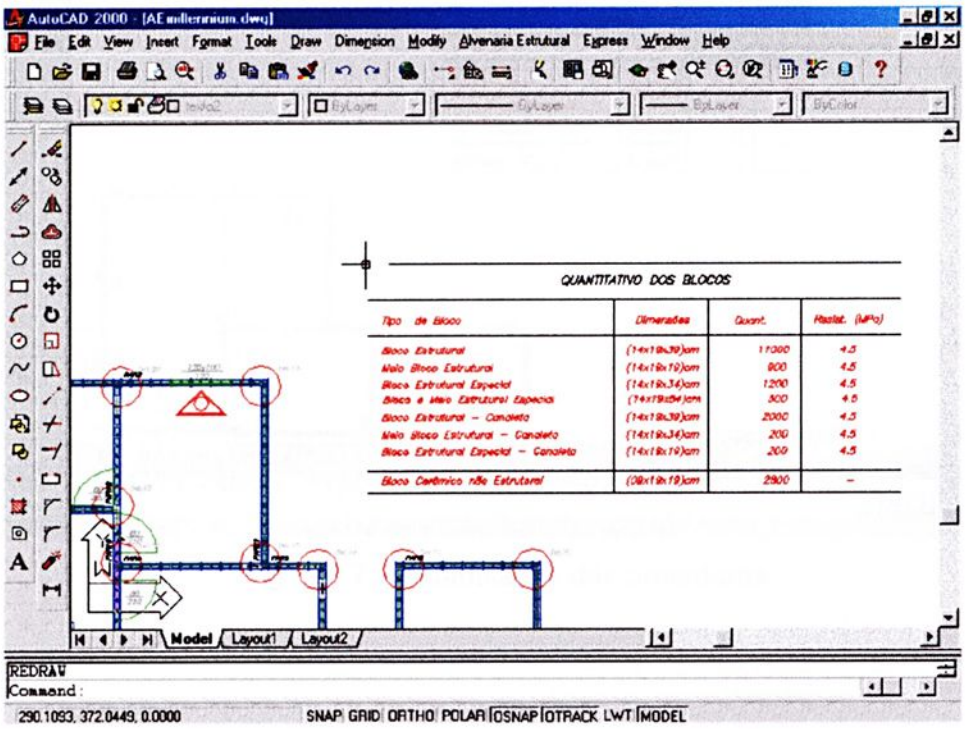



Fig. 3.6.6 – Tabela com quantitativos dos blocos inseridos.

### 3.2.6.2. Quantitativo das armaduras

Acionando-se o ícone "Quantitativo das armaduras" (Fig. 3.6.7), o programa solicita ao usuário que informe um ponto na tela para inserção da tabela de quantitativo das armaduras (Fig. 3.6.8). Assim é inserida no desenho uma tabela que mostra os diâmetros das armaduras utilizadas e os pesos equivalentes para cada armadura (Fig. 3.6.8).

Deve-se lembrar que somente serão consideradas as armaduras verticais intermediárias que forem inseridas uma a uma em sua respectiva elevação, caso contrário o resumo do aço utilizado é inserido com valores relativos as armaduras inseridas previamente.

Como explicito anteriormente: "note que não há necessidade de se desenhar todas as elevações para que suas respectivas armaduras sejam quantificadas, mas caso haja necessidade da utilização de armaduras verticais intermediárias, estas elevações deverão ser inseridas para que se possa inserir esta quantificação local na quantificação global" .

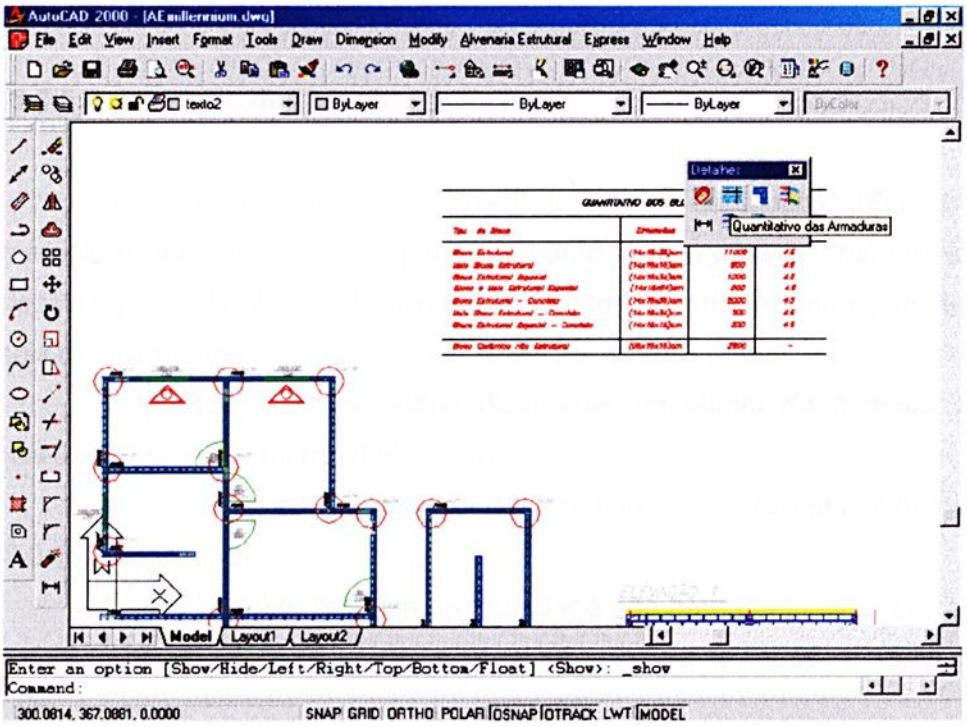



Fig. 3.6.7 – Quantitativo das armaduras.

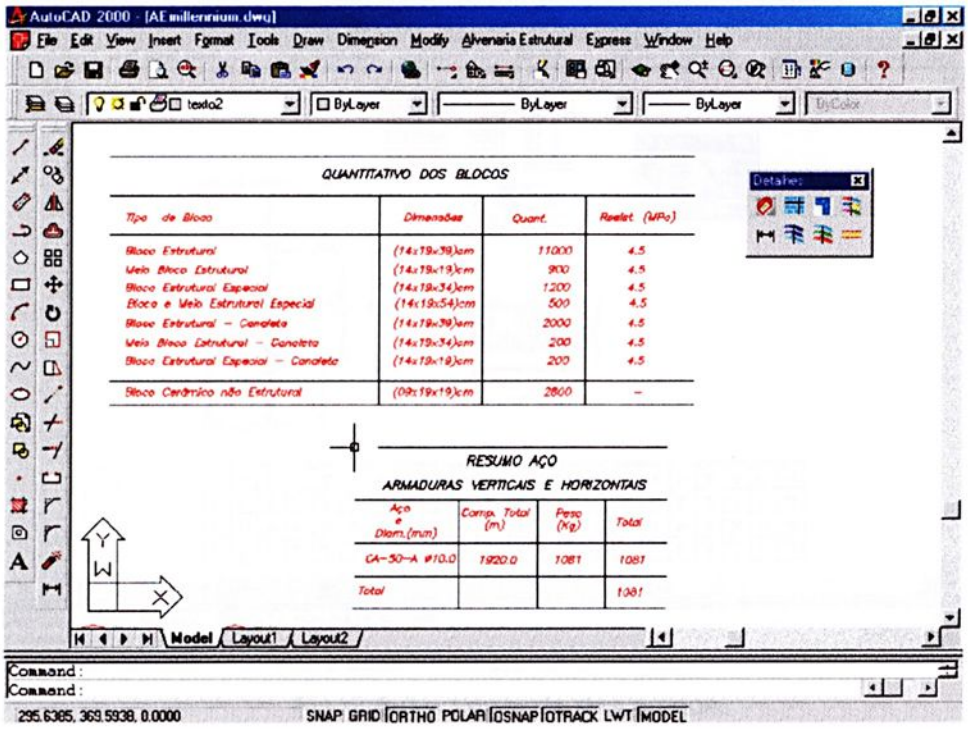



Fig. 3.6.8 – Tabela com quantitativos das armaduras inseridas.

### 3.2.6.3. Legenda dos blocos

Acionando-se o ícone "Inserir legenda dos blocos" (Fig. 3.6.9), o programa solicita ao usuário que informe um ponto na tela para inserção da legenda dos blocos (Fig. 3.5.4). Assim é inserida no desenho uma legenda que mostra a seqüência das fiadas (primeira, segunda, terceira e quarta) (Fig. 3.5.4).

O programa insere automaticamente na planta da primeira fiada a referência do detalhe das fiadas (Fig. 3.5.6).

Como percebido, este item dos detalhes foi descrito anteriormente, item 3.2.5.1 da página 93.

Caso o usuário naquela oportunidade não opte por inserir esta legenda, esta inserção pode ser executada a qualquer momento após a definição da modulação.

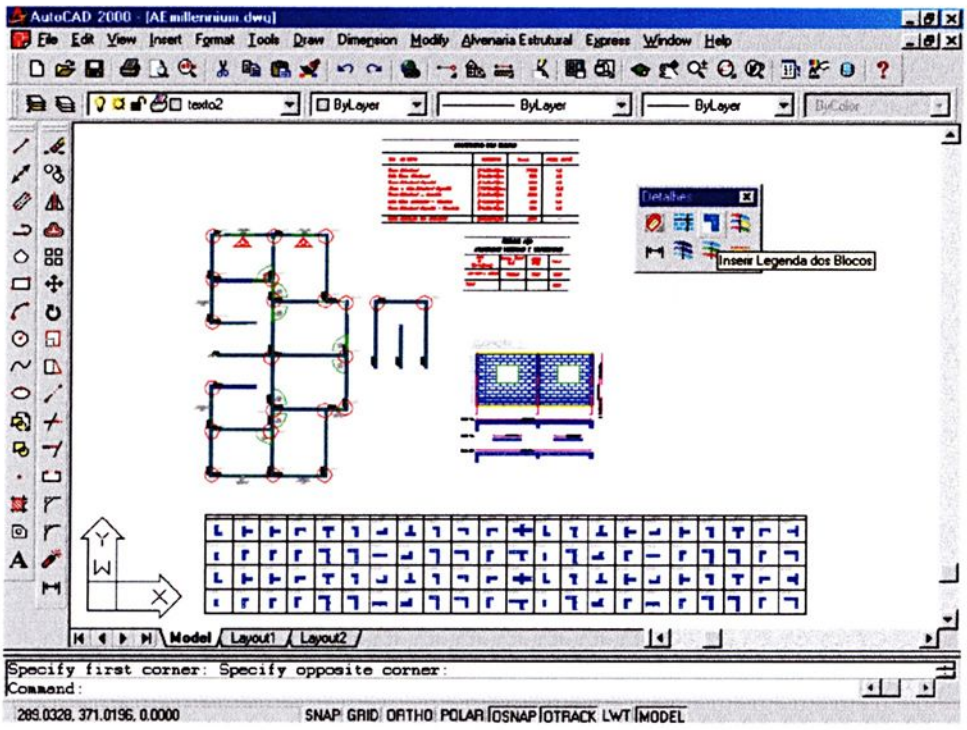



Fig. 3.6.9 – Legenda dos blocos.

### 3.2.6.4. Substituir *layers*

Com o acionamento do quarto ícone da esquerda para direita, da primeira linha de ícones, "Substituir *layers*", da "Palheta de Ferramentas" denominada "Detalhes" (Fig. 3.6.10). O programa proporciona ao usuário a possibilidade de substituir alguns *layers* do projeto. Pode-se, por exemplo, substituir-se tudo o que está desenho com o *layer* "1fiada" pelo *layer* "Detalhes" ou substituir-se tudo o que está desenho com o *layer* "eixo" pelo *layer* "esquadrias" e entre todos outros *layers* (Fig. 3.6.11). Está opção, totalmente por questão de comodismo em desenhos em *AutoCAD*, deve somente ser utilizada quando todo o projeto estiver concluído, caso contrário pode-se ter problemas com seu desenvolvimento.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

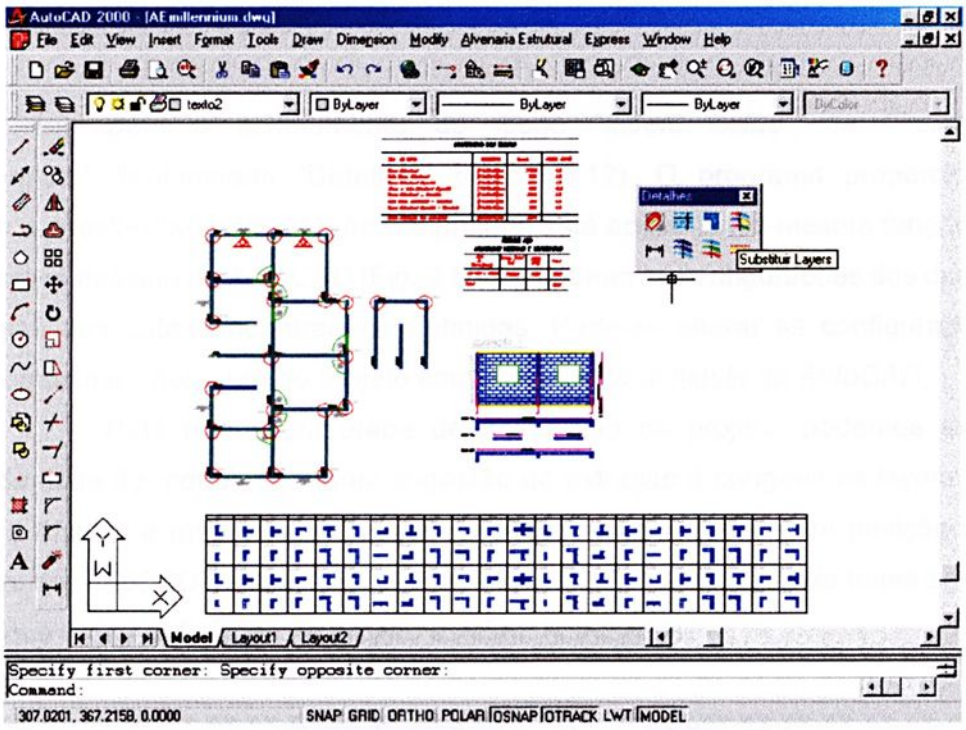



Fig. 3.6.10 – Substituir *layers*.

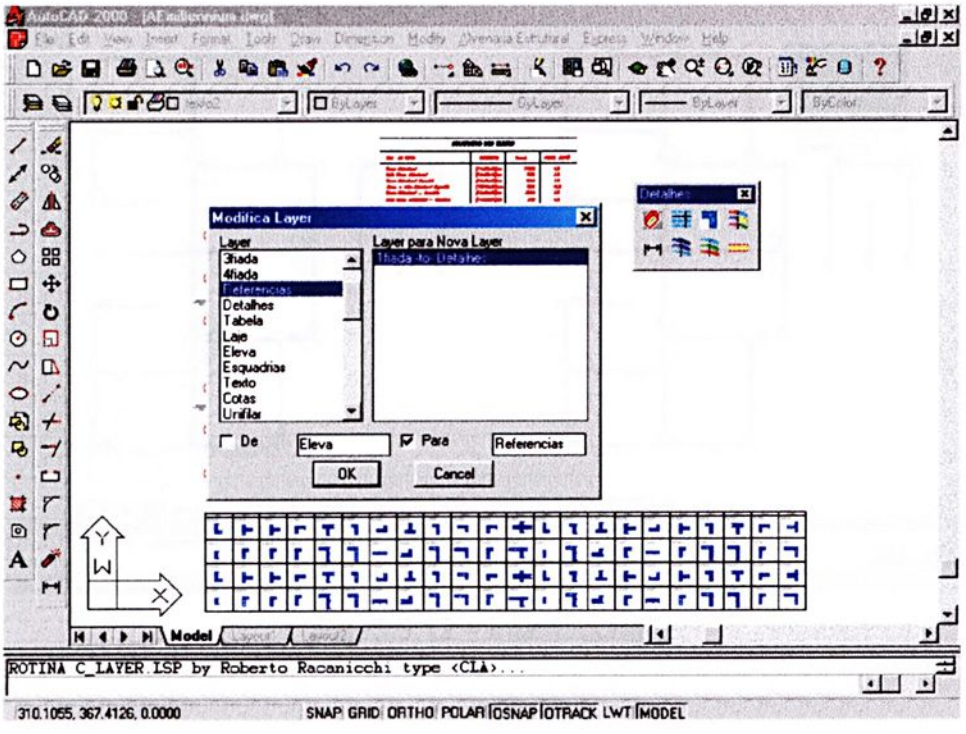



Fig. 3.6.11 – Opções para substituição de *layers*.

### 3.2.6.5. Inserir cotas

Com o acionamento do ícone "Inserir cotas", da "Palheta de Ferramentas" denominada "Detalhes" (Fig. 3.6.12). O programa proporciona ao usuário a possibilidade de cotar todo o projeto, está opção tem a mesma função que o comando *dimension* do *AutoCAD* (Fig. 3.6.13), apenas as configurações dos desenhos e escalas das cotas encontram-se definidas. Pode-se alterar as configurações de cotas a qualquer momento do projeto com o comando *dimstyle* do *AutoCAD*.

Note que nesta etapa de finalização do projeto, podemos extrair a segunda fiada da modulação. Uma sugestão de extração é congelar os *layers* 1fiada, 3fiada e 4fiada e mover a modulação da segunda fiada para outra posição na tela principal do *AutoCAD*, esta ação pode ser executada para extração de todas as fiadas, desde que todas definições de projeto estejam finalizadas.

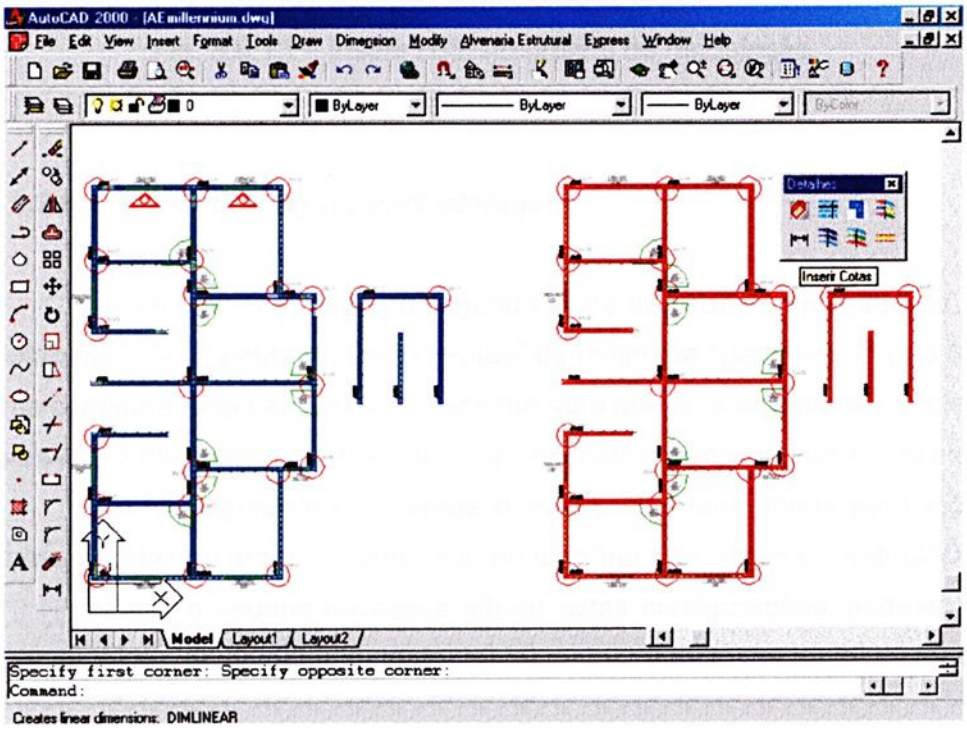



Fig. 3.6.12 – Inserir cotas.

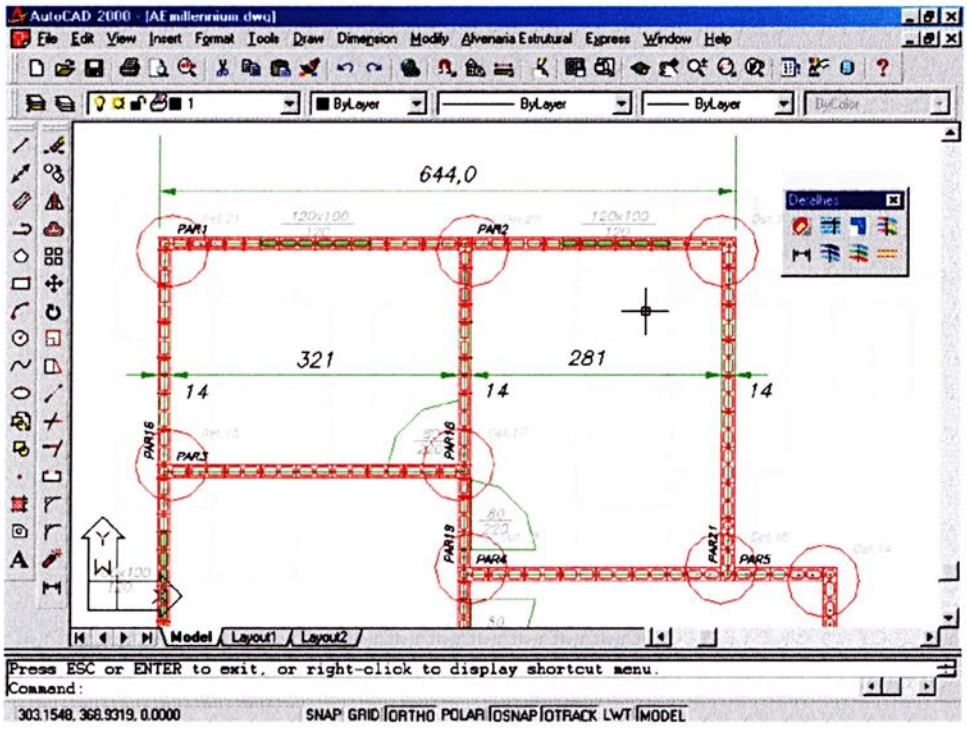



Fig. 3.6.13 – Inserir cota no projeto de modulação.

### 3.2.6.6. Cores dos *layers* para *plotagens*

Com o acionamento do segundo ícone da direita para esquerda, "Cores para *plotagens*", da "Palheta de Ferramentas" denominada "Detalhes" (Fig. 3.6.14). O programa configura todas as cores do desenho para que se possa *plotar* o projeto com espessuras de linhas pré-definidas. Pode-se observar a mudança das cores em tela.

As configurações de cores e espessuras das linhas para *plotagens* estão armazenadas no arquivo "*Aemill.ctb*" no diretório *Plot Styles* do *AutoCAD*.

Caso o usuário necessite alterar estas configurações, pode-se faze-la tranqüilamente com os comandos do *AutoCAD*.

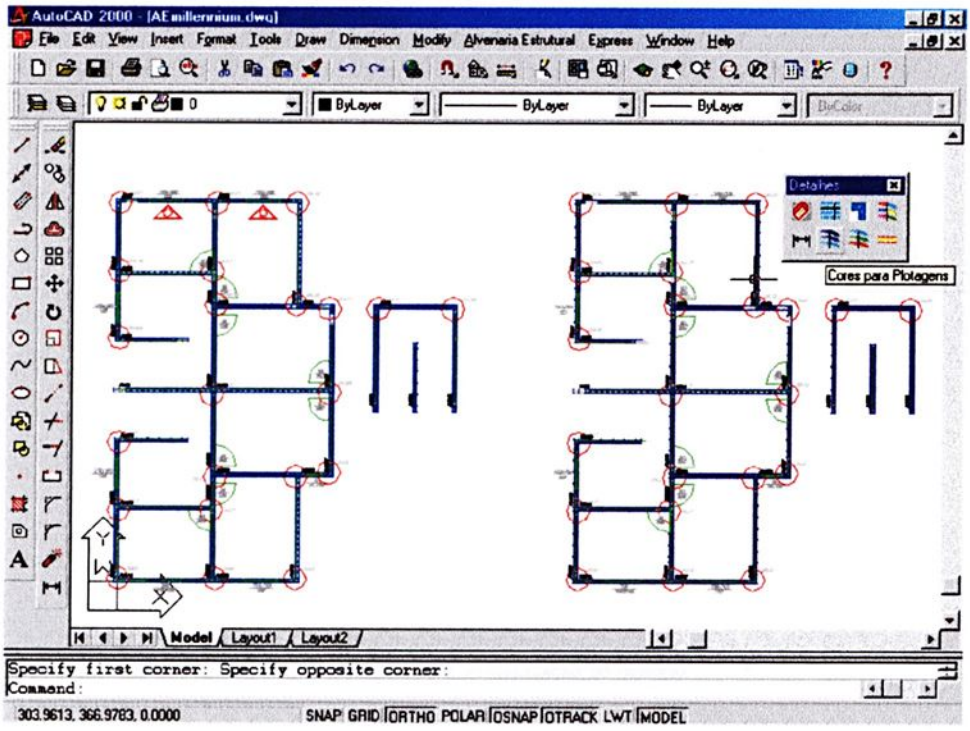



Fig. 3.6.14 – Cores dos *layers* para *plotagens*.

### 3.2.6.7. Cores dos *layers* para desenhos em tela

Com o acionamento do segundo ícone da direita para esquerda, "Cores para desenhos", da segunda linha de ícones da "Palheta de Ferramentas" denominada "Detalhes" (Fig. 3.6.15). O programa configura todas as cores do desenho para que se possa observar melhor projeto na tela do *AutoCAD*.

Deve-se ressaltar que os nomes dos *layers* não podem ser modificados, mas suas cores sim.

As cores definidas para os desenhos dos projetos de alvenaria estrutural, tem por objetivo proporcionar ao usuário uma visualização adequada, sobretudo da modulação tridimensional, de todos os detalhes do projeto.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

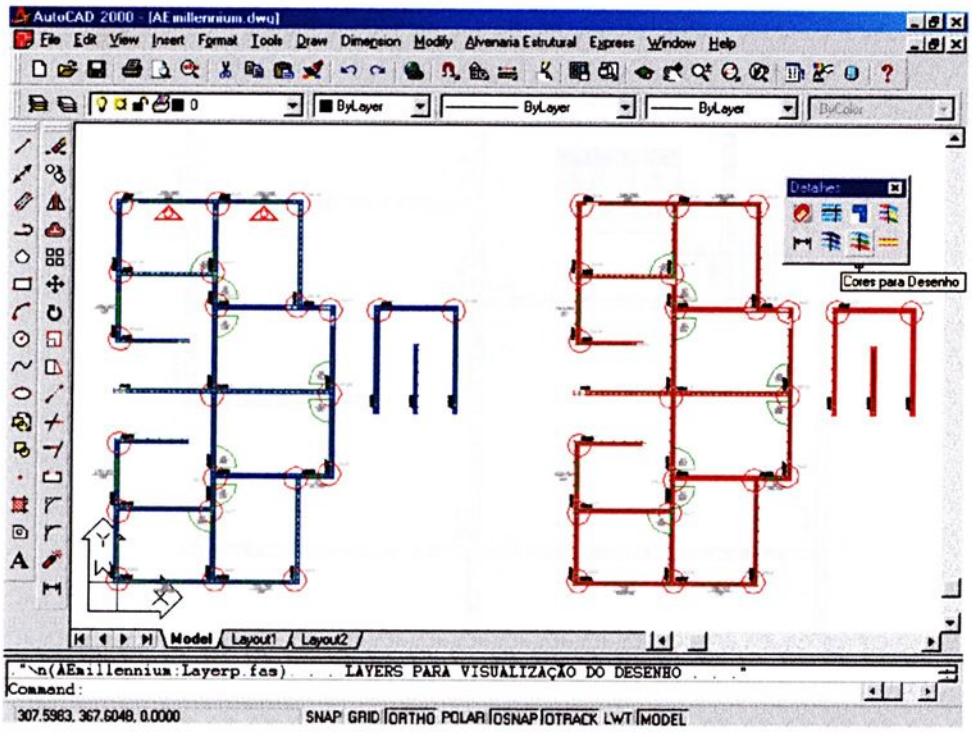



Fig. 3.6.15 – Cores dos *layers* para desenhos na tela do *AutoCAD*.

### 3.2.6.8. Parede não estrutural (Alvenaria de vedação)

Com o acionamento do primeiro ícone da direita para esquerda, "Parede não estrutural", da segunda linha de ícones da "Palheta de Ferramentas" denominada "Detalhes" (Fig. 3.6.16). O programa proporciona ao usuário inserir paredes não estruturais utilizadas com alvenaria de vedação.

Basta marcar dois pontos na planta de modulação que é inserido a representação de parede não estrutural com as configurações pré-definidas pelo programa (Fig. 3.6.16).

A alvenaria de vedação não tem efeito estrutural nas verificações efetuadas pelo item a seguir.

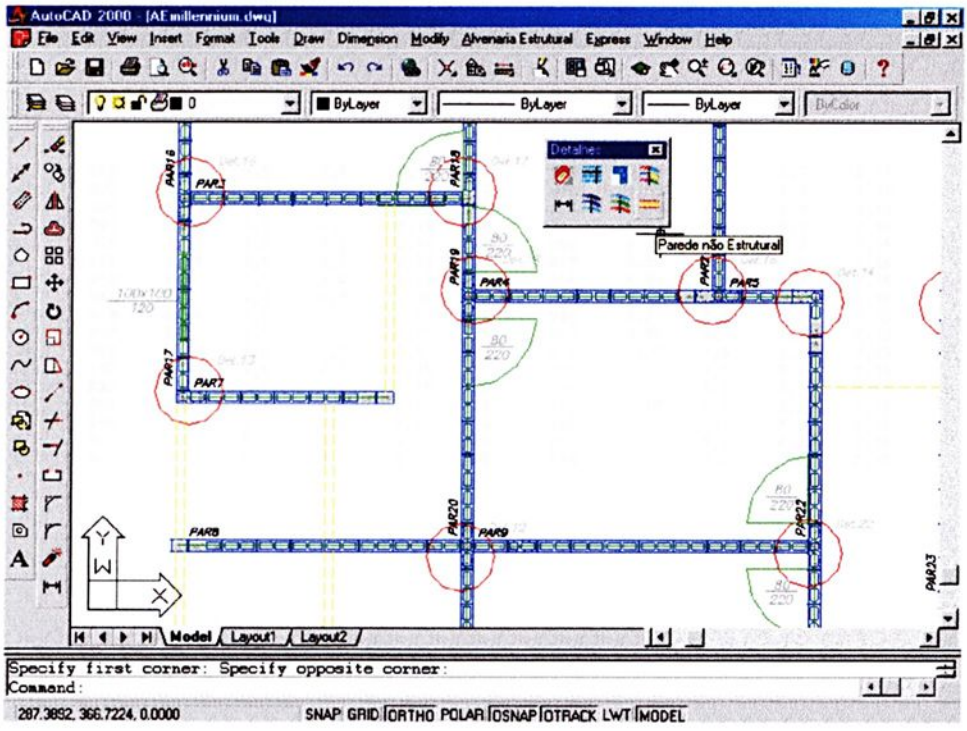



Fig. 3.6.16 – Parede não estrutural.

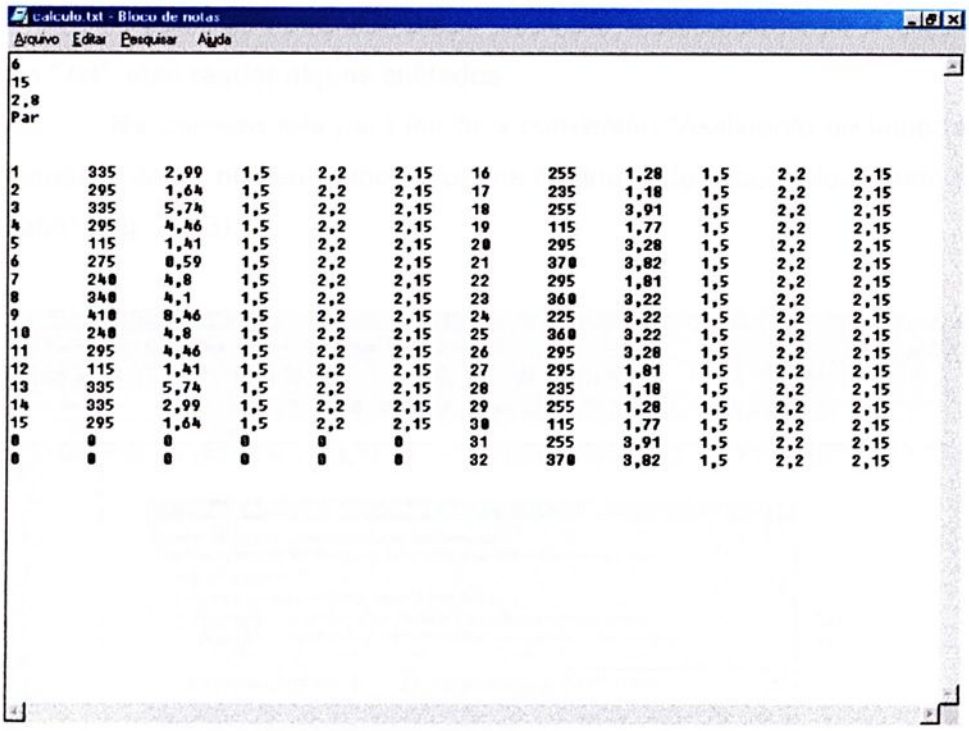
### 3.2.7. Manipulação de dados para verificações

Definidos todos os itens do projeto, basta utilizar os recursos para verificar o dimensionamento das paredes resistentes de acordo com a NBR-10837(1989), "Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto", que trata do cálculo da alvenaria estrutural, armada ou não armada, de blocos vazados de concreto.

Ao utilizar-se o item "Armazenar Dados Ações" (Fig. 3.4.21) da palheta de ferramentas "Verificações", o programa cria um arquivo denominado "calculo.txt" que é utilizado para auxiliar as verificações do projeto (Fig. 3.7.1).

Através da planilha eletrônica *Microsoft Excel*, no diretório c:\AEmillennium\Alvenaria, deve-se abrir o arquivo "verifica.xls". Os dados deste arquivo serão os armazenados da última obra verificada.

Para atualizar os dados do arquivo para a corrente obra, deve-se abrir o arquivo "calculo.txt" neste mesmo diretório (Fig. 3.7.2).



calculo.txt - Bloco de notas

Arquivo Editar Pesquisar Ajuda

```
6
15
2,8
Par

1       335     2,99    1,5     2,2     2,15    16      255     1,28    1,5     2,2     2,15
2       295     1,64    1,5     2,2     2,15    17      235     1,18    1,5     2,2     2,15
3       335     5,74    1,5     2,2     2,15    18      255     3,91    1,5     2,2     2,15
4       295     4,46    1,5     2,2     2,15    19      115     1,77    1,5     2,2     2,15
5       115     1,41    1,5     2,2     2,15    20      295     3,28    1,5     2,2     2,15
6       275     8,59    1,5     2,2     2,15    21      370     3,82    1,5     2,2     2,15
7       240     4,8     1,5     2,2     2,15    22      295     1,81    1,5     2,2     2,15
8       340     4,1     1,5     2,2     2,15    23      360     3,22    1,5     2,2     2,15
9       410     8,46    1,5     2,2     2,15    24      225     3,22    1,5     2,2     2,15
10      240     4,8     1,5     2,2     2,15    25      360     3,22    1,5     2,2     2,15
11      295     4,46    1,5     2,2     2,15    26      295     3,28    1,5     2,2     2,15
12      115     1,41    1,5     2,2     2,15    27      295     1,81    1,5     2,2     2,15
13      335     5,74    1,5     2,2     2,15    28      235     1,18    1,5     2,2     2,15
14      335     2,99    1,5     2,2     2,15    29      255     1,28    1,5     2,2     2,15
15      295     1,64    1,5     2,2     2,15    30      115     1,77    1,5     2,2     2,15
0       0       0       0       0       0       31      255     3,91    1,5     2,2     2,15
0       0       0       0       0       0       32      370     3,82    1,5     2,2     2,15
```

Fig. 3.7.1 – Arquivo "Calculo.txt".

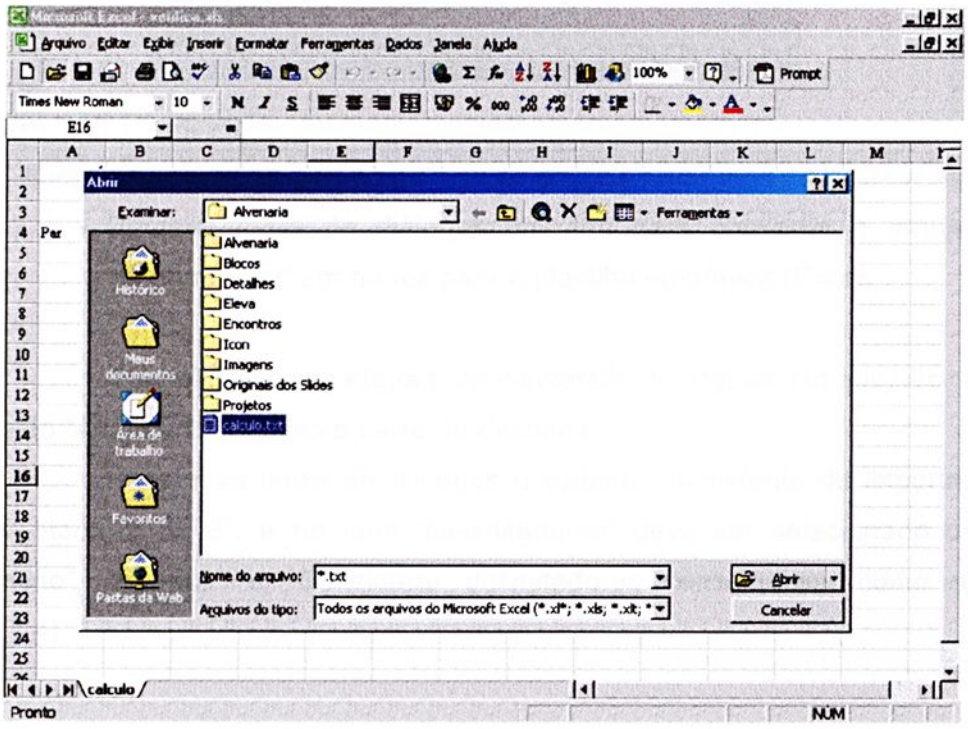



Fig. 3.7.2 – Abertura do arquivo "Calculo.txt" através do *software Excel*.

A planilha eletrônica *Excel* converte automaticamente o arquivo com extensão ".txt", mas requer alguns cuidados.

Na primeira tela para iniciar a conversão "Assistente de importação de texto – etapa 1 de 3", no item "Tipo de dados originais" deve ser selecionado à opção "Delimitado" (Fig. 3.7.3).

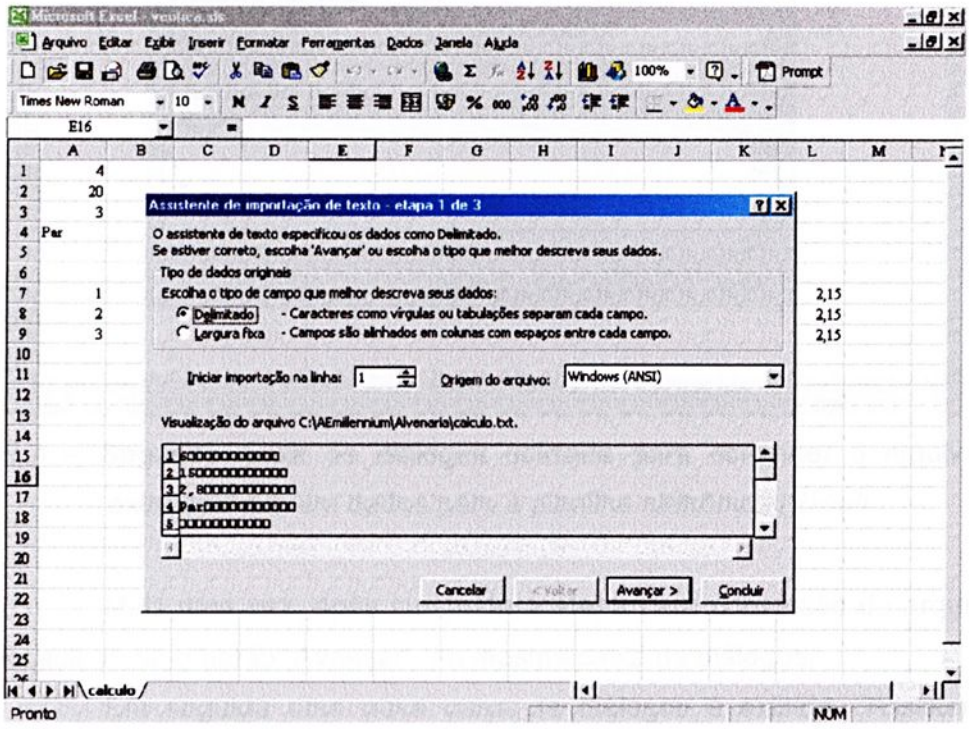



Fig. 3.7.3 – Primeira caixa de diálogos utilizada para converter o arquivo com extensão".txt" em dados para a planilha eletrônica (*Excel*).

Consolidado esta etapa para conversão do arquivo em questão, aciona-se o botão "Avançar" na mesma caixa de diálogos.

Uma nova caixa de diálogos é exibida, "Assistente de importação de texto – etapa 2 de 3", e no item "Delimitadores" deve ser selecionado os itens "Tabulação", "Espaço" e "Considerar delimitadores consecutivos como um só" (Fig. 3.7.4).

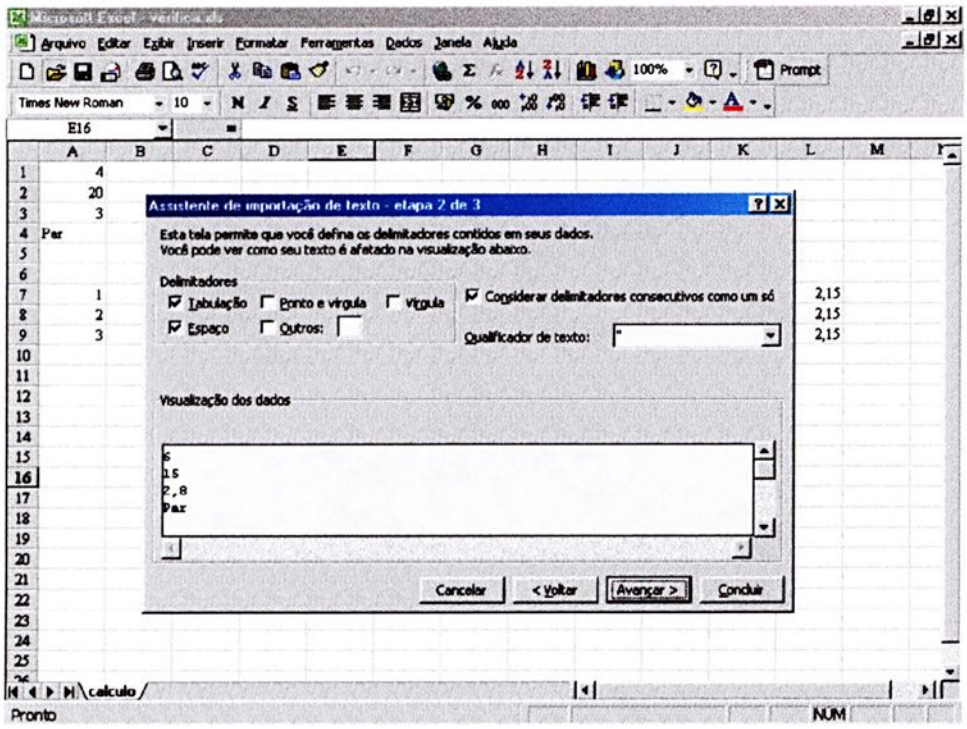



Fig. 3.7.4 – Segunda caixa de diálogos utilizada para converter o arquivo com extensão".txt" em dados para a planilha eletrônica (*Excel*).

Mais uma vez, após cumprida a etapa para conversão do arquivo em questão, aciona-se o botão "Avançar" na mesma caixa de diálogos.

Em seguida uma nova caixa de diálogos é exibida, "Assistente de importação de texto – etapa 3 de 3", e no item "Formato dos dados da coluna" deve ser selecionado o item "Geral" (Fig. 3.7.5).

Para a finalização desta conversão deve-se gravar a nova planilha como "verifica.xls", substituindo a anterior. Esta planilha deve ser gravada obrigatoriamente com este nome, pois a planilha de verificações das ações verticais está configurada para ler os dados a partir deste nome. O diretório requerido também deve ser o mesmo, ou seja, c:\AEmillennium\Alvenaria\verifica.xls.

Os resultados estão expressos na planilha "AEmillennium.xls" descrito a seguir.

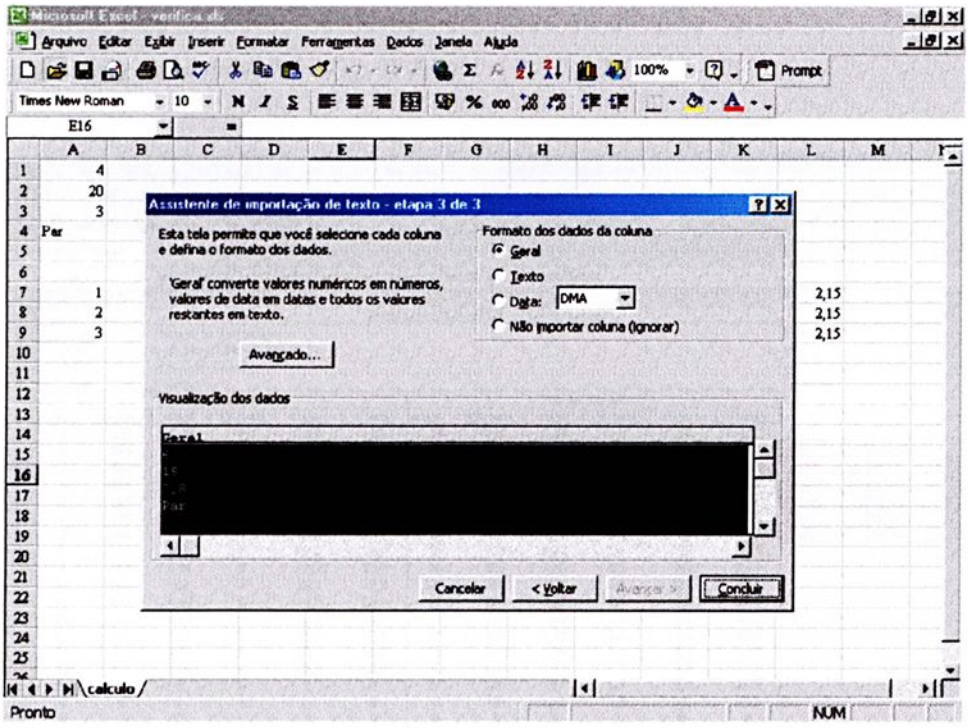



Fig. 3.7.5 – Terceira caixa de diálogos utilizada para converter o arquivo com extensão".txt" em dados para a planilha eletrônica (*Excel*).

A primeira pasta da planilha intitulada "AEmillennium.xls", "Dados de Entrada", expressa os dados de entrada enviados pelas rotinas *LISP* e devem ser verificados (Fig. 3.7.6).

A segunda pasta desta mesma planilha, "Tensões q e g (H)" , mostra o número de referência da parede, o comprimento de cada parede (Compr.) na unidade (cm), a área de influência de lajes sobre cada parede (Área infl.) na unidade ($m^2$), a ação variável total transmitido pelas lajes para cada parede ($Q_{laje}$) na unidade (kN), a tensão normal variável atuante ($\sigma_Q$) na unidade ($kN/cm^2$), a ação permanente transmitida pelas lajes para cada parede ($G_{laje}$) na unidade (kN), a ação permanente transmitida pela parede, peso próprio e revestimento, para cada parede ($G_{parede}$) na unidade (kN), a ação permanente total transmitido para cada parede ($G_{total}$) na unidade (kN), a tensão normal permanente atuante ($\sigma_G$) na unidade (MPa), a tensão de compressão axial atuante (fa) na unidade ($kN/cm^2$) e a tensão de compressão admissível (Fa) na

unidade (MPa) das paredes resistentes situadas na direção horizontal utilizando como referência a tela do *AutoCAD* (Fig. 3.7.7)

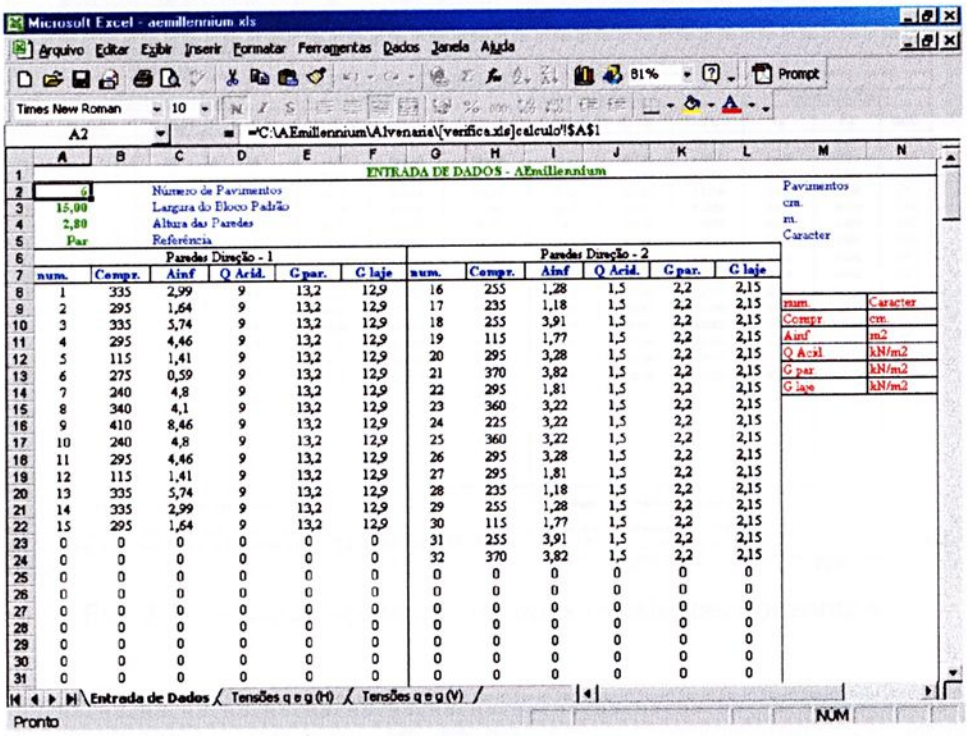
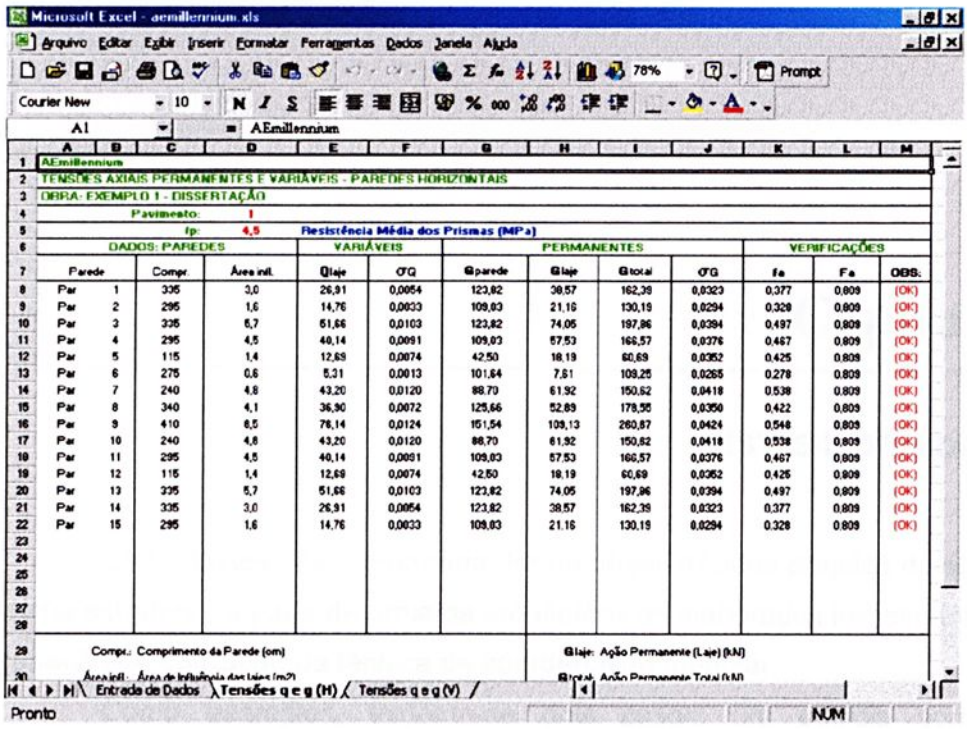



Fig. 3.7.6 – Dados de entrada enviados pelas rotinas *LISP*.

A terceira pasta desta mesma planilha, "Tensões q e g (V)" , exibe os valores referentes aos mesmos itens citados anteriormente, diferenciando-se somente no sentido das paredes, vertical utilizando como referência a tela do *AutoCAD* (Fig. 3.7.8).

Nas duas últimas pasta citadas, nota-se que se pode alterar o pavimento a ser avaliado e a resistência média dos prismas (fp) (Fig. 3.7.8).

É aconselhável que ao término das análises o usuário grave o arquivo com outro nome, pois os arquivos "Calculo.txt", "Verifica.xls" e "AEmillennium" não podem ter seus nomes alterados.



Microsoft Excel - aemillennium.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

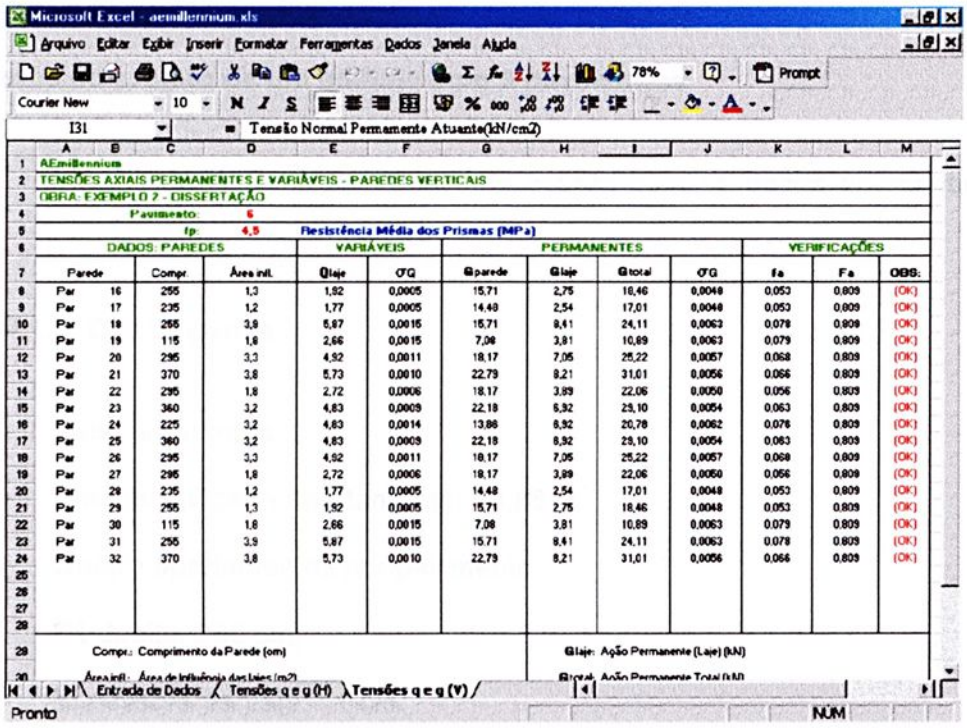
Courier New 10 — A1 — AEmillennium

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AEmillennium | | | | | | | | | | | | |
| 2 | TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS | | | | | | | | | | | | |
| 3 | OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pavimento: | 1 | | | | | | | | | | | |
| 5 | fp: | 4,5 | Resistência Média dos Prismas (MPa) | | | | | | | | | | |
| 6 | DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | | |
| 7 | Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σG | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: | |
| 8 | Par 1 | 335 | 3,0 | 26,91 | 0,0054 | 123,82 | 38,57 | 162,39 | 0,0323 | 0,377 | 0,809 | (OK) | |
| 9 | Par 2 | 295 | 1,6 | 14,76 | 0,0033 | 109,03 | 21,16 | 130,19 | 0,0294 | 0,328 | 0,809 | (OK) | |
| 10 | Par 3 | 335 | 5,7 | 51,66 | 0,0103 | 123,82 | 74,05 | 197,86 | 0,0394 | 0,497 | 0,809 | (OK) | |
| 11 | Par 4 | 295 | 4,5 | 40,14 | 0,0091 | 109,03 | 57,53 | 166,57 | 0,0376 | 0,467 | 0,809 | (OK) | |
| 12 | Par 5 | 115 | 1,4 | 12,69 | 0,0074 | 42,50 | 18,19 | 60,69 | 0,0352 | 0,425 | 0,809 | (OK) | |
| 13 | Par 6 | 275 | 0,6 | 5,31 | 0,0013 | 101,64 | 7,61 | 109,25 | 0,0265 | 0,278 | 0,809 | (OK) | |
| 14 | Par 7 | 240 | 4,8 | 43,20 | 0,0120 | 88,70 | 61,92 | 150,62 | 0,0418 | 0,538 | 0,809 | (OK) | |
| 15 | Par 8 | 340 | 4,1 | 36,90 | 0,0072 | 125,66 | 52,89 | 178,55 | 0,0350 | 0,422 | 0,809 | (OK) | |
| 16 | Par 9 | 410 | 6,5 | 78,14 | 0,0124 | 151,54 | 109,13 | 260,67 | 0,0424 | 0,548 | 0,809 | (OK) | |
| 17 | Par 10 | 240 | 4,8 | 43,20 | 0,0120 | 88,70 | 61,92 | 150,62 | 0,0418 | 0,538 | 0,809 | (OK) | |
| 18 | Par 11 | 295 | 4,5 | 40,14 | 0,0091 | 109,03 | 57,53 | 166,57 | 0,0376 | 0,467 | 0,809 | (OK) | |
| 19 | Par 12 | 115 | 1,4 | 12,69 | 0,0074 | 42,50 | 18,19 | 60,69 | 0,0352 | 0,425 | 0,809 | (OK) | |
| 20 | Par 13 | 335 | 5,7 | 51,66 | 0,0103 | 123,82 | 74,05 | 197,86 | 0,0394 | 0,497 | 0,809 | (OK) | |
| 21 | Par 14 | 335 | 3,0 | 26,91 | 0,0054 | 123,82 | 38,57 | 162,39 | 0,0323 | 0,377 | 0,809 | (OK) | |
| 22 | Par 15 | 295 | 1,6 | 14,76 | 0,0033 | 109,03 | 21,16 | 130,19 | 0,0294 | 0,328 | 0,809 | (OK) | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | Compr.: Comprimento da Parede (cm) | | | | | Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN) | | | | | | | |
| 30 | Área infl.: Área de Influência das Lajes (m2) | | | | | Gtotal: Ação Permanente Total (kN) | | | | | | | |

Entrada de Dados | Tensões q e g (H) | Tensões q e g (V)

Pronto NUM

Fig. 3.7.7 – Verificações das paredes resistentes horizontais.



Microsoft Excel - aemillennium.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Courier New 10 — I31 — Tensão Normal Permanente Atuante(kN/cm2)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AEmillennium | | | | | | | | | | | | |
| 2 | TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS | | | | | | | | | | | | |
| 3 | OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pavimento: | 6 | | | | | | | | | | | |
| 5 | fp: | 4,5 | Resistência Média dos Prismas (MPa) | | | | | | | | | | |
| 6 | DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | | |
| 7 | Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σG | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: | |
| 8 | Par 16 | 255 | 1,3 | 1,92 | 0,0005 | 15,71 | 2,75 | 18,46 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) | |
| 9 | Par 17 | 235 | 1,2 | 1,77 | 0,0005 | 14,48 | 2,54 | 17,01 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) | |
| 10 | Par 18 | 255 | 3,8 | 5,87 | 0,0015 | 15,71 | 8,41 | 24,11 | 0,0063 | 0,078 | 0,809 | (OK) | |
| 11 | Par 19 | 115 | 1,8 | 2,66 | 0,0015 | 7,08 | 3,81 | 10,89 | 0,0063 | 0,079 | 0,809 | (OK) | |
| 12 | Par 20 | 295 | 3,3 | 4,92 | 0,0011 | 18,17 | 7,05 | 25,22 | 0,0057 | 0,068 | 0,809 | (OK) | |
| 13 | Par 21 | 370 | 3,8 | 5,73 | 0,0010 | 22,79 | 8,21 | 31,01 | 0,0056 | 0,066 | 0,809 | (OK) | |
| 14 | Par 22 | 295 | 1,8 | 2,72 | 0,0006 | 18,17 | 3,89 | 22,06 | 0,0050 | 0,056 | 0,809 | (OK) | |
| 15 | Par 23 | 360 | 3,2 | 4,83 | 0,0009 | 22,18 | 6,92 | 29,10 | 0,0054 | 0,063 | 0,809 | (OK) | |
| 16 | Par 24 | 225 | 3,2 | 4,83 | 0,0014 | 13,86 | 6,92 | 20,78 | 0,0062 | 0,076 | 0,809 | (OK) | |
| 17 | Par 25 | 360 | 3,2 | 4,83 | 0,0009 | 22,18 | 6,92 | 29,10 | 0,0054 | 0,063 | 0,809 | (OK) | |
| 18 | Par 26 | 295 | 3,3 | 4,92 | 0,0011 | 18,17 | 7,05 | 25,22 | 0,0057 | 0,068 | 0,809 | (OK) | |
| 19 | Par 27 | 295 | 1,8 | 2,72 | 0,0006 | 18,17 | 3,89 | 22,06 | 0,0050 | 0,056 | 0,809 | (OK) | |
| 20 | Par 28 | 235 | 1,2 | 1,77 | 0,0005 | 14,48 | 2,54 | 17,01 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) | |
| 21 | Par 29 | 255 | 1,3 | 1,92 | 0,0005 | 15,71 | 2,75 | 18,46 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) | |
| 22 | Par 30 | 115 | 1,8 | 2,66 | 0,0015 | 7,08 | 3,81 | 10,89 | 0,0063 | 0,079 | 0,809 | (OK) | |
| 23 | Par 31 | 255 | 3,9 | 5,87 | 0,0015 | 15,71 | 8,41 | 24,11 | 0,0063 | 0,078 | 0,809 | (OK) | |
| 24 | Par 32 | 370 | 3,8 | 5,73 | 0,0010 | 22,79 | 8,21 | 31,01 | 0,0056 | 0,066 | 0,809 | (OK) | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | Compr.: Comprimento da Parede (cm) | | | | | Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN) | | | | | | | |
| 30 | Área infl.: Área de Influência das Lajes (m2) | | | | | Gtotal: Ação Permanente Total (kN) | | | | | | | |

Entrada de Dados | Tensões q e g (H) | Tensões q e g (V)

Pronto NUM

Fig. 3.7.8 – Verificações das paredes resistentes verticais.

# Capítulo 4

## TESTES E OTIMIZAÇÕES

Como testes deste programa, foram desenvolvidos projetos de edifícios de alvenaria estrutural, a partir de projetos arquitetônicos elaborados inicialmente sem a preocupação da aplicação da técnica de coordenação modular.

Como exemplos, expõem-se dois casos: um edifício com seis pavimentos e uma residência dupla com dois pavimentos.

### 4.1. Dados do projeto de um edifício com 6 pavimentos

O projeto foi desenvolvido de acordo com os dados apresentados a seguir.

#### 4.1.1. Dados gerais

- Seis pavimentos;
- Área útil de cada apartamento: 46.86 $m^2$;
- Quatro apartamentos por pavimento;
- Pé direito: 280 cm;
- Espessura da Laje: 11 cm.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

### 4.1.2. Tipos de bloco

- Bloco estrutural (14x19x39) cm;
- Meio bloco estrutural (14x19x19) cm;
- Bloco estrutural especial (14x19x34) cm;
- Bloco estrutural especial (14x19x54) cm;

### 4.1.3. Ações

- Peso próprio do bloco estrutural de concreto: (1.65 kN/m$^2$);
- Revestimento dos blocos: (0.50 kN/m$^2$);
- Peso próprio da laje pré-fabricada: (1.50 kN/m$^2$);
- Revestimento da laje: (0.70 kN/m$^2$);
- Sobrecarga tipo: (1.50 kN/m$^2$);
- Sobrecarga cobertura: (0.50 kN/m$^2$).

### 4.1.4. Projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico exibido a seguir foi desenvolvido, como na maioria dos casos, sem a preocupação da aplicação da técnica de coordenação modular (Fig. 4.1).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

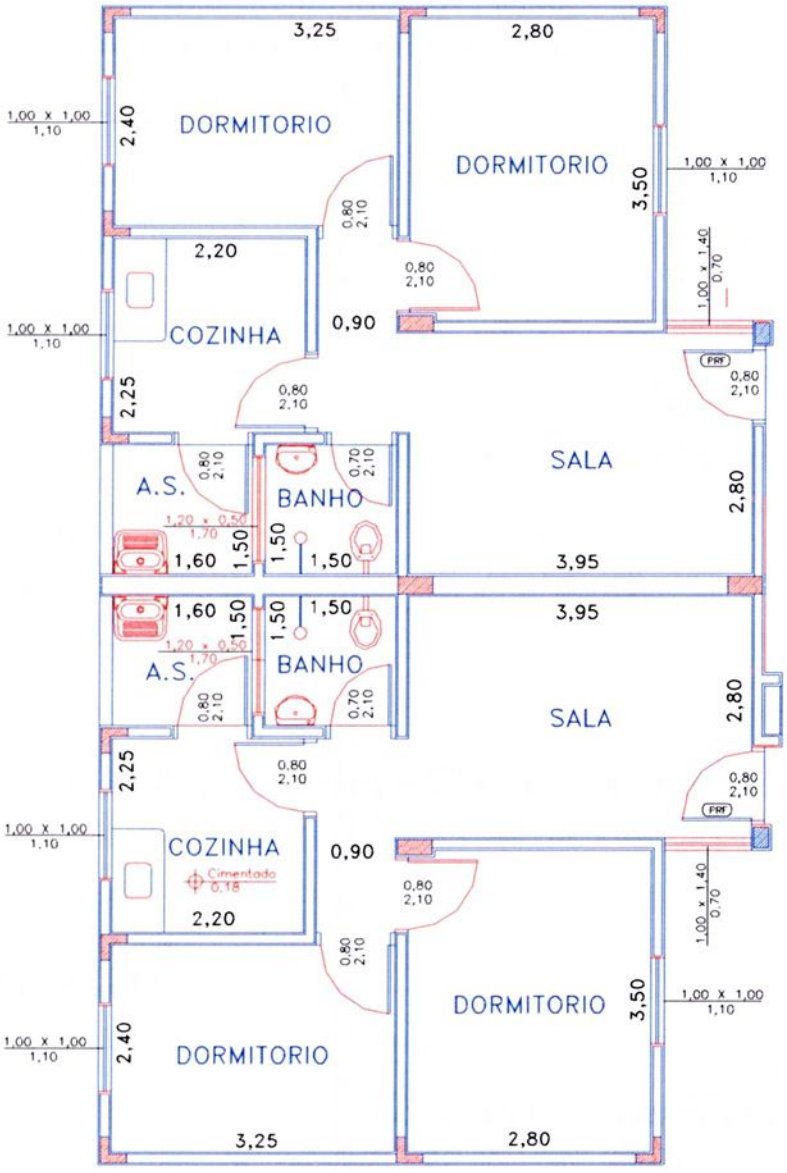



Fig. 4.1 – Projeto arquitetônico – Exemplo 1.

### 4.1.5. Modulação

A modulação da 1ª fiada apresentada a seguir (Fig. 4.2) foi desenvolvida rapidamente e a apresentação final concluiu-se com uma redução considerável de tempo. Ainda foi possível testar vários tipos de modulação, comparando-se a 1ª e a 2ª fiada (Fig. 4.3), e determinar a mais conveniente para o problema.

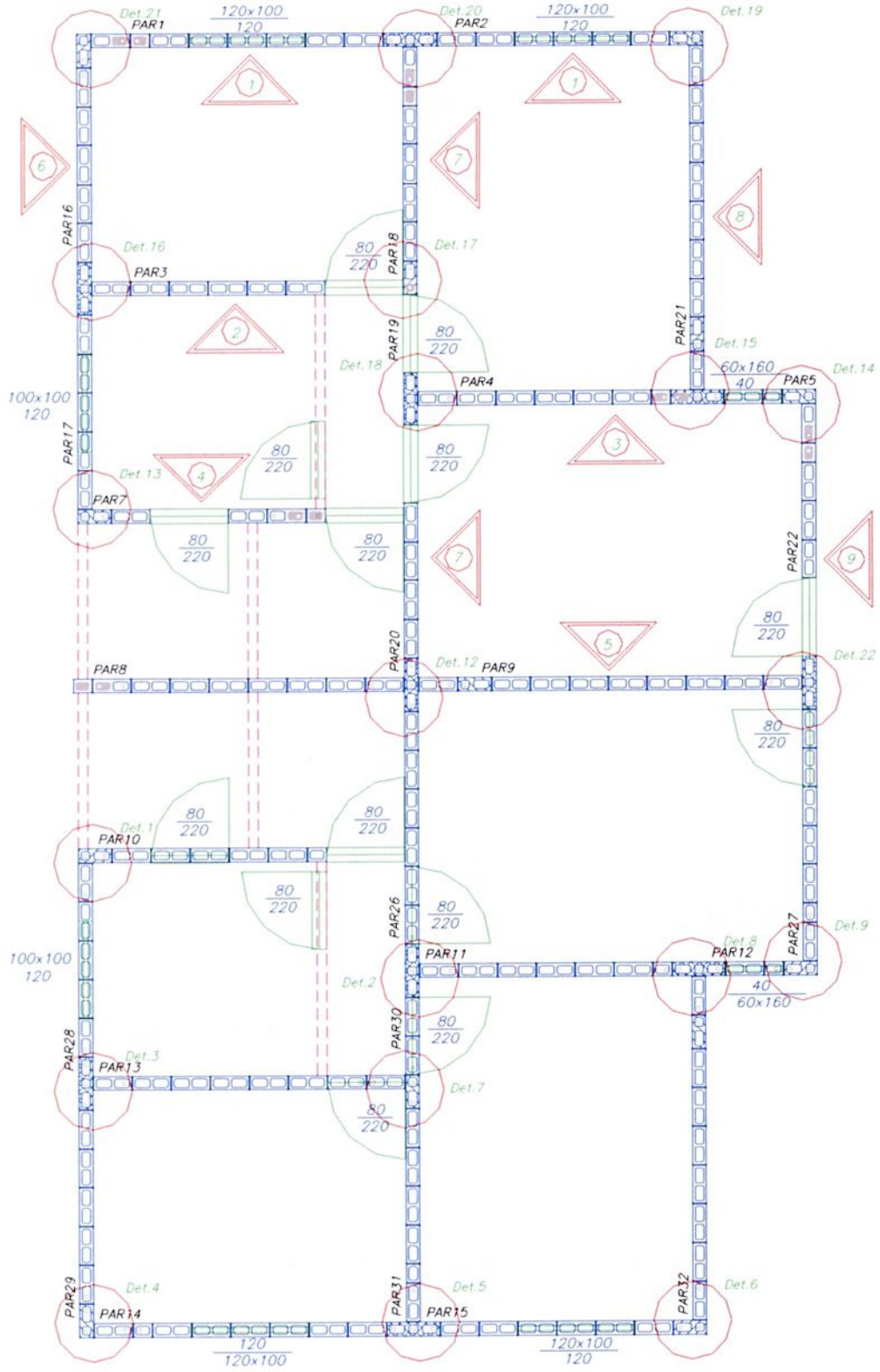



Fig. 4.2 – Modulação da 1ª fiada – Exemplo 1.

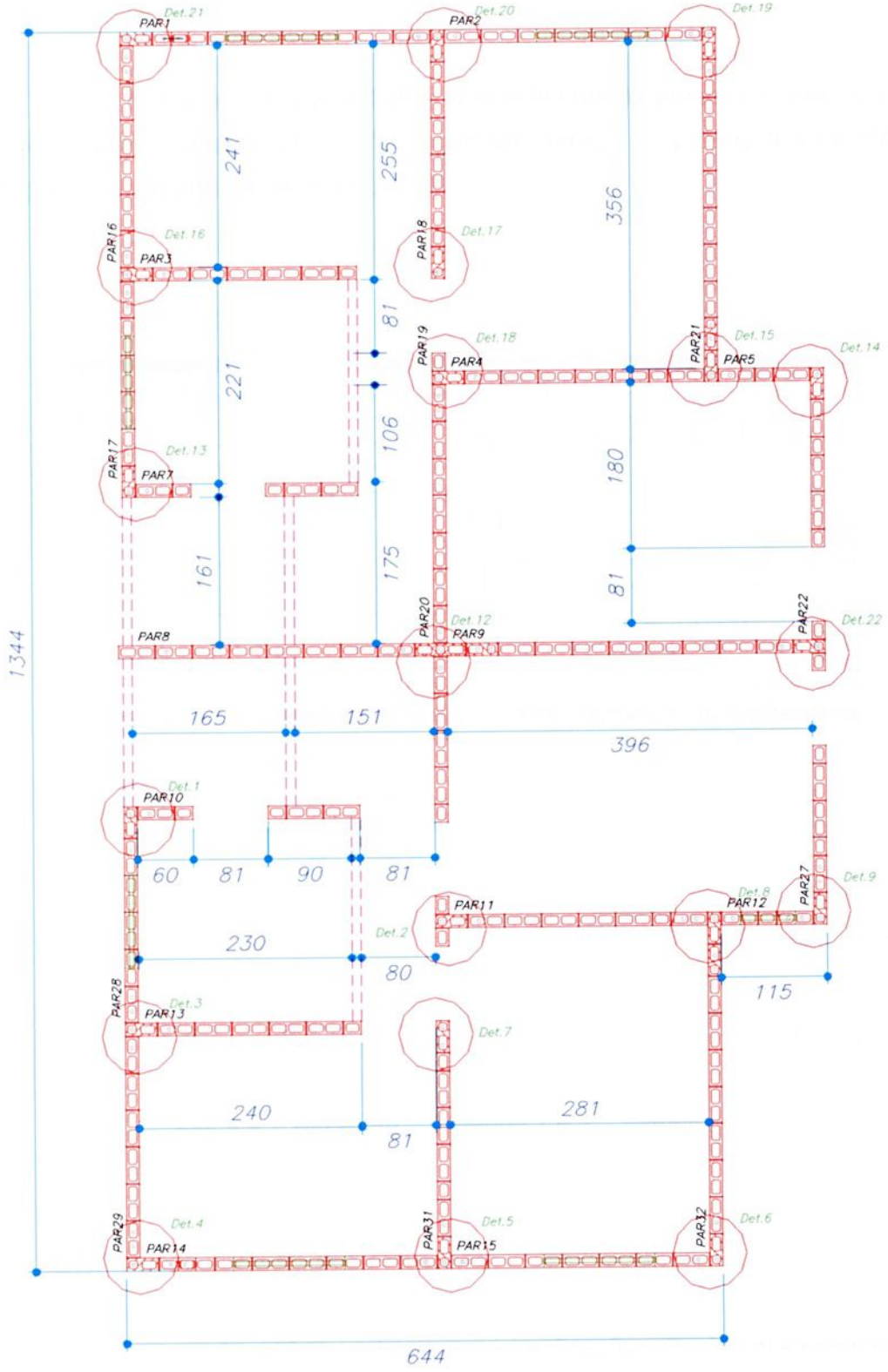



Fig. 4.3 – Modulação da 2ª fiada – Exemplo 1.

### 4.1.6. Elevação

A elevação número 1 (Fig. 4.4) referente às paredes resistentes 1 e 2 são construídas apenas com a informação do número da parede a se elevar e a definição de um ponto na tela do *AutoCAD*.

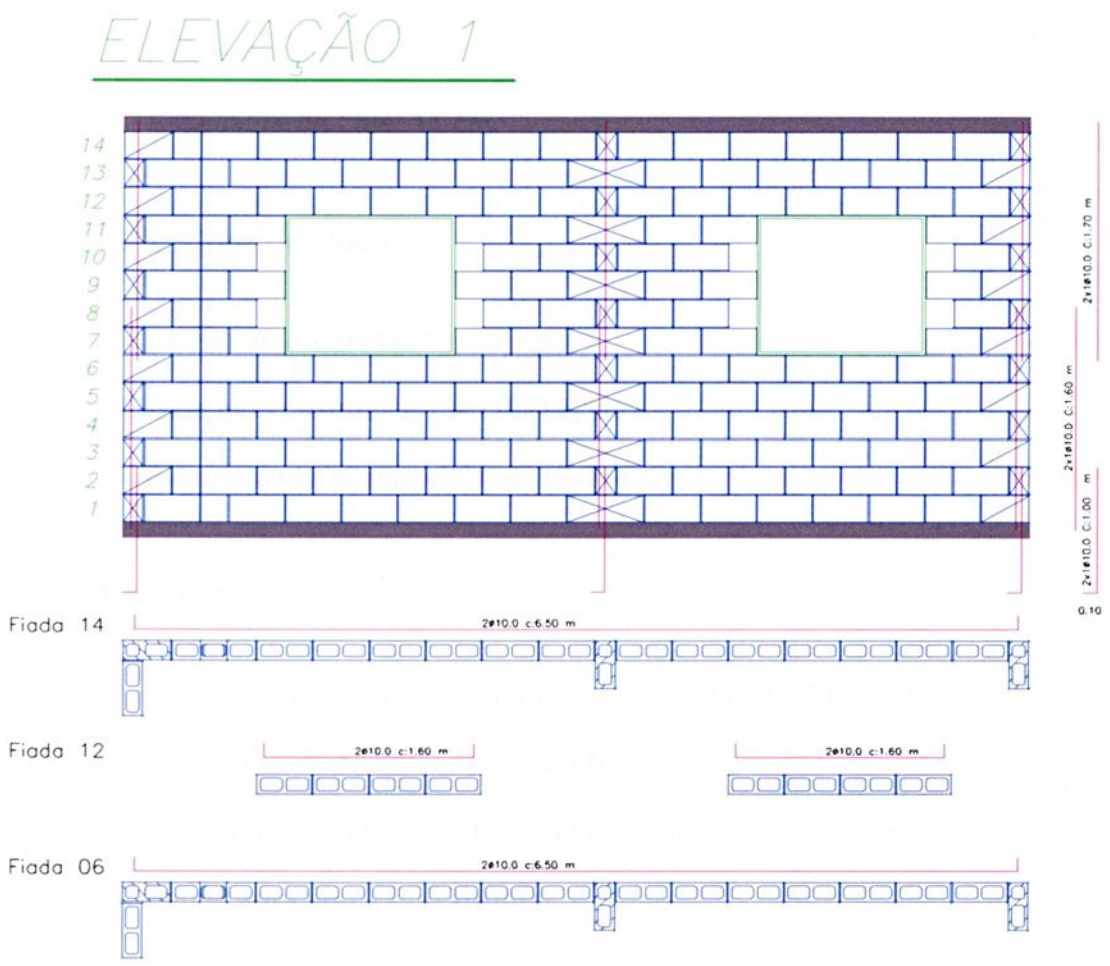



Fig. 4.4 – Elevação – Paredes 1 e 2 – Exemplo 1.

### 4.1.7. Ações verticais e verificações

As ações verticais e as verificações do dimensionamento das paredes resistentes estão expostas no ANEXO A.

## 4.2. Dados do projeto da residência dupla com 2 pavimentos

### 4.2.1. Dados gerais

- Duas residências em dois pavimentos;
- Área útil de cada residência: 34.22 $m^2$;
- Pé direito: 280 cm;
- Espessura da Laje: 11 cm.

### 4.2.2. Tipos de bloco

- Bloco estrutural (14x19x39) cm;
- Meio bloco estrutural (14x19x19) cm;
- Bloco estrutural especial (14x19x34) cm;

### 4.2.3. Ações

- Peso próprio do bloco estrutural de concreto: (1.65 kN/$m^2$);
- Revestimento dos blocos: (0.50 kN/$m^2$);
- Peso próprio da laje pré-fabricada com revestimento: (2.60 kN/$m^2$);
- Sobrecarga tipo: (1.50 kN/$m^2$);

### 4.2.4. Modulação

A modulação da 1ª fiada apresentada a seguir (Fig. 4.5) foi desenvolvida rapidamente e a apresentação final concluiu-se com uma redução considerável de tempo. Ainda foi possível testar vários tipos de modulação, comparando-se a 1ª e a 2ª fiada (Fig. 4.6), e determinar a mais conveniente para o problema.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

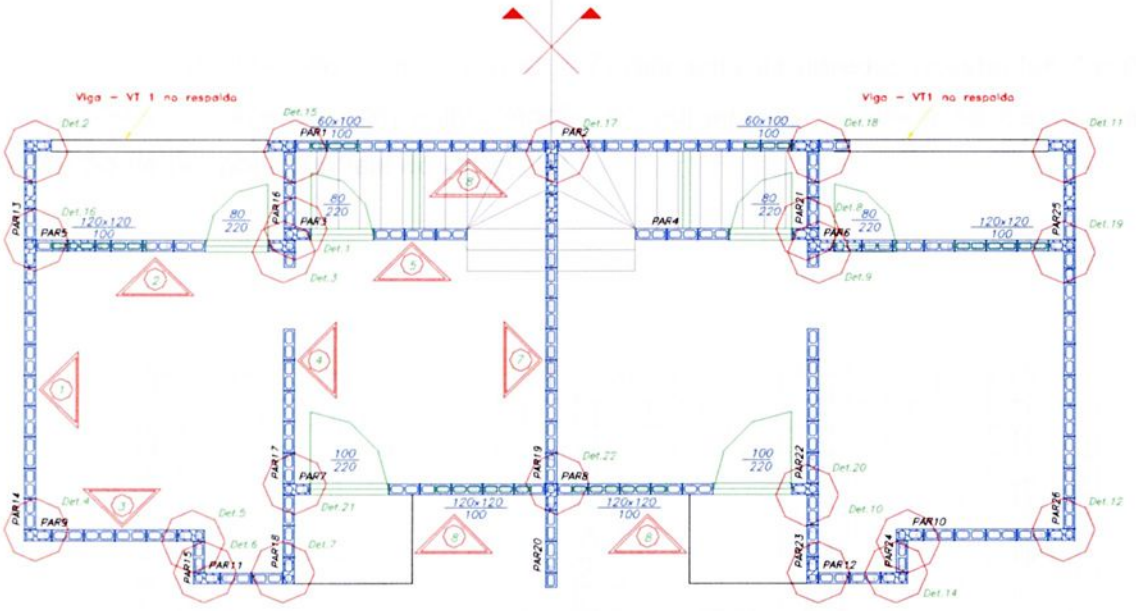



Fig. 4.5 – Modulação da 1ª fiada – Exemplo 2.

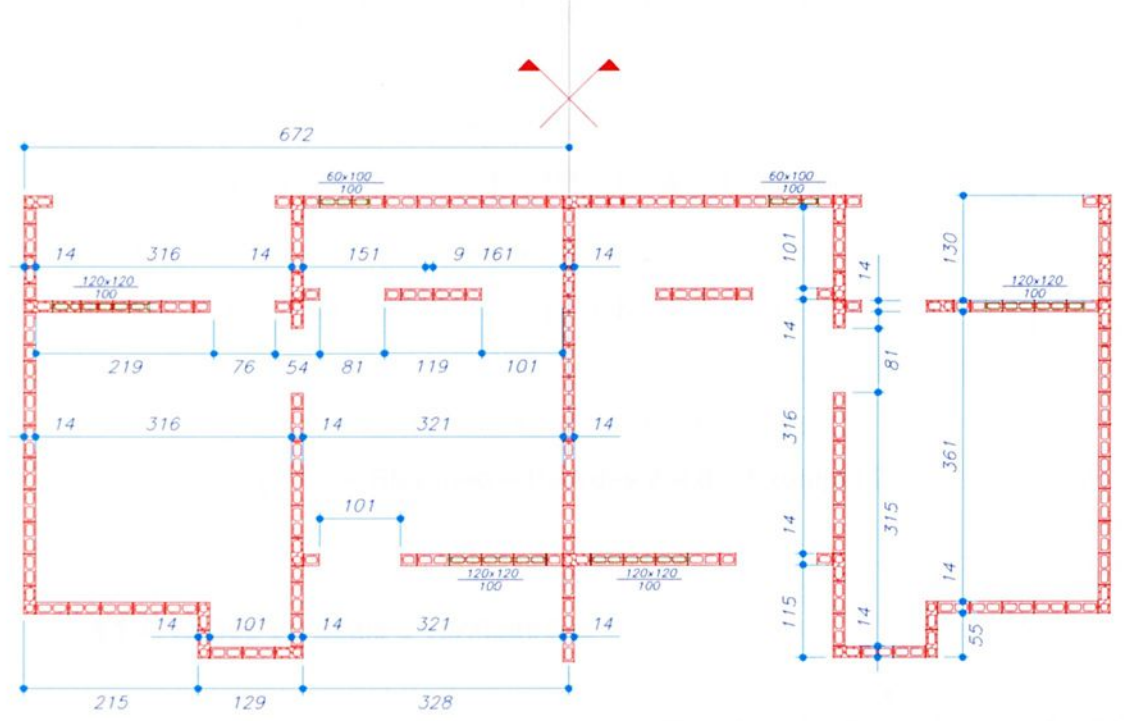



Fig. 4.6 – Modulação da 2ª fiada – Exemplo 2.

### 4.1.5. Elevação

A elevação número 2 (Fig. 4.7) referente às paredes resistentes 7 e 8 são construídas apenas com a informação do número da parede a se elevar e a definição de um ponto na tela do *AutoCAD*.

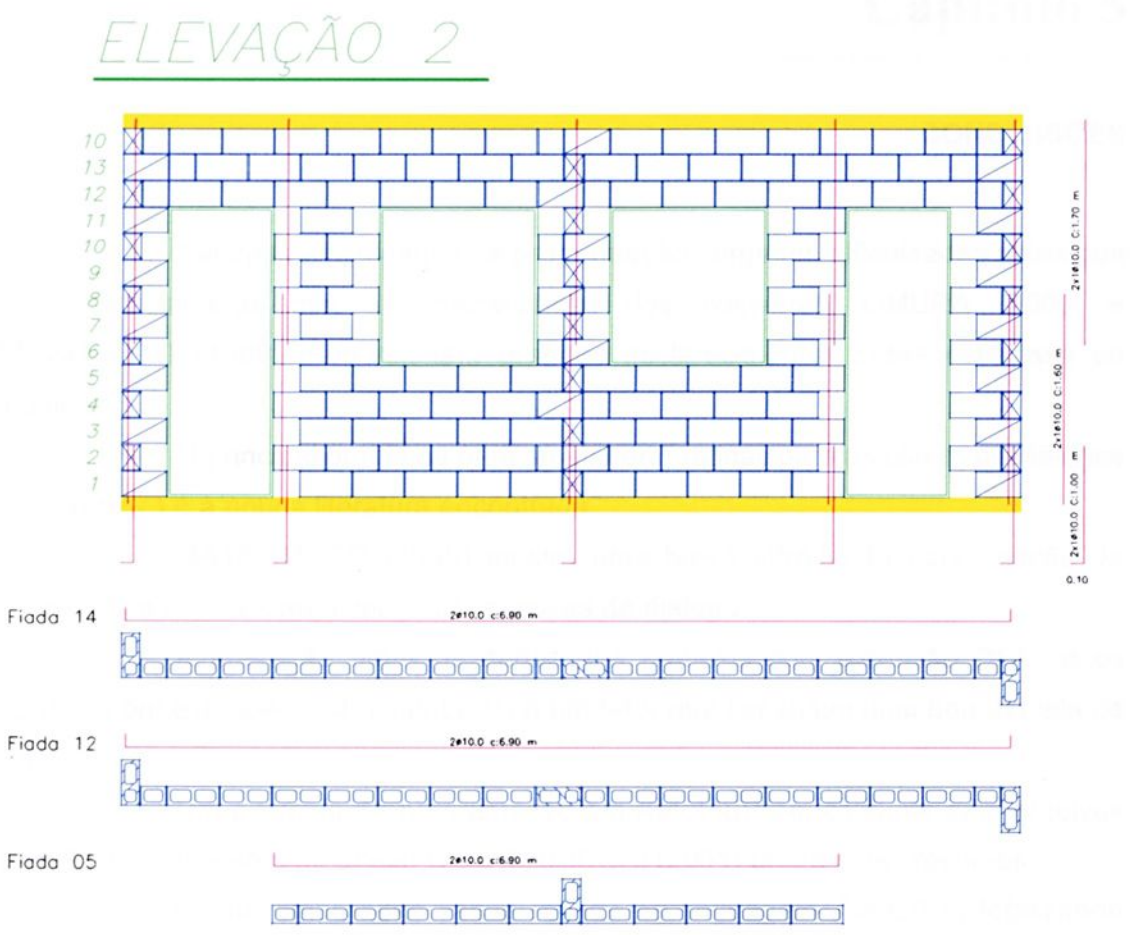



Fig. 4.7 – Elevação – Paredes 7 e 8 – Exemplo 2.

### 4.1.6. Ações verticais e verificações

As ações verticais e as verificações do dimensionamento das paredes resistentes estão expostas no ANEXO B.

# Capítulo 5

## CONCLUSÕES

Algumas dificuldades de programação surgiram, dificuldades estas que foram solucionadas com a familiarização dos *softwares*. OMURA (2000) e MATSUMOTO (1999) proporcionam grandes esclarecimentos sobre esta fase do trabalho.

O principal problema para se elaborar rotinas para as caixas de diálogos ( *Dialog Box* ) é a pouca literatura encontrada.

MATSOMOTO (1999) mostra uma breve introdução para criação de arquivos tipo *DCL*, os arquivos para as caixas de diálogo.

A interação entre os dados dos arquivos com extensão *DCL* e os arquivos com extensão *LSP* (AutoLISP) é um fator que consumiu uma boa parcela de tempo.

Um exemplo da programação em AutoLISP em conjunto com arquivos tipo DCL são expostos no anexo C. RACANICCHI (2001) utiliza estes recursos.

Foram elaboradas várias rotinas na linguagem *AutoLISP*, totalizando aproximadamente dez mil linhas, resultando num produto de qualidade para automatização da aplicação da técnica da coordenação modular e verificações das ações verticais.

Conclui-se que o tratamento gráfico automatizado da coordenação modular e dimensionamento de projetos de edifício de alvenaria estrutural de blocos proporcionam melhorias consideráveis em rapidez, produtividade e confiabilidade no projeto em qualquer fase e situação.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

Outro ponto importante na automatização da coordenação modular, dimensionamento e verificações é que na entrada de dados, se houver erros, esses são acusados rapidamente, de maneira que se não ocorrer compatibilidade de valores, o usuário do programa é informado imediatamente, impossibilitando-se executar o próximo passo da modulação sem que os dados introduzidos estejam corretos, excluindo-se a possibilidade do acúmulo de erros.

No início deste trabalho a intenção era introduzir bloco a bloco em planta, esta operação causou dificuldades para construir as segundas, terceiras e quartas fiadas.

Frente a este fato resolveu-se criar blocos (AutoCAD) dos elementos a serem inseridos, blocos estes que se encontravam modulados tridimensionalmente, conforme descrito no capítulo 3 deste trabalho.

Note que na etapa de finalização do projeto, podemos extrair a segunda, terceira e a quarta fiada da modulação. Uma sugestão de extração é congelar as layers 1fiada, 3fiada e 4fiada e mover a modulação da segunda fiada para outra posição na tela principal do *AutoCAD*, esta ação pode ser executada para extração de todas as fiadas, desde que todas definições de projeto estejam finalizadas.

Os *layers* são controlados automaticamente, as rotinas utilizam os nomes dos *layers* e não suas cores. Assim, estas cores podem ser alteradas pelo usuário, os nomes não.

As rotinas utilizadas para armazenar as ações verticais interpretam esses dados, analisam as solicitações resultantes e verificam os resultados contra estados de ruína geral, caso ocorra algum problema com a estrutura o usuário é alertado para corrigi-lo, de modo que, com esta correção a estrutura possa ser recalculada até atingir todos parâmetros necessários que a norma brasileira NBR10837(1989).

Outra intenção inicial era calcular as áreas de influência das lajes sobre as paredes automaticamente, porém ocorreram problemas quando da definição dos painéis de lajes em "L" ou quando um ou mais lado de um painel de laje está constituído por duas ou mais paredes resistentes. Inclusive fica exposta aqui uma

proposta para trabalhos futuros de implementar estas tarefas no programa, bem como a análise das ações horizontais.

As correções e alterações na modulação também são facilmente executadas, pois se torna mais simples apagar uma parede e inseri-la de uma forma mais conveniente, sem se preocupar com as fiadas seguintes que são arranjadas automaticamente.

Pelos testes realizados com as rotinas deste programa, a melhor maneira de iniciar um projeto é introduzir primeiramente alguns encontros de paredes citados neste trabalho.

No que diz respeito as elevações, inicialmente rotacionava-se tridimensionalmente os blocos.

A memória requerida é muito grande e a velocidade de processamento muito lenta.

Conclui-se que não se deve utilizar o comando *"ROTATE3D"* para rotacionar os blocos para construir elevações.

A manipulação e inserção dos blocos definidos no AutoCAD é a melhor solução para este tipo de problema.

Se alguém tiver interesse em desenvolver algum trabalho em AutoLISP, conheça e entenda o comando "SSGET" e suas variáveis, este comando controla todo tipo de dados gráficos dos elementos constituintes de um desenho elaborado no AutoCAD.

A tendência da engenharia de projetos é automatizar o quanto possível o seu desenvolvimento. Este trabalho obteve resultados plenamente satisfatórios no que diz respeito ao detalhamento de desenhos de projetos e inclusive armazenando dados que são essenciais para o processo de cálculo estrutural.

A utilização de planilha eletrônica como auxílio nas verificações, tornou-se muito útil e com resultados plenamente satisfatórios.

O AutoCAD 2000, proporciona ao usuário uma interface com programas tipo *EXCEL* e *VISUAL BASIC*, plenamente úteis para este tipo de problema.

A facilidade de operação e modificação que este programa oferece, proporciona ao usuário uma grande confiabilidade no resultado final do projeto, além de oferecer ao seu cliente uma apresentação gráfica de excelente qualidade.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

**ANEXO A**

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 1

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 3,0 | 26,91 | 0,0054 | 123,82 | 38,57 | 162,39 | 0,0323 | 0,377 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 295 | 1,6 | 14,76 | 0,0033 | 109,03 | 21,16 | 130,19 | 0,0294 | 0,328 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 335 | 5,7 | 51,66 | 0,0103 | 123,82 | 74,05 | 197,86 | 0,0394 | 0,497 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 295 | 4,5 | 40,14 | 0,0091 | 109,03 | 57,53 | 166,57 | 0,0376 | 0,467 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 115 | 1,4 | 12,69 | 0,0074 | 42,50 | 18,19 | 60,69 | 0,0352 | 0,425 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 275 | 0,6 | 5,31 | 0,0013 | 101,64 | 7,61 | 109,25 | 0,0265 | 0,278 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 240 | 4,8 | 43,20 | 0,0120 | 88,70 | 61,92 | 150,62 | 0,0418 | 0,538 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 340 | 4,1 | 36,90 | 0,0072 | 125,66 | 52,89 | 178,55 | 0,0350 | 0,422 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 410 | 8,5 | 76,14 | 0,0124 | 151,54 | 109,13 | 260,67 | 0,0424 | 0,548 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 240 | 4,8 | 43,20 | 0,0120 | 88,70 | 61,92 | 150,62 | 0,0418 | 0,538 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 295 | 4,5 | 40,14 | 0,0091 | 109,03 | 57,53 | 166,57 | 0,0376 | 0,467 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 1,4 | 12,69 | 0,0074 | 42,50 | 18,19 | 60,69 | 0,0352 | 0,425 | 0,809 | (OK) |
| Par 13 | 335 | 5,7 | 51,66 | 0,0103 | 123,82 | 74,05 | 197,86 | 0,0394 | 0,497 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 335 | 3,0 | 26,91 | 0,0054 | 123,82 | 38,57 | 162,39 | 0,0323 | 0,377 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 295 | 1,6 | 14,76 | 0,0033 | 109,03 | 21,16 | 130,19 | 0,0294 | 0,328 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 1

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σQ | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: |
| Par 16 | 255 | 1,3 | 11,52 | 0,0030 | 94,25 | 16,51 | 110,76 | 0,0290 | 0,320 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 235 | 1,2 | 10,62 | 0,0030 | 86,86 | 15,22 | 102,08 | 0,0290 | 0,320 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 255 | 3,9 | 35,19 | 0,0092 | 94,25 | 50,44 | 144,69 | 0,0378 | 0,470 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 115 | 1,8 | 15,93 | 0,0092 | 42,50 | 22,83 | 65,34 | 0,0379 | 0,471 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 295 | 3,3 | 29,52 | 0,0067 | 109,03 | 42,31 | 151,34 | 0,0342 | 0,409 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 370 | 3,8 | 34,38 | 0,0062 | 136,75 | 49,28 | 186,03 | 0,0335 | 0,397 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 295 | 1,8 | 16,29 | 0,0037 | 109,03 | 23,35 | 132,38 | 0,0299 | 0,336 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 360 | 3,2 | 28,98 | 0,0054 | 133,06 | 41,54 | 174,59 | 0,0323 | 0,377 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 225 | 3,2 | 28,98 | 0,0086 | 83,16 | 41,54 | 124,70 | 0,0369 | 0,455 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 360 | 3,2 | 28,98 | 0,0054 | 133,06 | 41,54 | 174,59 | 0,0323 | 0,377 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 295 | 3,3 | 29,52 | 0,0067 | 109,03 | 42,31 | 151,34 | 0,0342 | 0,409 | 0,809 | (OK) |
| Par 27 | 295 | 1,8 | 16,29 | 0,0037 | 109,03 | 23,35 | 132,38 | 0,0299 | 0,336 | 0,809 | (OK) |
| Par 28 | 235 | 1,2 | 10,62 | 0,0030 | 86,86 | 15,22 | 102,08 | 0,0290 | 0,320 | 0,809 | (OK) |
| Par 29 | 255 | 1,3 | 11,52 | 0,0030 | 94,25 | 16,51 | 110,76 | 0,0290 | 0,320 | 0,809 | (OK) |
| Par 30 | 115 | 1,8 | 15,93 | 0,0092 | 42,50 | 22,83 | 65,34 | 0,0379 | 0,471 | 0,809 | (OK) |
| Par 31 | 255 | 3,9 | 35,19 | 0,0092 | 94,25 | 50,44 | 144,69 | 0,0378 | 0,470 | 0,809 | (OK) |
| Par 32 | 370 | 3,8 | 34,38 | 0,0062 | 136,75 | 49,28 | 186,03 | 0,0335 | 0,397 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

Qlaje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

σQ: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

Gparede: Ação Permanente (Parede) (kN)

Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN)

Gtotal: Ação Permanente Total (kN)

σG: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

fa: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

Fa: Tensão de Compressão Admissível (MPa)





unesp

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 2

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 3,0 | 22,43 | 0,0045 | 103,18 | 32,14 | 135,32 | 0,0269 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 295 | 1,6 | 12,30 | 0,0028 | 90,86 | 17,63 | 108,49 | 0,0245 | 0,273 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 335 | 5,7 | 43,05 | 0,0086 | 103,18 | 61,71 | 164,89 | 0,0328 | 0,414 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 295 | 4,5 | 33,45 | 0,0076 | 90,86 | 47,95 | 138,81 | 0,0314 | 0,389 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 115 | 1,4 | 10,58 | 0,0061 | 35,42 | 15,16 | 50,58 | 0,0293 | 0,355 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 275 | 0,6 | 4,43 | 0,0011 | 84,70 | 6,34 | 91,04 | 0,0221 | 0,231 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 240 | 4,8 | 36,00 | 0,0100 | 73,92 | 51,60 | 125,52 | 0,0349 | 0,449 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 340 | 4,1 | 30,75 | 0,0060 | 104,72 | 44,08 | 148,80 | 0,0292 | 0,352 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 410 | 8,5 | 63,45 | 0,0103 | 126,28 | 90,95 | 217,23 | 0,0353 | 0,456 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 240 | 4,8 | 36,00 | 0,0100 | 73,92 | 51,60 | 125,52 | 0,0349 | 0,449 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 295 | 4,5 | 33,45 | 0,0076 | 90,86 | 47,95 | 138,81 | 0,0314 | 0,389 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 1,4 | 10,58 | 0,0061 | 35,42 | 15,16 | 50,58 | 0,0293 | 0,355 | 0,809 | (OK) |
| Par 13 | 335 | 5,7 | 43,05 | 0,0086 | 103,18 | 61,71 | 164,89 | 0,0328 | 0,414 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 335 | 3,0 | 22,43 | 0,0045 | 103,18 | 32,14 | 135,32 | 0,0269 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 295 | 1,6 | 12,30 | 0,0028 | 90,86 | 17,63 | 108,49 | 0,0245 | 0,273 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 2

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σQ | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: |
| Par 16 | 255 | 1,3 | 9,60 | 0,0025 | 78,54 | 13,76 | 92,30 | 0,0241 | 0,266 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 235 | 1,2 | 8,85 | 0,0025 | 72,38 | 12,69 | 85,07 | 0,0241 | 0,266 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 255 | 3,9 | 29,33 | 0,0077 | 78,54 | 42,03 | 120,57 | 0,0315 | 0,392 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 115 | 1,8 | 13,28 | 0,0077 | 35,42 | 19,03 | 54,45 | 0,0316 | 0,393 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 295 | 3,3 | 24,60 | 0,0056 | 90,86 | 35,26 | 126,12 | 0,0285 | 0,341 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 370 | 3,8 | 28,65 | 0,0052 | 113,96 | 41,07 | 155,03 | 0,0279 | 0,331 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 295 | 1,8 | 13,58 | 0,0031 | 90,86 | 19,46 | 110,32 | 0,0249 | 0,280 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 360 | 3,2 | 24,15 | 0,0045 | 110,88 | 34,62 | 145,50 | 0,0269 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 225 | 3,2 | 24,15 | 0,0072 | 69,30 | 34,62 | 103,92 | 0,0308 | 0,379 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 360 | 3,2 | 24,15 | 0,0045 | 110,88 | 34,62 | 145,50 | 0,0269 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 295 | 3,3 | 24,60 | 0,0056 | 90,86 | 35,26 | 126,12 | 0,0285 | 0,341 | 0,809 | (OK) |
| Par 27 | 295 | 1,8 | 13,58 | 0,0031 | 90,86 | 19,46 | 110,32 | 0,0249 | 0,280 | 0,809 | (OK) |
| Par 28 | 235 | 1,2 | 8,85 | 0,0025 | 72,38 | 12,69 | 85,07 | 0,0241 | 0,266 | 0,809 | (OK) |
| Par 29 | 255 | 1,3 | 9,60 | 0,0025 | 78,54 | 13,76 | 92,30 | 0,0241 | 0,266 | 0,809 | (OK) |
| Par 30 | 115 | 1,8 | 13,28 | 0,0077 | 35,42 | 19,03 | 54,45 | 0,0316 | 0,393 | 0,809 | (OK) |
| Par 31 | 255 | 3,9 | 29,33 | 0,0077 | 78,54 | 42,03 | 120,57 | 0,0315 | 0,392 | 0,809 | (OK) |
| Par 32 | 370 | 3,8 | 28,65 | 0,0052 | 113,96 | 41,07 | 155,03 | 0,0279 | 0,331 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

Qlaje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

σQ: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

Gparede: Ação Permanente (Parede) (kN)

Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN)

Gtotal: Ação Permanente Total (kN)

σG: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

fa: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

Fa: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 3

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σQ | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 3,0 | 17,94 | 0,0036 | 82,54 | 25,71 | 108,26 | 0,0215 | 0,251 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 295 | 1,6 | 9,84 | 0,0022 | 72,69 | 14,10 | 86,79 | 0,0196 | 0,218 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 335 | 5,7 | 34,44 | 0,0069 | 82,54 | 49,36 | 131,91 | 0,0263 | 0,331 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 295 | 4,5 | 26,76 | 0,0060 | 72,69 | 38,36 | 111,04 | 0,0251 | 0,311 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 115 | 1,4 | 8,46 | 0,0049 | 28,34 | 12,13 | 40,46 | 0,0235 | 0,284 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 275 | 0,6 | 3,54 | 0,0009 | 67,76 | 5,07 | 72,83 | 0,0177 | 0,185 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 240 | 4,8 | 28,80 | 0,0080 | 59,14 | 41,28 | 100,42 | 0,0279 | 0,359 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 340 | 4,1 | 24,60 | 0,0048 | 83,78 | 35,26 | 119,04 | 0,0233 | 0,282 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 410 | 8,5 | 50,76 | 0,0083 | 101,02 | 72,76 | 173,78 | 0,0283 | 0,365 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 240 | 4,8 | 28,80 | 0,0080 | 59,14 | 41,28 | 100,42 | 0,0279 | 0,359 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 295 | 4,5 | 26,76 | 0,0060 | 72,69 | 38,36 | 111,04 | 0,0251 | 0,311 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 1,4 | 8,46 | 0,0049 | 28,34 | 12,13 | 40,46 | 0,0235 | 0,284 | 0,809 | (OK) |
| Par 13 | 335 | 5,7 | 34,44 | 0,0069 | 82,54 | 49,36 | 131,91 | 0,0263 | 0,331 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 335 | 3,0 | 17,94 | 0,0036 | 82,54 | 25,71 | 108,26 | 0,0215 | 0,251 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 295 | 1,6 | 9,84 | 0,0022 | 72,69 | 14,10 | 86,79 | 0,0196 | 0,218 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

Qlaje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

σQ: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

Gparede: Ação Permanente (Parede) (kN)

Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN)

Gtotal: Ação Permanente Total (kN)

σG: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

fa: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

Fa: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 3

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 16 | 255 | 1,3 | 7,68 | 0,0020 | 62,83 | 11,01 | 73,84 | 0,0193 | 0,213 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 235 | 1,2 | 7,08 | 0,0020 | 57,90 | 10,15 | 68,05 | 0,0193 | 0,213 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 255 | 3,9 | 23,46 | 0,0061 | 62,83 | 33,63 | 96,46 | 0,0252 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 115 | 1,8 | 10,62 | 0,0062 | 28,34 | 15,22 | 43,56 | 0,0253 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 295 | 3,3 | 19,68 | 0,0044 | 72,69 | 28,21 | 100,90 | 0,0228 | 0,272 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 370 | 3,8 | 22,92 | 0,0041 | 91,17 | 32,85 | 124,02 | 0,0223 | 0,265 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 295 | 1,8 | 10,86 | 0,0025 | 72,69 | 15,57 | 88,25 | 0,0199 | 0,224 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 360 | 3,2 | 19,32 | 0,0036 | 88,70 | 27,69 | 116,40 | 0,0216 | 0,251 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 225 | 3,2 | 19,32 | 0,0057 | 55,44 | 27,69 | 83,13 | 0,0246 | 0,304 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 360 | 3,2 | 19,32 | 0,0036 | 88,70 | 27,69 | 116,40 | 0,0216 | 0,251 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 295 | 3,3 | 19,68 | 0,0044 | 72,69 | 28,21 | 100,90 | 0,0228 | 0,272 | 0,809 | (OK) |
| Par 27 | 295 | 1,8 | 10,86 | 0,0025 | 72,69 | 15,57 | 88,25 | 0,0199 | 0,224 | 0,809 | (OK) |
| Par 28 | 235 | 1,2 | 7,08 | 0,0020 | 57,90 | 10,15 | 68,05 | 0,0193 | 0,213 | 0,809 | (OK) |
| Par 29 | 255 | 1,3 | 7,68 | 0,0020 | 62,83 | 11,01 | 73,84 | 0,0193 | 0,213 | 0,809 | (OK) |
| Par 30 | 115 | 1,8 | 10,62 | 0,0062 | 28,34 | 15,22 | 43,56 | 0,0253 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 31 | 255 | 3,9 | 23,46 | 0,0061 | 62,83 | 33,63 | 96,46 | 0,0252 | 0,314 | 0,809 | (OK) |
| Par 32 | 370 | 3,8 | 22,92 | 0,0041 | 91,17 | 32,85 | 124,02 | 0,0223 | 0,265 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

Qlaje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

Gparede: Ação Permanente (Parede) (kN)

Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN)

Gtotal: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

fa: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

Fa: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 4

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 3,0 | 13,46 | 0,0027 | 61,91 | 19,29 | 81,19 | 0,0162 | 0,188 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 295 | 1,6 | 7,38 | 0,0017 | 54,52 | 10,58 | 65,09 | 0,0147 | 0,164 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 335 | 5,7 | 25,83 | 0,0051 | 61,91 | 37,02 | 98,93 | 0,0197 | 0,248 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 295 | 4,5 | 20,07 | 0,0045 | 54,52 | 28,77 | 83,28 | 0,0188 | 0,234 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 115 | 1,4 | 6,35 | 0,0037 | 21,25 | 9,09 | 30,35 | 0,0176 | 0,213 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 275 | 0,6 | 2,66 | 0,0006 | 50,82 | 3,81 | 54,63 | 0,0132 | 0,139 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 240 | 4,8 | 21,60 | 0,0060 | 44,35 | 30,96 | 75,31 | 0,0209 | 0,269 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 340 | 4,1 | 18,45 | 0,0036 | 62,83 | 26,45 | 89,28 | 0,0175 | 0,211 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 410 | 8,5 | 38,07 | 0,0062 | 75,77 | 54,57 | 130,34 | 0,0212 | 0,274 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 240 | 4,8 | 21,60 | 0,0060 | 44,35 | 30,96 | 75,31 | 0,0209 | 0,269 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 295 | 4,5 | 20,07 | 0,0045 | 54,52 | 28,77 | 83,28 | 0,0188 | 0,234 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 1,4 | 6,35 | 0,0037 | 21,25 | 9,09 | 30,35 | 0,0176 | 0,213 | 0,809 | (OK) |
| Par 13 | 335 | 5,7 | 25,83 | 0,0051 | 61,91 | 37,02 | 98,93 | 0,0197 | 0,248 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 335 | 3,0 | 13,46 | 0,0027 | 61,91 | 19,29 | 81,19 | 0,0162 | 0,188 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 295 | 1,6 | 7,38 | 0,0017 | 54,52 | 10,58 | 65,09 | 0,0147 | 0,164 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 4

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 16 | 255 | 1,3 | 5,76 | 0,0015 | 47,12 | 8,26 | 55,38 | 0,0145 | 0,160 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 235 | 1,2 | 5,31 | 0,0015 | 43,43 | 7,61 | 51,04 | 0,0145 | 0,160 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 255 | 3,9 | 17,60 | 0,0046 | 47,12 | 25,22 | 72,34 | 0,0189 | 0,235 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 115 | 1,8 | 7,97 | 0,0046 | 21,25 | 11,42 | 32,67 | 0,0189 | 0,236 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 295 | 3,3 | 14,76 | 0,0033 | 54,52 | 21,16 | 75,67 | 0,0171 | 0,204 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 370 | 3,8 | 17,19 | 0,0031 | 68,38 | 24,64 | 93,02 | 0,0168 | 0,199 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 295 | 1,8 | 8,15 | 0,0018 | 54,52 | 11,67 | 66,19 | 0,0150 | 0,168 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 360 | 3,2 | 14,49 | 0,0027 | 66,53 | 20,77 | 87,30 | 0,0162 | 0,188 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 225 | 3,2 | 14,49 | 0,0043 | 41,58 | 20,77 | 62,35 | 0,0185 | 0,228 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 360 | 3,2 | 14,49 | 0,0027 | 66,53 | 20,77 | 87,30 | 0,0162 | 0,188 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 295 | 3,3 | 14,76 | 0,0033 | 54,52 | 21,16 | 75,67 | 0,0171 | 0,204 | 0,809 | (OK) |
| Par 27 | 295 | 1,8 | 8,15 | 0,0018 | 54,52 | 11,67 | 66,19 | 0,0150 | 0,168 | 0,809 | (OK) |
| Par 28 | 235 | 1,2 | 5,31 | 0,0015 | 43,43 | 7,61 | 51,04 | 0,0145 | 0,160 | 0,809 | (OK) |
| Par 29 | 255 | 1,3 | 5,76 | 0,0015 | 47,12 | 8,26 | 55,38 | 0,0145 | 0,160 | 0,809 | (OK) |
| Par 30 | 115 | 1,8 | 7,97 | 0,0046 | 21,25 | 11,42 | 32,67 | 0,0189 | 0,236 | 0,809 | (OK) |
| Par 31 | 255 | 3,9 | 17,60 | 0,0046 | 47,12 | 25,22 | 72,34 | 0,0189 | 0,235 | 0,809 | (OK) |
| Par 32 | 370 | 3,8 | 17,19 | 0,0031 | 68,38 | 24,64 | 93,02 | 0,0168 | 0,199 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

Qlaje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

Gparede: Ação Permanente (Parede) (kN)

Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN)

Gtotal: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

fa: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

Fa: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 5

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 3,0 | 8,97 | 0,0018 | 41,27 | 12,86 | 54,13 | 0,0108 | 0,126 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 295 | 1,6 | 4,92 | 0,0011 | 36,34 | 7,05 | 43,40 | 0,0098 | 0,109 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 335 | 5,7 | 17,22 | 0,0034 | 41,27 | 24,68 | 65,95 | 0,0131 | 0,166 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 295 | 4,5 | 13,38 | 0,0030 | 36,34 | 19,18 | 55,52 | 0,0125 | 0,156 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 115 | 1,4 | 4,23 | 0,0025 | 14,17 | 6,06 | 20,23 | 0,0117 | 0,142 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 275 | 0,6 | 1,77 | 0,0004 | 33,88 | 2,54 | 36,42 | 0,0088 | 0,093 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 240 | 4,8 | 14,40 | 0,0040 | 29,57 | 20,64 | 50,21 | 0,0139 | 0,179 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 340 | 4,1 | 12,30 | 0,0024 | 41,89 | 17,63 | 59,52 | 0,0117 | 0,141 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 410 | 8,5 | 25,38 | 0,0041 | 50,51 | 36,38 | 86,89 | 0,0141 | 0,183 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 240 | 4,8 | 14,40 | 0,0040 | 29,57 | 20,64 | 50,21 | 0,0139 | 0,179 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 295 | 4,5 | 13,38 | 0,0030 | 36,34 | 19,18 | 55,52 | 0,0125 | 0,156 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 1,4 | 4,23 | 0,0025 | 14,17 | 6,06 | 20,23 | 0,0117 | 0,142 | 0,809 | (OK) |
| Par 13 | 335 | 5,7 | 17,22 | 0,0034 | 41,27 | 24,68 | 65,95 | 0,0131 | 0,166 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 335 | 3,0 | 8,97 | 0,0018 | 41,27 | 12,86 | 54,13 | 0,0108 | 0,126 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 295 | 1,6 | 4,92 | 0,0011 | 36,34 | 7,05 | 43,40 | 0,0098 | 0,109 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 5

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σQ | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: |
| Par 16 | 255 | 1,3 | 3,84 | 0,0010 | 31,42 | 5,50 | 36,92 | 0,0097 | 0,107 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 235 | 1,2 | 3,54 | 0,0010 | 28,95 | 5,07 | 34,03 | 0,0097 | 0,107 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 255 | 3,9 | 11,73 | 0,0031 | 31,42 | 16,81 | 48,23 | 0,0126 | 0,157 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 115 | 1,8 | 5,31 | 0,0031 | 14,17 | 7,61 | 21,78 | 0,0126 | 0,157 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 295 | 3,3 | 9,84 | 0,0022 | 36,34 | 14,10 | 50,45 | 0,0114 | 0,136 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 370 | 3,8 | 11,46 | 0,0021 | 45,58 | 16,43 | 62,01 | 0,0112 | 0,132 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 295 | 1,8 | 5,43 | 0,0012 | 36,34 | 7,78 | 44,13 | 0,0100 | 0,112 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 360 | 3,2 | 9,66 | 0,0018 | 44,35 | 13,85 | 58,20 | 0,0108 | 0,126 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 225 | 3,2 | 9,66 | 0,0029 | 27,72 | 13,85 | 41,57 | 0,0123 | 0,152 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 360 | 3,2 | 9,66 | 0,0018 | 44,35 | 13,85 | 58,20 | 0,0108 | 0,126 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 295 | 3,3 | 9,84 | 0,0022 | 36,34 | 14,10 | 50,45 | 0,0114 | 0,136 | 0,809 | (OK) |
| Par 27 | 295 | 1,8 | 5,43 | 0,0012 | 36,34 | 7,78 | 44,13 | 0,0100 | 0,112 | 0,809 | (OK) |
| Par 28 | 235 | 1,2 | 3,54 | 0,0010 | 28,95 | 5,07 | 34,03 | 0,0097 | 0,107 | 0,809 | (OK) |
| Par 29 | 255 | 1,3 | 3,84 | 0,0010 | 31,42 | 5,50 | 36,92 | 0,0097 | 0,107 | 0,809 | (OK) |
| Par 30 | 115 | 1,8 | 5,31 | 0,0031 | 14,17 | 7,61 | 21,78 | 0,0126 | 0,157 | 0,809 | (OK) |
| Par 31 | 255 | 3,9 | 11,73 | 0,0031 | 31,42 | 16,81 | 48,23 | 0,0126 | 0,157 | 0,809 | (OK) |
| Par 32 | 370 | 3,8 | 11,46 | 0,0021 | 45,58 | 16,43 | 62,01 | 0,0112 | 0,132 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

**σ**Q: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

**σ**G: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 6

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σQ | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 3,0 | 4,49 | 0,0009 | 20,64 | 6,43 | 27,06 | 0,0054 | 0,063 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 295 | 1,6 | 2,46 | 0,0006 | 18,17 | 3,53 | 21,70 | 0,0049 | 0,055 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 335 | 5,7 | 8,61 | 0,0017 | 20,64 | 12,34 | 32,98 | 0,0066 | 0,083 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 295 | 4,5 | 6,69 | 0,0015 | 18,17 | 9,59 | 27,76 | 0,0063 | 0,078 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 115 | 1,4 | 2,12 | 0,0012 | 7,08 | 3,03 | 10,12 | 0,0059 | 0,071 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 275 | 0,6 | 0,89 | 0,0002 | 16,94 | 1,27 | 18,21 | 0,0044 | 0,046 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 240 | 4,8 | 7,20 | 0,0020 | 14,78 | 10,32 | 25,10 | 0,0070 | 0,090 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 340 | 4,1 | 6,15 | 0,0012 | 20,94 | 8,82 | 29,76 | 0,0058 | 0,070 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 410 | 8,5 | 12,69 | 0,0021 | 25,26 | 18,19 | 43,45 | 0,0071 | 0,091 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 240 | 4,8 | 7,20 | 0,0020 | 14,78 | 10,32 | 25,10 | 0,0070 | 0,090 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 295 | 4,5 | 6,69 | 0,0015 | 18,17 | 9,59 | 27,76 | 0,0063 | 0,078 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 1,4 | 2,12 | 0,0012 | 7,08 | 3,03 | 10,12 | 0,0059 | 0,071 | 0,809 | (OK) |
| Par 13 | 335 | 5,7 | 8,61 | 0,0017 | 20,64 | 12,34 | 32,98 | 0,0066 | 0,083 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 335 | 3,0 | 4,49 | 0,0009 | 20,64 | 6,43 | 27,06 | 0,0054 | 0,063 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 295 | 1,6 | 2,46 | 0,0006 | 18,17 | 3,53 | 21,70 | 0,0049 | 0,055 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

Qlaje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

σQ: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

Gparede: Ação Permanente (Parede) (kN)

Glaje: Ação Permanente (Laje) (kN)

Gtotal: Ação Permanente Total (kN)

σG: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

fa: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

Fa: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 6

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 16 | 255 | 1,3 | 1,92 | 0,0005 | 15,71 | 2,75 | 18,46 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 235 | 1,2 | 1,77 | 0,0005 | 14,48 | 2,54 | 17,01 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 255 | 3,9 | 5,87 | 0,0015 | 15,71 | 8,41 | 24,11 | 0,0063 | 0,078 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 115 | 1,8 | 2,66 | 0,0015 | 7,08 | 3,81 | 10,89 | 0,0063 | 0,079 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 295 | 3,3 | 4,92 | 0,0011 | 18,17 | 7,05 | 25,22 | 0,0057 | 0,068 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 370 | 3,8 | 5,73 | 0,0010 | 22,79 | 8,21 | 31,01 | 0,0056 | 0,066 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 295 | 1,8 | 2,72 | 0,0006 | 18,17 | 3,89 | 22,06 | 0,0050 | 0,056 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 360 | 3,2 | 4,83 | 0,0009 | 22,18 | 6,92 | 29,10 | 0,0054 | 0,063 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 225 | 3,2 | 4,83 | 0,0014 | 13,86 | 6,92 | 20,78 | 0,0062 | 0,076 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 360 | 3,2 | 4,83 | 0,0009 | 22,18 | 6,92 | 29,10 | 0,0054 | 0,063 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 295 | 3,3 | 4,92 | 0,0011 | 18,17 | 7,05 | 25,22 | 0,0057 | 0,068 | 0,809 | (OK) |
| Par 27 | 295 | 1,8 | 2,72 | 0,0006 | 18,17 | 3,89 | 22,06 | 0,0050 | 0,056 | 0,809 | (OK) |
| Par 28 | 235 | 1,2 | 1,77 | 0,0005 | 14,48 | 2,54 | 17,01 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) |
| Par 29 | 255 | 1,3 | 1,92 | 0,0005 | 15,71 | 2,75 | 18,46 | 0,0048 | 0,053 | 0,809 | (OK) |
| Par 30 | 115 | 1,8 | 2,66 | 0,0015 | 7,08 | 3,81 | 10,89 | 0,0063 | 0,079 | 0,809 | (OK) |
| Par 31 | 255 | 3,9 | 5,87 | 0,0015 | 15,71 | 8,41 | 24,11 | 0,0063 | 0,078 | 0,809 | (OK) |
| Par 32 | 370 | 3,8 | 5,73 | 0,0010 | 22,79 | 8,21 | 31,01 | 0,0056 | 0,066 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

**ANEXO B**

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 1

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 1,6 | 4,71 | 0,0009 | 48,78 | 6,75 | 55,53 | 0,0111 | 0,120 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 335 | 1,6 | 4,71 | 0,0009 | 48,78 | 6,75 | 55,53 | 0,0111 | 0,120 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 220 | 2,8 | 8,43 | 0,0026 | 32,03 | 12,08 | 44,12 | 0,0134 | 0,159 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 220 | 2,8 | 8,43 | 0,0026 | 32,03 | 12,08 | 44,12 | 0,0134 | 0,159 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 330 | 4,4 | 13,23 | 0,0027 | 48,05 | 18,96 | 67,01 | 0,0135 | 0,162 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 330 | 4,4 | 13,23 | 0,0027 | 48,05 | 18,96 | 67,01 | 0,0135 | 0,162 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 335 | 2,8 | 8,46 | 0,0017 | 48,78 | 12,13 | 60,90 | 0,0121 | 0,138 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 335 | 2,8 | 8,46 | 0,0017 | 48,78 | 12,13 | 60,90 | 0,0121 | 0,138 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 215 | 1,8 | 5,28 | 0,0016 | 31,30 | 7,57 | 38,87 | 0,0121 | 0,137 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 215 | 1,8 | 5,28 | 0,0016 | 31,30 | 7,57 | 38,87 | 0,0121 | 0,137 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 115 | 0,6 | 1,92 | 0,0011 | 16,74 | 2,75 | 19,50 | 0,0113 | 0,124 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 0,6 | 1,92 | 0,0011 | 16,74 | 2,75 | 19,50 | 0,0113 | 0,124 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 1

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | σQ | Gparede | Glaje | Gtotal | σG | fa | Fa | OBS: |
| Par 13 | 130 | 0,4 | 1,23 | 0,0006 | 18,93 | 1,76 | 20,69 | 0,0106 | 0,112 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 375 | 3,4 | 10,29 | 0,0018 | 54,60 | 14,75 | 69,35 | 0,0123 | 0,142 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 55 | 0,4 | 1,14 | 0,0014 | 8,01 | 1,63 | 9,64 | 0,0117 | 0,131 | 0,809 | (OK) |
| Par 16 | 115 | 0,8 | 2,28 | 0,0013 | 16,74 | 3,27 | 20,01 | 0,0116 | 0,129 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 315 | 6,4 | 19,32 | 0,0041 | 45,86 | 27,69 | 73,56 | 0,0156 | 0,197 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 115 | 0,6 | 1,92 | 0,0011 | 16,74 | 2,75 | 19,50 | 0,0113 | 0,124 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 445 | 9,4 | 28,11 | 0,0042 | 64,79 | 40,29 | 105,08 | 0,0157 | 0,200 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 120 | | | | 17,47 | | 17,47 | 0,0097 | 0,097 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 115 | 0,8 | 2,28 | 0,0013 | 16,74 | 3,27 | 20,01 | 0,0116 | 0,129 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 315 | 6,4 | 19,32 | 0,0041 | 45,86 | 27,69 | 73,56 | 0,0156 | 0,197 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 115 | 0,6 | 1,92 | 0,0011 | 16,74 | 2,75 | 19,50 | 0,0113 | 0,124 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 55 | 0,4 | 1,14 | 0,0014 | 8,01 | 1,63 | 9,64 | 0,0117 | 0,131 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 130 | 0,4 | 1,23 | 0,0006 | 18,93 | 1,76 | 20,69 | 0,0106 | 0,112 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 375 | 3,4 | 10,29 | 0,0018 | 54,60 | 14,75 | 69,35 | 0,0123 | 0,142 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

**σ**Q: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

**σ**G: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES HORIZONTAIS

OBRA: EXEMPLO 1 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 2

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 1 | 335 | 1,6 | 2,36 | 0,0005 | 24,39 | 3,38 | 27,76 | 0,0055 | 0,060 | 0,809 | (OK) |
| Par 2 | 335 | 1,6 | 2,36 | 0,0005 | 24,39 | 3,38 | 27,76 | 0,0055 | 0,060 | 0,809 | (OK) |
| Par 3 | 220 | 2,8 | 4,22 | 0,0013 | 16,02 | 6,04 | 22,06 | 0,0067 | 0,080 | 0,809 | (OK) |
| Par 4 | 220 | 2,8 | 4,22 | 0,0013 | 16,02 | 6,04 | 22,06 | 0,0067 | 0,080 | 0,809 | (OK) |
| Par 5 | 330 | 4,4 | 6,62 | 0,0013 | 24,02 | 9,48 | 33,51 | 0,0068 | 0,081 | 0,809 | (OK) |
| Par 6 | 330 | 4,4 | 6,62 | 0,0013 | 24,02 | 9,48 | 33,51 | 0,0068 | 0,081 | 0,809 | (OK) |
| Par 7 | 335 | 2,8 | 4,23 | 0,0008 | 24,39 | 6,06 | 30,45 | 0,0061 | 0,069 | 0,809 | (OK) |
| Par 8 | 335 | 2,8 | 4,23 | 0,0008 | 24,39 | 6,06 | 30,45 | 0,0061 | 0,069 | 0,809 | (OK) |
| Par 9 | 215 | 1,8 | 2,64 | 0,0008 | 15,65 | 3,78 | 19,44 | 0,0060 | 0,068 | 0,809 | (OK) |
| Par 10 | 215 | 1,8 | 2,64 | 0,0008 | 15,65 | 3,78 | 19,44 | 0,0060 | 0,068 | 0,809 | (OK) |
| Par 11 | 115 | 0,6 | 0,96 | 0,0006 | 8,37 | 1,38 | 9,75 | 0,0057 | 0,062 | 0,809 | (OK) |
| Par 12 | 115 | 0,6 | 0,96 | 0,0006 | 8,37 | 1,38 | 9,75 | 0,0057 | 0,062 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das Lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

AEmillennium

TENSÕES AXIAIS PERMANENTES E VARIÁVEIS - PAREDES VERTICAIS

OBRA: EXEMPLO 2 - DISSERTAÇÃO

Pavimento: 2

fp: 4,5 Resistência Média dos Prismas (MPa)

| DADOS: PAREDES | | | VARIÁVEIS | | PERMANENTES | | | | VERIFICAÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parede | Compr. | Área infl. | Qlaje | $\sigma_Q$ | Gparede | Glaje | Gtotal | $\sigma_G$ | fa | Fa | OBS: |
| Par 13 | 130 | 0,4 | 0,62 | 0,0003 | 9,46 | 0,88 | 10,35 | 0,0053 | 0,056 | 0,809 | (OK) |
| Par 14 | 375 | 3,4 | 5,15 | 0,0009 | 27,30 | 7,37 | 34,67 | 0,0062 | 0,071 | 0,809 | (OK) |
| Par 15 | 55 | 0,4 | 0,57 | 0,0007 | 4,00 | 0,82 | 4,82 | 0,0058 | 0,065 | 0,809 | (OK) |
| Par 16 | 115 | 0,8 | 1,14 | 0,0007 | 8,37 | 1,63 | 10,01 | 0,0058 | 0,065 | 0,809 | (OK) |
| Par 17 | 315 | 6,4 | 9,66 | 0,0020 | 22,93 | 13,85 | 36,78 | 0,0078 | 0,098 | 0,809 | (OK) |
| Par 18 | 115 | 0,6 | 0,96 | 0,0006 | 8,37 | 1,38 | 9,75 | 0,0057 | 0,062 | 0,809 | (OK) |
| Par 19 | 445 | 9,4 | 14,06 | 0,0021 | 32,40 | 20,15 | 52,54 | 0,0079 | 0,100 | 0,809 | (OK) |
| Par 20 | 120 | | | | 8,74 | | 8,74 | 0,0049 | 0,049 | 0,809 | (OK) |
| Par 21 | 115 | 0,8 | 1,14 | 0,0007 | 8,37 | 1,63 | 10,01 | 0,0058 | 0,065 | 0,809 | (OK) |
| Par 22 | 315 | 6,4 | 9,66 | 0,0020 | 22,93 | 13,85 | 36,78 | 0,0078 | 0,098 | 0,809 | (OK) |
| Par 23 | 115 | 0,6 | 0,96 | 0,0006 | 8,37 | 1,38 | 9,75 | 0,0057 | 0,062 | 0,809 | (OK) |
| Par 24 | 55 | 0,4 | 0,57 | 0,0007 | 4,00 | 0,82 | 4,82 | 0,0058 | 0,065 | 0,809 | (OK) |
| Par 25 | 130 | 0,4 | 0,62 | 0,0003 | 9,46 | 0,88 | 10,35 | 0,0053 | 0,056 | 0,809 | (OK) |
| Par 26 | 375 | 3,4 | 5,15 | 0,0009 | 27,30 | 7,37 | 34,67 | 0,0062 | 0,071 | 0,809 | (OK) |

Compr.: Comprimento da Parede (cm)

Área infl.: Área de Influência das lajes (m2)

**Q**laje: Ação Acidental Total das lajes (kN)

$\sigma_Q$: Tensão Normal Variável Atuante (kN/cm2)

**G**parede: Ação Permanente (Parede) (kN)

**G**laje: Ação Permanente (Laje) (kN)

**G**total: Ação Permanente Total (kN)

$\sigma_G$: Tensão Normal Permamente Atuante(kN/cm2)

**fa**: Tensão de Compressão Axial Atuante (MPa)

**Fa**: Tensão de Compressão Admissível (MPa)

**ANEXO C**

```
; AEmillennium BY ROBERTO RACANICCHI
; ROTINA QUE DEFINE DIMENSÕES DOS BLOCOS
; HABILITAR FUNÇÃO ERRO
; FUNÇAO ERRO

(vmon)
(defun ERRO (MSG)
(prompt "\n(AEmillennium:Cdblocos.fas) by Roberto Racanicchi...\n")
(princ)
)
(defun cdblocos ()
(setvar "cmdecho" 0)
(setq *error* ERRO)
    (setq hdial (load_dialog "cddados.dcl")
            be2 0 be3 0
            be6 0 be7 0
            be8 0
    )
```

unesp

```
(if (> hdial 0)
 (progn
   (setq name (strcat (getvar "dwgname") ".ddp")
        name (strcat "c:/AEmillennium/alvenaria/projetos/" name)
        arq_open (open (strcat name) "r")
        lista_bloco (read-line arq_open)
   )
    (setq be1  (atoi(substr lista_bloco 1 1 ))
          be4  (atoi(substr lista_bloco 7 1 ))
          be5  (atoi(substr lista_bloco 9 1 ))
          be7  (atoi(substr lista_bloco 13 1))
          be9  (atoi(substr lista_bloco 17 1))
          be10 (atoi(substr lista_bloco 19 1))
          be11 (atof(substr lista_bloco 21 3))
          be12 (atof(substr lista_bloco 25 3))
          be13 (atoi(substr lista_bloco 30 1))
          be14 (atoi(substr lista_bloco 32 3))
    )
    ;LE ARQUIVO E TRANFORMA CADA STRING EM INTEIRO
              (if (= be4 1) (setq ees 1) (setq ees 0))
              (setq fiada be10
                   fgk   be11
                   bgr   be12
                   qqf   be13
                   steel be14
              )
              (new_dialog "define" hdial)
              (set_tile "fiada_edit" (rtos fiada 2 0))
              (set_tile "fgk_edit"   (rtos be11  2 1))
              (set_tile "bgr_edit"   (rtos be12  2 1))
              (set_tile "qqf_edit"   (rtos be13  2 0))
              (set_tile "steel_edit" (rtos be14  2 0))
```

```
            (cond
              ((= be1 1) (set_tile "be1" "1"))
              ((= be5 1) (set_tile "be5" "1"))
              ((= be7 1) (set_tile "be7" "1"))
              ((= be9 1) (set_tile "be9" "1"))
            )
            (if (= be4 1) (set_tile "be4" "1"))
            (action_tile "be1" "(setq AF 1)")
            (action_tile "be4" "(setq AF4 $value)")
            (action_tile "be5" "(setq AF 5)")
            (action_tile "be7" "(setq AF 7)")
            (action_tile "be9" "(setq AF 9)")
            (action_tile "fiada_edit" "(action_fiada_edit $value)")
            (action_tile "fgk_edit"   "(action_fgk_edit   $value)")
            (action_tile "bgr_edit"   "(action_bgr_edit   $value)")
            (action_tile "qqf_edit"   "(action_qqf_edit   $value)")
            (action_tile "steel_edit" "(action_steel_edit $value)")

            ;ATIVAR CAIXA

            (if (= 1 (start_dialog)) (dados))
  ) ; progn
    (princ)
) ; if
) ; defun
```

```
(defun action_fiada ($value)
        (setq fiadanova (/ (atoi $value) 1.0))
        (setq fiada fiadanova)
        (set_tile "fiada_edit" (rtos fiada))
)
(defun action_fiada_edit (value)
        (setq fiada (atoi value))
        (set_tile "        < 2 >  para bloco  < J >" (itoa (fix (* fiada 1.0))))
)
(defun action_fgk ($value)
        (setq fgknova (/ (atof $value) 1.0))
        (setq fgk fgknova)
        (set_tile "fgk_edit" (rtos fgk))
)
(defun action_fgk_edit (value)
        (setq fgk (atof value))
        (set_tile "fgk do Graute <kN/cm2>" (itoa (fix (* fgk 1.0))))
)
(defun action_bgr ($value)
        (setq bgrnova (/ (atof $value) 1.0))
        (setq bgr bgrnova)
        (set_tile "bgr_edit" (rtos bgr))
)
(defun action_bgr_edit (value)
        (setq bgr (atof value))
        (set_tile "Bitola dos Grampos <mm>" (itoa (fix (* bgr 1.0))))
)
(defun action_qqf ($value)
        (setq qqfnova (/ (atof $value) 1.0))
        (setq qqf qqfnova)
        (set_tile "qqf_edit" (rtos qqf))
)
```

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

```
(defun action_qqf_edit (value)
        (setq qqf (atof value))
        (set_tile "Quantas em Quantas Fiadas:" (itoa (fix (* qqf 1.0))))
)

(defun action_steel ($value)
        (setq steelnova (/ (atof $value) 1.0))
        (setq steel steelnova)
        (set_tile "steel_edit" (rtos steel))
)

(defun action_steel_edit (value)
        (setq steel (atof value))
        (set_tile "Aço CA:" (itoa (fix (* steel 1.0))))
)

;ESCREVE EM ARQUIVO DADOS DO BLOCO
;ARQUIVO C/ NOME "DRAWING".DWG.DDP

(defun dados ()
(setvar "cmdecho" 0)
                        (if (= AF 1)  (setq be1 1 be2 1 be3 1))
                        (if (= AF 5)  (setq be5 1 be6 1))
                        (if (= AF 7)  (setq be7 1 be8 1))
                        (if (= AF 9)  (setq be9 1 ))
                        (if (= AF4 "1")  (setq be4 1 ) (setq be4 0))

                        (if (= AF 1)  (setq be5 0 be6 0 be7 0 be8 0 be9 0))
                        (if (= AF 5)  (setq be1 0 be2 0 be3 0 be7 0 be8 0 be9 0))
                        (if (= AF 7)  (setq be1 0 be2 0 be3 0 be5 0 be6 0 be9 0))
                        (if (= AF 9)  (setq be1 0 be2 0 be3 0 be5 0 be6 0 be7 0 be8 0))
```

```
(setq name (strcat (getvar "dwgname") ".ddp"))
(setq name (strcat "c:/AEmillennium/alvenaria/projetos/" name))
(setq arq  (open (strcat name) "w"))

(write-line
        (strcat   (rtos be1 2 0 ) " " (rtos be2   2 0) " "
                  (rtos be3 2 0 ) " " (rtos be4   2 0) " "
                  (rtos be5 2 0 ) " " (rtos be6   2 0) " "
                  (rtos be7 2 0 ) " " (rtos be8   2 0) " "
                  (rtos be9 2 0 ) " " (rtos fiada 2 0) " "
                  (rtos fgk 2 1 ) " " (rtos bgr   2 2) " "
                  (rtos qqf 2 0 ) " " (rtos steel 2 0)
        )
arq)
 (close arq)

        ;DEFINE DIMENSOES DOS BLOCOS

    (if (= be1 1) (setq blocox 0.40 blocoy 0.15 blocoz 0.20 ebloco 0.00 eebloco
0.00
                    bx blocox by blocoy bz blocoz))
    (if (= be2 1) (setq mbloco 0.20 blocoy 0.15 blocoz 0.20 ebloco 0.00 eebloco
0.00
                    mb mbloco by blocoy bz blocoz))
    (if (= be3 1) (setq ebloco 0.35 blocoy 0.15 blocoz 0.20 eebloco 0.00
                    eb ebloco by blocoy bz blocoz))
    (if (= be4 1) (setq blocoy 0.15 blocoz 0.20 eebloco (+ blocoy blocox)
                    eeb eebloco by blocoy bz blocoz))
    (if (= be5 1) (setq blocox 0.40 blocoy 0.20 blocoz 0.20 ebloco 0.00 eebloco
0.00
```

```
                    bx blocox by blocoy bz blocoz))
        (if (= be6 1) (setq mbloco 0.20 blocoy 0.20 blocoz 0.20 ebloco 0.00 eebloco
0.00
                    mb mbloco by blocoy bz blocoz))
        (if (= be7 1) (setq blocox 0.30 blocoy 0.15 blocoz 0.20 ebloco 0.00 eebloco
0.00
                    bx blocox by blocoy bz blocoz))
        (if (= be8 1) (setq mbloco 0.15 blocoy 0.15 blocoz 0.20 ebloco 0.00 eebloco
0.00
                    mb mbloco by blocoy bz blocoz))
        (if (= be9 1) (setq blocox (getreal "\nComprimento do Bloco:")
                blocoy (getreal "\nLargura do Bloco:")
                blocoz (getreal "\nAltura do Bloco:")
                mbloco (/ blocox 2)
                bx blocox
                by blocoy
                mb mbloco
                        ebloco 0.00
                        eebloco 0.00
            )
                (if (= be4 1) (setq eebloco (+ blocoy blocox)) (setq eebloco
0.00))

        )
    (if (= blocox nil) (setq blocox 0.0))
    (if (= blocoy nil) (setq blocoy 0.0))
    (if (= blocoz nil) (setq blocoz 0.0))
    (if (= mbloco nil) (setq mbloco 0.0))

    (setq nbl (strcat (getvar "dwgname") ".bla")
        nbl (strcat "c:/AEmillennium/alvenaria/projetos/" nbl)
        abl (open (strcat nbl) "w")
```

```
    )
(write-line
        (strcat (rtos blocox 2 2) "  " (rtos blocoy 2 2) "  "
            (rtos blocoz 2 2) "  " (rtos mbloco 2 2) "  "
                (rtos ebloco 2 2) "  " (rtos eebloco 2 2) "  "

        )
 abl)
(close abl)

(princ "\n(AEmillennium:Cdblocos.fas) by Roberto Racanicchi ...\n")
(princ)

)
```

```
; AEmillennium BY ROBERTO RACANICCHI
; ROTINA QUE DEFINE DIMENSÕES DOS BLOCOS    - DCL
; HABILITAR FUNÇÃO ERRO

define:
dialog {
label = "Definição dos Blocos";
initial_focus = "fiada_edit";

: column {
  : boxed_radio_column { label = "Famílias de Blocos";
    : radio_column {
      : radio_button {
        key = "be9";
        label = "Define Família de Blocos Estruturais";
        mnemonic = "D";
                }
      : radio_button {
        key = "be5";
        label = " 1> Blocos Estruturais < 19 x 19 x 39 > e < 19 x 19 x 19 > cm";
        mnemonic = "1";
                }
      : radio_button {
        key = "be7";
        label = " 2> Blocos Estruturais < 14 x 19 x 29 > e < 14 x 19 x 14 > cm";
        mnemonic = "2";
                }
      : radio_button {
        key = "be1";
        label = " 3> Blocos Estruturais < 14 x 19 x 39 > , < 14 x 19 x 19 > e < 14 x 19 x 34
> cm";
        mnemonic = "3";
```

```
                }
    : toggle {
        key = "be4";
     label = " Bloco Estrutural Especial de Amarração < Larg x Alt x ( Compr + Larg) >
cm";
      mnemonic = "B";
          }
     : text { label = "      Ex: < 19 x 19 x 59 > , < 14 x 19 x 44 > , < 14 x 19 x 54 > . . . " ;}
              }
                 }
         }

  :boxed_row { label = " Respaldo das Alvenarias ";

  :column {

  :text {label = "Digite  < 1 >  para bloco  < U >";
      }

  :edit_box  {
          label = "          < 2 >  para bloco  < J >";
          key = "fiada_edit";
        edit_width = 3;
        allow_accept = false;
         }

       }
         }

  :boxed_row { label = " Graute e Grampos ";

  :column {
```

```
:edit_box {
          label = "fgk do Graute <kN/cm2>";
          key = "fgk_edit";
        edit_width = 3;
        allow_accept = false;
        }
:edit_box {
          label = "Bitola dos Grampos <4.2mm a 10.0mm>";
          key = "bgr_edit";
        edit_width = 3;
        allow_accept = false;
        }
:edit_box {
          label = "Quantas em Quantas Fiadas:";
          key = "qqf_edit";
        edit_width = 3;
        allow_accept = false;
        }
:edit_box {
          label = "Aço CA:";
          key = "steel_edit";
        edit_width = 3;
        allow_accept = false;
        }

    }
      }

  ok_cancel;
  }
```

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ACCETTI, K. M. *Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria*. São Carlos. 1998. 247p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Cargas para o cálculo de estruturas de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro: NBR 6120, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro: NBR 10837, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Folha de desenho – layout e dimensões*. Rio de Janeiro: NBR 10068, 1987.

BERTOLINO JR., R. *Sistema integrado para análise, dimensionamento, detalhamento e desenho de estruturas de aço*. Ilha Solteira, 1998. 53p. Tese (Livre Docência em Engenharia de Estruturas). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

CAMACHO, J. S., RACANICCHI, R. Automatização do detalhamento de projetos de alvenaria estrutural. In: CILAMCE - Congresso Íbero Latino-Americano de Métodos Computacionais em Engenharia, 18, 1997, Brasília, *Anais*, Brasília: Universidade de Brasília, 1997. p.717-723.

CAMACHO, J. S. *Alvenaria estrutural não armada - parâmetros básicos a serem considerados no projeto dos elementos resistentes*. Porto Alegre, 1986. 181p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CAVALHEIRO, O. P. Alvenaria estrutural com blocos vazados de blocos de concreto: exemplo de cálculo segundo a norma brasileira. In: INTERNACIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5, 1994, Florianópolis. *Anais*. 1994, p.375-385.

CORRÊA, M. R. S., RAMALHO, M. A. Procedure for the analysis of masonry buildings under vertical loads. In: AUSTRALASIAN MASONRY CONFERENCE, 5, 1998, Gladstone, Australia, 1 - 3 july 1998. *Proceedings*. Rockhampton North, CQU Publishing Unit. p.57-66.

FRANCO, L. S. *Desempenho estrutural do elemento parede de alvenaria empregado na alvenaria estrutural não armada, quando submetido a esforços de compressão*. São Paulo, 1987. 136p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOMES, N. S. *A resistência das paredes de alvenaria*. São Paulo, 1983. 190p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HOOKER, K. A. *Computer Aids for Masonry Structural Design*, Aberdeen's Magazine of Masonry Construction, 1996, v9, i3.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

KRAMER, B. *AutoLisp – treasure chest*: Programming Gems, Cools Routines, and Useful Utilities. 3 ed. San Francisco: Miller Freeman Books, 1997. 403p.

MATSUMOTO, E. Y. *AutoLisp – Linguagem de programação do AutoCAD*. 2 ed. São Paulo: Editora Érica Ltda., 1999. 150p.

OLIVEIRA JR, V., PINHEIRO, L. M. Método prático para distribuição das ações verticais em paredes de alvenaria. In: INTERNACIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5, 1994, Florianópolis. *Anais*. 1994, p.315-322.

OLIVEIRA JR, V., *Recomendações para projeto de edifício em alvenaria estrutural*. São Carlos. 1992. 266p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

OMURA, G. *Dominando o AutoCAD 2000*, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. 1206p.

RACANICCHI,R.; CAMACHO,J.S. Graphic automation of design of masonry building made of structural blocks. In: AUSTRALASIAN MASONRY CONFERENCE, 6, 2001, Adelaide, Australia, 12-13 july 2001. *Proceedings*. Adelaide, South Australia, Adelaide University, p.347-356.

SABBATINI, F. H. *O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária*. São Paulo, 1984. 298p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA


ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto e execução de obras de concreto armado,* Rio de Janeiro: NBR 6118, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural*. Rio de Janeiro: NBR 6136, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Bloco Cerâmico para alvenaria*. Rio de Janeiro: NBR 7171, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro: NBR 8798, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Bloco Cerâmico para alvenaria – Formas e dimensões*. Rio de Janeiro: NBR 8042, 1992.

AUTODESK. *AutoCad* : reference manual. Oakland: Autodesk, 1993.

AUTODESK. *AutoLisp*: programmer's reference. Oakland: Autodesk, 1993.

CAMACHO, J. S., BERTOLINO JR., R., RACANICCHI, R. Uma ferramenta auxiliando o aprendizado e o desenvolvimento de projetos de alvenaria estrutural. *Revista de Ensino de Engenharia – ABENGE (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia)*, n º 20, p.33-41, 1998.

CAPUZZO NETO, V. *Estudo teórico e experimental da interação de paredes de alvenaria estrutural, submetidas a ações verticais.* São Carlos. 2000. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

CARBONARI, G., SOUZA, M. Investigação da distribuição das reações de lajes retangulares isoladas sobre as vigas de apoio considerando a flexibilidade das mesmas. In: JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 25, 1991, Porto Alegre. *Anais.* 1991. p.II49-II60.

FRANCO, L. S. Construção civil – alvenaria estrutural. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, 25, 1997, São Paulo. p.179-180.

HENDRY, A. W. *Structural Masonry,* Houndmills, Basingstoke : Macmillan, 1990, 284p.

NASCIMENTO NETO, J. A. *Investigação das solicitações de cisalhamento em edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações horizontais.* São Carlos. 1999. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

OLIVEIRA JR, V., PINHEIRO, L. M. Considerações sobre o cálculo de edifícios em alvenaria estrutural. In: JORNADAS SULAMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 25, 1991, Porto Alegre, R.S., *Anais.* v.4, 1991, p.13-23.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

PRADO, J.F.M.A. (1999). *Estruturas de edifícios em concreto armado submetidas a ações de construção.* São Carlos, 1999. 184p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Av. Brasil Centro, 56
15385-000 Ilha Solteira - SP
www.dec.feis.unesp.br