

Capítulo 6

ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO

6.1 – INTRODUÇÃO

Os dados técnicos, perfis metálicos, fechamentos dos pórticos estruturais, cobertura e esquadrias, são abordados neste capítulo com o objetivo de informar as fontes que originaram o projeto do ponto de vista técnico.

O primeiro tópico a ser pesquisado, item 6.2 – Estrutura –, busca especificar quais os perfis para vigas e colunas mais indicados para este tipo de projeto, assim como o comportamento da estrutura e suas ligações. O item 6.2.4 - Programa para Detalhamento da Estrutura –, composto por rotinas, elaboradas na linguagem computacional AutoLisp, é onde são fornecidos os detalhes das ligações engastadas e rotuladas dos pórticos estruturais, assim como as informações para utilização do programa, a partir do *software*, AutoCAD, versão 12, para Windows.

Nos itens seguintes, 6.3 – Lajes e Paredes –, 6.4 – Coberta – e 6.5 – Esquadrias –, são comentados os detalhes e explicações técnicas das respectivas Pranchas, justificando-se cada um dos elementos empregados no projeto.

6.2 – ESTRUTURA

Antes da descrição relativa ao comportamento estrutural, é necessário que se demonstre, quais os princípios que determinaram a escolha do tipo de perfil adotado no projeto.

6.2.1 – Escolha do Perfil

O tipo de perfil metálico foi escolhido através de consulta a um especialista, afim de indicar e justificar o tipo de elemento estrutural metálico mais adequado ao projeto proposto. Assim, foi feito um pré-dimensionamento para um caso particular, a título de exemplificação de uma estrutura com 3 pavimentos, elaborado pela Profa. Márcia Reis, (responsável pela disciplina Construções Metálicas e de Madeira, do curso de Engenharia Civil da UFOP). Entretanto, deve-se esclarecer que foram considerados:

- a) A estrutura da edificação é composta por pórticos rígidos espaçados de 3m em 3m, nas direções transversais e longitudinais.
- b) Os pórticos foram dimensionados, considerando-se perfis “T” e “caixa”¹.
- c) Limite de escoamento do aço, (σ_y) = 25 kN cm²
- d) Limite de resistência à ruptura (f_u) = 40 kN cm²
- d) Aço USISAC 41

Para o pré-dimensionamento, os dados levados em consideração foram:



Figura 6.1 – Dimensões dos Pórticos.

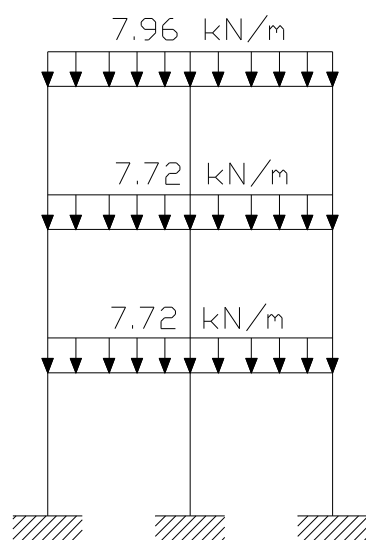


Figura 6.2 – Carregamento Permanente, Composto pelo Peso da Estrutura Metálica e Peso do Concreto das Lajes.

¹ Perfil composto por dois perfis “U” enrijecidos e soldados, formando uma seção retangular.

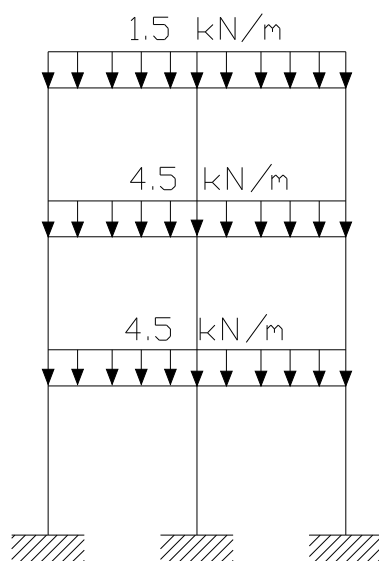
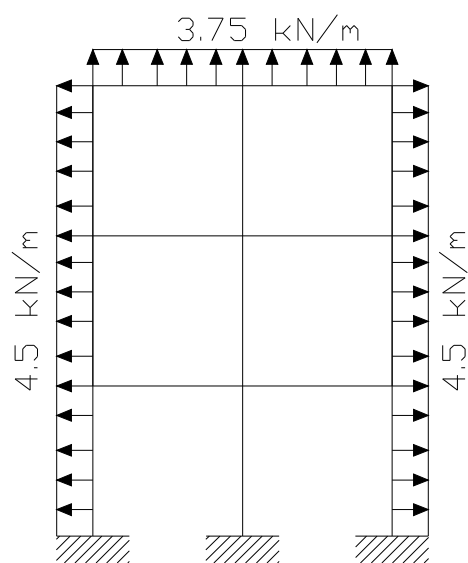


Figura 6.3 – Sobrecarga Decorrente do Uso.

Figura 6.4 – Vento $\alpha = 0$.

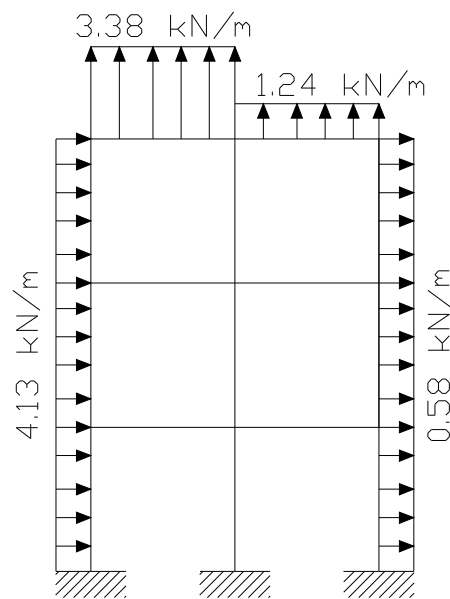


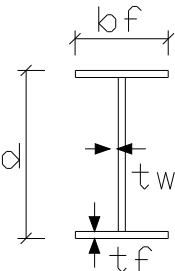
Figura 6.5 – Vento $\alpha = 90^\circ$

Através dos valores encontrados, para as solicitações (momentos fletores, esforços cortantes e esforços normais), são indicadas as dimensões possíveis nas Tabelas 6.1. e 6.2.

Tabela 6.1 – Dimensões Admissíveis para Perfil “Caixa”.

Perfil tipo “caixa” (Tecnofer)	d (mm)	b (mm)	t (mm)	c (mm)	peso próprio (kg/m)
	250	170	3.35	25	23.71
	300	170	3	25	23.68

Tabela 6.2 – Dimensão Admissível do Perfil “I”.

Perfil “I” (Manual Brasileiro para cálculo de estrutura metálica, vol. III, tomo I)	d (mm)	bf (mm)	tw (mm)	tf (mm)	peso próprio (Kg/m)
	200	130	5	8	23.6

Com base nesses dados verificou-se, através dos cálculos, que poderiam ser empregados os dois tipos de seção. O fator determinante na escolha foi então, a facilidade que oferece o perfil “I” em relação às instalações elétricas e hidráulicas, pois as tubulações podem seguir expostas nas barras da estrutura, (Prancha 53/57), não necessitando para isso furos nas chapas ou quebras nas paredes.

6.2.2 – Comportamento Estrutural

Uma das exigências do projeto quanto à estrutura, está na necessidade de se deixar livre todos os vãos entre colunas, que são de apenas 3,00 m, devido à ocorrência de aberturas para as esquadrias. As variações quanto ao comprimento das vigas, ou seja, medidas fora do módulo adotado, ocorrem apenas nas plantas baixas com 45°, pois a inclinação altera o comprimento destas nos pórticos onde é feita a rotação.

Inicialmente supõe-se que os pórticos estão espaçados de 3m em 3m, entretanto se em um cálculo mais detalhado for verificado que não há necessidade desse espaçamento, poderá se optar por algumas colunas servindo apenas como caixilho para os painéis em concreto celular, o que reduz, consideravelmente, as espessuras e dimensões, do que poderíamos chamar de “falsas colunas”.

Um problema inicial foi, então, a estabilização da edificação, já que este não poderia ser feito através de contraventamentos, devido às aberturas das esquadrias. A solução encontrada, foi a adoção de quadros rígidos que, permitem deixar livres os vãos, sem o inconveniente dos contraventamentos.

O sistema adotado, funciona com ligações da maioria das vigas com colunas, projetadas como rígidas. Dessa forma se obtém um conjunto de pórticos verticais rígidos da mesma altura do edifício, onde o prédio adquire estabilidade como um todo, para as cargas horizontais.

Esse comportamento é proposto, a partir do modelo de estabilidade descrito nas publicações da SIDERBRAS (pp. 9, 1990), o que não representa uma solução única, pois o sistema estrutural adotado neste projeto, possibilita inúmeras variações de implantação. Caso forem projetadas outras implantações que não se enquadrem no modelo apresentado, caberia então um estudo específico.

6.2.3 – ligações

O tipo de ligação empregada foi determinado procurando-se uma solução “simples”. Como o objetivo, é trabalhar com o aço para habitação popular, os detalhes buscam um desenho de fácil execução, a partir de peças já existentes no mercado.

Devido às exigências estruturais anteriormente descritas, ocorrem duas situações de ligações: rotulada e engastada.

6.2.3.1 – Ligação Rotulada

A ligação rotulada (detalhe 1 - D1, Pranchas 39/57 e 40/57) é o caso mais simples, pois, transmite somente a carga devida à reação vertical e horizontal, e o apoio da viga tem momento nulo, podendo girar livremente (AÇOMINAS, pp. 118 a 120, 1982).

O detalhe proposto emprega duas cantoneiras soldadas na alma da viga, e aparafusadas na alma ou na mesa da coluna, conforme for o caso. Optou-se pela solda na viga porque esta já vem executada de fábrica, onde se tem um maior controle de qualidade. A ligação na coluna através de parafusos, resulta da sua facilidade de execução, pois quando a viga chegar à obra não haverá necessidade do emprego de soldadores, além de se obter um melhor alinhamento da construção.

Devido ao projeto arquitetônico possuir também plantas que possibilitam “curvas” de 45° (Pranchas 22/57, 23/57, 27/57 e 28/57), foi necessário a implementação de detalhes exclusivos para esses casos (Pranchas 44/57 e 45/57) onde ocorrem apenas ligações rotuladas.

6.2.3.2 – Ligação Engastada

Como o contraventamento é feito através de pórticos rígidos, são necessárias ligações engastadas, a fim de se manter o sistema estável. Nestes casos a viga “chega” na alma ou na mesa da coluna (detalhe 2 - D2, Pranchas 41/57, 42/57 e 43/57), através de uma chapa de topo, soldada na viga e aparafusada na coluna (AÇOMONAS, pp. 121, 1982).

O engaste na chapa de topo poderá ser feito, dependendo das exigências da estrutura, por parafusos comuns, segundo as especificações do cálculo estrutural. Pode-se adotar também uma solução em que a viga é totalmente soldada à coluna, tomando-se os cuidados para o engastamento

6.2.4 – Programa para Desenho da Estrutura

O objetivo da elaboração de um programa computacional na linguagem AutoLISP, para AutoCad, baseia-se em dois aspectos importantes:

Primeiro, por se tratar do aplicativo mais empregado atualmente para desenho técnico, principalmente desenho arquitetônico. Segundo, existe uma intenção de se demonstrar que,

em arquitetura, quando se trata do emprego de elementos industrializados, onde esses estão bastante delimitados, é possível uma “sistematização” na confecção de desenhos de detalhes.

É importante salientar que não é objetivo deste aplicativo analisar o comportamento estrutural, mas sim, após a determinação dos perfis adequados ao projeto arquitetônico, caberá ao programa apenas desenhar os detalhes, necessitando-se para isso, que o usuário indique suas dimensões e faça previamente o cálculo estrutural.

Nas Pranchas 39/57 a 45/57, são apresentados os detalhes produzidos pelas rotinas em AutoLisp.

6.2.4.1 – Lendo as Rotinas Autolisp no Autocad

Para acessar as rotinas em AutoLisp, D1, D2 e D3 deve-se seguir os seguintes passos:

1. Executar o AutoCAD.
2. Dentro do AutoCAD, selecionar a partir do menu suspenso FILE, a opção APPLICATIONS...
3. Escolher o botão de comando FILE, no box de diálogo.
4. Selecionar o arquivo D1.LSP, D2.LSP ou D3. LSP.
5. Carregar a rotina com o botão LOAD.
6. Para executar o aplicativo deve-se, no aviso de comando do AutoCAD, digitar D1, D2 ou D3, conforme o detalhe desejado

6.2.4.2 – Detalhe D1

As informações exigidas pela rotina D1, constituída pelas Pranchas 39/57 e 50/57, são:

1. Insira ponto inicial do desenho;
2. Insira largura da mesa na coluna (mm);
3. Insira espessura da mesa da coluna (mm);

4. Insira a distância entre as mesas da coluna (dentro a dentro) (mm);
5. Insira espessura da alma na coluna (mm);
6. Insira largura da mesa na viga (mm);
7. Insira espessura da alma na viga (mm);
8. Insira largura da aba menor da cantoneira (mm);
9. Insira largura da aba maior da cantoneira (mm);

Quando surgirem as perguntas 8 e 9, no aviso de comando do AutoCad, serão indicados na área de desenho, os locais nos quais serão desenhadas as abas da cantoneira.

10. Insira espessura da cantoneira (mm);
11. Insira largura da aba aparafusada na mesa da coluna (mm);
12. Insira largura da aba soldada na alma da viga (mm);

Também nos itens 10 e 11, serão indicados, os locais nos quais serão desenhadas as abas da cantoneira, na área de desenho.

13. Insira espessura da cantoneira (mm);
14. Insira altura da viga rotulada na alma da coluna (mm);
15. Insira espessura das mesas na viga (mm).

6.2.4.3 – Detalhe D2

As informações exigidas pela rotina D2, constituída pelas Pranchas 41/57 a 43/57, são:

1. Insira ponto inicial do desenho;
2. Insira largura da mesa na coluna (mm);
3. Insira espessura da mesa na coluna (mm);
4. Insira a distância entre as mesas da coluna (dentro a dentro) (mm);
5. Insira espessura da alma na coluna (mm);
6. Insira largura da placa na cabeça da viga (mm);
7. Insira espessura da placa na cabeça da viga (mm);
8. Insira largura da mesa na viga (mm);
9. Insira espessura da alma na viga (mm);
10. Insira altura na viga engastada (mm);
11. Insira espessura da mesa na viga (mm);

12. Insira altura da placa na cabeça da viga (mm).

6.2.4.4 – Detalhe D3

As informações exigidas pela rotina D3, constituída pelas Pranchas 44/57 e 45/57, são:

1. Insira ponto inicial do desenho;
2. Insira largura da mesa na coluna (mm);
3. Insira espessura da mesa na coluna (mm);
4. Insira a distância entre as mesas da coluna (dentro a dentro) (mm);
5. Insira espessura da alma na coluna (mm);
6. Insira largura da mesa na viga rotulada (mm);
7. Insira espessura da alma na viga (mm);
8. Insira largura da cantoneira (mm);
9. Insira espessura da cantoneira (mm);
10. Insira altura da viga (mm);
11. Insira espessura das mesas da viga (mm).

6.2.4.5 – Base das Colunas

Para a base das colunas, adotou-se um detalhe genérico, constituído por uma chapa de base, fazendo transição do pilar para o bloco de concreto, como pode ser visto na Prancha 46/57. Esse tipo de base para coluna metálica, é proposta a partir dos exemplos descritos por Andrade. (pp. 181, 1994).

6.3 – LAJES E PAREDES

Uma das premissas básicas do projeto, é o tempo de execução, já que se propõe a implantação de áreas já ocupadas e em declive. Assim, pesquisou-se um material que possibilitasse a montagem de painéis de forma rápida, o que descarta o emprego de concreto e

alvenaria, pela sua lentidão e o processo “artesanal” que requer a execução com esses materiais. Por este motivo, tanto nas paredes como no piso, adotou-se o concreto celular, devido a sua fácil montagem, uma vez que o mesmo não necessita de escoramento, nem tempo de cura.

Outra grande vantagem dos painéis em concreto celular é o fato de que, no momento em que são apoiados nas vigas metálicas, já é possível que os operários caminhem sobre estes, o que dá mais dinamismo à construção; além disso, devido ao seu baixo peso (625 kg/m^3 nos painéis laje e 600 kg/m^3 nos painéis paredes), são necessários apenas dois homens para seu transporte dentro da obra.

Na Tabela 6.3, são apresentadas as espessuras dos painéis em concreto celular em relação às cargas admissíveis.

Tabela 6.3 - Painéis Laje (Siporex, Ribeirão Pires, SP, 1997).

Sobrecarga (kg/m ²) Espessura (cm)	100	150	200	250	300	400	500
7,5	Comprimento máximo (cm)						
	290,00	260,00	240,00	220,00	210,00	----	----
10	400,00	350,00	320,00	300,00	260,00	230,00	190,00
12	400,00	400,00	400,00	370,00	350,00	280,00	230,00
15	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	350,00	290,00

Com base nos dados da Tabela 6.2, verifica-se que as espessuras e os comprimentos dos painéis são:

- Espessura para painel parede = 10 cm
- Comprimento para painel parede > 320
- Espessura para painel laje = 10 cm
- Comprimento para painel parede > 320
- Espessura para painel forro = 10 cm
- Comprimento para painel parede > 320

Nas Pranchas, 52/57 a 54/57, são apresentados os detalhes de fixação dos painéis em concreto celular, e nas Pranchas 47/57 a 51/57, são apresentados os respectivos lay-outs.

6.4 – COBERTA

Em relação aos outros tipos de materiais empregados comumente em cobertas, como a telha cerâmica ou de fibrocimento, a escolha de telhas metálicas destaca-se principalmente em relação ao peso, como é possível se verificar na Tabela 6.4, e em segundo lugar, pela possibilidade de corte das telhas em diversos ângulos. Essa informação foi obtida em consulta a empresas e fábricas de estruturas metálicas. Isso é fundamental para resolução da cobertura nas plantas baixas, nas quais os módulos não estejam dispostos linearmente.

Tabela 6.4 – Comparação de Sobrecarga Entre Materiais para Coberta (USIMINAS, pp. 17, 1992).

	Cantuária	Colonial	Francesa	Plan	Metálica		Cimento	
					Ondulada	Trapezoidal	Tégula	Amianto
Área coberta (m²)	51,84	51,84	51,84	51,84	51,84	51,84	51,84	51,84
Inclinação (Gr)	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Inclinação (%)	30 %	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Peso Total	393,53	360,08	423,03	381,39	135,05	156,99	393,15	149,70

A telha metálica foi escolhida procurando-se a simplificação da estrutura da cobertura. O modelo de perfil trapezoidal mostrou-se adequado, pois permite um maior espaçamento entre terças, devido a sua conformação, ao contrário das telhas onduladas metálicas ou telhas não metálicas, como pode ser comprovado na Tabela 6.5 e nas Pranchas estruturais da cobertura (16/57, 21/57, 26/57, 31/57 e 35/57).

Tabela 6.5 – Espaçamento Entre Telhas, Ripas e Tesouras da Coberta (USIMINAS, pp.14, 1992).

Espaçamento (mm)		
Telhas	Ripas	Tesouras
Cantuária	340,00	3000,00
Colonial	440,00	3000,00
Fancesa	310,00	3000,00
Plan	400,00	3000,00
Tégula	320,00	3000,00
Metálica Trapezoidal	3000,00	3000,00
Metálica ondulada	1500,00	3000,00
Fibrocimento 6 mm.	1690,00	3000,00

6.5 – ESQUADRIAS

Seguindo o mesmo princípio dos itens anteriores, pesquisou-se um padrão de esquadrias que fossem produzidas industrialmente, o que conduz a empresas de grande porte. Por apresentar um linha de produtos voltados para construções populares, a Alcoa, forneceu o tipo de material ideal para esta proposta. Nos catálogos fornecidos por essa empresa, - Módulos Stantard II, o modelo Janela de Correr com duas e/ou quatro folhas, responde de forma suficiente às necessidades do projeto, pois é a linha de produção mais “simples” das esquadrias em alumínio.

6.6 – ESCADA

A escada proposta no projeto (Pranchas 37/57, 55/57 e 56/57), procura resolver sua estrutura de forma o mais simples possível. Assim, é empregado perfil “U” nas vigas, ou seja, nas duas barras laterais inclinadas, onde são soldados os degraus (HART, et al, pp. 298, 1978). Os patamares são compostos por perfis de chapa dobrada em forma de “U”, preenchidos com concreto, já que não há cobertura nas escadas, o que no caso de chuva, tornaria sua superfície escorregadia caso também fosse de aço.

6.7 – IMPLANTAÇÃO

A proposta de implantação demonstrada através da Prancha 36/57, e das figuras 6.6, 6.7 e 6.8, procura revelar a maleabilidade e adaptabilidade do sistema construtivo proposto. Assim, são empregados quatro tipos de plantas baixas, mostrando que a composição de diferentes tipos de unidades habitacionais, consegue facilmente acompanhar as diferenças de níveis, como também as “curvas” de um morro ou encosta. Para uma maior compreensão técnica, também são apresentados dois cortes: um na escada (Prancha 37/57) e outro nas unidades habitacionais (Prancha 38/57), onde fica claro a superposição dos pórticos estruturais, assim como a circulação vertical e de acesso às unidades habitacionais.

O modelo proposto de implantação, procura “criar” o que seria uma situação extremamente desfavorável para construção de habitações populares. Talvez mais importante do que buscar uma área específica, para demonstrar como se comportaria o sistema adotado, a intenção da implantação adotada, é provar as várias possibilidades do projeto em um terreno inclinado e recortado.