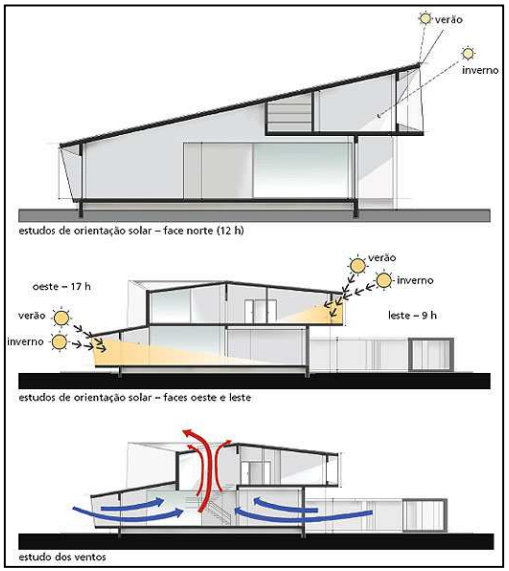
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE FUNDAÇÕES E GEOTÉCNICA

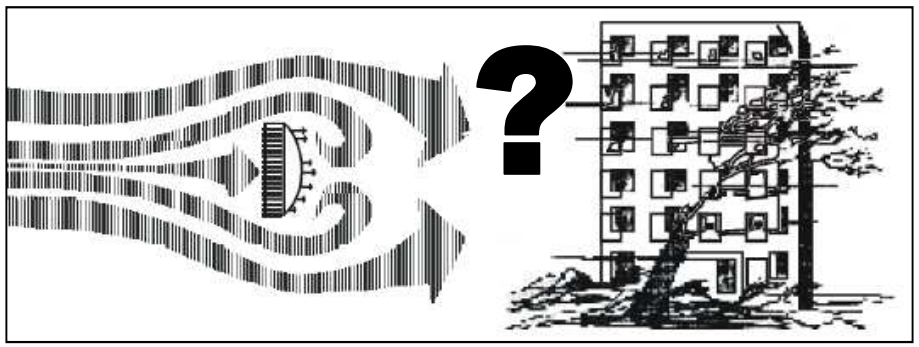
PROJETO ESTRUTURAL: INTEGRAÇÃO E ARQUITETURA

Prof. Dr. Claudius Barbosa
PEF2501

INTRODUÇÃO



- A estrutura é um componente essencial da arquitetura
- Estética e Estrutura: o homem tem a necessidade de dar forma a certos materiais e utilizá-los em determinadas "quantidades"



"os arquitetos olham a relação entre o ambiente construído acabado e as pessoas", enquanto "os engenheiros de estruturas analisam a relação entre o sistema estrutural do ambiente construído a as forças da Natureza" (Dias et al., 2007)

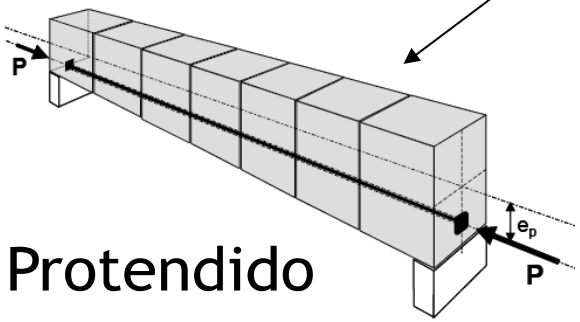
- A evolução arquitetônica e os Sistemas Estruturais e materiais

INTRODUÇÃO

Armado

Bloco de concreto
(Alvenaria estrutural)

Concreto

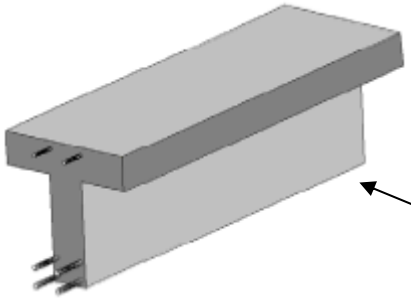


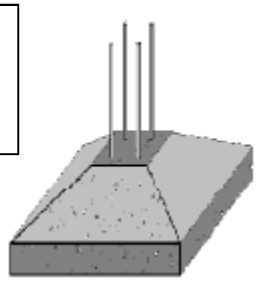
Protendido

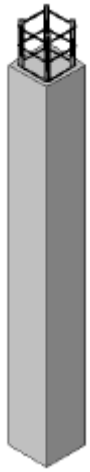
Pré-moldado

INTRODUÇÃO

MATERIAL ESTRUTURAL MAIS EMPREGADO
EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E RESIDENCIAIS

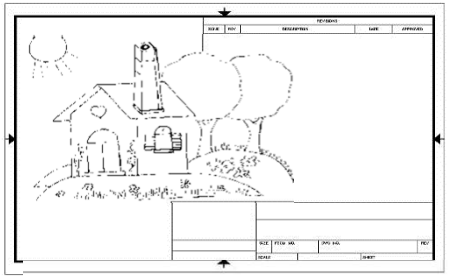




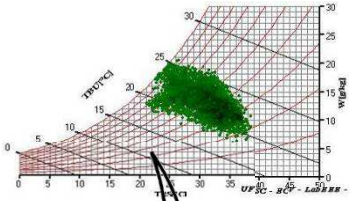


CONCEPÇÃO DO PROJETO

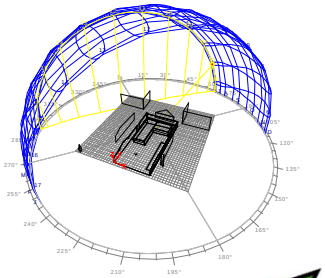
Projeto executivo



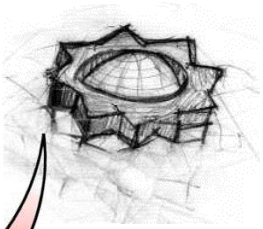
Condicionantes climáticos
do local/ Dados coletados



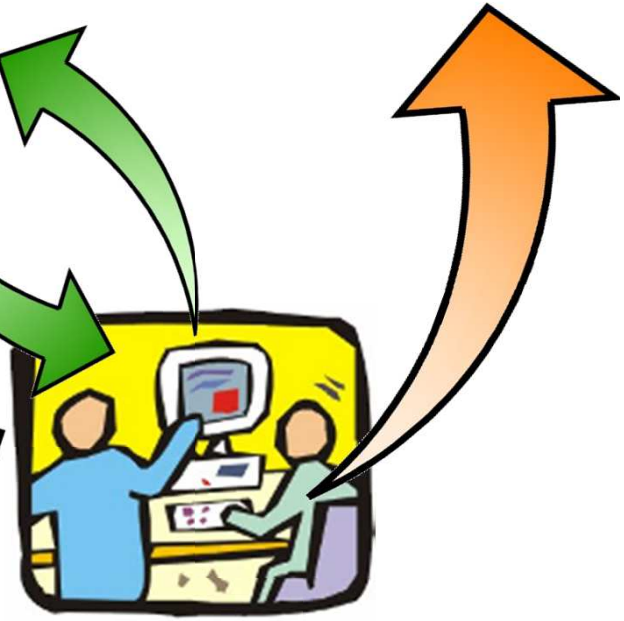
Simulações



Legislação e Normas/
bibliografia específica



"Repertório" do
Profissional/Experiência



Anseios/
necessidades do cliente

Mapas/ Visitas ao terreno/ Condicionantes

CONCEPÇÃO DO PROJETO

Estruturas: deve ser pensada na concepção arquitetônica

Eng. Eletricista e de Instalações Prediais

Arquiteto e Urbanista/Engenheiro civil "Coordenador de projeto"

Eng. de estruturas

Eng. de obras

Eng. Mecânico

"Conjunto de elementos que se inter-relacionam para desempenhar uma função" (Rebello, 2006)

CONCEPÇÃO DO PROJETO

Características do edifício quanto ao seu uso

Uso	Vão (m)	Carga acidental (kN/m²)	Planta	Observação
Residencial	5 a 8	2	Irregular	
Escritórios	5 a 8	2	Regular	
Hospitais	7 a 12	2 a 3 + Eq	Regular	Influência das instalações (Oxig, Elétrica, RX)
Comerciais - Shopping Center	7 a 12	4 a 10	Regular	
Indústrias (Galpões)	7 a 15	Ponte Rolante Equip. Escritórios	Regular	
Monumentos (Masp, Fiesp, MAM)	7 a --	3 a 4	Irregular	
Bibliotecas	7 a 12	2,5 a 6	Regular	

Tipos de revestimento
- Concreto aparente
- Concreto com reboco
- Fachada com revestimento cerâmico
- Fachada de vidro
- Painéis de fachada

NBR 6123 (1988): Define, por meio de isopletas, a velocidade básica do vento.

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \qquad q = 0{,}613 \cdot V_k^2 \qquad F_a = C_a \cdot q \cdot A_e$$

ATIVIDADE 2

Leitura da NBR 6123 (1988) para compreensão dos fatores S1, S2 e S3 necessários ao cálculo da velocidade característica do vento.

CONCEPÇÃO DO PROJETO

Prazo, terreno e meio ambiente

Industrialização
- Regularidade da forma
- Agilidade do processo
- Controle de qualidade
- Formas e escoramentos reaproveitáveis
- Utilização (total ou parcial) de elementos pré-moldados
- Tamanho (disponibilidade) do canteiro

→ Pré-moldado ou Metálica

Definição do sistema estrutural
- Análise do custo
- Análise do tempo
- Taxas de armadura (kg/m^3)
- Taxa de forma (m^2/m^2)
- Cultura da empresa/Mão-de-obra

Importante
- Padronização do tipo de laje e sua espessura
- Padronização das dimensões da seção da viga
- Repetição das formas e sua reutilização
- Otimização da seção dos pilares: baixa alternância

CONCEPÇÃO DO PROJETO

Prazo, terreno e ambiente

- Umidade relativa do ar

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana [a, b]	Pequeno
III	Forte	Marinha [a]	Grande
		Industrial [a, b]	
IV	Muito forte	Industrial [a, c]	Elevado
		Respingos de maré	

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto [a]	Tipo [b, c]	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

- Variação da temperatura ↑

↓

Juntas de dilatação ↓

- Vento ↑

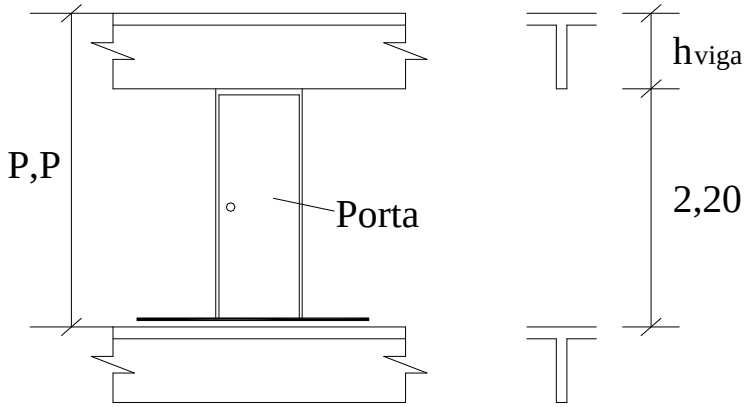
↓

H/L ↓

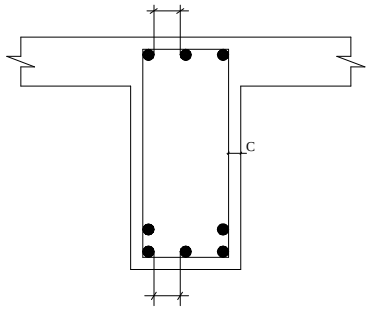
→ *Protensão*

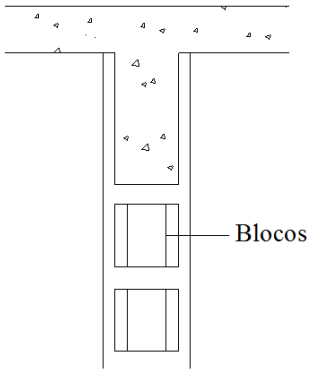
CONCEPÇÃO DO PROJETO

Restrições e arquitetura

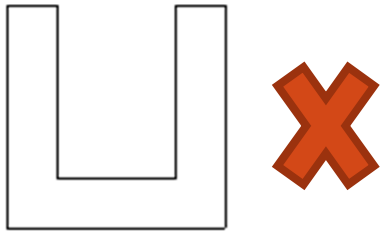


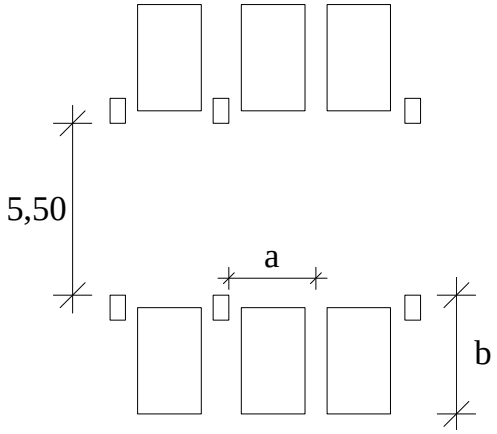
P,P = 2,20 + h_{viga}





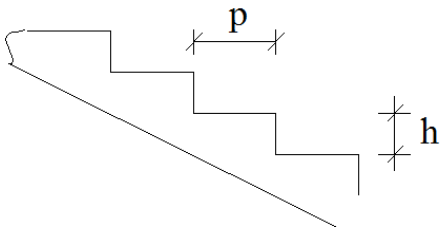
Escadas
- Privativa: 0,80 m
- Coletiva: 1,20 m
- Hospital: 1,50 m





a	x	b
2,0	x	4,2
2,2	x	4,4
2,4	x	4,6

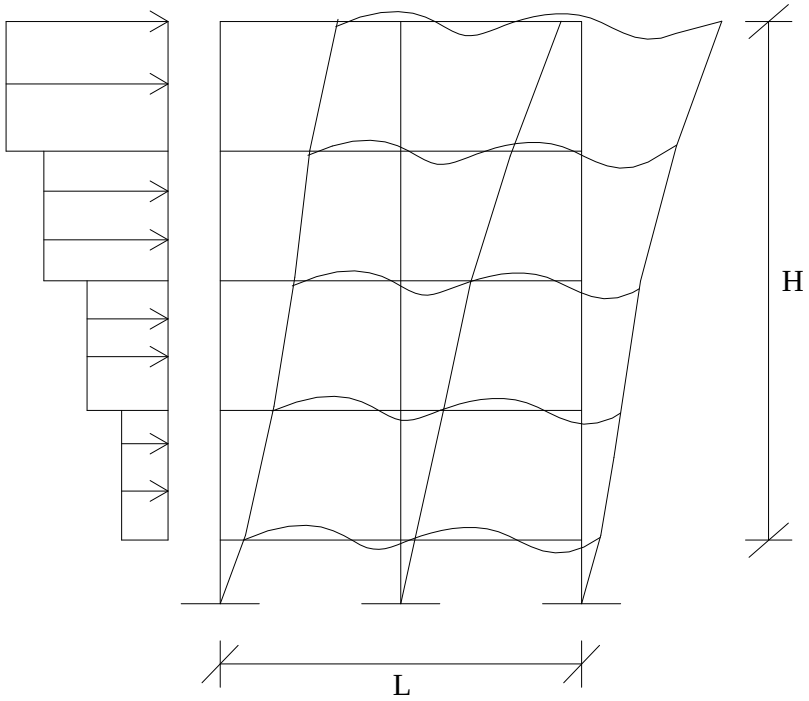
Patamares: direção/desnível



$$\begin{cases} 2h + p = 60 \text{ a } 65 \\ h \leq 18cm \\ p \geq 17cm \end{cases}$$

CONCEPÇÃO DO PROJETO

Esbeltez da estrutura



- Relação H/L
- Efeito das cargas horizontais da estrutura
- Crescimento não-linear de M e N
- Maior a sensibilidade aos efeitos de 2ª. ordem