

## PROJETO DE EDIFÍCIO ALTO PARA A CIDADE DE SÃO PAULO

**Thiago Hernandes; Denise Duarte e Joana Gonçalves.**

Universidade de São Paulo / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

R. do Lago, 876 – Cid. Universitária / CEP 05508-900

Tel.: 55 11 3091 4681 / 55 11 3091 4539

e-mail: [zephyroz@ig.com.br](mailto:zephyroz@ig.com.br)

[dhduarte@terra.com.br](mailto:dhduarte@terra.com.br)

### RESUMO

Respondendo às demandas ambientais locais e globais das cidades que desempenham um papel significativo no cenário financeiro e demográfico internacional, este trabalho apresenta uma proposta para um Edifício Alto, pensado para operar com baixo impacto ambiental na cidade de São Paulo, Brasil. Trata-se de um trabalho final de graduação que procura questionar a prática arquitetônica local e testar altos padrões em desempenho ambiental. Um grande renque de qualidades e valores de desenho foram considerados, tais como: necessidades sociais, eficiência energética, conforto humano, impacto ambiental local direto, impacto ambiental global indireto, melhoria da infraestrutura urbana e viabilidade econômica.

O desenho foi baseado em diagnósticos, avaliações empíricas e simulações para avaliar as condições do ambiente local. O conceito arquitetônico surgiu da análise de máscaras solares, das simulações de sombras e de iluminação natural – usando o software “Square One Ecotect” – e também dos ensaios em túnel de vento, do diagnóstico de morfologia urbana e infraestrutura da cidade.

### ABSTRACT

Responding to the contemporary global and local environmental demands of cities that play major roles in the international financial and demographic scenario, this work presents a design proposal for a Tall building, envisioned to operate with lower environmental impact in the city of Sao Paulo, Brazil.

The tall building exercise is a diploma project design aiming to question the local architectural practice and test higher standards on environmental performance. A widespread range of qualities and values throughout various dimensions of the design concept were considered, such as: social demands, energy efficiency, human comfort, direct local environmental impact, indirect global environmental impact, improvement of urban context infrastructure and economic viability.

The design process was based on diagnostics, empiric evaluations and simulations to evaluate local environmental conditions. The architectural concept evolved from analysis of sun masks, shadow simulations and daylighting levels – using the software “Square One Ecotect” – and also, wind tunnel modeling, diagnostic of urban morphology and city infra-structure.

## 1. PROPOSTA

Tendo como objetivo a elaboração de um projeto de espaço construído baseado em princípios de consciência ambiental e eficiência energética – como discutido por GONÇALVES (2002) e ROGERS (2001) – o trabalho visa o alto desempenho ambiental nas mais variadas dimensões com uma proposta para um edifício alto de uso misto na Av. Paulista, em São Paulo.

Em sintonia com esses princípios o edifício foi pensado em estrutura metálica para melhorar o seu potencial de reciclagem e contar com ventilação mecânica e forros gelados para o condicionamento de ar devido ao melhor desempenho energético desse sistema.

Respondendo às características do local escolhido o projeto cria novos espaços públicos para a já importante vida urbana da Av. Paulista e ainda propõe o uso misto para o espaço com escritórios corporativos, clínicas e consultórios, residências e áreas para comércio e serviços, além de criar novos espaços públicos no térreo e ao longo da altura do edifício.

Sendo desenvolvido com o apoio de simulações computacionais e ensaios de modelos físicos, o projeto tentou fazer uso de diversas tecnologias de apoio ao processo de concepção para fundamentar decisões e permitir um maior controle do desempenho final da proposta alcançada.

Assim, o resultado final tenta expressar um conceito de projeto de permanente aprimoramento, em busca do melhor desempenho ambiental para os espaços construídos, o que se tornou o mais importante objetivo para o autor ao longo do período de graduação.



**Figura 1 - Perspectiva do Edifício Proposto**

## 2. DIAGNÓSTICO DO TERRENO ESCOLHIDO

### 2.1 Objetivo do Diagnóstico.

Fundamentando o desenvolvimento do projeto, o diagnóstico do caráter e das condicionantes locais do terreno escolhido teve por objetivos criar meios para uma melhor abordagem e conseqüente desenvolvimento dos conceitos e soluções do edifício proposto.

### 2.2 Escolha do Terreno.

Local: esquina da rua Pamplona com Av. Paulista.

Área: 11.927m<sup>2</sup>.

Zoneamento: Z5 (Uso misto com alto coeficiente de aproveitamento).

Dono atual: empresária Maria Pia Matarazzo e familiares.

### 2.3 Diagnóstico climático.

O diagnóstico climático mostra a predominância da condição de conforto ao longo do ano dentro do período do horário comercial, o que ajuda a reforçar a escolha por um sistema de condicionamento de ar de menor capacidade, mas de alta eficiência energética, como o “Forno Gelado”.

A análise do diagnóstico climático sobre a carta solar mostra a necessidade de proteção contra a radiação solar ao Norte durante as horas próximas ao meio-dia dos meses quentes.

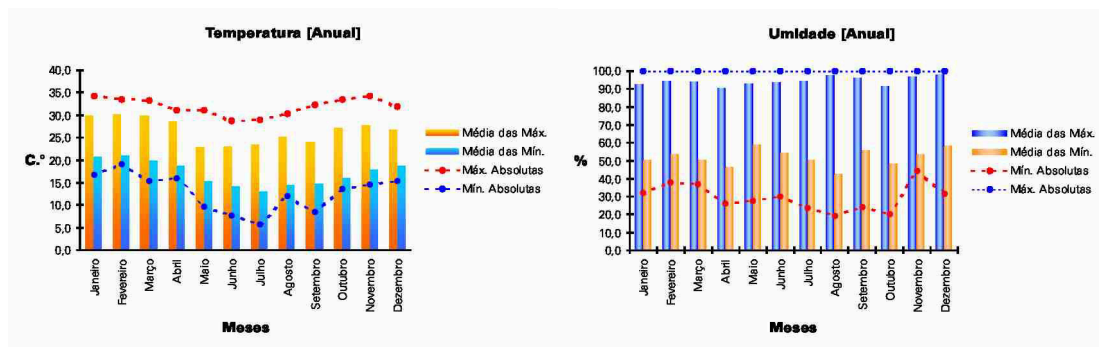


FIG.s 02 e 03 Gráficos de Temperatura e Umidade (fonte: CETESB 2001)

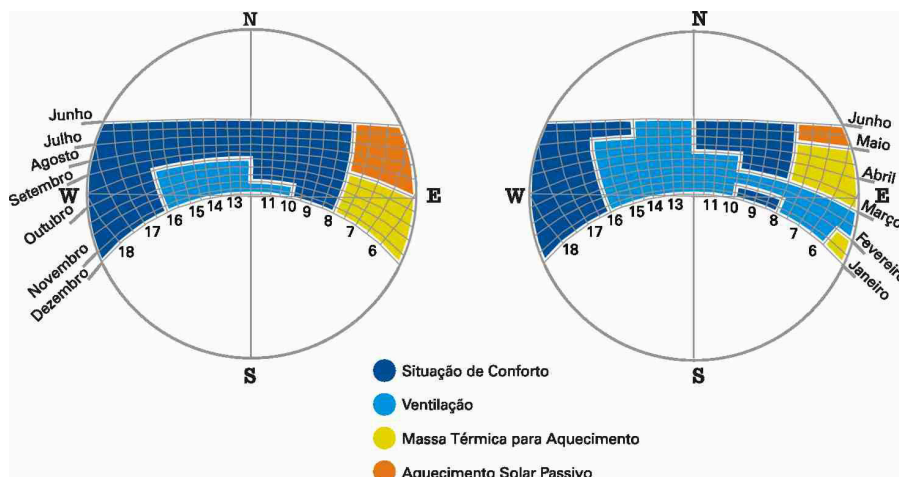


FIG. 04 Diagnóstico Climático (fonte: CETESB 2001)

## 2.4 Simulações computacionais.

Com a simulação do mascaramento do entorno é possível perceber uma zona no centro do terreno que tem maior disponibilidade de incidência direta da luz solar ao longo do ano, e que favorece a implantação do edifício.

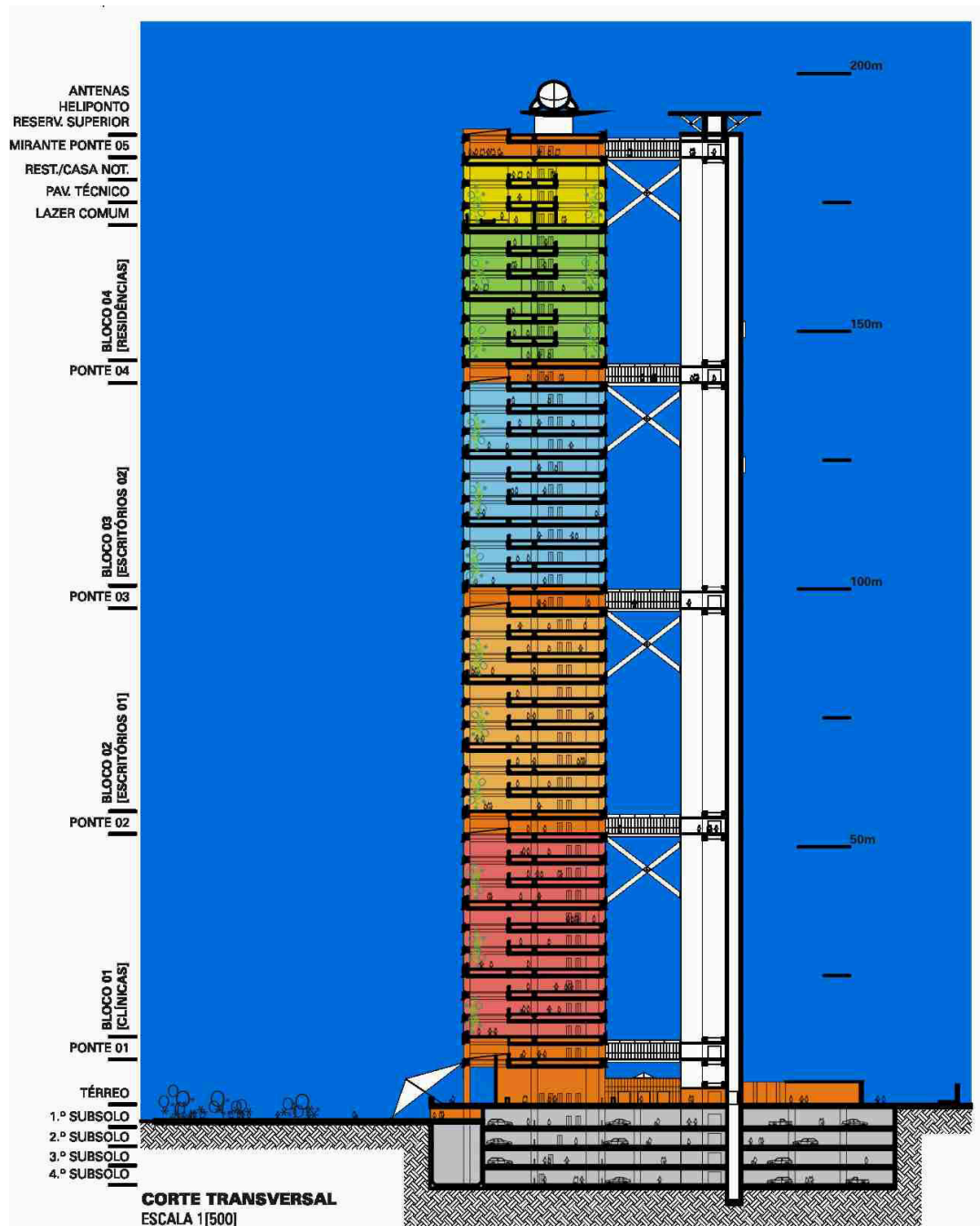
## 3. O EDIFÍCIO PROPOSTO

Conceitos presentes na proposta e elaborados ao longo do processo de desenvolvimento do projeto.

- Criação de áreas com vegetação junto ao corpo do edifício para melhorar a razão entre massa construída orgânica e inorgânica do local.
- Criação de um espaço com alto grau de flexibilidade e grande potencial para futuros “retrofits” para aumentar vida útil do espaço construído, economizando recursos naturais com novas construções e demolições.
- Criação de um espaço de uso misto que tenha um impacto positivo na vida urbana e que tenha uma variedade de usos equivalente àquela que o espaço teria caso fosse ocupado por empreendimentos menores seguindo o padrão consolidado do entorno.
- Criação de um espaço público multiuso no térreo em localização privilegiada por estar bem no meio dos dois extremos da Av. Paulista – o Paraíso e a Consolação.
- Melhoria nos quesitos de eficiência energética devido ao uso de “Forros Gelados” (“Chilled Ceilings”) e ventilação mecânica sempre que possível.
- Desenho aerodinâmico para diminuir a interferência no padrão de ventos do entorno.
- Facilidade de “retrofit” possibilitando que a massa construída continue respondendo às demandas futuras, diminuindo a necessidade de exploração de recursos para a criação de novos espaços.
- Aproveitamento da água da chuva como “grey water” na irrigação de jardins, descargas, manutenção e limpeza de áreas externas.
- Forma aerodinâmica respondendo aos ventos dominantes. Mesmo que para o cálculo estrutural não sejam considerados apenas os ventos dominantes, a forma aerodinâmica contribui para que a oscilação do edifício seja menor na maior parte do tempo.
- Em resposta à constatação de que a Av. Paulista é um dos maiores corredores médicos da América Latina, o projeto prevê a criação de espaços destinados a clínicas e consultórios com contato mais direto com o nível da rua e o usuário externo.
- Localização junto a um nó de circulação de transportes públicos para diminuir o impacto do fluxo de usuários sobre o trânsito do entorno.

Sendo que os seguintes conceitos foram baseados em demandas observadas por YEANG (2001).

- Maximização do uso de luz natural graças ao aumento do pé-direito e à conformação dos pavimentos em plantas estreitas.
- Criação de espaços públicos ao longo da altura do edifício.
- Uso de materiais com alto potencial de reciclagem.



**FIG. 05 Corte Transversal do Edifício Proposto**

#### 4. CONCEITO ESTRUTURAL

O Edifício foi pensado para fazer uso da tecnologia da construção em aço pelos seguintes aspectos:

- O uso do aço permite uma alta racionalização do processo construtivo mesmo na sua associação com o concreto nas “Composit Columns”.
- Diminui o desperdício de material por dispensar escoramentos e soluções improvisadas em obra.
- Funciona como referência dimensional (gabarito) para a execução das obras complementares do projeto favorecendo a qualidade final do conjunto.

- Diminui o tempo de execução da obra o que favorece a viabilidade econômica do empreendimento como um todo.
- Tem altíssimo potencial para reuso e reciclagem o que contribui para minimizar a necessidade de exploração de novos recursos naturais.
- Possibilita uma desconstrução mais limpa, rápida e segura no final do ciclo de vida do espaço construído.
- Permite tornar a construção mais leve em comparação aos sistemas convencionais de concreto armado o que reduz os gastos com a fundação do edifício.

O Conceito estrutural é baseado em uma malha estrutural isostática de aprox. 10 x10m com uso de elementos de compressão usando a tecnologia das “Composit Columns” e “Super Columns”, vigas metálicas mistas usando laje com “metal deck” e conectores “Stud Bolt”.

## **5. ENSAIOS NO TÚNEL DE VENTO**

De início foi feito um mapeamento de uso e ocupação do solo na região da Av. Paulista, especificando a altura dos edifícios para dar suporte à confecção do modelo físico e computacional. Esse levantamento foi essencial para os estudos de insolação, que foram feitos com simulações usando o software Ecotect, e para os estudos de ventilação no meio urbano, realizados no túnel de vento de camada limite atmosférica do Agrupamento de Vazão - Laboratório de Vazão do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, inaugurado em julho de 2002.

Com o túnel recém concluído, os ensaios realizados para este trabalho foram os primeiros na área de arquitetura. O modelo foi confeccionado em refugo de madeira e pintado na cor cinza, para favorecer a visualização dos ensaios no túnel. O modelo foi construído com nove quadras no entorno do terreno de estudo, na escala 1:500 representando, aproximadamente 250.000m<sup>2</sup> de área.

Simultaneamente à confecção do modelo foi realizado um trabalho de campo na Av.Paulista e nas ruas adjacentes, próximas ao terreno, para medições de direção e velocidade de vento na altura do pedestre. Com uma equipe de 4 pessoas e equipamentos do LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAUUSP, foram feitas 4 seqüências de medidas, com 10 minutos cada, totalizando 40 medidas com registros a cada minuto. Essas medidas auxiliaram a determinação do perfil dos fluxos de ar na área em questão e a verificação da direção predominante dos ventos, já que a estação meteorológica mais próxima localiza-se no Aeroporto de Congonhas, a aproximadamente 6,6 Km de distância. A ocupação urbana e a topografia podem alterar a velocidade e a direção predominante dos ventos, fatores que foram determinantes para a forma aerodinâmica do edifício proposto.

Com o mapeamento em mãos foi confirmada a direção predominante a Sudeste, necessária para a correta orientação da maquete no túnel, e foi feito o ajuste manual das pás do ventilador para a velocidade medida, entre 0,2 e 2,5 m/s, em média.

Para a visualização dos fluxos de ar foram testados dois procedimentos: um gerador de fumaça à base de fluído e gelo seco.

A forma do edifício foi alterada diversas vezes ao longo do processo de projeto. O ensaio foi um dado a mais para essa tomada de decisões, juntamente com todas as outras considerações de insolação, funcionais, de circulação, de aproveitamento de área útil, etc.

Para uma avaliação mais precisa e quantitativa do edifício proposto seriam necessários novos ensaios, com um modelo físico mais elaborado do edifício e com sensores de pressão ao longo de todo o modelo, o que ainda não foi possível no estágio atual de funcionamento do túnel do IPT.

Por sua orientação e forma aerodinâmica, o edifício proposto minimiza os efeitos de borda e os contrastes existentes entre as zonas de alta e baixa pressão. Os vórtices inevitavelmente ocorrem

com a colocação de qualquer obstáculo, mas de maneira menos impactante, minimizando o desconforto provocado pelo vento nos arredores de um edifício alto.



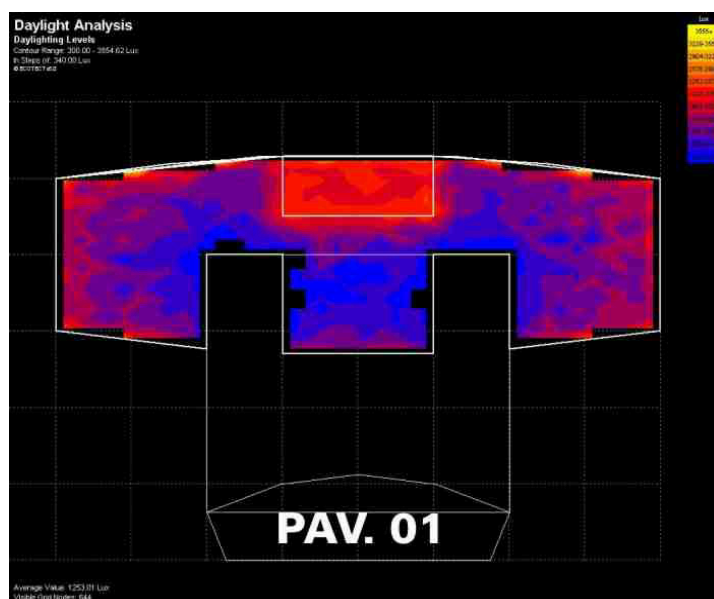
**FIG. 06** Fotos do Ensaio no Túnel de Vento

## 6. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS DO EDIFÍCIO PROPOSTO

### 6.1 Simulação de iluminação natural com software “Square One Ecotect”™.

Foi simulada a condição de iluminação para um plano de trabalho a 70cm de altura nos três pavimentos de uma vila típica considerando um céu de 10.000 lux que representa 80% das horas com disponibilidade de luz ao longo do ano.

A simulação mostrou a grande disponibilidade de luz natural nos pavimentos considerando como mínimo o limite de 300 lux no plano de trabalho já que esse valor produz uma condição de iluminação equivalente à 500 lux de luz artificial (DIN 5034), que é um valor conveniente para a iluminação geral do ambiente desconsiderada a iluminação localizada nas estações de trabalho.



**FIG. 07** Exemplo de simulação da Condição de Iluminação Natural no Pav. Tipo

## 6.2 Simulação das temperaturas internas para condição crítica de verão e inverno.

A simulação do Arqutrop considerou a situação mais crítica do pavimento tipo – a porção Oeste - para inverno e verão. O resultado mostrou que a condição mais crítica é o excesso de calor. As fachadas tem esquadrias que permitem a ventilação natural controlada pelo usuário mas a alta carga térmica de ocupação e equipamentos exige o uso do condicionamento artificial por meio do uso de ventilação mecânica e de “forros gelados”.

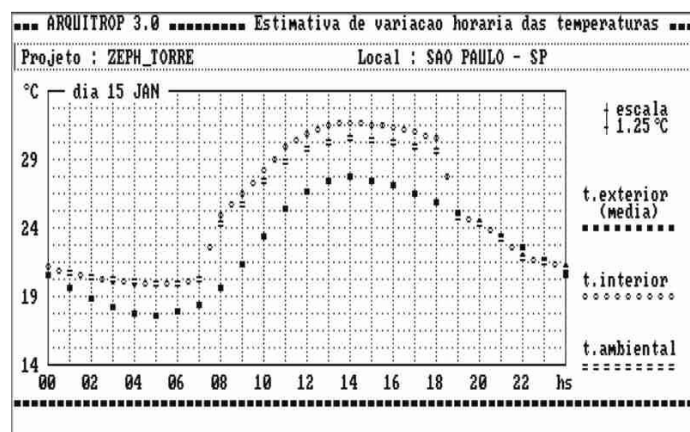


FIG. 08 Exemplo de simulação das Temperaturas Internas

## 7. CONCLUSÕES

O Projeto se compromete com várias questões como o impacto ambiental global e local, aspectos da viabilidade econômica da proposta e a condição urbana local, confrontando assim o modelo corrente na cidade de São Paulo de edifícios considerados supostamente como “Green” sem que, no entanto, tenham a preocupação com o impacto ambiental como um fundamento verdadeiramente norteador de decisões.

O desenvolvimento da proposta deixou claro o absoluto caráter interdisciplinar de projetos dessa natureza que fazem com que somente os domínios da Arquitetura e das Engenharias não garantam, obrigatoriamente, o mínimo desempenho necessário ao conjunto, dado à complexidade e abrangência das questões envolvidas na tipologia em questão: o Edifício Alto.

## 8. BIBLIOGRAFIA

DANIELS, Klaus. (1997) The Tecnology of Ecological Building: Basic Principles and Measures, Examples and Ideas / Klaus Daniels. (traduç. para o inglês: Elizabeth Schwaiger). Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser Verlag, 1997.

DIN 5034. Daylight in interiors. Norma alemã de 1999-10.

GONÇALVES, Joana C. S. (2002) Os novos desafios da Arquitetura da verticalidade. In: Sinopses Especial OUTUBRO 2001. São Paulo, FAUUSP.

LAMBERTS, Roberto; Dutra, Luciano; Pereira, Fernando Oscar Ruttkay. (1997) Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo, PW.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. (2001) Cidades para um Pequeno Planeta. Barcelona, Espanha, Editorial Gustavo Gili.

YEANG, Ken. (2001) El Rascacielos Ecológico. Barcelona, Espanha, Editorial Gustavo Gili.