



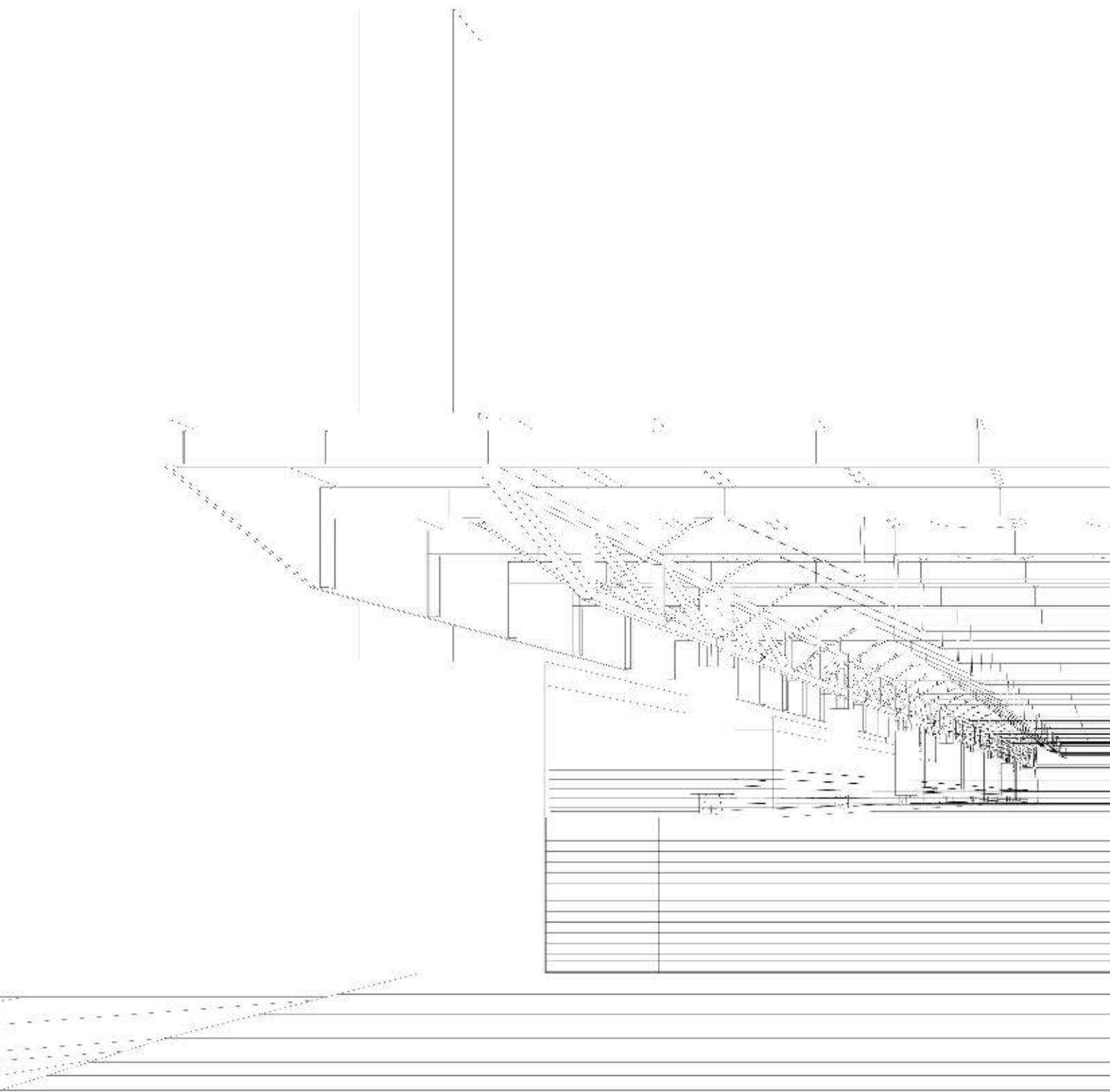
# TIPOLOGIAS PROJETUAIS PARA ESTRUTURAS METÁLICAS



**GERDAU**



# **TIPOLOGIAS PROJETUAIS PARA ESTRUTURAS METÁLICAS**



Autores : Figueroa, Mario e Dias, Ricardo

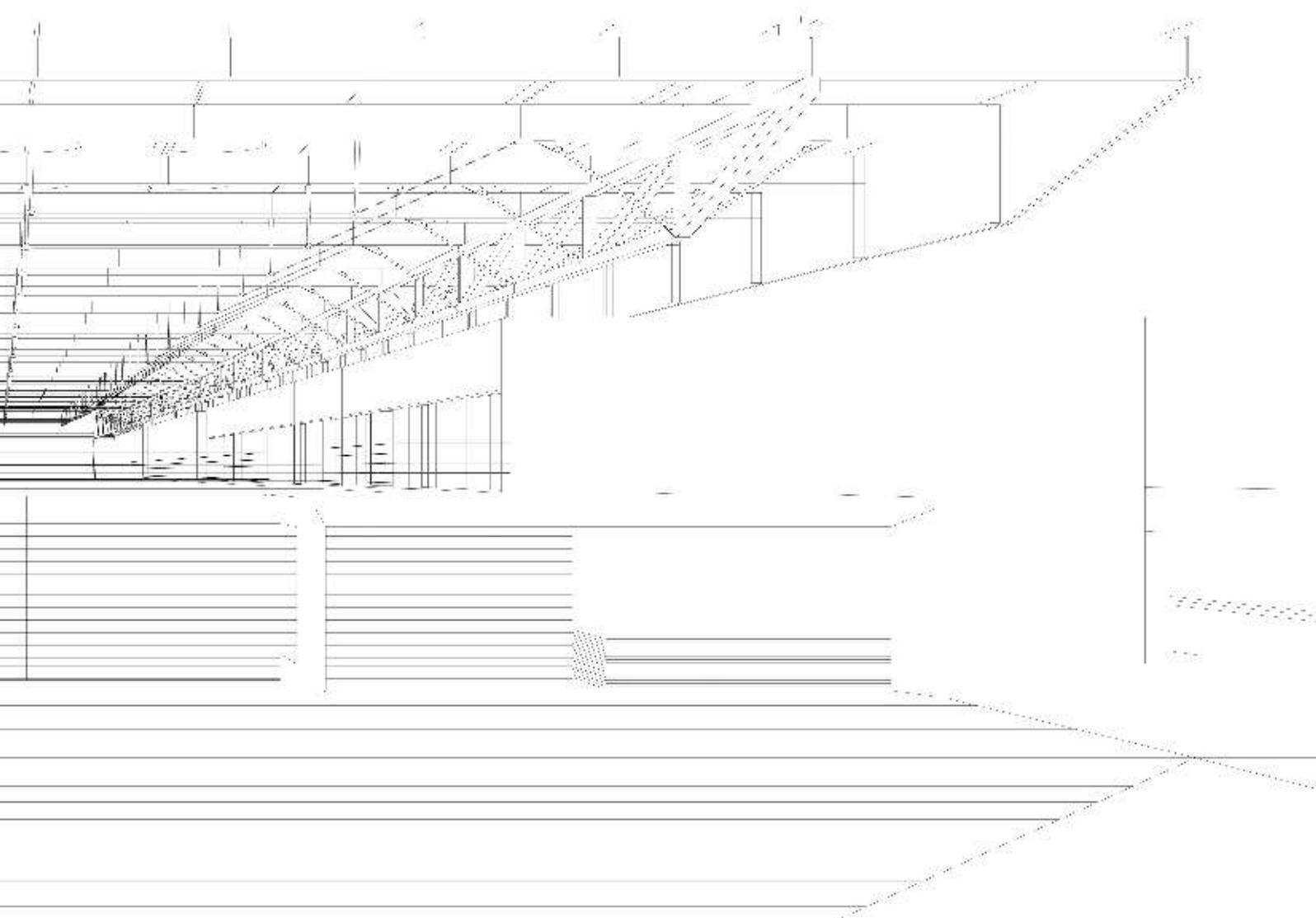
Título : Tipologias Projetuais para Estruturas Metálicas

Tipo : Série Coletânea do Uso do Aço Assunto: ARQUITETURA Volume : 1

Edição: 1 Ano de Edição: 2012 Local: São Paulo – SP Número de Páginas: 72

**ISBN: 978-85-67188-00-3**

# TIPOLOGIAS PROJETOAIS PARA ESTRUTURAS METÁLICAS



**Mario Figueroa**  
Arquiteto

**Ricardo Dias**  
Engenheiro



9 APRESENTAÇÃO

11 INTRODUÇÃO

## RESIDENCIAL

12 RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR \_R 128

WERNER SOBEK

16 CASA DE PRAIA EM ST. ANDREW

SEAN GODSELL ARCHITECTS

20 HABITAÇÃO COLETIVA SUSTENTÁVEL

ANDRADE MORETTIN ARQUITETOS

## INDUSTRIAL

24 PLANTA DE AGUA MINERAL AONNI

BEBIN & SAXTON

## INSTITUCIONAL

28 CEU PIMENTAS

BISELLI + KATCHBORIAN ARQUITETOS

32 UNIDADE DE QUEIMADOS HOSPITAL  
VALL D' HEBRON

COREA & MORAN ARQUITECTURA

36 POSTO DE SAÚDE LA PINEDA

RZA ARQUITECTES

## COMERCIAL

40 EDIFÍCIO GARAGEM ECO BERRINI

AFLALO & GASPERINI ARQUITETOS

44 EDIFÍCIO BETA PUC RJ

DIEGO PORTAS, MARCOS FAVERO,  
ANDRES PASSARO

48 EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS  
TÉCNICOS OXI

IO ARQUITETURA

52 EDIFÍCIO BHTEC UFMG

ARQUITETOS ASSOCIADOS

56 MÓDULO ALTO DE PINHEIROS

ROCCO VIDAL

60 SCALA WORK CENTER

JOÃO DINIZ

64 THE ONE

ITAMAR BEREZIN ARQUITETOS

68 CRÉDITOS DAS IMAGENS

INFORMAÇÕES SOBRE O CD

69 SOBRE OS AUTORES

## COORDENAÇÃO TÉCNICA

Rosane Bevilaqua

## PROJETO GRÁFICO

Mario Figueroa

Marcus Vinicius Damon

## MODELOS TRIDIMENSIONAIS

Guilherme Bravin

Letícia Tamisari

Vinícius Vitoriano

## GRÁFICOS DE ANÁLISE ESTRUTURAL

Ricardo Dias

## VÍDEOS

Marcus Vinicius Damon

O novo Manual da Série Coletânea do Uso do Aço é destinado ao público de projetistas em geral e mais especificamente aos arquitetos que, dentre as inúmeras opções de partidos estruturais, optam ou gostariam de optar pelo sistema de construção em aço na concepção de seus projetos.

O objetivo é apresentar diversas tipologias construtivas, com obras de pequeno, médio e grande porte, onde o aço é adotado como solução estrutural, trabalhando em sintonia com o projeto do arquiteto.

A organização do conteúdo, apresentado de forma gráfica, de fácil visualização e compreensão, permite ao leitor identificar com facilidade as opções adotadas no projeto, bem como a inserção da estrutura no projeto, por meio de maquetes eletrônicas que tornam a informação clara e acessível, rapidamente.

Os projetos escolhidos procuram abranger os principais segmentos da construção: residencial, comercial e institucional. Cada um deles representa obras de arquitetura diferenciada, mas que, muitas vezes, contam com soluções estruturais simples e elegantes.

Esta publicação acompanha um DVD com todo o material gráfico em PDF e com vídeos onde são detalhadas as particularidades do projeto, como as interfaces e as conexões entre os elementos estruturais e os de vedação.

Este trabalho é mais uma contribuição da Gerdau para a formação de estudantes, arquitetos e engenheiros cujo interesse nas estruturas metálicas vem crescendo, e que necessitam cada vez mais de informação sobre a aplicação do aço em edificações.



Esta publicação surge do generoso convite feito pela Gerdau, para a produção de uma publicação que pudesse reunir um conjunto significativo de informações, que fossem úteis para estudantes e profissionais, na tomada de decisões dentro do complexo processo projetual.

Aceitamos esse convite, cientes da responsabilidade do desafio, apostando que a combinação entre a diferença de nossas formações (um arquiteto e um engenheiro civil), somadas a nossa experiência acadêmica (tanto em sala de aula, como em pesquisas) e multiplicada pela prática profissional acumulada por ambos, tanto de maneira individual como em parceria, pudessem atender tão específica solicitação.

O resultado apresentado aqui pretende ser o primeiro volume de um conjunto de publicações que se propõem estudar projetos, desmontar raciocínios e analisar esforços estruturais.

Procuramos oferecer uma ampla visão das tipologias estruturais disponíveis, utilizando exemplos contemporâneos – nacionais e internacionais - de reconhecida qualidade técnica (tanto de arquitetura como de engenharia).

Se faz importante nesta introdução um balizamento através de alguns pressupostos teóricos para deixarmos clara a nossa intenção.

Vale a pena citar as reflexões que Giulio Carlo Argan desenvolveu sobre o conceito de tipo, da forma como foi utilizado por Quatremère de Quincy. Em seu texto “Sobre o conceito de tipologia arquitetônica” (1962), demonstrou que a tipologia não é somente um mero sistema de classificação ou catalogação, mas sim está intimamente vinculada ao processo criativo em arquitetura.

Procuramos criar desta forma um modelo de aproximação para os mecanismos tipológicos: repertório formal delimitado, defesa do valor universal e repetitivo das formas.

Não acreditamos em receitas ou em soluções pré-estabelecidas. Somos contrários ao uso formalista destas tipologias. Acreditamos, porém, que o estudo aprofundado do conhecimento intrínseco às soluções obtidas por estes projetos, permitem reconhecer estratégias amplas para soluções simples de alto desempenho espacial.

Outra consideração importante sobre isto é dada por Rafael Moneo, em “Sobre a tipologia” (1978), onde coloca com muita convicção que o conceito de tipologia implica na ideia de mudança, de transformação. Por isso, considera dois fatores e/ou momentos capazes de gerar a aparição de novas tipologias. Segundo ele, os momentos mais intensos de desenvolvimento arquitetônico são aqueles nos quais aparecem novos tipos, quer dizer, quando existem mudanças estruturais e técnicas, de uso e de escala, ou pela combinação de diversas tipologias para a criação de outras tantas.

Acreditamos que esta pequena contribuição deva ser recebida como um estudo aberto e dinâmico, que se apoia na condição básica de entender a enorme capacidade de transformação que passa hoje a arquitetura contemporânea.

Interessava construir uma hipótese coletiva, apoiada na condição ideal onde, por desejo e convicção, acreditamos que estratégias projetuais simples podem gerar resultados espaciais sofisticados.

Nesse sentido, entendemos que bons projetos não precisam ser desnecessariamente complexos para obter resultados construtivos de qualidade. Assim como o uso correto das distintas tipologias estruturais pode gerar uma diversidade estimulante e transformadora. E por último, que estas tipologias são acessíveis a todos.

Todo o nosso esforço se apoia no redesenho dos projetos, dentro de padrões gráficos que acreditamos facilitar a compreensão dos mesmos, permitindo comparações e derivações naturais a quem se dedicar ao estudo do material oferecido.



figura 1\_vista lateral com ponte de acesso

## RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR \_ R 128

### LOCALIZAÇÃO

Stuttgart, Alemanha

### ARQUITETURA

Werner Sobek

### ESTRUTURA

Werner Sobek

### ÁREA

251m<sup>2</sup>

### PROJETO

1998 > 1999

### CONSTRUÇÃO

1999 > 2000

### DESCRIÇÃO

Interpretação contemporânea do conceito moderno de “casa de vidro”, neste caso o excepcional desenvolvimento técnico e estético colocam esta casa como um dos ícones da reflexão sobre moradia na virada de século. O prisma puro e isolado no terreno é conectado por uma ponte que permite o acesso tangente, gerando na sua extremidade um belo mirante para a paisagem. Internamente a casa se organiza ao redor da única escada.

### ESTRUTURA

Nesta edificação de quatro pavimentos e cobertura foram utilizados perfis em aço seção “I” para as vigas e seção tubular quadrada para os pilares; todas as ligações foram parafusadas. A estabilidade lateral da estrutura é conseguida pela utilização de tirantes diagonais dispostos em “X” nas fachadas, gerando pórticos contraventados, e também nos pisos formando treliças planas horizontais.

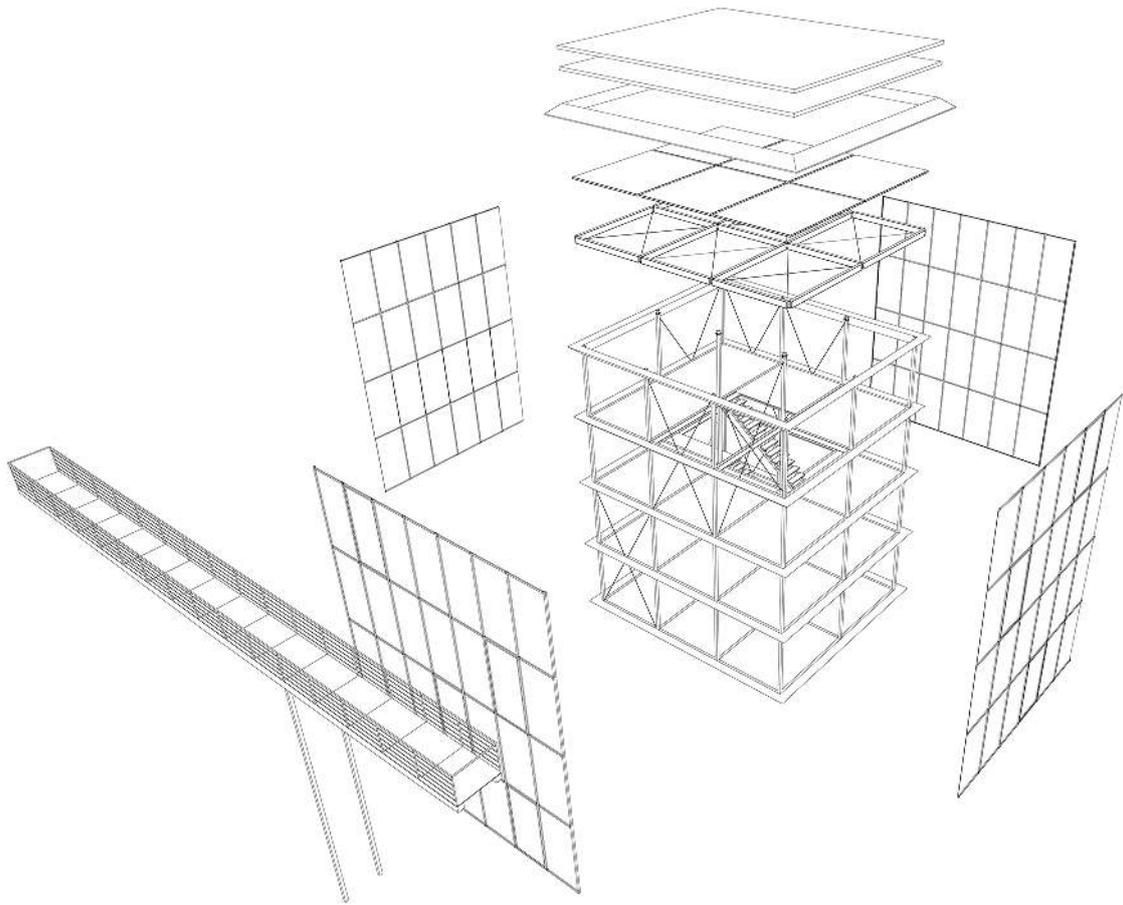


figura 2\_perspectiva explodida dos elementos estruturais

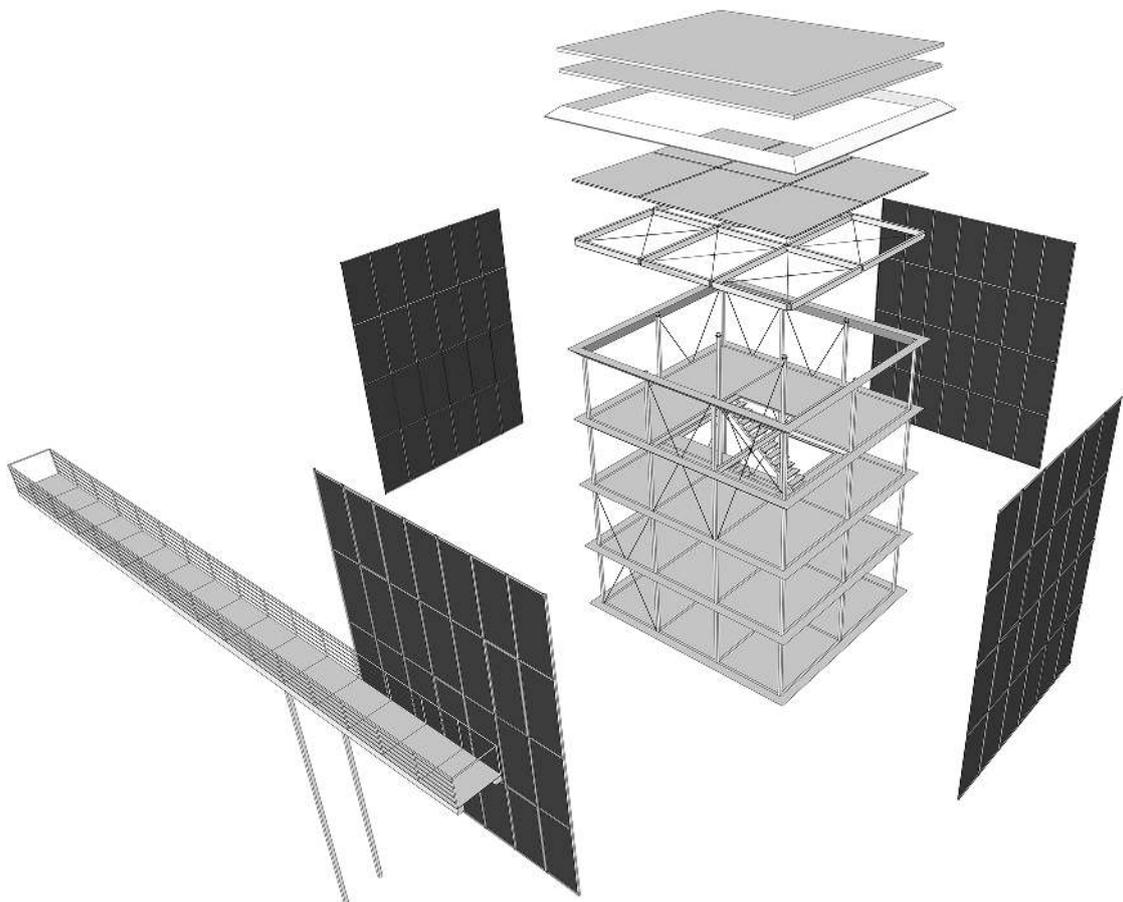
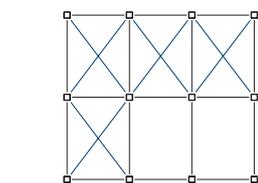
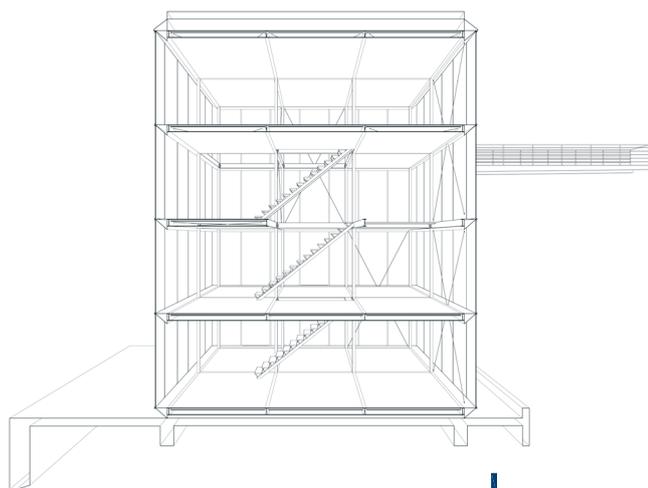
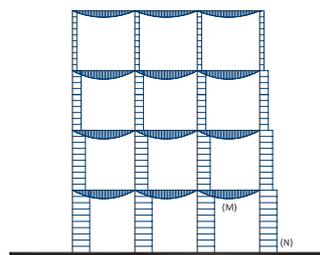


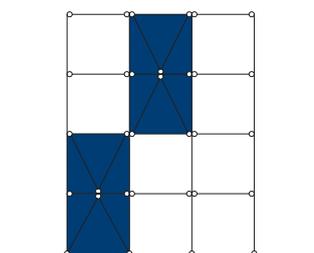
figura 3\_perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



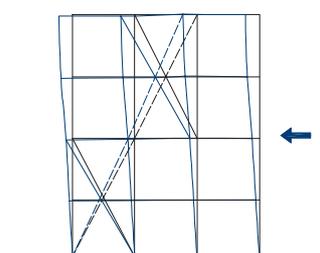
1\_ Subsistema estrutural horizontal. Plano das vigas do segundo pavimento.



2\_ Esforços principais nas peças estruturais. Ação gravitacional.



3\_ Subsistema estrutural vertical. Elevação 1.



4\_ Deformação do pórtico contraventado. Ação do vento.

**DIAGRAMA 1\_** A edificação tem como subsistema estrutural horizontal – com a função de coletar as forças gravitacionais nos pavimentos – uma malha de vigas laminadas de seção “I”, na modulação 2,90 m x 3,85 m, conectadas por ligações articuladas parafusadas a pilares de seção tubular quadrada. A composição de vigas e tirantes diagonais dispostos em “X” nos pavimentos criam planos horizontais treliçados com a rigidez necessária para que possam transferir os carregamentos de vento para os elementos de contraventamento verticais. Sobre as vigas locadas nos eixos estruturais são colocadas, sem conexões, placas de compósitos de madeira e plástico, de dimensões 2,80 m x 3,75 m, e espessura 60 mm, com transferência bidirecional de carregamentos.

**DIAGRAMA 2\_** Sob a ação gravitacional verificam-se os esforços principais nas peças estruturais: momentos fletores nas vigas isostáticas biarticuladas – que também estarão sujeitas a esforços cortantes – e forças normais de compressão nos pilares, crescentes do topo até a base. Os perfis adotados para estas peças têm características geométricas ótimas frente à atuação desses esforços.

**DIAGRAMA 3\_** O subsistema estrutural vertical – que estabiliza os planos horizontais conferindo estabilidade lateral – é formado pela associação de pórticos planos contraventados em três fachadas não todas paralelas nem convergentes a um único ponto, o que já garante a estabilidade tridimensional. Os pórticos são gerados pela associação entre os pilares que nascem articulados sobre um radier de concreto armado, pelas vigas articuladas contraventadas nos pavimentos e por planos enrijecidos pelos tirantes pré-tracionados dispostos em “X”. A disposição em “X” permite o uso de barras mais leves já que, conforme o sentido do vento, um dos tirantes trabalhará à tração enquanto o outro se tornará redundante e, afrouxando-se, não funcionará estruturalmente.

**DIAGRAMA 4\_** Verifica-se o funcionamento estrutural dos pórticos planos contraventados: sob a ação de forças horizontais de vento os pilares já giram na ligação articulada com o radier e deformam-se, apresentando os maiores deslocamentos no topo da edificação. As vigas contraventadas nos pavimentos recebem o carregamento das fachadas e, tendo a rigidez necessária, transferem essa força aos demais pilares; quando a ação chega à barra pré-tracionada disposta em “X” (contraventamento) da composição vertical tem-se restrição ao deslocamento lateral do conjunto.

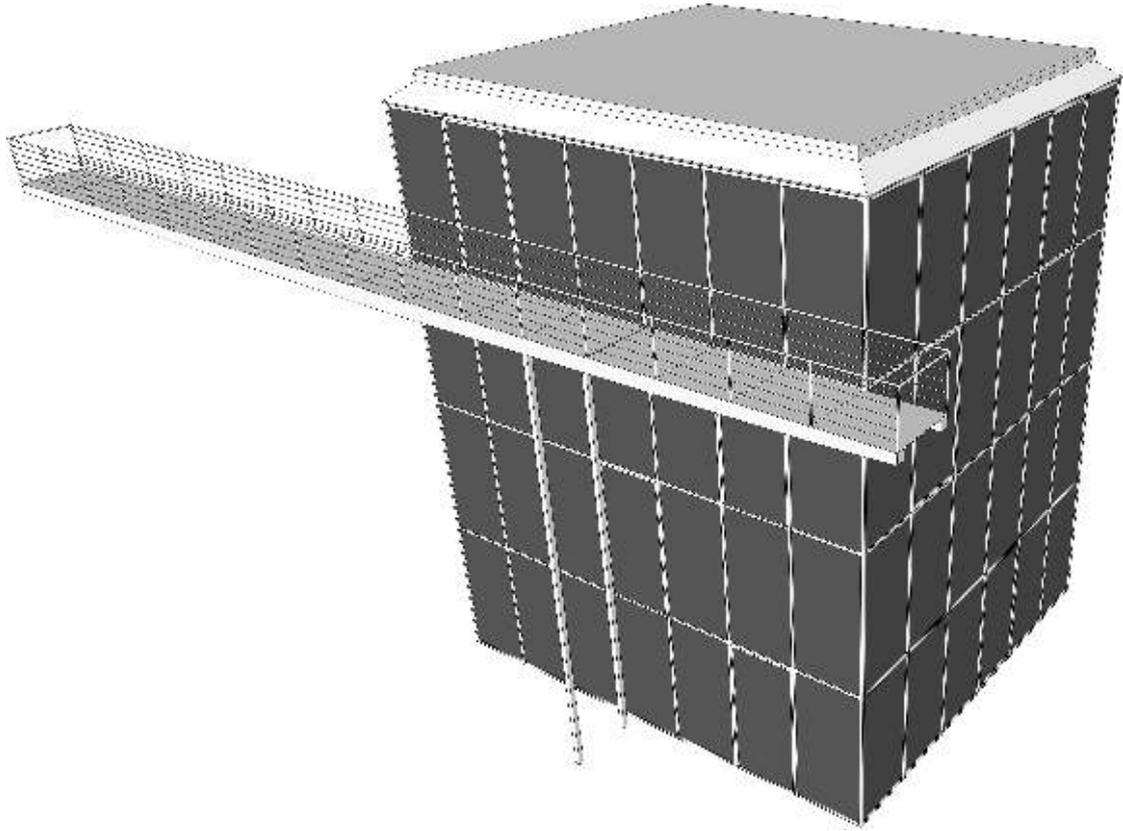


figura 4\_ perspectiva do conjunto

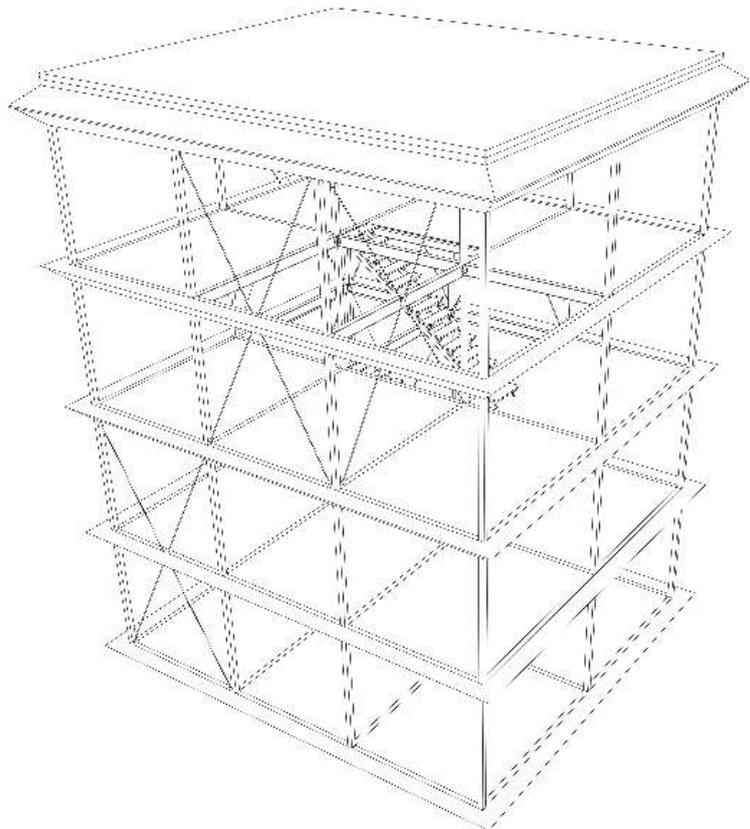


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## CASA DE PRAIA EM ST. ANDREW

### LOCALIZAÇÃO

Victoria, Australia

### ARQUITETURA

Sean Godsell Architects

### ESTRUTURA

Felicetti PTY. LTD.

### ÁREA

251m<sup>2</sup>

### PROJETO

2003

### CONSTRUÇÃO

2005

### DESCRIÇÃO

Esta casa pavilhonar elevada se apoia em apenas quatro pilotis, liberando o térreo somente para a garagem e um pequeno depósito. Esta estratégia permite aproveitar as generosas vistas do local. A casa é envolta por painéis metálicos perfurados utilizados como proteção solar. O programa residencial, cozinha, salas e quartos, se organiza de maneira linear e sua conexão se faz pelo corredor longitudinal aberto. Nas duas extremidades, generosas varandas se abrem para a paisagem.

### ESTRUTURA

Nesta residência unifamiliar de um piso e cobertura, os elementos estruturais principais são treliças em perfis de aço pré-oxidado da altura do pavimento que, localadas nas fachadas longitudinais, conseguem prolongar-se em duplo balanço de 10,9 m com vão central de 21,7 m. A partir desses elementos, vigas transversais secundárias sustentam os componentes do pavimento e cobertura. As fachadas de vidro são protegidas por sombreamento de chapas de aço patinável perfuradas que se estruturam também a partir das treliças.

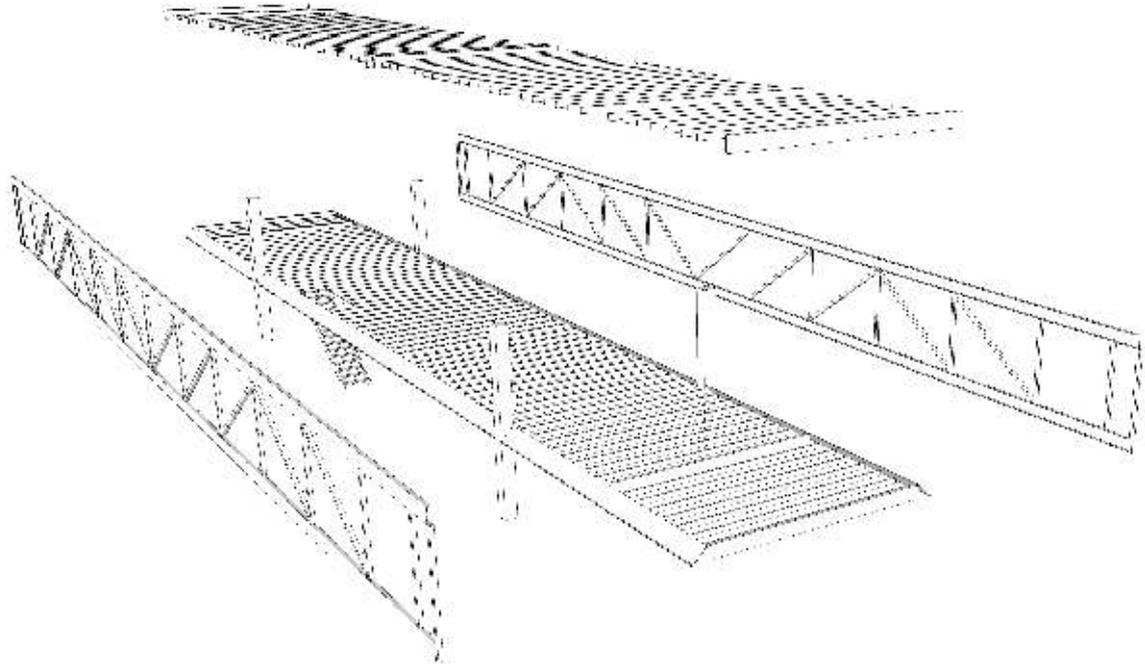


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

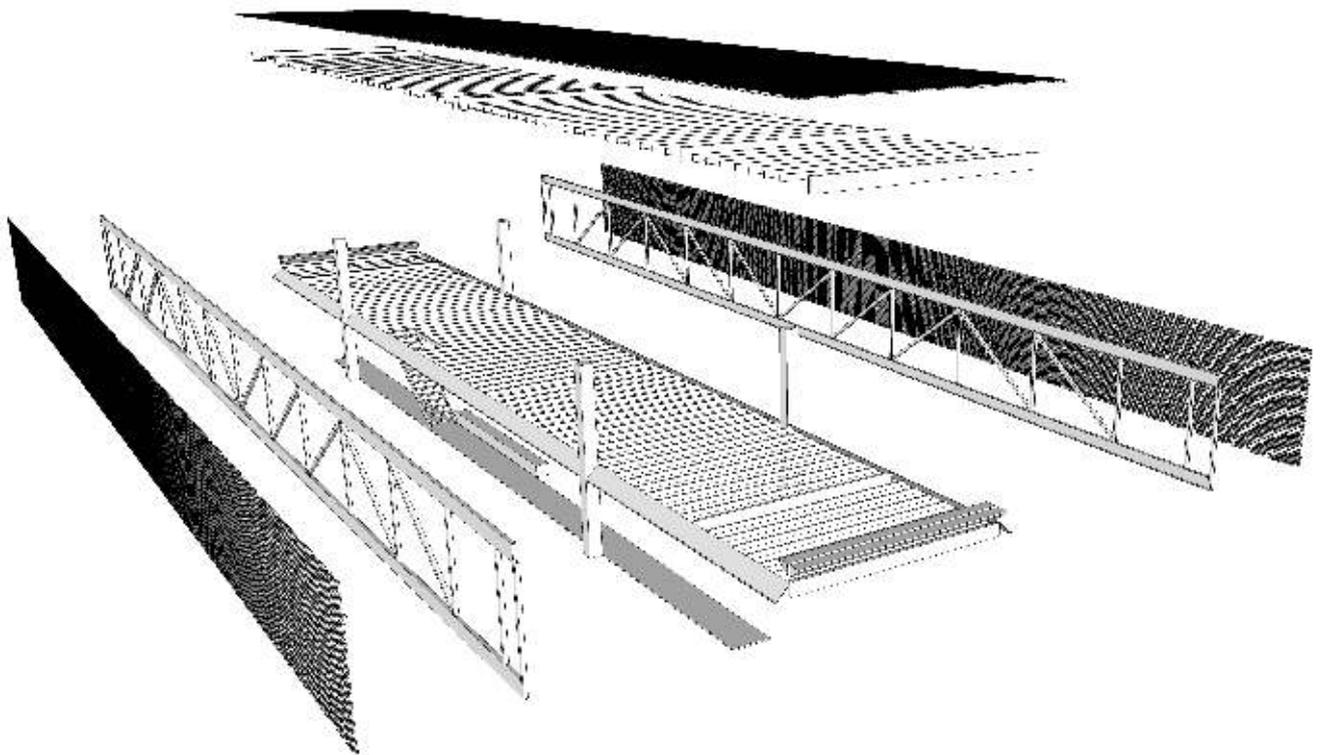
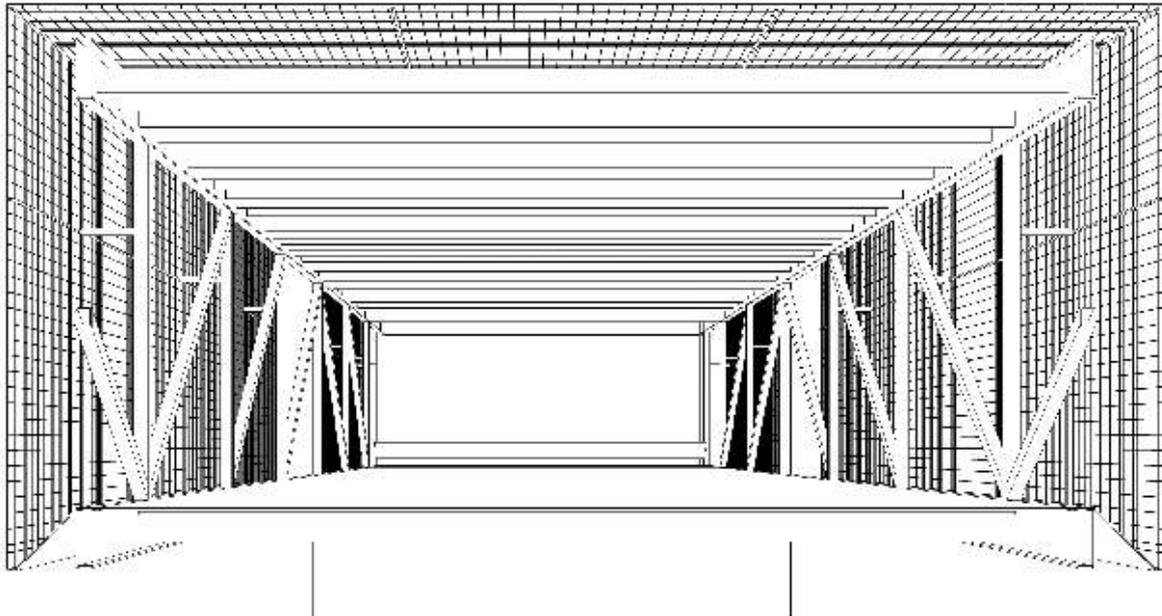
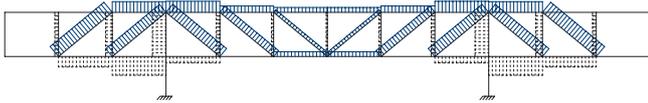


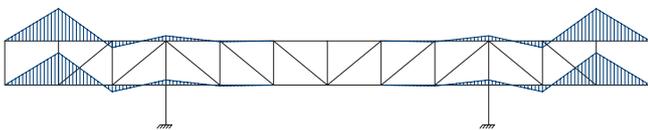
figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



..... esforço normal de compressão na barra  
 ————— esforço normal de tração na barra



1\_ Diagrama de esforços normais de tração e compressão na treliça.  
 Ação gravitacional.



2\_ Diagrama de momentos fletores nos banços da treliça.  
 Ação gravitacional.

**DIAGRAMA 1\_** Treliças da altura do pavimento têm capacidade de vencer grandes vãos e prolongarem-se em balanços, em função da rigidez geométrica do triângulo, além de serem economicamente viáveis já que as barras do sistema ficam submetidas principalmente a esforços normais; a retirada das diagonais dos módulos junto aos balanços, mesmo gerando momentos fletores nas barras dos banços, não compromete a solução. Nesta composição são utilizados perfis soldados em “U enrijecido” para os banços, de dimensões 100 x 390 mm, e perfis tubulares quadrados de 100 x 100 mm para as diagonais e montantes que, por não sofrerem flexão, podem ter a massa da seção distribuída junto ao centro da área. Desenhando as diagonais – que são as peças com maior comprimento livre da composição – para ficarem submetidas à tração consegue-se melhorar a concepção, já que não estarão sujeitas a instabilidade produzida por flambagem.

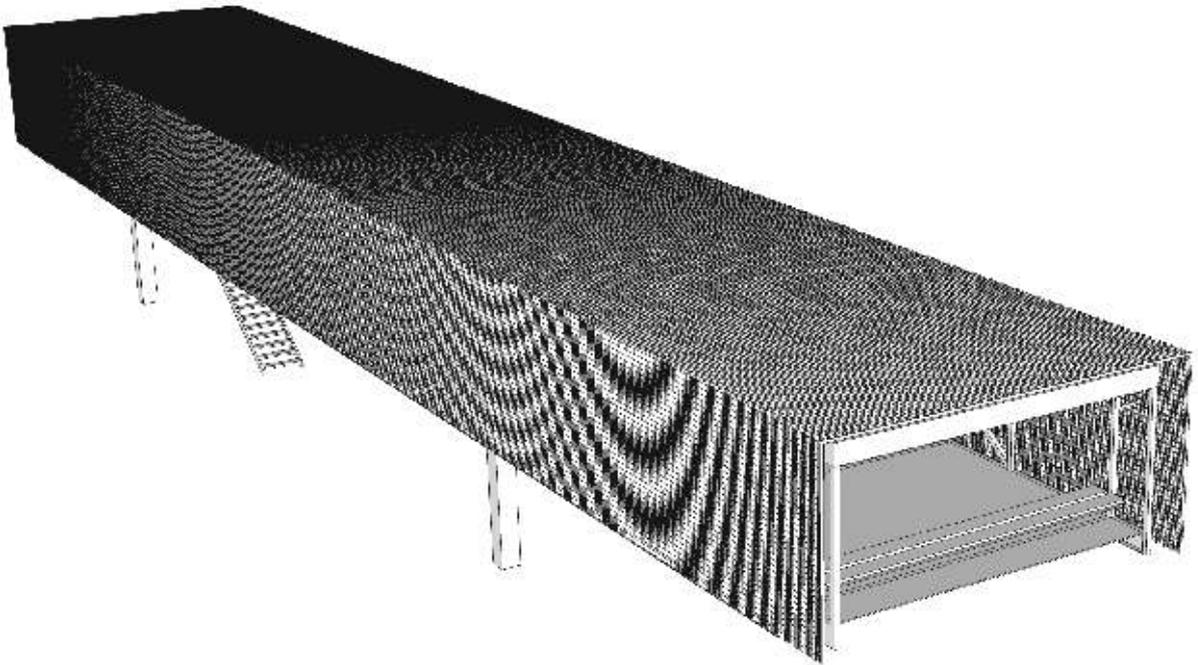


figura 4\_ perspectiva do conjunto

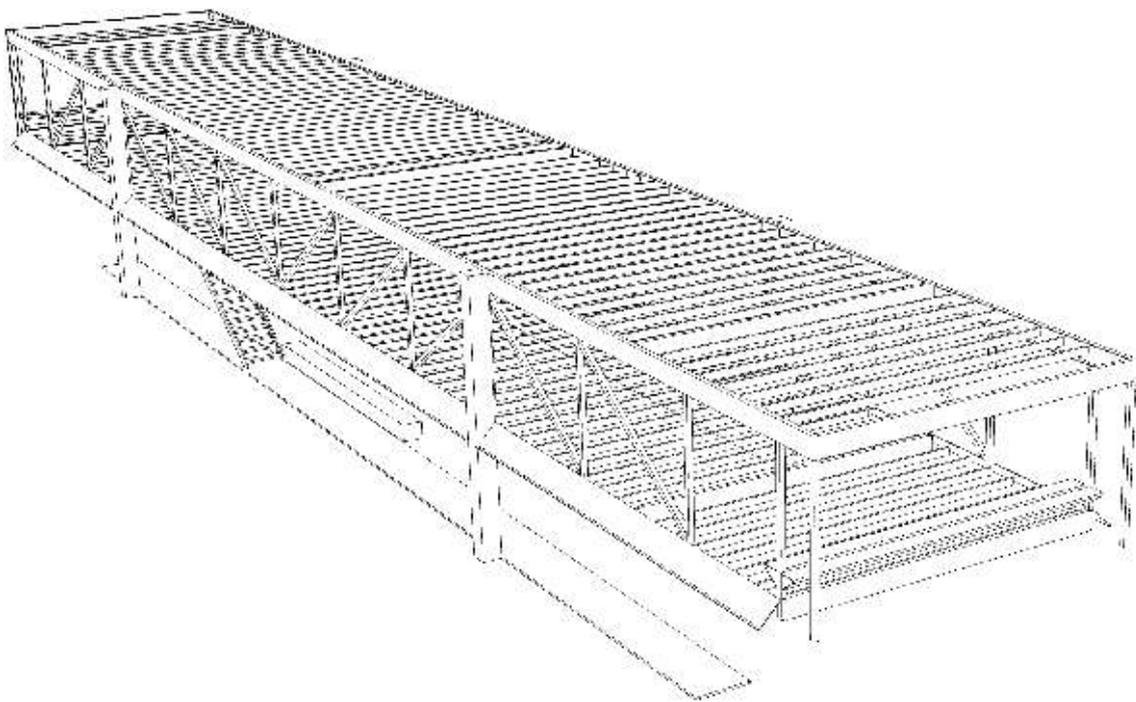


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## HABITAÇÃO COLETIVA SUSTENTÁVEL

### LOCALIZAÇÃO

Recife, Pernambuco

### ARQUITETURA

Andrade Morettin Arquitetos

### ESTRUTURA

Stec do Brasil

### ÁREA

1672m<sup>2</sup>

### PROJETO

2007

### CONSTRUÇÃO

-

### DESCRIÇÃO

Esta proposta foi vencedora de concurso internacional que estimulava a inovação e a pesquisa em habitação coletiva a nível global. Foi idealizada para o contexto urbano e climático da cidade de Recife. Trata-se de um módulo laminar extensível, elevado do chão por meio de pilotis, que se organiza em 4 pavimentos conectados por escadas externas. A estratégia da "sobre-cobertura", assim como todo o perímetro avarandado, privilegiam a ventilação cruzada e o bom desempenho térmico das unidades de habitação. A organização dos núcleos hidráulicos de forma transversal também auxilia a franca abertura da lamina no seu sentido transversal.

### ESTRUTURA

Nesta edificação de quatro pavimentos e cobertura foram utilizados perfis em aço seção "I" para as vigas e seção tubular quadrada para os pilares; todas as ligações foram parafusadas. A estabilidade lateral da estrutura é conseguida pela utilização de tirantes diagonais dispostos em "X" nas fachadas, gerando pórticos contraventados, e também nos pisos, formando treliças planas horizontais.

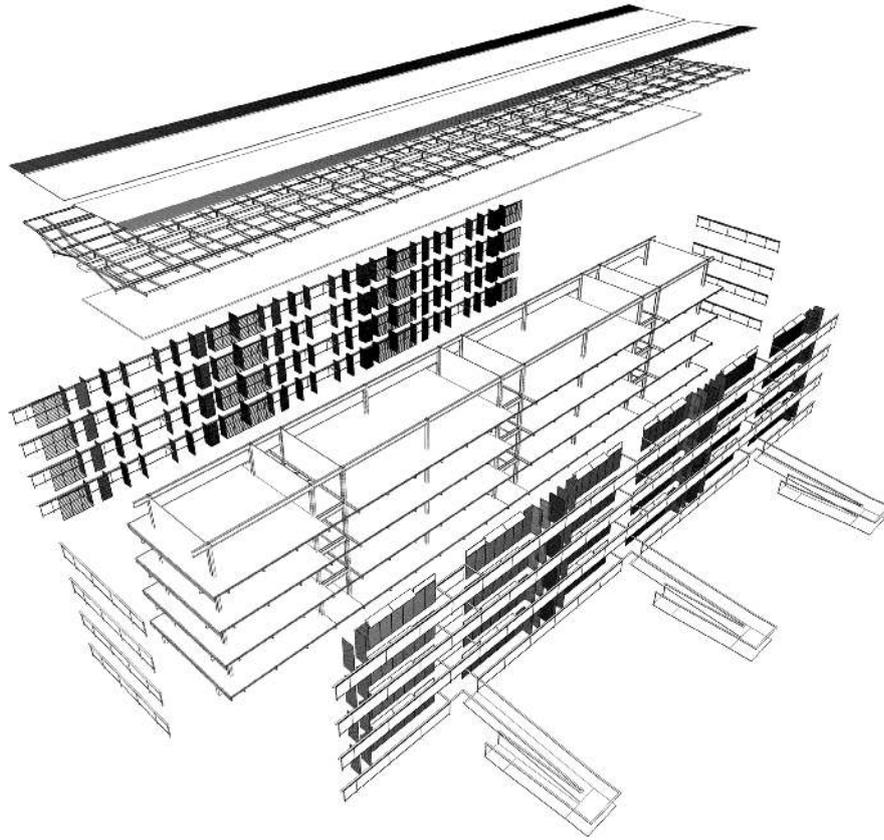


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

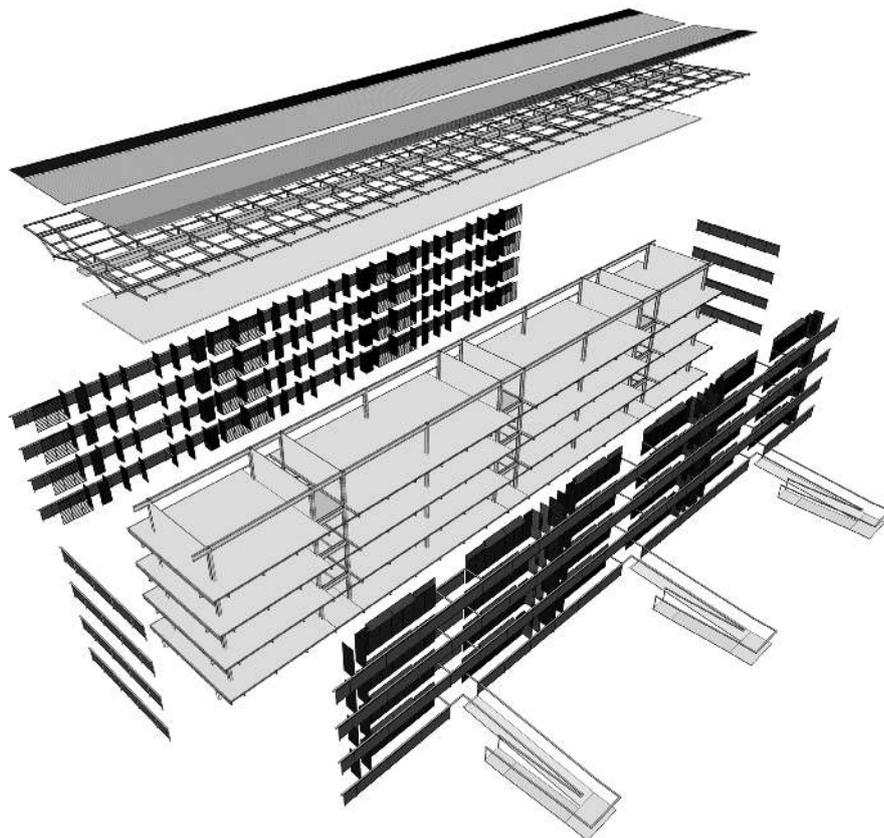
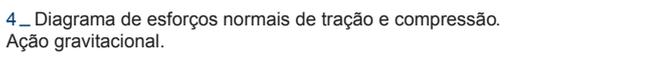
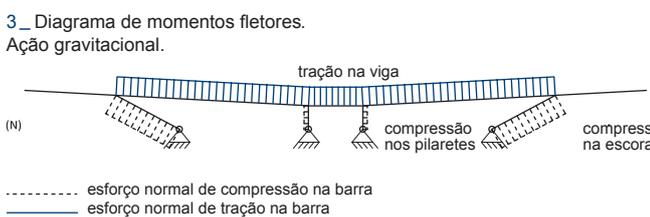
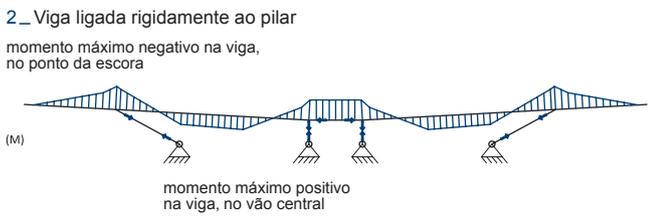
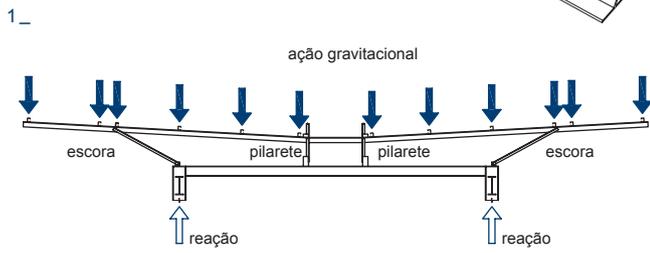
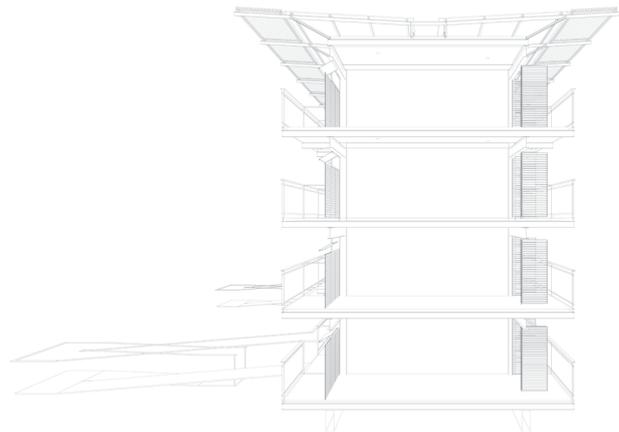
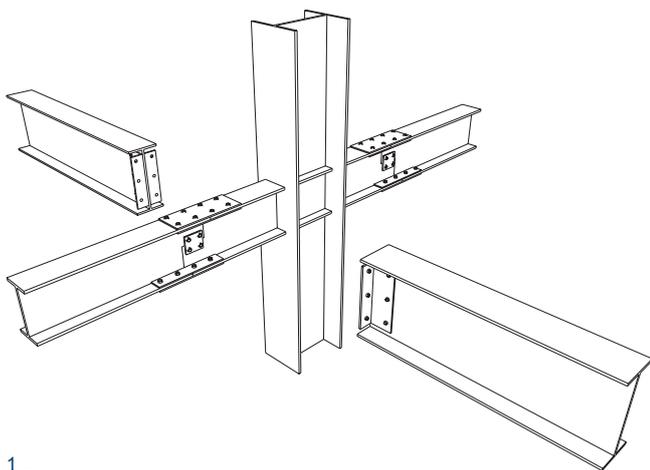


figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



**DIAGRAMA 1\_** Pórticos rígidos substituem pórticos contraventados com menor eficiência, exigindo maior consumo de material e mais trabalho de fabricação e montagem das conexões; contudo, o sistema oferece maior flexibilidade para o acesso entre espaços adjacentes em função da ausência de tirantes em diagonais – que quando presentes também se tornam elementos visuais importantes para a arquitetura. As ligações a momento devem dar continuidade entre as mesas das vigas e dos pilares, fazendo com o que o nó não gire relativamente quando ocorrerem deformações destes elementos; podem ser obtidas por parafusamentos das mesas da viga em espera, que já vem de fábrica, soldadas nos pilares, como proposto neste projeto. Nas barras de pórtico de alma cheia os momentos fletores são decompostos, nos perfis, em tração numa mesa e compressão na mesa oposta; quanto maior a distância entre as mesas – ou seja, quanto maior a altura do perfil – menor serão os efeitos das tensões de solitação nas chapas.

**DIAGRAMA 2, 3 e 4\_** Escoras são elementos inclinados funcionando essencialmente à compressão; nessa composição os pares de escoras equilibram-se tracionando a viga da cobertura que sustentam, além de substituir pilares verticais no apoio destas, possibilitando a redução do balanço para a criação de um beiral. A diminuição do balanço é um recurso utilizado para melhorar a relação entre momentos negativos – que tracionam a fibra superior e que aparecem nos pontos de apoio das escoras – e momentos positivos – que aparecem no vão e tracionam a fibra inferior das peças.

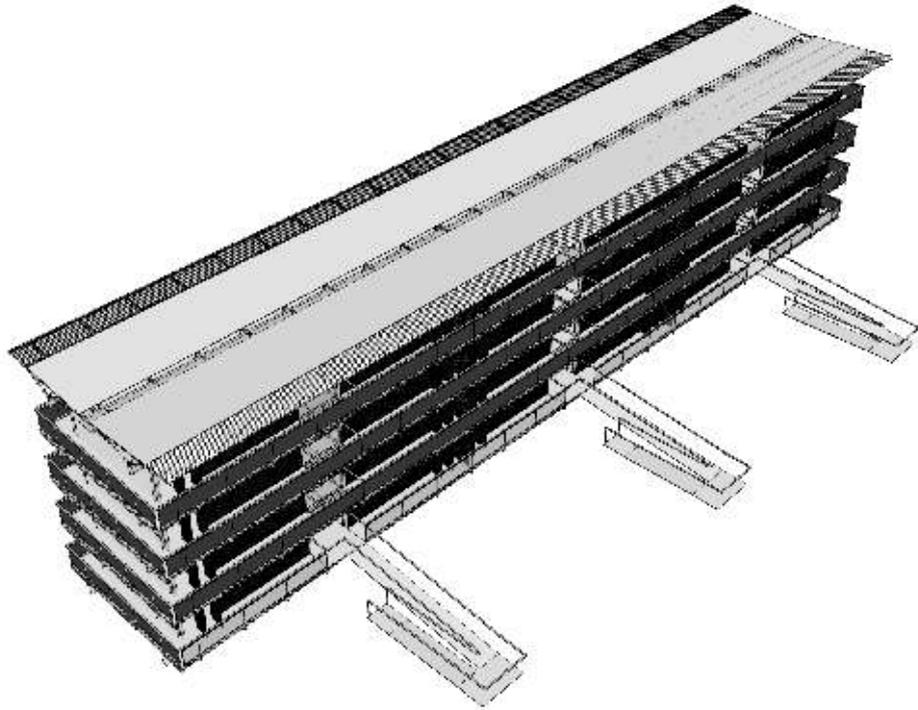


figura 4\_ perspectiva do conjunto

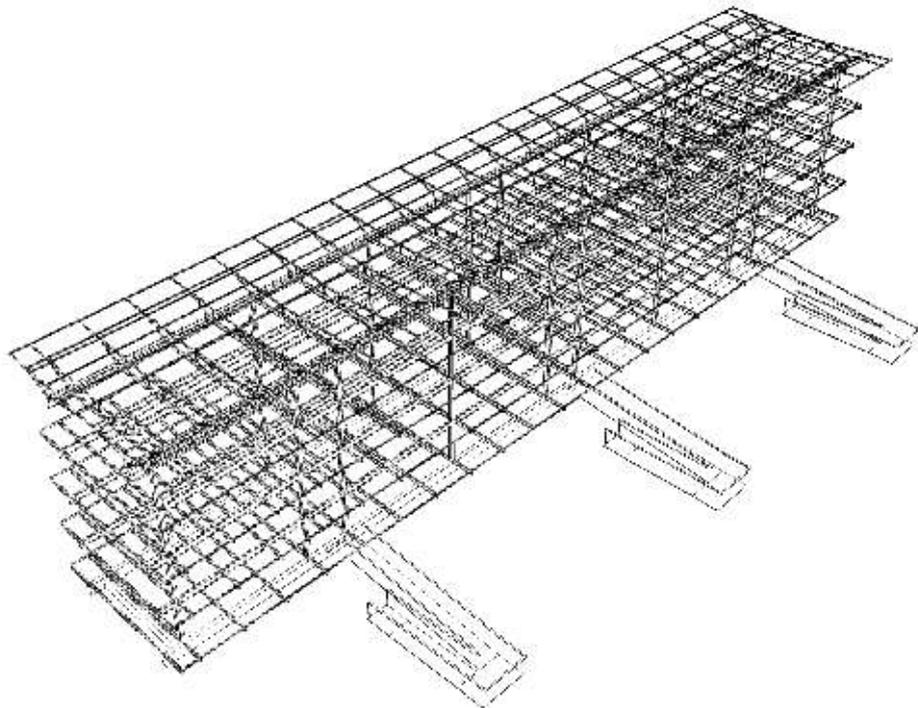


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## PLANTA DE AGUA MINERAL AONNI

### LOCALIZAÇÃO

Punta Arenas, XII Región, Chile

### ARQUITETURA

Daniel Bebin, Tomas Saxton

### ESTRUTURA

Samuel Marín

### ÁREA

640m<sup>2</sup>

### PROJETO

2007 > 2008

### CONSTRUÇÃO

2008

### DESCRIÇÃO

Este pavilhão industrial se localiza no extremo sul do continente e tem nessa condição geográfica tanto a reflexão sobre o seu desempenho sustentável como no resultado formal apresentado pela irregularidade proposital dos pórticos, uma referência direta aos glaciares da patagônia chilena. A solução escolhida permite organizar internamente o que poderia ser apenas um espaço único em vários espaços para distintos fins, permitindo dessa maneira estabelecer hierarquias espaciais.

### ESTRUTURA

Nesta planta industrial a estrutura é resolvida por uma série de pórticos planos treliçados – geometricamente variáveis e associados em duplas – de perfis metálicos com nós soldados. Os pórticos nascem engastados sobre um radier de concreto armado e sustentam as terças das fachadas e cobertura que recebem os fechamentos em painéis de liga de alumínio e zinco. Treliças planas verticais locadas transversalmente aos pórticos e contraventamentos por barras de seção circular dispostas em “X” nos planos da terça estabilizam a construção.

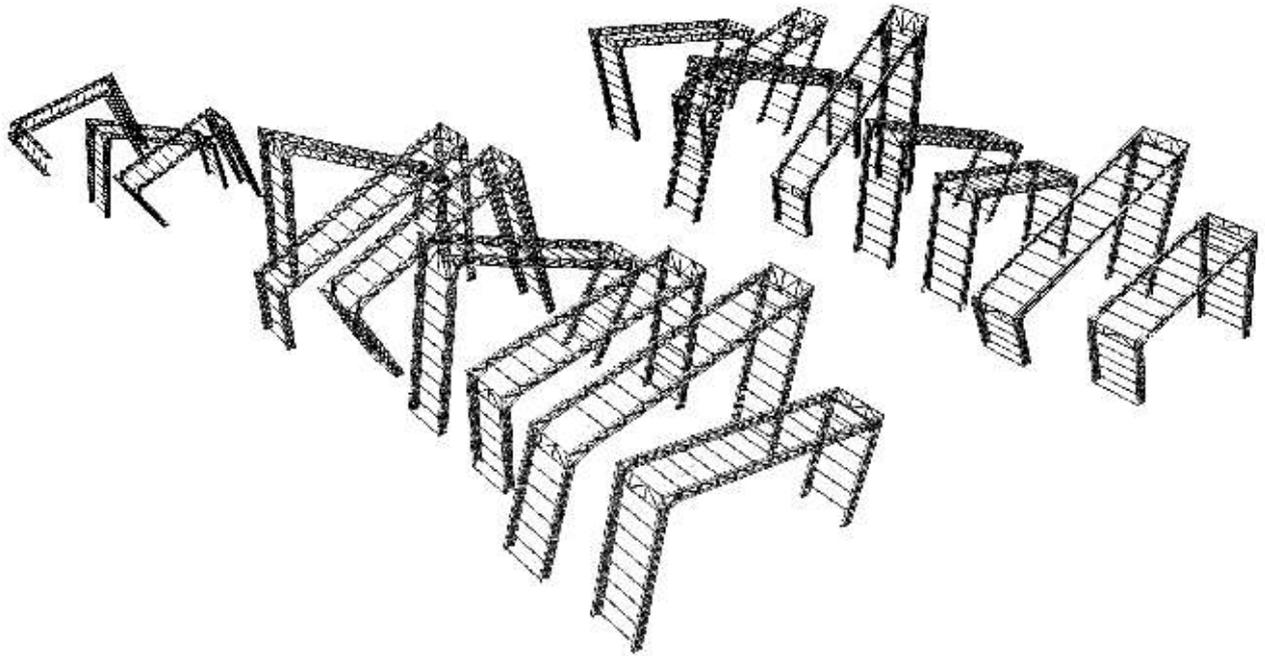


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

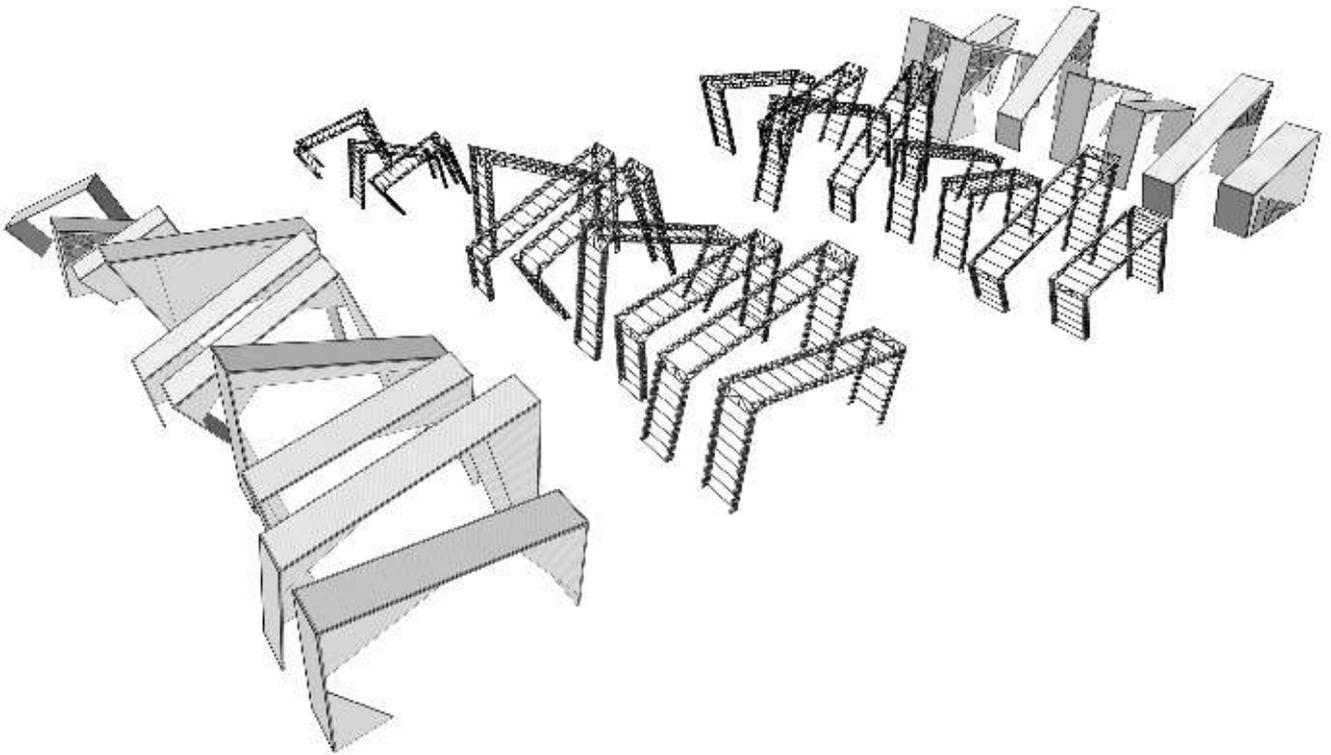
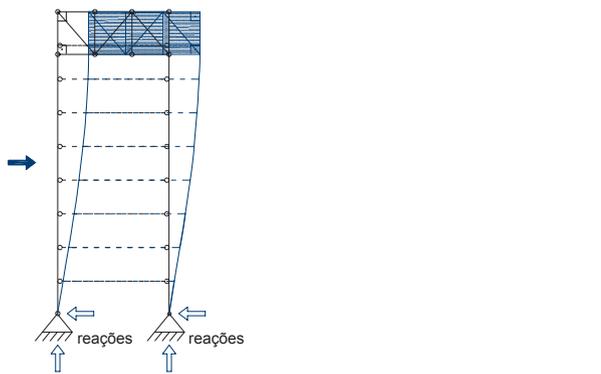
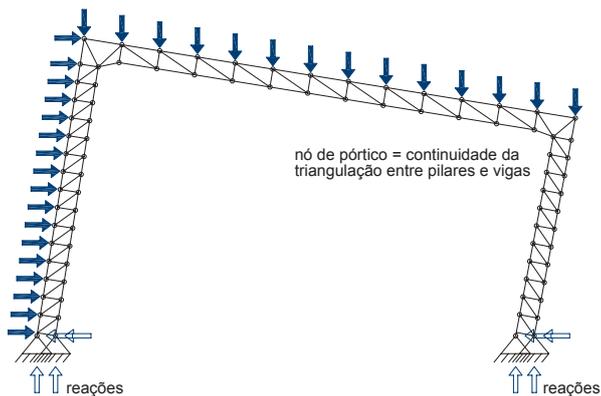


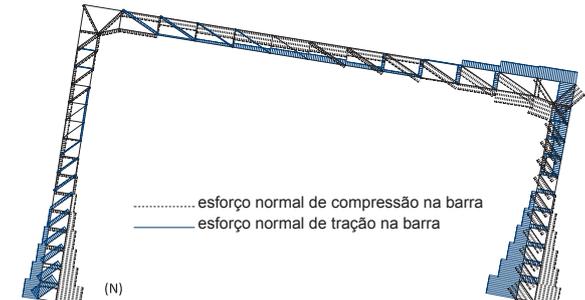
figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



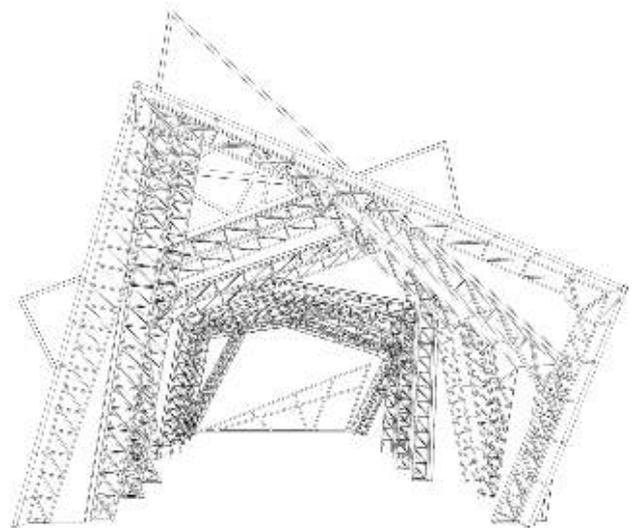
1\_ Deformação composição de pórticos pela ação do vento



2\_ Pórtico treliçado



3\_ Diagrama de esforços normais de tração e compressão. Superposição das ações: gravitacional e vento.



**DIAGRAMA 1\_** Nesta arquitetura com geometria variável, pórticos planos de mesma geometria são associados em duplas, afastados de 3,0 m, para a configuração de módulos estáveis. O contraventamento lateral é conseguido pela utilização de treliças planas transversais localadas nas extremidades superiores dos conjuntos, tendendo à posição vertical, somadas à utilização de tirantes diagonais de seção circular formando “X” no plano das terças na cobertura. A treliça transversal aos pórticos diminui a intensidade do deslocamento lateral, já que associa a inércia destes ao movimento horizontal, engastando-os no topo.

**DIAGRAMA 2 e 3\_** A continuidade dos esforços nos nós de ligação entre as treliças que configuram as vigas e os pilares, pelo desenho em pórticos, gera eficiência para vencer os vãos da cobertura, que vão de 9,9 m a 16,2 m. As composições em triângulos – que é única forma geometricamente indeformável – de perfis abertos seção “U enrijecido” e “L” ficam sujeitas somente aos esforços de tração e compressão tanto para as ações gravitacionais quanto para as geradas pelo vento, já que as transferências destas forças ao sistema ocorrem por meio das terças posicionadas nos nós.

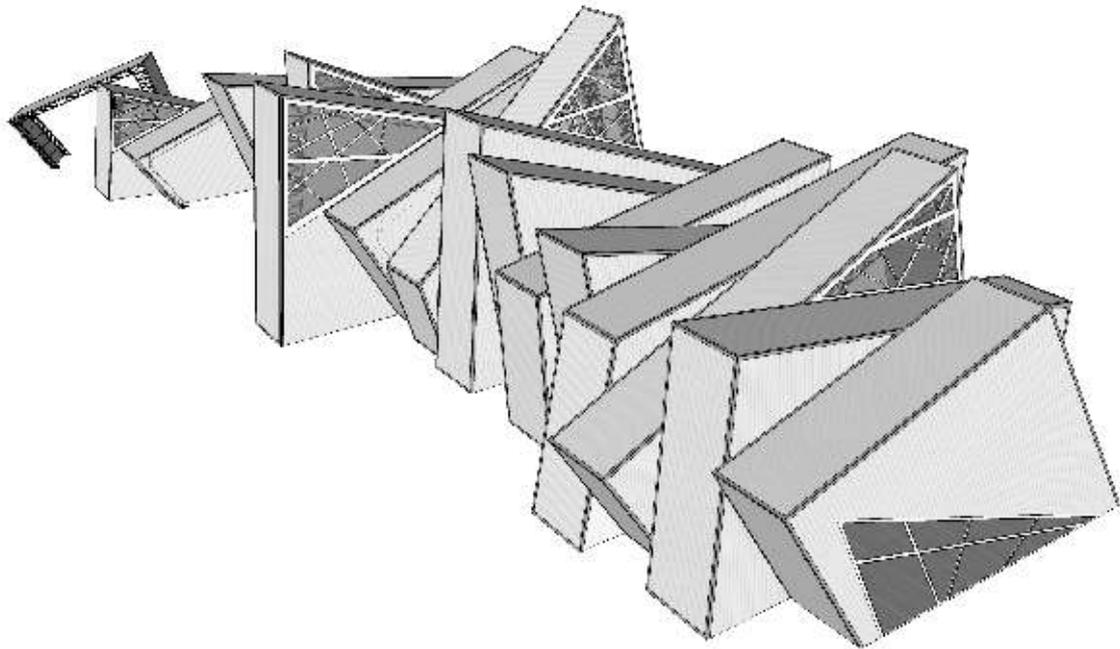


figura 4\_ perspectiva do conjunto

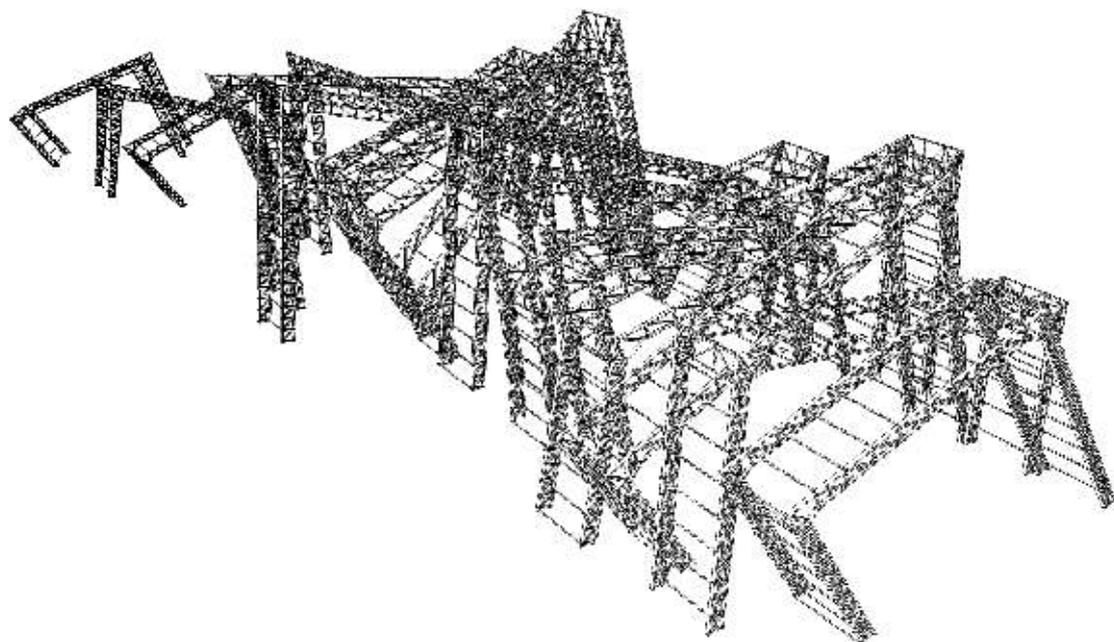


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## CEU PIMENTAS

### LOCALIZAÇÃO

Guarulhos, São Paulo

### ARQUITETURA

Biselli + Katchborian Arquitetos

### ESTRUTURA

EDATEC (Concreto) + Projekt (Metálica)

### ÁREA

16.000m<sup>2</sup>

### PROJETO

2008 > 2010

### CONSTRUÇÃO

2010

### DESCRIÇÃO

Uma grande cobertura unificadora organiza os 250 metros de extensão deste complexo de educação, artes e esportes, localizado na região metropolitana de São Paulo. Como uma grande rua de pedestres coberta, este generoso eixo longitudinal tem acoplado a ele seis volumes perimetrais programáticos. Enquanto na extremidade do acesso a grande cobertura metálica se comporta como marquise, na extremidade oposta ela abraça o ginásio e se apoia no solo, fechando o conjunto.

### ESTRUTURA

A cobertura do CEU Pimentas é resolvida com o uso de duas treliças planas principais paralelas, na direção longitudinal da edificação, compostas por tubos de seção retangular de nós soldados e seccionada ao longo da edificação por uma junta de dilatação – dada a grande influência da variação térmica em estruturas de grande extensão. Na direção transversal, sobre as treliças, vigas vagão (ou vigas armadas) de perfil soldado seção “I” recebem as terças – construídas em perfil “Z” – e também a estrutura de perfis “L” dos sheds. O plano superior da cobertura tem contraventamento horizontal por tirantes de seção circular formando diagonais em “X”.

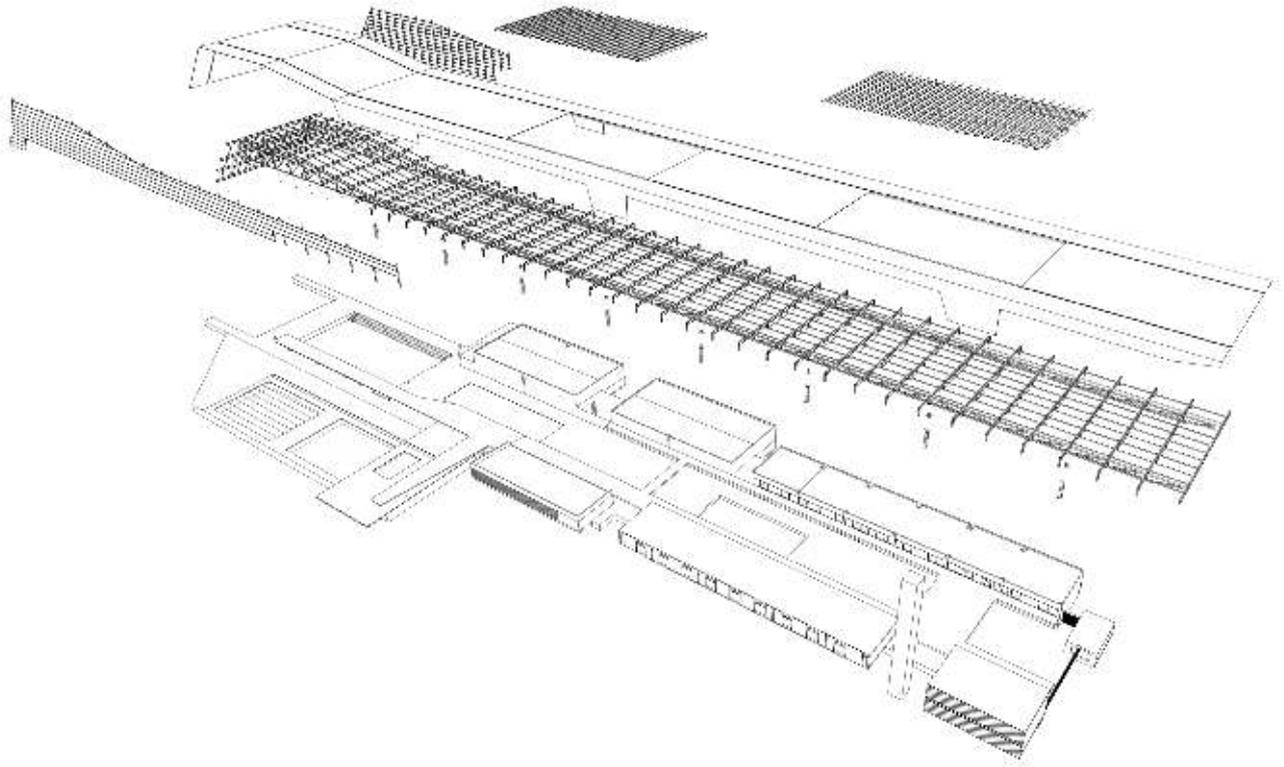


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

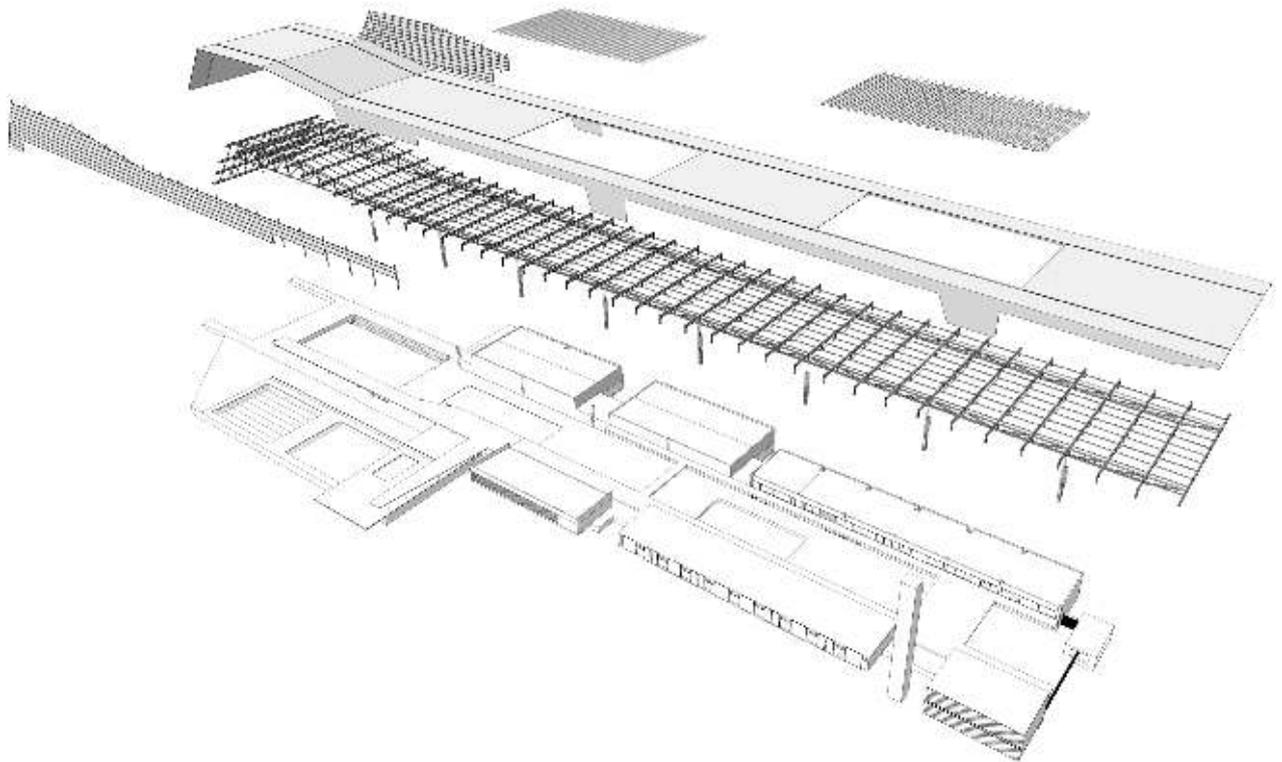
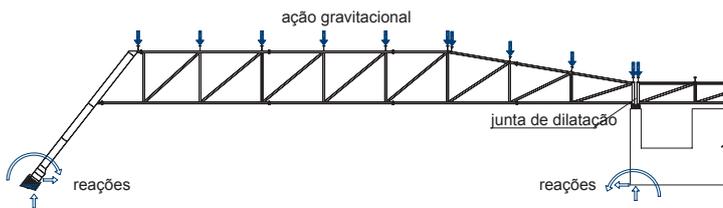
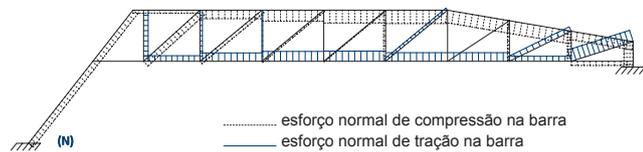
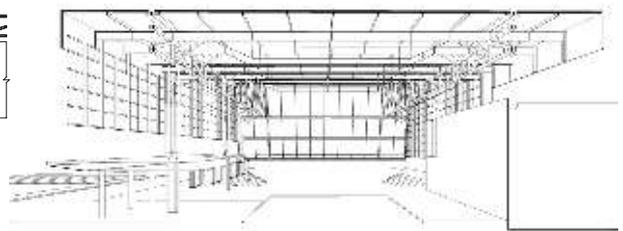


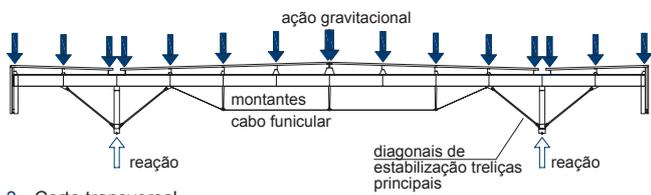
figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



1\_ Estrutura da cobertura do ginásio.



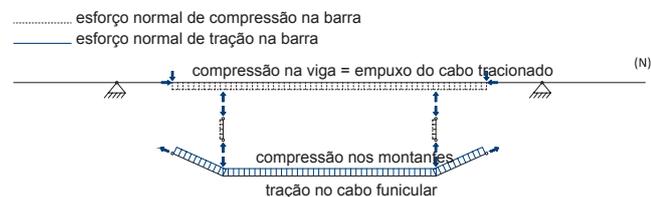
2\_ Diagrama de esforços normais de tração e compressão. Ação gravitacional.



3\_ Corte transversal. Estrutura da cobertura.



4\_ Diagrama de momentos fletores. Ação Gravitacional



5\_ Diagrama de esforços normais de tração e compressão. Ação Gravitacional

**DIAGRAMAS 1 e 2\_** As treliças planas de perfis tubulares com 2,0 m de altura e nós soldados vencem, ao longo da edificação, vãos típicos de 25 m entre pilares, com balanços de 18,75 m nas extremidades para estruturar a marquise da entrada principal do edifício. Na cobertura da quadra poliesportiva, as treliças têm sua altura aumentada para até 5,2 m vencendo lá o maior vão, de 50 m; são apoiadas nas extremidades por pilares inclinados de perfis soldados engastados na fundação. A treliça em aço é uma estrutura eficiente para grandes vãos e balanços, já que as peças ficam submetidas somente aos esforços de tração e compressão sob a ação dos carregamentos gravitacional e de ventos; além disso, a seção tubular consegue responder bem à flambagem – instabilidade elástica caracterizada pela perda de equilíbrio do eixo retilíneo que encurva devido à compressão.

**DIAGRAMAS 3, 4 e 5\_** Pelo corte transversal da cobertura verifica-se a utilização de diagonais partindo do banzo inferior das treliças planas até às vigas da cobertura, formando triângulos transversais às mesmas, regularmente lançadas; esse artifício estabiliza lateralmente as estruturas planas impedindo rotações. As vigas vagoão da cobertura são composições estruturais que buscam minimizar o efeito da flexão nas peças pela construção de montantes flutuantes de apoio intermediário: pilares ligados às vigas que se apoiam em cabo pré-traçado num desenho que busca a funicular das forças; sob a ação dos carregamentos gravitacionais os montantes, sendo pontos de baixa deslocabilidade vertical em função do tração dos cabos, geram momentos negativos nas vigas que tendem a diminuir a intensidade dos momentos positivos - gerando economia que se traduz em perfis de viga com menor altura.

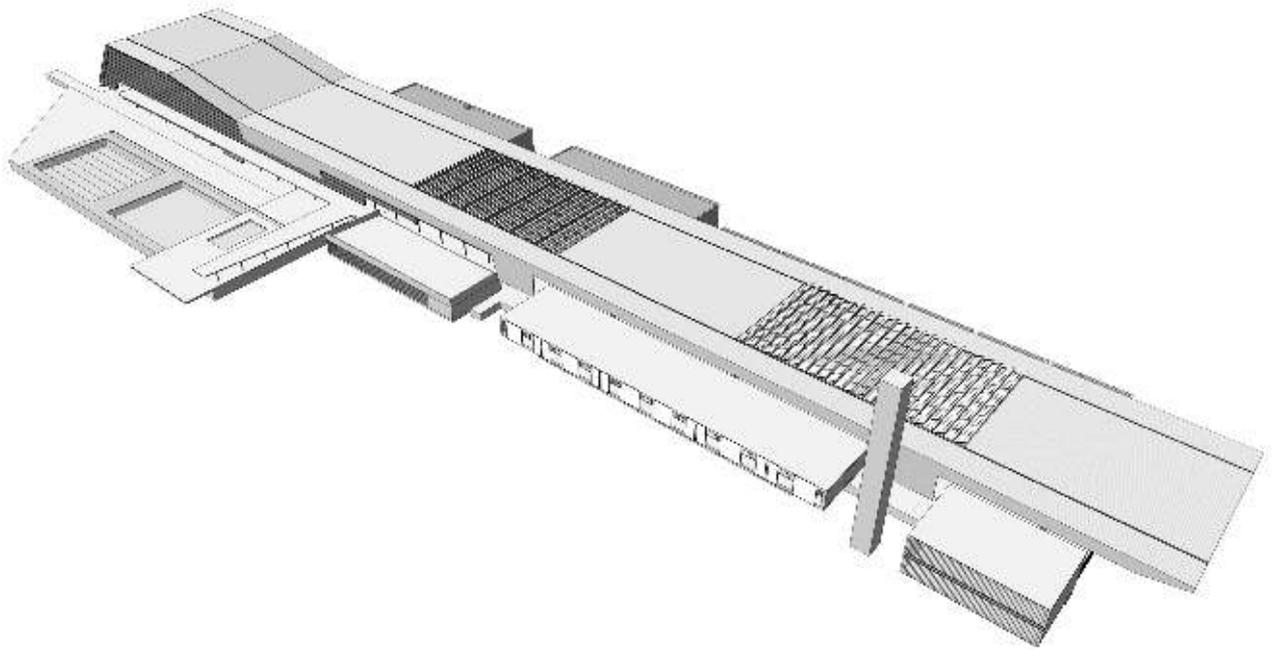


figura 4\_ perspectiva do conjunto

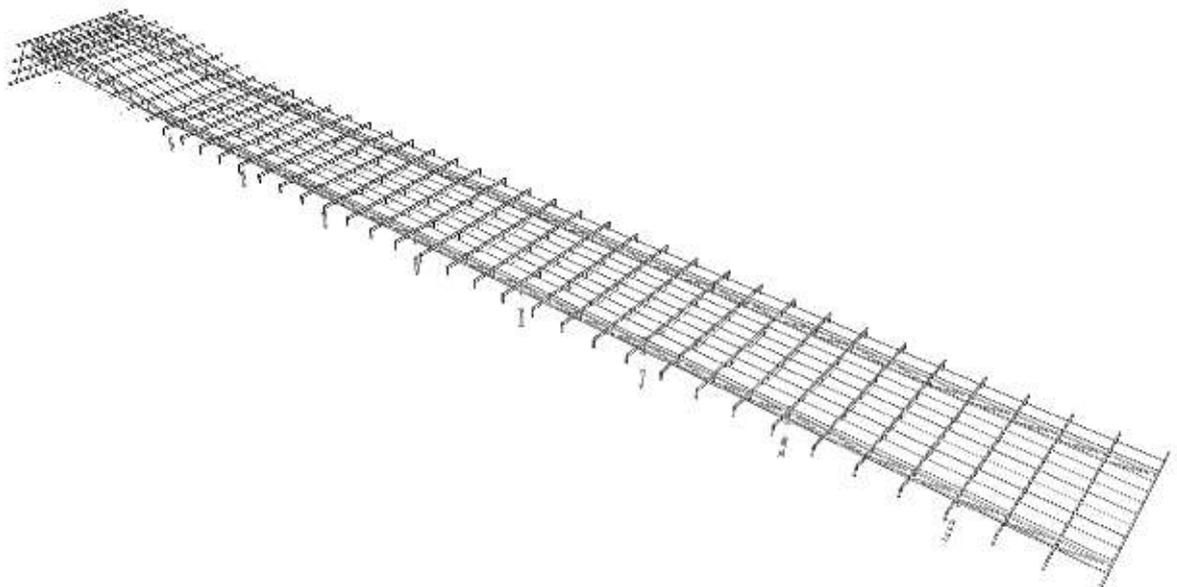


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## UNIDADE DE QUEIMADOS HOSPITAL VALL D' HEBRON

### LOCALIZAÇÃO

Barcelona, Espanha

### ARQUITETURA

Corea & Moran Arquitectura

### ESTRUTURA

Bis Arquitectes

### ÁREA

3.931m<sup>2</sup>

### PROJETO

2001

### CONSTRUÇÃO

2004>2006

### DESCRIÇÃO

Este projeto é um anexo construído sobre uma área proporcionalmente pequena onde antes existia um ginásio. A opção formal gerou um edifício prismático e abstrato para estabelecer uma nova relação de unidade com o hospital existente. A fim de evitar uma grande interferência nas atividades cotidianas do hospital, se optou por treliças de 30 m.

### ESTRUTURA

Para esta ampliação foi projetado um edifício estruturalmente independente, em aço, sobre uma edificação existente em subsolo. Os pilares seção "I", lançados a cada 7 m na periferia do embasamento, apoiam treliças de nós soldados extremos engastados – funcionando, assim, parcialmente como pórticos de grande capacidade resistente – de 30 m de vão no topo da edificação, com altura de um pavimento e formadas por perfis laminados de seção "I". Na linha inferior desta estrutura têm-se as vigas do nível da cobertura do corpo principal do edifício e, nos nós da treliça, tirantes verticais de seção "H" nascem para sustentar um pavimento abaixo, deixando o espaço acima do embasamento existente completamente livre de elementos estruturais verticais. O contraventamento na direção transversal aos pórticos é dado por planos contraventados por diagonais dispostas em "X".

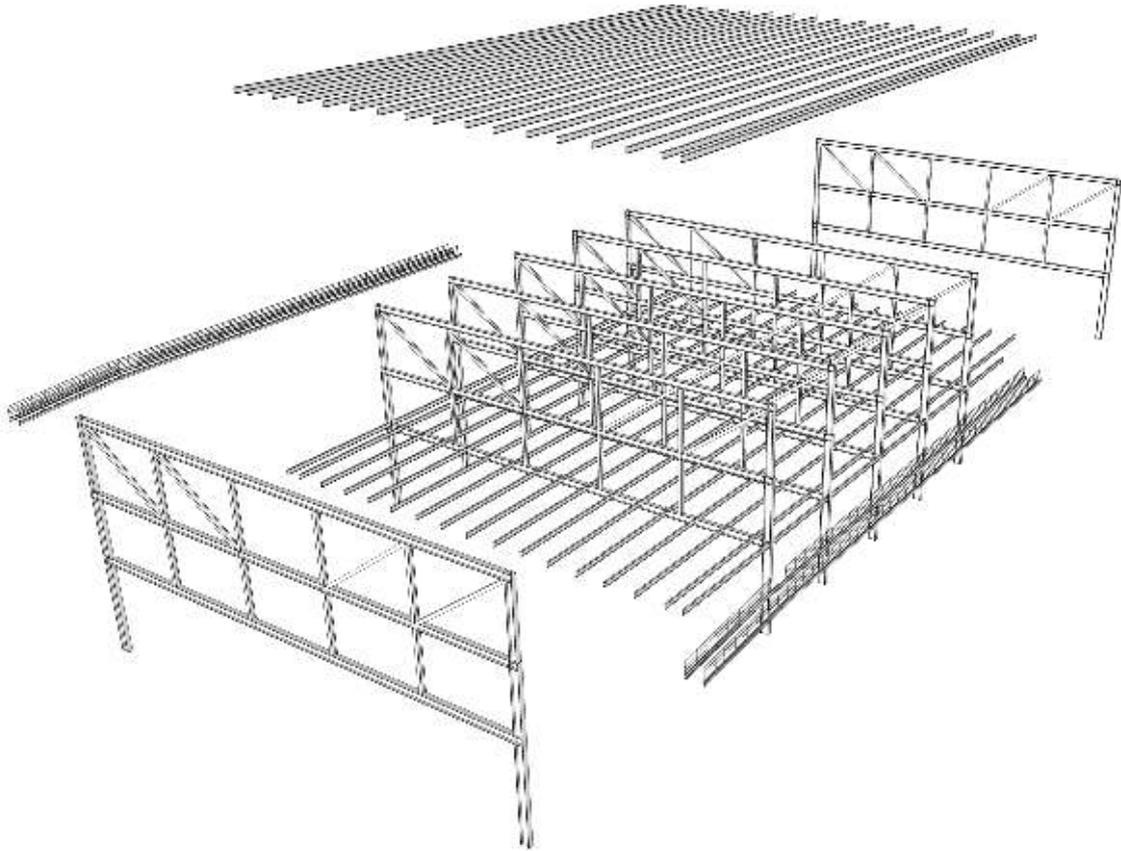


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

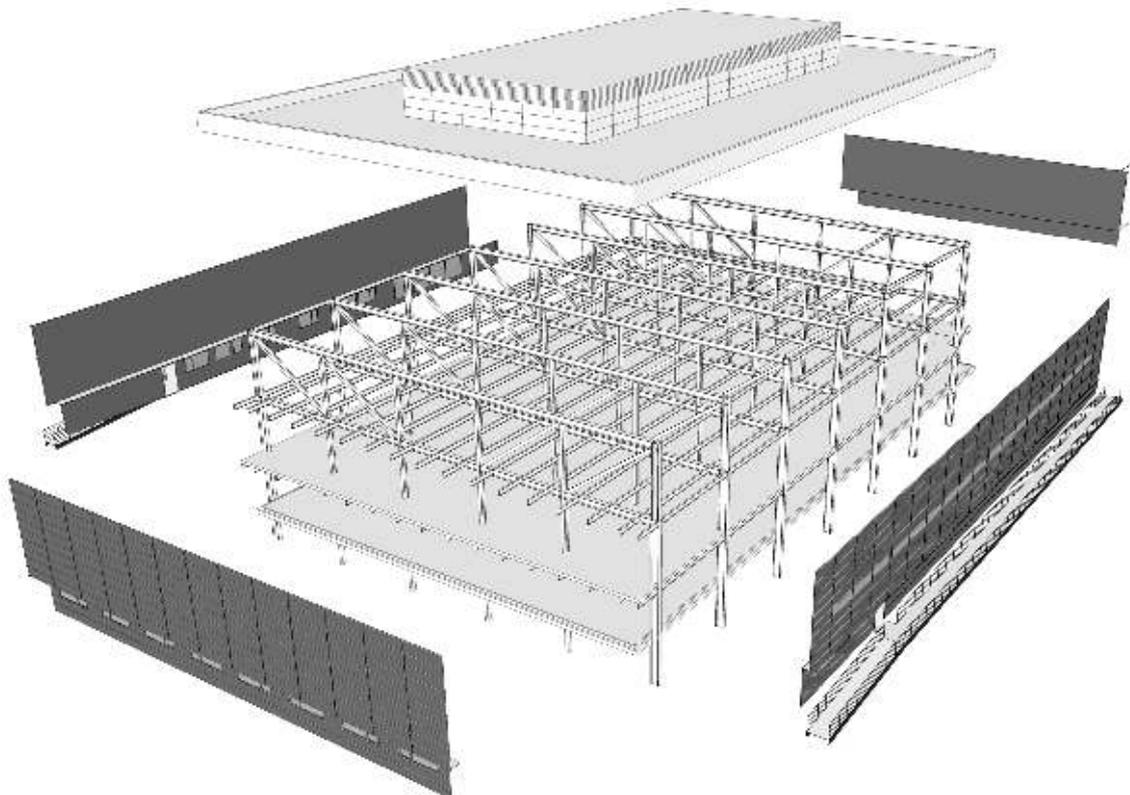
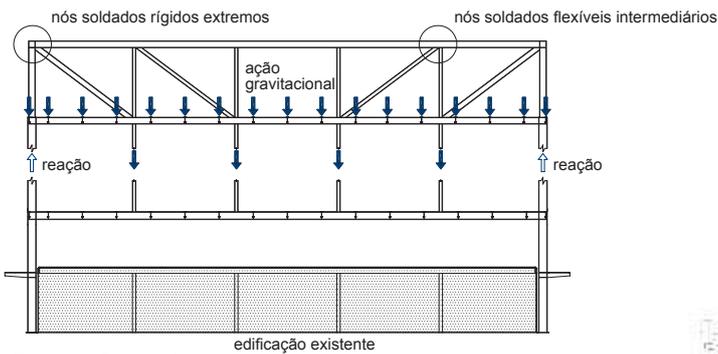
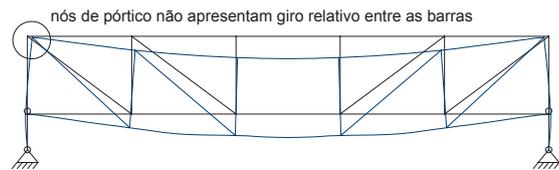


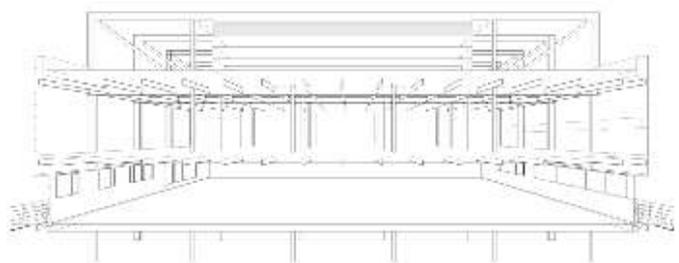
figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



1\_ Composição estrutural

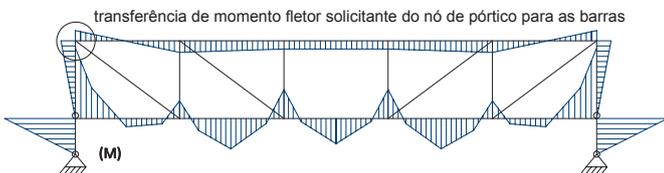


2\_ Linha elástica da treliça na cobertura.  
Ação gravitacional.

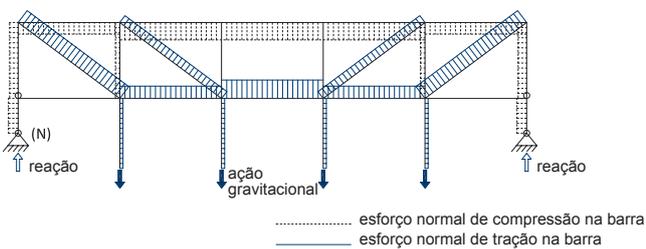


DIAGRAMAS 1, 2 e 3\_ As treliças de ligações soldadas – rígidas nos nós extremos e articuladas nos intermediários – na cobertura, de 4,9 m de altura são responsáveis por receber o carregamento gravitacional de dois pisos. O engastamento dos nós extremos, obtido pela continuidade das mesas dos perfis, gera momentos fletores nas peças justificando a utilização de eficientes seções “I”.

DIAGRAMA 4\_ Os tirantes que partem dos nós das treliças da cobertura, a cada 6 m, ficam submetidos à tração pelo carregamento gravitacional do piso sustentando por eles; o uso desse artifício permite a existência de um pavimento inferior completamente livre de elementos estruturais verticais – já que o plano do piso térreo já era estruturado em edificação existente. A composição das diagonais e do banzo inferior da treliça é análoga a uma superposição de cabos funiculares para as forças concentradas dos tirantes ficando, portanto, também tracionada. Peças tracionadas têm seção menor quando comparadas a peças comprimidas, pois não sofrem o efeito da flambagem.



3\_ Diagrama de momentos fletores.  
Ação gravitacional.



4\_ Diagrama de esforços normais de tração e compressão.  
Ação gravitacional.

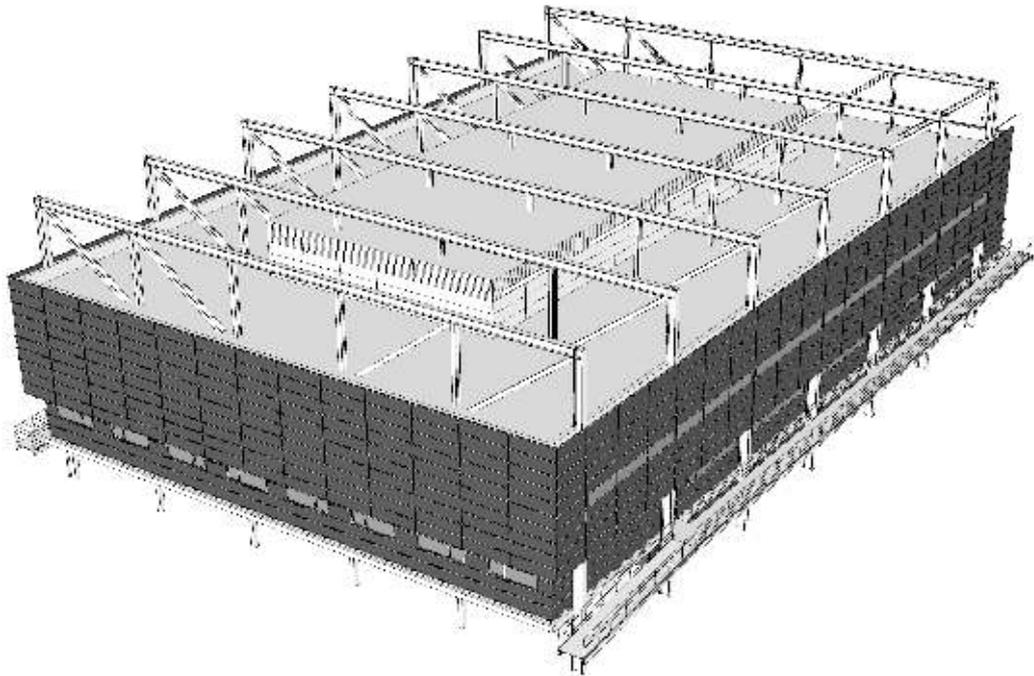


figura 4\_ perspectiva do conjunto

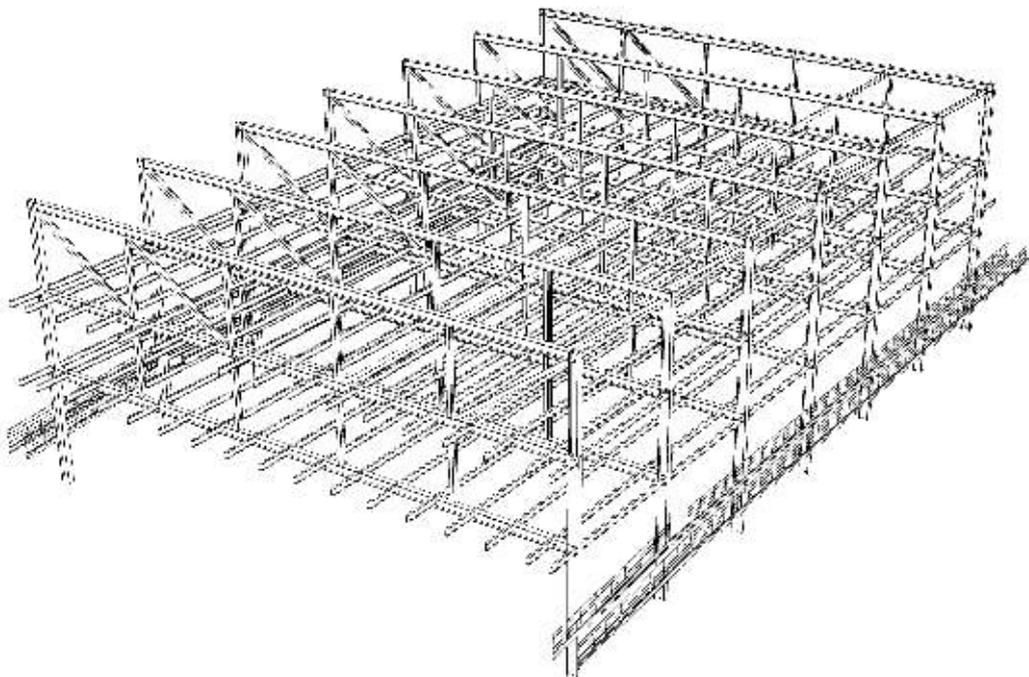


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## POSTO DE SAÚDE LA PINEDA

### LOCALIZAÇÃO

Vila-seca La Pineda, Espanha

### ARQUITETURA

RZA Arquitectes

### ESTRUTURA

Miquel Llorens

### ÁREA

470m<sup>2</sup>

### PROJETO

2008 > 2009

### CONSTRUÇÃO

2009

### DESCRIÇÃO

Formado por dois pavilhões paralelos deslocados entre si, este edifício para a saúde foi projetado em um único pavimento e de forma compacta. Na parte posterior um pátio aberto organiza, ilumina e ventila todos os ambientes contemplados pelo programa. O desencontro gerado na parte frontal configura um pátio de chegada. O edifício se levanta 60cm do solo para enfatizar a sua relação com a cota natural. A estrutura com pilares independentes gera um sistema construtivo flexível de baixo custo e de rápida execução.

### ESTRUTURA

Para criar o térreo semi-elevado e a cobertura em laje impermeabilizada foram utilizados, para as vigas, perfis laminados seção "I" e soldados seção "T" invertidos, com as mesas inferiores servindo de apoio para as lajes, além de seção "H" para pilares externos e tubos de seção circular para os pilares internos. As ligações são soldadas e a continuidade das mesas de vigas e pilares externos de seção de alma cheia, criando nós indeformáveis, é o recurso principal de estabilização da construção. As lajes são pré-fabricadas alveolares protendidas com complementação de capa "in loco"; a capa é ligada às vigas "T" por conectores de cisalhamento soldados nas almas das vigas, buscando transformar o plano horizontal em diafragma rígido. Os painéis de vedação também são painéis alveolares pré-moldados de concreto.

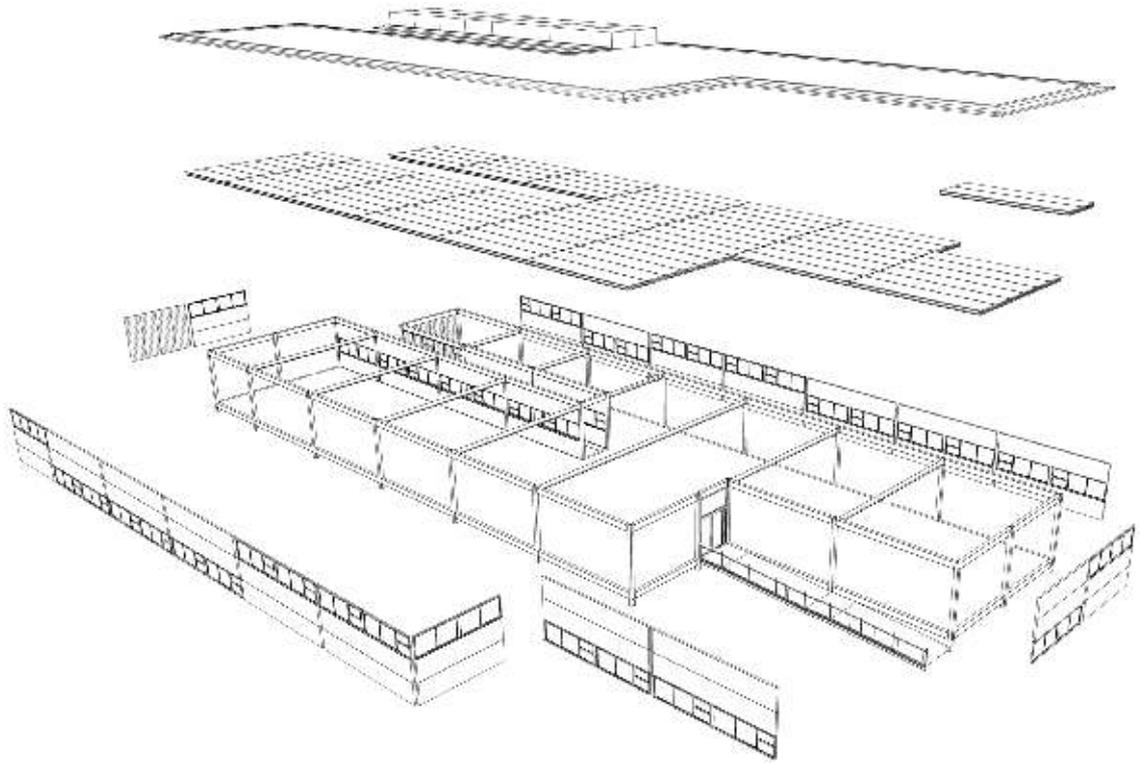


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

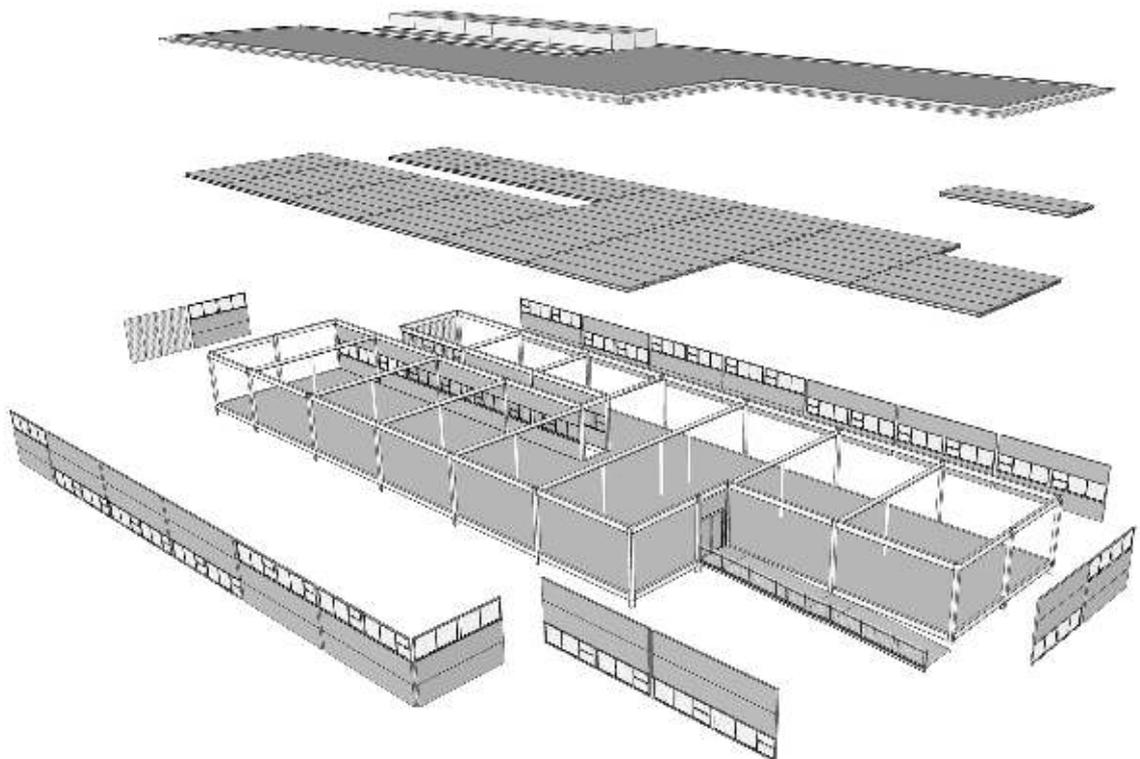
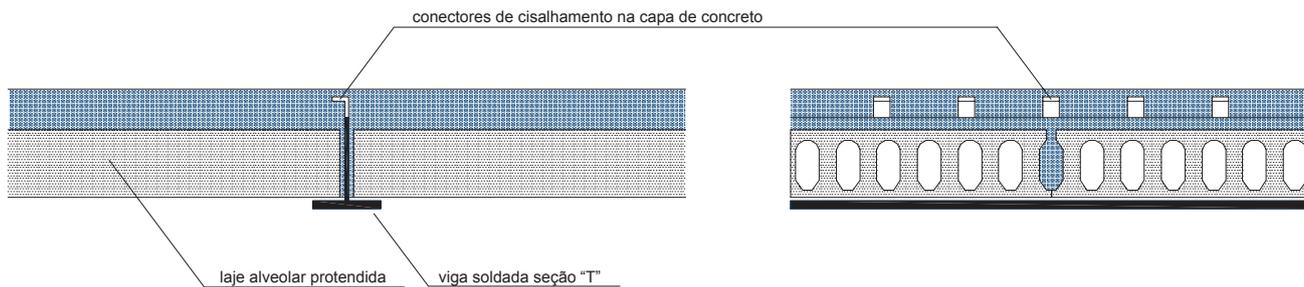
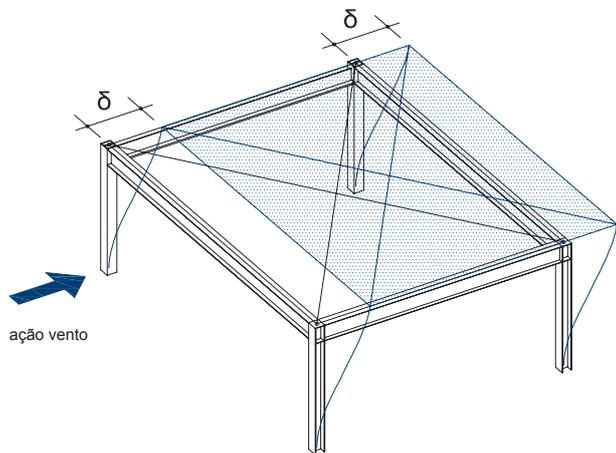


figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos

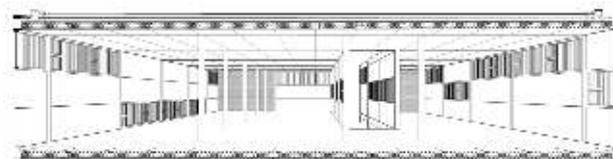


1\_ Conectores de cisalhamento



conectores de cisalhamento + capeamento = barras fictícias infinitamente rígidas ligando os pilares, resultando no deslocamento uniforme  $\Delta$  do plano.

2\_ Diafragma rígido



**DIAGRAMAS 1 E 2\_** Para absorver forças laterais os edifícios devem ter elementos horizontais e verticais que gerem estabilidade. O nó de pórtico soldado – com continuidade das mesas dos perfis – confere às ligações entre vigas e pilares a rigidez a momento necessária para o enrijecimento lateral dos planos verticais – dispensando a colocação de contraventamentos em diagonais. Os capeamentos das lajes alveolares, associados aos conectores de cisalhamento – perfis “L” soldados nas mesas das vigas que ficaram imersos na capa de concreto armado – possibilitam o funcionamento dos planos horizontais como diafragmas rígidos: chapas horizontais de grande rigidez importantes para transmitir as forças horizontais de vento atuando em uma das fachadas para todos os elementos verticais de estabilização.

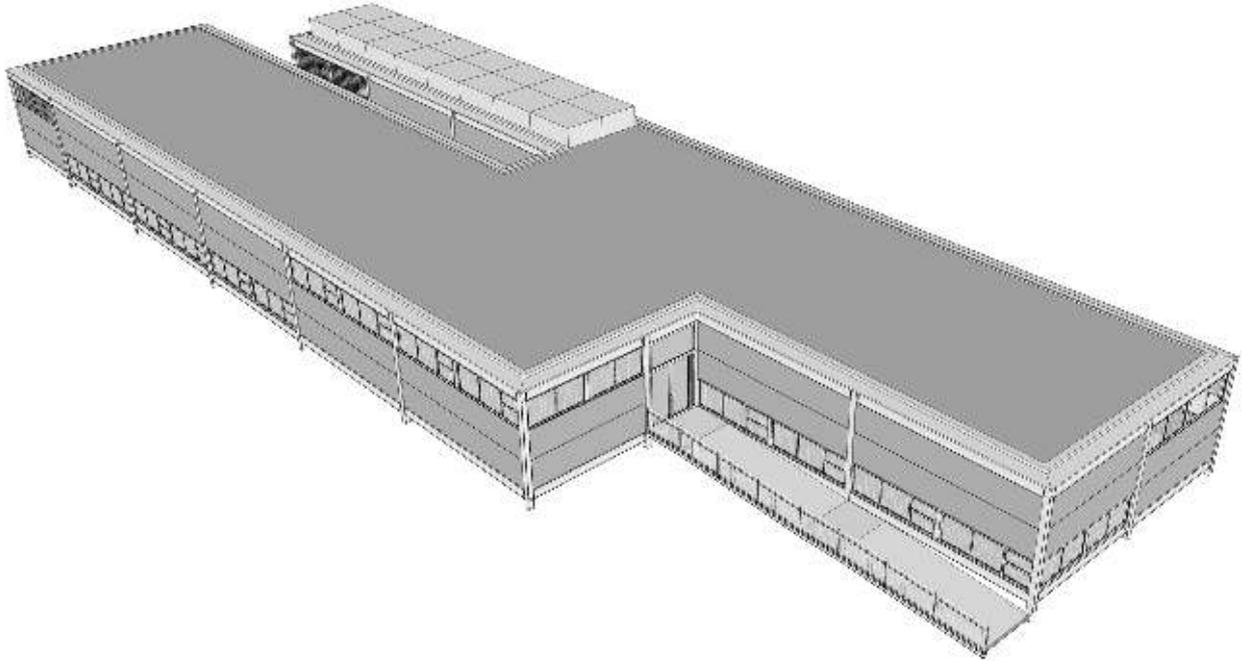


figura 4\_ perspectiva do conjunto

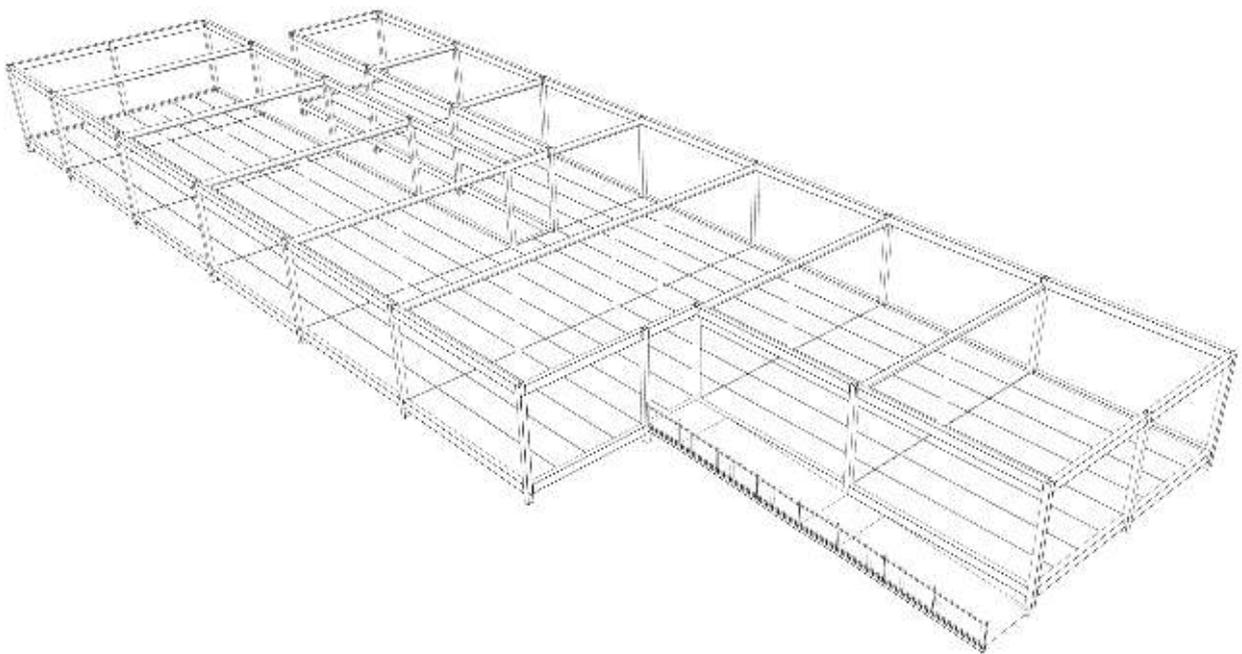


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## EDIFÍCIO BETA PUC RJ

### LOCALIZAÇÃO

Rio de Janeiro, RJ

### ARQUITETURA

Diego Portas, Marcos Favero, Andres Passaro

### ESTRUTURA

Sebastião Andrade, Geraldo Filizola e Luiz Fernando Martha

### ÁREA

470m<sup>2</sup>

### PROJETO

2008 > 2009

### CONSTRUÇÃO

2009

### DESCRIÇÃO

O partido deste edifício se destaca pela simplicidade. Trata-se de um pavilhão isolado de dois pavimentos com o térreo livre e apoiado em quatro pilotis. Inserido entre duas edificações pré-existentes, se apresenta com muita leveza e transparência. A sua circulação se organiza de maneira independente na parte posterior se ajustando ao terreno e gerando um percurso diferenciado para cada pavimento. Na fachada frontal um plano translúcido independente estabelece uma mediação com o entorno imediato.

### ESTRUTURA

Neste edifício institucional com dois pavimentos e cobertura-terraço somente quatro pilares em perfis de seção "H" são responsáveis pela estruturação dos planos horizontais; a cada dois, lançados recuados internamente das fachadas longitudinais, suportam vigas principais conectadas de maneira excêntrica com vão de 12 m e duplo balanço de 3 m. Na direção transversal, no mesmo plano das vigas principais, são lançadas vigas secundárias – de apoio das lajes em concreto armado – a cada 3 m e com furações na alma para passagem de tubulações. Todas as ligações das peças estruturais são soldadas e a estabilidade lateral é garantida por pórticos e diafragmas rígidos.

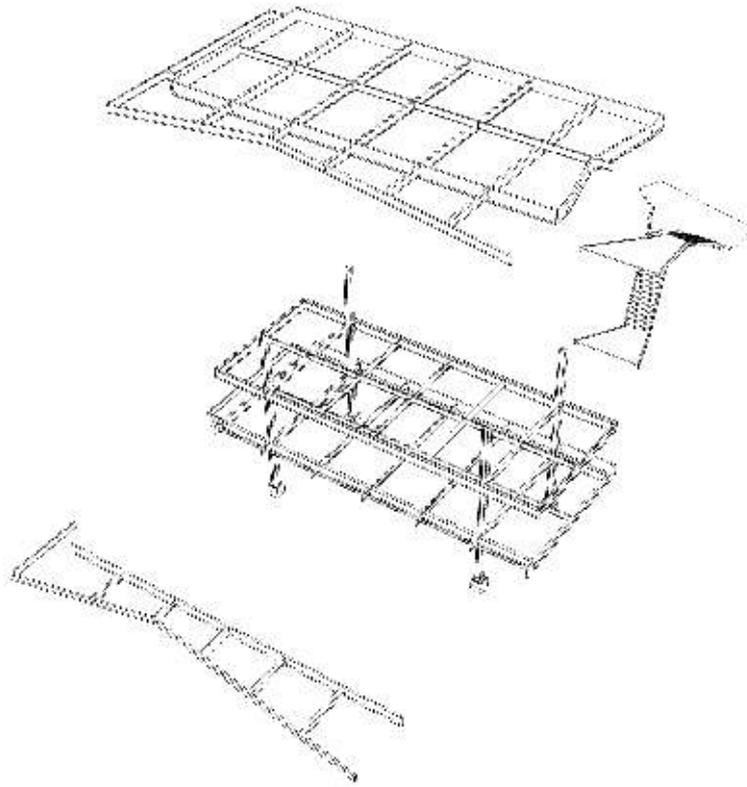


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

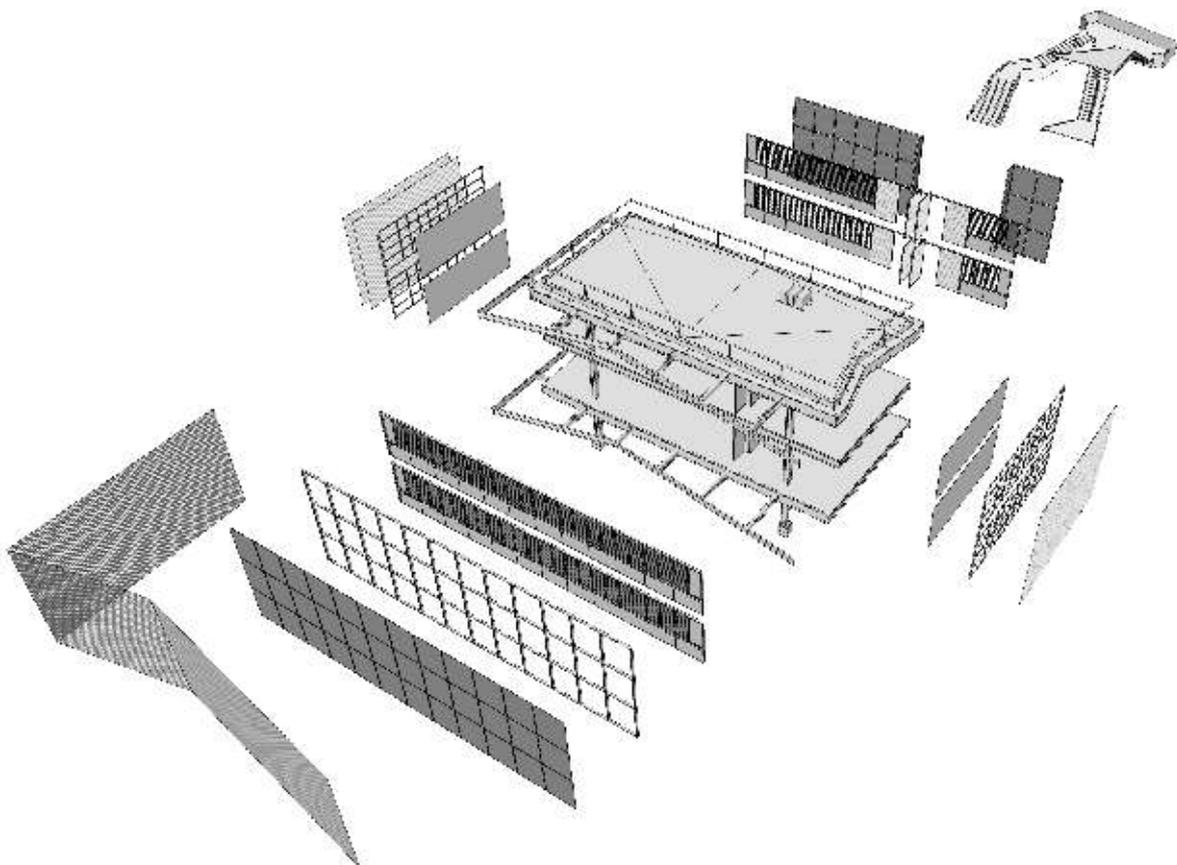
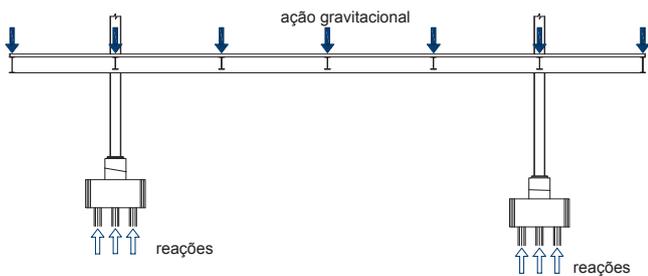


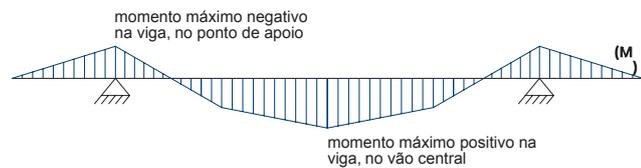
figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



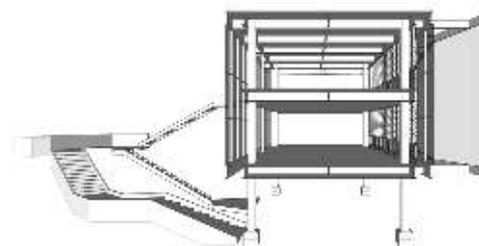
1\_ Viga principal com duplo balanço



2\_ Linha elástica da viga. Ação gravitacional.



3\_ Diagrama de momentos fletores. Ação gravitacional.



**DIAGRAMAS 1, 2 e 3\_** A estratégia de lançar vigas com duplo balanço aumenta a eficiência estrutural das peças: nesta composição são gerados momentos negativos nos apoios, que aliviam o momento positivo central, além de haver uma redução no deslocamento máximo no centro da peça. Na relação adequada entre vãos e balanços os momentos que tracionam fibras opostas da peça tornam-se idênticos e, dessa maneira, tem-se o menor esforço de flexão possível na viga, o que determina a utilização de um perfil com menor altura em comparação com uma viga biapoiada como solução.



4\_ Ligações soldadas

**IMAGEM 4\_** Conexões por soldas são eficientes, pois a fusão do metal garante a continuidade entre as peças com manutenção das características mecânicas do material nas ligações; em função disso, uma estrutura com ligações soldadas comporta-se de forma mais rígida que uma de ligações parafusadas. A soldagem em campo, contudo, exige mais preparo técnico da equipe para garantir a qualidade das ligações – que são notadamente mais difíceis de executar. Pelas conexões soldadas as vigas internas secundárias dos pavimentos puderam prolongar-se além da fachada longitudinal frontal para, em balanço, sustentar pergolados de apoio de tela para uma fachada verde.

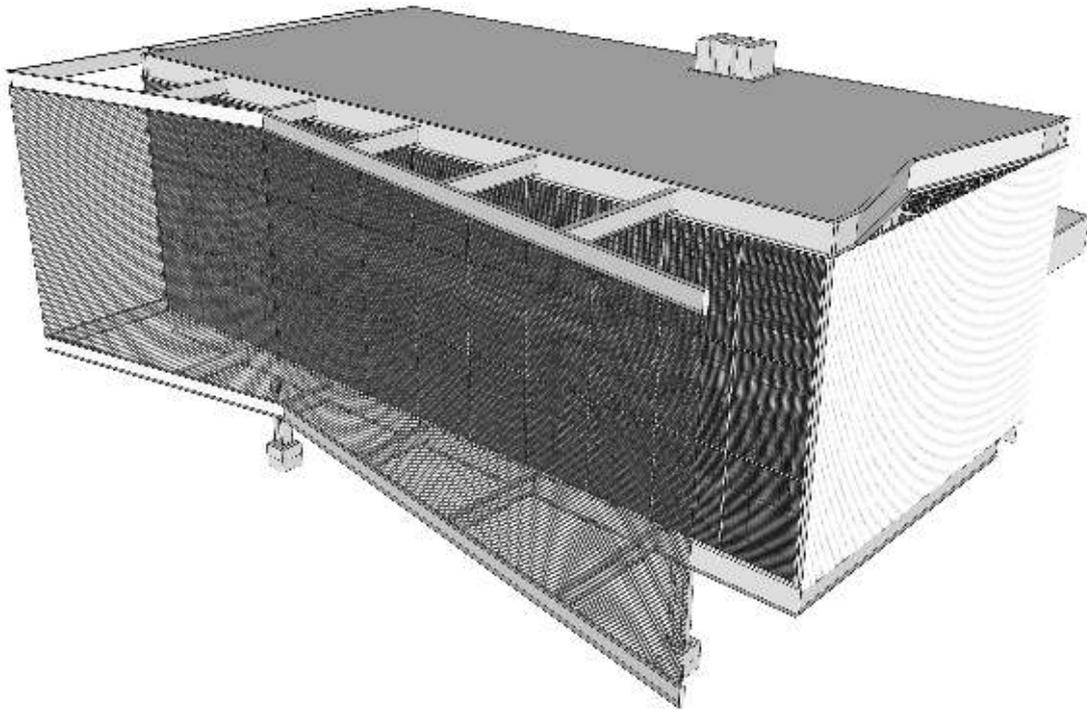


figura 4\_ perspectiva do conjunto

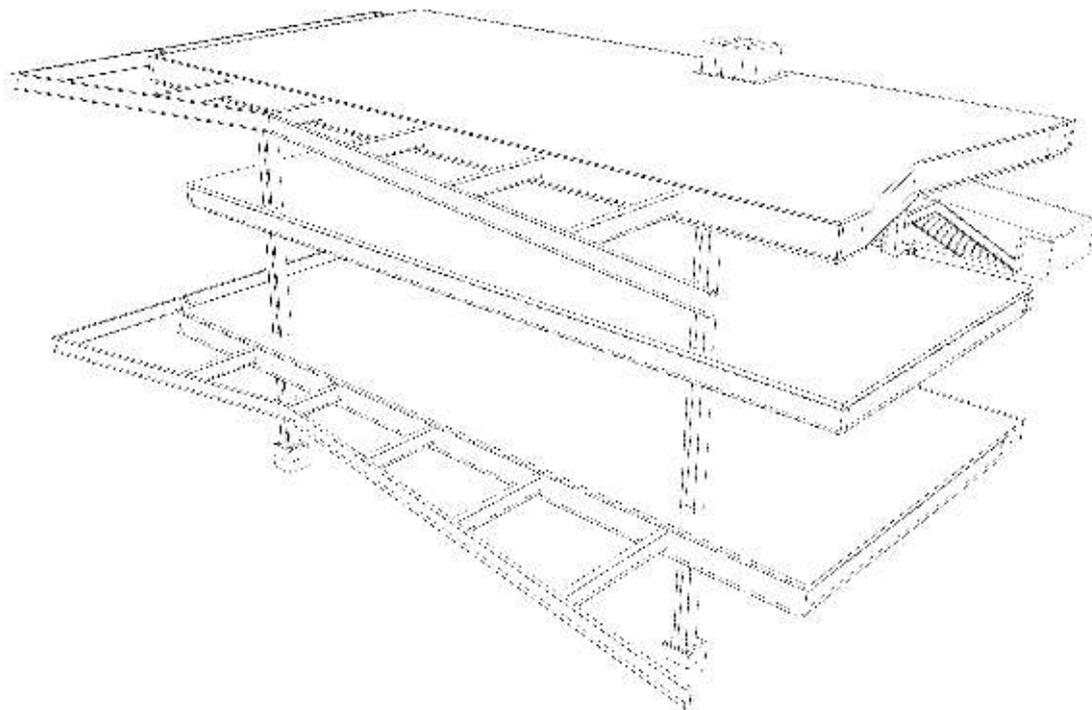


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## EDIFÍCIO GARAGEM ECO BERRINI

### LOCALIZAÇÃO

São Paulo, SP

### ARQUITETURA

Aflalo & Gasperini Arquitetos

### ESTRUTURA

BELTEC (Estrutura Metálica)

### ÁREA

92.475,57m<sup>2</sup>

### PROJETO

2007 > 2009

### CONSTRUÇÃO

2009

### DESCRIÇÃO

Esta ampliação em estrutura metálica funciona com um acoplamento na estrutura de concreto existente. Este edifício garagem em concreto, que originalmente foi concebido em rampas conectando meios-níveis, pôde ser completado pela adição de dois pavimentos seguindo a mesma modulação estrutural. Ao circuito interno de rampas se adiciona também uma rampa metálica exclusivamente para o escoamento dos veículos.

### ESTRUTURA

Neste edifício garagem a nova estrutura, com modulação coerente ao uso, é composta por perfis laminados para as vigas e pilares; além disso, pela utilização de lajes steel deck, as vigas foram calculadas como “vigas mistas”. O sistema de contraventamento vertical, por diagonais de barras rígidas em quadros articulados, foi aplicado nas caixas de escada/elevadores e nas fachadas; no plano horizontal as lajes funcionam como diafragmas rígidos.

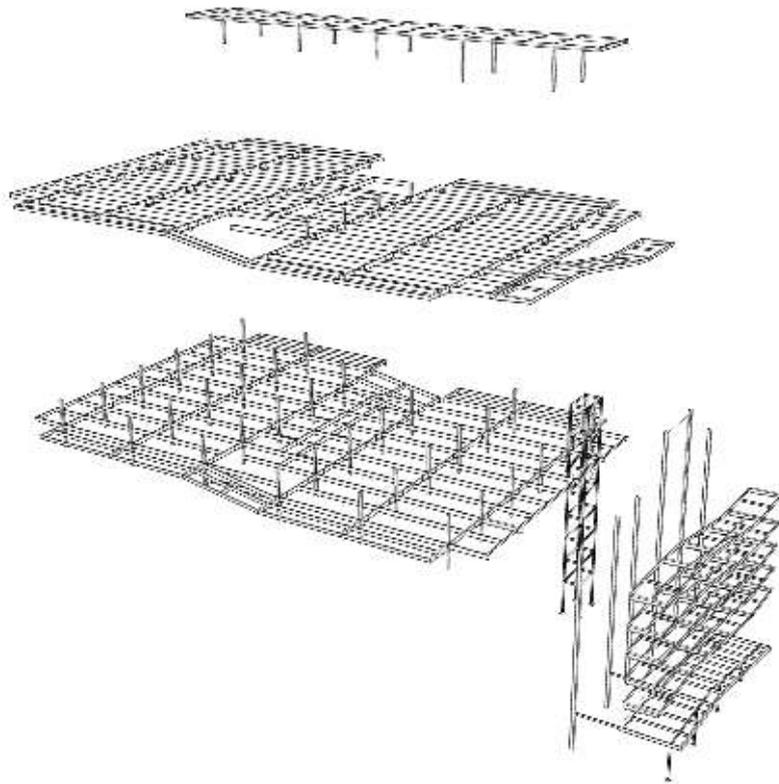


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

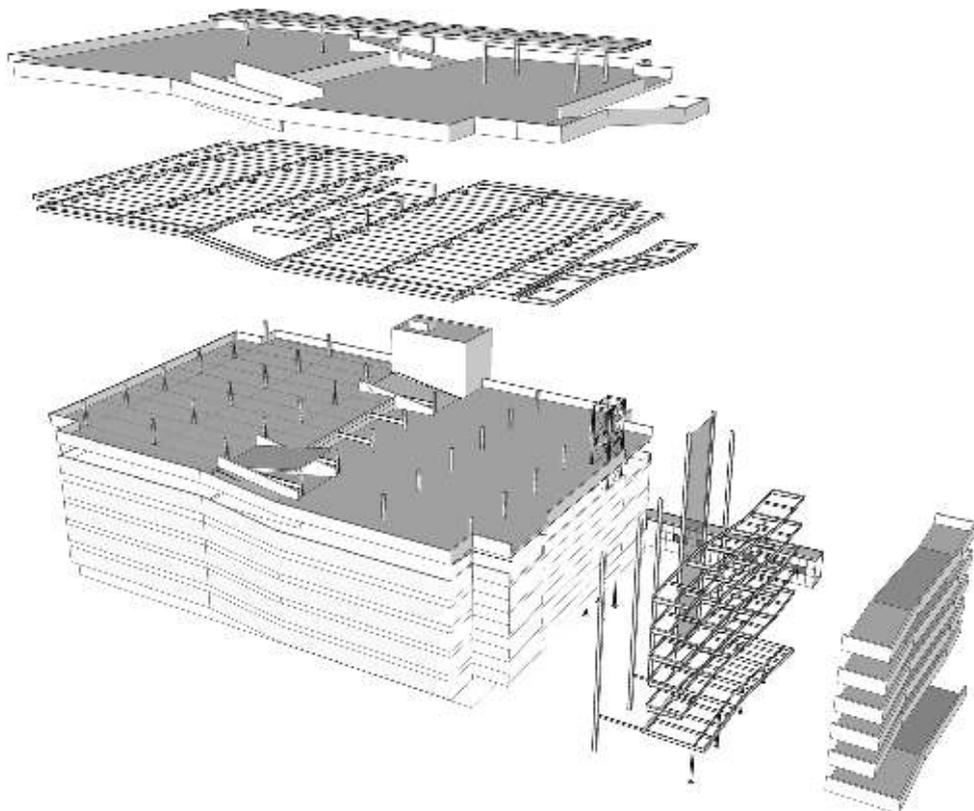
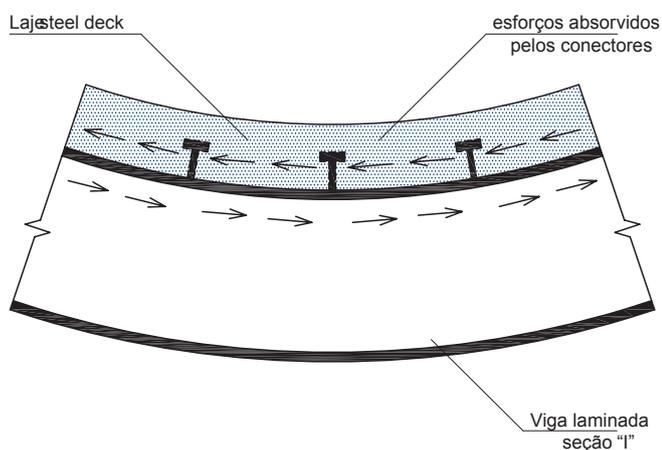
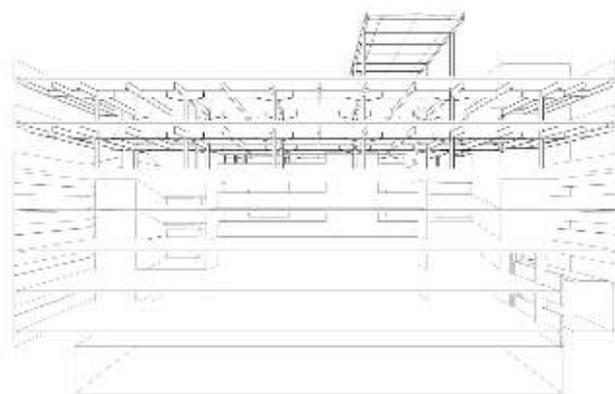
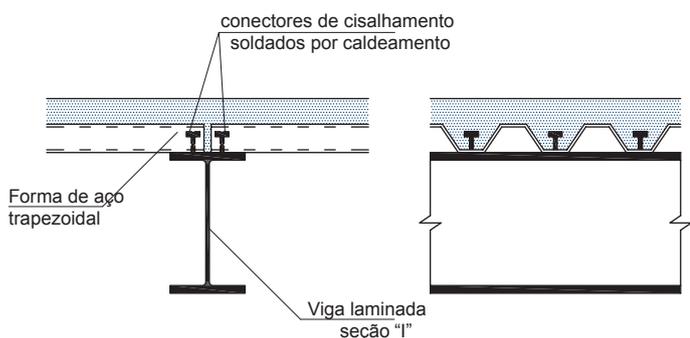


figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



**DIAGRAMA 1\_** Os pilares foram lançados com modulação de 10,9 m x 7,07 m; as vigas biapoiadas de seção "I" laminadas, para vencerem os vãos com eficiência, puderam contar com a capa de compressão em concreto armado resultante do sistema de lajes steel deck (que incorpora uma chapa de aço conformada – que prescinde, na maior parte dos casos, de escoramento durante a construção – e que passa a ser a armadura positiva da laje quando concretada); por meio de conectores sujeitos à força cortante, que impedem o deslizamento da laje em relação à viga, incorpora-se uma extensão da laje como parte da viga, na região comprimida, o que alivia o consumo de aço do perfil e aumenta a inércia da peça, impedindo deformações excessivas em grandes vãos.

1\_ Conectores de cisalhamento

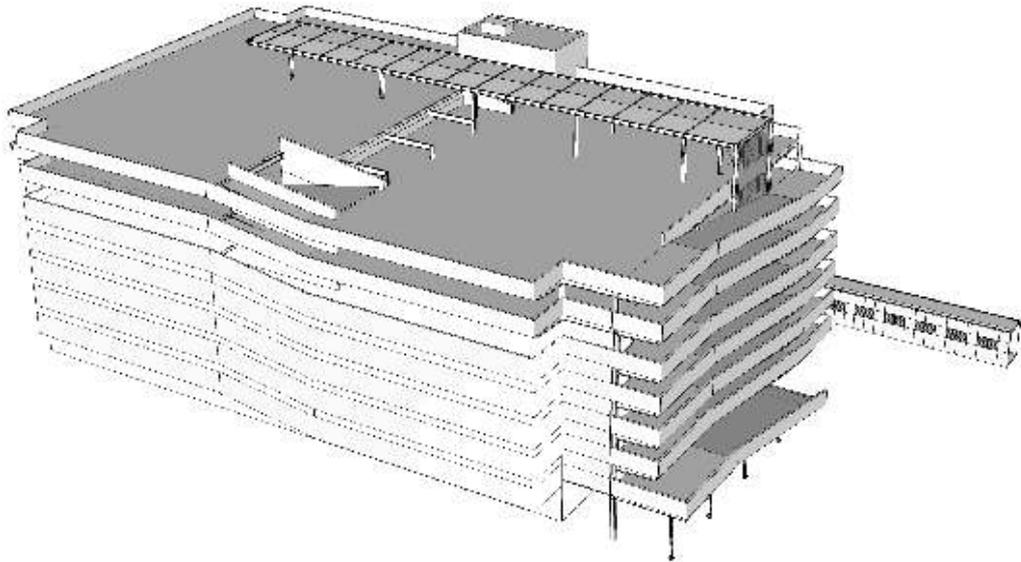


figura 4\_ perspectiva do conjunto

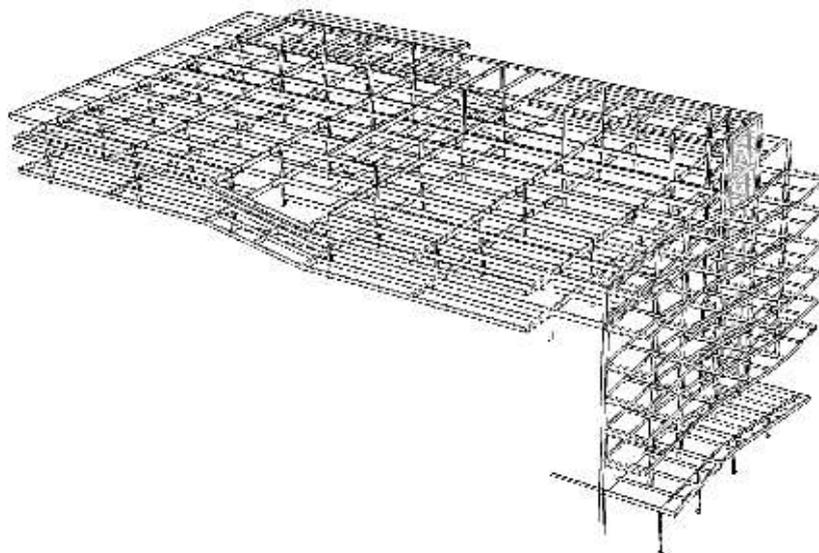


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS TÉCNICOS OXI

### LOCALIZAÇÃO

Curitiba, PR

### ARQUITETURA

IO Arquitetura

### ESTRUTURA

Andrade Rezende Engenharia (Estrutura Metálica)

### ÁREA

2.341m<sup>2</sup>

### PROJETO

2010 > 2011

### CONSTRUÇÃO

2011

### DESCRIÇÃO

Dois blocos paralelos e acristalados configuram um vazio central, ambos se conectam pela circulação vertical. O partido se organiza a partir da condição urbana do lote, a dupla fachada em cotas distintas hierarquiza os acessos comerciais e de veículos. Os recuos laterais foram “incorporados” como passadiços técnicos de manutenção em uma estratégia que recompõe o volume original com maior generosidade. O destaque fica para as varandas, cada uma resolvida de maneira individual.

### ESTRUTURA

Neste edifício de escritórios de três pavimentos e ático a estrutura em perfis laminados seção “I” e “H” de aço patinável com ligações predominantemente parafusadas é montada sobre um embasamento em concreto armado, em subsolo, recebendo pré-lajes de 13 cm solidarizada às vigas por conectores de cisalhamento. Fachadas laterais de chapas de aço patinável sustentam-se a partir de vigas em balanço; tirantes partindo também de vigas em balanço na cobertura sustentam varandas na fachada posterior. A estabilidade lateral depende de planos enrijecidos por tirantes de seção circular pré-tensionados dispostos em forma de “X” nas duas direções principais e dos diafragmas rígidos.

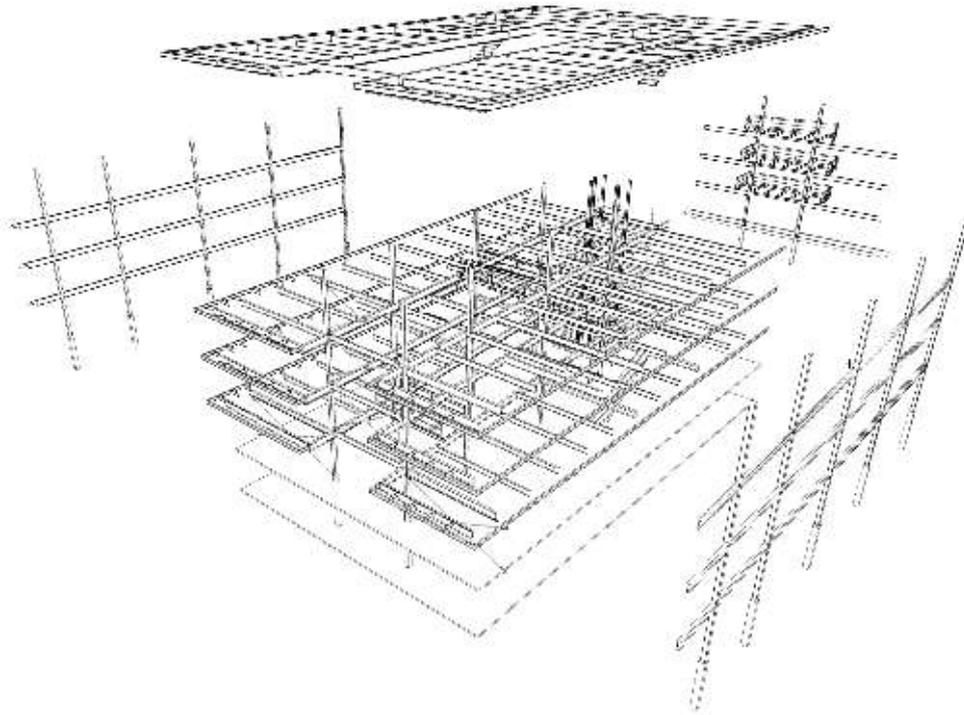


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

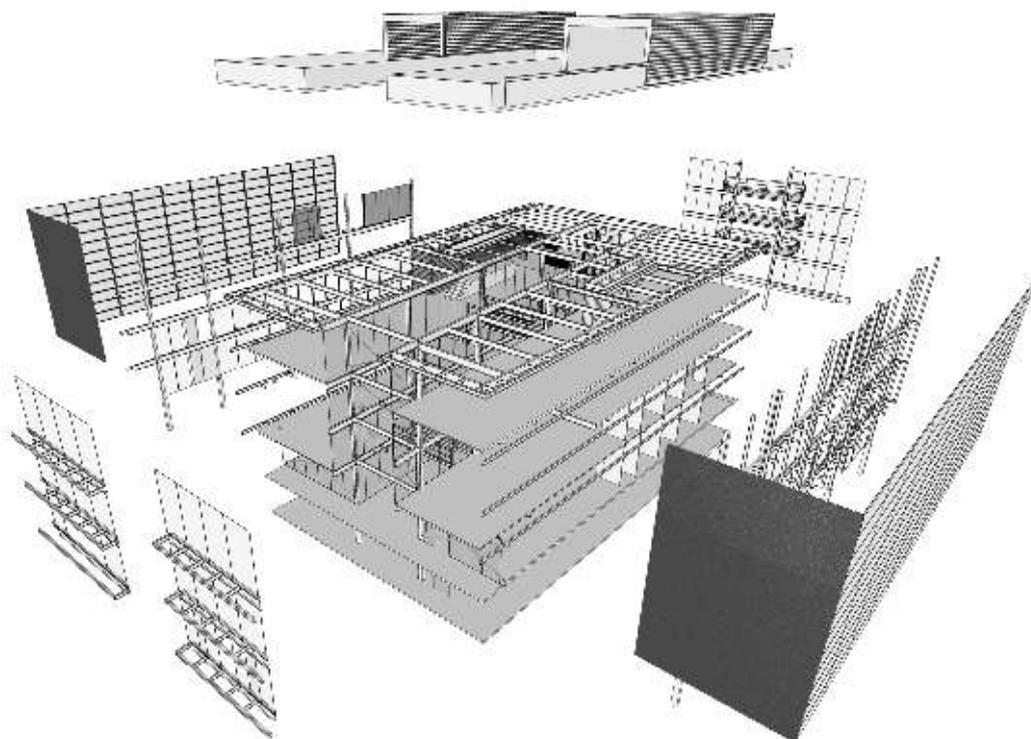
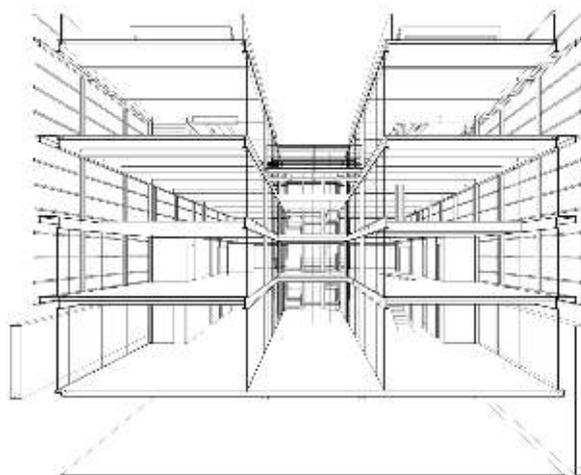
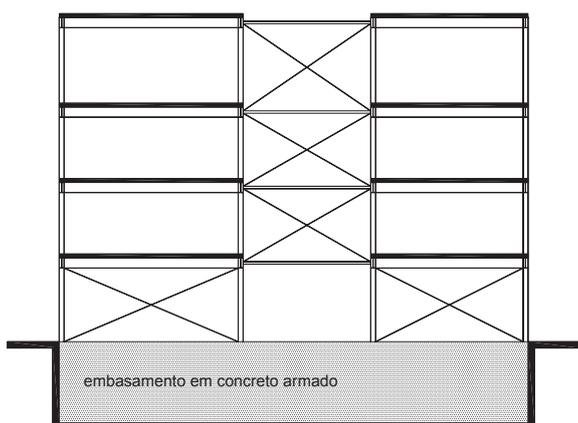
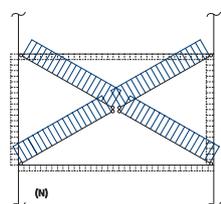


figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos

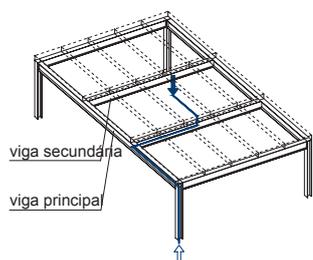


1\_ Sistema vertical de contraventamento.  
Pórticos contraventados - Diagonais pré-tensionadas



..... esforço normal de compressão na barra  
— esforço normal de tração na barra

2\_ Diagrama de forças normais de tração e compressão.  
Pré-tensionamento das diagonais.



3\_ Transferência da ação gravitacional.  
Vigas principal e vigas secundárias.

**DIAGRAMAS 1 e 2\_** O sistema vertical de contraventamento é definido por barras diagonais de seção circular pré-tensionadas dispostas em "X" a partir de um nó central em alguns planos de vigas e pilares, nas duas direções principais da edificação; em cada plano contraventado o pré-tensionamento das diagonais aplica compressão nos elementos rígidos do quadro, o que configura um sistema protendido estável sob a ação dos carregamentos de vento.

Nos pavimentos têm-se duas ordens de vigamento: as secundárias vencem o vão transversal de 7 m, no máximo, locadas a cada 2,5 m; apoiam-se em pilares nas fachadas laterais da edificação ou em vigas principais dispostas entre os pilares, alinhadas pela mesa inferior. Sobre as vigas secundárias apoiam-se as pré-lajes unidirecionais que, tendo conectores de cisalhamento soldados nas vigas, funcionam como o diafragma rígido componente do sistema de contraventamento.

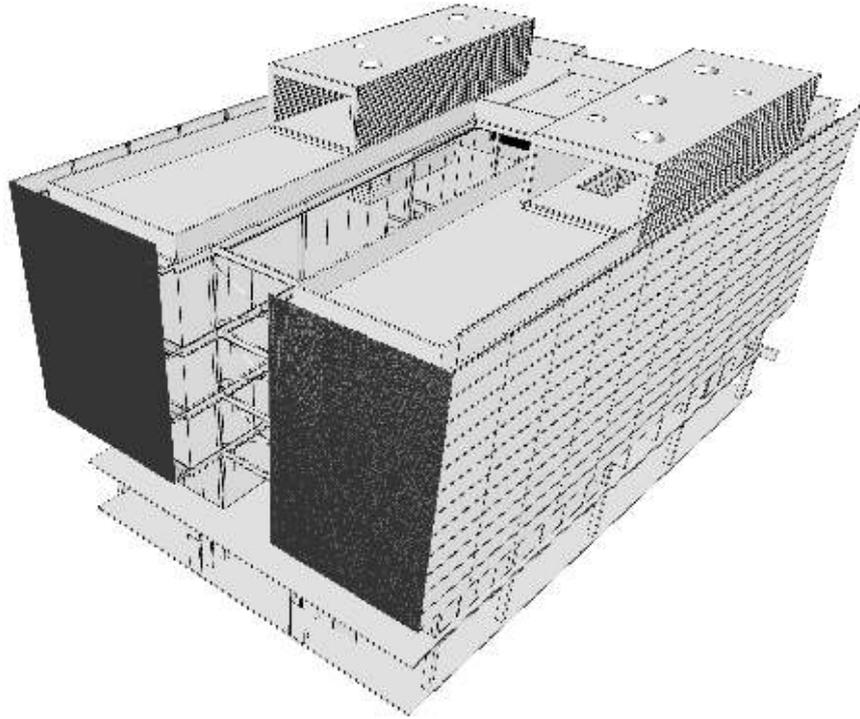


figura 4\_ perspectiva do conjunto

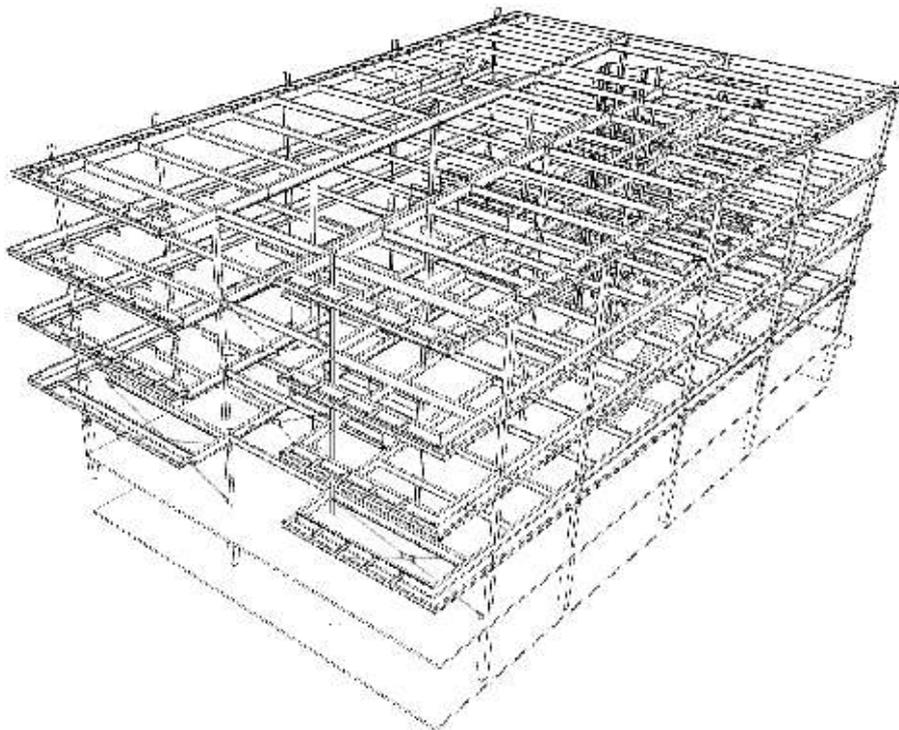


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## EDIFÍCIO BHTEC UFMG

### LOCALIZAÇÃO

Belo Horizonte, MG

### ARQUITETURA

Arquitetos Associados

### ESTRUTURA

T3 Tecnologias Integradas

### ÁREA

470m<sup>2</sup>

### PROJETO

2006

### CONSTRUÇÃO

2008 > 2012

### DESCRIÇÃO

O edifício apresentado aqui é o primeiro de outros cinco que fazem parte do Plano Diretor do Parque Tecnológico. Dois sistemas estruturais formam o primeiro volume, com base de concreto armado e estrutura metálica a partir do primeiro pavimento sobre pilotis. A base escalonada tem três subsolos de estacionamento em meios níveis, dois andares técnicos com vestiários, copa e estar de funcionários e áreas técnicas. O primeiro pavimento (térreo) é inteiro sobre pilotis e constitui o acesso principal que se dá por uma passarela de pedestres. De um dos lados se organiza o programa de uso comum às empresas: salas de reunião, auditório para pessoas, cafeteria, área para exposições e deck externo. A circulação vertical se organiza em duas torres soltas do edifício, separando a circulação social – conectada ao núcleo hidráulico – da circulação de serviço. O segundo ao quarto pavimento são livres, com redes de infraestrutura que permitem grande flexibilidade de uso.

### ESTRUTURA

Edifício institucional de quatro pavimentos em perfis de seção “I” e “H” e deseção “L” em aço patinável contendo ligações predominantemente aparafusadas, construído sobre um embasamento com pavimentos em concreto armado escalonados para se ajustar à topografia acidentada do terreno; o acesso de pedestres é uma passarela em aço e, neste nível de

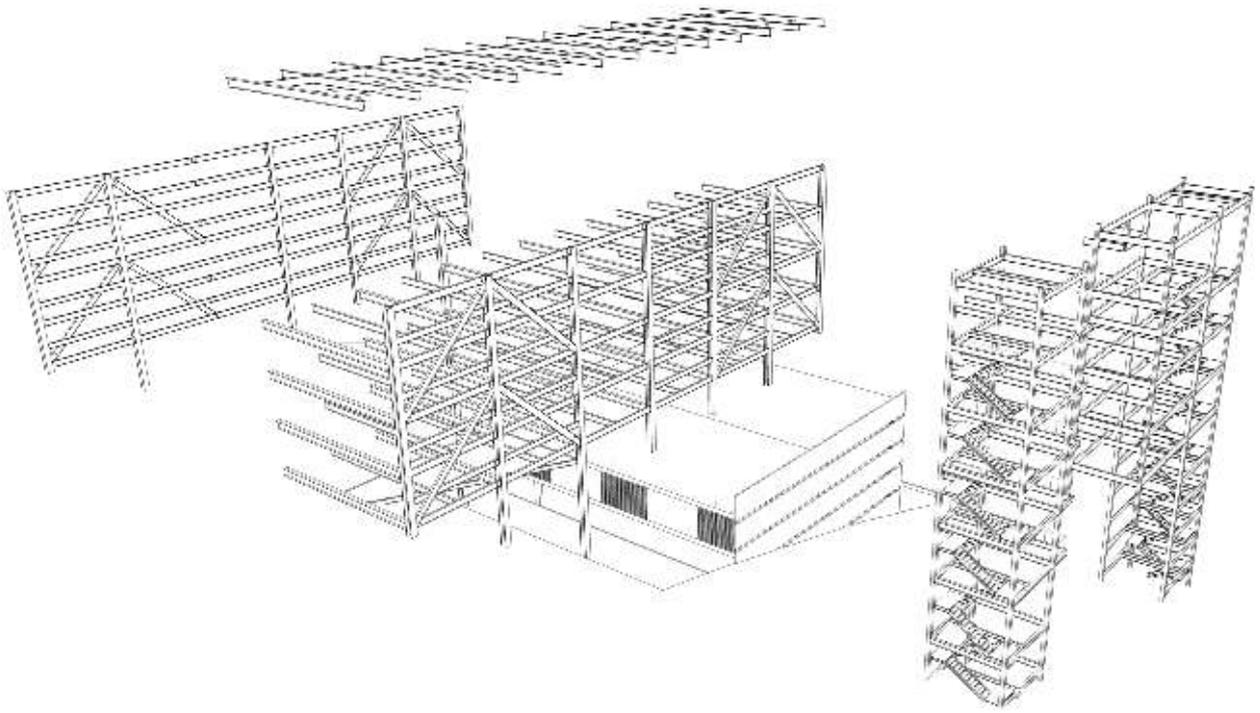


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

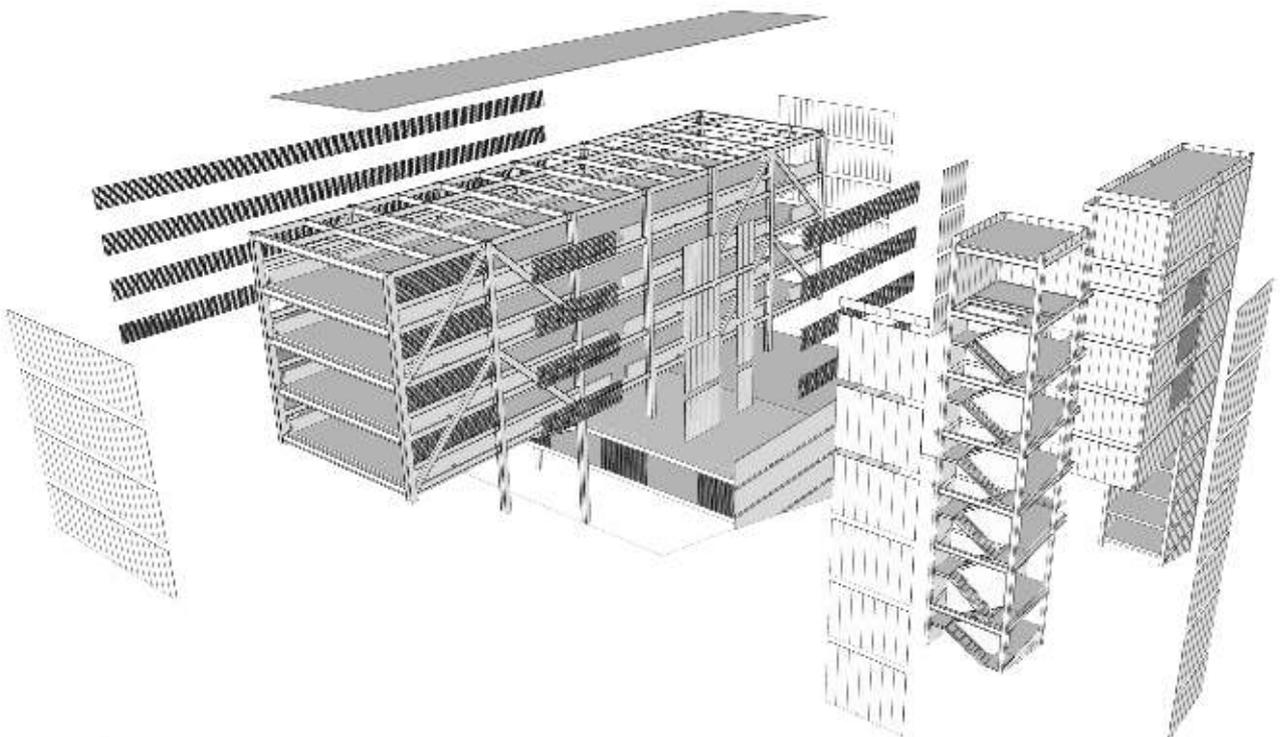
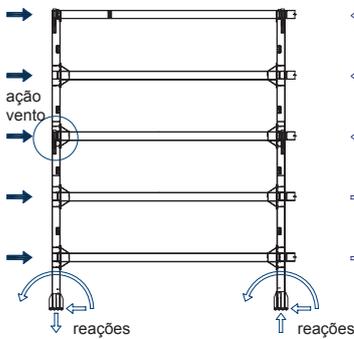
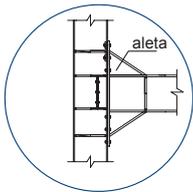
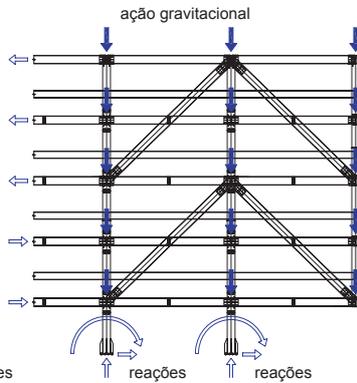


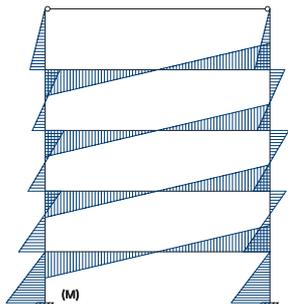
figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



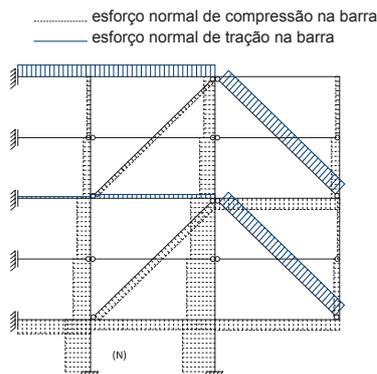
1\_ Composição Estrutural  
Contraventamento por  
pórticos rígidos



2\_ Composição Estrutural  
Estais para os balanços e diagonais  
do pórtico contraventado

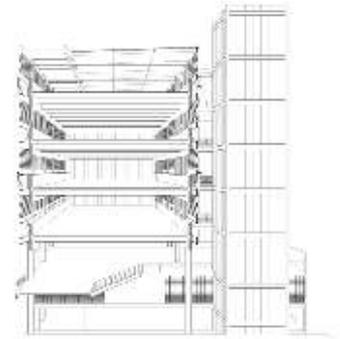


3\_ Diagrama de momentos flectores.  
Ação do vento.



4\_ Diagrama de esforços normais de  
tração e compressão.  
Ação gravitacional.

pilotis, encontra-se também uma plataforma atirantada por feixes de barras de seção circular. O contraventamento da estrutura na direção transversal da volumetria é conseguido pela formação de pórticos com ligações a momento entre vigas e pilares, e na direção longitudinal são formados pórticos contraventados por diagonais que se prolongam para os balanços das extremidades, sustentando-os por atirantamento, nas fachadas. Anexo ao edifício tem-se dois núcleos de circulação em estrutura metálica de pórticos rígidos de seções “I” e “H”.



**DIAGRAMA 1\_** Nos pavimentos, na direção transversal do edifício, vigas soldadas seção “I” são posicionadas nos alinhamentos dos pilares – a cada 9,6 m, além de vigas laminadas intermediárias biapoiadas em vigas principais, todas vencendo vãos da ordem de 16 m. Sobre as vigas apoiam-se lajes pré-fabricadas alveolares protendidas com capa de concreto solidificada às vigas por meio de conectores de cisalhamento. Sob a ação do vento verificam-se os esforços de momento nas ligações entre vigas e pilares, o que justifica o detalhe de enrijecimento dos nós com aletas para a formação de pórticos sem diagonais.

**DIAGRAMAS 2, 3 e 4\_** Para estruturar os balanços das extremidades longitudinais do edifício fez-se uso da eficiência dos estais – perfis de seção “I” inclinados – que sofrem tração pela ação gravitacional e que, continuando além dos balanços, entre dois pilares, transformam-se nas diagonais de pórticos contraventados – que conferem estabilidade nesta direção. Como os pórticos foram gerados por apenas uma diagonal por quadro, as mesmas podem sofrer tração ou compressão, dependendo do sentido do vento, e por isso não puderam ser executadas por barras leves; os perfis seção “I” adotados têm rigidez necessária para diminuir o índice de esbeltez e, dessa forma, evitar a flambagem quando comprimidos.

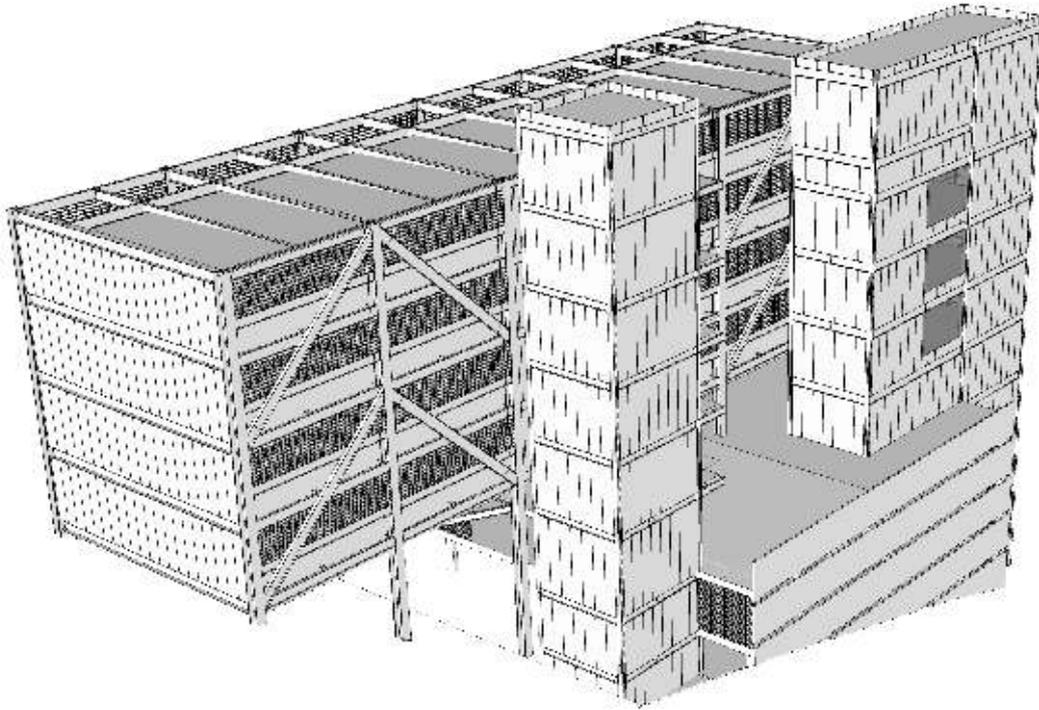


figura 4\_ perspectiva do conjunto

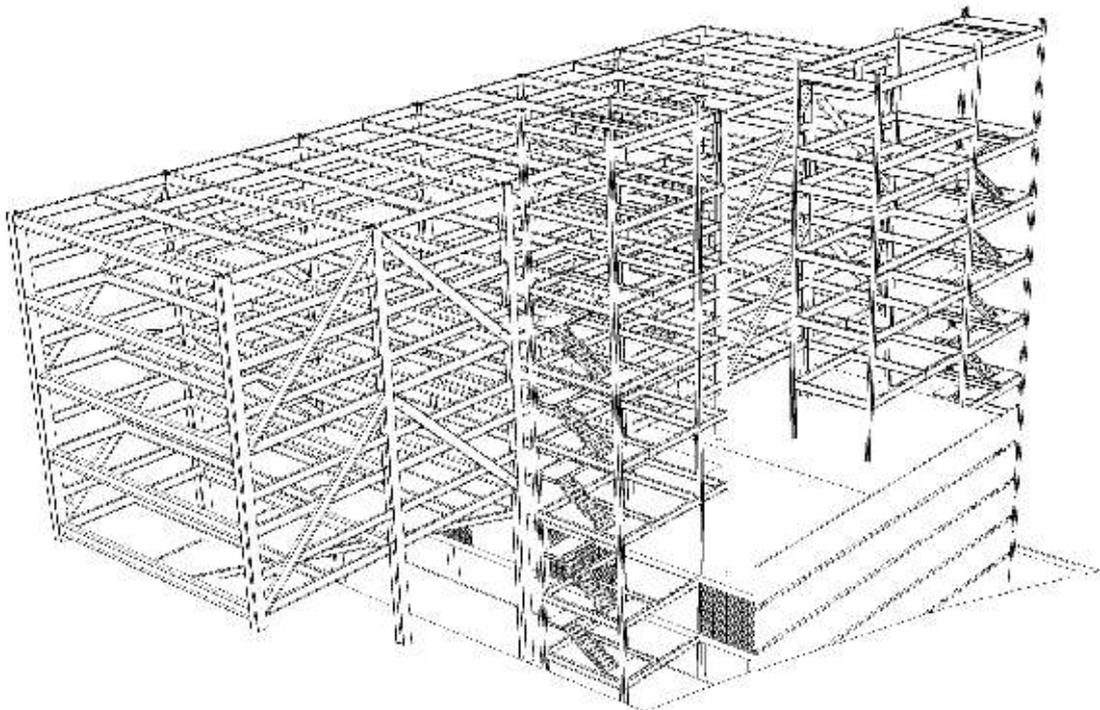


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## MÓDULO ALTO DE PINHEIROS

### LOCALIZAÇÃO

São Paulo, SP

### ARQUITETURA

Rocco Arquitetos Associados

### ESTRUTURA

VMC Projetos Mecânicos e Estruturais

### ÁREA

2.494,95m<sup>2</sup>

### PROJETO

2006 > 2008

### CONSTRUÇÃO

2008

### DESCRIÇÃO

Apesar do terreno exíguo, tanto em dimensões como em potencialidade construtiva, a estratégia adotada implanta habilidosamente quatro edifícios de quatro pavimentos cada que geram treze conjuntos para locação. A maior parte destes espaços comerciais é contemplada com generosos terraços ajardinados, solução que aumenta a superfície de iluminação natural e ventilação aproveitando as generosas vistas para o parque em frente. Destaca-se também o uso inteligente dos recuos com jardins e pátios, evitando espaços residuais e sem uso.

### ESTRUTURA

Estrutura metálica aparente de perfis laminados seções “I” e “H” – com ligações soldadas entre as peças – nascendo sobre um subsolo com estrutura em concreto armado. Destacam-se os vãos livres de 12 m e os pés-direitos duplos; as lajes de piso são painéis treliçados com complementação “in loco” de capa de concreto armado. A estabilidade lateral é conseguida pelos nós rígidos entre vigas e pilares, formando pórticos. A cobertura estrutura-se por vigas de madeira, apoiadas em pilaretes de aço, com balanços para a criação de beirais; sobre as vigas são locados os caibros em perfis cantoneira de abas enrijecidas enrijecida formadas a frio, onde se apoiam as telhas metálicas termoacústicas. Os fechamentos são em alvenaria de tijolos cerâmicos furados e vidro.

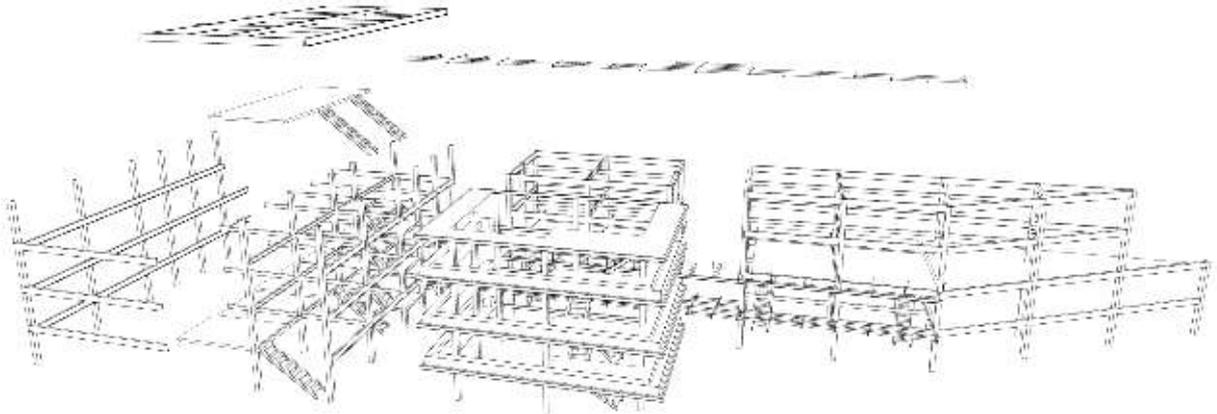


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

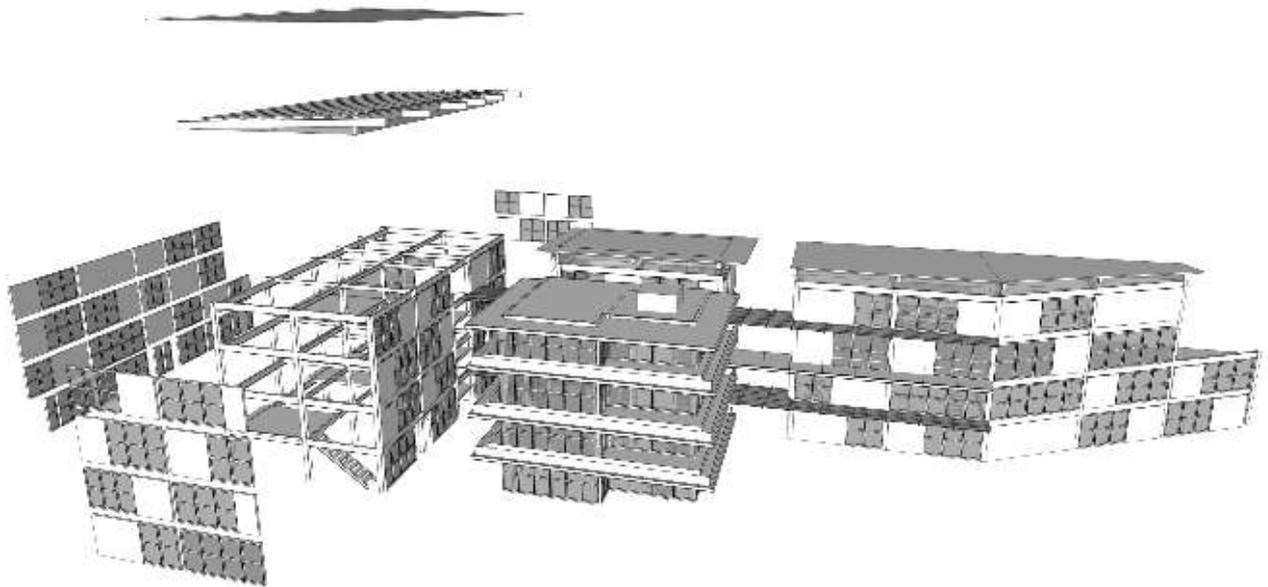


figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



1\_ Escada metálica



**IMAGENS 1 e 2\_** Além dos componentes estruturais principais, perfis e chapas de aço são utilizados para a estruturação de diversos componentes: guarda-corpos, marquises, gradis e escadas. Nestas, chapas metálicas são dobradas em peças que formam as pisadas e espelhos; na direção longitudinal a estrutura principal são duas vigas de borda em chapa de aço cortadas de forma a ajustar-se ao desenho das pisadas; as ligações entre os componentes são soldadas.

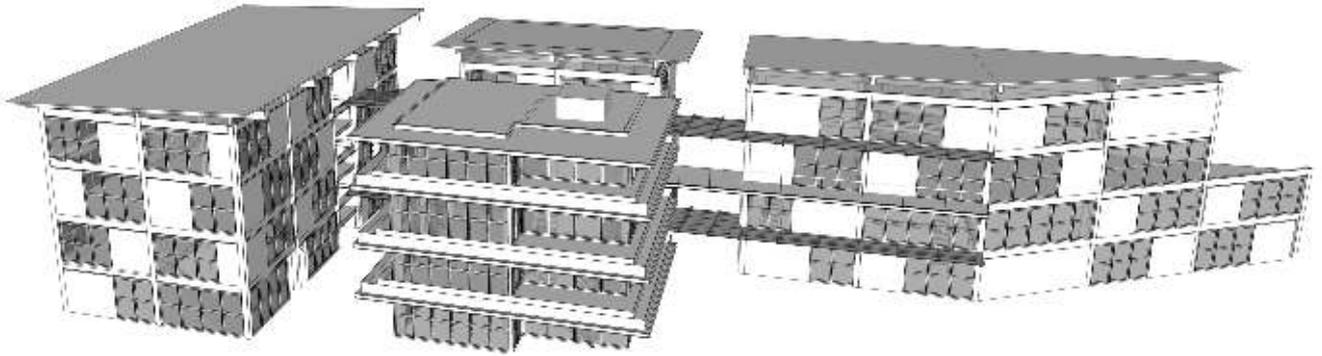


figura 4\_ perspectiva do conjunto

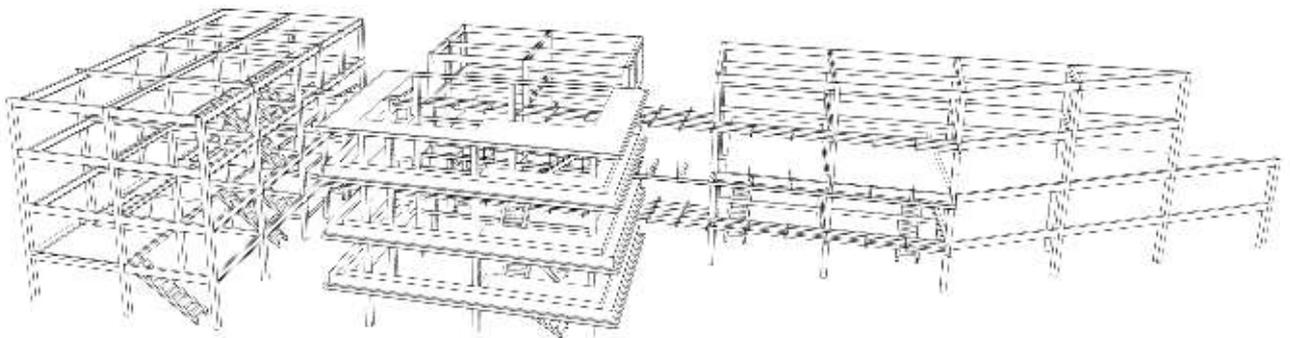


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## SCALA WORK CENTER

### LOCALIZAÇÃO

Belo Horizonte, MG

### ARQUITETURA

João Diniz

### ESTRUTURA

Codeme

### ÁREA

5.500m<sup>2</sup>

### PROJETO

1995

### CONSTRUÇÃO

1998

### DESCRIÇÃO

O edifício se organiza a partir de um térreo público com acesso e lojas, a base se completa com três pavimentos de garagens. No quinto pavimento, pilotis fazem a transição para o corpo de quatorze pavimentos tipos destinados a salas comerciais para consultórios médicos e clínicas. Por exigência da legislação local, a partir do 14º pavimento o edifício recua. O resultado expõe a estrutura e auxilia a configuração do seu coroamento.

### ESTRUTURA

A estrutura metálica – vigas seção “I” e pilares seção “H” – fica aparente. No pavimento de transição entre os pisos de estacionamento e os de consultórios médicos a coluna central de pilares ramifica-se pelo uso de escoras, possibilitando a criação de um corredor central nos pavimentos tipo. A estabilidade lateral longitudinal conta com uma torre de circulação vertical executada em concreto armado localizada em uma das extremidades da edificação; ligações rígidas entre vigas e pilares formando pórticos é o recurso utilizado na direção transversal – que é a mais carregada, já que as forças sobre os elementos dessa direção são geradas pelo vento incidente nas fachadas maiores. As lajes em concreto foram executadas sobre formas metálicas incorporadas (composição denominada steel deck) que se solidarizam às vigas por meio de conectores de cisalhamento (stud bolts).

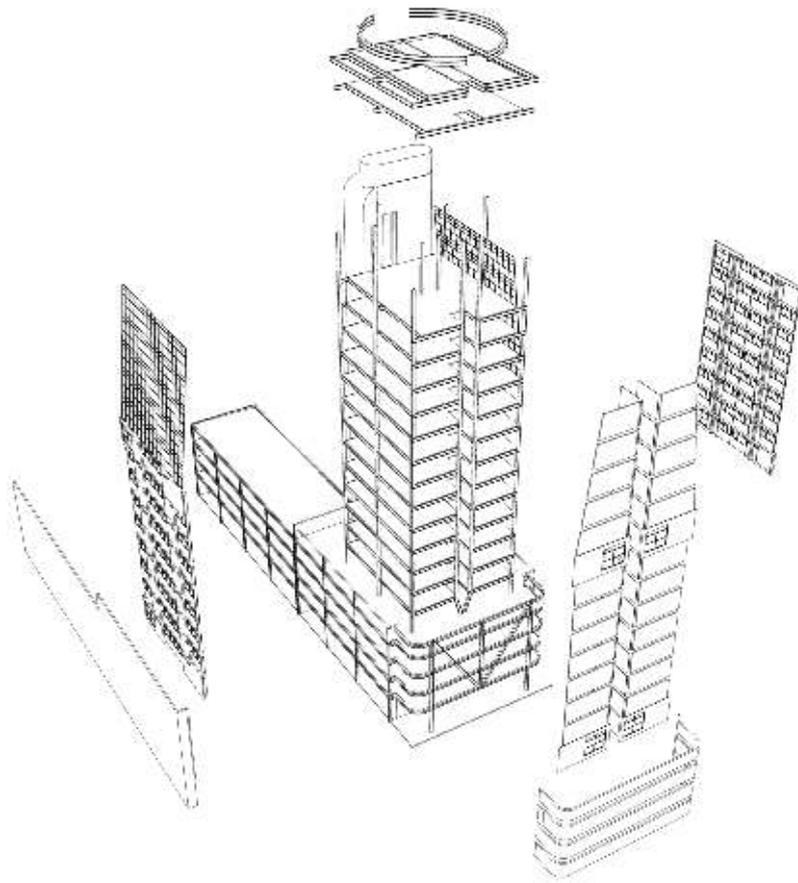


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

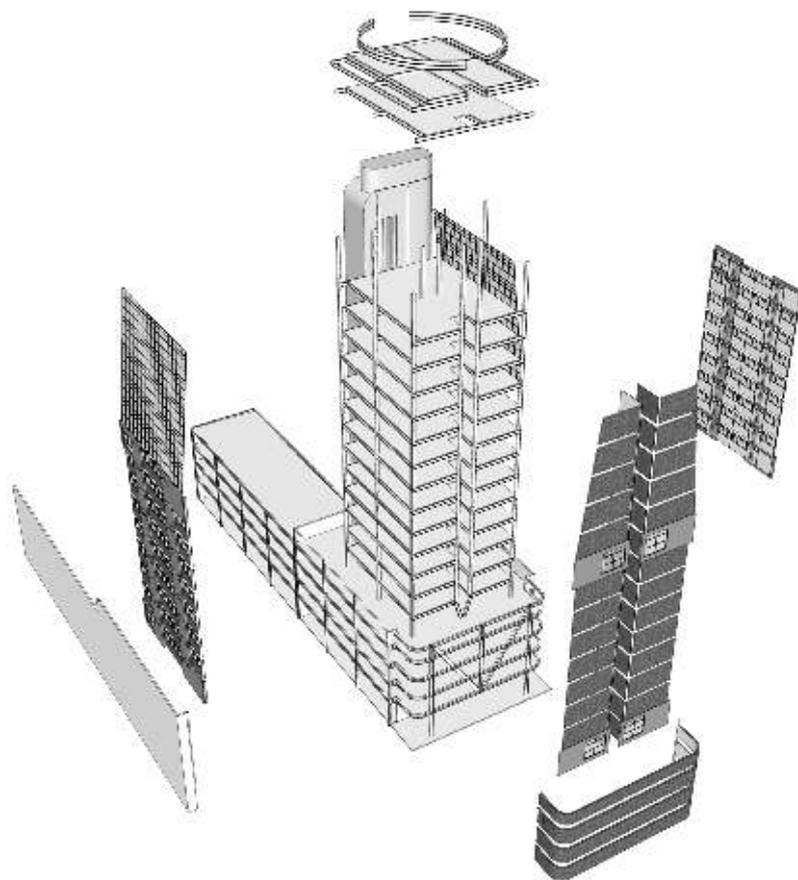
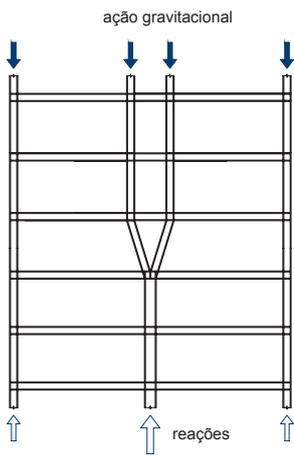
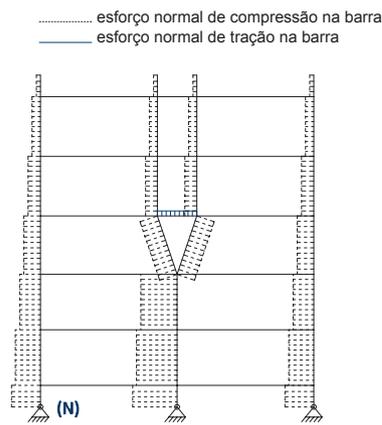


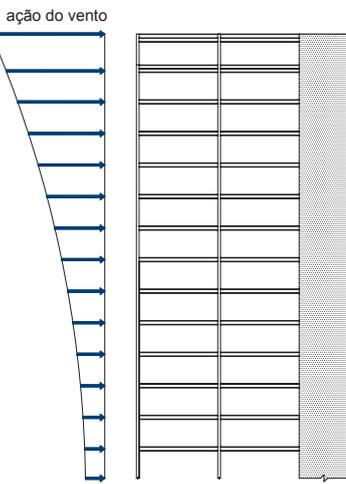
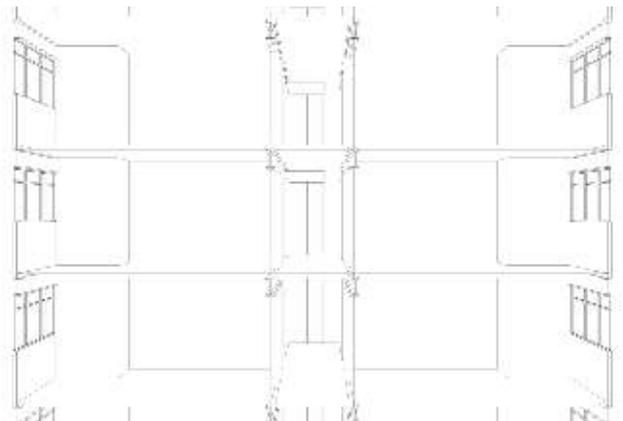
figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



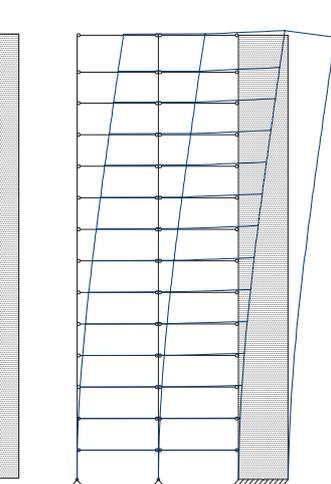
1\_ Descontinuidade vertical. Uso de escoras.



2\_ Diagrama de esforços normais de tração e compressão. Ação gravitacional.



3\_ Estabilidade lateral. Parede de cisalhamento em concreto armado.



4\_ Deformação da parede de cisalhamento. Ação do vento.

DIAGRAMAS 1 e 2\_ Os pilares centrais dos pisos de estacionamento ramificam-se em dois suficientemente afastados para a definição, nos pavimentos tipo, de um corredor central de circulação. A transferência das forças gravitacionais na transição é feita com o uso de escoras em perfis seção "I"; as escoras ficam comprimidas e, dada à inclinação dos seus eixos, a força aplicada verticalmente no topo gera também componente horizontal que traciona a viga no trecho entre as mesmas. Descontinuidades estruturais verticais resolvidas com o uso de elementos inclinados – que ligam os pilares que mudaram de posição – são sempre mais eficientes que a aplicação de vigas de transição, já que nessas aparecem esforços de cisalhamento e flexão, mais difíceis de combater.

Carregamentos gerados pelo vento são variáveis com a altura, aumentando da base para o topo; dessa forma em edifícios altos o vento tem fundamental importância sobre o comportamento estrutural, já que é capaz de produzir deslocamentos laterais de grande intensidade. Neste edifício foi utilizado, para a estabilidade na direção longitudinal (onde as conexões entre vigas e pilares de aço eram articuladas e, portanto, sem rigidez), paredes de cisalhamento em concreto armado, componentes do núcleo de circulação vertical. As paredes de cisalhamento agem como vigas em balanço muito finas e altas – lâminas estruturais, que têm capacidade de absorver e transferir à fundação os carregamentos laterais. A deformação do conjunto estrutural dependente da parede de cisalhamento é típica de uma viga em balanço – nesse caso engastada na fundação, cuja concavidade da curva é contrária ao sentido da aplicação do vento.

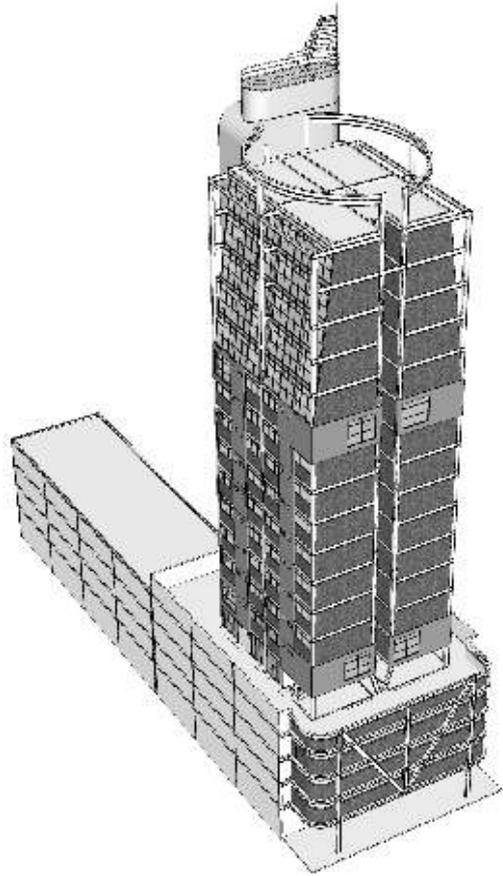


figura 4\_ perspectiva do conjunto

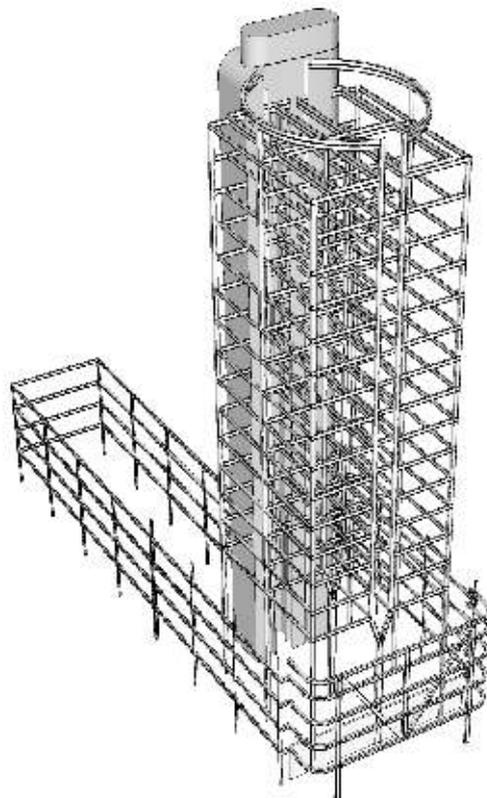


figura 5\_ perspectiva da estrutura



## THE ONE

### LOCALIZAÇÃO

São Paulo, SP

### ARQUITETURA

Itamar Berezin Arquitetos

### ESTRUTURA

Codeme

### ÁREA

23.703,69m<sup>2</sup>

### PROJETO

2009 > 2011

### CONSTRUÇÃO

2012

### DESCRIÇÃO

Edifício de escritórios em terreno tipicamente paulistano, estreito e profundo. Isso resulta na sua condição laminar imposta pelos recuos obrigatórios. A base, porém, consegue lateralmente organizar o térreo permitindo uma condição mais urbana e coletiva a sua entrada. Destaque também para a variação de alturas entre os pavimentos tipos, gerando possibilidades espaciais e de usos mais amplas e diversas.

### ESTRUTURA

Edifício alto construído com pilares mistos – núcleo das colunas em perfil de aço com fôrmas preenchidas posteriormente por concreto armado. Os pavimentos são estruturados por vigas seção “I” principais e secundárias mistas (de apoio de lajes steel deck), com ligações predominantemente parafusadas entre as peças. A estabilidade lateral é conseguida pela presença de um núcleo estrutural em concreto armado, de onde se conectam vigas dos pavimentos.

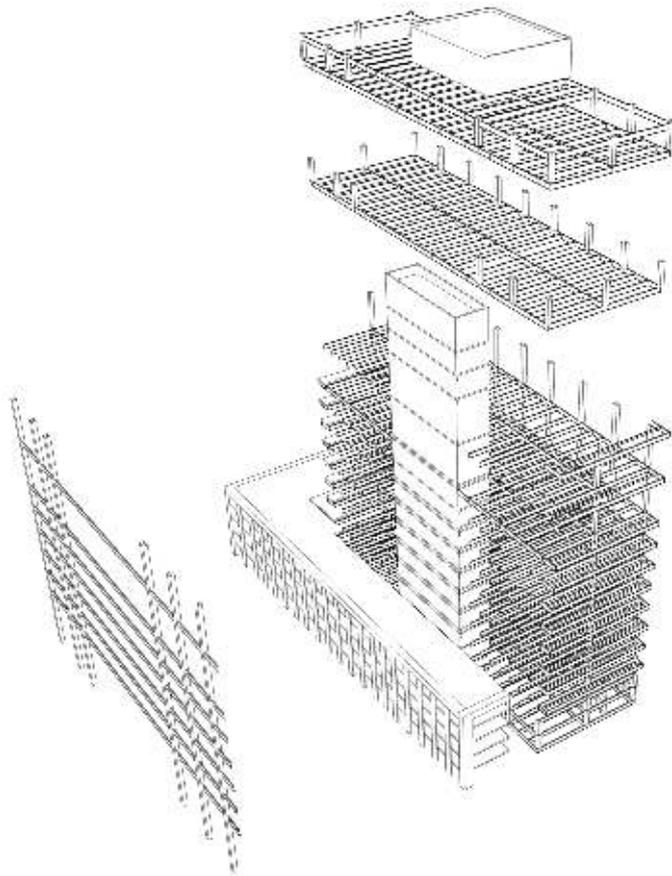


figura 2\_ perspectiva explodida dos elementos estruturais

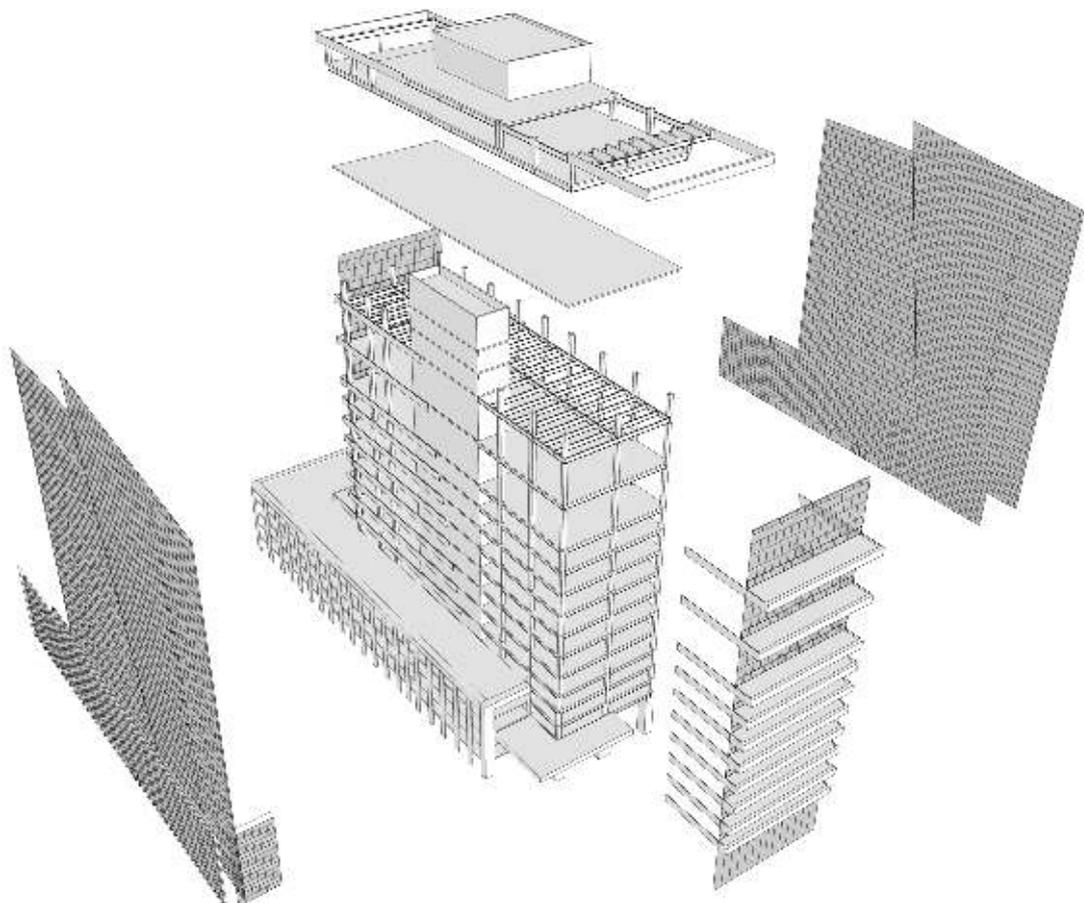
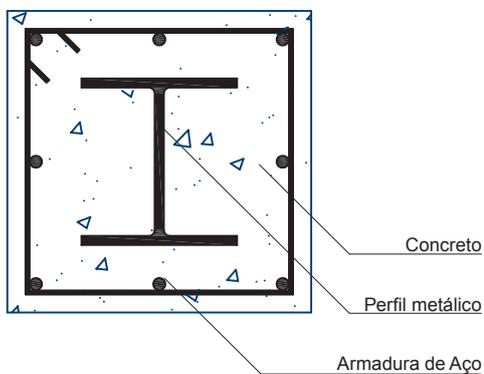


figura 3\_ perspectiva explodida incluindo elementos construtivos



**DIAGRAMA 1\_** Os pilares mistos são soluções eficientes de composição estrutural para os pilares em obras de estrutura metálica ou de concreto. A composição de núcleo em perfil metálico e envoltória de concreto armado apresenta vantagens: grande capacidade de carga com reduzida seção final, boa resistência ao fogo e à corrosão, proteção contra a flambagem local das chapas do perfil metálico, aumento de resistência às forças laterais, possibilidade de pré-fabricação e economia de materiais. Construtivamente, após a montagem da estrutura metálica do pavimento – já sendo realizadas as ligações entre vigas e pilares, o perfil do pilar é envolvido por uma armadura em aço e forma para concreto armado; após a cura do concreto é feita a desforma e a resistência do pilar é incrementada para a continuidade da construção.

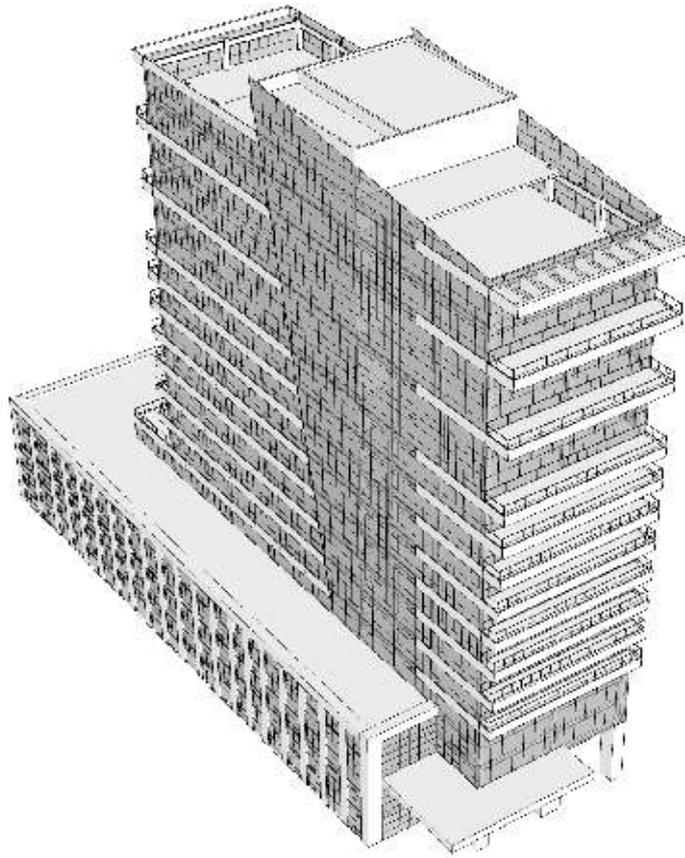


figura 4\_ perspectiva do conjunto

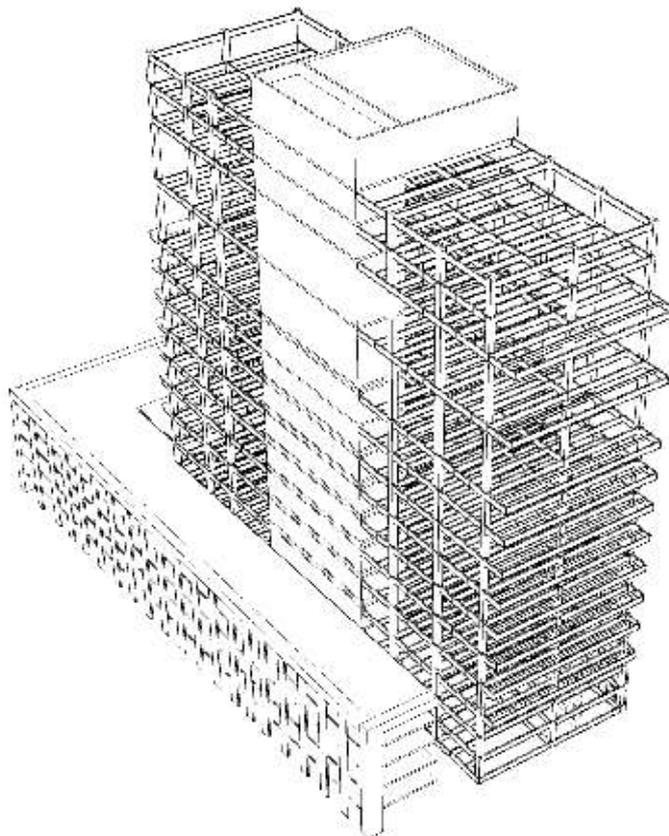


figura 5\_ perspectiva da estrutura

## CRÉDITOS DAS IMAGENS

Capa: Nelson Kon (CEU Pimentas)

Pág. 1, Marcus Vinicius Damon (CEU Pimentas)

Págs. 10 e 12, Roland Halbe Fotografie (Residência Unifamiliar R 128)

Págs. 14 e 16, Sean Godsell (Casa de Praia em St. Andrew)

Págs. 18 e 20, Andrade Morettin (Habitação Coletiva Sustentável)

Págs. 22 e 24, Daniel Bebin/Franklin Pardon (Planta de Agua Mineral AONNI)

Págs. 26 e 28, Nelson Kon (CEU Pimentas)

Págs. 30 e 32, Pepo Segura (Unidade de Queimados Hospital Vall d' Hebron)

Págs. 34 e 36, RZA Architectes (Posto de Saúde La Pineda)

Págs. 38 e 40, Daniel Ducci (Edifício Garagem Eco Berrini)

Págs. 42 e 44, Fran Parente (Edifício Beta PUC RJ)

Págs. 46 e 48, Walter Poss (Edifício de Escritórios Técnicos OXI)

Págs. 50 e 52, Leonardo Finotti (Edifício BHTEC UFMG)

Págs. 54 e 56, Daniel Ducci (Módulo Alto de Pinheiros)

Págs. 58 e 60, Marcílio Gazzinelli (Scala Work Center)

Págs. 62 e 64, (The One)

## INFORMAÇÕES SOBRE O CD

O CD inclui o arquivo PDF da publicação e vídeos de três obras com a montagem estrutural e os seus elementos construtivos.

Os vídeos correspondem aos projetos:

**Casa de Praia em St. Andrew**, Sean Godsell Architects

**CEU Pimentas**, Biselli + Katchborian Arquitetos

**Edifício de Escritórios Técnicos OXI**, IO Arquitetura

Todos os materiais contidos no CD estão protegidos por direitos autorais e são apenas para uso privado.

## SOBRE OS AUTORES

MARIO FIGUEROA, DR. ARQUITETO

Arquiteto formado pela FAU PUCCAMP (1988) com **Doutorado** pela **FAUUSP** (2002). Atualmente é professor de Projeto na **Escola da Cidade** (desde 2006) e da **FAU Mackenzie** (desde 1993), onde também é coordenador do Curso de Pós Graduação “O Projeto de Arquitetura na Cidade Contemporânea”. Tem participado como professor convidado e conferencista em várias instituições nacionais e internacionais) Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, Espanha, México e Panamá). Possui prêmios em diversos concursos públicos no Brasil e no exterior, assim como em importantes Bienais Internacionais de arquitetura. Em 2007, associado a Carlos Dias e Lucas Fehr, venceu o **Concurso Internacional para o Museu da Memória e o Centro Matucana em Santiago do Chile**. Este projeto é uma das obras comemorativas do Bicentenário da Independência daquele país, e foi inaugurado pela **Presidente Michelle Bachelet** no dia 11 de Janeiro de 2010. Foi sócio fundador do Estúdio America (2007>2011), no início de 2012 funda a **figueroa.arq**.

RICARDO HENRIQUE DIAS, MS. ENGENHEIRO

Engenheiro civil formado pela UEM (1999) com **Mestrado em Engenharia de Estruturas pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP** (2003). Atua como engenheiro projetista de estruturas de concreto armado e aço, é consultor em análise estrutural por Método dos Elementos Finitos e leciona no curso de **Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR** (desde 2001). Tem colaborado, como pesquisador em concepção estrutural aplicada a projetos arquitetônicos, em diversos anteprojetos premiados em concursos no Brasil e no exterior.





[www.gerdau.com.br](http://www.gerdau.com.br)



Ao utilizar matéria-prima reciclada na confecção deste folder, contribuimos com o desenvolvimento sustentável da sociedade. "Recicla sem fim" é uma iniciativa que nos mobiliza e está presente em nosso dia a dia.