



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

SISTEMA DE UNIDADES PADRÃO ESCOLAR UPEC

AUTOR: MARCO AURÉLIO FERREIRA DA SILVA

**ORIENTADORES: Prof. Dr. Francisco Carlos Rodrigues
Prof. Pedrovaldo Caram Santos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Estruturas.

Ouro Preto, agosto de 1997.

SISTEMA DE UNIDADES PADRÃO ESCOLAR - UPEC

MARCO AURÉLIO FERREIRA DA SILVA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA DE MINAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

Prof. Francisco Carlos Rodrigues, ESCOLA DE ENGENHARIA/UFMG
Presidente

Prof. Joel Campolina, ESCOLA DE ARQUITETURA /UFMG

Prof. Ricardo Azoubel da Mota Silveira, ESCOLA DE MINAS/UFOP

OURO PRETO, MG - BRASIL

Agosto de 1997

SILVA, MARCO AURÉLIO FERREIRA

SISTEMA DE UNIDADES PADRÃO ESCOLAR-UPEC (OURO PRETO) 1997

xi , 92p. 29.7cm (Escola de Minas, Mestre, Engenharia Civil, 1997).

Dissertação - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas.

1. Construção metálica

2. Escola pública

3. Padronização

4. Crescimento

I. ESCOLA DE MINAS / UFOP

II. TÍTULO (série)

Aos meus filhos e Marlice.

AGRADECIMENTOS

A meu pai e a minha mãe, *in memoriam*, que sempre souberam me incentivar em todas as fases da vida, despertando-me para a segurança e otimismo.

Aos colegas e amigos com quem sempre pude contar nos momentos necessários e importantes da profissão.

Ao prof. Francisco Carlos Rodrigues que me orientou e conduziu neste processo, sempre disponível nos momentos necessários.

Ao arquiteto Pedrosvaldo Caram Santos que com muita propriedade clareou-me o horizonte para o campo das estruturas em aço.

Ao professor Antônio Maria Claret de Gouveia pela colaboração e incentivo.

Aos professores Fausto Muñoz e Eduardo de Assis Fonseca pela clareza e categoria demonstrados durante o curso.

À Vânia Regina Peres Drumond, pela importante ajuda.

À USIMINAS que colaborou substancialmente para a realização deste projeto.

À ACESITA pela participação e apoio.

RESUMO DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

SISTEMA DE UNIDADES PADRÃO ESCOLAR - UPEC

MARCO AURÉLIO FERREIRA DA SILVA

AGOSTO DE 1997

Orientadores

Francisco Carlos Rodrigues

Pedrosvaldo Caram Santos

O tema abordado, **SISTEMA DE UNIDADES PADRÃO ESCOLAR - UPEC**, possui como objetivo a criação de unidades prediais escolares, projetadas para apoiar o ensino público primário e secundário.

A principal característica onde se apoia todo o sistema, é sua **flexibilidade**. As unidades escolares são viabilizadas e construídas, a partir de um estudo de dimensionamento e classificação em função da demanda local, à época de sua implantação. Daí serem superadas em capacidade, em alguns casos, em curto espaço de tempo. O Sistema proposto permite o crescimento das edificações, habilitando-as para a ampliação do número de usuários existente. A transformação das edificações através da ampliação de suas instalações físicas faz-se de forma natural, sem prejuízo do aspecto formal e sem interromper as

atividades escolares durante o período letivo, uma vez que não interfere de forma direta nos espaços existentes.

Concebido no sistema estrutural metálico, dado à sua afinidade com os objetivos de nossa proposta, contempla principalmente os seguintes itens:

- Flexibilidade
- Baixo custo de implantação
- Rapidez na execução da obra
- Facilidade de transporte
- Desmonte e locomoção com reaproveitamento
- Possibilidade de industrialização.
- Adaptabilidade ao terreno

As unidades escolares, denominadas **UPECs**, classificam-se segundo o número de salas de aula, que pode variar de 4 a 16. Os crescimentos foram previstos caso a caso de acordo com a categoria de cada edificação.

A viabilidade do sistema construtivo metálico foi analisada pela **USIMINAS**, que se posicionou de forma favorável ao projeto apresentado.

**ABSTRACT OF DISSERTATION PRESENTED TO COURSE OF
POSTGRADUATION IN CIVIL ENGINEERING AS PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUERIMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER**

SCHOOL STANDARD UNITS SYSTEM - SSUS

MARCO AURÉLIO FERREIRA DA SILVA

August, 1997

Advisers

Francisco Carlos Rodrigues

Pedrosvaldo Caram Santos

This work aims at the designing of schools, proposed to the primary and secondary degree, sponsored by the government. The main characteristic of this system is its flexibility. The schools are designed and built according to previous researchs concerning its dimensions and classification according to its local conditions at time of implantation. In this case, they are likely to become surpassed in short time. The system allows the expansion of the building according to its new requirements, fulfilling the needs of the different categories concerning the number of classrooms, and is conceived in steel structures, so that the exchange of categories is achieved in a natural way, keeping the formal aspects and without interference in the school activities.

The following itens are considered:

- Flexibility
- Low costs of implantation
- Fast erection of building
- Easy transportation
- Easy dismounting and new use
- Industrialization possibilities
- Adaptability to the site

The school units are classified according the number of classrooms with can vary from 4 (four) to 16 (sixteen). The expansions where studied according to each categorie of building. The feasibility of the constructive system was analized and aproved by USIMINAS.

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

ACESITA	Companhia de Aos Especiais Itabira S/A
CARPE	Comissão de Construção, Ampliação e Reconstrução dos Prédios Escolares do Estado
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UPEC	Sistema de Unidades Padrão Escolar
USIMINAS	Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
I.1 - Apresentação	1
I.2 - Objetivos	3
I.3 - Metodologia	4
CAPÍTULO II - CONCEITUAÇÃO DO PROBLEMA	5
II.1 - Conceituação	5
CAPÍTULO III - CONCEPÇÃO DO PROJETO	8
III.1 - Malha Reticular	8
III.2 - Sistema Estrutural	9
III.3 - Obras Referenciais	11
CAPÍTULO IV - UNIDADES PADRÃO ESCOLAR	20
IV.1 - Classificação das Unidades	20
IV.2 - Área total de construção por unidade	21
iv.3 - Dados Referenciais	21
CAPÍTULO V - PROJETOS ESPECÍFICOS UPEC	23
V.1 - Projetos Arquitetônicos	23
V.2 - Cortes e Detalhes Metálicos Construtivos	45
V.3 - Aspectos Formais	53

CAPÍTULO VI - POSSIBILIDADES DE CRESCIMENTO	58
VI.1 -Ampliação das Edificações	58
VI.2 - Demonstração das possibilidades de ampliação	60
CAPÍTULO VII	
Adaptabilidade ao terreno	67
CAPÍTULO VIII	68
Conclusões Finais	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXO	72

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

I.1 - APRESENTAÇÃO

O tema adotado visa principalmente contribuir e somar esforços para combater o analfabetismo. Todo cidadão brasileiro deveria ter por direito pelo menos o ensino primário elementar. Com isto, seguramente, obteríamos um Brasil melhor! Tentaremos estabelecer um padrão de edificação escolar que passe a atender sob o ponto de vista econômico, através de uma conotação básica próxima do ideal, no que diz respeito à sua implantação, tipo de estrutura, e materiais utilizados na sua construção.

Visamos uma diretriz racional com relação à arquitetura, baseada principalmente no sistema metálico, uma vez acreditando ser ele inteiramente afinado aos nossos objetivos básicos, quando considerados os fatores de repetição e rapidez de execução de obra. Por outro lado devemos ter em mente que um espaço escolar deve oferecer uma ambientação especial (PEARSON, 1991) que propicie aos usuários deste um clima que contribua para o melhor rendimento da proposta específica objetivada. Propomos portanto dois pontos significativos a serem colocados em evidência nesta pesquisa: o **custo da obra**, em função do processo construtivo adotado, e a **valorização dos espaços projetados** (STIRLING, 1984), para melhor desempenho das funções a serem exercidas neste complexo.

Este trabalho foi estruturado através das seguintes bases :

1. Pesquisa das diversas propostas já existentes no mercado através de contato direto com a obra e seus autores.
2. Publicações que possuem em seu conteúdo registro de várias tipologias de unidades escolares já existentes.
3. Entrevistas com funcionários do escalão administrativo escolar afim de se somar dados reais das experiências já vivenciadas dentro do âmbito geral do corpo docente e discente.
4. Experiência própria adquirida na área de projetos escolares (vários projetos de escolas elaborados para a já extinta Comissão de Construção, Ampliação e Reconstrução dos Prédios Escolares do Estado-CARPE e execução (equipe) do projeto da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto).
5. Pesquisa relativa aos diversos **sistemas estruturais** existentes, com suas vantagens e peculiaridades mais pertinentes ao processo em questão (ALVAREZ, 1970).
6. Pesquisa dos vários materiais componentes da obra como elementos de vedação, cobertura, pisos, revestimentos, etc.
7. Elaboração de estudos e anteprojetos de tipologias várias, adequadas ao melhor desempenho da função **ensino básico** (BRAZIL, 1983).
8. Estudo do comportamento estrutural do sistema adotado a partir do anteprojeto proposto (AÇOMINAS, 1980).
9. Obtenção do padrão estimativo de custo por metro quadrado de obra construída .

I.2 - OBJETIVOS

Uma obra caracteriza-se principalmente por sua estrutura. O aço, como elemento principal num sistema estrutural vem, dia a dia, evoluindo e ganhando mercado no setor das edificações, face à sua rapidez de execução, versatilidade de aplicações e, principalmente, ao seu custo. Este, na maioria das vezes, se considerados os fatores de repetição, tempo de obra e garantia na precisão das medidas estabelecidas pelo projeto, assegura vantagens significativas do aço em relação aos demais materiais de construção existentes.

Este trabalho enfocará particularmente as edificações estruturadas em aço. Procuraremos demonstrar que nesses casos especiais, na maioria das vezes, o sistema estrutural em aço apresenta características importantes no que tange à economicidade, proteção do meio ambiente, e à simplicidade construtiva.

Nossos objetivos caracterizar-se-ão com a aplicação direta destes princípios na criação de um sistema de unidades escolares, elaborado com a finalidade única de suprir a falta de espaços físicos apropriados para a prática do ensino no país.



Figura I.1 - Edificação Estruturada em aço

I.3 - METODOLOGIA

Tentaremos atingir nossa meta através da observação de algumas obras existentes na cidade; em livros, periódicos e artigos que dizem respeito a esse tipo de questão; e pela experiência própria adquirida ao longo da vida profissional.

Nossos objetivos contemplarão principalmente os seguintes itens:

1. Apresentação da proposta .
2. Malha reticular adotada.
3. Escolha do sistema estrutural construtivo.
4. Comentários a respeito do resultado plástico obtido através do sistema construtivo metálico dado à sua versatilidade e dimensões reduzidas.
5. Exemplos de obras existentes que se enquadrem no sistema construtivo proposto .
6. Elaboração de anteprojeto demonstrativo procurando focar os aspectos do sistema.
7. Apresentação dos detalhes construtivos mais significativos.
8. Aspectos formais.
9. Estudos de alternativas de implantação para diversos tipos de terrenos.
10. Demonstração das possibilidades de ampliação das edificações propostas.
11. Conclusão, através do prédimensionamento estrutural com apresentação de custos aproximados.

CAPÍTULO II

CONCEITUAÇÃO DO PROBLEMA

As escolas primárias são espaços apropriados para a prática do ensino elementar que representam o conteúdo mínimo a que todo ser humano deveria ter direito, para seu sustento racional e cultural. Estes espaços são dimensionados em função das necessidades impostas pelo programa elaborado pelo Ministério de Educação e Cultura (BRAZIL,1976) . Por outro lado, dependendo do local onde o projeto será implantado, temos uma variedade de padrões que são estabelecidos em função da demanda regional. Temos ainda a considerar, que uma vez implantada uma unidade escolar num determinado local, após algum tempo de uso, esta poderá necessitar ampliar suas instalações em função de um possível crescimento do número de usuários. A partir daí poderemos concluir que o projeto proposto nesse trabalho poderá contemplar um grande número de casos existentes. Em função da realidade atual e da experiência por nos percorrida ao longo dos anos chegamos às conclusões seguintes:

1. O projeto deverá integrar uma complexidade tal que atinja as necessidades apresentadas nos diversos casos. Para que isso aconteça poderemos prever que ele assuma uma série de tipologias baseado no número de usuários que, por sua vez, condicionado às diretrizes do programa, resultará no lançamento das mesmas em função do número de salas de aula. Adotando fatores consolidados pela prática, acreditamos ser bastante eficiente a criação de projetos padrões para 4 , 6 , 8, 10, 12, 14, e 16

salas de aula. Ao mesmo tempo estes protótipos poderiam crescer naturalmente de 4 para 6, de 6 para 8 salas de aula, e assim sucessivamente. Por outro lado, o tipo de terreno é muito importante para a definição final das tipologias, as quais podem organizar-se em um ou dois pavimentos.

2. Devemos acreditar que a eficiência do ensino cresce em função da ambientação proposta (SANTOS, 1994). Nossa diretriz com relação a este assunto baseia-se nos seguintes fatos :

- Os usuários são crianças, ou jovens, na maior parte;
- "A escola é extensão do lar";
- O lar é composto por espaços aconchegantes para alguns e reduzidos para outros menos favorecidos, cujas dimensões são funções diretas do corpo humano.

Queremos então tentar interpretar ou definir um espaço que imaginamos seja a média ideal para que os eventos aconteçam de forma natural e agradável, com surpresas e pequenos detalhes que o valorize. Que o usuário se sinta um pouco como se estivesse em casa, dono de seu espaço. Isto certamente fará com que ele obtenha melhores resultados ao longo de seu curso. Evitamos os macro-espacos onde nos sentiríamos pequenos e desprotegidos, e onde a imponentia se faz emergir de forma desnecessária.

Nossa intenção é valorizar ao máximo os espaços existentes nas instalações escolares (STIRLING,1984), criando ambientes adequados para cada uso,

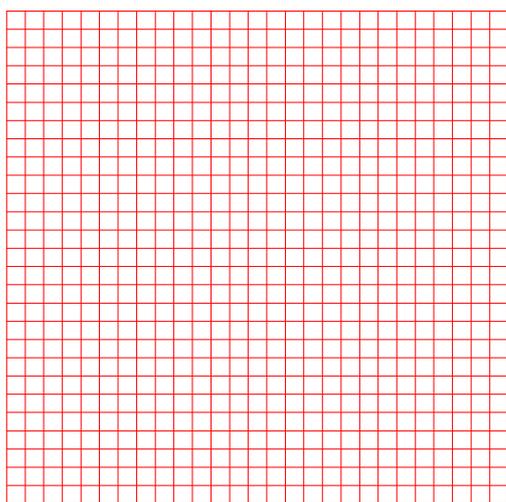
Não menosprezando nenhum espaço por menor que seja. Todos têm um tratamento especial, sejam Instalações sanitárias, salas de aula, laboratórios, setores administrativos, áreas de recreação, espaços paisagísticos, etc.

CAPÍTULO III

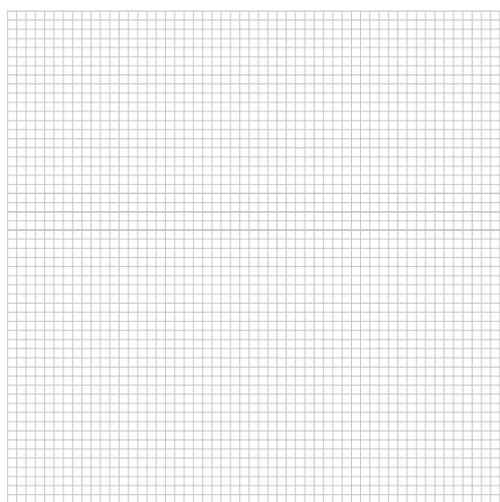
CONCEPÇÃO DO PROJETO

III.1 - MALHA RETICULAR

O projeto foi concebido a partir de uma **malha ortogonal** constituída por módulos de 60cm x 60cm (figura III.1- a) e sub-módulos de 30cm x 30cm (figura III.1 - b), que nos permite uma variação com maior grau de liberdade. Através da retícula modular adotada (figura III.1- c), poderemos obter maior grau de economia dado à padronização dos elementos componentes do projeto construtivo (AÇOMINAS, 1979).

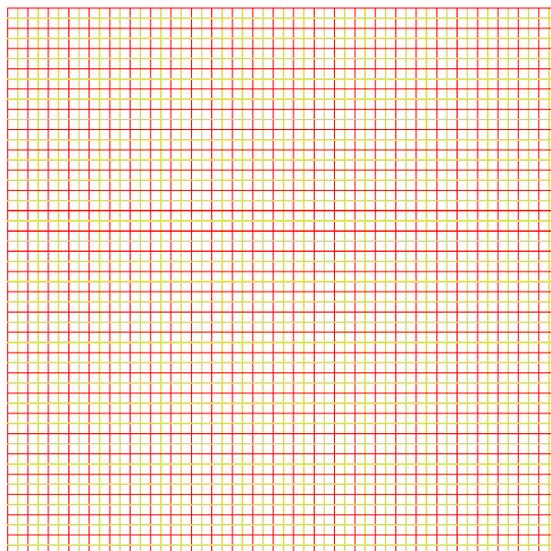


(a)



(b)

Figura III.1 - Malha ortogonal adotada



(c)

Figura III.1 - Retícula modular adotada.

III.2 - SISTEMA ESTRUTURAL

Optamos por um **sistema construtivo metálico** pela evidência das vantagens a que poderemos usufruir a partir da aceitação de nossas propostas (CARNASCIALI, 1974). O sistema construtivo metálico nos oferece o tempo recorde de montagem, diferindo dos sistemas construtivos onde são empregados outros materiais, o que é ratificado por grande aceitação no mercado da construção civil nos países desenvolvidos. Além dessa vantagem, temos ainda que considerar a propriedade de os perfis de aço vencerem os grandes vãos com facilidade (CRANE, 1956), necessitando de altura reduzida para as vigas com relação aos demais processos construtivos, sem onerar o orçamento final da obra.

Uma obra executada em aço traz ainda as seguintes características vantajosas para os nossos objetivos :

- O somatório das cargas de cálculo nos pilares é significativamente reduzido aliviando as fundações e refletindo diretamente no custo da obra.
- As demais etapas da construção, após a montagem da estrutura metálica, são executadas com maior facilidade podendo-se evitar inclusive problemas gerados pelas chuvas, com a colocação imediata da cobertura. Os painéis de vedação ou alvenarias são facilmente demarcados por meio dos pilares e vigas, com precisão milimétrica, diminuindo a possibilidade de erros de locação.
- As esquadrias podem ser encomendadas com antecedência, uma vez que o sistema metálico nos oferece maior grau de confiabilidade no tocante à precisão nas medidas da construção.
- No caso de mudança de local, a construção metálica possibilita um desmonte de forma mais simples e rápida, podendo inclusive ser reutilizada em outro terreno de características semelhantes ao primeiro, uma vez que suas ligações são montadas através de parafusos de aço apropriado.

Em nosso processo construtivo, uma das características mais importantes reside no fato de o sistema metálico se conciliar inteiramente com o **sistema de**

industrialização a que devemos submeter e adequar todos os elementos construtivos integrantes do projeto. Podemos obter um padrão construtivo de custo baixo, devido principalmente ao fator de repetição, criando a chance de tornar viável um sistema de implantação de escolas.

Procuramos incluir nesse processo os painéis de vedação (que poderiam substituir as alvenarias convencionais), as esquadrias usadas nos módulos escolares, os sistemas de lajes, etc. Isto causaria, provavelmente, uma diminuição substancial no tempo de obra, possibilitando a implantação em tempo hábil de outras unidades em locais de maior carência. Conseqüentemente, contribuiria para um aumento significativo de implantação de escolas, propiciando a criação de novos empregos.

Tirando partido dos perfis metálicos quando deixados aparentes, obtemos um resultado de linguagem arquitetônica expressiva, como se pode observar nos exemplos seguintes de obras já construídas.

III.3 - OBRAS REFERENCIAIS

III.3.1- Obras Referenciais relativas a Escolas Primárias

As obras abaixo ilustradas têm o objetivo de repassar algumas imagens que poderão embasar de forma mais objetiva os comentários acima descritos. Em

Belo Horizonte houve em setembro de 1981, uma tentativa por parte da extinta CARPE de elaborar projetos de edificações escolares em aço, através de um concurso público lançado aos arquitetos (GUIMARÃES JÚNIOR, 1981). Este evento selecionou alguns trabalhos que foram ao longo do tempo esquecidos e não executados, conforme apresentamos através das figuras III.2 a III.7 :

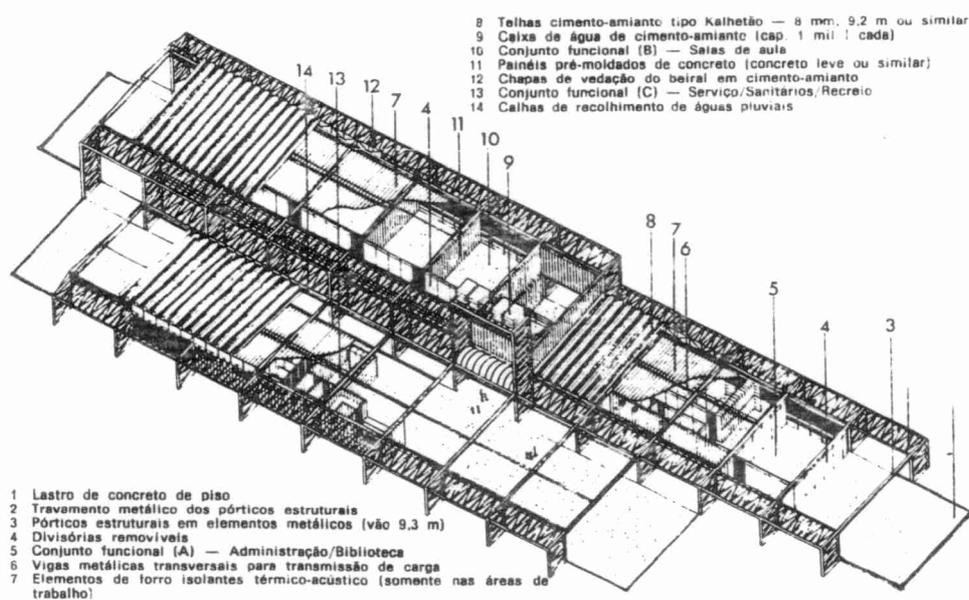


Figura III.2 - Sistema construtivo, estrutura em aço com crescimento horizontal e vertical 1º Prêmio-Joel Campolina e Associados

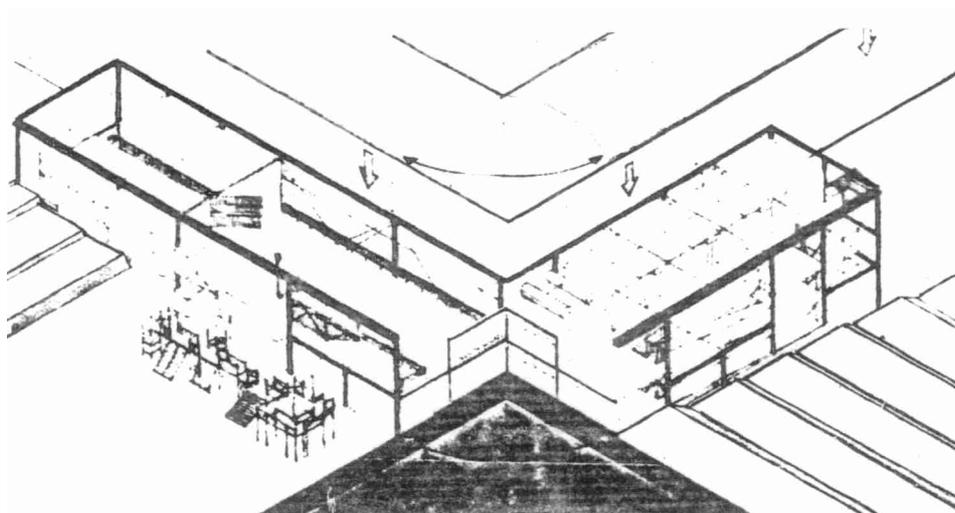


Figura III.3 - Sistema construtivo, estrutura em aço com crescimento vertical - 1º prêmio (Éolo Maia, Podesta, Josefina Maia).

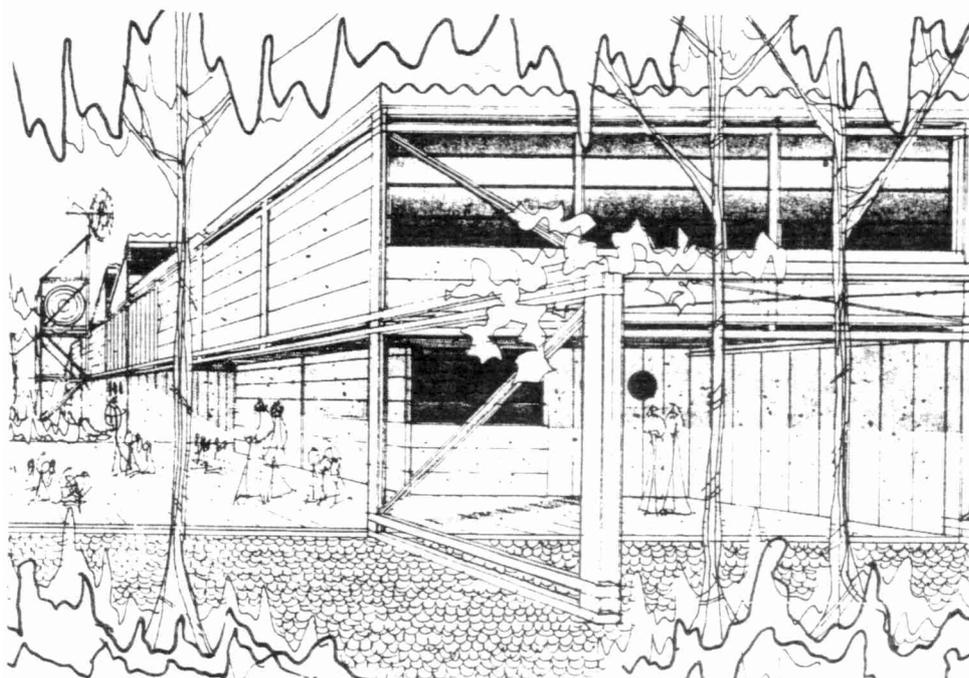


Figura III.4- Projeto de sistema construtivo em estrutura de aço com crescimento horizontal - Menção Honrosa (Arquiteto Joel Campolina e Associados)

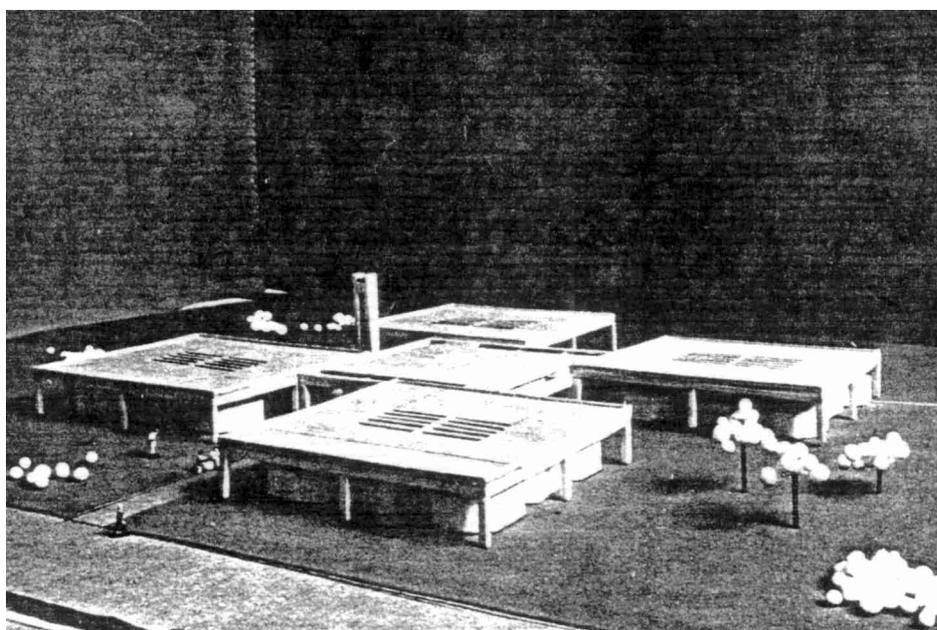


Figura III.5 - Projeto de sistema construtivo em elementos industrializados de concreto armado, autoportantes, com crescimento horizontal - menção Honrosa (arquitetos Marco Aurélio Ferreira e William Ramos Abdala).

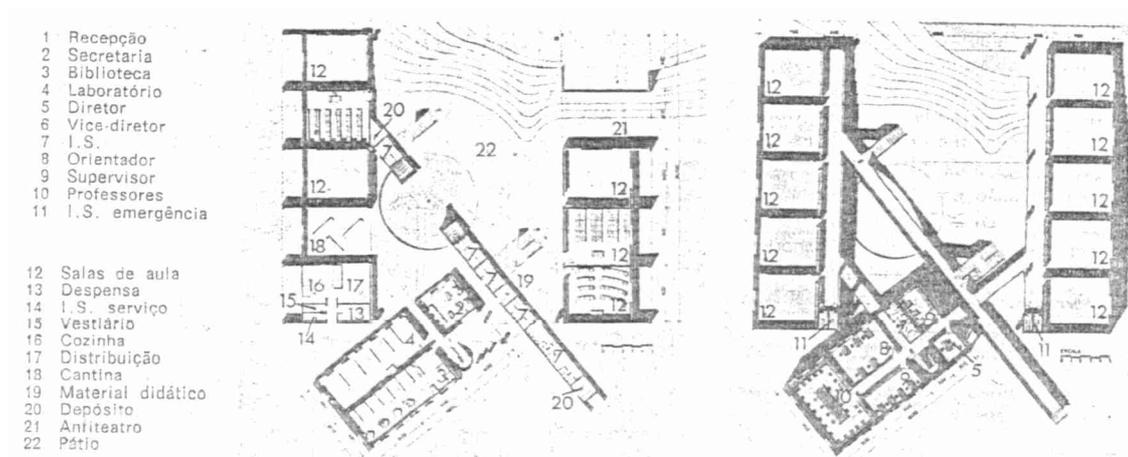


Figura III.6 - Projeto de sistema construtivo em estrutura de aço com crescimento misto - Menção Honrosa (Éolo Maia, Silvio Podestá e M. Josefina V. Maia).

Não poderíamos deixar de citar neste item o sistema de escolas criado em 1988 pelo arquiteto Gustavo Pena, denominado **NEEC- Núcleo de Ensino e Extensão Comunitária**, concebido no sistema estrutural metálico, que já possui várias unidades (fig.III-7) implantadas no Estado de Minas Gerais (PENA, 1988).

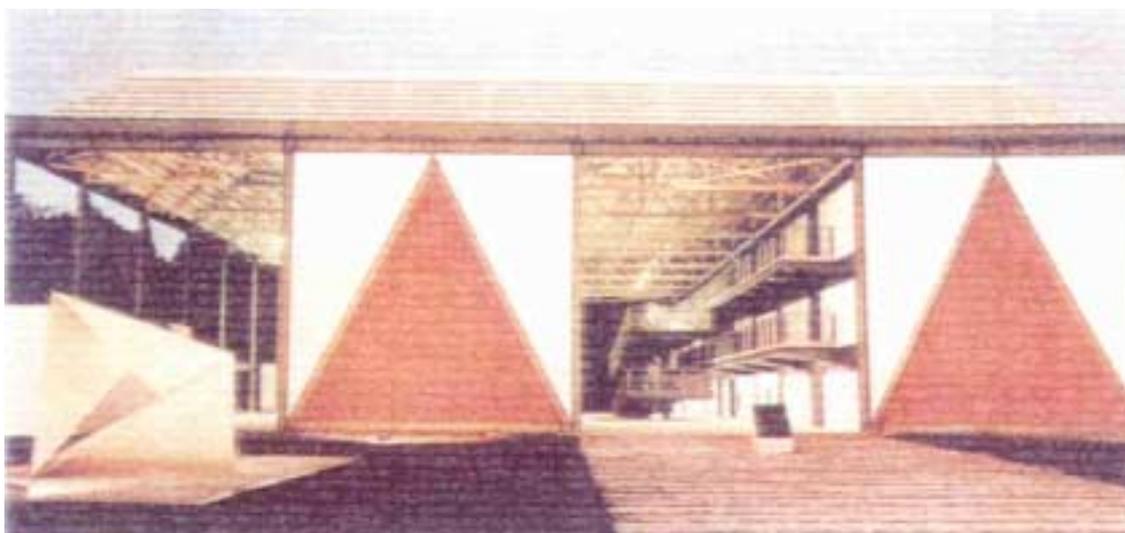


Figura III.7 - NEEC, vista frontal da edificação.

III.3.2 - Obras Referenciais relativas ao processo estrutural metálico

Em 1995, em equipe composta por quatro arquitetos (Eliana M. B. Oliveira, Fernando M. G. Ramos, Marcus Vinícius Rios Meyer e o autor desta tese), elaboramos o projeto da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, em estrutura de aço, com área de 7.310 m². O terreno está localizado no Morro do Cruzeiro, dentro do Campus da UFOP, e situa-se fora dos limites do Patrimônio Histórico de Ouro Preto. As figuras III.8 e III.9 apresentam detalhes do prédio já executado (OLIVEIRA, 1996).



(a) Vista da Escola de Minas, no Morro do Cruzeiro, Campus da UFOP, construída em estrutura metálica, 1996, projeto do autor desta dissertação (em equipe)



(b)



(c) As estruturas deixadas aparentes realçam e valorizam as formas, sem onerar o custo da obra.

Figura III.8- Prédio da Escola de Minas

As estruturas são enfatizadas nas fachadas da edificação criando uma ambientação rica em detalhes com contraste nos volumes dos componentes do prédio, oferecendo-lhe características particulares que ampliam o grau de qualidade formal da obra.



(a)



(b)

Vistas de detalhes existentes no pátio interno da Escola de Minas.



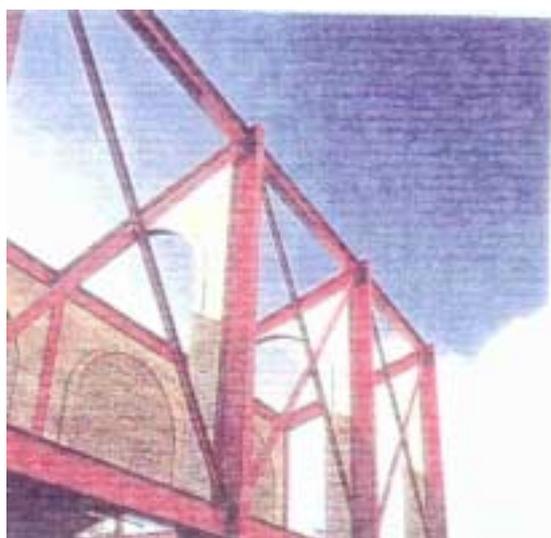
(c) fachada posterior

Figura III.9 - Escola de Minas - Interior e exterior

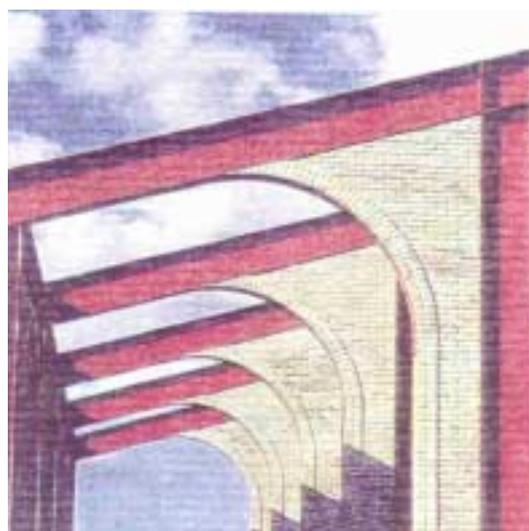
Abaixo, na figura III.10 são apresentadas as vistas do Centro de convivência construído em estrutura metálica e localizado no Campus da UFMG, em Belo Horizonte. A concepção do projeto ficou a cargo da equipe de arquitetos da UFMG. A rapidez na fabricação e montagem foi um fator importante na escolha do sistema estrutural metálico utilizado.



(a) Vista aérea da edificação



(b)



(c)

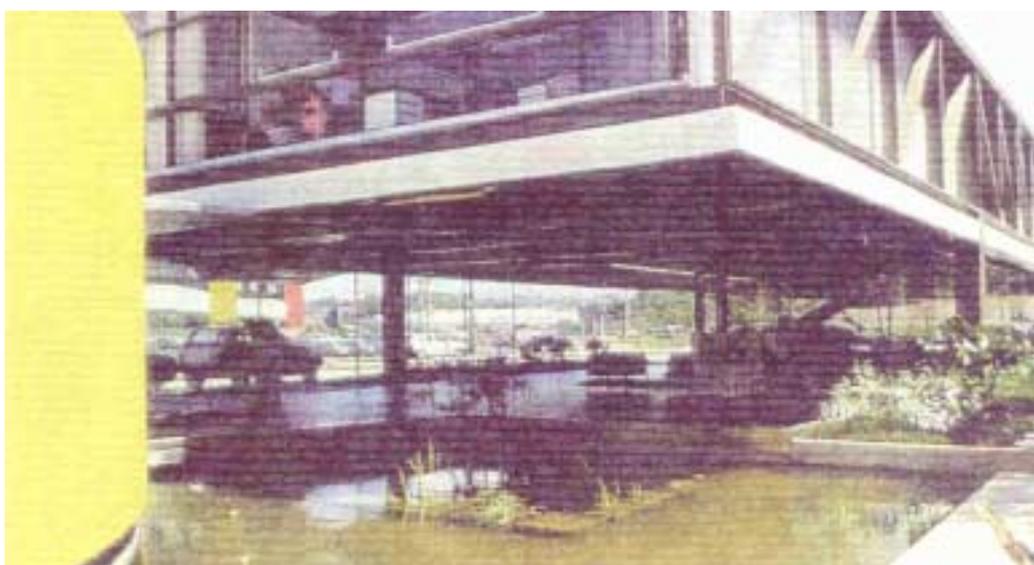
Vista de alguns detalhes significativos da obra

Figura III.10 - Centro de Convivência, UFMG.

A figura III.11 apresenta outro exemplo de sistema construtivo metálico: o Tribunal de Contas da União, construído no Estado da Bahia no ano de 1996, cujo o projeto foi elaborado pelo arquiteto João Filgueiras Lima. O prédio é construído através de duas treliças metálicas de banzos paralelos, dispostas ao longo das fachadas, apoiadas sobre quatro pilares que se posicionam afastados das extremidades, gerando balanços de 10 metros nas laterais da edificação.



(a)



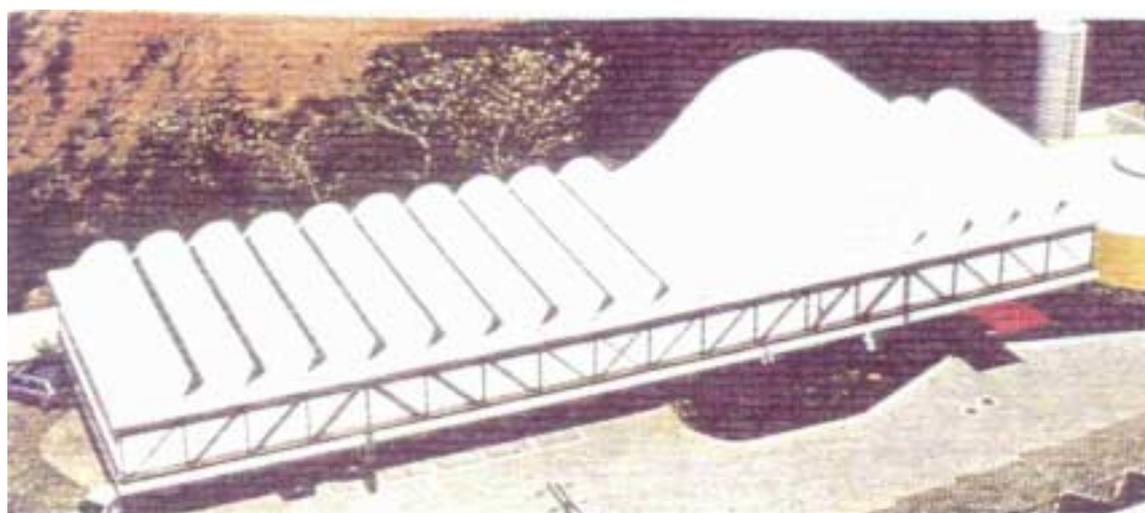
(b)

Figura III.11 - Vistas do Tribunal de Contas da União

Este exemplo é importante, embora não esteja inserido no setor específico de escolas, porque demonstra o bom uso do sistema construtivo metálico, frente a objetivos formais determinados pelo destino e natureza da obra a ser construída, como podemos observar na figura III.12. Neste caso, o conforto ambiental foi obtido por meio de sistemas naturais de circulação de ar por convecção, complementados pelo isolamento térmico das coberturas e fechamentos; os jardins e a presença de água complementam a ambientação.



(a)



(b)

Figura III.11 - Tribunal de Contas- Vista aérea e frontal

CAPÍTULO IV

UNIDADES PADRÃO ESCOLAR

IV.1 - CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES

Foram criados sete tipos de unidade padrão escolar para suprir uma das reais necessidades do ensino público encontradas ao longo do território nacional. Estes projetos seguiram como diretriz principal o programa desenvolvido em função do número de usuários das localidades existentes, e também foi considerado as possibilidades de implantação nos diversos tipos de terrenos onde eles serão implantados.

A classificação das **Unidades Padrão Escolar** foi composta em função do número de salas de aula, da forma seguinte:

01. **UPEC - 04** - quatro salas de aula
02. **UPEC - 06** - seis salas de aula
03. **UPEC - 08** - oito salas de aula
04. **UPEC -10** - dez salas de aula
05. **UPEC -12** - doze salas de aula
06. **UPEC -14** - quatorze salas de aula
07. **UPEC-16** - dezesseis salas de aula

IV.2 - ÁREA TOTAL DE CONSTRUÇÃO POR UNIDADE

01. UPEC- 04	.....	1.179,52m ²
02. UPEC- 06	.....	1.319,12m ²
03. UPEC-08	.....	1.448,72m ²
04. UPEC-10	.....	1.640,24m ²
05. UPEC-12	.....	1.808,72m ²
6. UPEC-14	.....	2.005,28m ²
7. UPEC-16	.....	2.134,88m ²

IV.3 - DADOS REFERENCIAIS

Adotamos como parâmetros de referência para o dimensionamento das diversas áreas integrantes das **Unidades Padrão Escolar - UPEC**, os dados abaixo discriminados, obtidos de "Equipe Carpe Boletim informativo N.12".

a) SALAS DE AULA	Pré-primário	2,50m ² / aluno
	Primário.....	1,25m ² / aluno
	Secundário	1,20m ² /aluno
	Salas ambiente (Desenho, Laborat. ... Oficinas, etc.)	2,25m ² / aluno
b) CIRCULAÇÃO(largura mínima).....		1,40m

c) ESCADAS (largura mínima) 1,20m

d) DEGRAUS (ideal) 30 cm

e) ESPELHOS (máximo) 16 cm

f) RECREIO COBERTO

Área de ocupação por turno.....0,4m² / aluno

O índice acima refere-se somente à área coberta, que é complementada por meio de área descoberta adjacente.

g) INSTALAÇÕES SANITÁRIAS- espaçosas.

h) ORIENTAÇÃO SOLAR

A orientação solar nas salas de aula deve ser privilegiada e disposta preferencialmente para leste, nordeste ou norte, para que assim orientada possa obter uma boa incidência da luz natural durante os turnos da manhã e da tarde.

O sol deve incidir nas salas de aula de forma a permitir que as carteiras recebam a luz pelo lado esquerdo, para que se obtenha a posição ideal de iluminação sobre as mesmas (MELLO,1961).

No caso específico das UPECs a orientação das salas de aula ficará variável dentro do quadrante existente entre leste e norte, seguindo as recomendações estabelecidas pelo Boletim Carpe, apresentado acima. Esta variação a que estão sujeitas no processo de orientação, deve-se ao fato dos terrenos não serem ainda conhecidos.

O programa adotado foi constituído através das experiências existentes no mercado, e pela observação dos vários artigos pesquisados em função da melhor adequação da rede de ensino para os tempos atuais.

CAPÍTULO V
PROJETOS ESPECÍFICOS UPEC

V.1 - PROJETOS ARQUITETÔNICOS

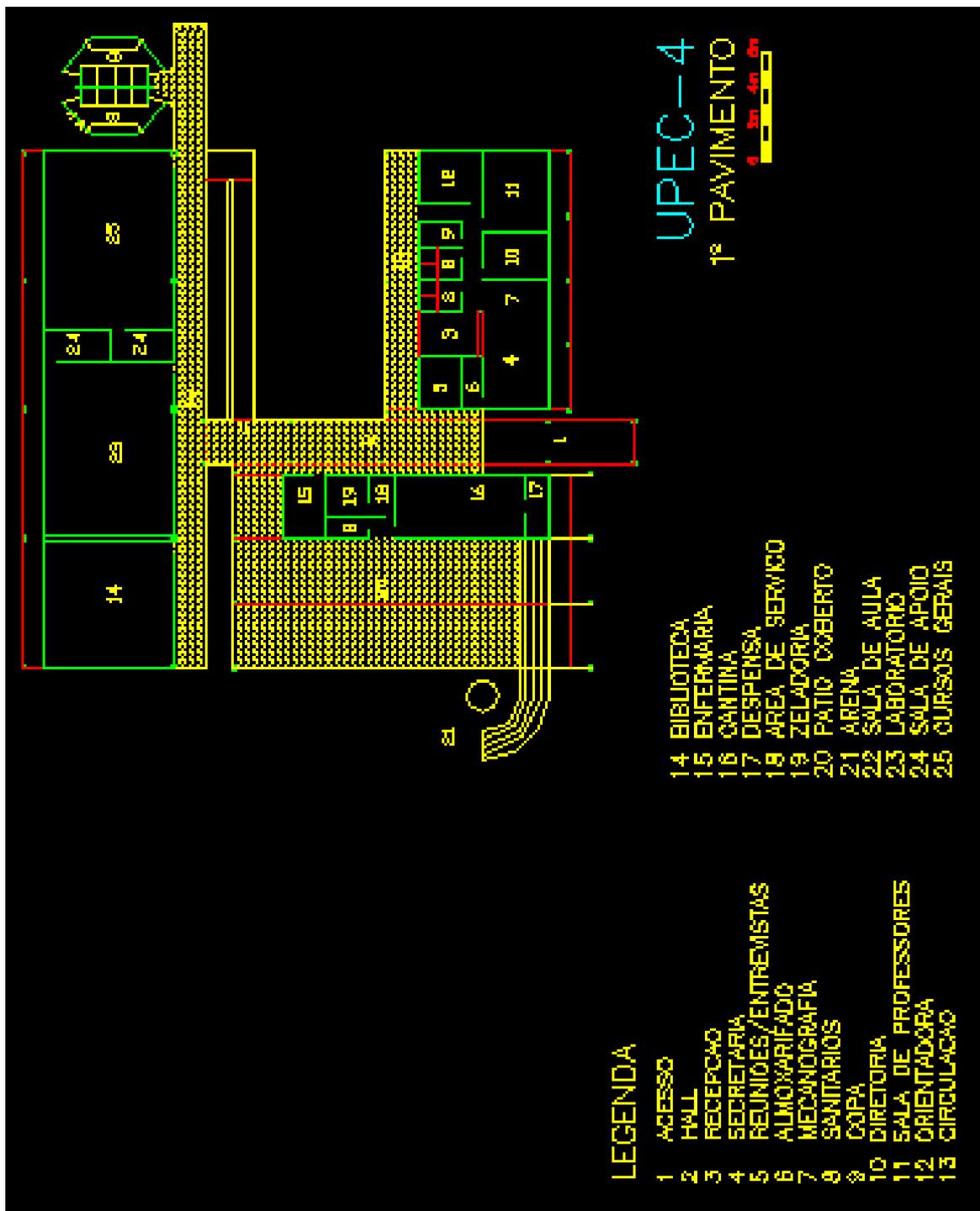


Figura V.1 – UPEC-4 / PLANTA 1º NÍVEL

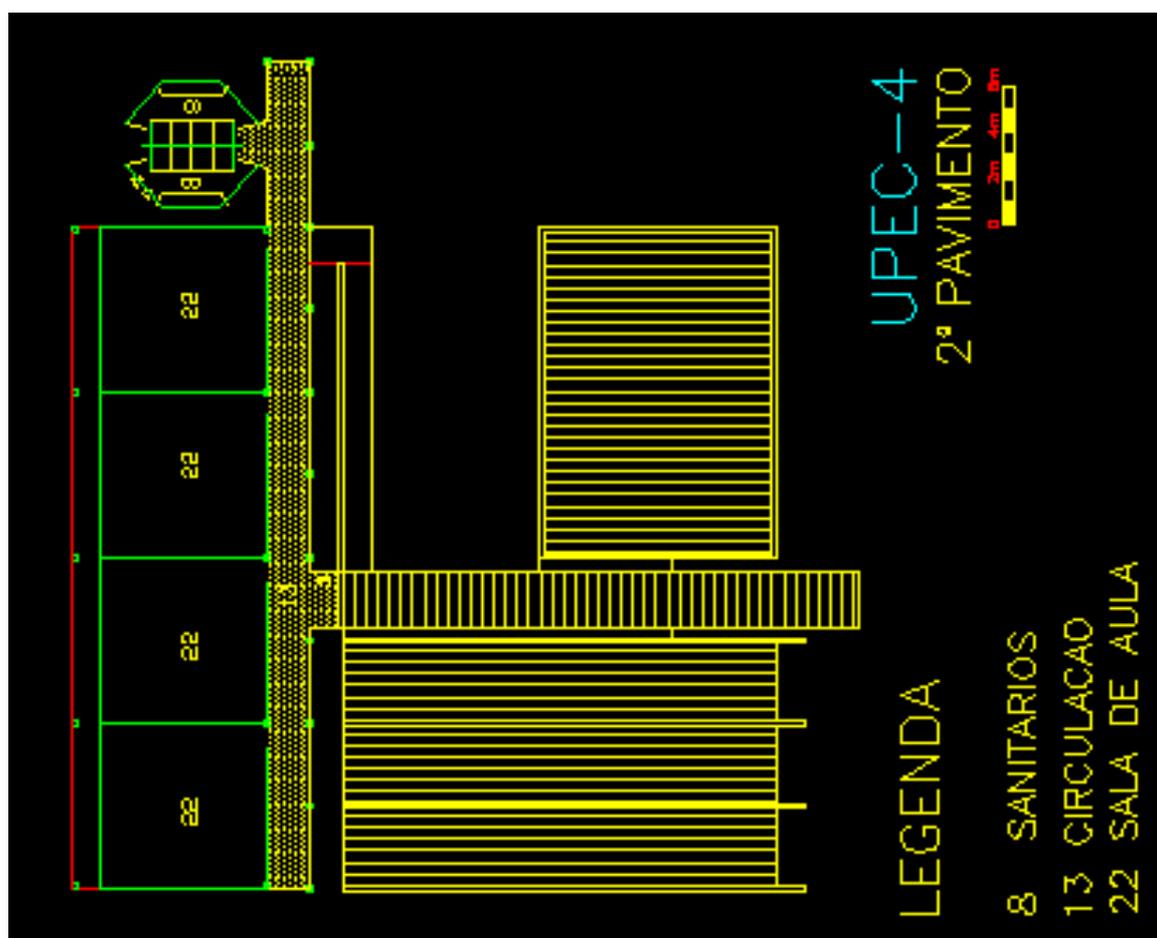


FIGURA V.2 – UPEC-4 / PLANTA 2º NÍVEL

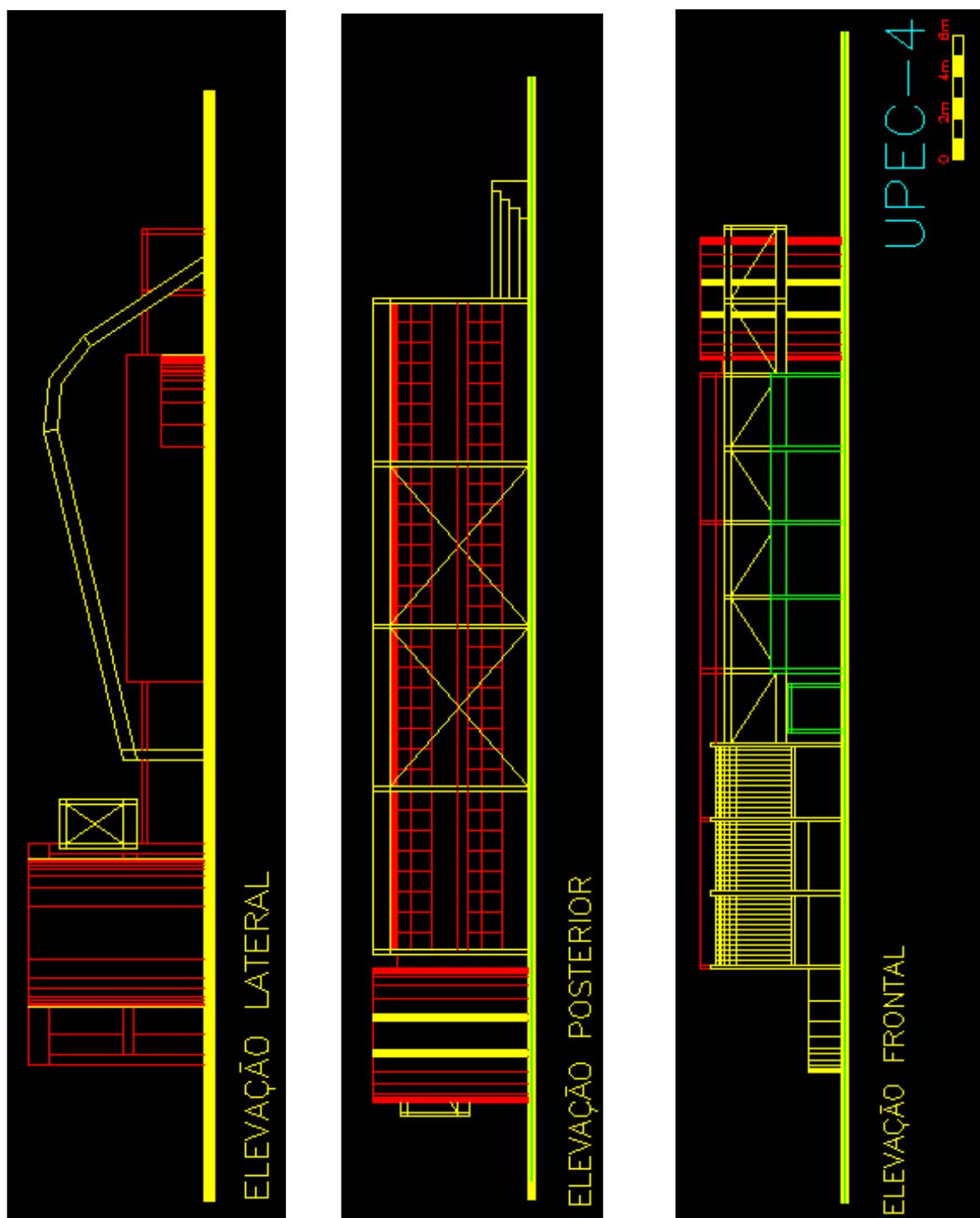


FIGURA V.3 – UPEC-4 / ELEVAÇÕES

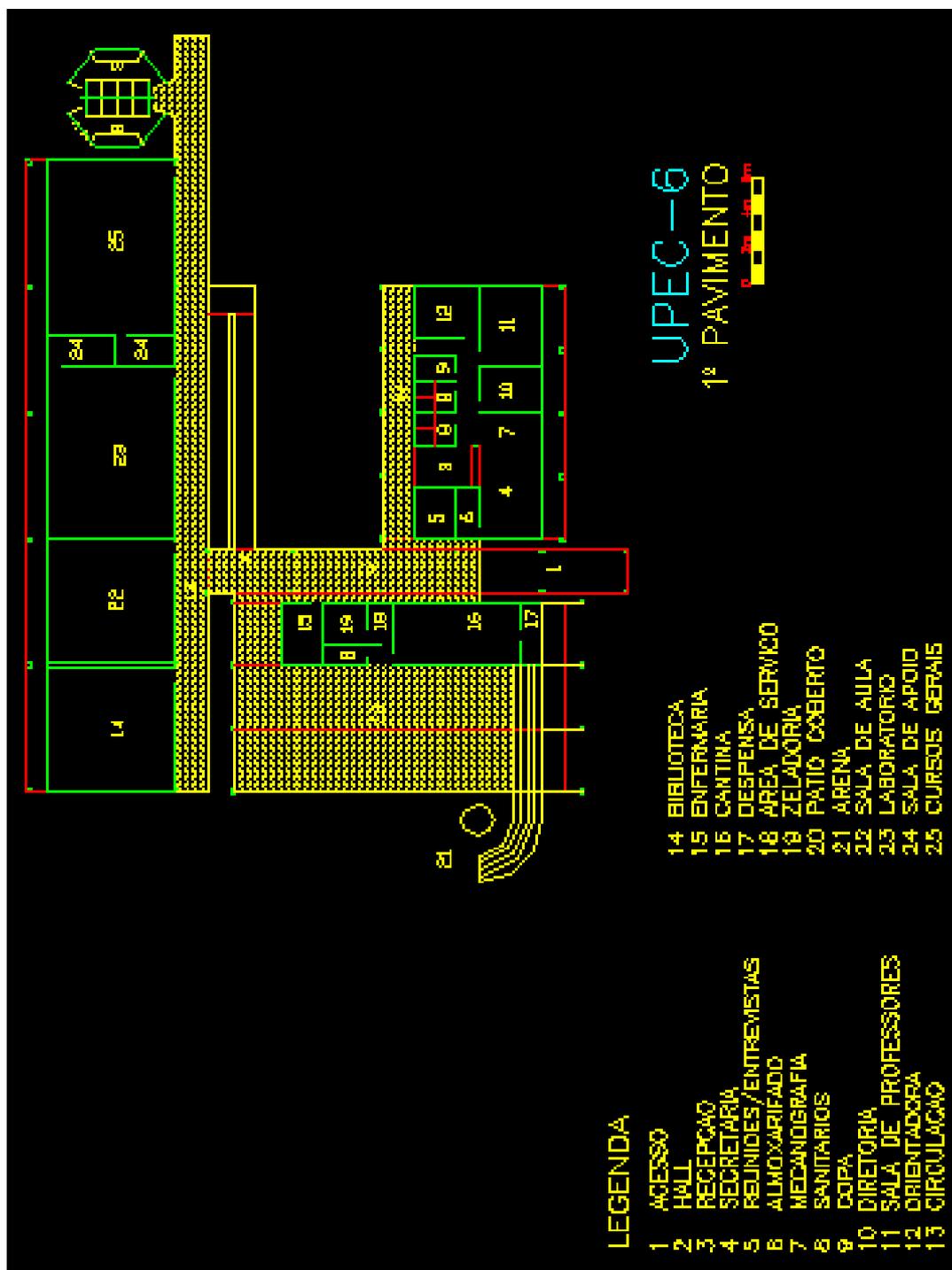


FIGURA V.4 – UPEC-6 / PLANTA 1º NÍVEL

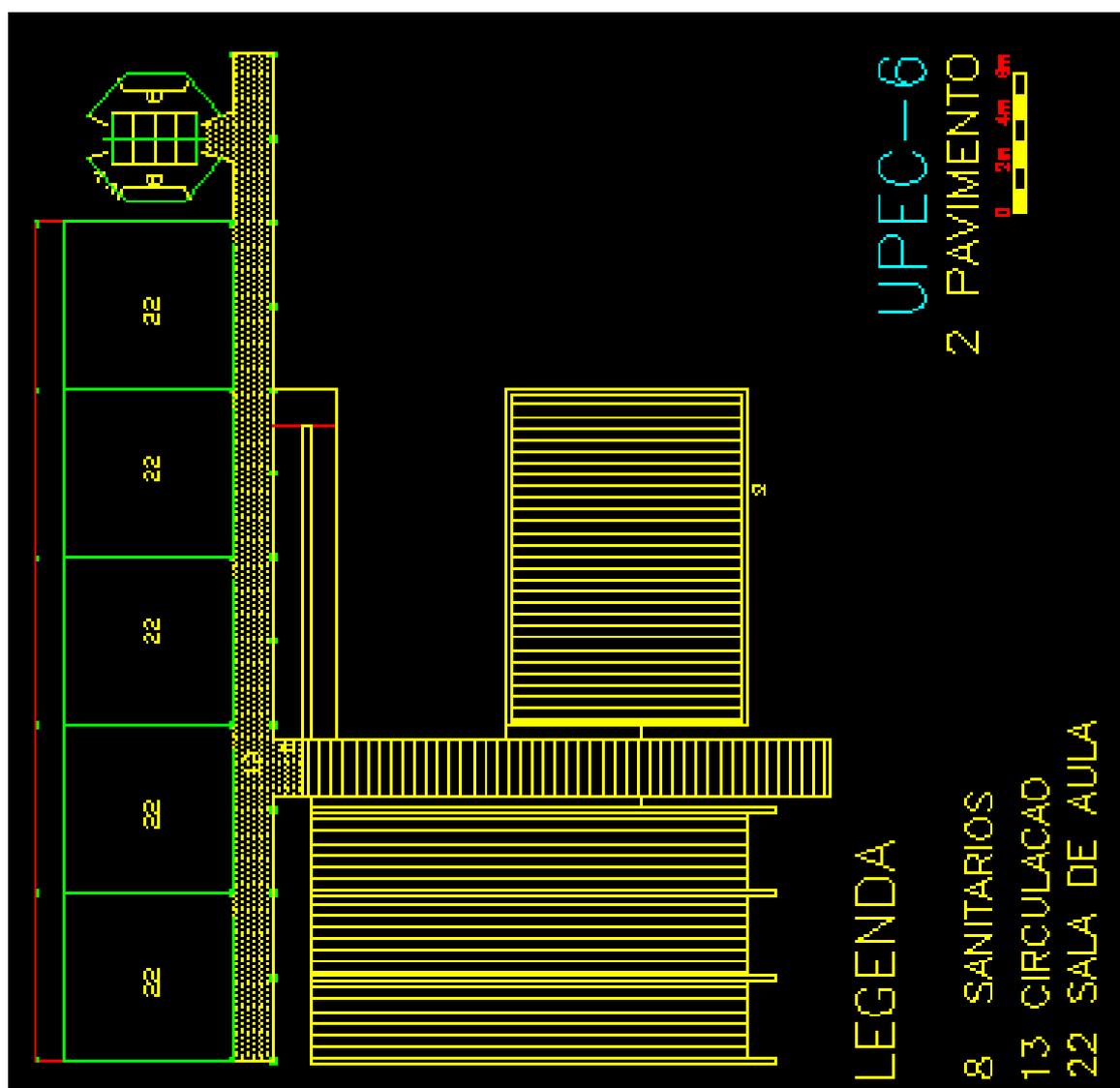


FIGURA V.5 – UPEC-6 / PLANTA 2º NÍVEL

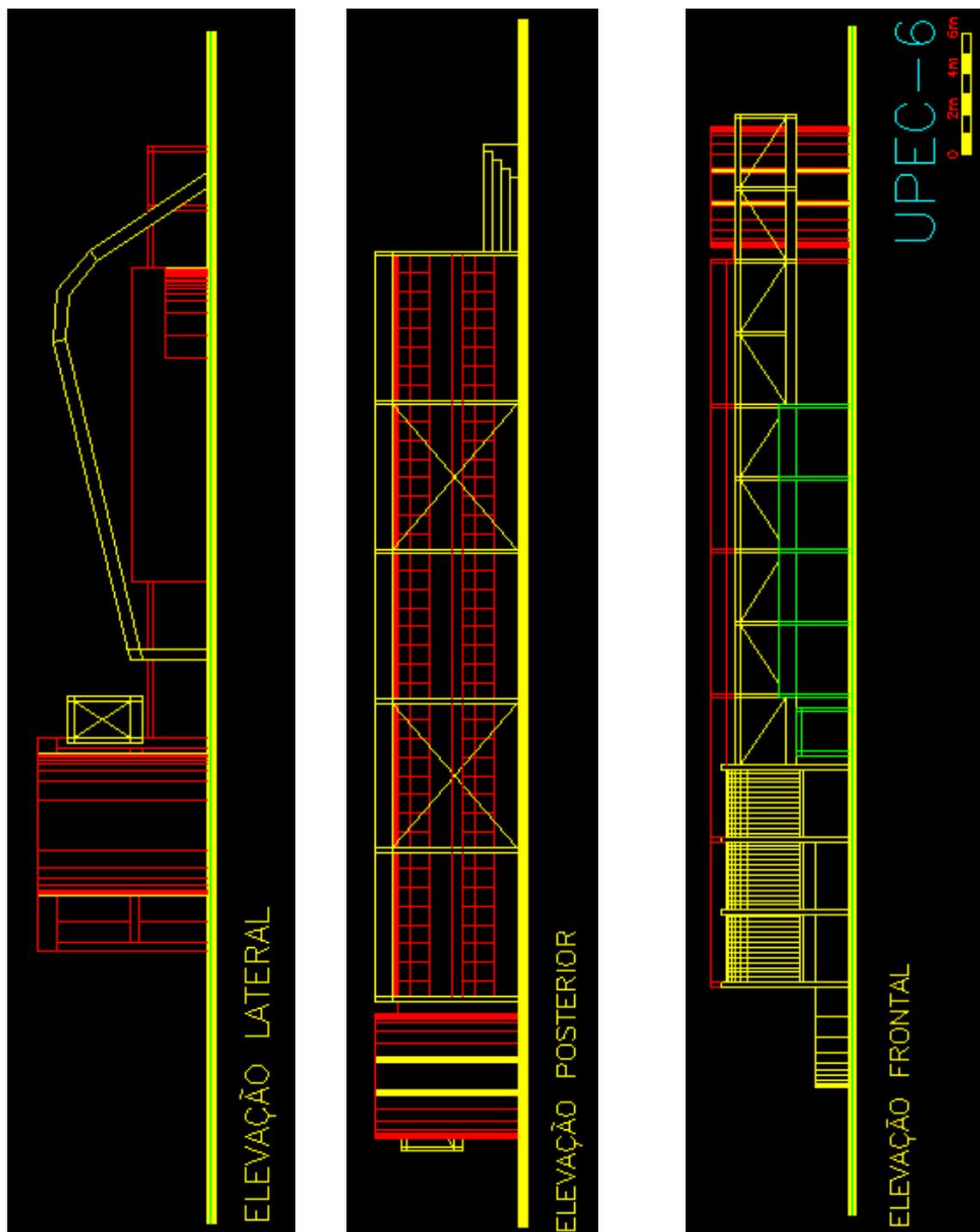


FIGURA V.6 – UPEC-6 / ELEVAÇÕES

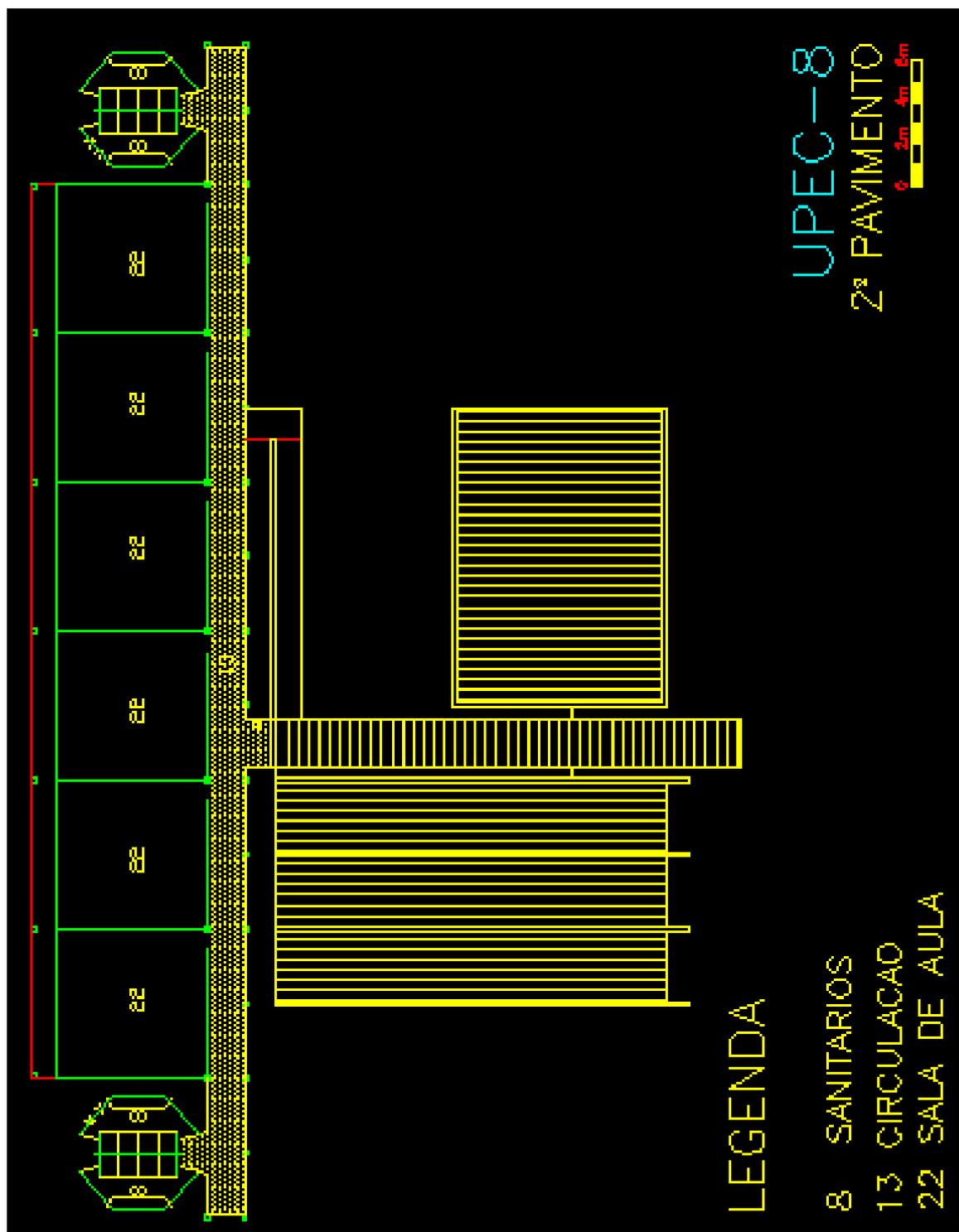


FIGURA V.8 – UPEC-8 / PLANTA 2º NÍVEL

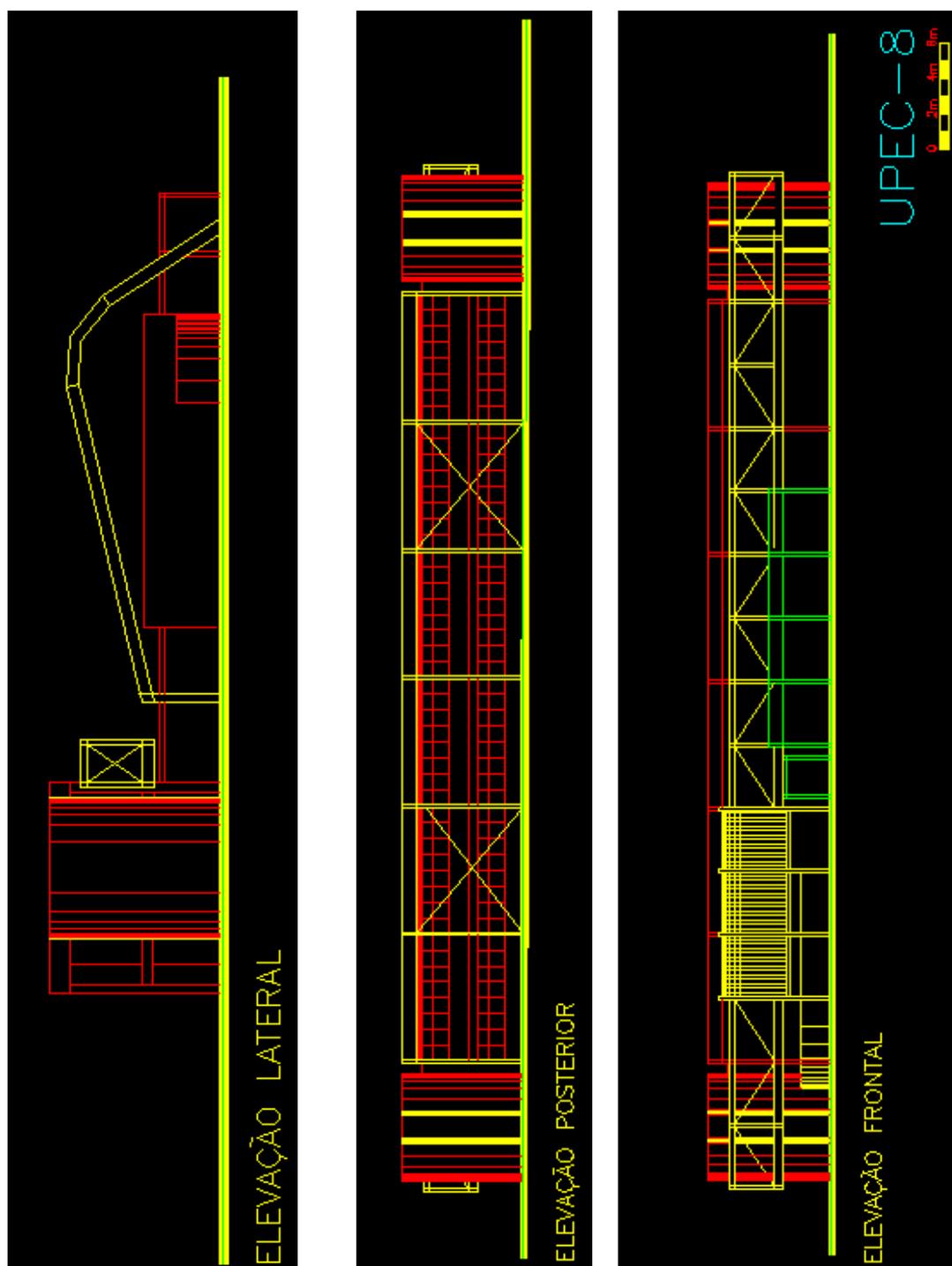


FIGURA V.9 – UPEC-8 / ELEVACÕES

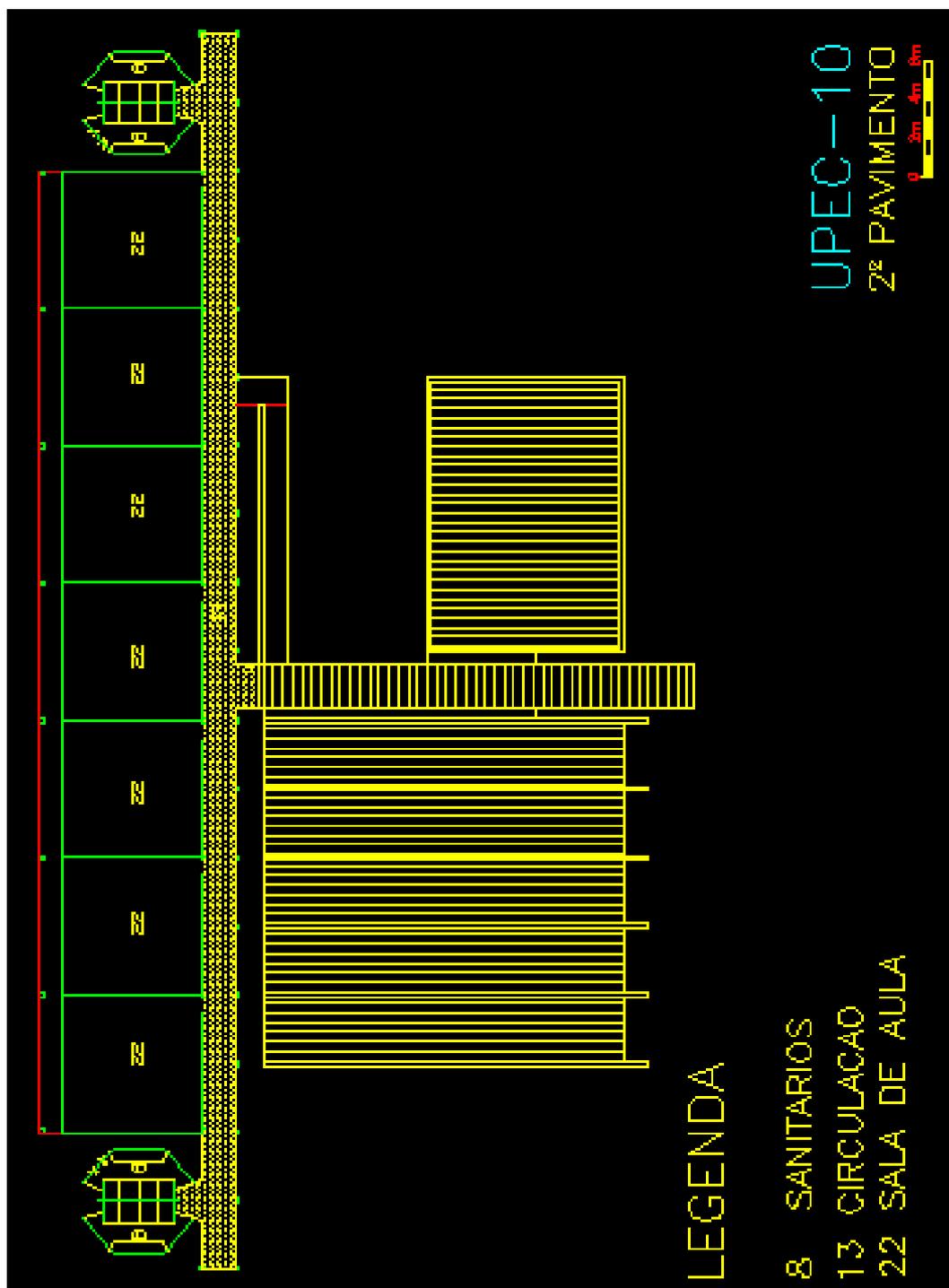


FIGURA V.11 – UPEC-10 / PLANTA 2º NÍVEL

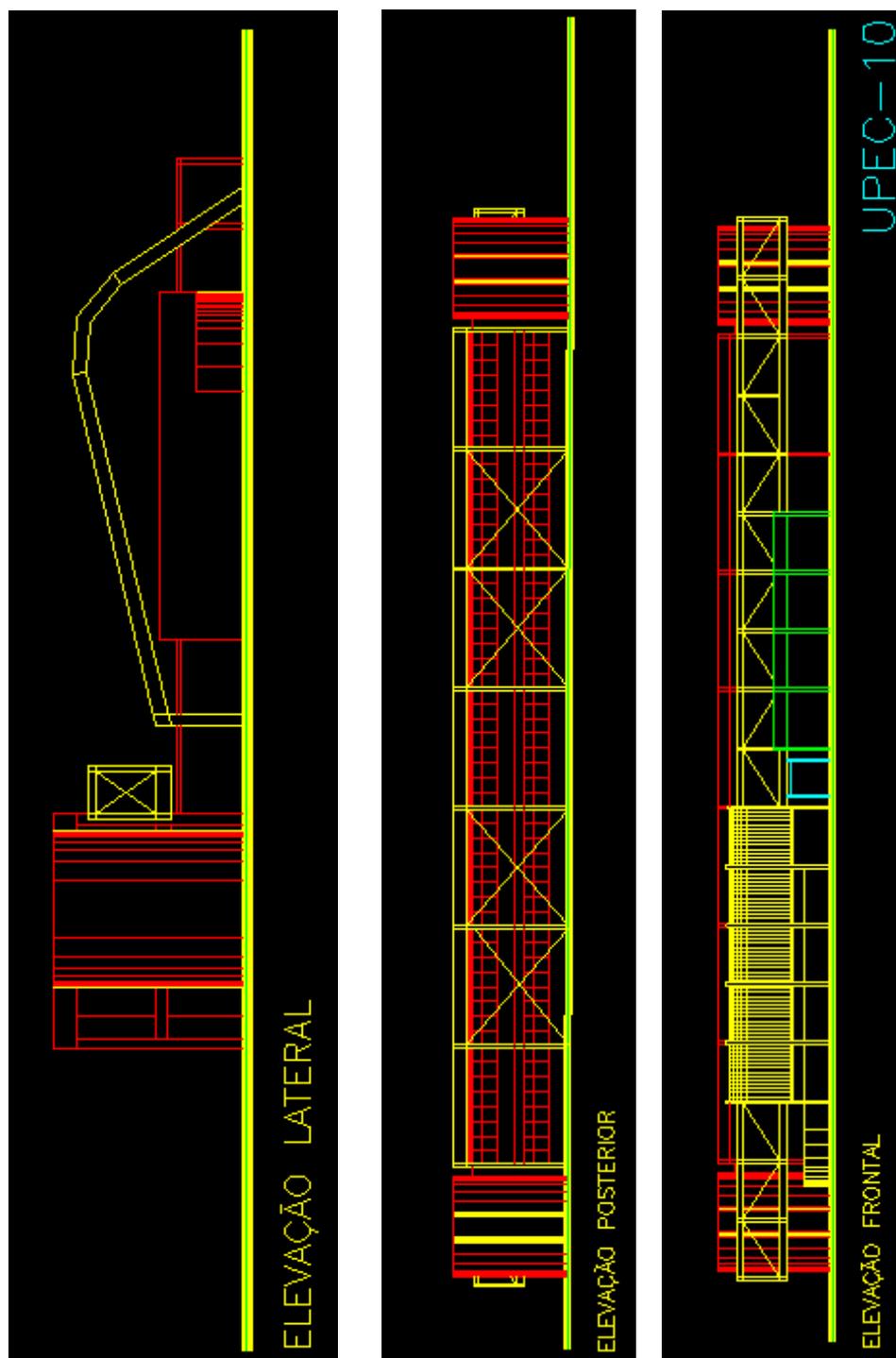


FIGURA V.12 – UPEC-10 / ELEVAÇÕES

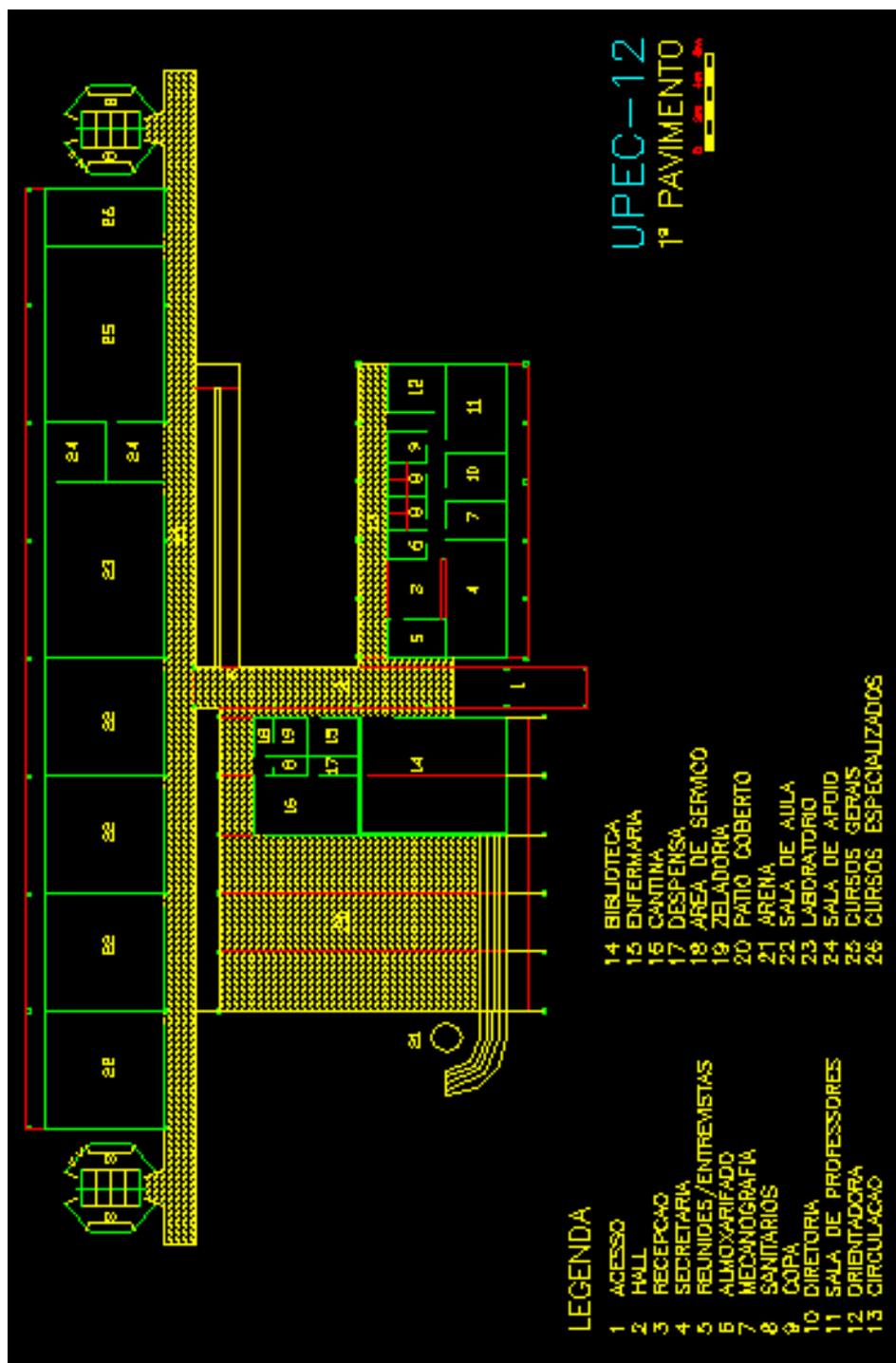


FIGURA V.13 – UPEC-12 / PLANTA 1º NÍVEL

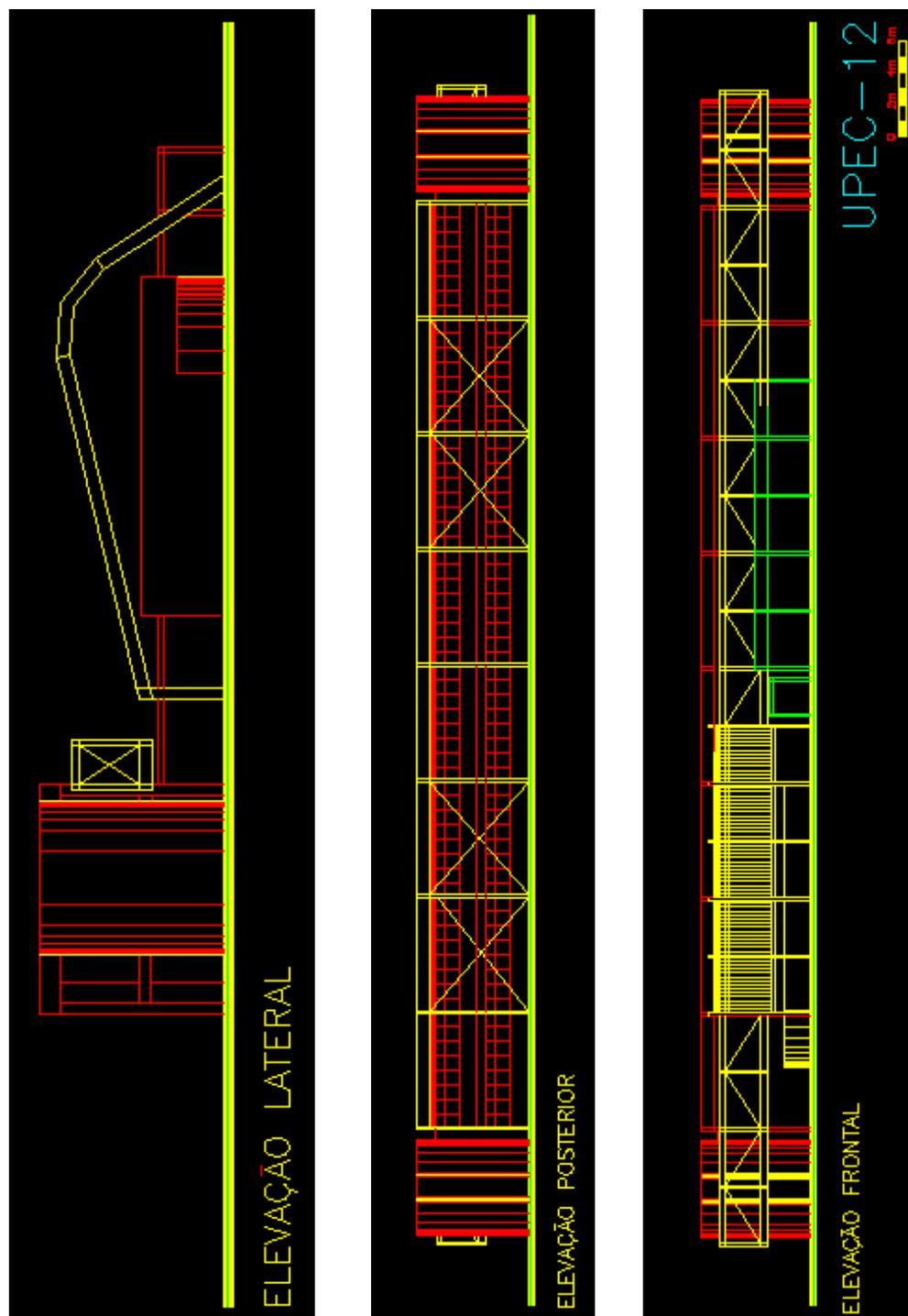


FIGURA V.15 – UPEC-12 / ELEVAÇÕES

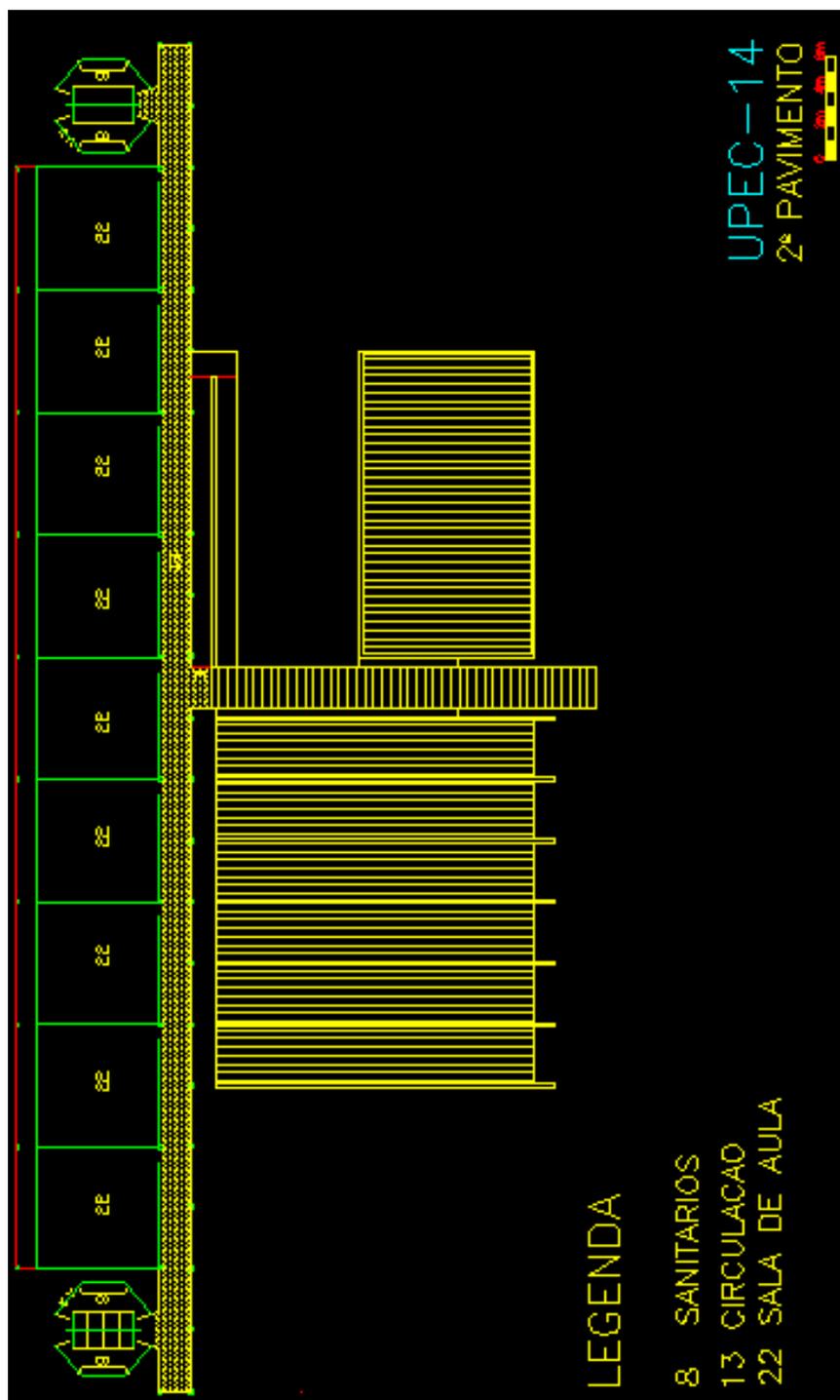


FIGURA V.17 – UPEC-14 / PLANTA 2º NÍVEL

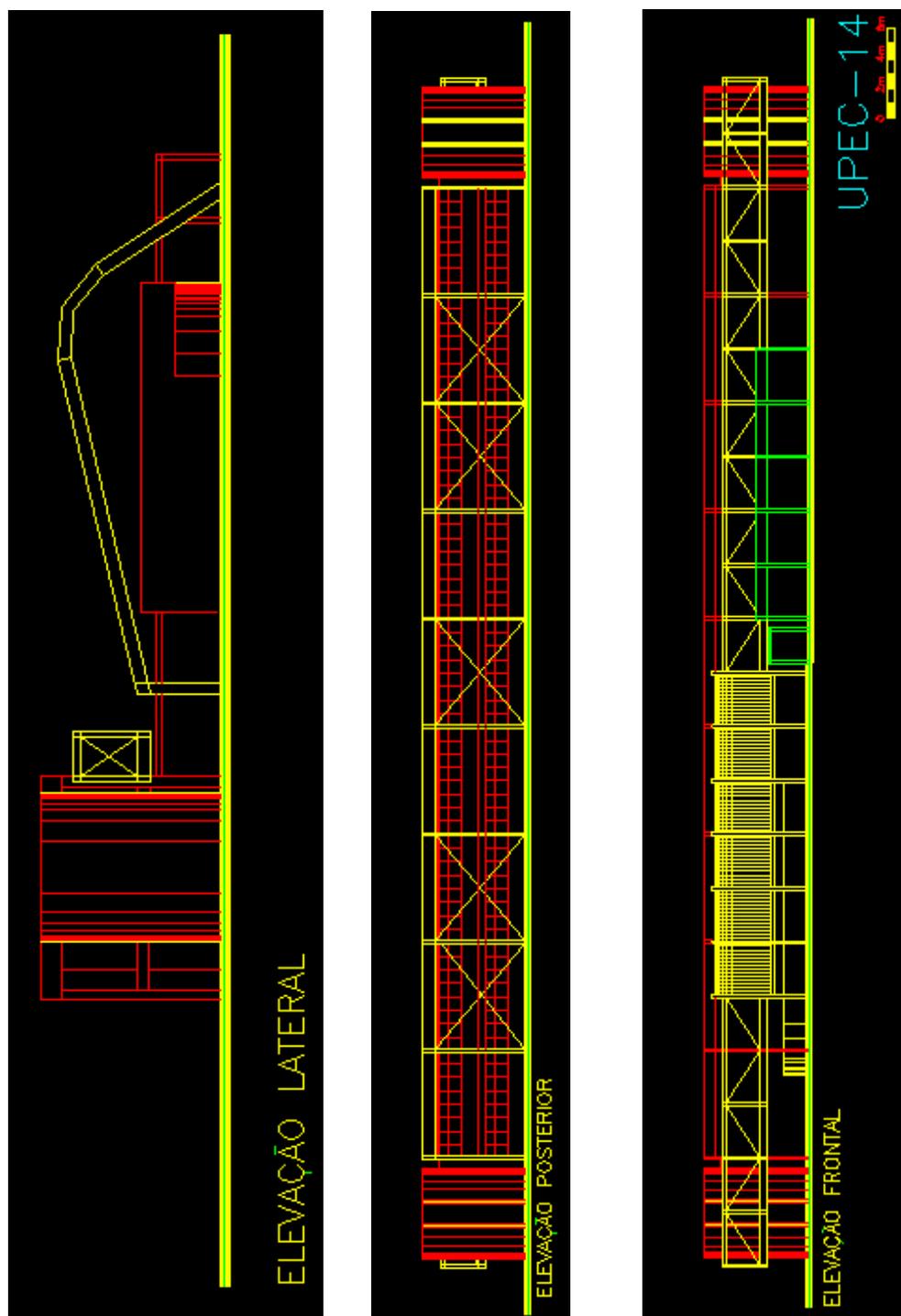


FIGURA V.18 – UPEC-14 / ELEVAÇÕES

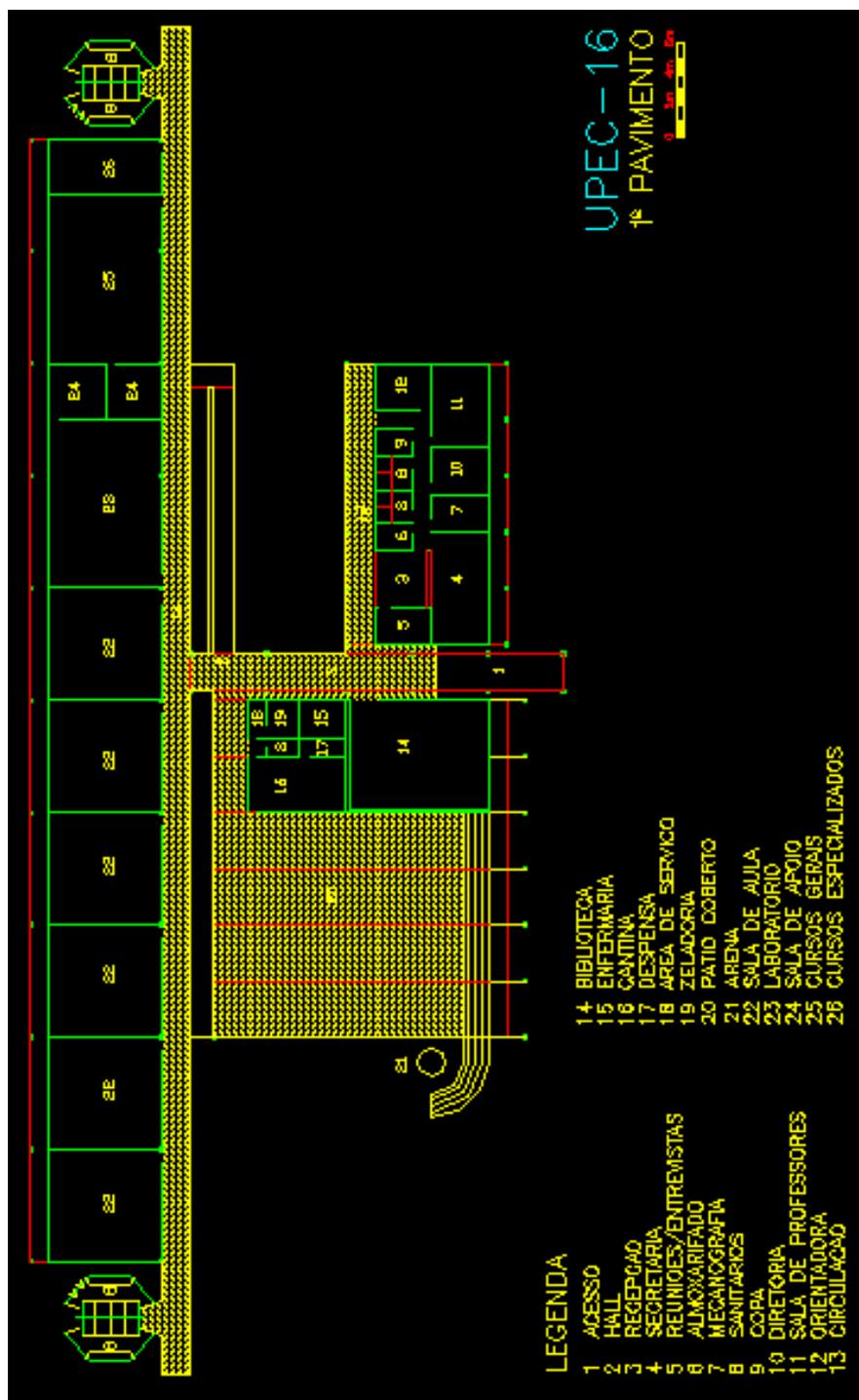


FIGURA V.19 – UPEC-16 / PLANTA 1º NÍVEL

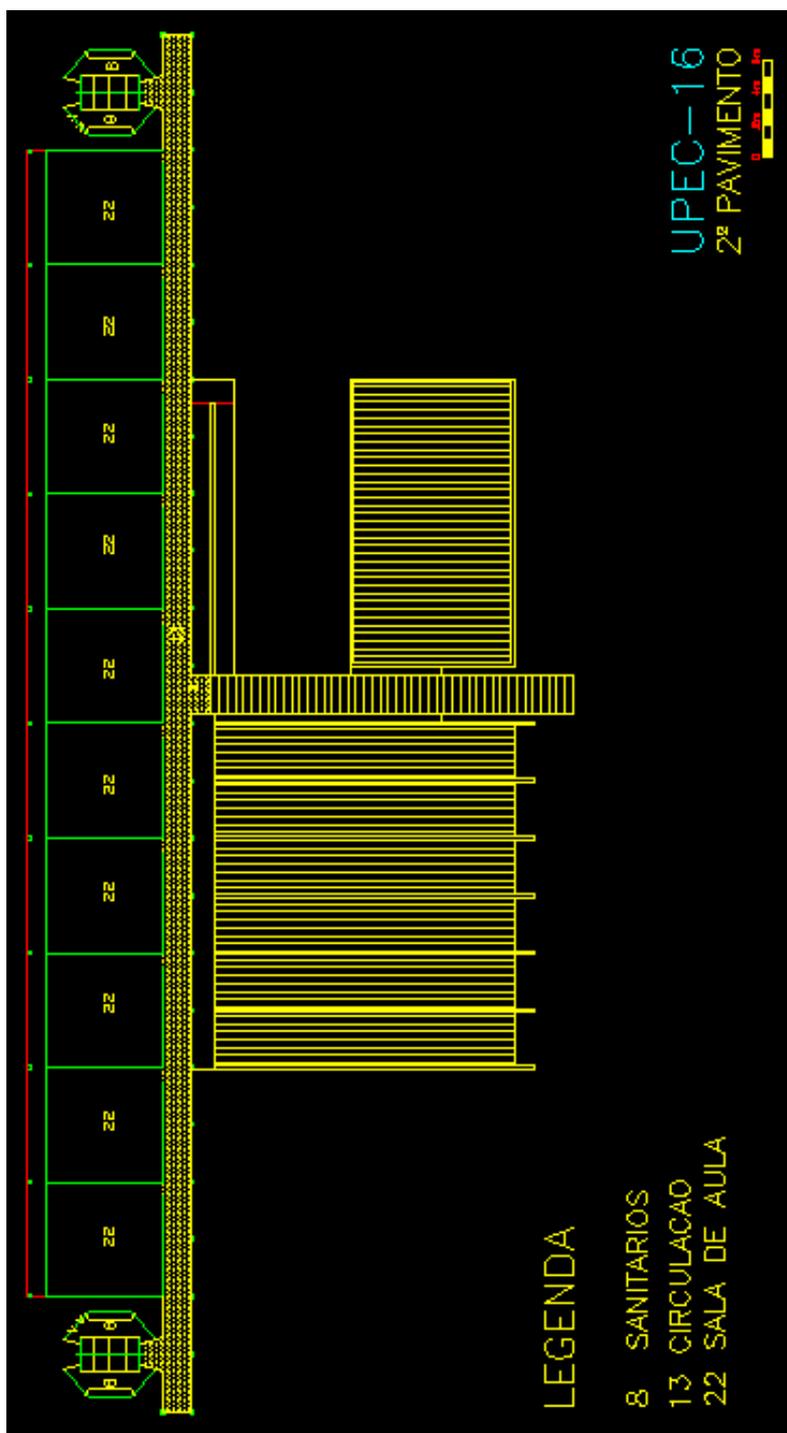


FIGURA V.20 – UPEC-16 / PLANTA 2º NÍVEL

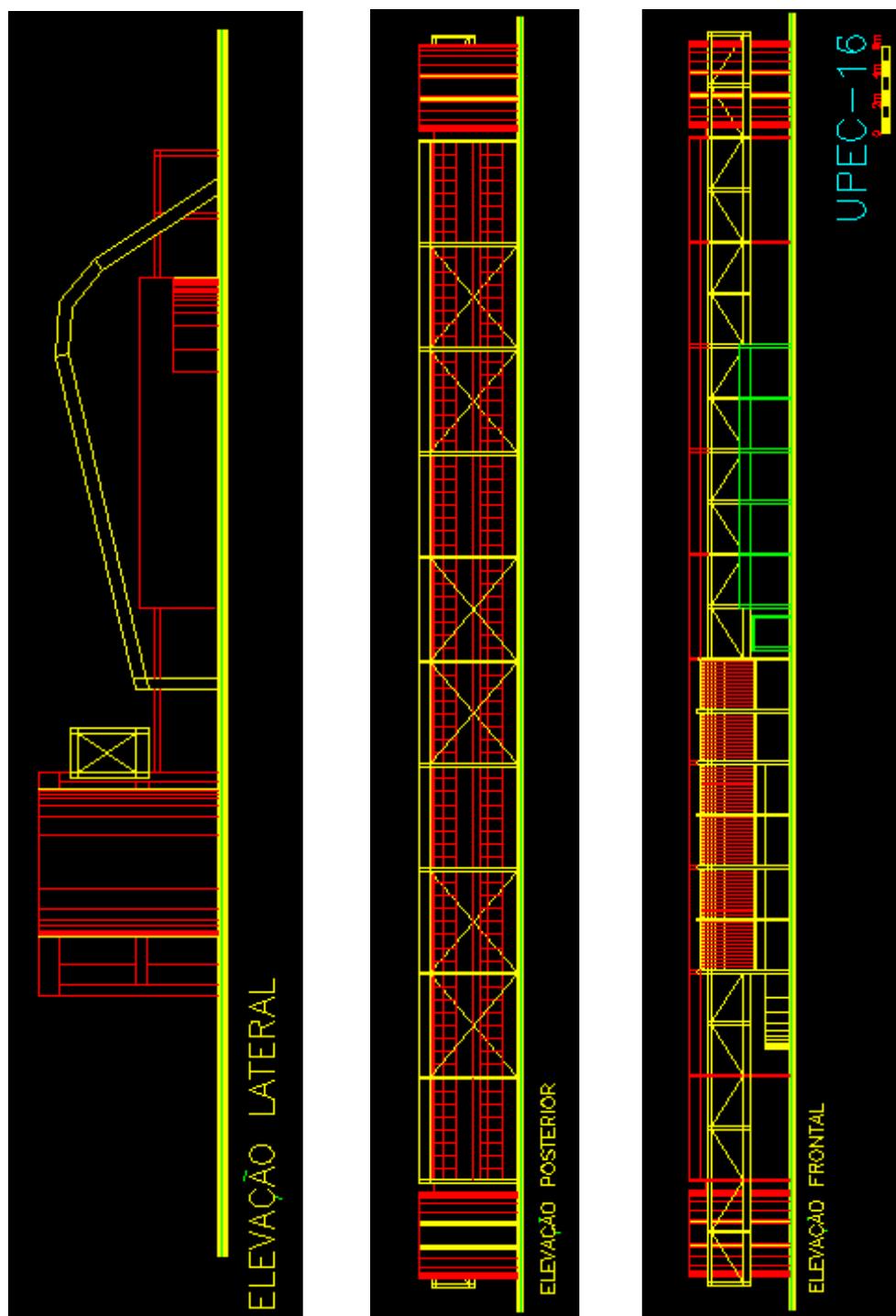


FIGURA V.21 – UPEC-16 / ELEVAÇÕES

V.2 - CORTES E DETALHES CONSTRUTIVOS METÁLICOS

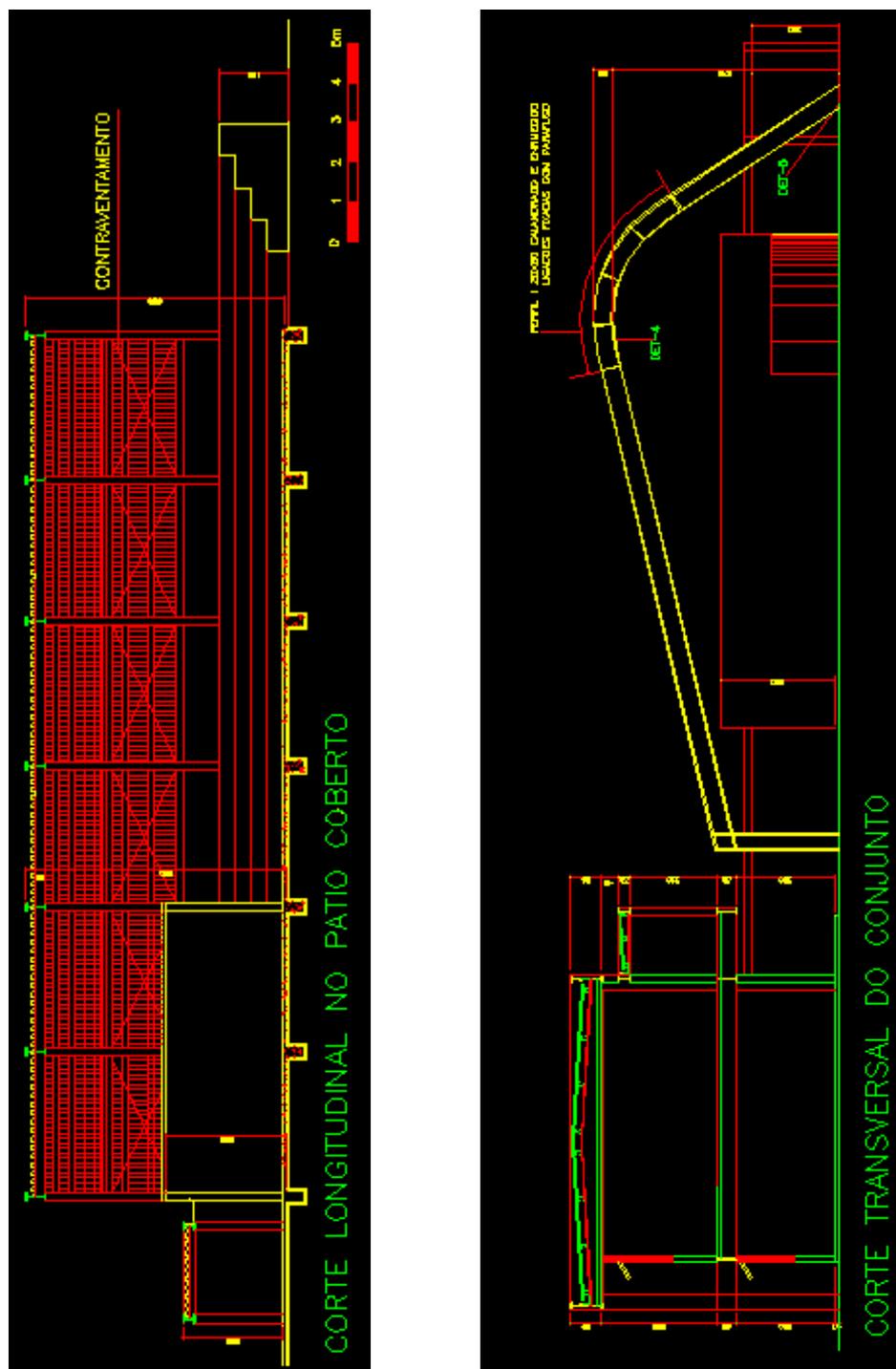


FIGURA V.22 – UPEC GENÉRICO / CORTES DO CONJUNTO

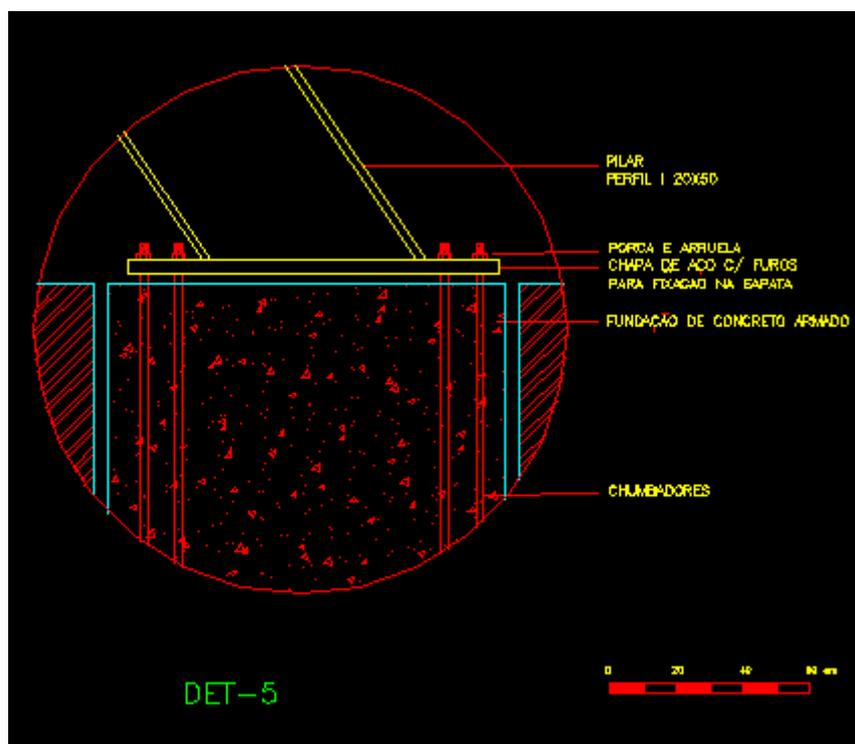
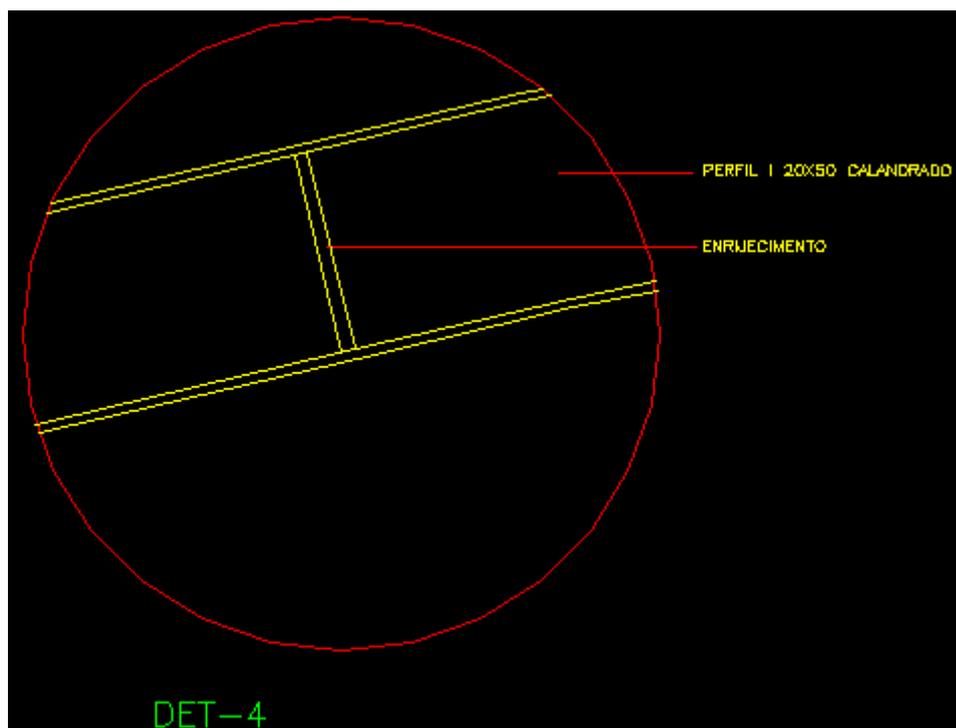


FIGURA V.23 – DETALHES DO CORTE TRANSVERSAL DO CONJUNTO

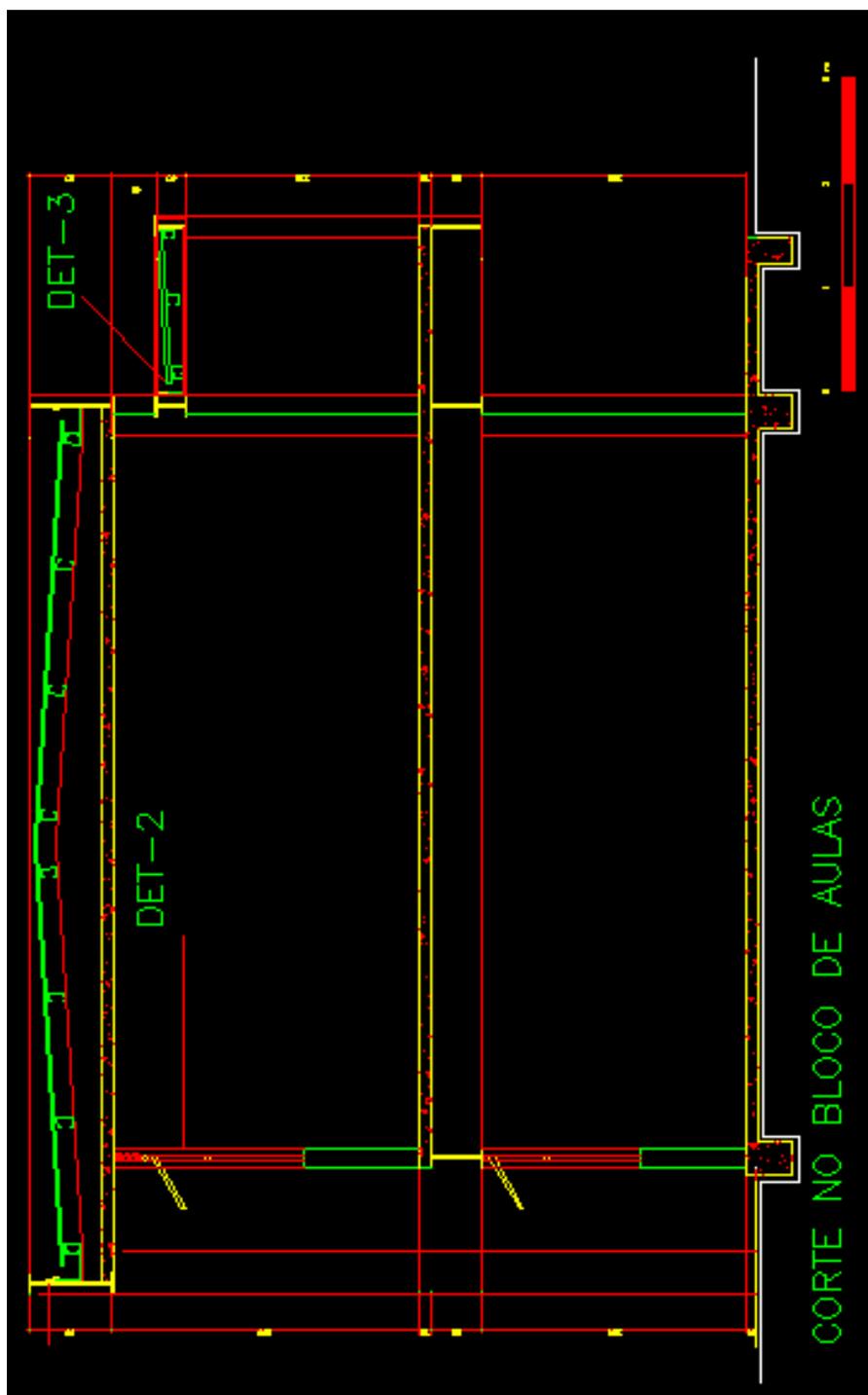


FIGURA V.24 – UPEC GENÉRICO / CORTE NO BLOCO DE AULAS

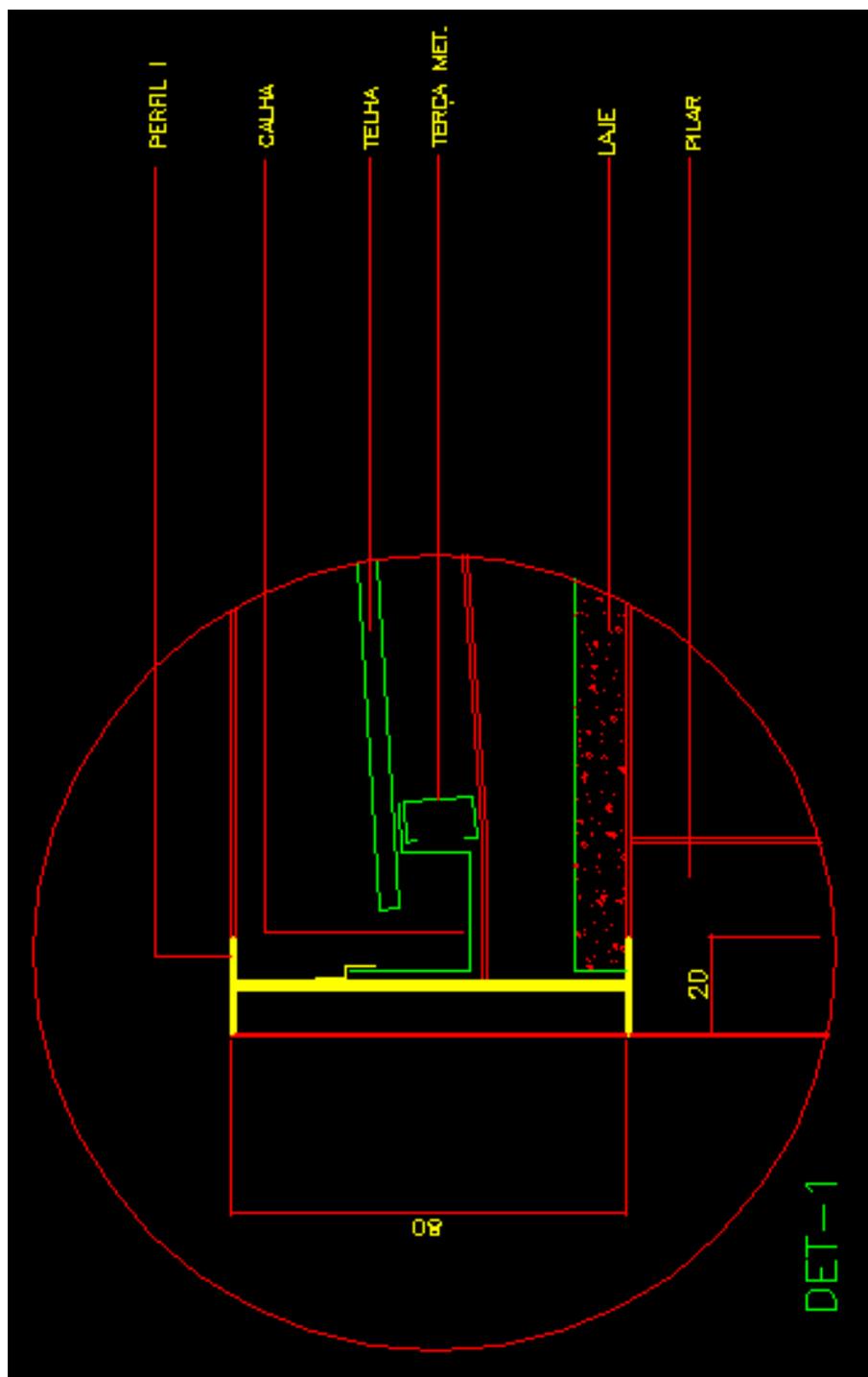


FIGURA V.25 – DETALHES DO CORTE / BLOCO DE AULAS

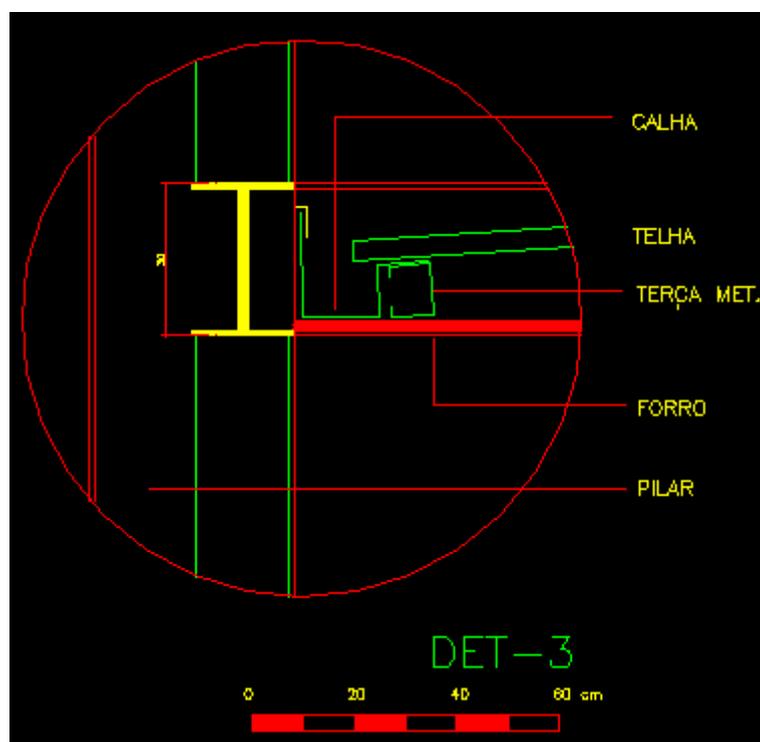
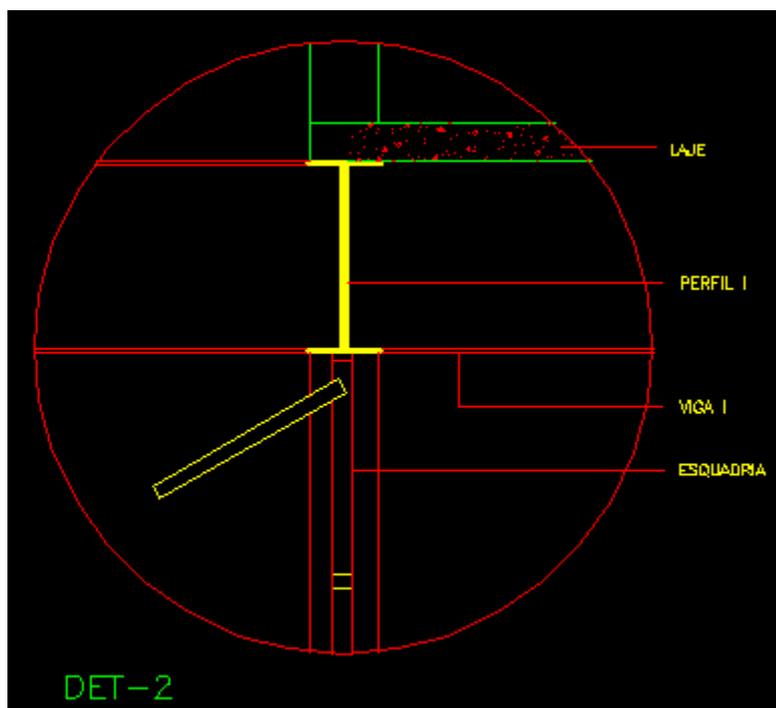


FIGURA V.26 – DETALHES DO CORTE / BLOCO DE AULAS

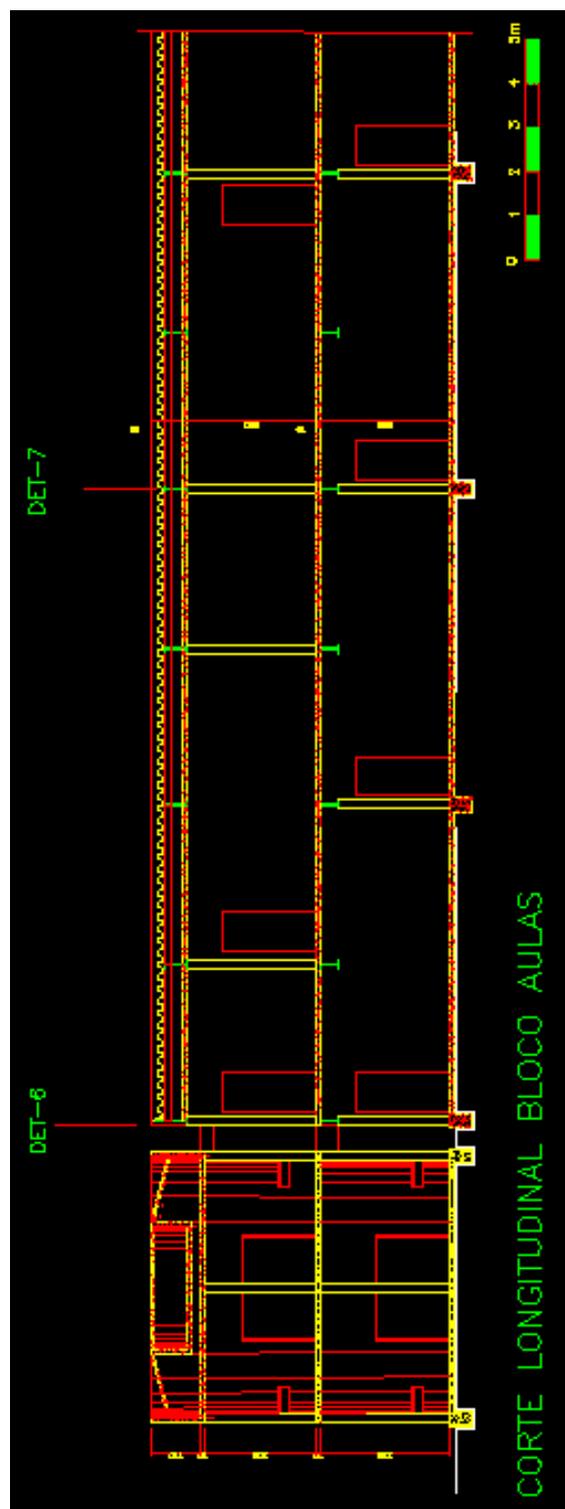


FIGURA V.27 – UPEC GENÉRICO / CORTE LONGITUDINAL

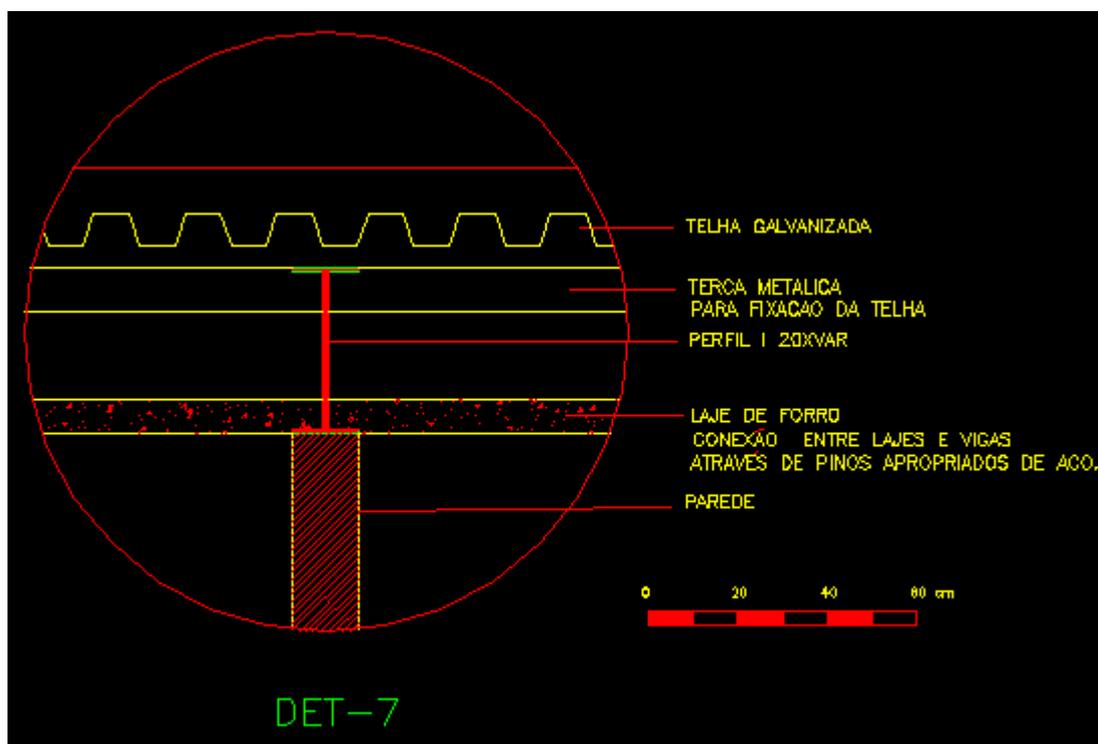
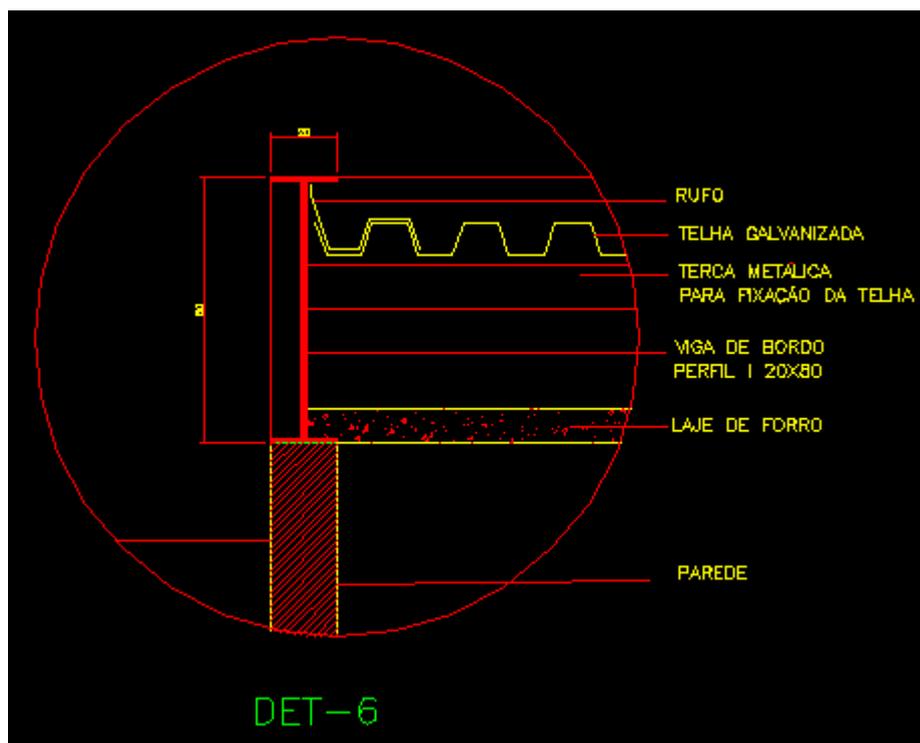


FIGURA V.28 – UPEC GENÉRICO / DETALHES

V.3 - ASPECTOS FORMAIS

Os elementos volumétricos componentes de cada unidade buscam em cada detalhe uma identificação direta com a função correspondente. A volumetria é composta por quatro blocos nitidamente distintos. O bloco das salas de aula ; o pátio coberto; o bloco administrativo; e os eixos de circulação . O bloco de aulas caracteriza-se por sua longilineidade e por se destacar no conjunto devido à sua extensão, principalmente nas UPECs acima de 8 salas. Os eixos de circulação, compostos por um, longitudinal, que representa o acesso principal que liga o complexo escolar ao logradouro público e demarca a entrada de forma direta, destacando-a, e por outro transversal que é o responsável pela distribuição dos usuários às salas de aula e demais dependências. Além disso, estes eixos reforçam o caráter longilíneo da obra valorizando e tornando formalmente independentes todos os seus componentes. O pátio coberto possui uma forma particular que personaliza e ambienta o setor de lazer e esportes.

A linguagem arquitetônica geral da obra é reforçada quando obtém da estrutura metálica deixada aparente os aspectos característicos transmitidos pelos componentes da mesma (OLIVEIRA,1996). Estes detalhes se multiplicam em toda a obra, induzindo-a a um panorama de precisão e tecnologia moderna. Os painéis de vedação poderão ser constituídos por alvenaria ou por outros tipos de material que apresentem maior afinidade e eficiência ao sistema adotado. Poderão ser revestidos ou pintados para que obtenham boa impermeabilização. As cores usadas deverão ser escolhidas com critério para que participem positivamente da arquitetura. Para complementar, os painéis de vidro serão

empregados numa proporção de equilíbrio, procurando dar à obra serenidade e ambientação, favorecendo o desempenho das atividades docentes e discentes no local.

É importante frisar que a tudo isso deve ser somado o fator paisagismo. Uma escola não deve ser árida. A área verde é essencial para que ela seja envolvida naturalmente e enquadrada ao entorno existente. Os espaços externos são também importantes para uma reutilização por parte dos usuários que poderão ter ali uma extensão do lazer e dos esportes, além de um local onde poderão usufruir até mesmo com os próprios estudos. O pátio coberto, na realidade, terá uma área adjacente descoberta e ensolarada a fim de que a percepção de cada um não fique contida entre quatro paredes, e que lhes seja permitido perceber as características naturais oferecidas pelo nosso clima tropical.

Apresentamos a seguir, as figuras V.29, V.30 e V.31, mostrando a perspectiva e vistas parciais de uma edificação escolar UPEC-14, como exemplo geral, no sentido de complementar o pensamento acima descrito e proporcionar melhor percepção do conjunto arquitetônico.



FIGURA V.29 – VISTA AÉREA DA UPEC-14

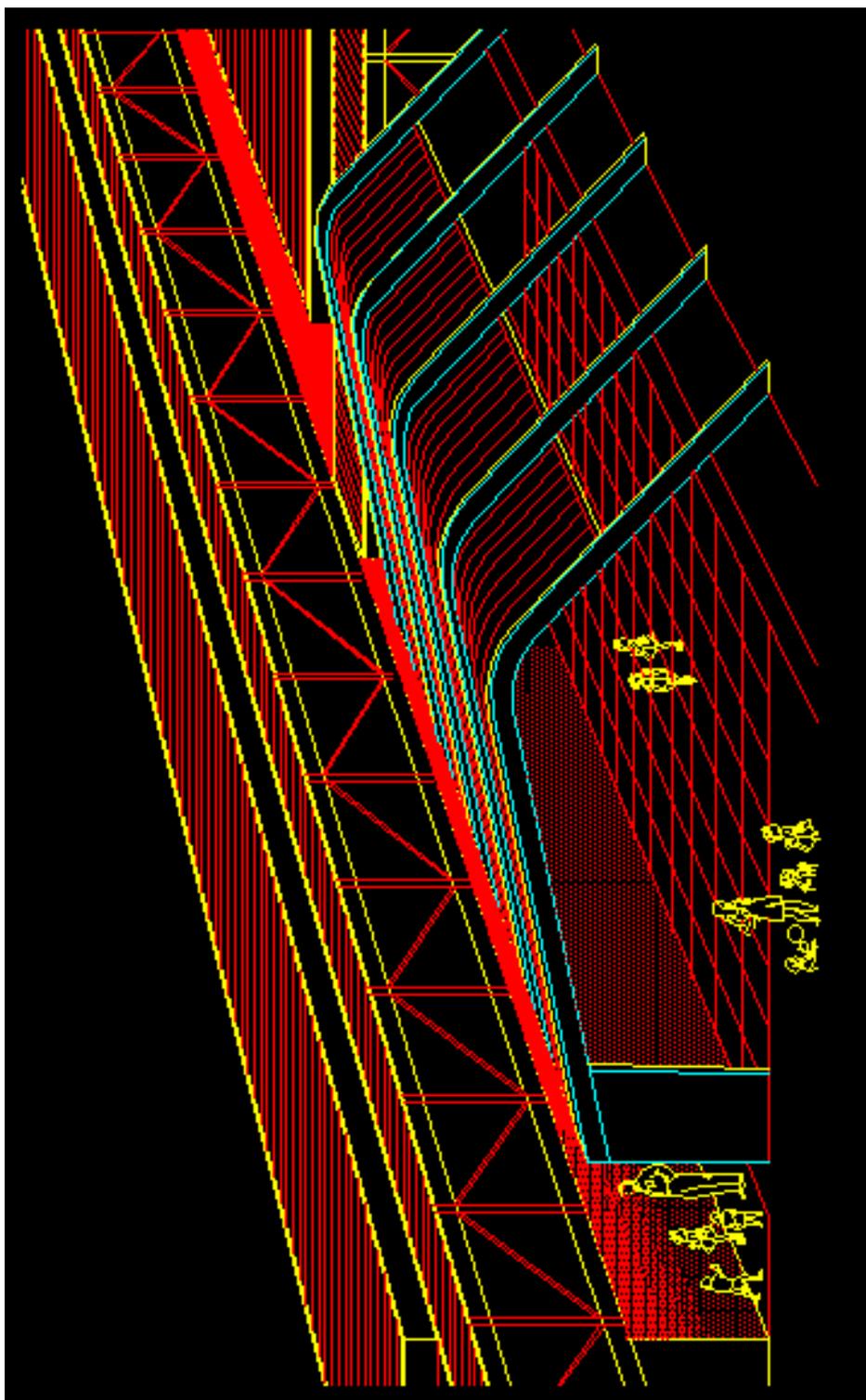


FIGURA V.30 – VISTA PARCIAL DO PÁTIO COBERTO



FIGURA V.31 – ENTRADA PRINCIPAL

CAPÍTULO VI

POSSIBILIDADES DE CRESCIMENTO

VI.1 - AMPLIAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

As unidades classificadas nos itens anteriores possuem capacidade para futuras ampliações, se necessário for. Assim, por exemplo, a UPEC-10 poderá ter o número de salas de aula aumentado de 10 para 12 ou 14, o que corresponde a um aumento de até 40% sobre o número de salas. O percentual sobre a área inicial construída foi calculado em cada caso e poderá ser observado nas folhas seguintes. Qualquer dos modelos já classificados poderá sofrer um processo de crescimento de acordo com a demanda futura.

Esta possibilidade é um dos pontos que julgamos de suma importância e necessário à realidade no desenrolar dos fatos. É importante que possamos contar com esta alternativa, haja visto os não raros casos em que a obra quando pronta já é fadada à insuficiência de espaços disponíveis. O fator formal foi também estudado e considerado a fim de que tenhamos uma visão e controle de qualidade com relação ao produto final após o acréscimo, para que as obras não sejam mutiladas e transformadas ao bel-prazer daqueles que se encontram à frente do sistema durante a fase de reforma.

Tendo uma visão antecipada dos acréscimos possíveis para cada caso, poderemos obter melhores resultados no futuro, uma vez que, ainda na fase

inicial que é a da escolha do terreno, já o definiremos com vistas a uma provável reforma de ampliação futura.

Todos os elementos do projeto foram criados de forma a permitir uma continuidade natural no caso específico de ampliação das instalações existentes. A própria **estrutura metálica** por nós adotada, vem somar as características já enunciadas uma vantagem sem precedentes, considerando sua facilidade de construção e pelo visual proporcionado após um crêscimo, já que a adição se faz de forma natural, sem contrastes. Provavelmente, um observador que não soubesse que uma determinada obra tivesse sofrido um crêscimo, não notaria a parte anexada e não perceberia este detalhe.

Outro ponto importante a ser salientado é que as coberturas não são atingidas durante os processos de ampliação, evitando desta forma problemas de infiltrações e outros aborrecimentos.

As obras podem ser realizadas mesmo durante o período de aulas, isoladas com tapumes com as devidas precauções para não prejudicar o andamento normal do curso. Elas não deverão interferir nas áreas e instalações já existentes.

VI.2 - DEMONSTRAÇÃO DAS POSSIBILIDADES DE AMPLIAÇÃO

VI. 2.1 - AMPLIAÇÃO DA UPEC - 4

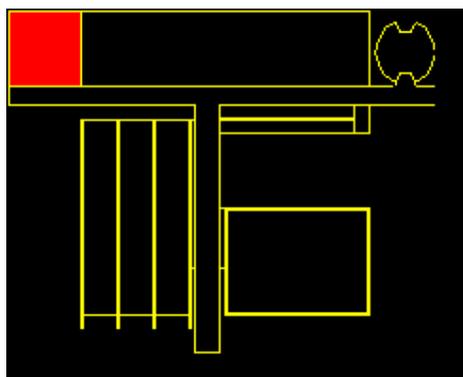


Figura VI.1 - UPEC-4 / Aumento de 2 salas de aula

Crescimento de 4 para 6 salas de aula com processo construtivo em dois pavimentos. Área total de acréscimo igual a 129,60m² ou 10,98% sobre o total da área inicial existente.



Figura VI.2- UPEC-4 / Aumento de 4 salas de aula

Crescimento de 4 para 8 salas de aula, com processo construtivo em dois pavimentos para o bloco de salas de aulas e um pavimento para o bloco de Administração, com acréscimo de 377,52 m², ou 32% sobre a área inicial existente.

VI.2.2 - AMPLIAÇÃO DA UPEC-6



Figura VI.3 - UPEC-6 / Aumento de 2 salas de aula

Crescimento de 6 para 8 salas de aula. Processo construtivo em dois pavimentos com área total de acréscimo igual a 129,60m² ou 9,82% sobre o total existente.

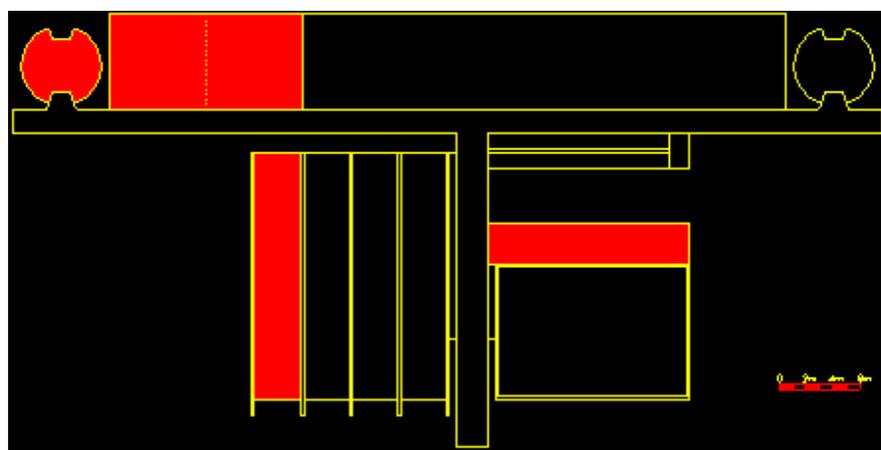


Figura VI.4 - UPEC-6 / Aumento de 4 salas de aula

Crescimento em dois pavimentos de 6 para 10 salas de aula com ampliação do pátio e bloco administrativo. Área total de acréscimo é igual a 408,48m² ou 30,96% sobre o total existente.

VI.2.3 - Ampliação da UPEC-8

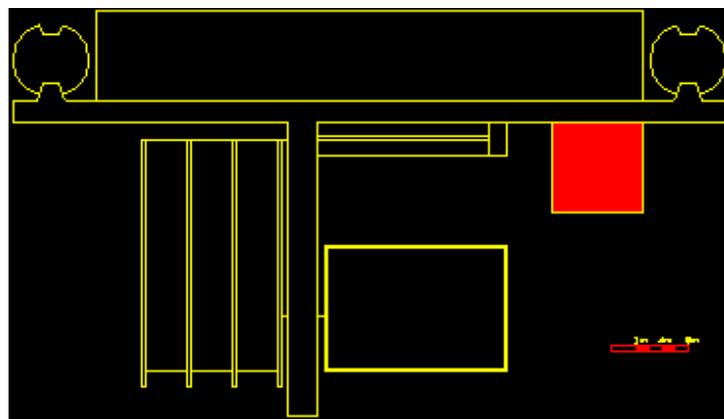


Figura VI.5 -UPEC-8 / Aumento de 2 salas de aula

Crescimento de 8 para 10 salas em dois pavimento com acréscimo de 103,68m² ou 7,15% sobre o total existente.

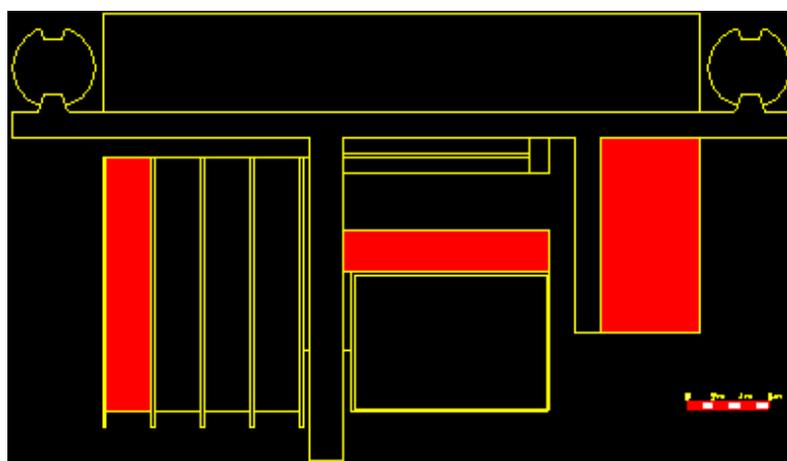


Figura VI.6 -UPEC-8 / Acréscimo de quatro salas

Crescimento de 8 para 12 salas de aula em dois pavimentos e ampliação do pátio e administração. Área total acrescida de 371,46m² ou 25,64% sobre o total existente.

VI.2.4 - Ampliação da UPEC-10

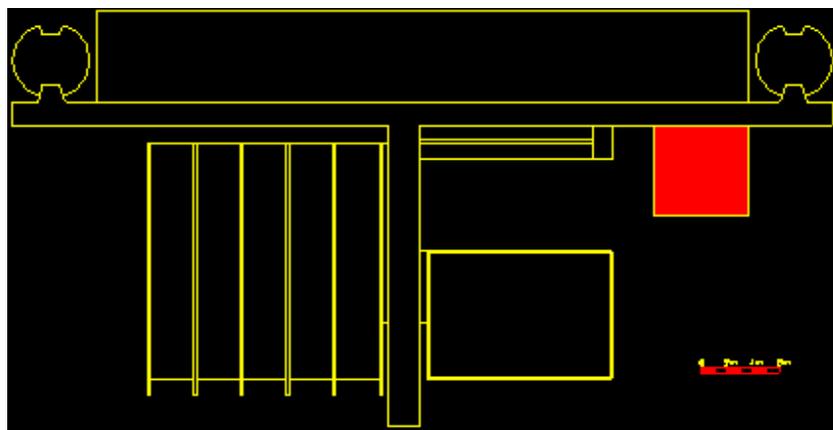


Figura VI.7 - UPEC-10 / Aumento de 2 salas de aula

Crescimento de 10 para 12 salas de aula, em dois pavimentos, com acréscimo de 103,68m² ou 6,32% sobre a área existente construída.

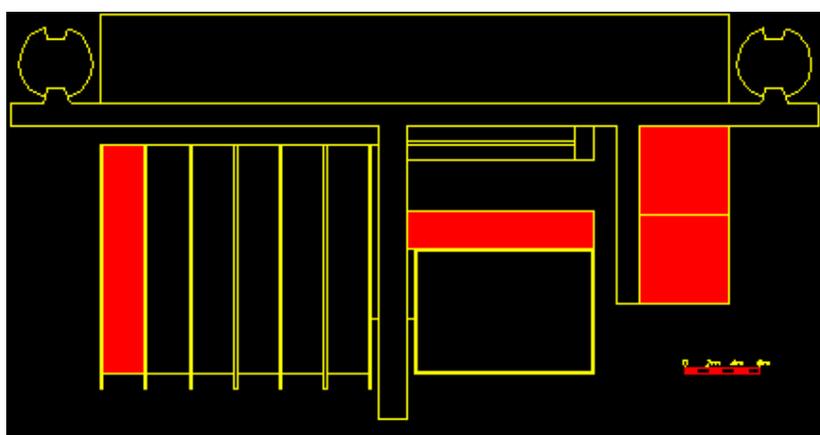


Figura VI.8 -UPEC-10 / Aumento de 4 salas de aula

Acréscimo de 10 para 14 salas de aula e ampliação do pátio e administração com área de 371,46 m² ou 22,64 % sobre área inicial existente.

VI.2.5 - Ampliação da UPEC-12

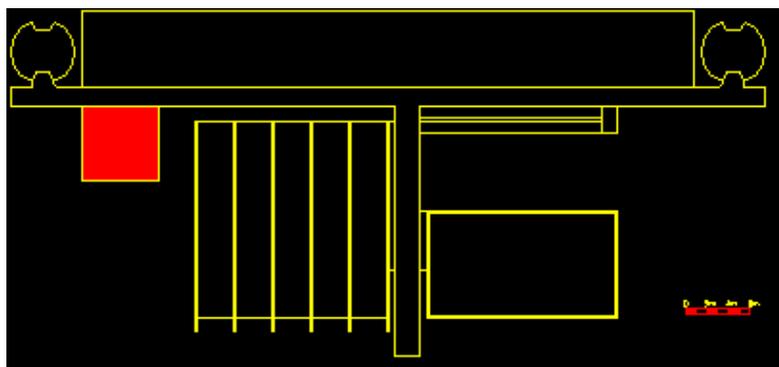


Figura VI.9 - UPEC-12 / Aumento de 2 salas de aula

Crescimento de 12 para 14 salas de aula em dois pavimentos com área acrescida de 103,68m² ou 5,73 % sobre o total existente.

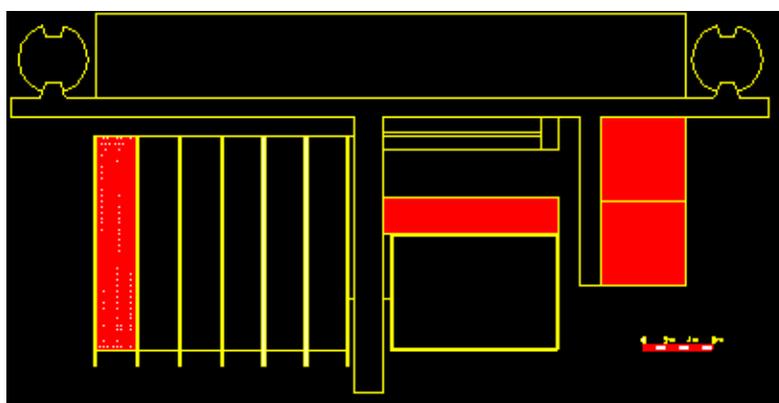


Figura VI.10 - UPEC-12 / Aumento de 4 salas de aula

Crescimento de 12 para 14 salas de aula em dois pavimentos e ampliação do pátio e administração com 274,32 m² ou 15,16 % sobre o inicial existente.

VI.2.6 - Ampliação da UPEC-14

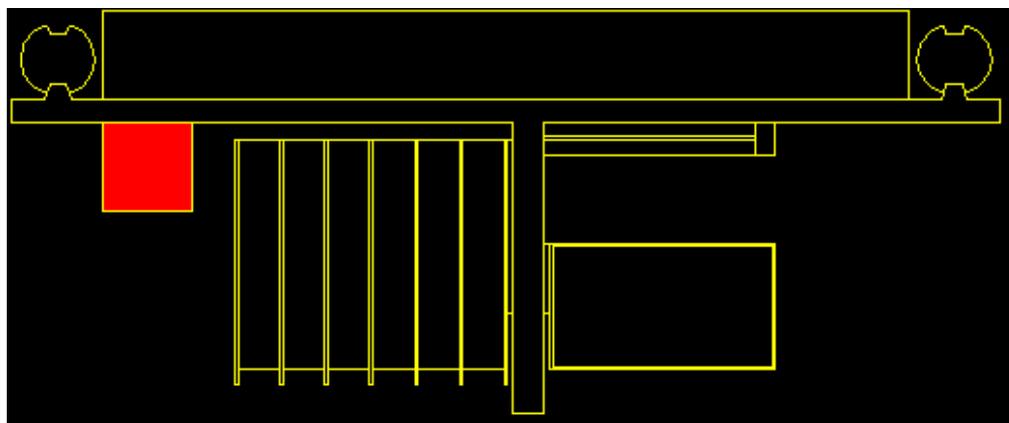


Figura VI.11 - UPEC-14 / Aumento de 2 salas de aula

Crescimento de 14 para 16 salas de aula em dois pavimentos com área total de 103,68 m² ou 5,17 % sobre área existente construída.

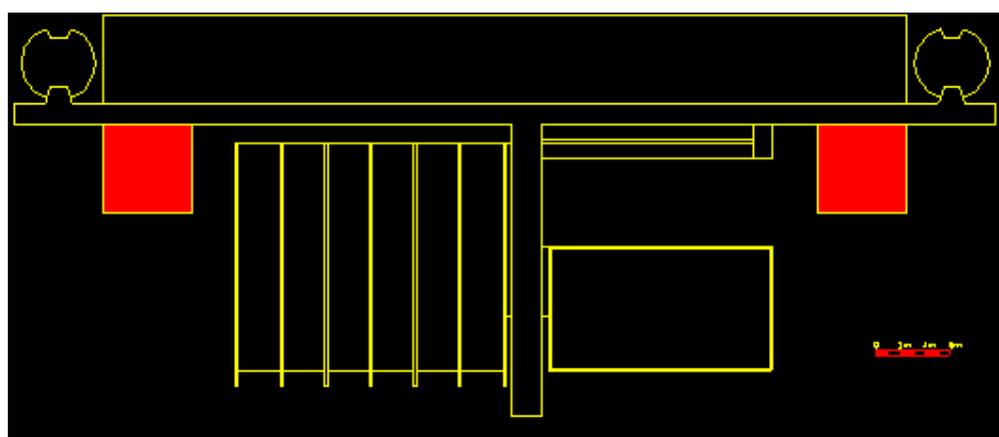


Figura VI.12 - UPEC-14 / Aumento de 4 salas de aula

Crescimento de 14 para 18 salas de aula em dois pavimentos com 259,20 m² ou 12,92 % sobre área existente construída.

VI.2.7 - Ampliação da UPEC-16

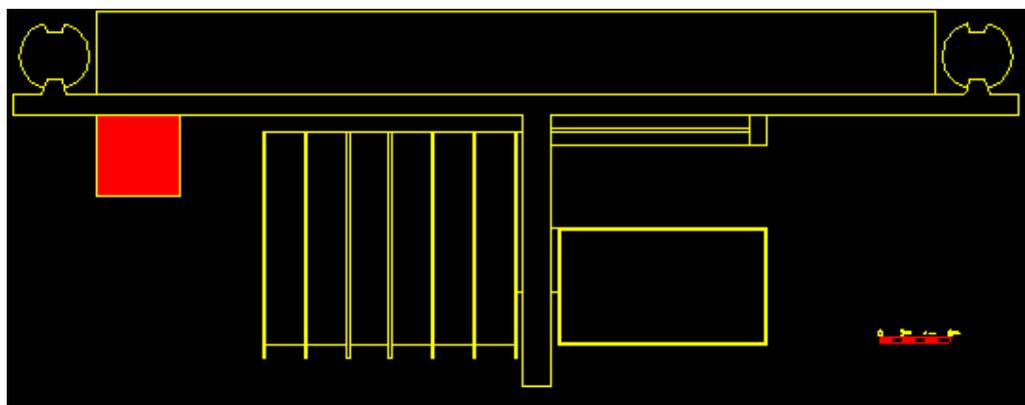


Figura VI.13 - UPEC-16/ Aumento de 2 salas de aula

Crescimento de 16 para 18 salas de aula em dois pavimentos, com 103,68 m² ou 4,85 % sobre o total existente.

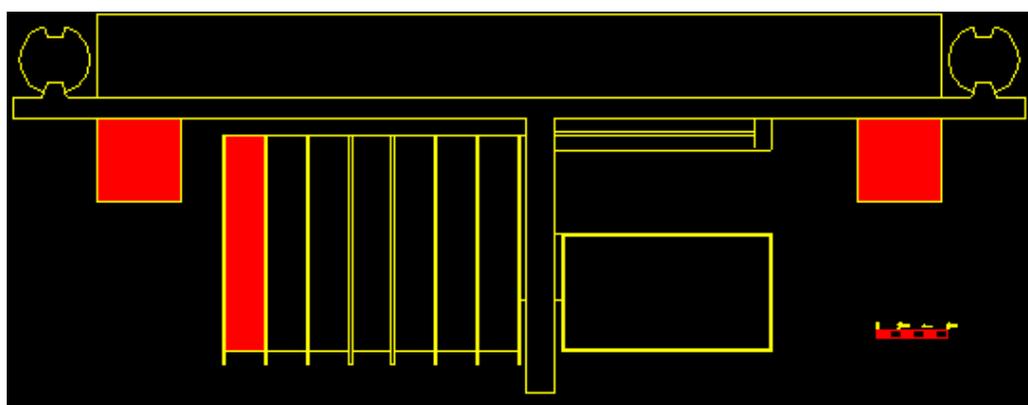


Figura VI.14 - UPEC-16/ Aumento de 4 salas de aula

Crescimento de 16 para 20 salas de aula com expansão do pátio coberto, com área igual a 274,32 m² ou 12,85% sobre o existente.

VI.3 - ADAPTABILIDADE AO TERRENO

O sistema permite a adaptação das unidades aos diversos tipos de terreno encontrados. Os protótipos foram idealizados na suposição de implantação em superfícies retangulares. Entretanto possuem propriedade de mutação que poderá ser utilizada em situações diversas, dependendo da forma do terreno encontrado.

Para exemplificar vamos apresentar, na figura VI.15, a UPEC-16 que é a que apresenta maior comprimento, numa situação onde o terreno disponível teria uma forma com tendência para o quadrado, inviabilizando a implantação do projeto padrão devido à incompatibilidade formal .

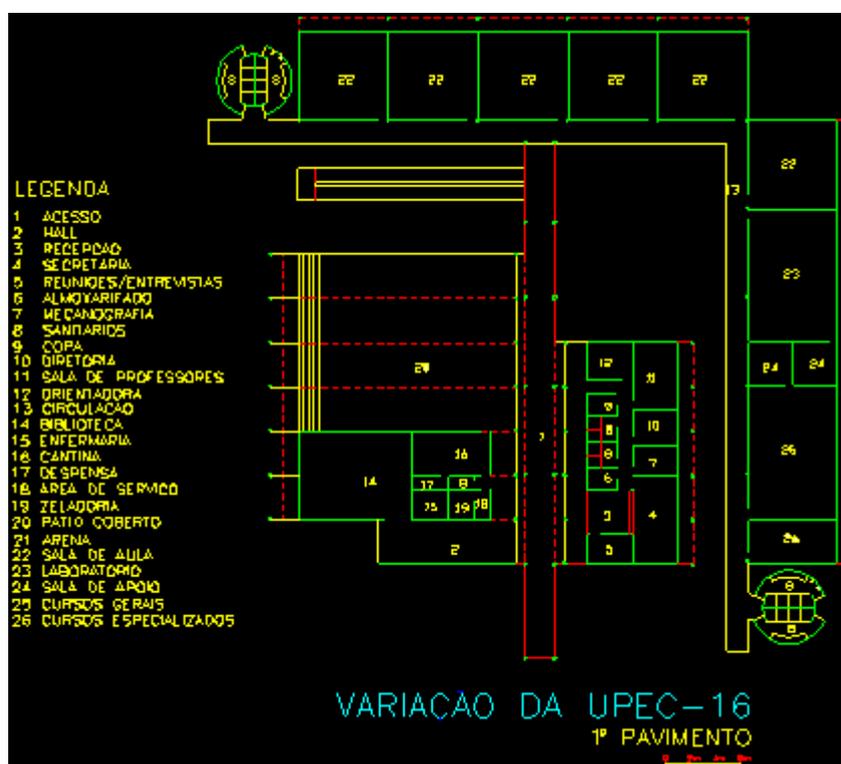


Figura VI.15

CAPÍTULO VII

CONCLUSÕES

VII.1 - Conclusões Finais

Na escolha do tema para a dissertação de mestrado, pesou de forma significativa o quadro relativo à carência do ensino primário e secundário no país. Adotamos esta temática a fim de contribuir e participar de alguma forma na minimização do problema.

O sistema criado, centrado na realidade atual, visa a construção de espaços físicos projetados para a prática da educação, classificados em sete tipologias, que podem se expandir de acordo com a necessidade da demanda local.

Após o término do trabalho em questão, chegamos às conclusões seguintes:

1. As UPECs (Unidades Padrão Escolar) geradas pelo sistema em questão, poderão ser implantadas em quaisquer terrenos, dado às suas propriedades de adaptação física.
2. A inserção das unidades escolares nas cidades ou pequenos povoados, faz-se de forma natural, sem interferência direta nos cenários existentes, uma vez que apresentam formas simples e horizontais, em escala admissível, mesmo para lugarejos.
3. Uma vez implantada, a edificação poderá sofrer acréscimos para correção e atualização de suas necessidades atuais.
4. O projeto possui características que possibilitam o seu ingresso no sistema de industrialização.
5. A sua estrutura em perfis de aço, é montada e concluída em 20 ou 30 dias, o que lhe assegura um tempo recorde com relação aos demais processos construtivos existentes. Para alcançar o rendimento máximo, com relação ao aspecto supra citado, o projeto fica condicionado a que o restante de seus elementos construtivos alinhem-se a esta mesma característica.

6. O trabalho situa-se no rol pró-ecológico, uma vez que não utiliza materiais construtivos provenientes do processo de degradação dos eco-sistemas.
7. Após a implantação de uma UPEC, o tratamento paisagístico do restante de sua área é vital para a complementação do conjunto arquitetônico.
8. O projeto foi considerado viável, após ter sido analisado e pesquisado pelo setor competente da USIMINAS (Documento em anexo).

VII.2 - Viabilidade Econômica

Nas páginas seguintes apresentamos um diagnóstico da estrutura em aço, apresentado pela **USIMINAS**, com base nos cálculos realizados pelo Escritório Steell Consult, contratado pela mesma. Este documento apresenta a análise da viabilidade econômica da obra e também da adequação do sistema estrutural proposto em relação ao projeto apresentado, através da Gerência de Desenvolvimento da Aplicação do Aço da Usiminas .

O documento é apresentado em **anexo**, e serve como base de avaliação do sistema construtivo metálico, usado nas edificações **UPECs**. Apresenta parâmetros relativo ao custo o que nos permite ter uma visão mais próxima da realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÇOMINAS. Edifícios de andares múltiplos. Belo Horizonte, 1979. 103p. (Coletânea Técnica do Uso do Aço, 1)
- AÇOMINAS. Galpões em estrutura metálica. Belo Horizonte, 1980. 123p. (Coletânea Técnica do Uso do Aço, 2)
- ALVAREZ ARGÜELLES, Ramon. Estructura metálica hoy. Madrid: Interciencia, 1970-73, 3 v.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares - CEBRACE. Critérios para elaboração, aprovação e avaliação de projetos de construções escolares. Rio de Janeiro, 1976. 109p.
- BRASIL. _____. Critérios para elaboração de projetos. Critérios para seleção de terrenos. Escolas de 1º Grau - 1ª à 4ª série. [s.l.], 1983. 99p.
- BRASIL. _____. Espaços educativos e equipamentos para a formação especial do ensino de 1º Grau. Rio de Janeiro, 1978. 167p. (Equipamentos Escolares, 2).
- BRASIL. _____. Estabelecimento para educação pré-escolar. Rio de Janeiro, 1978. 72p. (Especificações Escolares, 6).
- BRASIL. _____. Mobiliário escolar - 1º e 2º Graus. Rio de Janeiro, 1978. 110p. (Equipamentos Escolares, 1)

CARNASCIALI, Carlos Celso. Estructuras metálicas na prática. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974. 175p.

CRANE, Theodore. Architectural construction; the choice of structural design. 2.ed. New York: John Wiley, 1956. 433p.

GUIMARÃES JÚNIOR, Eduardo Mendes. Os vencedores do prêmio. Construção Minas Centro Oeste, São Paulo, v.5, n.60, p.28-32, set. 1981.

MELLO, Suzy Pimenta de. Escolas elementares. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG, 1961. 191p. (Tese, Concurso de Livre Docência)

OLIVEIRA, Eliana N.M.B. et al. Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. AP; revista de arquitetura, Belo Horizonte, n.5, p.24-31, maio/jun. 1996.

PEARSON, Clifford A. Making the grade. Architectural Record, New York, v.179, n.1, p. 91 - 93, jan. 1991.

PENA, Gustavo. Manual do Neece - Núcleo de Ensino e Extensão Comunitária. Belo Horizonte : [s.n.] , 1988. 107p.

SANTOS, José Paulo dos (Ed.) Alvaro Siza - works and projects 1954 - 1992. 3.ed. Barcelona : Gustavo Gili, 1994. 311p.

STIRLING, James. Building and projects . New York: Rizzoli, 1984 p. 36-38