



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.  
ISBN 85-7515-371-4

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA O LANÇAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

**Dirceu Antonio de Oliveira** – dirceu\_antonio@yahoo.com.br  
Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo – bolsista CBCA/IBS  
Universidade de Passo Fundo, FEAR  
Rua Edson, 35  
99025-150 - Passo Fundo - RS

**Zacarias M. Chamberlain Pravia** – zacaria@upf.br  
Professor Doutor dos Cursos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo  
Universidade de Passo Fundo, FEAR/LESE  
CP 611, Campus I  
99001-970 – Passo Fundo – RS

***Resumo:** Este trabalho apresenta um procedimento metodológico de ensino para o lançamento de estruturas de concreto armado convencional em edificações de múltiplos andares para estudantes de arquitetura, levando-se em conta alguns fatores de ordem técnica e normativa, desde os primeiros semestres dos cursos, procurando inculcar a necessidade de integração e interação entre as disciplinas de projeto arquitetônico e de estruturas desde o início da vida acadêmica. A partir de uma modulação, que não limita o espaço arquitetônico, combina-se o partido arquitetônico com o sistema estrutural desde os primórdios de desenvolvimento do projeto. Apresenta-se a justificativa e escolha do módulo e um exemplo que esclarece sua aplicação. O uso desse procedimento ajuda a compreender melhor o sistema estrutural dentro do complexo processo do projeto arquitetônico, tal como está ocorrendo na disciplina de sistemas estruturais III (estruturas de concreto armado) do curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo.*

***Palavras-chave:** ensino de projeto, arquitetura, estrutura, lançamento de estruturas.*

### 1. INTRODUÇÃO

A construção de um edifício envolve um grande número de informações relativas a custo, prazo, padrão de qualidade, recursos humanos, equipamentos, tecnologias, entre outras. Se a complexidade de um empreendimento aumenta, a interação entre as atividades técnicas de projetos se faz mais evidente e a troca de informações entre os profissionais/projetistas têm

por finalidade adequar soluções técnicas que poderão otimizar a execução, visando principalmente a redução do custo final, sem contudo reduzir qualidade.

Neste contexto, a interface entre os projetos de arquitetura e estrutura é um dos que demandam maiores cuidados, onde a estrutura representa, em termos de gastos na execução, um percentual entre 19 e 26% do custo final, enquanto os custos de projetos variam, em média, 1,6 a 2,7% (CÔRREA APUD GOLDMAN, 1986).

Este trabalho apresenta os primeiros resultados sobre uma proposta metodológica de lançamento de estruturas de concreto armado desde a fase inicial do projeto de arquitetura, ou seja, o estudo preliminar para facilitar e evitar conflitos com o projeto estrutural, seguindo-se o método proposto.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre métodos ou técnicas de lançamento de estruturas de concreto e os resultados forneceram poucas informações. Num segundo momento foram estudadas alternativas para o lançamento de estruturas, considerando os aspectos limitantes de norma (NBR 6118, 2003), e ainda os requisitos próprios da arquitetura de vários projetos.

Após várias discussões entre os envolvidos neste trabalho, optou-se por uma alternativa que foi aplicada a vários projetos, de cunho acadêmico. Observaram-se os resultados e a metodologia tem sido aplicada na disciplina de Sistemas Estruturais III do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UPF.

## **2. O PROCEDIMENTO PROPOSTO**

O procedimento consiste em lançar o estudo preliminar de arquitetura sobre uma malha modular de 1,25m de lado (e seus múltiplos/submúltiplos), que atenderá alguns requisitos mínimos para projetos de arquitetura e estrutura tais como dimensões mínimas de ambientes e vãos máximos utilizados comumente em estruturas convencionais de concreto armado.

Em 1914, Le Corbusier trabalhava junto com o Engenheiro Max du Bois num sistema construtivo de concreto baseado nos princípios definidos pelo professor E. Morsche (professor de du Bois no Politécnico de Zurich). Este sistema foi denominado posteriormente o sistema 'Domino' seguindo a lógica das fichas do jogo de dominó, casas em série que defendem a lógica da casa como "máquina para habitar", partem de uma síntese entre o universo da máquina (exemplificado pelos transatlânticos, os aviões e os automóveis) e as constantes extraídas das grandes obras do passado, especialmente a arquitetura greco-romana.

O esquema 'Domino', consistindo em uma malha estrutural homogênea e lajes planas superpostas, o que determinava a independência entre estrutura, subdivisões e fechamento. Esse esquema provou ser extremamente fértil, sendo a base sobre a qual se desenvolveu a arquitetura moderna em várias partes do mundo, inclusive no Brasil.

A aplicação do procedimento pode ser iniciada já nos primeiros semestres dos cursos de arquitetura, com o estudante tendo pouco ou nenhum conhecimento sobre projeto estrutural, já que estas disciplinas são, normalmente, ministradas nos semestres finais do curso e os fatores limitantes podem ser facilmente assimilados desde o início do curso, sem maiores dificuldades ou necessidade de aprofundar-se imediatamente os conhecimentos nesta área e proporcionar de antemão a visão da necessidade de integração entre as disciplinas.

Os estudos preliminares do projeto arquitetônico são lançados sobre uma malha modular com a dimensão já indicada de 1,25m de lado, para qualquer forma que o projeto final possa vir a ter, ela serve como referência inicial para a distribuição dos ambientes que estão sendo projetados e não causarão nenhuma limitação de definição de espaço no processo. Essa malha modular irá nortear o lançamento da estrutura.

### **3. JUSTIFICANDO O MÓDULO PARA CONSTRUÇÃO DA MALHA**

A malha com a dimensão proposta proporciona, por exemplo, a previsão para a locação de pilares com vãos intereixos de 5,00m (quatro módulos), que por sua vez atende, além do fator economia, o técnico, para o lançamento de vagas de garagem (duas) com comprimento desejável de igual dimensão e ainda, o espaço necessário para a manobra de veículos em pavimentos destinados a garagem em edifícios de múltiplos andares.

Para pavimentos destinados ao uso com outras funções, onde a menor dimensão recomendada por norma (NBR 9050, 2004 e NBR 9077, 1993) é igual a 1,10m, sendo esta dimensão muito usada, por exemplo, em circulações de unidades residenciais e os restantes 15cm distribuídos nas paredes laterais. Outro motivo para usar esta modulação é que seis módulos perfazem a dimensão de 7,50m, máxima aconselhável para vigas, de uso corrente e conhecido como estrutura convencional, com altura aproximada de 60cm, que satisfaz outro condicionante relacionado ao pé-direito usual na grande maioria das edificações. Subtraindo-se os 60cm de 2,80m (pé-direito usual) tem-se 2,20m que satisfaz a necessidade de altura mínima para portas, considerando-se aqui a estrutura “em osso”, sem contrapisos, pisos, revestimentos ou marcos e acabamentos.

Esta malha permite ainda adaptar o projeto de estrutura para outros sistemas em concreto armado que não o convencional.

A aplicação do procedimento visa também demonstrar a integração necessária entre as duas disciplinas (arquitetura e estrutura) e a conseqüente aproximação entre os futuros profissionais, de um lado o arquiteto, cuja formação é mais voltada ao projeto de espaços e ambientes que cumpram a função a que se destinam e de outro lado o engenheiro civil, com formação voltada para o cálculo e dimensionamento. Em algum momento do processo de projeto estes profissionais se encontram para tomar decisões em conjunto sobre um empreendimento qualquer e o método apresentado aqui poderá facilitar o entendimento entre as áreas, que apesar da formação diferente não estão dissociadas, pelo contrario, necessita de maior interação para a fluência mais correta possível dos projetos. Por outro lado, as novas diretrizes para os cursos de arquitetura demandam profissionais preparados para resolver a estrutura de concreto armado de edificações de pequeno e meio porte, e adquirir essas competências requer mais que aprender a usar um software de análise e dimensionamento de estruturas de concreto, mas saber dispor os elementos estruturais típicos de um sistema desse tipo (laje, viga, coluna).

### **4. EXEMPLO DA APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO**

A seguir apresenta-se um exemplo do procedimento aplicado a um projeto de arquitetura, inicialmente desenvolvido (de cunho acadêmico) para execução em alvenaria estrutural e adaptado para este método.

Trata-se de um bloco de um total de quatro, em sistema de condomínio fechado, projeto da disciplina Projeto Arquitetônico VII do curso de Arquitetura e Urbanismo, uso residencial, com pavimento térreo destinado ao acesso e vagas de garagem, quatro pavimentos tipo e reservatório superior.

Na Figura 01 tem-se a visão geral do pavimento tipo (4 andares), numa vista isométrica com a finalidade de ilustrar e caracterizar o projeto, facilitando o entendimento do mesmo.

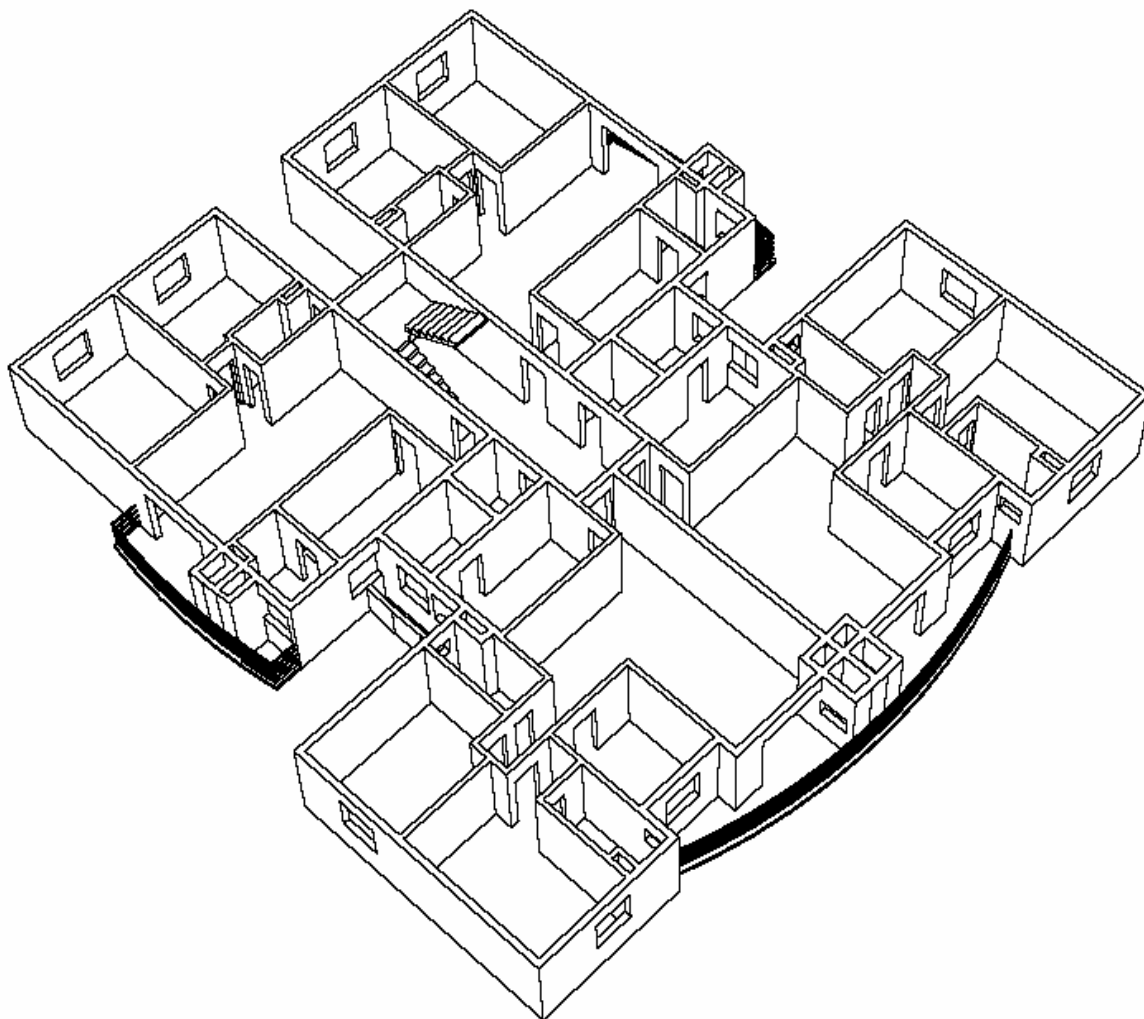
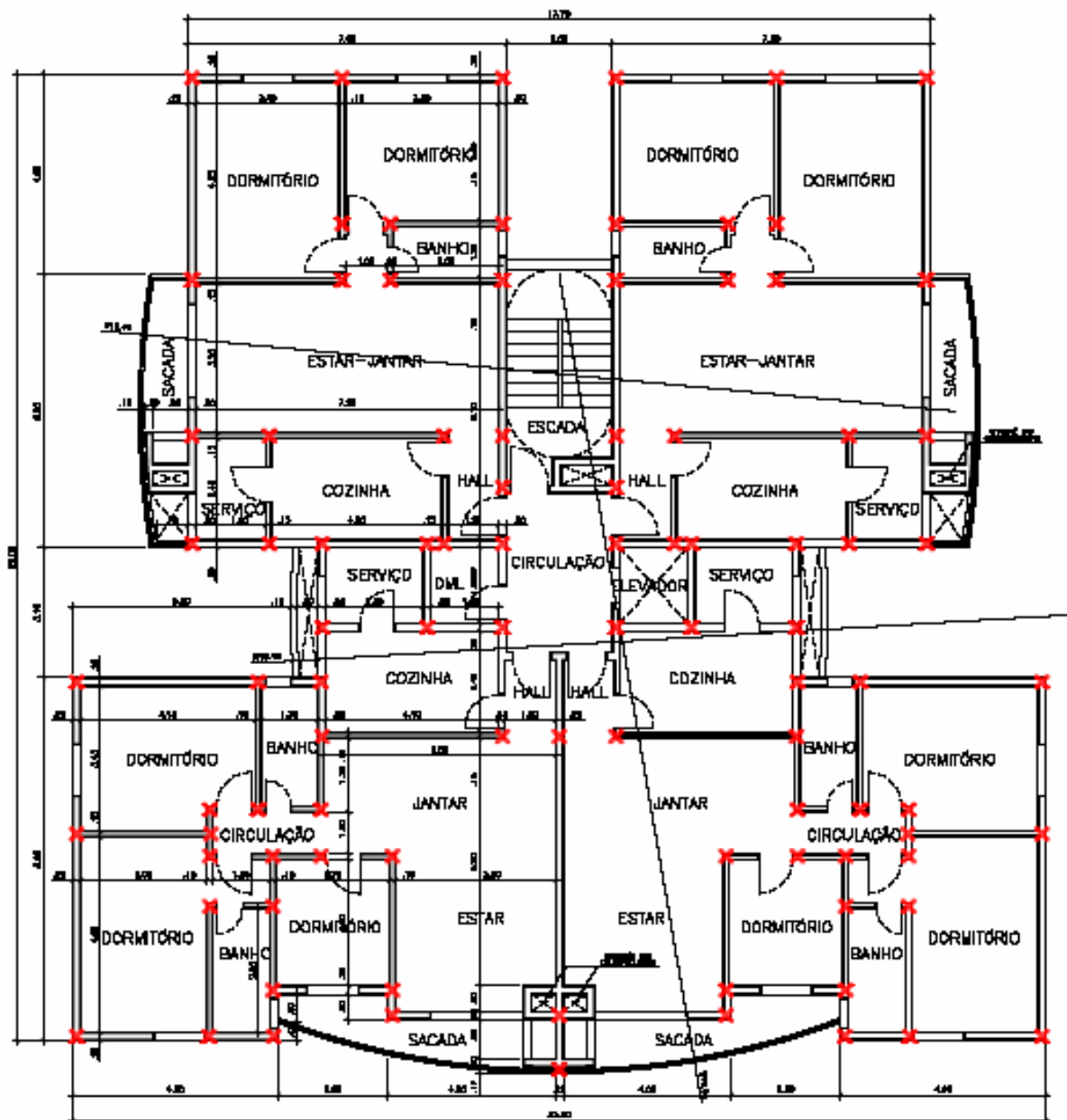


Figura 01 – Visão geral do pavimento tipo x4.

Na Figura 02 podem-se observar os pontos marcados com um sinal gráfico na cor vermelha indicando os pontos de encontro de paredes, sendo estes locais os mais usuais para a locação de pilares. Esta talvez seja a alternativa mais usada para a locação preliminar de pilares.



### PLANTA BAIXA

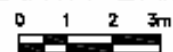


Figura 02 – Lançamento preliminar dos pilares

A aplicação da malha modular (vide Figura 03) facilitou a visualização e direcionou a decisão quanto à locação dos pontos para os pilares e vigas.

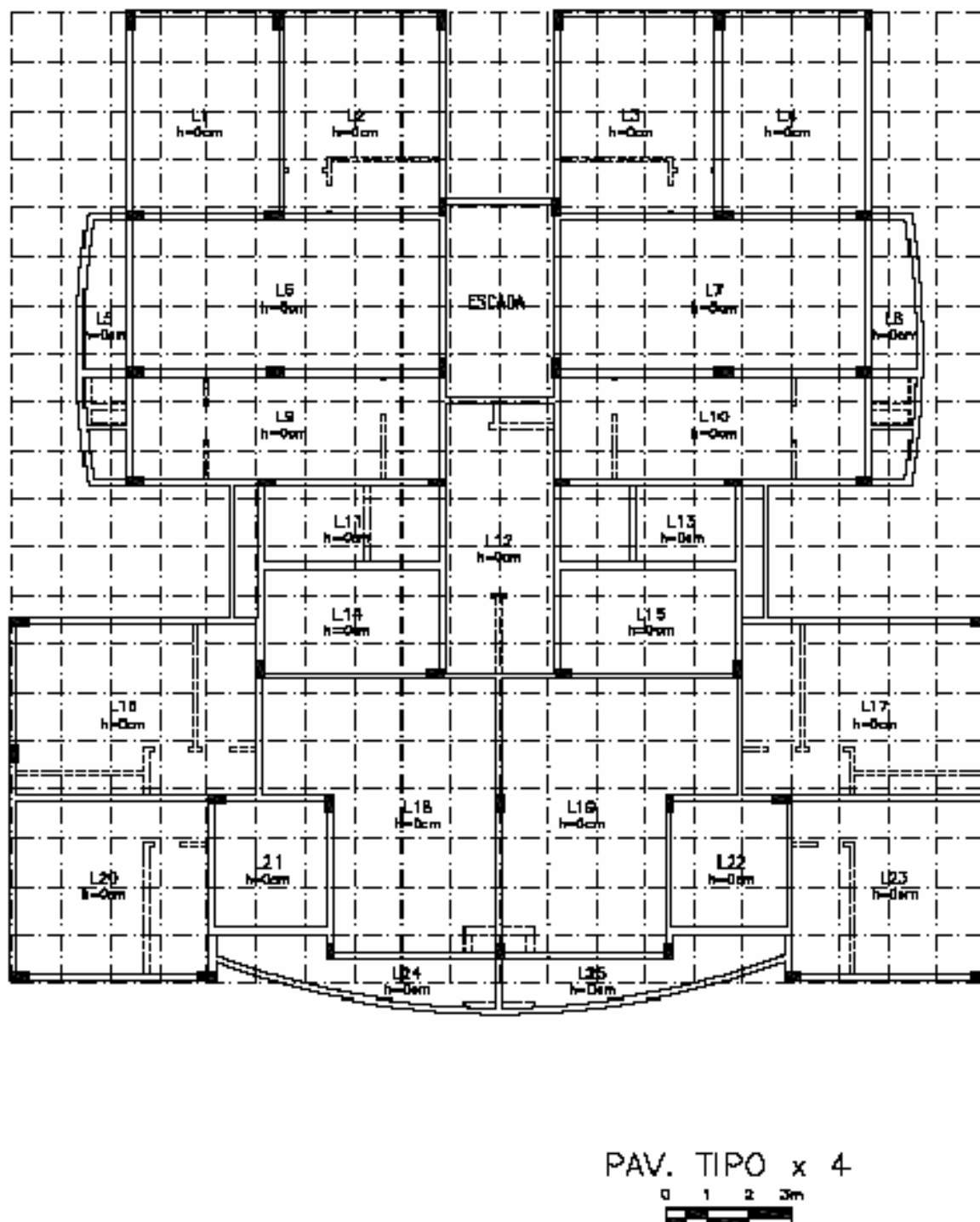
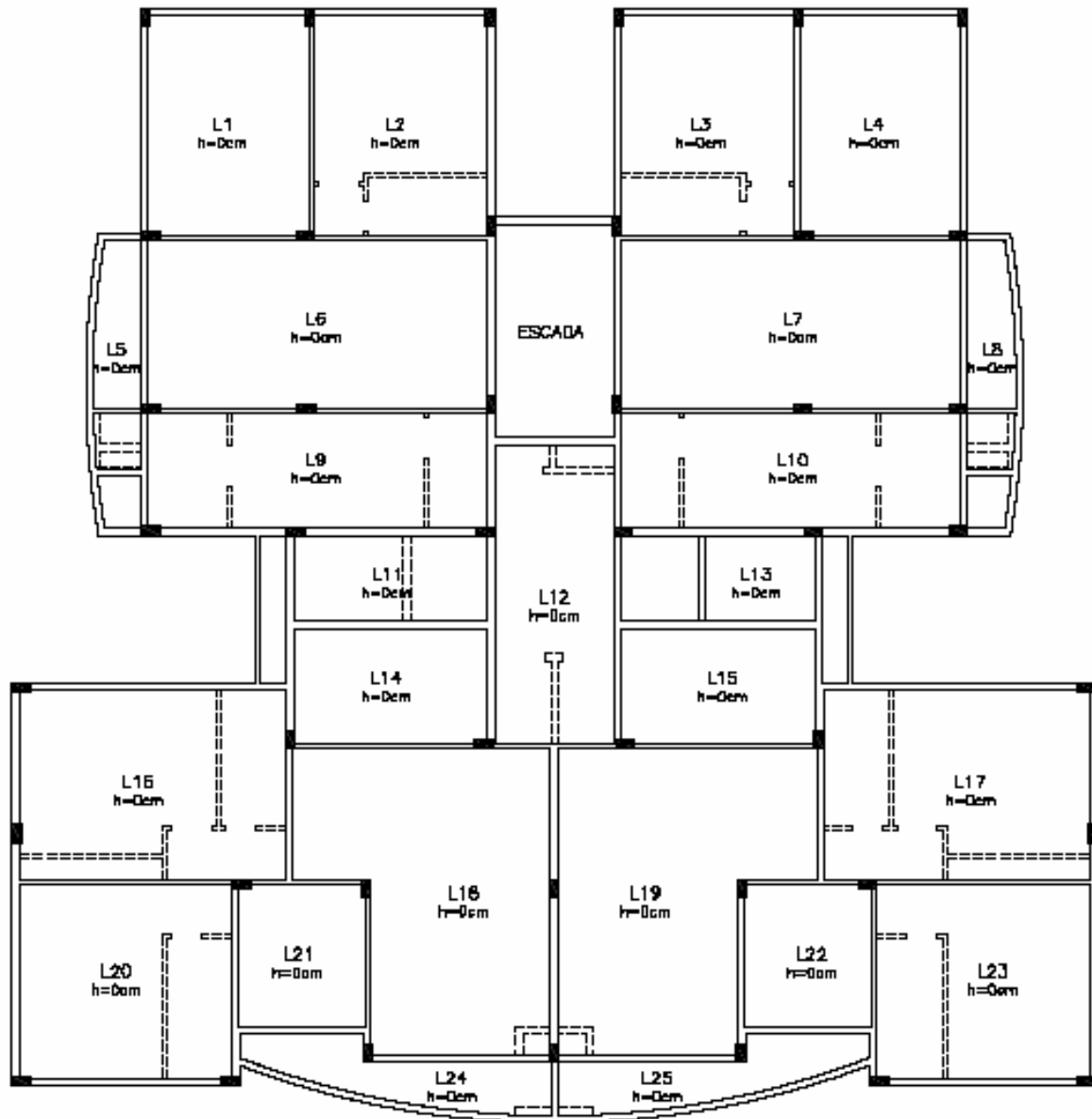


Figura 03 – Aplicação da malha modular

Na Figura 04, já sem a malha auxiliar, é possível ver a locação final dos pilares e vigas (linhas contínuas) e em linhas tracejadas as paredes que se apóiam diretamente sobre a laje. Note-se que este foi o arranjo escolhido para a estrutura, poderia ter sido outro, já que a decisão da locação leva em conta diversos fatores e práticas.



PAV. TIPO x 4  
 0 1 2 3m

Figura 04 – Planta de formas do pavimento tipo

O resultado da locação dos pilares aplicados no pavimento térreo é apresentado na Figura 5, e aqui vale salientar que a distribuição da estrutura, e em particular os pilares, foi feita compatibilizando-se no pavimento tipo em função do pavimento térreo, destinado a garagens, com o máximo aproveitamento, isto é, sem perda ou redução do número de vagas para veículo pela locação indevida de um pilar.

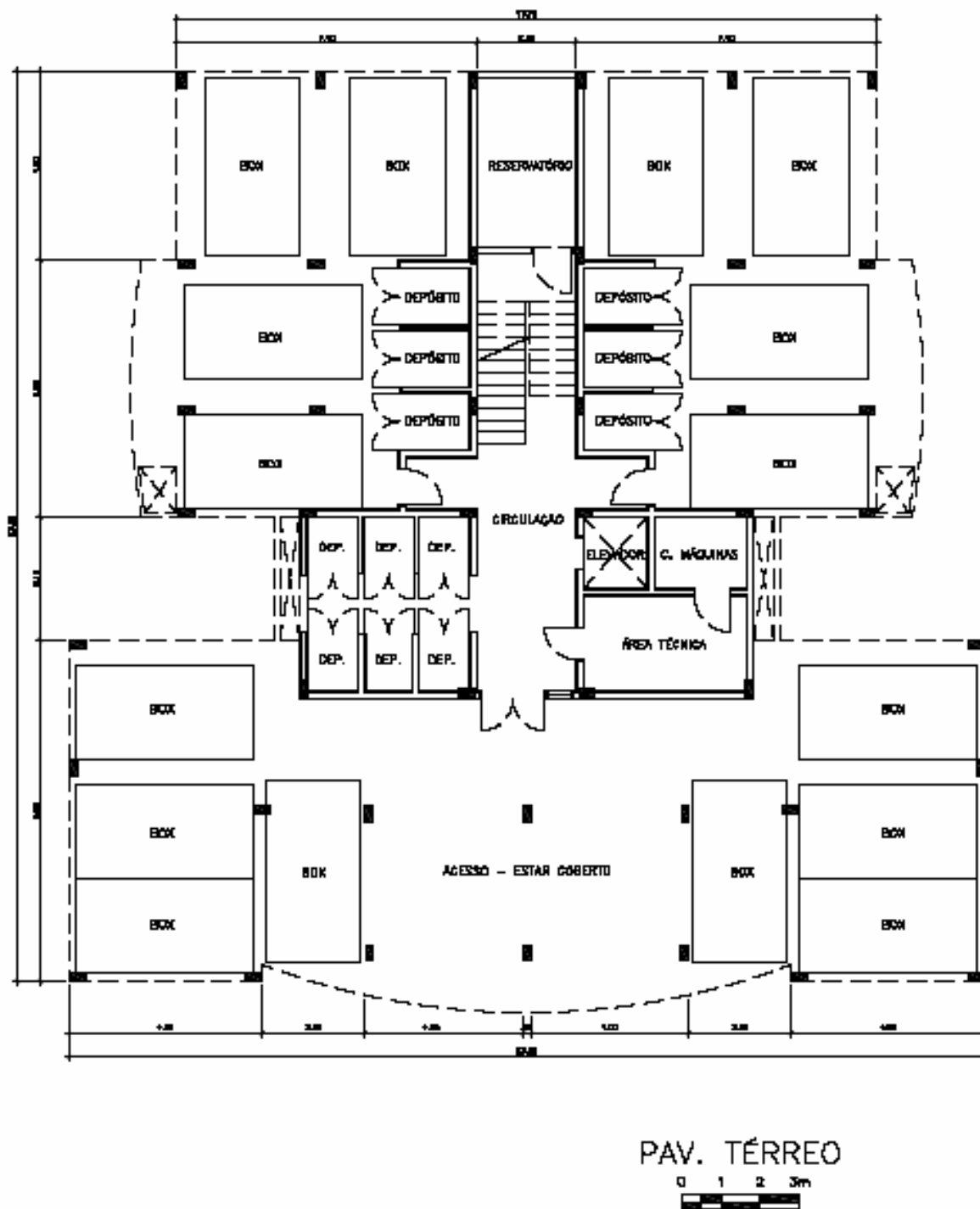


Figura 05 – Planta baixa do pavimento térreo

## 5. COMENTÁRIOS FINAIS E OBSERVAÇÕES

O procedimento aqui proposto tem sido efetivo e mostrou-se válido, aplicando-o na disciplina de Sistemas Estruturais III (estruturas de concreto armado) do curso de Arquitetura e Urbanismo da UPF, mesmo em projetos de arquitetura que não utilizaram a malha em qualquer fase anterior ao projeto de estruturas. A difusão deste procedimento pode



proporcionar a integração desejável e necessária entre a arquitetura e engenharia, além de facilitar o processo ensino-aprendizagem. Não existe ainda uma conclusão definitiva, porém, assim como a escolha da solução arquitetônica para uma atividade e uso específico, a escolha da disposição da estrutura só pode ser validada quando as estabilidades analisadas do conjunto, verificando seus estados limites, e as prescrições de norma. Talvez, o objetivo mais importante a ser atingido é formalizar o lançamento da estrutura, para depois não ter que realizar mudanças que venham afetar a solução arquitetônica originalmente idealizada.

## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

CORRÊA, Roberto Machado; NAVIERO, Ricardo Manfredi. Importância do ensino da integração dos projetos de arquitetura e estruturas de edifícios: Fase de lançamento das estruturas. Disponível em: <[www.eesc.usp.br/sap/workshop/anais](http://www.eesc.usp.br/sap/workshop/anais)> Acessado em 31 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 1993.

### **AN APPROACH FOR LEARNING STRUCTURAL MEMBERS LAYOUT ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

**Abstract:** *This document introduce a approach for the learning of layout in reinforced concrete structures for architecture students, taken into account some factors of technical and standards order, since the first semesters of the course, trying to introduce the integration needed and interaction among the disciplines of architectural project and structures from the begin of the academic life. Starting from a chosen module, that does not limit the architectural space, it combined with the architectural party with the structural system from the origins of development of the project. Why to choose a module and an example that explains its application. The use of that procedure helps to understand the structural system better, inside of the complex process of the architectural project, just has happening in the discipline of structural systems III (reinforced concrete structures) of the architecture course at Passo Fundo University.*

*Keywords: teaching project, architecture, structures, location of structures.*