

# A ESTRATÉGIA DAS MALHAS

---

Maria Alzira Loureiro <sup>1</sup>

LOUREIRO, M. A. A ESTRATÉGIA DAS MALHAS. Revista Educação Gráfica, Bauru, v1, n.1, p 63 - 77, 1997.

## ABSTRACT

This is the result of research into the system of computerised graphic representation related to two-dimensional geometric structures, formed by regular polygons. These are modules which, organised symmetrically by means of translation, cover infinitely a two-dimensional surface.

**KEY WORDS:** *Meshes, structure, modules, fractal, popular housing, computer graphics.*

**PALAVRAS CHAVE:** *Malhas, estruturas, módulos, fractal, casa popular, computação*

## JUSTIFICATIVAS

Esta pesquisa é uma pequena parte da Tese de Doutorado denominada "O Desenho das Estruturas Geométricas- uma alternativa para o ensino e pesquisa na área de representação gráfica, com visão sistêmica, holística e prospectiva".

É uma mostra de um procedimento metodológico de ensino do desenho geométrico visando aplicações em projetos

---

<sup>1</sup> Mestre em Arquitetura e Urbanismo - FAU-USP Doutora em Arquitetura e Urbanismo - FAU-USP. Atualmente contratada pela UNIMAR-Marília/SP

relacionados com a linha de pesquisa "A Importância do Ensino do Desenho para o Ecodesenvolvimento".

Dentre os projetos desenvolvidos, destaca-se a "A Ecocasa Popular", baseada num projeto anterior, denominado "A Casa-Fractal".

No projeto "A Casa-Fractal", foi utilizado o sistema modular industrializado baseado no estudo da "A Estratégia das Malhas", por resolver o problema de economia no tempo de fabricação, no tempo de construção e na mão de obra.

Possibilita infinitas soluções de organização espacial, tanto para a habitação, como para revestimentos internos e externos.

Proporciona a oportunidade do usuário em participar do projeto e escolher a sua casa ideal, programando o cronograma da construção conforme suas possibilidades financeiras.

Cada módulo é composto por um número mínimo de polígonos regulares, que proporciona o cálculo imediato do número de paredes e da área construída.

Cada nó é composto pela soma (igual a  $360^\circ$ ) dos ângulos internos de cada um dos polígonos regulares.

Proporcionam o cálculo imediato da forma prismática dos pilares.

Cada casa terá um, dois ou três tipos de pilares diferentes.

Ao todo, são quinze tipos diferentes de nós.

São três tipos de estruturas: de primeiro tipo com apenas um tipo de nó, de segundo tipo com dois tipos de nós e do terceiro tipo com três nós.

## SOBRE OS POLÍGONOS REGULARES

a - nomenclatura e elementos principais:

São cinco os polígonos regulares capazes de revestir uma superfície bidimensional infinitamente.

Necessita-se apenas das seguintes propriedades básicas:

Triângulo Equilátero: 3 lados, três vértices, 3 ângulos internos =  $60^\circ$

Quadrado :  
4 lados, 4 vértices, 4 ângulos internos =  $90^\circ$

Hexágono Regular :  
6 lados, 6 vértices, 6 ângulos internos =  $120^\circ$

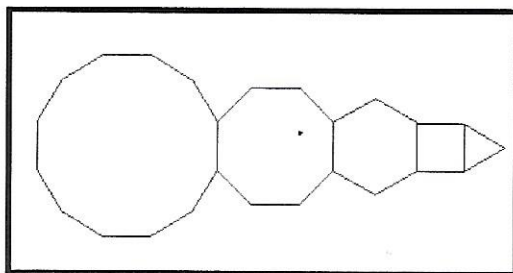
Octógono Regular :  
8 lados, 8 vértices, 8 ângulos int. =  $135^\circ$

Dodecágono Regular :  
12 lados, 12 vértices, 12 ângulos int. =  $150^\circ$

Dentre os infinitos polígonos regulares, estes são os únicos que possibilitam composições precisas, porque seus ângulos internos são múltiplos de  $15^\circ$  e portanto são possíveis de somarem  $360^\circ$ , que é uma das duas condições de composição com polígonos regulares sobre uma superfície bidimensional.

b - dimensões dos lados :

Para compor estruturas bidimensionais com esses polígonos é necessário que as dimensões de seus lados, sejam iguais entre si.



c - áreas e perímetros:

Tendo como base os lados dos polígonos iguais a 1 (uma) unidade, as áreas e os perímetros medem respectivamente:

triângulo equilátero : área: 0.4330;  
perímetro: 3.0000 cm quadrado:  
área:1.0000 perímetro: 4.0000 cm

hexágono regular: área: 2.5981;  
perímetro: 6.0000 cm

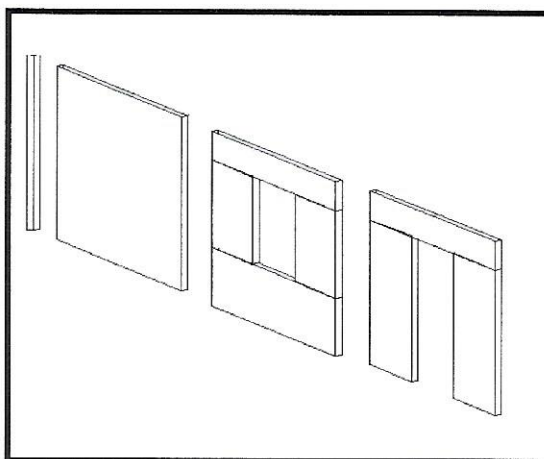
octógono regular: área: 4.8284;  
perímetro: 8.0000 cm

dodecágono regular: área: 11.1982;  
perímetro: 12.0000 cm

d- tipos de paredes:

Para desenvolver todos os tipos de projetos utilizando todos os tipos de malhas, são necessários: três tipos de paredes com

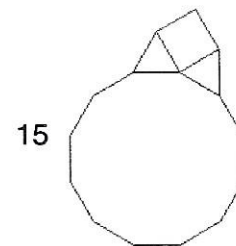
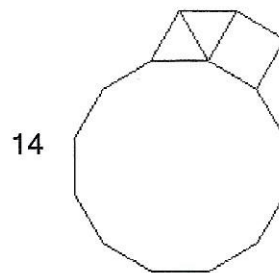
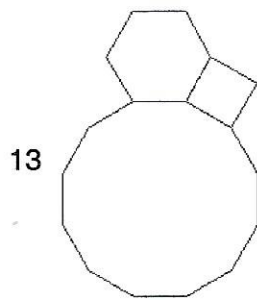
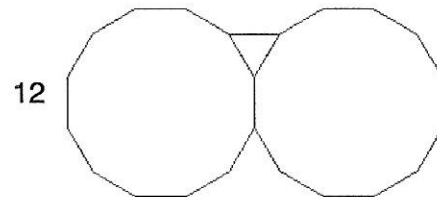
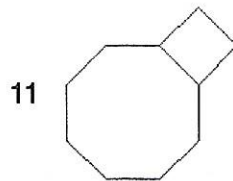
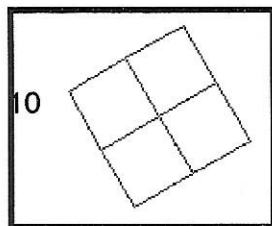
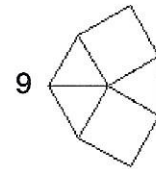
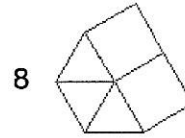
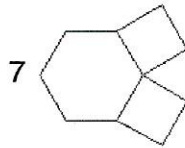
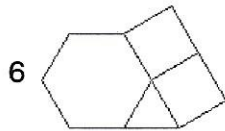
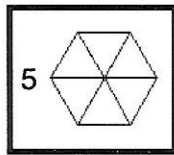
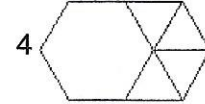
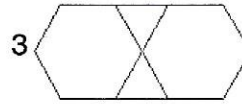
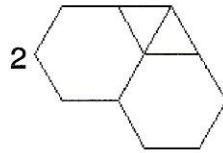
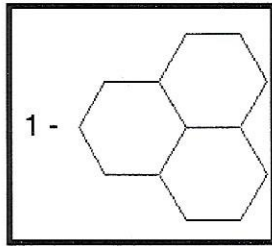
as mesmas dimensões e quinze tipos de pilares. O que modifica a coerência formal e a área, é a organização dos pilares.



## OS NÓS COMPOSTOS POR POLÍGONOS REGULARES

Os "nós" correspondem à pontos organizados na superfície bidimensional. Cada nó é formado pelos vértices comuns

de 3 a 6 polígonos regulares. A soma dos ângulos internos correspondentes a esses vértices é sempre  $360^\circ$ .



## DESCOBRINDO OS MÓDULOS

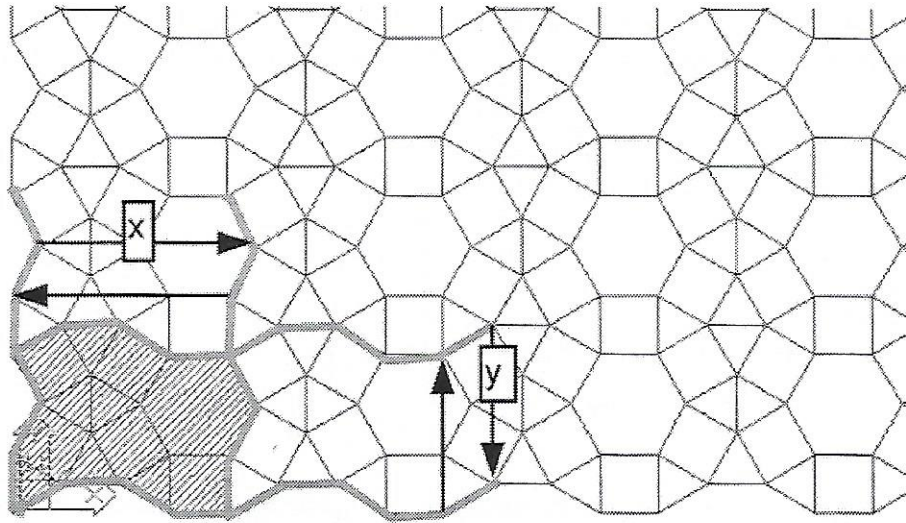
Cada módulo é composto de um contorno poligonal formado por segmentos paralelos dois a dois.

Contornando alguns polígonos na direção  $x$  e deslocando-se esse contorno paralelamente na direção  $y$ , encontra-se a sua outra posição.

Da mesma maneira, contornando-se alguns polígonos na direção  $y$  e deslocando-se esse contorno paralelamente na direção  $x$ , encontra-se a sua outra posição.

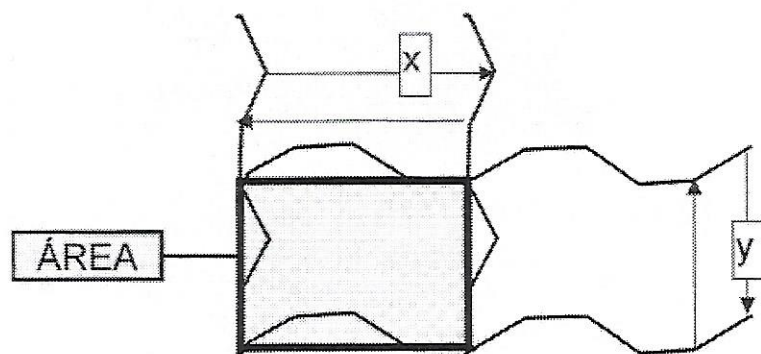
A área delimitada por esses dois contornos, é o módulo procurado.

Exemplo:



As distâncias " $x$ " e " $y$ " relacionam-se as distancias entre dois vértices

correspondentes de dois contornos paralelos.



## MÓDULO - PAREDE 1.1

A estrutura do módulo bidimensional 1.1 (fig.1) corresponde a justaposição de lados de triângulos equiláteros objetivando o cálculo de área de revestimentos de pisos e de paredes.

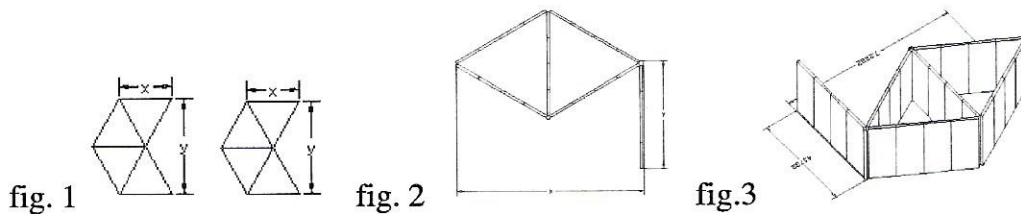
A transformação (fig. 2 ) desse módulo bidimensional para a organização de paredes, corresponde a justaposição de pilares nas extremidades das paredes, eliminando totalmente a possibilidade da justaposição de duas paredes.

Partindo do módulo inicial tomado para esse exemplo (módulo 1.1), elimina-se os vértices e lados opostos dos contornos relacionados com as coordenadas "x" e "y" e conserva-se os interiores.

O módulo 1.1 contém 9 lados e 6 vértices. O módulo-parede 1.1 contém 6 paredes e 2 pilares.

As 6 paredes desse módulo são compostas por 4 placas retangulares de 1m x 0.10 x 2.70m .

Os 2 pilares são prismas de base hexagonal regular de 0.10 m x 2.70 m. (fig. 3)



Multiplicando-se o módulo da parede por simetria por translação ( x e y) obtém-se

a organização de pilares e paredes ( fig. 4) sobre a malha bidimensional 1.1. ( fig. 5)

fig.4

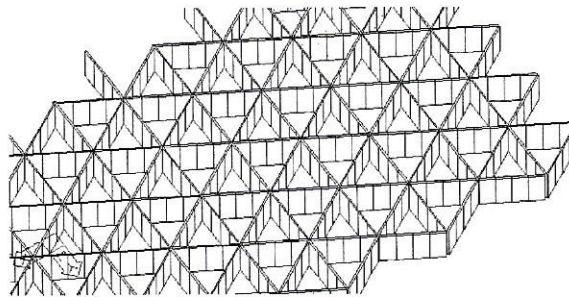
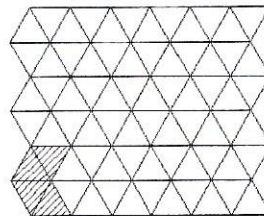


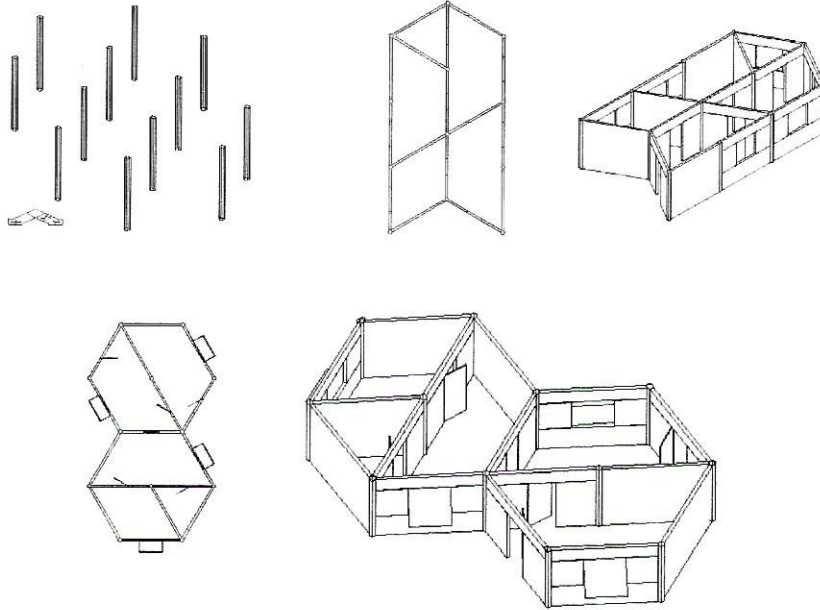
fig.5



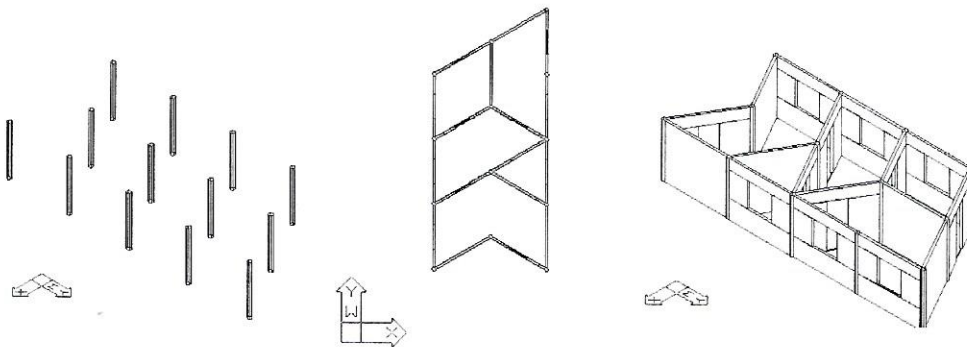
EXEMPLOS :

Para esses dois exemplos, foram usados 12 pilares, 10 paredes externas e seis internas. Estes são apenas 2 exemplos dentre as 9 possibilidades de composições com

esses mesmos elementos e dentre a infinidade de soluções possíveis utilizando as malhas de primeiro, segundo e terceiro tipo.

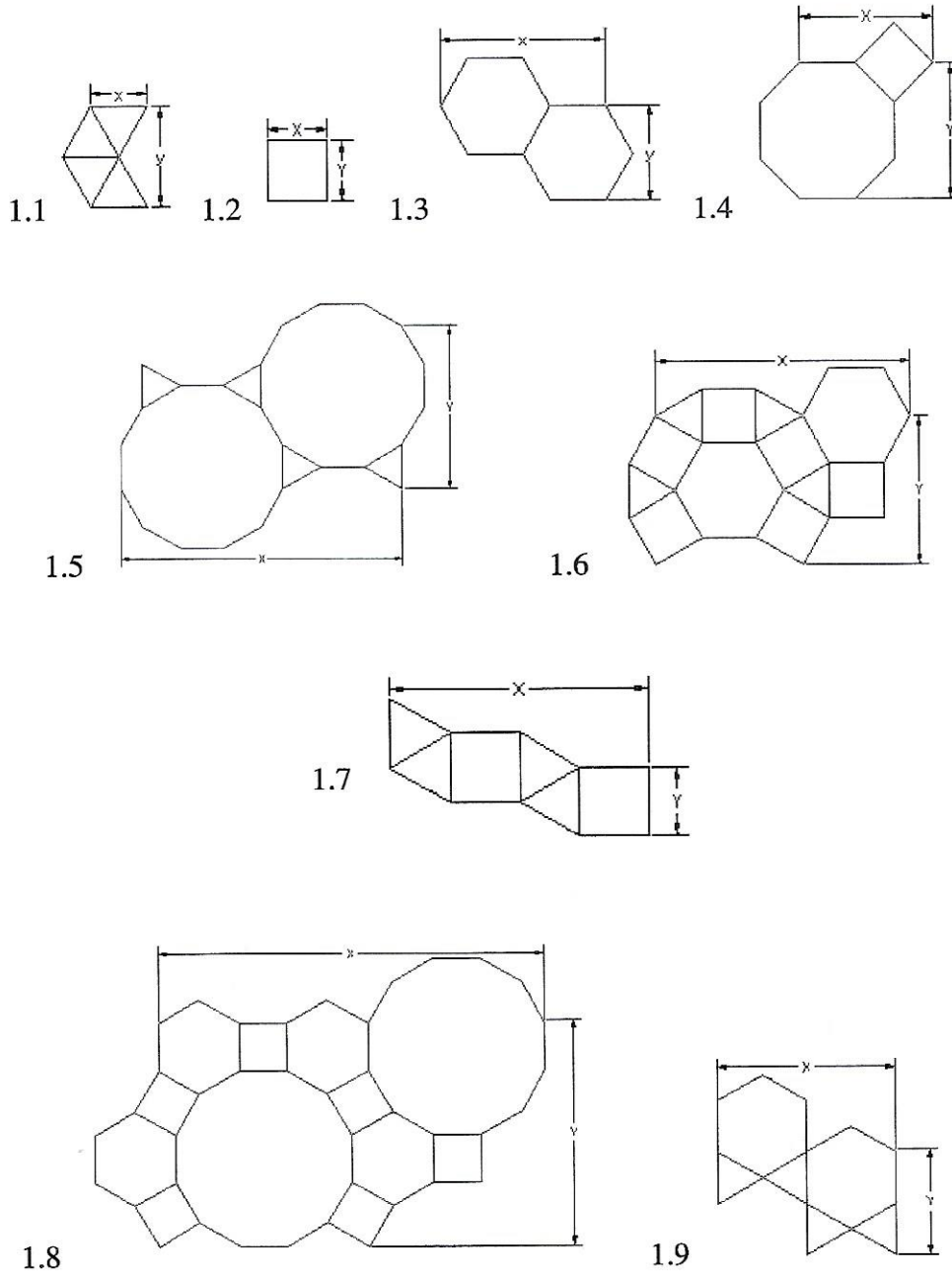


AMPLIAÇÃO DA ÁREA ÚTIL: Composição com 13 pilares



## MÓDULOS 1 : PRIMEIRO TIPO

Os módulos 1 compõem as malhas do primeiro tipo. São formados por um dos quinze nós possíveis.

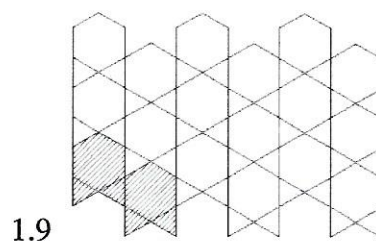
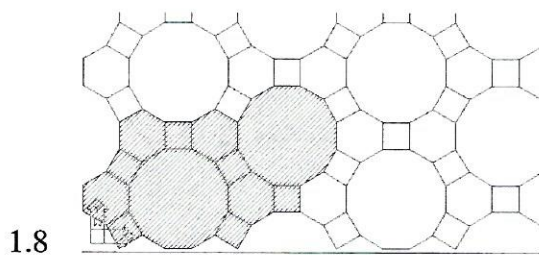
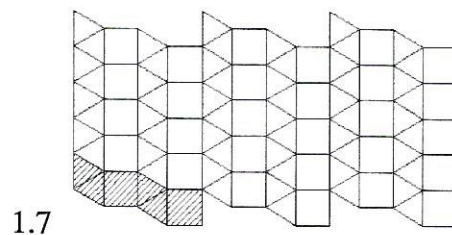
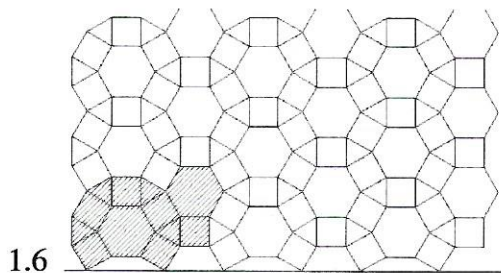
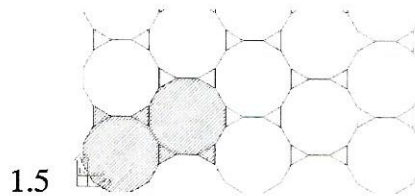
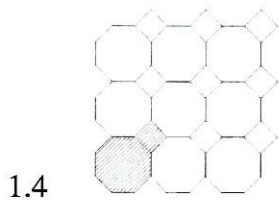
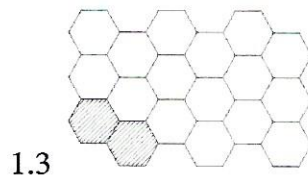
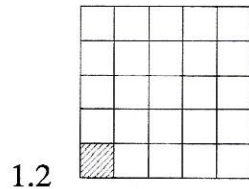
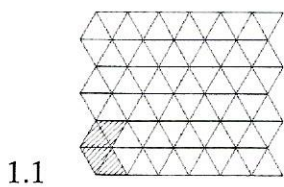




## MALHAS 1: PRIMEIRO TIPO

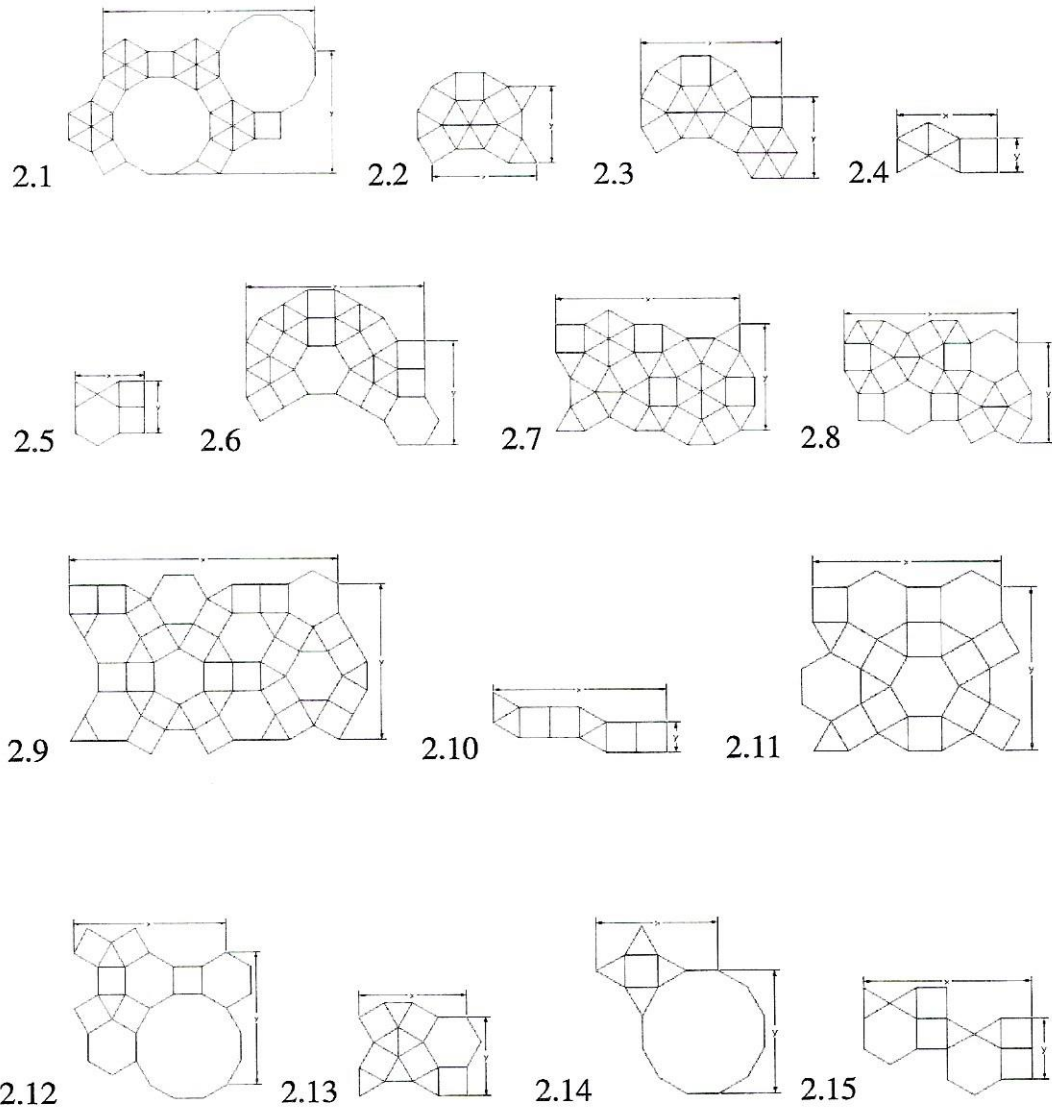
A transformação dos módulos em malhas, se dá por meio da organização por simetria por translação (em linhas

horizontais e verticais). A distância de cada módulo organizado na linha horizontal é "x" e na vertical é "y".



## MÓDULOS 2 : SEGUNDO TIPO

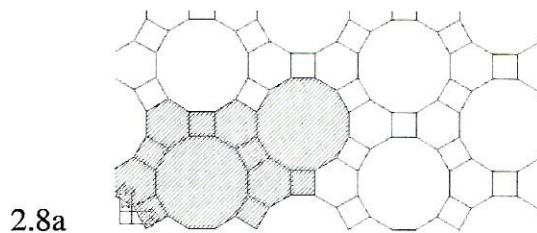
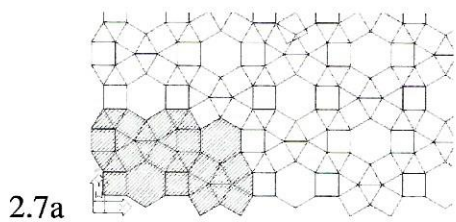
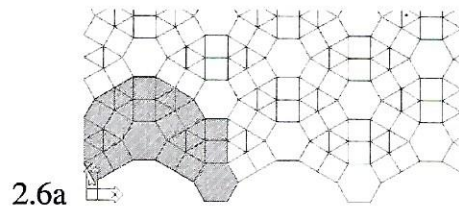
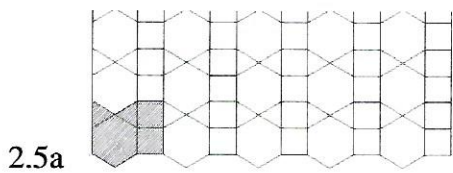
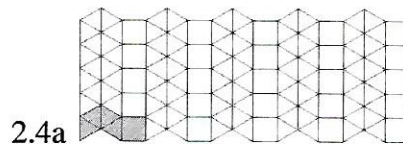
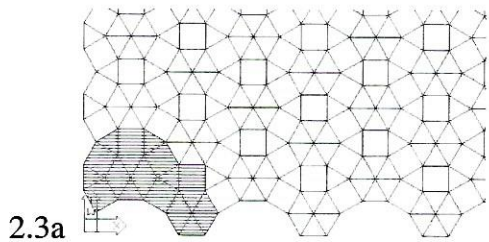
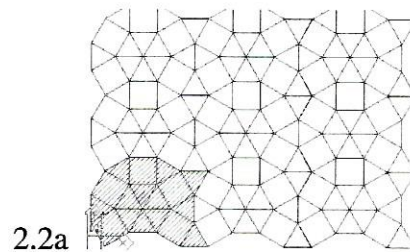
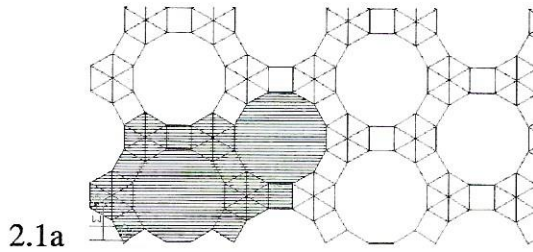
Os módulos 2 compõem as malhas do segundo tipo. São formados por dois dos quinze nós possíveis.

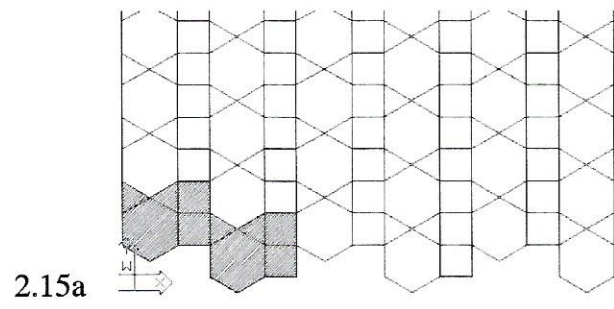
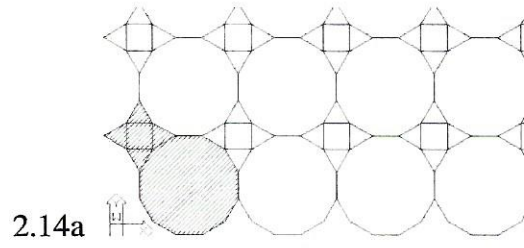
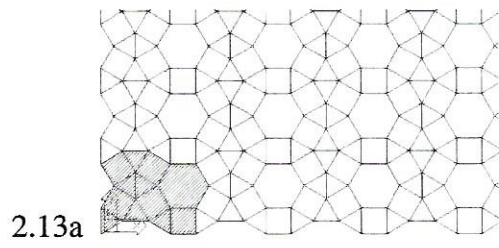
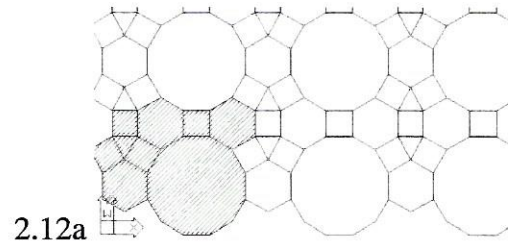
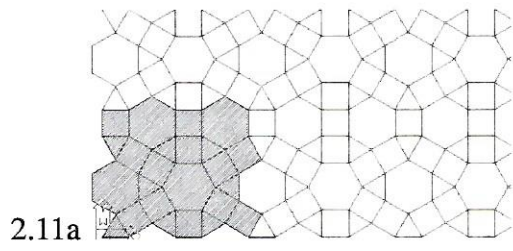
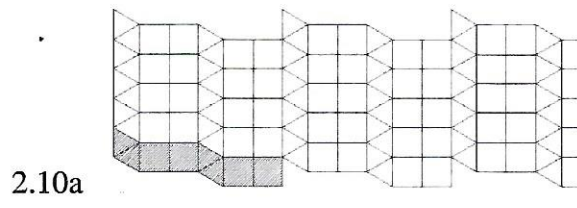
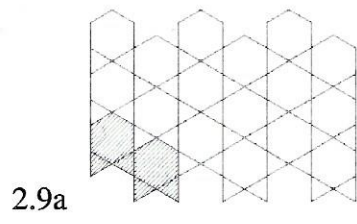


## MALHAS 2 : SEGUNDO TIPO

A transformação dos módulos em malhas, se dá por meio da organização por simetria por translação (em linhas

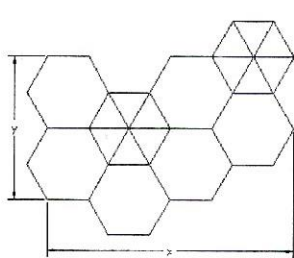
horizontais e verticais). A distância de cada módulo organizado na linha horizontal é "x" e na vertical é "y".



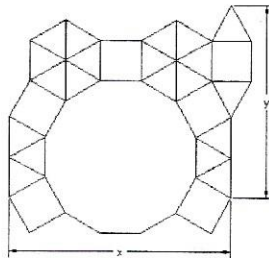


### MÓDULOS 3 - TERCEIRO TIPO

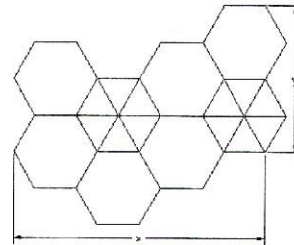
Os módulos 3 compõem as malhas do terceiro tipo. São formados por três dos quinze nós possíveis.



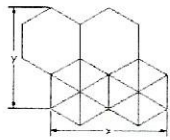
3.1



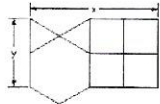
3.2



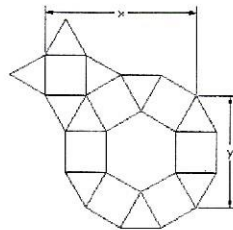
3.3



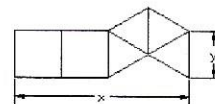
3.4



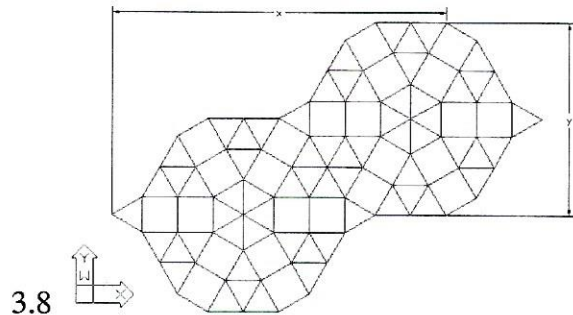
3.5



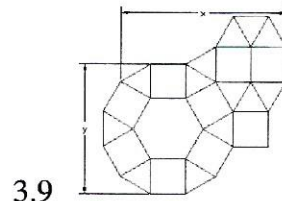
3.6



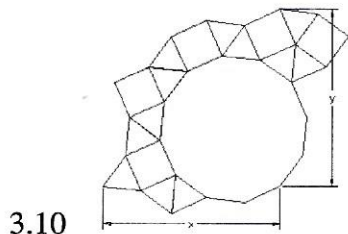
3.7



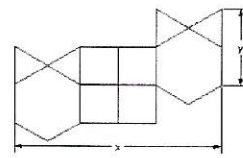
3.8



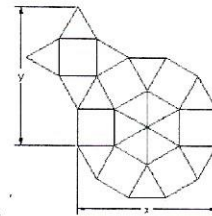
3.9



3.10



3.11

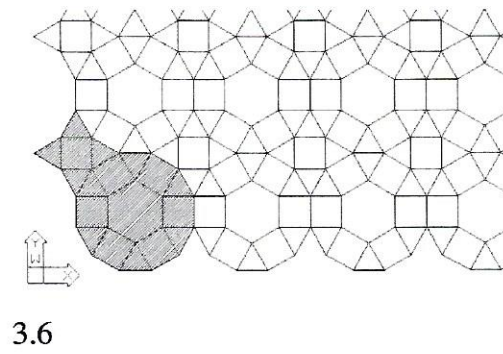
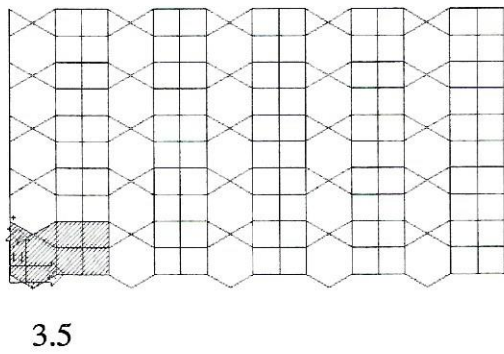
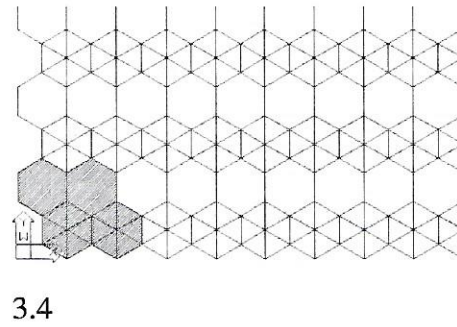
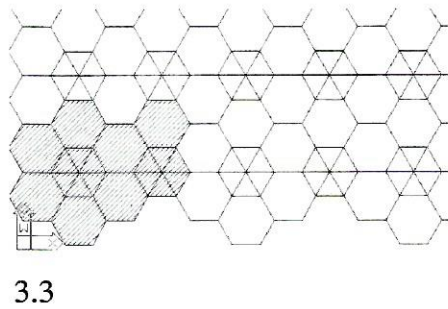
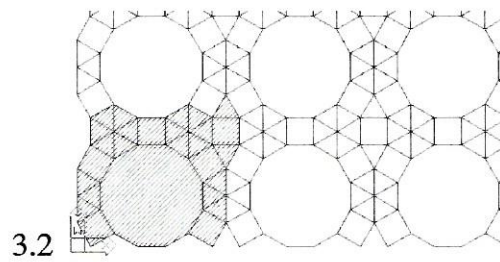
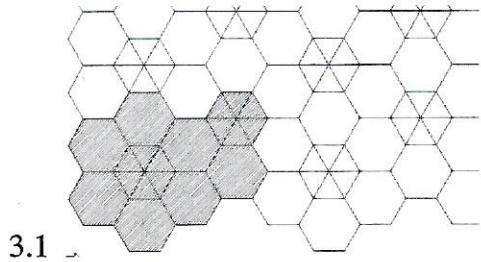


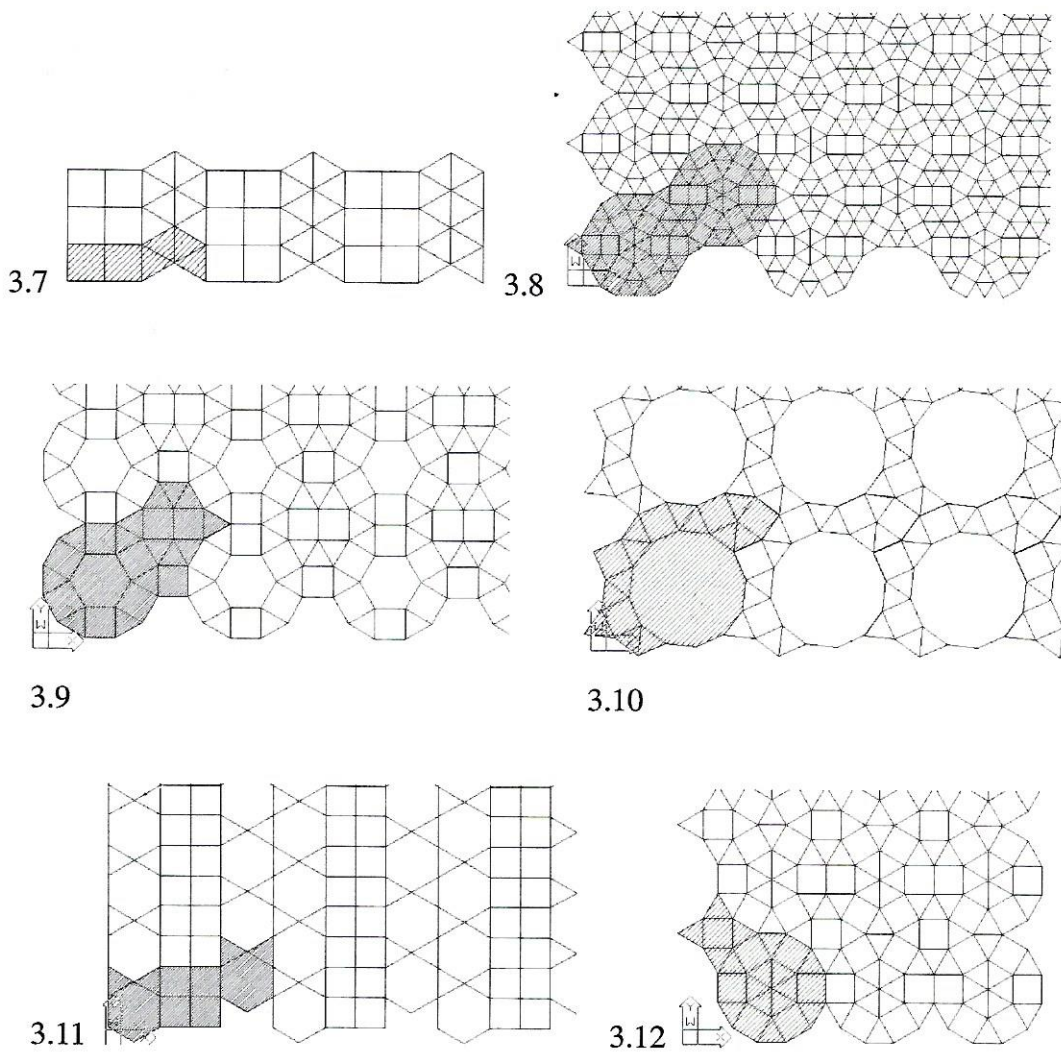
3.12

### MALHAS 3 : TERCEIRO TIPO

A transformação dos módulos em malhas, se dá por meio da organização por simetria por translação (em linhas

horizontais e verticais). A distância de cada módulo organizado na linha horizontal é "x" e na vertical é "y".





### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LOUREIRO, M.A. O Desenho das Estruturas Geométricas: Uma Alternativa para o Ensino e Pesquisa na Área de Representação Gráfica, com Visão Sistêmica, Holística e

Prospectiva. São Paulo, 1993. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo - FAU-USP.

SÁ, Ricardo. Edros. São Paulo: Editora Projeto, 1982.

