

## **PROJETOS RESIDENCIAIS**

### **Racionalidade e economia nas formas naturais**

**COSTA, Mario D.(1); CORREIA, Ana Magda A.(2); VILLAROUCO, Vilma(3)**

(1) Engenheiro Civil, Doutor em Arquitetura

(2) Eng. de Minas, Doutoranda em Engenharia Civil (USP),  
anamagda@pcc.usp.br

(3) Arquiteta, Doutoranda em Engenharia de Produção (UFSC),  
villarouco@hotmail.com

Departamento de Desenho da Universidade Federal de Pernambuco  
R. Cactus, 93 - Casa 07 . Jardim Frágoso - Olinda . PE - Brasil - Fone/Fax 081-  
4296429

## **RESUMO**

A orientação arquitetônica e a configuração do espaço utilizado pelo homem tem-se voltado para questões climáticas, vegetação e recursos econômicos.

Os espaços habitáveis continuam basicamente com a forma hexaédrica ortogonal que exige, entretanto, elementos arquitetônicos destoantes do conjunto, como coberturas, rampas e escadas.

Uma filosofia que aproxime a racionalização construtiva ao homem e à natureza deve levar ao máximo aproveitamento do espaço, aliando vantagens estruturais e ergonômicas na solução de problemas de configuração espacial e custos.

As simetrias rotacionais dos poliedros platônicos e arquimedianos, proporcionam rendimento estrutural e economia de espaço na composição de malhas, sugerindo sua utilização na construção de conjuntos habitacionais através de placas pré-fabricadas onde, a inclinação permite sua auto-sustentação pela distribuição simétrica dos esforços, não requerendo estruturas outras que aquelas presentes na placa.

O trabalho<sup>1</sup> discute soluções formais e construtivas sob tais premissas, considerando as variáveis antropométricas indispensáveis, inclusive, à concepção de mobiliários e equipamentos urbanos.

## **ABSTRACT**

The architectural orientation and the configuration of the space used by the man have been returning him for climatic subjects, vegetation and economic resources.

The inhabitable spaces continue basically with the form hexahedral orthogonal that demands, however, elements architectural that differ of the group, as coverings, ramps and stairways.

A philosophy that approaches the constructive rationalization to the man and the nature should take to the maximum use of the space, allying structural and ergonomic

---

<sup>1</sup> Projeto RUMPA: Racionalização do Uso de Malhas Poliédricas na Arquitetura

advantages in the solution of problems of space configuration and costs.

The rotational symmetries of the platonic and archimedean polyhedra, provide structural revenue and space economy in the composition of meshes, suggesting its use in the construction of habitational groups through prefabricated plates where, the inclination allows yours structural independence for the symmetrical distribution of the efforts, not requesting structures another that those presents in the plate.

The work discusses formal and constructive solutions under such premises, considering the variables indispensable of the human measure, besides, to the conception of furnitures and urban equipments.

## **1. INTRODUÇÃO**

As primeiras habitações humanas modificou muito pouco as formas da natureza. Seja numa árvore ou numa caverna, o homem se adaptava ao que lhe oferecia o meio ambiente.

A necessidade de aproximar a moradia ao campo de caça ou de pesca, levou-o a tentar reproduzir as mesmas condições de segurança e conforto. Enquanto dependia da pedra como material de construção, ficou escravo da verticalidade das paredes. Aprendendo a trabalhar a madeira, desenvolveu estruturas de sustentação de cobertas, que permitiam a posição inclinada indispensável à drenagem das águas pluviais. Mas as paredes continuaram a prumo até os dias atuais, mesmo com o desenvolvimento de plásticos e ligas metálicas que, cada vez mais, aliam resistência à leveza.

É curioso que os veículos de transporte tenham assumido formas mais compatíveis com a sua função, propiciando a devida atenção às necessidades da sensação de estabilidade que lhe proporcionavam as quatro paredes dos recintos domésticos.

## **2. O PROJETO RUMPA**

Tendo em vista a economia de espaço propiciada por um recinto em forma de poliedro platônico ou arquimediano, que é tanto maior quanto mais se aproxima sua forma à da esfera, no projeto de residências moduladas que possam ser construídas com placas pré-fabricadas, foi desenvolvida a pesquisa "Racionalização do Uso de Malhas Poliédricas na Arquitetura", na Universidade Federal de Pernambuco.

O formato dessas placas, em quadrado ou triângulo equilátero, facilita sua industrialização. A distribuição simétrica dos esforços numa malha espacial formada com poliedros regulares e semi-regulares equiangulares permite que tais placas sejam auto-portantes e a facilidade com que podem ser interfixadas confere grande versatilidade à montagem de conjuntos habitacionais.

Foi estudada a utilização arquitetônica mais apropriada de cada uma das onze malhas formadas por poliedros platônicos e arquimedianos, de um único tipo, como a de tronco-icosaedros, de dois, de três ou de quatro tipos de poliedros, excluindo aquela formada só com cubos.

## **3. SIMETRIA TERNÁRIA E QUATERNÁRIA**

Cada poliedro arquimediano, no projeto, pode ter como base uma face triangular ou hexagonal, quando seu eixo de simetria ternária fica de prumo, ou ainda uma face quadrada ou octogonal, situação em que fica vertical seu eixo de simetria quaternária.

No primeiro caso, os poliedros arquimedianos parecem ser gerados pelo octaedro regular, quando este se apoia numa das faces, assumindo uma posição de antiprisma arquimadiano. De fato, apresentam melhor desempenho as malhas de poliedros que tem como um dos módulos o octaedro regular.

No segundo caso, os arquimedianos parecem ser gerados por seções no cubo, quando este se apoia na face. As malhas de que participa o cubo como um dos módulos são melhor aproveitadas nessa posição. A própria malha de cubos trabalha normalmente assim, onde são desenvolvidos todos os projetos da arquitetura tradicional.

#### 4. UM PROJETO EM SIMETRIA TERNÁRIA

Tendo-se em vista os objetivos do estudo, a disposição ternária se mostrou mais eficiente, estando presente em sete dos onze projetos. Em primeiro lugar, os módulos da malha, têm faces predominantemente triangulares ou hexagonais, que podem ser compostas com seis placas triangulares, enquanto a disposição quaternária melhor se adequa para malhas em que seus módulos possuem faces octogonais, que não podem ser construídos com placas triangulares regulares e quadradas, tornando-se muito grandes para montagem em placa única. Assim, as soluções quaternárias exigem uma maior variedade de placas pré-fabricadas, dificultando o processo de industrialização. Em segundo lugar, na disposição ternária se obtém maior economia de espaço.

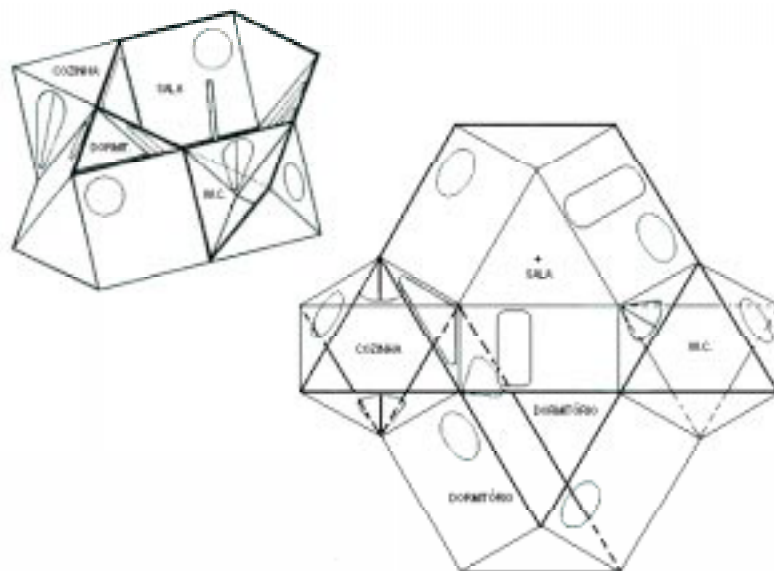


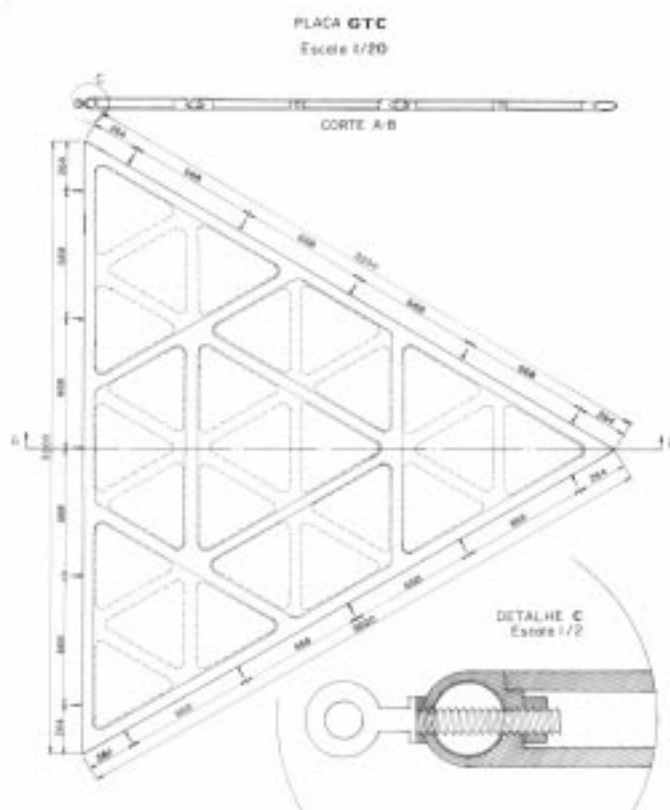
Figura 1 - Módulos residenciais do Projeto Dragão

Observe-se o módulo residencial do PROJETO DRAGÃO, uma das melhores soluções para casas populares. A sala única ocupa metade de um cuboctaedro, com piso triangular e teto hexagonal. Outro semi-cuboctaedro, invertido, está dividido em dois dormitórios de pisos iguais, cada um semi-hexágono. Mas um deles tem teto triangular, enquanto o outro tem teto em aresta, como barraca de acampamento. Funcionalmente, os quatro precisam de maior área de piso, pois quem habita o recinto ocupa posição horizontal. Na sala, as pessoas estão ativas, necessitando de mais espaço na metade superior de sua altura. Acrescentam-se dois recintos em forma de octaedro regular,

ideais para banheiro e cozinha, pois alternam paredes inclinadas para dentro e para fora, oferecendo mais opções para disposição de peças fixas. A economia de espaço só fica mais visível na aglomeração dos módulos residenciais, que podem ser superpostos com segurança em até três níveis. A sala de um módulo é encimada por dormitórios do nível superior, completando um cuboctaedro. A sala do segundo nível não está sobre os dormitórios do primeiro, mas sobre o banheiro ou a cozinha. Os octaedros do módulo superior podem ficar em balanço, cobrindo a passagem entre as casas do nível do solo.

## 5. PLACAS PRÉ-FABRICADAS

Para a montagem dos conjuntos poliédricos, foram projetadas placas triangulares e quadradas, com pouco mais de 3 metros de lado para garantir um pé direito de 2,60m, diferenciadas pela função a desempenhar na construção: piso, teto ou parede. Todas elas são emolduradas por um tubo metálico de 40 mm de diâmetro, inteiramente envolvido pelo material aglomerante a ser usado na moldagem das placas, garantindo uma espessura total de 50mm. No interior dos polígonos essa estrutura metálica é reforçada por um entrelaçamento de tubos, formando uma rede mais fina nas placas usadas nos pisos. Aquelas projetadas para teto terão um engrossamento no centro, para facilitar a drenagem das águas pluviais, enquanto as paredes deverão possibilitar a abertura de portas e janelas.



**Figura 2 - Placa Triangular com função de piso**

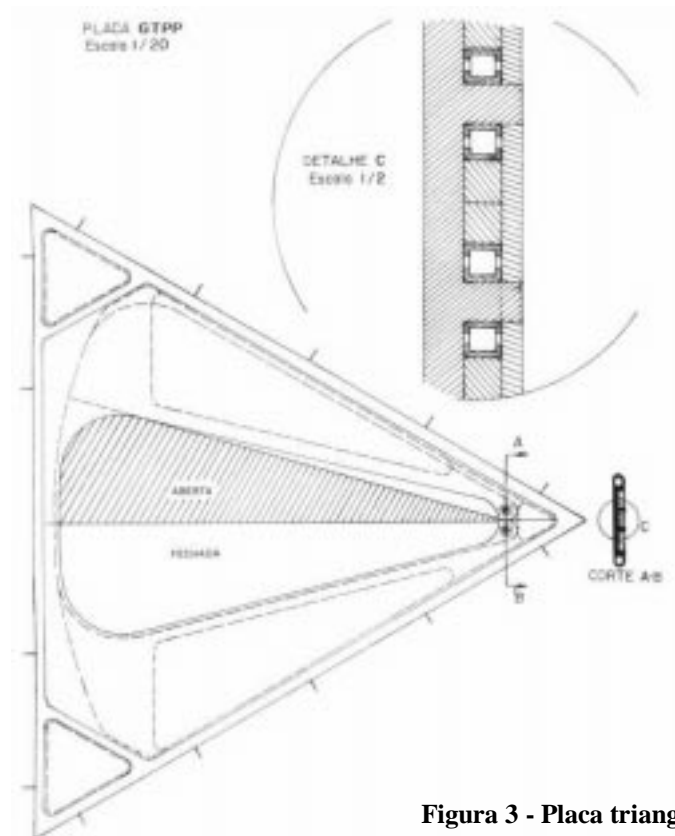
Em toda a área entre os tubos metálicos a placa será oca. A face externa será contínua, com espessura que não deve exceder muito os 10 mm, conforme o material de que vai ser constituído. A face interna será dividida em painéis, afixados por parafusos para permitir sua remoção. Poderá ser mais fina, que a face externa, e só será aplicada após a interfixação das placas entre si e o encaixe das portas e janelas. Está previsto o

preenchimento das células entre as duas chapas com material isolante leve, como isopor ou espuma de poliuretano, para conferir maior rigidez à placa e amortecer os choques mecânicos.

As placas serão interfixadas através de 5 parafusos em forma de chave, cujo corpo atravessará o tubo metálico no perímetro da placa. As cabeças dos parafusos terão forma de polia, permitindo que outros parafusos, paralelos ao lado das placas, fixem entre si três ou quatro placas em torno de cada aresta da malha poliédrica. Tal sistema possibilitará, no processo de montagem das casas, que cada placa gire em torno de um de seus lados, diminuindo os esforços humanos dispendidos na construção e evitando o uso de guindastes, gruas ou outras máquinas. Mesmo assim, será essencial limitar em 200 kg o peso total de cada placa.

## 6. PORTAS E JANELAS

É muito difícil adaptar esquadrias convencionais à estrutura das placas. Além da pequena espessura destas para comportar batentes, a maior dificuldade reside na multiplicidade de posições e que podem trabalhar um mesmo tipo de placa, seja triangular ou quadrada. As paredes geralmente são inclinadas, ou para dentro ou para fora do recinto, dificultando movimentar portas e janelas pivotantes ou basculantes.



**Figura 3 - Placa triangular com porta**

A melhor solução encontrada foi a de janelas circulares e portas também compatíveis com essa forma, todas embutidas na placa. O disco de cada janela girando em torno do seu centro. É dividido em quatro setores, um deles aberto, outro com vidraça, e os demais cegos. A face externa da placa fica dividida da mesma forma. Assim, as diversas superposições de setores entre o disco móvel e a placa fixa garantem as seguintes

alternativas: fechamento total de ar e luz para o ambiente, fechamento total de ar mas dois outros setores abertos à luz e finalmente um setor aberto ao ar e outro à luz. Em posições intermediárias do disco são garantidas todas as combinações de ventilação e iluminação do ambiente. Para as portas, a melhor solução foi o deslizamento por translação horizontal de uma folha única, para as placas quadradas, e o movimento em tesoura de duas folhas iguais, para as placas triangulares.

## 7. MÓVEIS E EQUIPAMENTOS

Para melhor aproveitamento do espaço arquitetônico, foram projetadas algumas soluções apropriadas às novas formas de ambientes, tanto para móveis quanto para peças fixas no banheiro e na cozinha.

Poltronas se aproveitam da inclinação das paredes. Armários tiram proveito ergonômico dessa mesma inclinação, ao diminuir a profundidade de suas gavetas em direção ao piso. Bacias sanitárias, têm silhuetas semelhantes ao formato do recinto. Mas são providas de movimento rotatório, que permitem seu rebatimento, por partes, sobre a parede em que se apoia, evitando tomar espaços da circulação das pessoas pelo ambiente, quando não estão em uso. Alguns móveis são transformáveis para diferentes usos, aumentando o rendimento de compartimentos reduzidos.

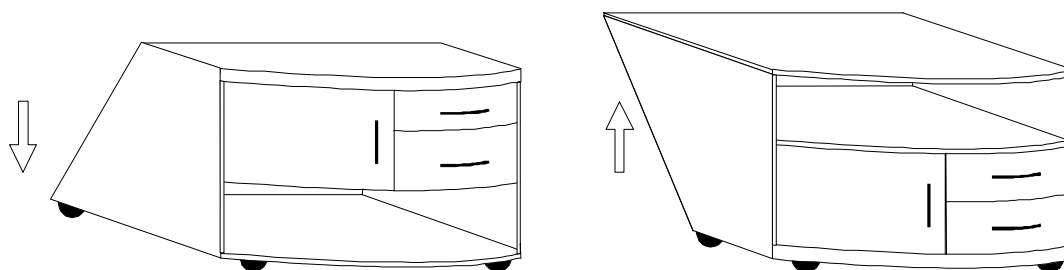


Figura 4- Criado mudo

## 8. CONCLUSÕES

De forma alguma se pretende ter chegado a soluções ideais. Todo esse estudo deve ser visto como uma abertura de perspectivas para uma inovação no projeto arquitetônico, fugindo racionalmente ao lugar comum da verticalidade de paredes, com o uso de formas que a geometria já estudou desde a antiguidade. As soluções construtivas certamente precisarão sofrer adaptações após os testes de resistência dos diversos materiais disponíveis para moldagem das placas.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, M. D. et all. Architectural use of non-cubic polyhedral meshes. 8th ICECGDG Conference: Eighth International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry. **Proceedings**. Austin, Texas, USA, 1998.
- COSTA, M. D. et all. **RUMPA**: Racionalização do uso de malhas poliédricas na arquitetura. Recife, 1998. Relatório de Pesquisa. Recife, 1998, 500 páginas.
- COSTA, M. D. et all. Vantagem da simetria ternária sobre a quaternária nas aplicações das malhas poliédricas. In: GRAFICA'98 - II Congresso Internacional de Engenharia

Gráfica nas Artes e Desenho. Feira de Santana, 1998. **Anais**. Feira de Santana, 1998, p.406-416.

CORREIA, A. M. A. et all. A experiência do RUMPA. In: GRAFICA'98 - II Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e Desenho. **Anais**. Feira de Santana, 1998. **Anais**. Feira de Santana, 1998, p.592-603.

GHYKA, Matila C. **Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes**. Barcelona - 15, España: Editorial Poseidon, 1977. ISBN 84-85083-06-7.

WILLIAMS, Robert. **The geometrical foundation of natural structure**. New York, USA: Dover Publications, Inc., 1979. ISBN 0-486-23729-X