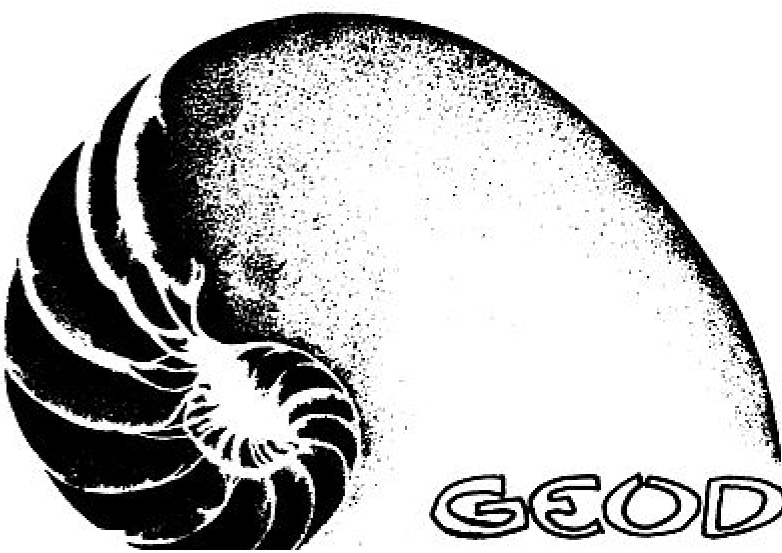
VITOR AMARAL LOTUFO
JOÃO MARCOS ALMEIDA LOPES

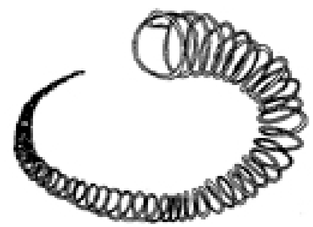


GEODÉSICAS & CIA

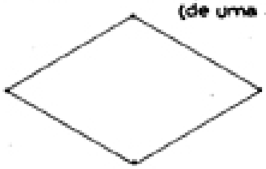
projeto

GEODÉSICAS E CIA

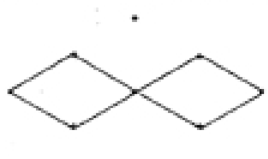
LIVRO FOI FEITO EM ESPIRAL PORQUE ACREDITAMOS QUE ELE NÃO SEJA CONSTITUÍDO DE UM COMEÇO, UM MEIO E UM FIM, DE PÁGINAS NUMERADAS MAS SIM DE UM CICLO ONDE CADA ITEM PODE CONTRIBUIR PRA OUTRO



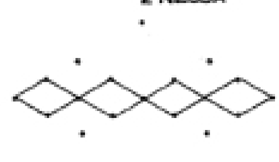
LEIA O LIVRO PRIMEIRO NESSA FREQÜÊNCIA
(de uma folheada)



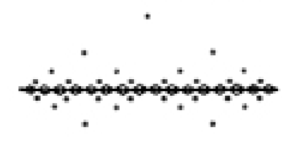
DEPOIS NESSA



E NESSA



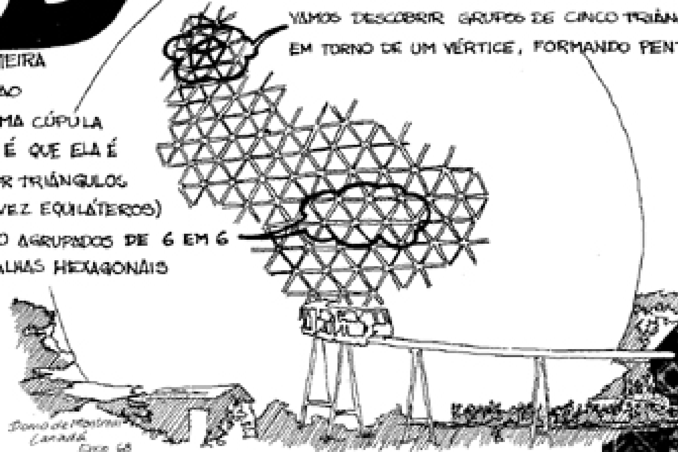
E NESSA...



Domos

NOSSA PRIMEIRA IMPRESSÃO, AO OLHARMOS UMA CÚPULA GEODÉSICA, É QUE ELA É FORMADA POR TRIÂNGULOS IGUAIS (TALVEZ EQUILÁTEROS) E QUE ESTÃO AGRUPADOS **DE 6 EM 6** SEGUNDO MALHAS HEXAGONAIS

APÓS UMA OBSERVAÇÃO MAIS CUIDADOSA, VAMOS DESCOBRIR GRUPOS DE CINCO TRIÂNGULOS EM TORNO DE UM VÉRTICE, FORMANDO PENTÁGONOS



Domo de Montreal
Canadá
Expo 68

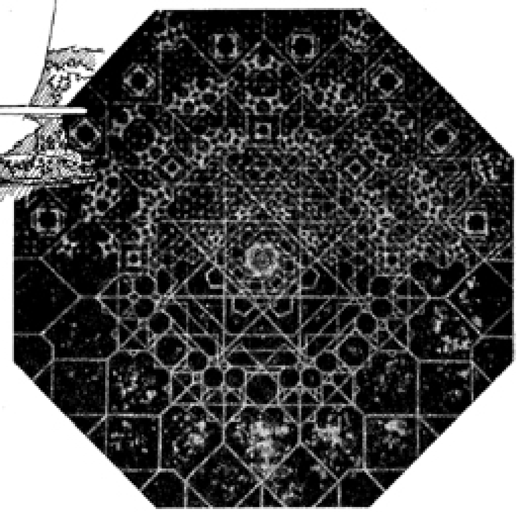
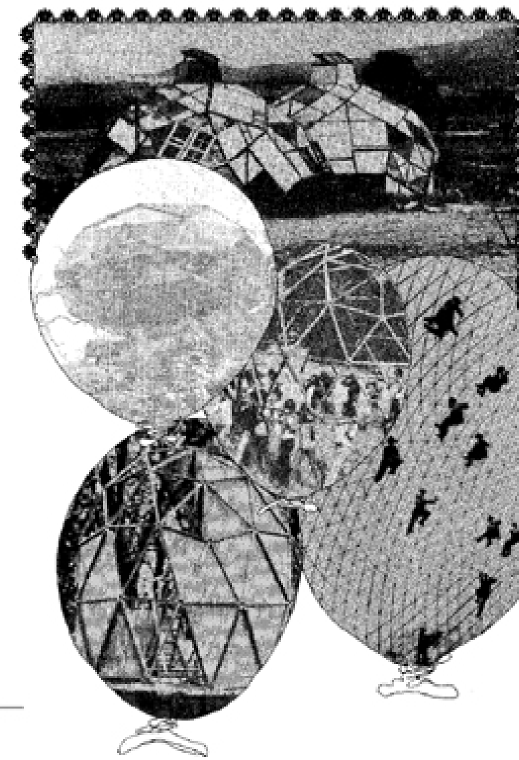


Diagrama de ornamento do domo octogonal de Alhambra
Foto Shelter

CONHECENDO A GEOMETRIA, VOCÊ VAI ENTENDER QUE GEODÉSICA É MAIS QUE UMA ESFERA, QUE ELA PODE ASSUMIR AS MAIS VARIADAS FORMAS E QUE REALMENTE ELA APRESENTA VANTAGENS ESTRUTURAIS.



E LOGICAMENTE OS TRIÂNGULOS NÃO SÃO SÓ EQUILÁTEROS, POIS COM ESTES PODEMOS CONSTRUIR:

4 triângulos equiláteros

tetraedros

3 TRIÂNGULOS EM TORNO DE UM VÉRTICE

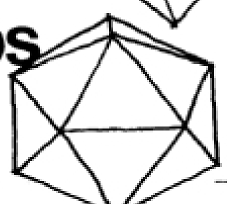
8 triângulos equiláteros

octaedros

4 TRIÂNGULOS EM TORNO DE UM VÉRTICE

icosaedros

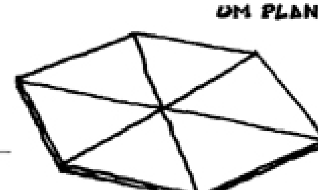
20 triângulos equiláteros



5 TRIÂNGULOS EM TORNO DE UM VÉRTICE

6 TRIÂNGULOS...

UM PLANO!



Fuller & Geodésicas

Richard Buckminster Fuller é um filósofo, inventor e professor, cujo trabalho mais conhecido é o estudo das geodésicas.

No entanto, antes das geodésicas, Fuller trabalhou em projetos importantes e inovadores, como o "Dymaxion Car" e as "Dymaxion Houses". Talvez hoje seu trabalho mais importante esteja no campo da Filosofia.

A partir de 1945, Fuller voltou sua atenção para o estudo da trigonometria esférica. Ele intrigava-se com as formas geodésicas encontradas na natureza, desde as milhares de bolhas num pouco de espuma até os próprios planetas. Como era possível uma esfera tão perfeita, que é uma bolha, ser construída e destruída com tanta rapidez. O homem não é capaz disso sem usar um modelo. Matematicamente é impossível dizer o tamanho de uma circunferência, será sempre aproximado: $2\pi R$.

O interessante nisso tudo é a linha de desenvolvimento das investigações de Fuller. Partindo da forma das coisas encontráveis na natureza, de modelos palpáveis, ele chegou ao cálculo matemático procurando saber como chegar a essas formas.

Foi a radiolária, um plâncton marinho microscópico, dona de uma incrível estrutura "óssea", que despertou a curiosidade de Fuller.

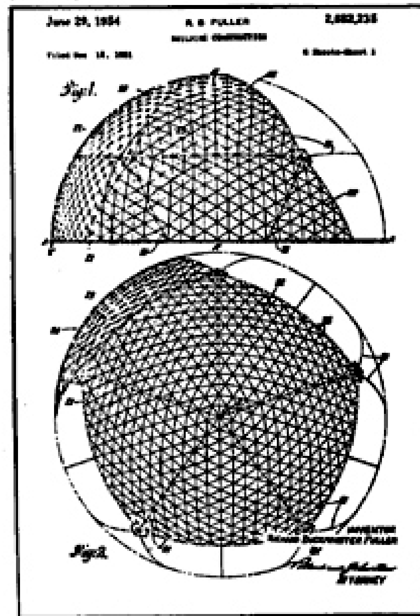
Apesar do modelo em mãos, o cientista não o utilizou como molde. Partindo do cálculo matemático, Fuller chegou à esquematização do processo de divisão da esfera em triângulos. Fica claro, porém, que ele não inventou a geodésica (veja isso logo mais à frente)

Utilizando a rotação do icosaedro em todas as posições regulares possíveis, Fuller conseguiu 31 grandes círculos (são explicados mais à frente). Mas é importante observar que ele não usou os grandes círculos como membros explícitos da futura estrutura geodésica. Ele utilizou-os apenas como princípio.

Em seus estudos, Fuller procurou manter a interação entre tração e compressão ("tensegrity") pois os grandes círculos, porções deles, desempenhavam o papel de menor caminho para os esforços, o que é a intenção da geodésica (maior nº possível de barras iguais da forma mais estável possível).

Em 1953, a Ford Motor Company precisava de um domo para cobrir a rotunda de uma de suas fábricas. No entanto, os engenheiros calcularam que a estrutura da rotunda não suportaria o peso de uma cúpula que, segundo os cálculos, pesaria 160 toneladas. Henri Ford levou o problema para Fuller, que propôs um domo geodésico com as mesmas dimensões da cúpula anterior, pesando cerca de 8 1/2 toneladas. Ficou com o contrato.

A patente pedida em dezembro de 1951 foi concedida em julho de 54 e comercializada, a partir de então, por preços reduzidos, criando, assim, condições para que Fuller controlasse o uso do cálculo e do sistema.



Um dos projetos mais conhecidos de Fuller, é o macro domo de Montreal, numa exposição internacional ocorrida em 1968. O pavilhão americano era um domo de 76m de diâm. e sua altura máxima era de 61m. A superfície total media 14.000 m². Foi construída com 24.000 barras, resultando um total de 42 Km de tubo. Ao todo são 600 ton de canos, o que resulta em, mais ou menos, 40 kg/m². O domo é formado por uma capa externa de triângulos, a geodésica propriamente dita, e uma camada de hexágonos que suportam cúpulas acrílicas e absorvem os esforços não contidos numa superfície. O domo não pode ser calculado matricialmente, o que implicou considerá-lo uma lâmina esférica e no cálculo por assimilação. Toda ela é móvel, visando possíveis efeitos de temperatura.

Um incêndio provocado por um soldador, que trabalhava na superfície do domo consumiu os painéis acrílicos em 15 minutos.

Não foram poucas as críticas. Principalmente porque o arquiteto que colaborou no projeto dissera que haviam sido tomadas todas as providências para evitar o fogo.

Mas o domo não sofreu com as críticas.

Por essa época, surgiam os Beatles, as "protest songs", Bob Dylan, Joan Baez, Hair, os "hippies" e a contra cultura. E foi do pessoal que curtia esse clima que partiram as primeiras propostas de uso das geodésicas como espaço habitável.

Um grupo de estudantes de arquitetura e artistas fundaram, então, a primeira "comunidade geodésica".

Drop City, nos arredores de Trindad, no Colorado, teve como base de suas construções a forma geodésica. Todas as habitações foram construídas com partes de automóveis velhos, latas e lixo industrial. Dez anos depois a cidade foi abandonada. Hoje é conhecida como "a cidade dos domos fantasmas".

Atualmente, a visão da habitação alternativa foi parcialmente esquecida. A capacidade de absorção do capitalismo industrial, principalmente o norte-americano, tomou posse dos domos, fabricando-os em larga escala, vendendo-os em versáteis "kits", prontos para montar.

Apesar de tão difundido nos EUA, o que chega até nós é uma confusa visão do que é o domo geodésico. Essa visão está nas prateleiras de bibliotecas de arquitetura ou nas caras revistas importadas, às quais poucos têm acesso.

COMO JÁ FOI VISTO,
BUCKY FULLER NÃO FOI PROPRIAMENTE O INVENTOR DA GEODÉSICA. O QUE ELE FEZ FOI DAR SENTIDO À GEODÉSICA, DESCOBRINDO SUAS LEIS FORMADORAS, CONSTRUINDO E DIVULGANDO SUAS PROPRIEDADES. ALÉM DAS FORMAS GEODÉSICAS NATURAIS JÁ MENCIONADAS, O MESMO COM RELAÇÃO ÀS HABITAÇÕES ESFÉRICAS, EXISTEM DIVERSAS MANIFESTAÇÕES ANTERIORES À PATENTE DE FULLER QUE USAM PRINCÍPIOS DIRETAMENTE LIGADOS ÀS ESTRUTURAS GEODÉSICAS.

Uma cesta de grandes círculos

Foto "Shelter"

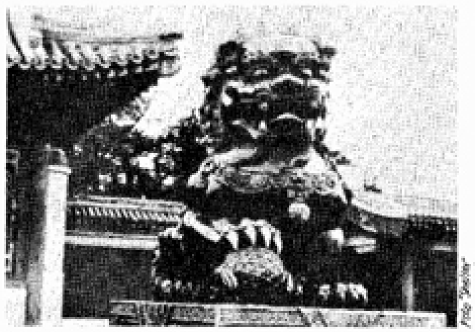


Foto "Shelter"

Uma esfera geodésica repousa sob o pé de um leão num palácio chinês, construído em 1885

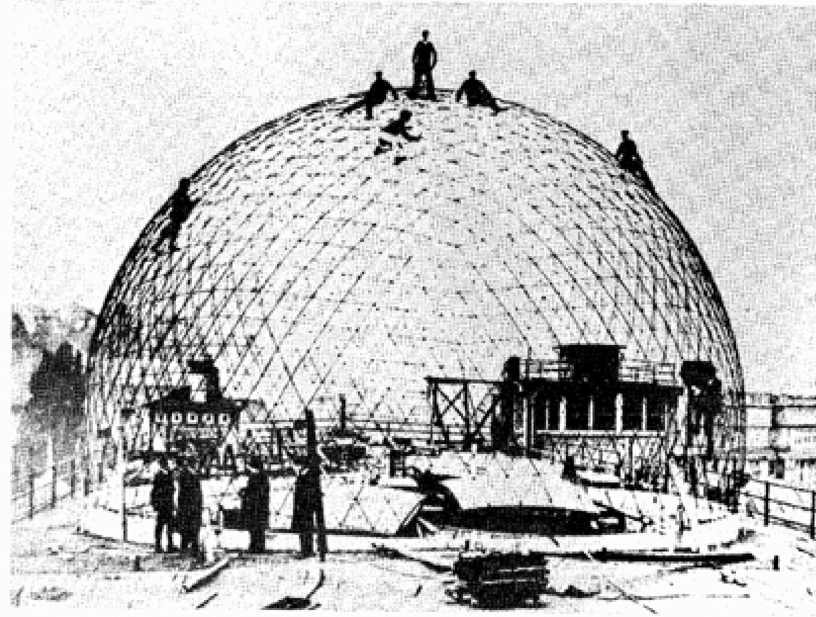


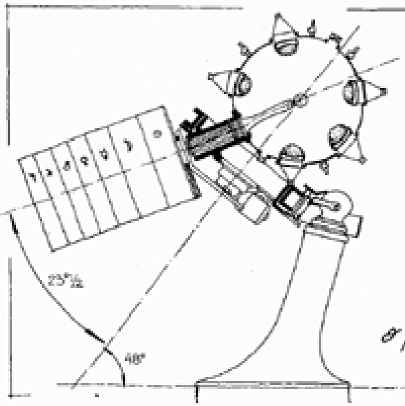
Foto "Shelter"

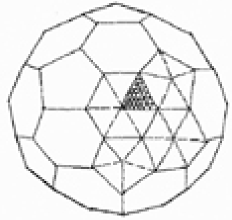
ALÉM DESSAS PRIMEIRAS MANIFESTAÇÕES, O PRIMEIRO DOMO, NA FORMA QUE CONHECEMOS, FOI CONSTRUÍDO EM JENA, ALEMANHA ORIENTAL, ISTO É, AGORA ORIENTAL, EM 1922. FOI WALTER BAUERSFELD, UM CIENTISTA ALEMÃO, CHEFE DE DESIGN DA ZEISS, A FAMOSA INDÚSTRIA ÓTICA, QUEM PROJETOU O PRIMEIRO DOMO VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO EDIFÍCIO.

ELE CONSTRUIU UMA CASCA EM FERRO-CIMENTO, CUJA ARMAÇÃO ERA EXATAMENTE UMA GEODÉSICA.

ESTA CARTA, ENDEREÇADA À "SHELTER PUBLICATIONS", ESCRITA EM 19 DE JUNHO DE 1973, POR UM DIRETOR DA CARL ZEISS, DESCREVE QUAIS FORAM AS PRIMEIRAS PREOCUPAÇÕES DE BAUERSFELD:

"A projeção do céu estrelado requer um certo número de projetores, arranjados no centro do domo. Cada projetor deve iluminar uma área igual a da superfície do domo. Se os vértices de um icosaedro são cortados de forma que a nova superfície possua, então, 12 pentágonos e 20 hexágonos, as áreas dessas truncagens será aproximadamente a mesma. Os projetores são arranjados no centro dessas figuras e produzem 32 campos estelares diferentes no domo (na realidade, apenas 31, pois uma delas é utilizada para suporte dos projetores)."





o primeiro projetor planetário

AÍ ENTÃO ELE DESENHOU O PROJETOR E CONSTRUIU, SOBRE O TETO DA ZEISS, UMA ESTRUTURA METÁLICA, A QUAL COBRIU COM CIMENTO. ESTAVA, ASSIM, INVENTADO O PLANETÁRIO, UM LUGAR ONDE OS ASTRÔNOMOS TENTAM "CRIAR A ILUSÃO DA MISTERIOSA MARCHA SILENCIOSA DA NATUREZA".

POLIEDROS

OS POLIEDROS ("VÁRIOS LADOS") FAZEM PARTE DO PENSAMENTO GREGO. FORAM ESTUDADOS PELOS GRANDES FILÓSOFOS DA ANTIGUIDADE E TOMARAM PARTE NAS SUAS TEORIAS SOBRE O UNIVERSO.

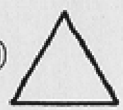
OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS OU POLIEDROS PODEM TER QUALQUER CONFIGURAÇÃO DESDE QUE FECHEM UM ESPAÇO, CRIANDO UM VOLUME.

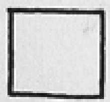
OS PLATÔNICOS

ASSIM CHAMADOS POR TEREM SIDO ESTUDADOS E DIVULGADOS POR PLATÃO, SÃO TAMBÉM CONHECIDOS COMO POLIEDROS REGULARES POIS TODAS AS FACES, ÂNGULOS E ÂNGULOS ENTRE AS FACES SÃO SEMPRE OS MESMOS.

OS POLÍGONOS REGULARES QUE FORMAM OS 5 POLIEDROS REGULARES SÃO

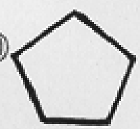
TRIÂNGULO





QUADRADO

PENTÁGONO



OS ARQUIMEDIANOS

SÃO ASSIM CHAMADOS POR TEREM SIDO ESTUDADOS POR ARQUIMEDES. SÃO OS POLIEDROS SEMI-REGULARES, SUAS FACES TAMBÉM SÃO POLÍGONOS REGULARES PORÉM NÃO DE UM TIPO SÓ.

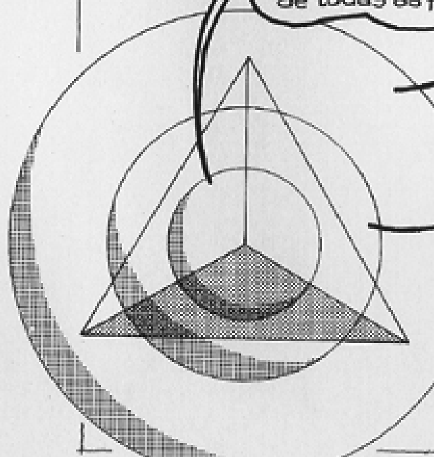
TANTO PELOS REGULARES COMO PELOS IRREGULARES PODEMOS CONSTRUIR UMA **CIRCUNSFERA**, UMA **INSFERA**

esfera que toca todos os vértices

que toca o centro de todas as faces

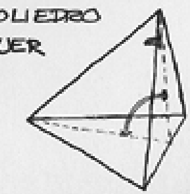
E UMA **INTERSFERA**

toca o meio de todas as arestas



UM DADO IMPORTANTE NO CONHECIMENTO DOS POLIEDROS É O **ÂNGULO DIEDRO**.

É O ÂNGULO FORMADO ENTRE DUAS FACES DE UM POLIEDRO QUALQUER



UM BOM CAMINHO PARA A FAMILIARIZAÇÃO COM OS POLIEDROS É FAZÊ-LOS.

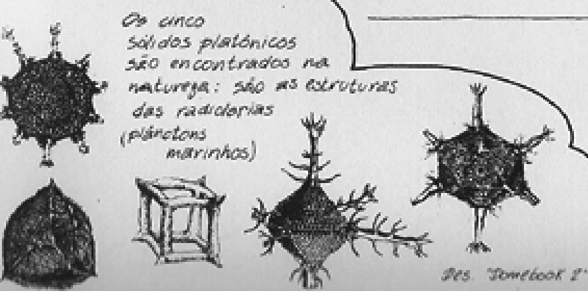
PODE-SE PLANIFICÁ-LOS E DEPOIS, RECORTANDO E DOBRANDO, CHEGAR NA FIGURA TRIDIMENSIONAL

duplex

cartolina

um bom tamanho pr'as arestas é uns 8 cm

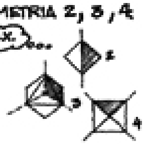
Os cinco sólidos platônicos são encontrados na natureza: são as estruturas das radiolarias (plânctons marinhos)



Des. "Domebook 2"

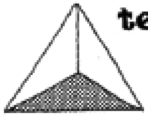
platônicos

FAMÍLIA
SIMETRIA 2, 3, 4
ex.

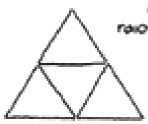


▲ = face

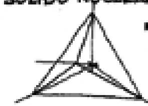
tetraedro



nº de Vértices = 4
nº de Arestas = 6
nº de Faces = 4
∡ diedro = 70°32'
∡ central θ = 109°28'
raio Insfera = 0,5774
Intersfera = 1
circunsfera = 1,7321
$\frac{\text{Aresta}}{\text{Int}}$ = 2√2 = 2,828



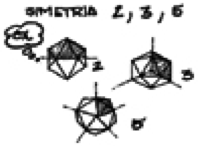
É O PRIMEIRO SÓLIDO REGULAR.
O MÍNIMO ESTRUTURAL DO UNIVERSO
É UM SÓLIDO NUCLEAR
POIS



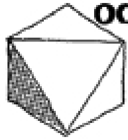
não tem uma diagonal completa

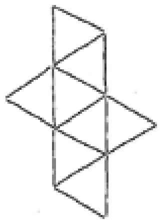
A CADA UM DE SEUS EIXOS INDEPENDENTES CORRESPONDE UM SÓLIDO PLATÔNICO

FAMÍLIA
SIMETRIA 2, 3, 5
ex.



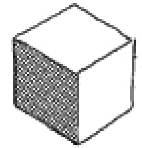
octaedro

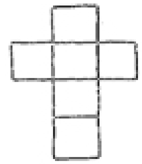




V = 6
A = 12
F = 8
d = 109°28'
θ = 90°
i = 0,8165
I = 1
C = 1,4142
A/I = 2

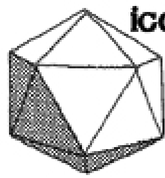
cubo

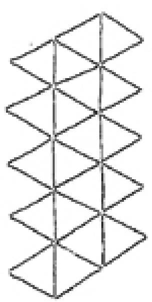




V = 8
A = 12
F = 6
d = 90°
θ = 70°32'
i = 0,7071
I = 1
C = 1,2247
A/I = √2 = 1,414

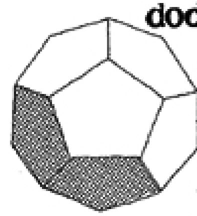
icosaedro

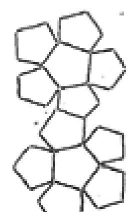




V = 12
A = 30
F = 20
d = 138°11'
θ = 63°26'
i = 0,9342
I = 1
C = 1,1756
A/I = √5 − 1 = 1,236

dodecaedro



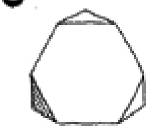


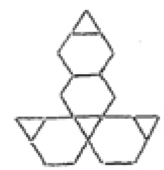
V = 12
A = 20
F = 30
d = 116°34'
θ = 41°49'
i = 0,8507
I = 1
C = 1,0705
A/I = 3 − √5 = 0,7639

arquimedianos

AS SEIS TRUNCAGENS
DO OCTAEDRO
(EXPANSÃO
OCTA ⇒ CUBO)

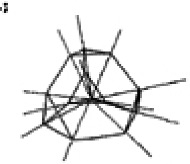
tetra truncado





V = 12
A = 18
F = 4
d = 70°32' ▲▲
109°28' ▲⬢
θ = 50°28'
i = 0,9045
I = 1
C = 1,1055
A/I = 0,995

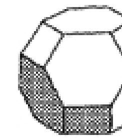
ESTE SÓLIDO TAMBÉM É CONHECIDO COMO "O DÉCIMO TERCEIRO OU NUCLEAR SÓLIDO ARQUIMEDIANO", POIS:

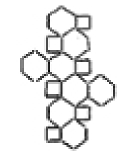


- NÃO EXISTE UMA DIAGONAL
- SÃO 12 EIXOS INDEPENDENTES
- A CADA UM DESSES EIXOS CORRESPONDE UM SÓLIDO ARQUIMEDIANO

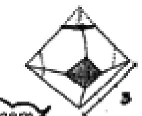
(EXPANSÃO
ICOSA ⇒ DODECA)
AS SEIS TRUNCAGENS

octa truncado



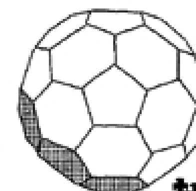


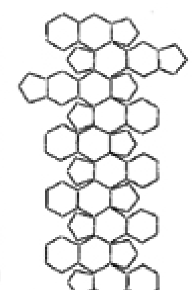
V = 24
A = 36
F = 14
d = 125°16' ⬢ ■
109°28' ⬢⬢
θ = 36°52'
i = 0,9481
I = 1
C = 1,0541
A/I = 2/3



truncagem
frequência = 3

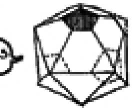
icosa truncado



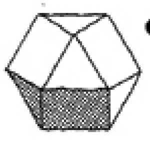


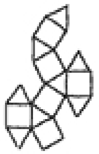
V = 60
A = 90
F = 32
d = 142°37' ⬢⬟
138°11' ⬢⬢
θ = 23°17'
i = 0,9794
I = 1
C = 1,0210
A/I = 0,4120

f = 3



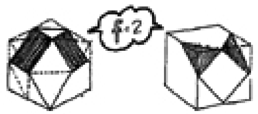
cuboctaedro



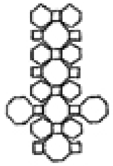


V = 12
A = 24
F = 14
d = 125°16' ▲ ■
Θ = 60°
I = 0,8660
I = 1
C = 1,1547
A/I = $2/\sqrt{3}$

ESTE SÓLIDO TAMBÉM É CHAMADO "DYMAXION" (Fuller)
ENTRE OUTRAS PROPRIEDADES, ELE É O ÚNICO SÓLIDO CUJO RAIO DA CIRCUNSFERA É IGUAL À ARESTA.

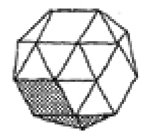


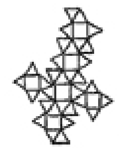
cubocta truncado



V = 48
A = 72
F = 26
d = 144°44' ■ ⬢
135° ■ ●
125°16' ⬢ ●
Θ = 24°55'
I = 0,9765
I = 1
C = 1,0241
A/I = 0,4419

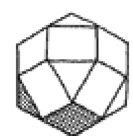
snub cubo

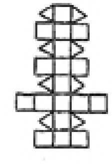




V = 24
A = 60
F = 38
d = 153°14' ▲ ▲
142°49' ■ ▲
Θ = 43°41'
I = 0,9282
I = 1
C = 1,0775
A/I = 0,8018

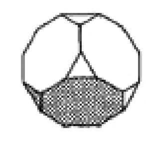
rombicuboctaedro

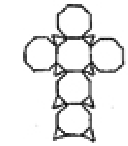




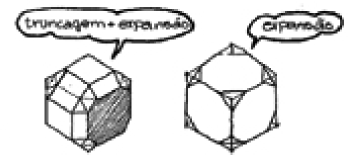
V = 24
A = 48
F = 26
d = 144°44' ▲ ■
135° ■ ■
Θ = 41°55'
I = 0,9340
I = 1
C = 1,0707
A/I = 0,7654

cubo truncado

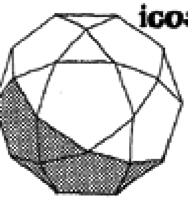


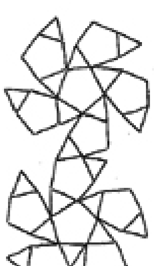


V = 24
A = 36
F = 14
d = 125°16' ▲ ●
90° ● ●
Θ = 32°59'
I = 0,8597
I = 1
C = 1,0420
A/I = $2-\sqrt{2}$ = 0,586

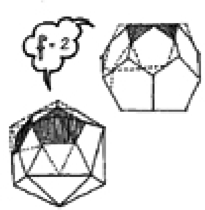


icosidodecaedro

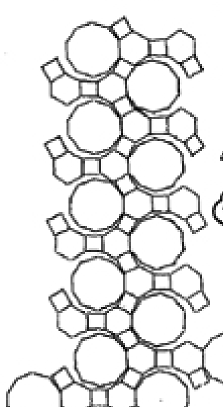




V = 30
A = 60
F = 32
d = 142°37' ▲ ⬟
Θ = 36°
I = 0,9511
I = 1
C = 1,0515
A/I = 0,6498

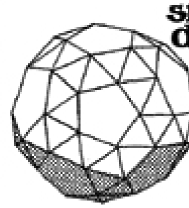


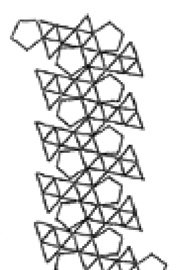
icosidodeca truncado



V = 120
A = 180
F = 62
d = 159°6' ■ ⬢
148°17' ■ ●
142°37' ● ⬢
Θ = 17°6'
I = 0,9914
I = 1
C = 1,0087
A/I = 0,2665

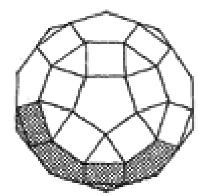
snub dodecaedro

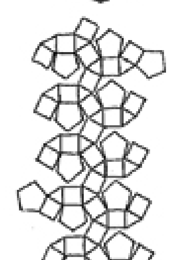




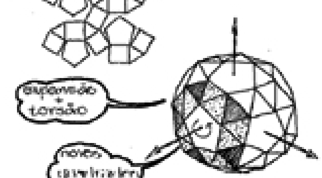
V = 60
A = 150
F = 92
d = 164°11' ▲ ▲
152°56' ▲ ⬟
Θ = 26°49'
I = 0,9727
I = 1
C = 1,0280
A/I = 0,4769

rombicosidodecaedro

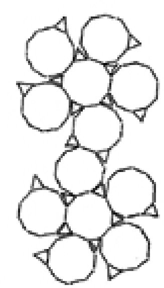




V = 60
A = 120
F = 62
d = 159°6' ▲ ■
148°17' ■ ⬟
Θ = 28°52'
I = 0,9747
I = 1
C = 1,0260
A/I = 0,4595

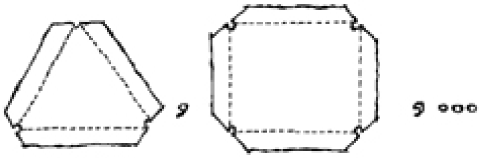


dodecaedro truncado

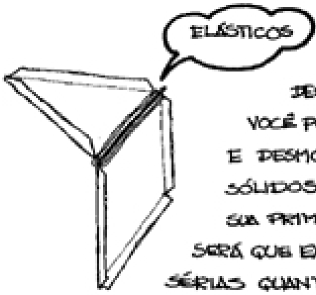


V = 60
A = 90
F = 32
d = 142°37' ▲ ●
116°34' ● ●
Θ = 18°24'
I = 0,9837
I = 1
C = 1,0145
A/I = 0,3416

VOCÊ PODE TAMBÉM
FAZER UM BRINQUEDO
COMPOSTO DE CARTÕES COM
FORMAS POLIGONAIS

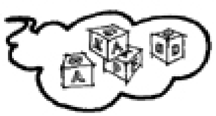


QUE
PODEM SER UNIDOS PELAS ARESTAS
COM



DESSA MANEIRA
VOCÊ PODE MONTAR
E DESMONTAR SEUS
SÓLIDOS.
SUA PRIMEIRA SURPRESA
SERÁ QUE EXISTEM LIMITAÇÕES
SÉRIAS QUANTO À ORGANIZAÇÃO
DESSES POLÍGONOS.

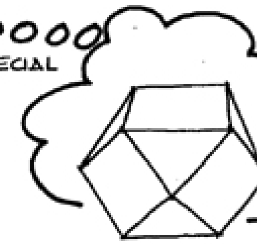
VOCÊ FICARÁ CONVENCIDO DE QUE EXISTEM
RELAÇÕES BEM DEFINIDAS ENTRE OS POLÍGONOS,
POLIEDROS E DESTES ENTRE SI.
ALÉM DISSO, É IMPORTANTÍSSIMO CONHECER ESSES
SÓLIDOS. UMA CRIANÇA MANUSEIA MUITO MAIS ESSAS
FORMAS QUE ALGUÉM QUE PRECISE DELAS
PROFISSIONALMENTE



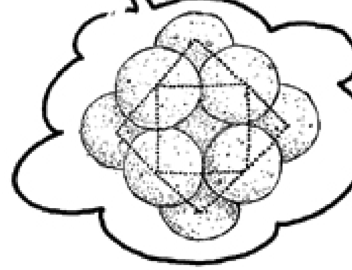
Se você realmente se interessar
sobre o assunto, procure "ORDER IN SPACE"
de Keith Critchlow (Thames and Hudson - London)
Os dados sobre os poliedros foram
todos tirados dele.

Ah!

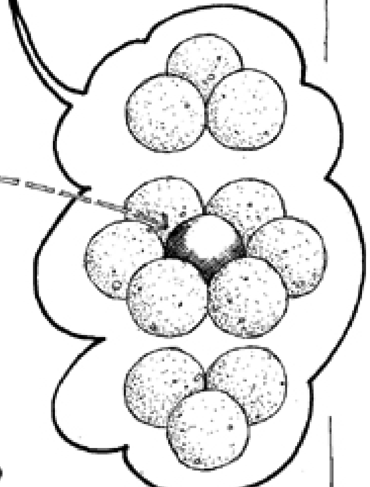
LEMBRA DO CUBOCTAEDRO? ○○○○○○
POIS É, ESSA FIGURA É TODA ESPECIAL



IMAGINE QUE OS VÉRTICES DESSE
POLIEDRO SEJAM BOLINHAS DE
ISOPOR



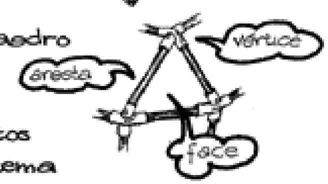
OBSERVANDO A FIGURA, VERIFICAREMOS
QUE CABE EXATAMENTE UMA BOLINHA INTEIRA
DENTRO DO SÓLIDO E QUE ELA TOCA TODAS
AS OUTRAS QUE A ENVOLVEM.
ESTE É O ÚNICO SÓLIDO ONDE ISSO ACONTECE.



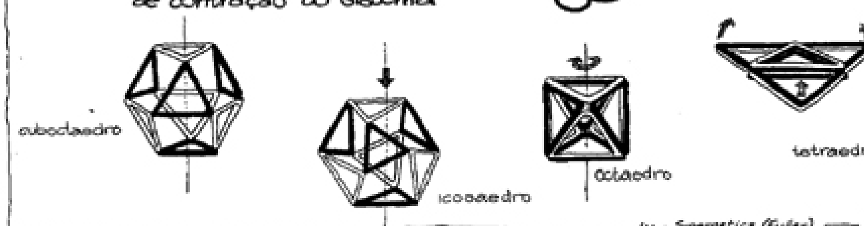
ESSA FIGURA É A FORMA DO
JITTERBUG (ou desengonçado)
UM BRINQUEDO ONDE A BOLINHA CENTRAL
É RETIRADA FAZENDO COM QUE TODO O
SISTEMA SE DESEQUILIBRE

1 - corte 24 varetas de igual tamanho
2 - corte 24 pedaços de garrote (diâm. = vareta)
com aprox. 2cm cada um
3 -

4 - Construa o cuboctaedro



5 - observe os movimentos
de contração do sistema



des. - Synergetics (Fuller)

Aglomeração perfeita

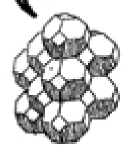
O CUBO É UM SÓLIDO SOCIÁVEL.
ELE PODE SER AGLOMERADO PERFEITAMENTE, ISTO É,
PODEMOS JUNTAR CUBOS SEM QUE SOBREM ESPAÇOS VAZIOS.

É A MODULAÇÃO BÁSICA DAS NOSSAS CONSTRUÇÕES ATUAIS.
ISSO NÃO QUER DIZER QUE SEJA A MANEIRA MAIS ECONÔMICA DE AGLOMERAÇÃO.

essa é a organização dos alvéolos das abelhas européias

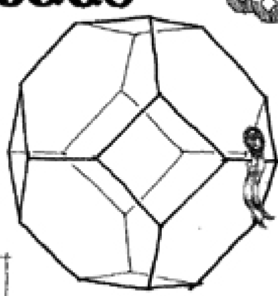
ASSIM COMO
A MALHA PLANA HEXAGONAL É A FORMA IDEAL PARA A AGLOMERAÇÃO DE POLÍGONOS
(POIS É O MENOR PERÍMETRO QUE ENVOLVE A MAIOR ÁREA POSSÍVEL),

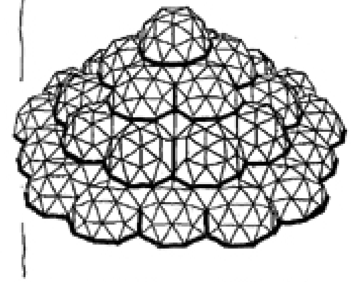
a configuração dos potes de mel das abelhas silvestres (sem ferrão) segue a aglomeração do octa truncado

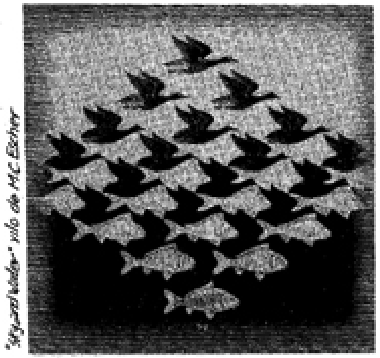


o octaedro truncado

É O POLIEDRO MAIS ECONÔMICO,
POIS É A MENOR SUPERFÍCIE
QUE ENVOLVE UM MAIOR VOLUME
PERFEITAMENTE AGLOMERÁVEL.
A MALHA ESPACIAL CÚBICA É A 7ª
EM TERMOS DE ECONOMIA.

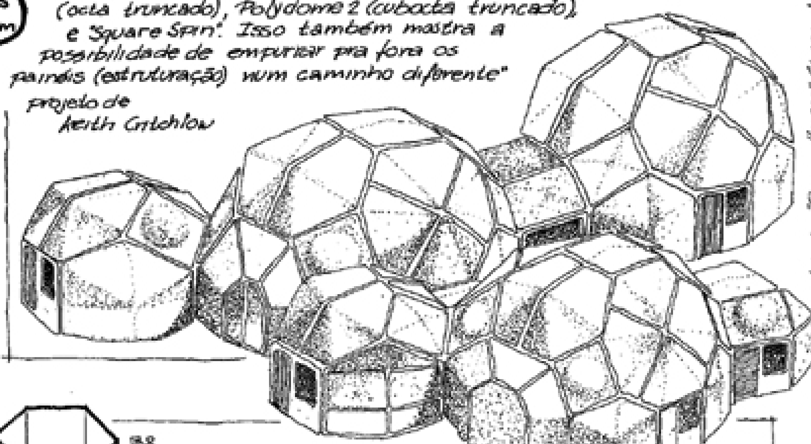


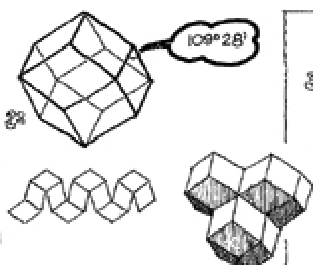


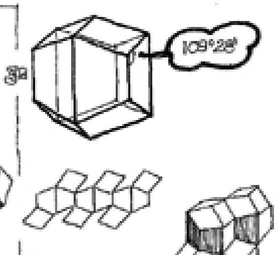


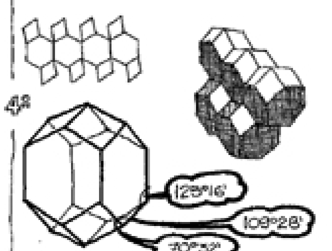
A **AGLOMERAÇÃO PERFEITA** É IMPORTANTE QUANDO PRECISAMOS JUNTAR DOMOS OU POLIEDROS. CASO VOCÊ SE INTERESSE EM SABER MAIS DO ASSUNTO, PROCURE O "ORDER IN SPACE"

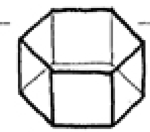
"Possibilidade de organização usando a Hexagon House (octa truncado), Polydome 2 (cuboctа truncado), e 'Square Spin'. Isso também mostra a possibilidade de empurrar pra fora os painéis (estruturação) num caminho diferente"
projeto de Keith Critchlow



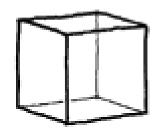


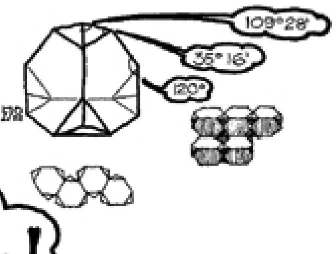


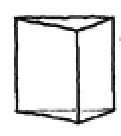




AS AGLOMERAÇÕES DOS PRISMAS SÃO IMEDIATAS

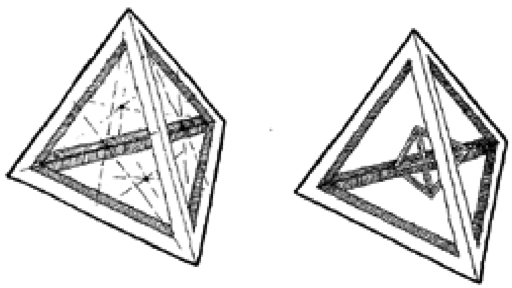




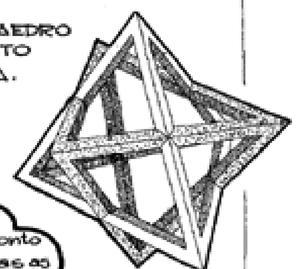


DUALIDADE

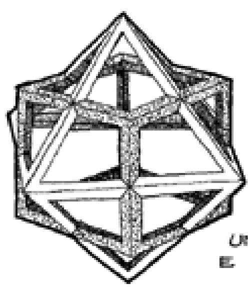
SE
MARCARMOS O MEIO
DE CADA FACE DE UM TETRAEDRO
VERIFICAREMOS QUE ESTAMOS
DEFININDO, ATRAVÉS DESSES PONTOS,
UM OUTRO TETRAEDRO



AGORA,
VAMOS AUMENTAR ESSE TETRAEDRO
ATÉ QUE SUAS ARESTAS TENHAM UM PONTO
EM COMUM COM AS DO PRIMEIRO TETRA.
ESSE PONTO EM COMUM
SERÁ EXATAMENTE O PONTO MÉDIO
DAS ARESTAS E,
LEMBRANDO A DEFINIÇÃO DE INTERSFERA,
VERIFICAMOS QUE ELES TÊM
UMA INTERSFERA COMUM.



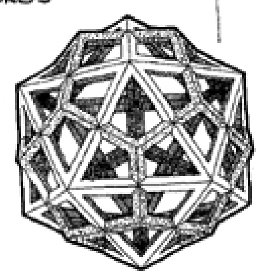
é a esfera
que toca o ponto
médio de todas as
arestas de um
poliedro



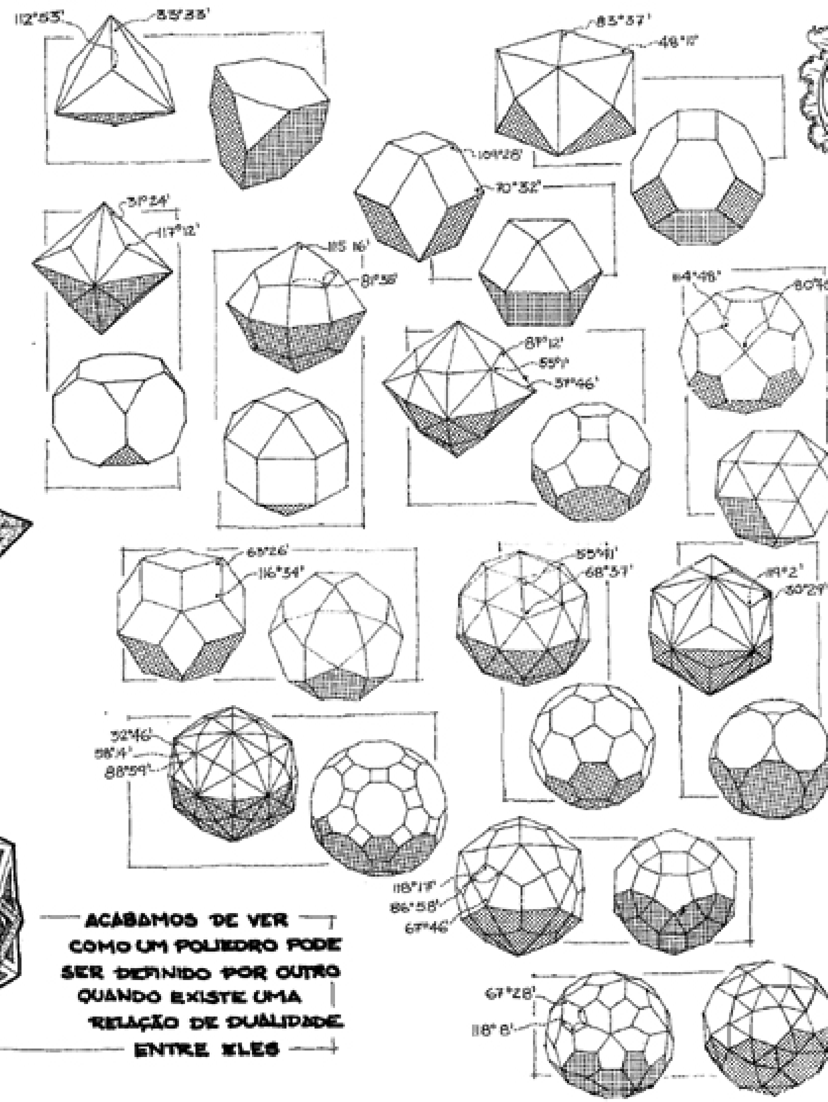
ISSO ACONTECE COM OS
OUTROS POLIEDROS
REGULARES:

COM O CUBO
OBTEMOS
UM OCTAEDRO
E VICE-VERSA;

COM O ICOSAEDRO
OBTEMOS O DODECAEDRO
E VICE-VERSA.

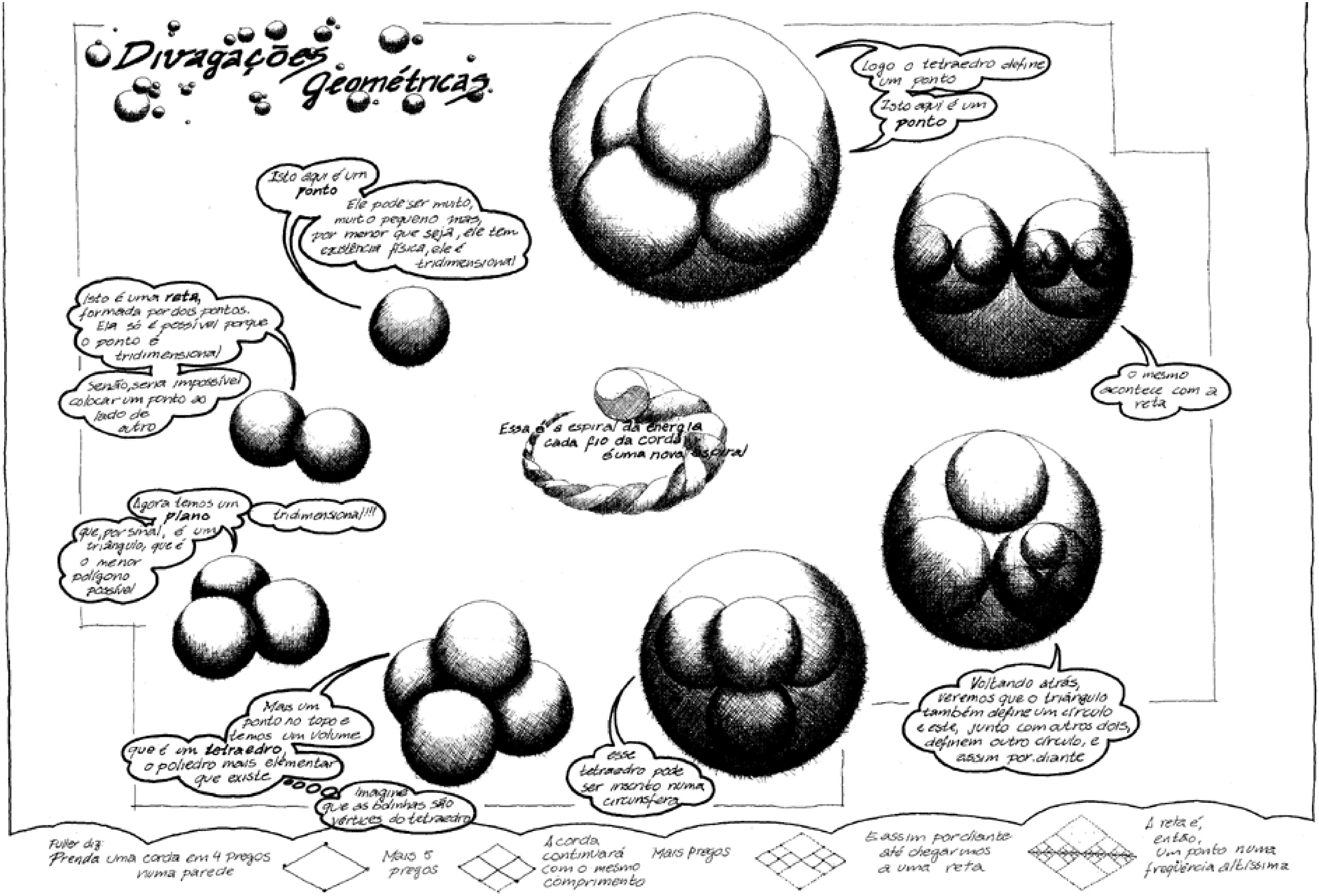


O DUAL
DE UM POLIEDRO REGULAR
É OUTRO REGULAR, OS DUAIS DOS SEMI-REGULARES
NÃO SÃO FORMADOS POR POLÍGONOS REGULARES,
MAS TÊM UM ÚNICO TIPO DE POLÍGONO COMO FACE.



**ACABAMOS DE VER
COMO UM POLIEDRO PODE
SER DEFINIDO POR OUTRO
QUANDO EXISTE UMA
RELAÇÃO DE DUALIDADE
ENTRE ELES**

DUALIDADE



Divagações Geométricas
Isto aqui é um ponto
Ele pode ser muito, muito pequeno mas, por menor que seja, ele tem existência física, ele é tridimensional
Isto é uma reta, formada por dois pontos. Ela só é possível porque o ponto é tridimensional
Senão, seria impossível colocar um ponto ao lado de outro
Agora temos um plano que, por sinal, é um triângulo, que é o menor polígono possível
tridimensional!!!!
Mais um ponto no topo e temos um volume
que é um tetraedro, o poliedro mais elementar que existe
Imagine que as bolinhas são vértices do tetraedro
Essa é a espiral da energia cada fio da corda é uma nova espiral
esse tetraedro pode ser inscrito numa circunsfera
Voltando atrás, veremos que o triângulo também define um círculo e este, junto com outros dois, definem outro círculo, e assim por diante
o mesmo acontece com a reta
Logo o tetraedro define um ponto
Isto aqui é um ponto
Fuller diz: Prenda uma corda em 4 pregos numa parede
Mais 5 pregos
A corda continuará com o mesmo comprimento
Mais pregos
E assim por diante até chegarmos a uma reta
A reta é, então, um ponto numa freqüência altíssima

Tração Compressão

FREI OTTO realizou diversas experiências utilizando a dualidade tração/compressão, à semelhança de Gaudi. Essa estrutura, chamada GRID SHELL, é toda calculada utilizando malhas de arame penduradas.

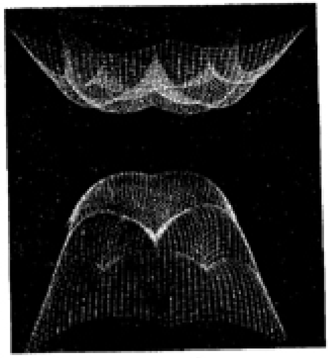
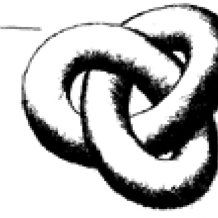


Foto IL 10

YANG

sol	lua
quente	frio
macho	fêmea
ativo	passivo
duro	mole
luz	escuridão
pesado	leve
força	fraqueza
seco	úmido
denso	poroso
superior	inferior
interior	exterior



Esse NÓ é uma modalidade da TIRA DE MOEBIUS, o começo sem fim, o fim sem começo, a superfície única.

(Augustus Ferdinand Moebius 1790 - 1868 matemático)

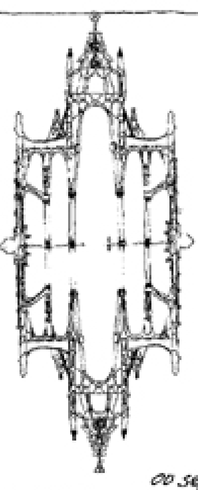
ESTE SÍMBOLO REPRESENTA O EQUILÍBRIO DAS FORÇAS OPOSTAS IGUAIS E CONTRÁRIAS. PARA QUE UMA DELAS EXISTA, HÁ NECESSIDADE DA EXISTÊNCIA DA OUTRA. CADA UMA CONTÉM UMA PEQUENA PORÇÃO DA OUTRA EM SI MESMA, TRANSPORTANDO PARTE DA OUTRA EM SEU FLUXO. É DO EQUILÍBRIO ENTRE ESSAS DUAS FORÇAS QUE O UNIVERSO DEPENDE.

O EQUILÍBRIO, A ENTROPIA, GERA A VIDA.

CADA VEZ QUE ESSE EQUILÍBRIO É AGREDIDO SURGE O COLAPSO. NO ENTANTO, O PRÓPRIO COLAPSO CAMINHA PARA A ENTROPIA, PARA O EQUILÍBRIO RESTITUÍDO

A TENSÃO INTEGRAL é o símbolo do cooperativismo, "um por todos e todos por um"

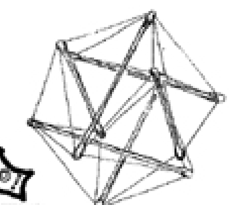
fogo	água
contração	expansão
centrípeto	centrífugo
tempo	espaço
vermelho	roxo
próton	elétron
sódio	potássio
animal	vegetal
salgado	doce
rígido	maleável
agressivo	persuasivo
ação	calma



GAUDI conhecia o JOGO DO CONTRÁRIO. Ele sabia que podia projetar construindo modelos invertidos pois tudo que funciona à tração quando de cabeça pra baixo, funciona à compressão quando invertido. Então, ele projetava com fios, arruelas e pesos, aquilo que ele iria construir com pedras, tijolos, ou seja, materiais que resistem bem só à compressão

Des. de "Antonio Gaudi" The Universe Books

YIN



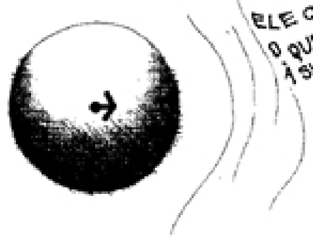
SÓ TRAÇÃO e COMPRESSÃO!

Uma "equipe" funciona à compressão, equilibrando uma outra, que funciona à tração.

Esse tipo de interação produz milagres.

O
YANG - YIN
É O PRINCÍPIO DA DUALIDADE:
A TODO EVENTO EXISTE UM OUTRO
OPOSTO CORRESPONDENTE.
ASSIM,
SE EXISTE UM ESFORÇO DE COMPRESSÃO,
AO MESMO TEMPO EXISTE UM DE TRAÇÃO.
PARA QUE UM EXISTA
É NECESSÁRIO QUE O OUTRO EXISTA.

SE UM PONTO ESTIVER
ACELERADO



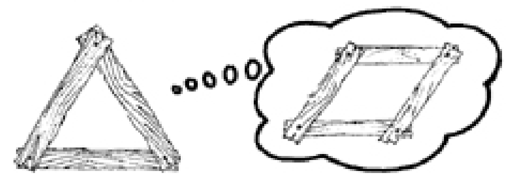
ELE COMPRIME
O QUE ESTIVER
À SUA FRENTE

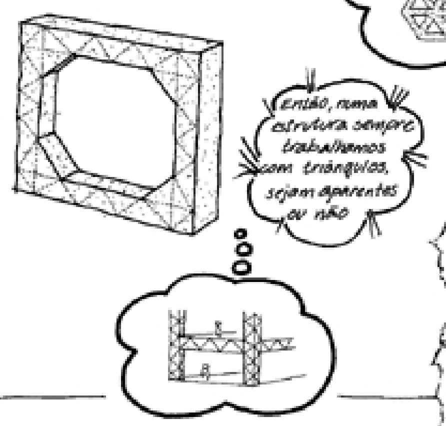
TRACIONA
O QUE ESTIVER ATRÁS

VAMOS VER
AGORA
O PONTO ACELERADO
DENTRO DE UMA
ESTRUTURA

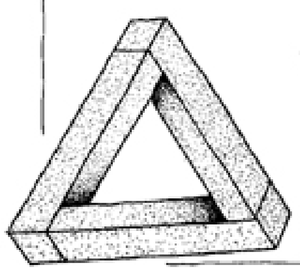
QUE SERÁ REPRESENTADA POR
UM TETRAEDRO,
QUE É O MENOR ENTE ESTRUTURAL POSSÍVEL

POIS
SÓ O TRIÂNGULO
É ESTÁVEL

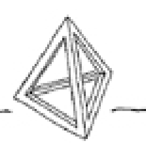




NÃO DEVEMOS ESQUECER
QUE, MESMO O TRIÂNGULO PLANO,
NÃO É REALMENTE PLANO
MAS, SIM,
TRIDIMENSIONAL



E O SISTEMA
TRIANGULAR
MÍNIMO É O
TETRAEDRO



DE VOLTA
AO PONTO
ACELERADO:

geometria geodésica

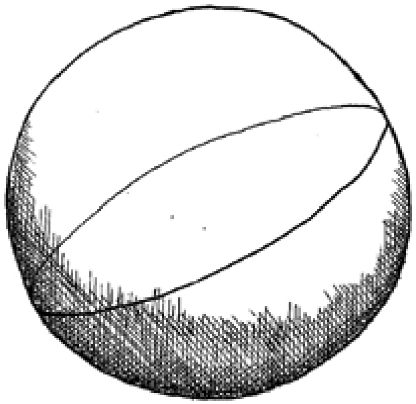
UM DOMO PODE SER CALCULADO E CONSTRUÍDO DE DIVERSAS MANEIRAS. NO CASO DE UM DOMO GEODÉSICO, ISSO PODE SER FEITO DE MANEIRAS SIMPLES E PRÁTICAS. BASTA CONHECER SEUS ELEMENTOS E UM POUCO DE MATEMÁTICA.

UMA LINHA GEODÉSICA É A MENOR DISTÂNCIA ENTRE 2 PONTOS NUMA SUPERFÍCIE.

PODE ATÉ SER UM PLANO

superfície curva de raio ∞

SE A LINHA GEODÉSICA ESTIVER SOBRE UMA SUPERFÍCIE CURVA, ELA TAMBÉM SERÁ UMA CURVA.
E, SE ESSA CURVA FOR UMA ESFERA, ELA CONSTITUIRÁ UM EQUADOR E FECHARÁ UM PLANO QUE CONTÉM O CENTRO DA ESFERA.

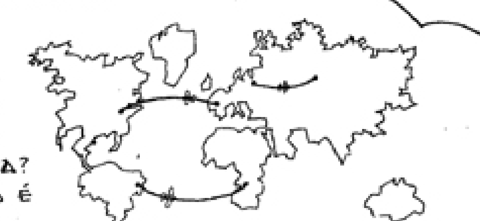


ESSAS LINHAS SOBRE A ESFERA SÃO CHAMADAS DE

CÍRCULOS MÁXIMOS

OU GRANDES CÍRCULOS

NUMA FIGURA PLANIFICADA DO GLOBO, DESSAS QUE AS COMPANHIAS DE AVIAÇÃO OU TURISMO DISTRIBUEM, A ROTA DO AVIÃO É UMA CURVA. ENTÃO A CURVA É MAIS ECONÔMICA? LEDO ENGANO. A LINHA CURVA É RESULTADO DA DISTORÇÃO COM A PLANIFICAÇÃO.



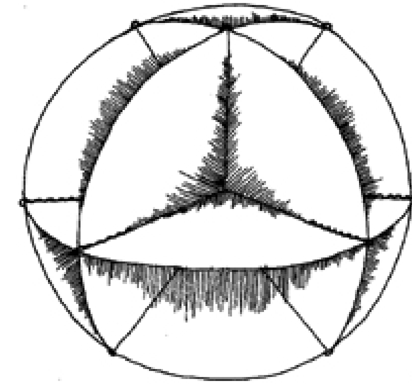
MODELOS DE

CÍRCULO MÁXIMO

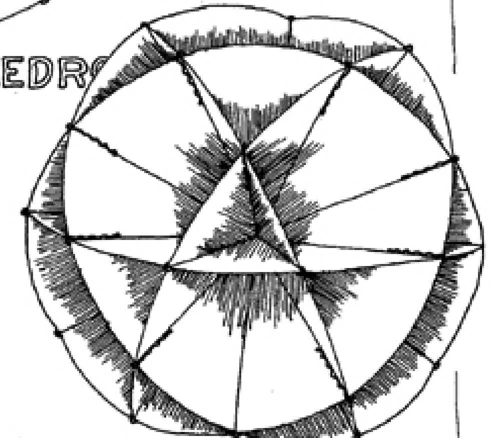
as forças também procuram o caminho mais curto entre dois pontos. na esfera esse caminho será o de um círculo máximo

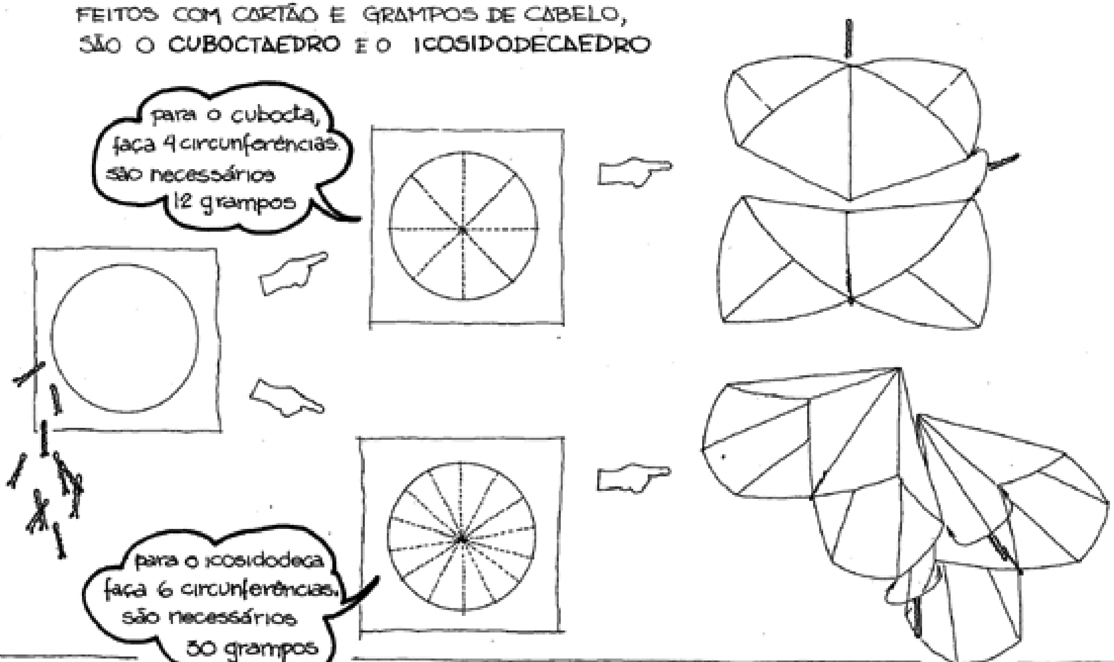
TODOS OS POLIEDROS PLATÔNICOS E ARQUIMEDIANOS ESTÃO INSCRITOS NUMA CIRCUNSFERA. SE PROJETARMOS SUAS ARESTAS NESSA CIRCUNSFERA, ELAS SERÃO TRECHOS DE CÍRCULOS MÁXIMOS.
SERIA BOM "CONSTRUIR" CÍRCULOS MÁXIMOS, O QUE TORNA MAIS CLARA A IDÉIA DA "LINHA QUE FECHA UM PLANO QUE CONTÉM O CENTRO DA ESFERA".
DOIS MODELOS, DE CONSTRUÇÃO MUITO SIMPLES, FEITOS COM CARTÃO E GRAMPOS DE CABELO, SÃO O **CUBOCTAEDRO** E O **ICOSIDODECAEDRO**

CUBOCTAEDRO

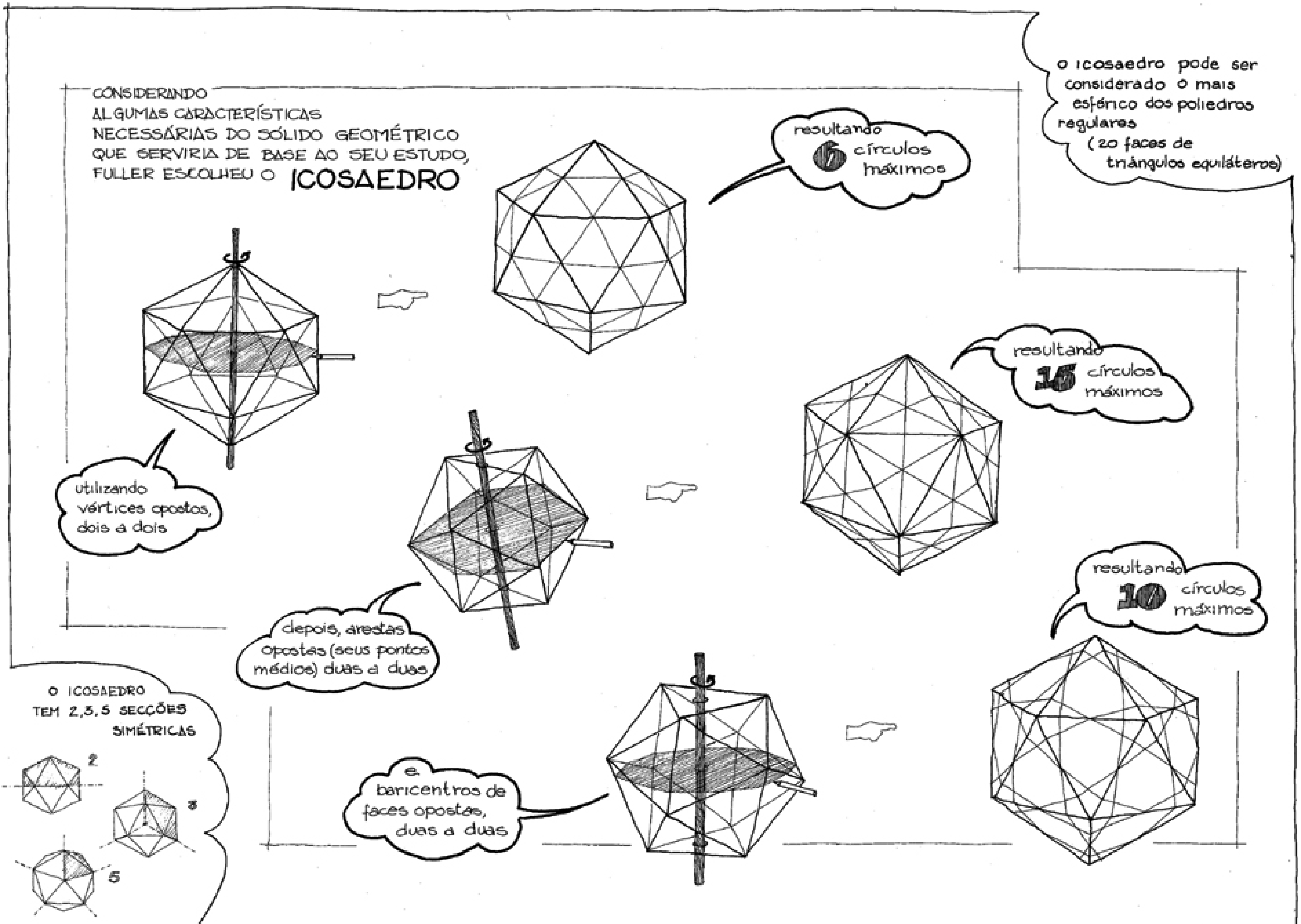


ICOSIDODECAEDRO



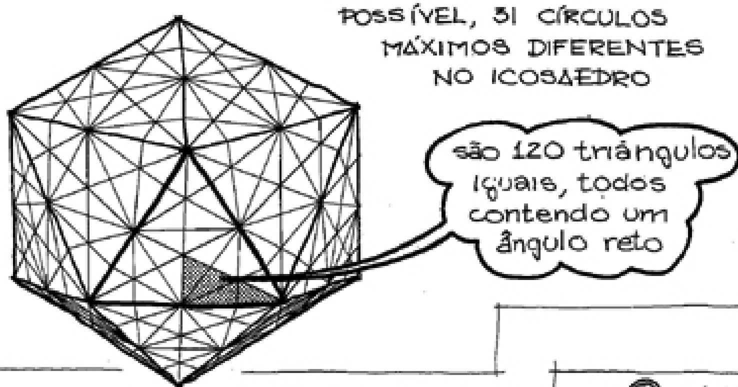


COMO JÁ SE SABE, FULLER NÃO UTILIZOU O CÍRCULO MÁXIMO PURO E SIMPLES.
PRIMEIRO ELE ESCOLHEU ALGUNS DESSES CÍRCULOS PARA DEPOIS, LANÇANDO MÃO DA TRIGONOMETRIA ESFÉRICA, CHEGAR À SISTEMATIZAÇÃO DO CÁLCULO GEODÉSICO.
ENTÃO,

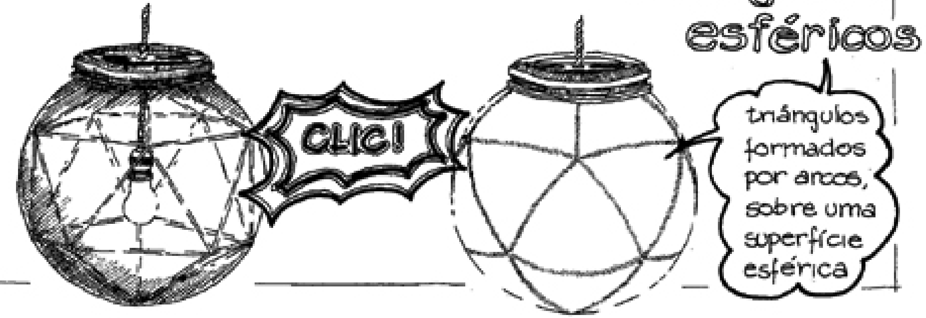


o icosaedro pode ser considerado o mais esférico dos poliedros regulares
(20 faces de triângulos equiláteros)
CONSIDERANDO ALGUMAS CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS DO SÓLIDO GEOMÉTRICO QUE SERVIRIA DE BASE AO SEU ESTUDO, FULLER ESCOLHEU O ICOSAEDRO
utilizando vértices opostos, dois a dois
resultando 6 círculos máximos
depois, arestas opostas (seus pontos médios) duas a duas
resultando 15 círculos máximos
e baricentros de faces opostas, duas a duas
resultando 10 círculos máximos
O ICOSAEDRO TEM 2,3,5 SECÇÕES SIMÉTRICAS
2
3
5

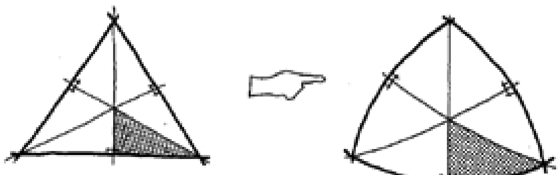
DESSA FORMA, FULLER CONSEGUIU ORDENAR, DA MANEIRA MAIS SIMÉTRICA POSSÍVEL, 31 CÍRCULOS MÁXIMOS DIFERENTES NO ICOSAEDRO



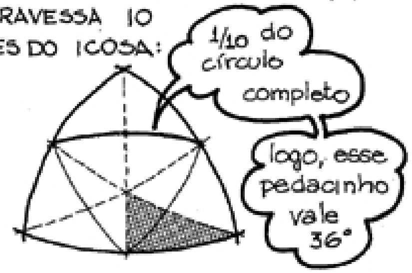
PARA PODER UTILIZAR A TRIGONOMETRIA ESFÉRICA E CHEGAR AOS FATORES DE CORDA E ÂNGULOS, FULLER PRECISOU TRANSFORMAR ESSES TRIÂNGULOS EM **triângulos esféricos**



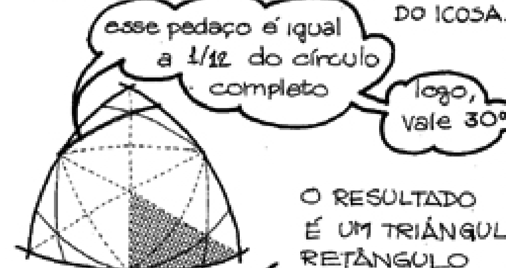
① CONSIDERANDO OS 15 CÍRCULOS MÁXIMOS, VOCÊ TEM 6 TRIÂNGULOS RETÂNGULOS IDÊNTICOS:



② CONSIDERANDO AGORA OS 6 CÍRCULOS MÁXIMOS, VOCÊ VAI VER QUE CADA UM ATRAVESSA 10 FACES DO ICOSA:

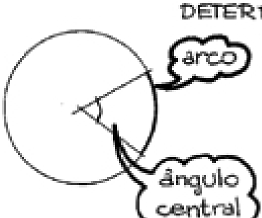


③ TOMANDO OS OUTROS 10 GRANDES CÍRCULOS, CADA UM ATRAVESSA 12 FACES DO ICOSA.

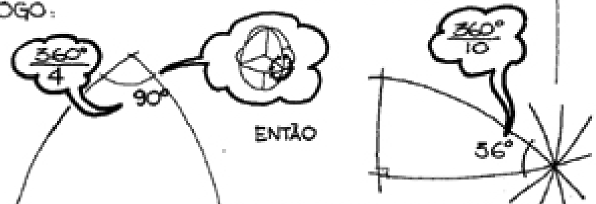


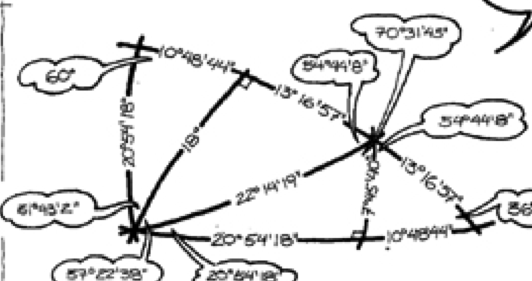
O RESULTADO É UM TRIÂNGULO RETÂNGULO (UM DOS 120) TODO ROTULADO

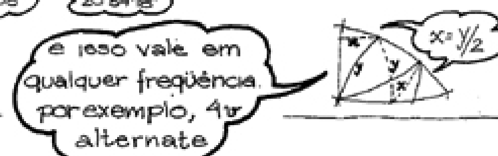
EM GEOMETRIA ESFÉRICA OS ARCOS VALEM O ÂNGULO CENTRAL QUE O DETERMINA



SABE-SE TAMBÉM PELA GEOMETRIA ESFÉRICA QUE OS ÂNGULOS AO REDOR DE QUALQUER PONTO SOBRE UMA ESFERA SOMAM 360° LOGO:





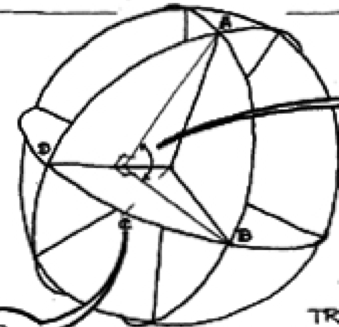


PARA SABER COMO FULLER CHEGOU NESSE TRIÂNGULO RETÂNGULO TODO ROTULADO, É PRECISO CONHECER UM POUCO DE

trigonometria esférica

FACILITARÁ BASTANTE O ENTENDIMENTO DESSE PAPO SE VOCÊ OLHAR O MODELINHO DE CÍRCULOS MÁXIMOS NO CUBOCTAEDRO

primeiro passo: rabisque um dos triângulos de seu modelo, como mostra o desenho



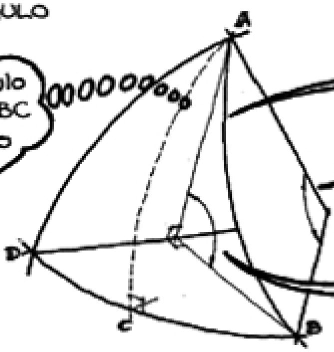
ângulo diedro

ponto médio do arco $\overset{\frown}{BD}$

NOTE QUE SÃO PLANOS QUE DETERMINAM O TRIÂNGULO ABD E QUE TODOS ELES PASSAM PELO CENTRO DA ESFERA.

TOMANDO APENAS O TRIÂNGULO

o triângulo esférico ΔBC é retângulo

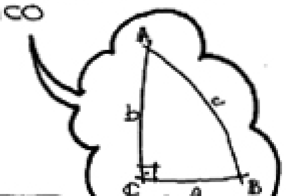


ângulo esférico é a própria medida do arco (â. central)

o ângulo diedro é sempre medido entre as perpendiculares às intersecções dos planos

AÍ VOCÊ PERGUNTA PARA NAPIER QUAIS SÃO AS FÓRMULAS QUE ELE BOLOU PARA RESOLVER O TRIÂNGULO RETÂNGULO ESFÉRICO

John Napier, matemático escocês, inventor dos logaritmos



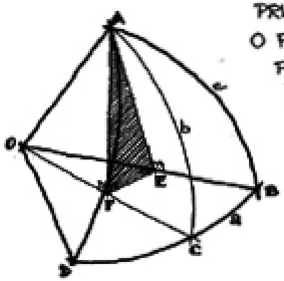
AÍ ELE RESPONDE:

$$\operatorname{sen} A = \operatorname{sen} a / \operatorname{sen} c$$
$$\operatorname{sen} B = \operatorname{sen} b / \operatorname{sen} c$$
$$\cos A = \operatorname{tg} b / \operatorname{tg} c$$
$$\cos B = \operatorname{tg} a / \operatorname{tg} c$$
$$A = \operatorname{tg} a / \operatorname{sen} b$$
$$B = \operatorname{tg} b / \operatorname{sen} c$$
$$\cos A = \cos a \times \operatorname{sen} b$$
$$\cos B = \cos b \times \operatorname{sen} a$$
$$\cos c = \cos a \times \cos b$$
$$\cos c = \operatorname{cotg} a \times \operatorname{cotg} b$$

ângulo

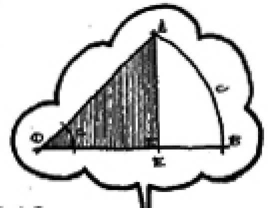
TAM. DO ELEMENTO = RAIO × $2 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}$

VEJA PORQUE ISSO DÁ CERTO



PRIMEIRO PASSAMOS O PLANO ΔEF PERPENDICULAR À RETA $\overline{BO}$

DEPOIS, EXAMINANDO O TRIÂNGULO ΔOE, QUE É RETÂNGULO, E APLICANDO AS RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS CHEGAMOS A, POR EXEMPLO, $\cos c = \frac{OE}{OA}$



O MESMO ACONTECE COM O TRIÂNGULO FOE:

$$\cos a = \frac{OE}{OF}$$

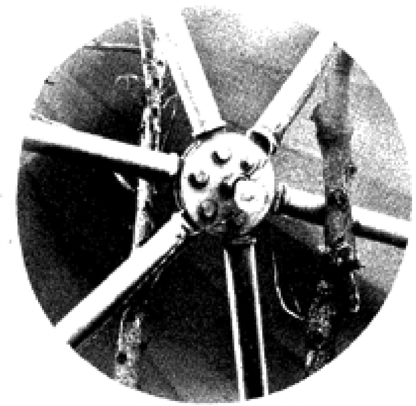
E, AINDA NO TRIÂNGULO ΔOF

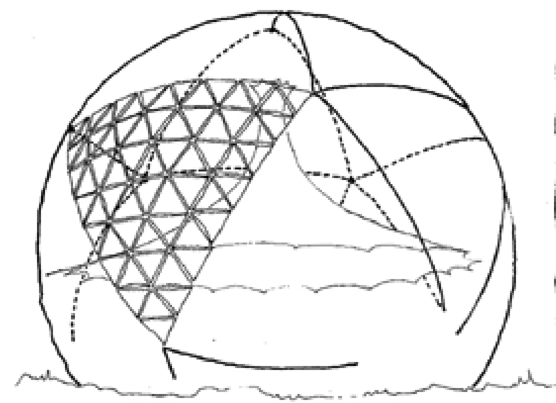
$$\cos b = \frac{OF}{OA}$$

LOGO $\cos c = \cos a . \cos b$

$$\frac{OE}{OA} = \frac{OE}{\cancel{OF}} . \frac{\cancel{OF}}{OA}$$

GEODÉSICA NO PLAY-CENTER (SÃO PAULO)





TENTE DESCOBRIR O ICOSAEDRO NA FOTO

EXISTEM ALGUNS ELEMENTOS BÁSICOS DE GEOMETRIA QUE SERIA BOM RECORDAR.!
ELES AUXILIARÃO OS CÁLCULOS DE COMPRIMENTOS, ÁREAS E VOLUMES

$\pi \cong 3{,}1416$

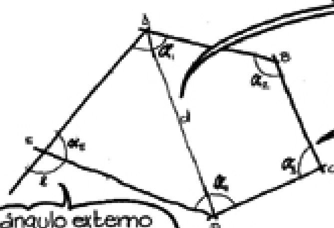
$\varphi \cong$ PROPORÇÃO ÁUREA $\cong \frac{\sqrt{5}+1}{2} : 1 \cong 1{,}618 : 1$

$1° \cong 60'$ $\quad 1' \cong 60''$

UM POLÍGONO QUALQUER

n = nº de lados

$n^o\ d = \frac{n(n-3)}{2}$



ângulo interno
soma dos α_i:
$S = 180(n-2)$
p/ poliedros regulares:
$\hat{i} = \frac{180(n-2)}{n}$

ângulo externo
soma dos $\hat{e}_i$: $S = 360°$
p/ poliedros regulares: $\hat{e} = \frac{360°}{n}$

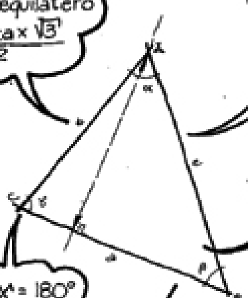
POLIEDRO QUALQUER

NÚMERO DE ARESTAS + 2 = NÚMERO DE FACES + NÚMERO DE VÉRTICES
ou
$A + 2 = F + V$

PARA O TRIÂNGULO

se for equilátero
$h = \frac{\text{aresta} \times \sqrt{3}}{2}$

se for retângulo
$a^2 = b^2 + c^2$ (Pitágoras)
$\operatorname{sen}\beta = b/a$
$\cos\beta = c/a$
$\operatorname{tg}\beta = b/c$



$S = \frac{a \times h}{2}$

$\alpha + \beta + \gamma = 180°$

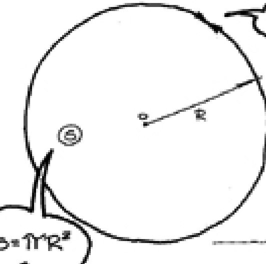
fórmula do co-seno para um triângulo qualquer
$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha$

ou
$\cos\alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$

p/ $b = c$
$a^2 = 2b^2(1 - \cos\alpha)$
ou
$\cos\alpha = \frac{2b^2 - a^2}{2b^2}$

p/ $a = a$
$a = b/2\cos\alpha$
ou
$\cos\alpha = \frac{b}{2a}$

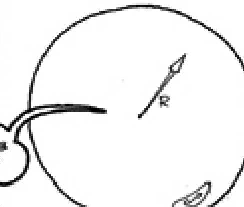
CIRCUNFERÊNCIA



$C = 2\pi R$

$S = \pi R^2$

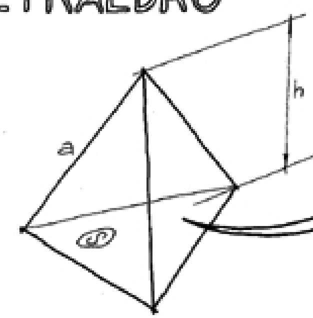
ESFERA



$V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$S = 4\pi R^2$

TETRAEDRO



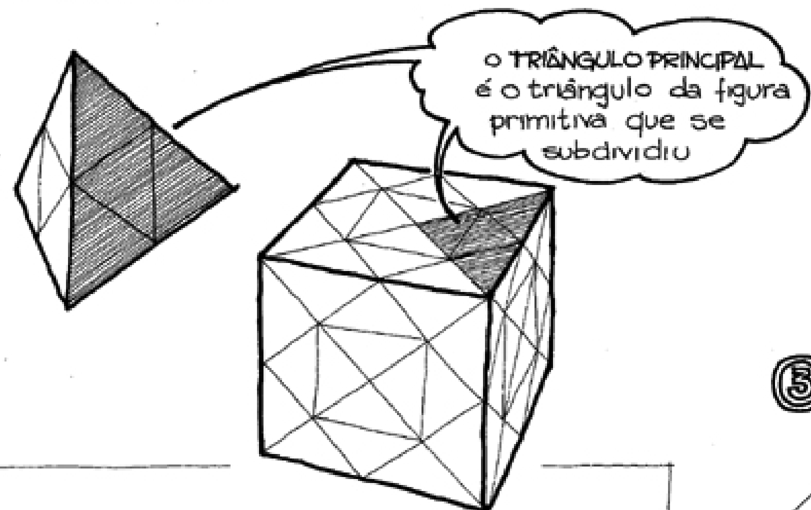
$V = \frac{S \times h}{3}$

em função da aresta: $V = \frac{a^3}{6\sqrt{2}}$

CULINÁRIA GEODÉSICA

INGREDIENTES

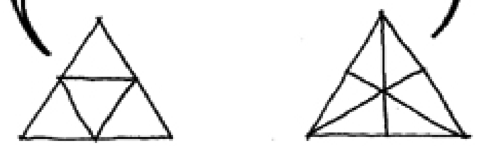
① POLIEDRO PRINCIPAL (P.P.)
É O POLIEDRO DO QUAL SE PARTE PARA CHEGAR À GEODÉSICA, SEJA ELE REGULAR OU NÃO.



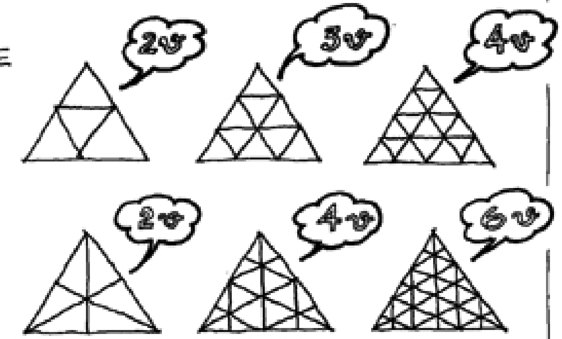
② EXISTEM DUAS MANEIRAS DE SE DIVIDIR O TRIÂNGULO PRINCIPAL

ALTERNATE (classe I)

TRÍACON (classe II)



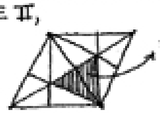
A FREQÜÊNCIA É O NÚMERO DE PARTES OU SEGMENTOS NO QUAL AS ARESTAS DO POLIEDRO PRINCIPAL SÃO SUBDIVIDIDAS.
O SÍMBOLO É ν



REPARE 3 COISAS:

① A CLASSE II SÓ ADMITE FREQÜÊNCIAS PARES

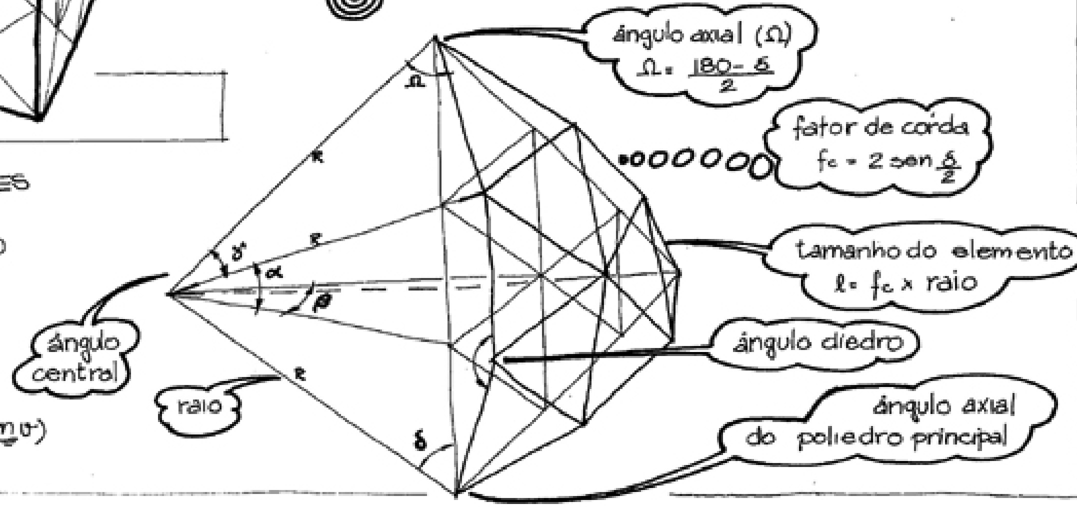
② NA CLASSE II,



ESSE É O TRIÂNGULO DA GEODÉSICA

③ NA REALIDADE EXISTE APENAS UMA CLASSE.
ISSO POR CAUSA DA RELAÇÃO DE DUALIDADE.
SEMPRE UMA GEODÉSICA CLASSE II ($\frac{2}{\nu}n\,\nu$)
CORRESPONDERÁ A UMA GEODÉSICA CLASSE I ($\frac{n}{\nu}\,\nu$)
CUJO P.P. É DUAL DO P.P. DA PRIMEIRA.

③

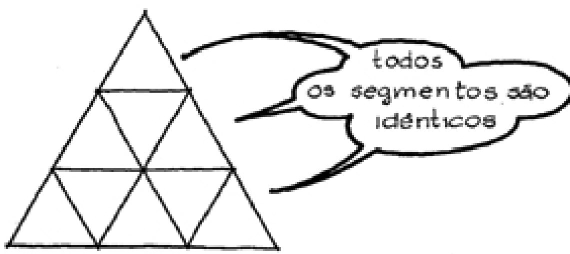


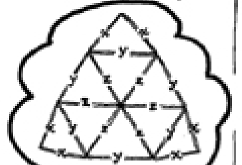
Podemos dividir o triângulo principal conforme nosso interesse, por ex: ao invés de dividir as arestas em partes iguais, podemos dividí-las em ângulos centr iguais.

EXECUÇÃO

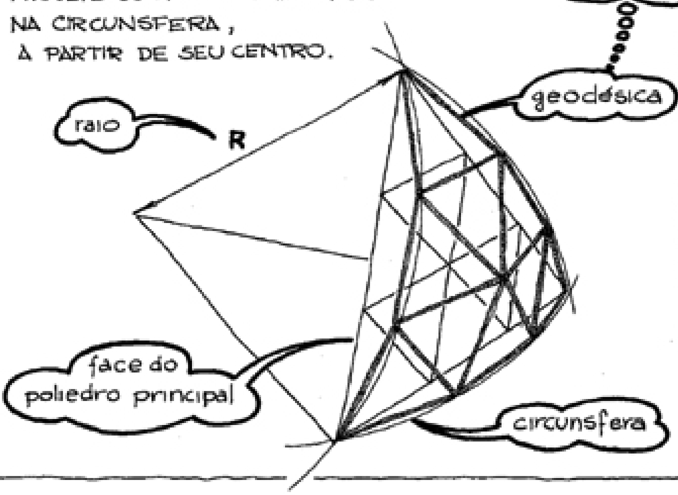
(classe I)

TOME UM TRIÂNGULO
DO POLIEDRO PRINCIPAL
E DIVIDA-O NA FREQÜÊNCIA
DESEJADA (POR EXEMPLO, 3 ν)





PROJETE OS NOVOS TRIÂNGULOS
NA CIRCUNSFERA,
A PARTIR DE SEU CENTRO.



FICA BEM FÁCIL DE
ENTENDER SE ANALISARMOS
UM EXEMPLO
DISSECADO CONVENIENTEMENTE:

se você tiver:
1 poliedro qualquer
1 freqüência qualquer
os raios das in e circunsfera
e o ângulo axial
você pode usar o esquema
daí de baixo

UM TETRAEDRO

1. você tem $\frac{a}{3}$, R e δ (ângulo axial)
então você encontra t

$$\cos\delta = \frac{(a/3)^2 + R^2 - t^2}{2\, a/3\, R}$$

2. você tem t
então você encontra γ

$$\cos\gamma = \frac{R^2 + t^2 - (a/3)^2}{2Rt}$$

3. você tem γ
então você encontra x
(triângulo R; R; x)

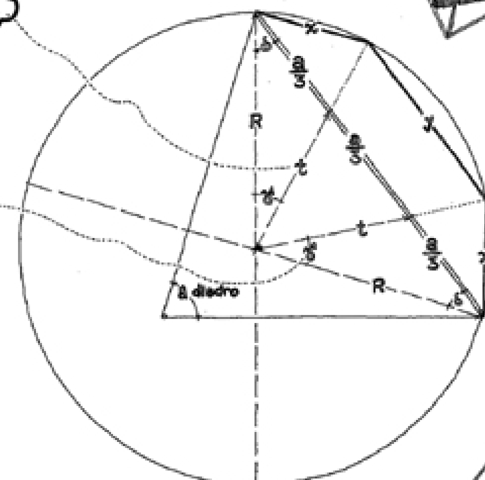
$$x = R\sqrt{2(1-\cos\gamma)}$$

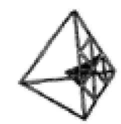
4. y = ?
ora,
triângulo t; t; a/3 ~ triângulo R; R; y
logo $y = \frac{R \cdot a/3}{t}$

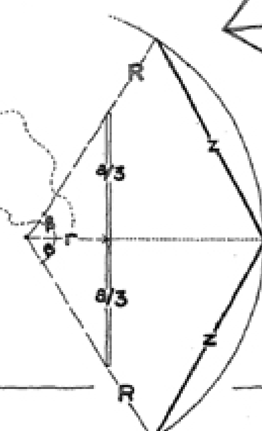
5. você tem r (raio da insfera)
mais o velho triângulo retângulo
então você tem β

$\operatorname{tg}\beta = \frac{a/3}{r}$ ⇨ arctg ⇨ β

6. você tem β
então você tem $z = R\sqrt{2(1-\cos\beta)}$

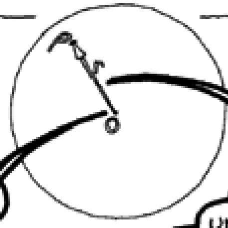






OUTRA MANEIRA DE SE CALCULAR GEOMETRICAMENTE AS GEODÉSICAS É USAR COORDENADAS CELESTES

COM ELAS PODE-SE LOCALIZAR QUALQUER PONTO NO ESPAÇO ATRAVÉS DE 3 COORDENADAS



O origem, centro da esfera de raio r

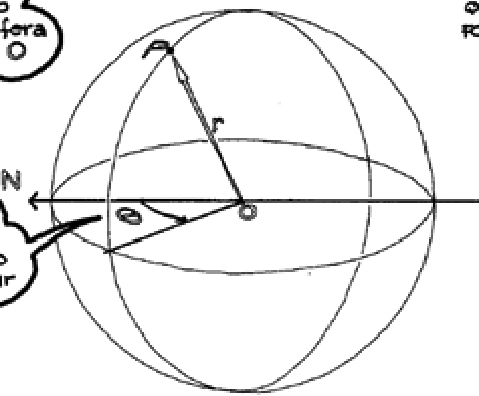
1ª UM RAIO r

distância do ponto P ao ponto de referência O (origem)

é um raio de uma esfera com centro em O e que passa por P

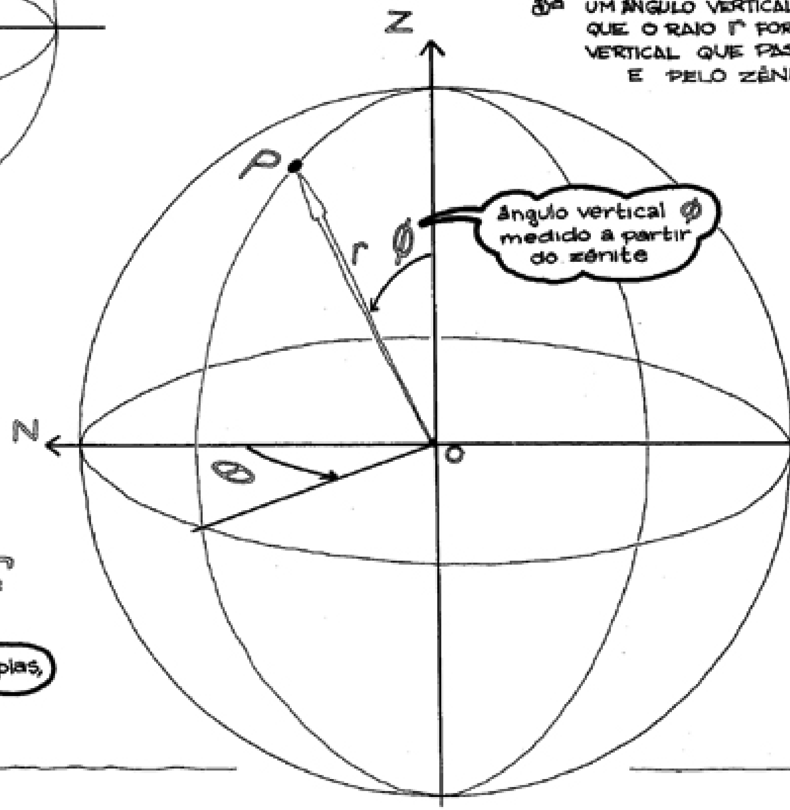
2ª UM ÂNGULO HORIZONTAL θ QUE A PROJEÇÃO DO RAIO r FORMA COM A DIREÇÃO NORTE N

normalmente usa-se φ como ângulo horizontal e θ como ângulo vertical. mas parece que do outro jeito é mais intuitivo φ e θ



ângulo horizontal θ medido em sentido anti-horário a partir do norte

3ª UM ÂNGULO VERTICAL φ QUE O RAIO r FORMA COM O EIXO VERTICAL QUE PASSA PELA ORIGEM E PELO ZÊNITE Z



ângulo vertical φ medido a partir do zênite

MAS, NO FINAL, O QUE VAMOS PRECISAR PARA AS GEODÉSICAS SÃO AS CORDAS

distância entre dois pontos no espaço

vértices da geodésica

PARA ISSO, EXISTE UMA FÓRMULA:
(válida para dois pontos situados na mesma esfera)

$$d=\sqrt{2-2(\cos\phi_1\cdot\cos\phi_2+\cos(\theta_1-\theta_2)\,\mathrm{sen}\,\phi_1\cdot\mathrm{sen}\,\phi_2}$$

ela tá deduzida no "geodesic Math"

OU

$$d=\sqrt{r_1^2+r_2^2-2r_1r_2(\cos\phi_1\cdot\cos\phi_2+\cos(\theta_1-\theta_2)\,\mathrm{sen}\,\phi_1\,\mathrm{sen}\,\phi_2}$$

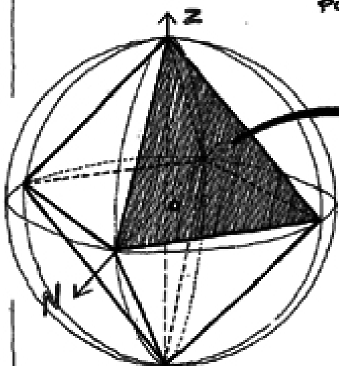
quando são dois pontos situados em esferas de raios diferentes e mesmo centro

é usada para malhas duplas, elipses, etc...

d= distância entre dois pontos no espaço

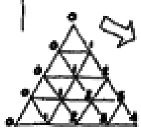
SÓ QUE,
PARA APLICARMOS A FÓRMULA DE d
É PRECISO LOCALIZARMOS (ATRAVÉS DE r, ϕ E θ)
TODOS OS PONTOS DA GEODÉSICA.
PODEMOS USAR OS PROCESSOS VISTOS ANTERIORMENTE
OU DA SEGUINTE MANEIRA:

geometria plana e esférica

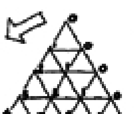


CONSIDERE
UM TRIÂNGULO DO POLIEDRO PRINCIPAL
(QUE VAI ORIGINAR SUA GEODÉSICA)
CUJO VÉRTICE ESTÁ NO ZÊNITE
DEPOIS DE DIVIDI-LO NA FREQUÊNCIA DESEJADA
IDENTIFIQUE CADA VÉRTICE POR 3 DÍGITOS
O 1º DÍGITO CHAMAREMOS DE a
O 2º b
E O 3º c

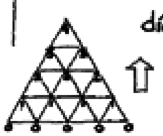
TAÍ A ORDEM DE COLOCAÇÃO DOS DÍGITOS



dígito a

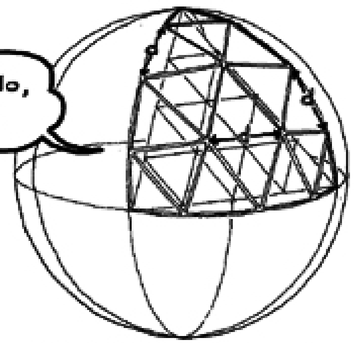


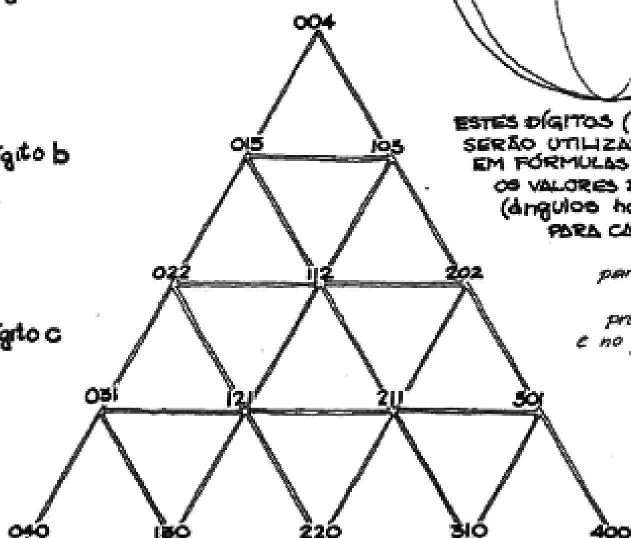
dígito b



dígito c

por exemplo, um 4 ν



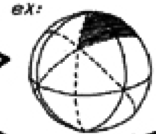


ESTES DÍGITOS (a, b e c)
SERÃO UTILIZADOS DIRETAMENTE
EM FÓRMULAS QUE DARÃO
OS VALORES DE θ E ϕ
(ângulos horizontal e vertical)
PARA CADA VÉRTICE

parece estranho usar dígitos para se encontrar ângulos, mas se observarmos a projeção desse triângulo no plano horizontal e no plano vertical, verificamos que
a, b e c
são valores reais nos respectivos eixos

EIS AS FÓRMULAS PARA θ E ϕ

no triacon, as coordenadas valem pra um triângulo do topo
ex:



PARA O TETRAEDRO

alternate	*triacon*	*sendo*
$tg\theta = \frac{A}{B}$	$tg\theta = \frac{A}{B}$	$A = a\sqrt{3}$
$tg\phi = \frac{\sqrt{A^2+B^2}}{C}$	$tg\phi = \frac{\sqrt{A^2+B^2}}{2C}$	$B = 2b - a$
		$C = \frac{(3c-a-b)}{\sqrt{2}}$

PRO OCTAEDRO

alternate	*triacon*
$tg\theta = \frac{a}{b}$	$tg\theta = \frac{a}{b}$
$tg\phi = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{c}$	$tg\phi = \frac{\sqrt{2(a^2+b^2)}}{c}$

PARA O ICOSAEDRO

alternate	*triacon*
$tg\theta = \frac{A}{B}$	$tg\theta = \frac{A}{B}$
$tg\phi = \frac{\sqrt{A^2+B^2}}{C}$	$tg\phi = \frac{\sqrt{A^2+B^2}}{C.\cos 36°}$

sendo

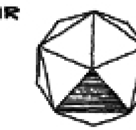
$A = a.\text{sen}\,72°$

$B = b + a.\cos 72°$

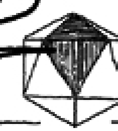
$C = \frac{\text{freqüência}}{2} + \frac{c}{2\cos 36°}$

COM OS ÂNGULOS ASSIM OBTIDOS, CALCULAMOS AS DISTÂNCIAS d QUE SÃO AS CORDAS (BARRAS). POR SIMETRIA (OS TRIÂNGULOS DO POLIEDRO PRINCIPAL SÃO TODOS IGUAIS) REPETIMOS AS BARRAS PROS OUTROS TRIÂNGULOS.

SE PRECISARMOS DOS ÂNGULOS DOS VÉRTICES DE OUTROS TRIÂNGULOS, PRECISAREMOS USAR A CABEÇA E DESCOBRIR SIMETRIAS QUE NOS LEVEM A SIMPLESMENTE SOMAR OU DIMINUIR CONSTANTES AOS ÂNGULOS JÁ ENCONTRADOS.
POR EXEMPLO:

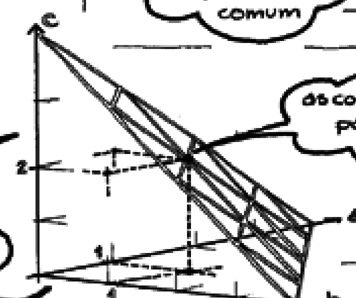


os θs desse triângulo são os mesmos do triângulo de cima e os ϕs são simétricos em relação à aresta comum



plano vertical

plano horizontal



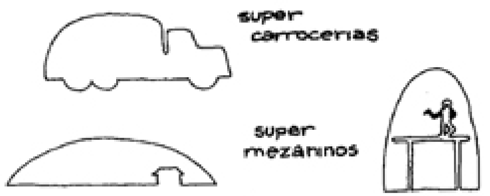
as coordenadas desse ponto são 211

ILHÃO DOS EUA NA EXPOSIÇÃO MUNDIAL DE MONTREAL (1967) PROJETADO POR FULLER. O DOMO TEM 76m DE DIÂMETRO E SEU SO É DE 600T O QUE DÁ UNS 40Kg/m². A MALHA É DUPLA E FOI COBERTO COM ACRÍLICO APOIADO NA MALHA INTERNA.

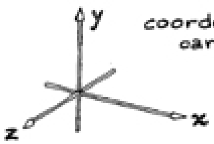
ELIPSES

SUPER-CIRCUNFERÊNCIAS E SUPER-ELIPSES

PRA VOCÊ FAZER



VOCÊ TEM QUE LEMBRAR DO DESCARTES



E DA EQUAÇÃO

$$\frac{x^k}{a^k} + \frac{y^m}{b^m} + \frac{z^n}{c^n} = 1$$

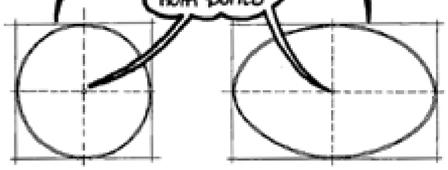
COMO DÁ PRA TRABALHAR SÓ NO PLANO,
A GENTE FAZ $z = 0$
AÍ

$$\frac{x^k}{a^k} + \frac{y^m}{b^m} = 1$$

BRINCANDO DE DAR VALORES A a, b, k e m
PODEMOS CONSTRUIR QUALQUER TIPO DE CURVA

os limites dessas curvas são um quadrado ou um retângulo

e têm origem num ponto



CIRCUNFERÊNCIA

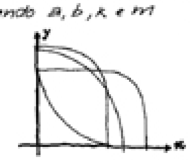
$$x^2 + y^2 = 1$$

ELIPSE

$$x^2 + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

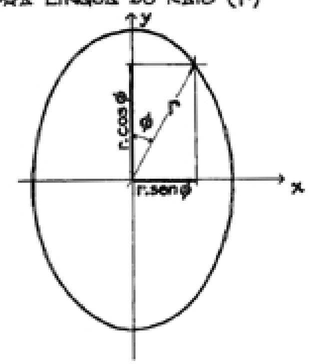
(p/ elipse, r é variável)

pegue um papel milimetrado e uma calculadora e desenhe várias curvas variando a, b, k e m



$$\frac{x^k}{a^k} + \frac{y^m}{b^m} = 1$$

MAS,
COMO NINGUÉM CONHECE
A LÍNGUA DO x E DO y,
É MELHOR TRADUZI-LA
PRA LÍNGUA DO RAIO (r)



$$x = r . \operatorname{sen} \phi$$
$$y = r . \cos \phi$$

OLHA SÓ O QUE SOBRA

$$r = \sqrt{\frac{E^2}{E^2 . \operatorname{sen}^2\phi + \cos^2\phi}}$$

fixando E e variando ø obteremos o valor do r para aquele ø

não assusta com esse E, não.
com ele você faz maravilhas.
Ele é o b da outra equação.
É chamado de
EXPANSÃO e
trata-se de uma relação entre o raio da elipse e o raio = 1 de uma circunferência concêntrica.
Então, se E > 1

se E < 1

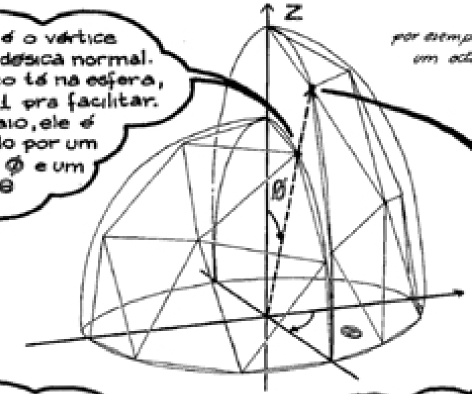
PARA CONSTRUIRMOS UM ELIPSÓIDE,
VAMOS FAZER O SEGUINTE:

LANCE MÃO DE UMA GEODÉSICA NORMAL, ESFÉRICA.
VOCÊ CONHECE SUA VIDA, SUAS BARRAS,
SEUS VÉRTICES E SEUS ÂNGULOS ø E θ

olha a folha anterior

ELA SERÁ USADA COMO BASE
PARA A OBTENÇÃO DO ELIPSÓIDE.

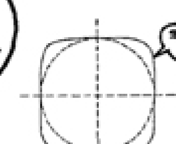
esse é o vértice da geodésica normal. esse ponto tá na esfera, de raio = 1 pra facilitar. além do raio, ele é localizado por um ângulo ø e um ângulo θ



não se esqueça: calcule todos os pontos de apenas uma das faces do poliedro principal depois calcule d usando r_1 e r_2 (cada ponto tem um r diferente) aí você tem os d e logo, você tem as barras de um elipsóide!

repare que o vértice encontrado na elipse é localizado pelos mesmos ângulos do ponto da geodésica comum.
o que varia é só o raio.
pra encontrá-lo é só entrar com o valor de ø e a Expansão que você escolheu na fórmula da elipse.

SE, NAS FÓRMULAS
DA CIRCUNFERÊNCIA E DA ELIPSE,
VARIARMOS OS EXPOENTES,
OBTEREMOS OUTROS TIPOS DE CURVAS.
SE ADOTARMOS UM EXPOENTE > 2
TEREMOS AS SUPERCURVAS

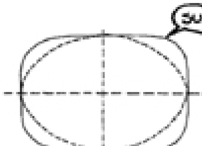


$$r = \sqrt[2.5]{\frac{1}{\operatorname{sen}^{2.5}\phi + \cos^{2.5}\phi}}$$

p.ex.

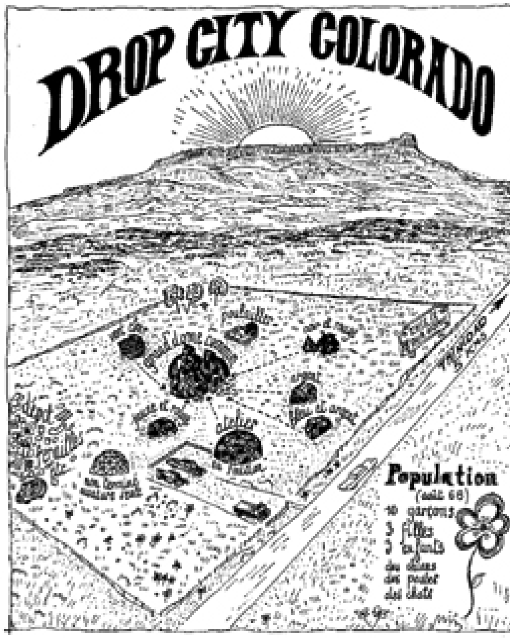
$$r = \sqrt[2.5]{\frac{E^{2.5}}{E^{2.5} \operatorname{sen}^{2.5}\phi + \cos^{2.5}\phi}}$$

p.ex.

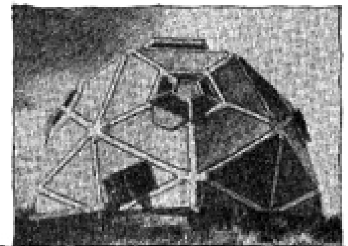


PRA CHEGAR NAS
SUPER GEODÉSICAS
FAÇA O MESMO QUE
FOI FEITO COM AS
ELIPSES

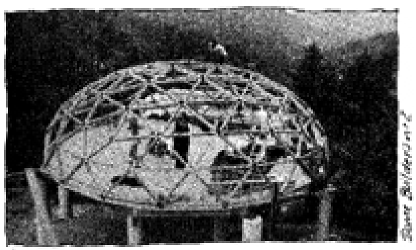
Dome Builders n.2



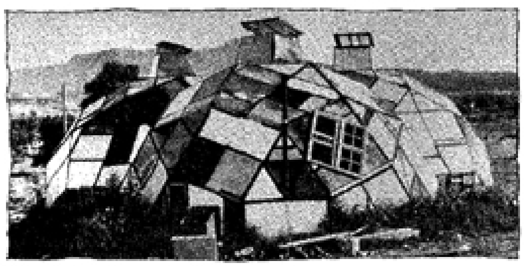
L'Architecture D'Aujourd'hui 141

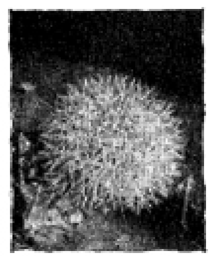


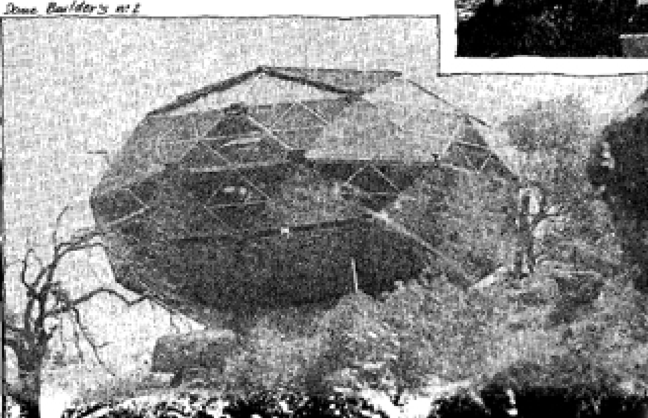
Conjunto Nacional - Projeto David Libeskind



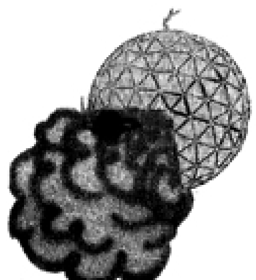
Dome Builders n.2







Dome Builder's n.2



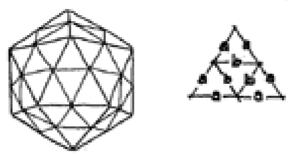
Zodiac 22

Vistas externa e interna da Octagon House (proj. Keith Critchlow)
Papelão ondulado com Fiber glass

COMECE POR AQUÍ

SUAS EXPERIÊNCIAS COM AS GEODÉSICAS

1 ESCOLHA NAS TABELAS UM POLIEDRO QUALQUER, POR EXEMPLO, UM ICOSAEDRO, FREQÜÊNCIA BAIXA (VOCÊ AINDA NÃO TEM PRÁTICA!) POR EXEMPLO, f=2ª.



fatores de corda

a= 0,54653306

b= 0,61803399

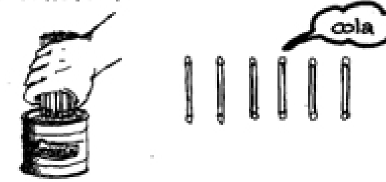
2 a E b SÃO OS COMPRIMENTOS DAS BARRAS EXPRESSOS EM FATORE DE CORDA, ISTO É, VOCÊ DEVE MULTIPLICÁ-LOS PELO RAIO DA ESFERA QUE VOCÊ PRETENDE FAZER (POR EXEMPLO, 20cm).

3 ARRANJE CANUDINHOS DE PLÁSTICO, DESSES DE TOMAR GUARANÁ, DE PREFERÊNCIA EM CORES VARIADOS.

4 CORTE OS CANUDINHOS COM UMA TESOURA.

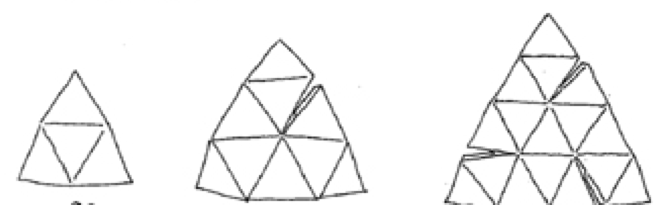
60 PEDAÇOS DE (0,54653306 × 20cm) ≅ 10,9cm = a
60 PEDAÇOS DE (0,61803399 × 20cm) ≅ 12,4cm = b
USE CORES DIFERENTES PARA a E b

5 MOLHE AS PONTAS DOS CANUDINHOS (5 A 10mm) (as duas) EM "CASCOLA" OU COLA BENZINA E DEIXE-OS SECAR SEPARADAMENTE, ENFILEIRADOS NO CHÃO, POR VOLTA DE 15 MINUTOS.



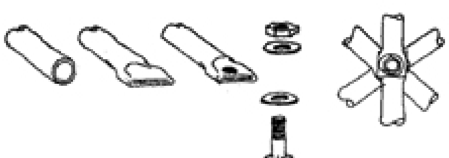
6 VÁ JUNTANDO OS CANUDINHOS (ELES COLARÃO IMEDIATAMENTE), SEGUINDO O ESQUEMA DA TABELA.

DEPOIS DESSA AGRADÁVEL EXPERIÊNCIA, PASSE PARA OS MODELOS EM CARTÃO "DUPLEX", SÓ QUE, OS TRIÂNGULOS, PELO FATO DE NÃO SEREM COPLANARES, FICARÃO ASSIM:



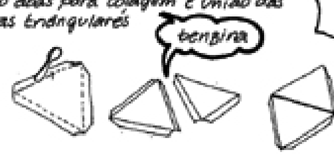
f2 f3 f4

você poderá fazer modelos maiores usando tubos (por ex.: conduits). amasse as pontas, fure-as e prenda-as com parafuso e porca (+arruelas)



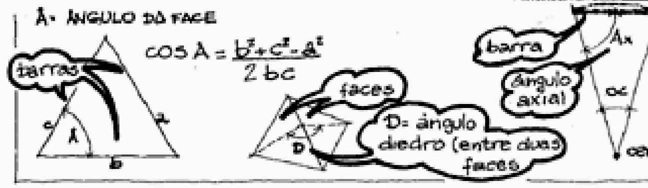
ou

ao invés de cartão duplex, use papelão. faça vincos com o cabo de uma colher criando abas para colagem e união das peças triangulares



TABELAS

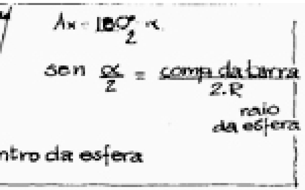
expressas em fator de corda (multiplique pelo raio desejado para obter o comp. da barra)



$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

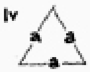
$$A_x = \frac{180 - \alpha}{2}$$

$$\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} = \frac{\text{comp. da barra}}{2R}$$



ICOSAEDRO

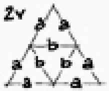
1v



20 FACES
12 VÉRTICES
30 ARESTAS

a = 1,0546222 D = 138.189684°

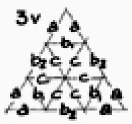
2v



80 F
42 V
120 A

a = 0,54653306	D = 157.541075°
b = 0,61803399	D = 161.970892°

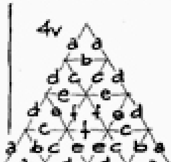
3v



180 F
92 V
270 A

a = 0,34861548	D = 165.564789°
b_1 = 0,40354822	D = 168.641064°
b_2 = "	D = 165.542280°
c = 0,41241149	D = 166.421442°

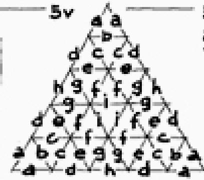
4v



320 F
162 V
480 A

a = 0,25318459	D = 169.490046°
b = 0,29524181	D = 172.197790°
c = 0,29453084	D = 169.617161°
d = 0,29858813	D = 169.505737°
e = 0,31286893	D = 169.981901°
f = 0,32491969	D = 169.642082°

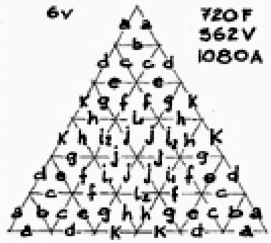
5v



500 F
252 V
750 A

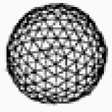
a = 0,19814743	D = 171.765753°
b = 0,25179025	D = 174.186995°
c = 0,22568578	D = 171.730190°
d = 0,25159760	D = 171.783824°
e = 0,24724291	D = 172.477804°
f = 0,25516701	D = 171.745059°
g = 0,24508578	D = 171.544544°
h = 0,24534642	D = 171.858518°
i = 0.26159810	D = 171.553503°

6v

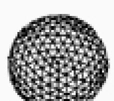


720 F
362 V
1080 A

a = 0,16256722	D = 173.240550°
b = 0,19047686	D = 175.412319°
c = 0,18190828	D = 173.170748°
d = 0,18738340	D = 173.254915°
e = 0,20281969	D = 174.151815°
f = 0,20590778	D = 173.178770°
g = 0,19801258	D = 172.856775°
h = 0,20590774	D = 173.178778°
i_1 = 0,21535373	D = 173.202995°
i_2 = "	D = 173.202999°
j = 0,21662821	D = 172.843306°
k = 0,20281970	D = 173.318599°

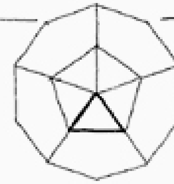


5v

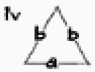


6v

DODECAEDRO ou ICOSA TRIACON



1v



60 F
32 V
90 A

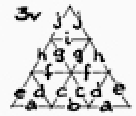
a = .713640 b = .640850
b =

2v

240 F
122 V
360 A

a = .562841	d = .376681
b = .340339	e = .324734 (= c)
c = .324734	

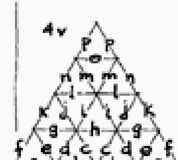
3v



540 F
272 V
810 A

a = .237657	f = .252116
b = .252597	g = .225438
c = .228242	h = .224087
d = .225128	i = .248539
e = .213490	j = .213490 (= e)

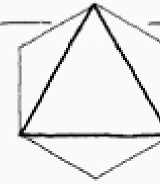
4v



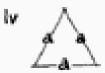
960 F
482 V
1440 A

a = .175924	e = .166955
b = .188429	f = .158465
c = .171879	g = .185219
d = .169507	h = .191986
i = .172304	m = .165468
j = .169639	n = .167350 (= k)
k = .167350	o = .185279
l = .189191	p = .158465 (= f)

OCTAEDRO



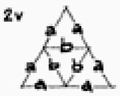
1v



8 F
6 V
12 A

a = 1.414213

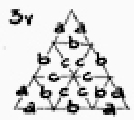
2v



32 F
18 V
48 A

a = .765367 b = 1.000000

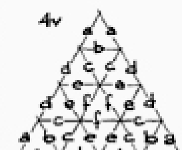
3v



72 F
38 V
108 A

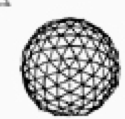
a = .459507 c = .671421
b = .632456

4v



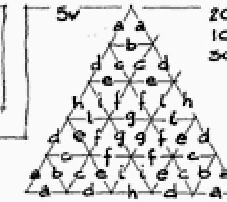
128 F
66 V
192 A

a = .320365	
b = .447214	
c = .458871	
d = .459506	
e = .517638	
f = .577350	



4v

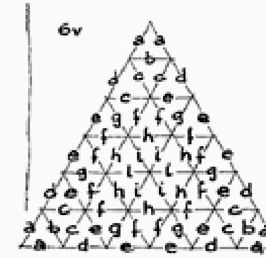
5v



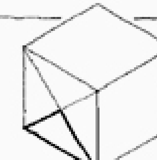
200 F
102 V
300 A

a = .2443665	f = .4569576
b = .3429972	g = .4714045
c = .3141523	h = .3922325
d = .3413447	i = .3885868
e = .4003343	

6v



a = .197077	f = .351951
b = .277350	g = .236052
c = .241971	h = .377964
d = .265467	i = .385176
e = .320364	



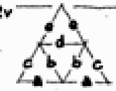
CUBO ou OCTAEDRO TRIACON

1v

24 F
14 V
36 A

a = 1.157362
b = .919402

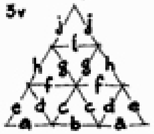
2v



96 F
50 V
144 A

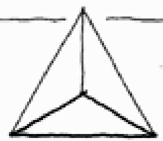
a=.605811
b=.533266
c=.473130
d=.650115
e=.473130 (=c)

3v



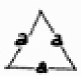
216 F
110 V
324 A

a=.381642
b=.458881
c=.369777
d=.345108
e=.305595
f=.457710
g=.342890
h=.340067
i=.427099
j=.305595 (=e)



TETRAEDRO

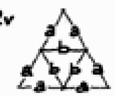
1v



4 F
4 V
6 A

a=1.632992

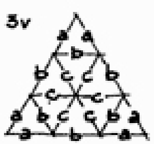
2v



16 F
10 V
24 A

a=.919401
b=1.414211

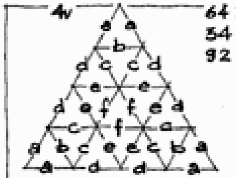
3v



36 F
20 V
54 A

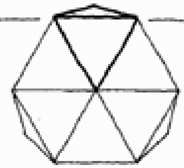
a=.509158
b=.853001
c=.977647

4v



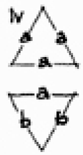
64 F
34 V
92 A

a=.357424
b=.577350
c=.517045
d=.605812
e=.765367
f=.999998



TETRAEDRO TRUNCADO

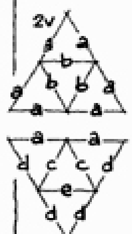
1v



28 F
16 V
42 A

a=.852802
b=.977512

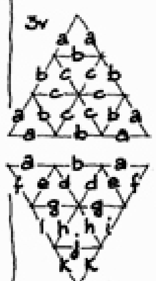
2v



112 F
58 V
168 A

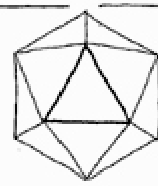
a=.436958
b=.471404
c=.549006
d=.505135
e=.488757

3v



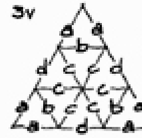
252 F
128 V
378 A

a=.285694
b=.310460
c=.314368
d=.361452
e=.360108
f=.324604
g=.324604
h=.369699
i=.367140
j=.320300
k=.324604



ICOSAEDRO ARRUMADO

3v

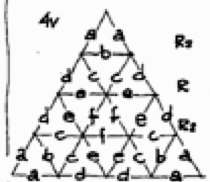


180 F
92 V
270 A

R_1=.982246

a=.330205
b=.382854
c=.421209
d=.440002

4v

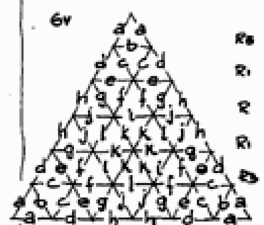


320 F
162 V
480 A

R_2=.961045
R=1.000000

a=.225149
b=.262998
c=.307360
d=.326479
e=.312869
f=.324920

6v

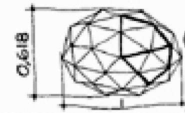


720 F
362 V
1080 A

R=1.000000
R_1=.982246
R_3=.953454

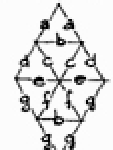
a=.119351
b=.140055
c=.180801
d=.212014
e=.192355
f=.212138
g=.211383
h=.221396
i=.196028
j=.215570
k=.212138 (=f)
l=.224828

ELIPSÓIDES



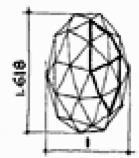
relação entre
a menor e a maior
largura da elipse

2v ICOSAEDRO EX. 0.618



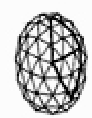
a=.535771
b=.618033
c=.562773
d=.445085
e=.543035
f=.458493
g=.418429

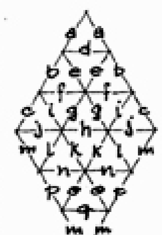
2v ICOSAEDRO EX. 1.618



a=.578607
b=.618033
c=.743487
d=.749689
e=.555583
f=.910576
g=.788849

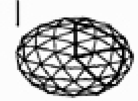
3v ICOSAEDRO EX. 1.618





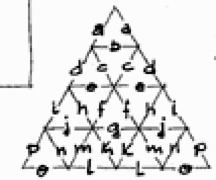
a=.357081
b=.485465
c=.498249
d=.403548
e=.451555
f=.421274
g=.544692
h=.403547
i=.485465
j=.558094
k=.586029
l=.594566
m=.494368
n=.412910
o=.615526
p=.594565
q=.403548

3v ICOSAEDRO EX. 0.618

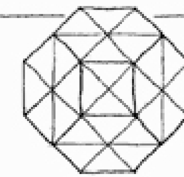


a=.346326
b=.367465
c=.270413
d=.403548
e=.396438
f=.408374
g=.348879
h=.403547
i=.367465
j=.344527
k=.322275
l=.300028
m=.278121
n=.412220
o=.300636
p=.300028
q=.403548

4v OCTAEDRO EX. 1.618

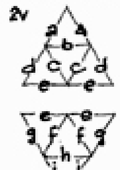


a=.326946
b=.447213
c=.469976
d=.552780
e=.536012
f=.776522
g=.577350
h=.642227
i=.677009
j=.454211
k=.735214
l=.459505
m=.679898
n=.601491
o=.320364
p=.514225



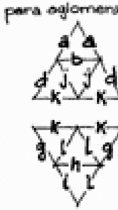
OCTAEDRO TRUNCADO

2v



a=.1971
b=.2774
c=.2420
d=.2655
e=.3204
f=.3319
g=.2960
h=.3780
i=.3852

para aglomerar use:



j=.2000
k=.3274

QUADRADO x HEXÁGONO

l=.2786

HEXÁGONO x QUADRADO

m=.3423
n=.2429

HEXÁGONO x HEXÁGONO

TABELAS TIRADAS DO "DOME BOOK 2", "POLYEDRA - a visual approach" e "GEODESIC MATH" (MAIORES REFERÊNCIAS NA BIBLIOGRAFIA) - QUASE TODAS FORAM CONFERIDAS

· **FULLER OBSERVA QUE** OS ESFORÇOS DE COMPRESSÃO SÃO MAIS DIFÍCEIS DE SEREM SUPORTADOS QUE OS DE TENSÃO, SOB O PONTO DE VISTA DOS MATERIAIS E SUAS FORMAS.

ENTÃO, É MUITO MAIS ECONÔMICO O USO DA TRAÇÃO.
MAS O IDEAL ECONÔMICO É A PERFEITA COMBINAÇÃO ENTRE TRAÇÃO E COMPRESSÃO.
UM EXEMPLO SIMPLES PODE SER ENCONTRADO EM ALGUNS QUINTAIS POR AÍ.

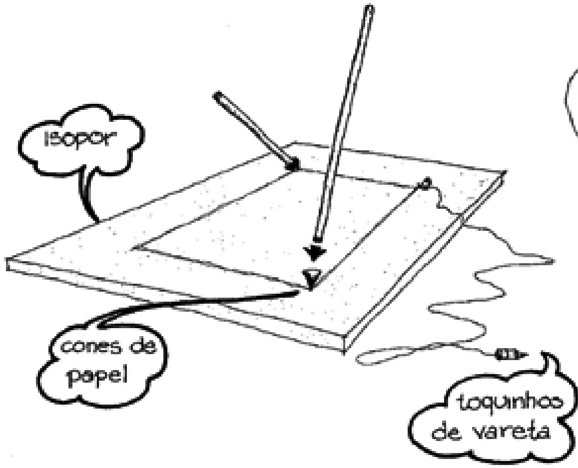
TRATA-SE DA SOLUÇÃO EMPREGADA PARA AUMENTAR A ALTURA DE UM VARAL.

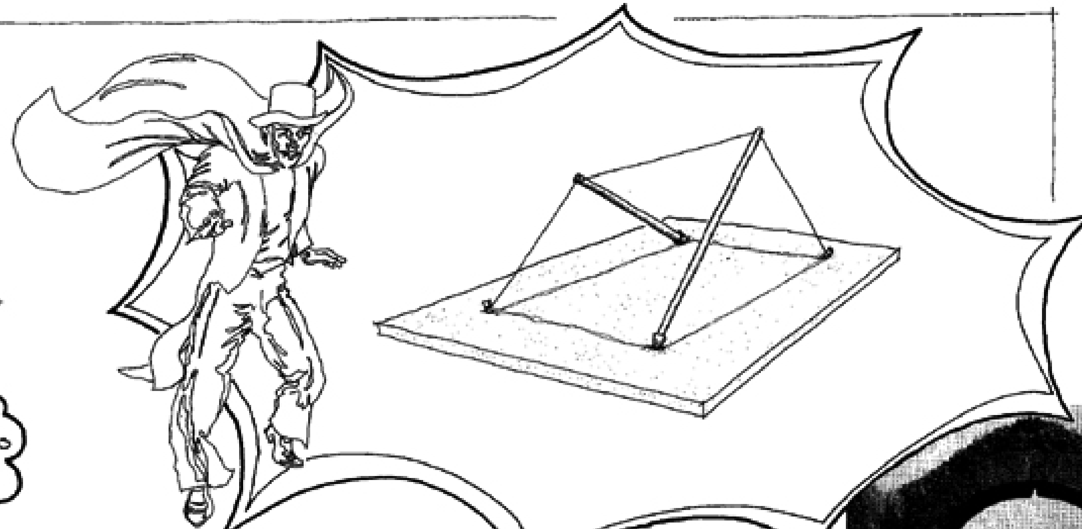
É ESSE O PRINCÍPIO DO USO IDEAL DA TRAÇÃO E DA COMPRESSÃO.
ESSE PRINCÍPIO É CHAMADO DE

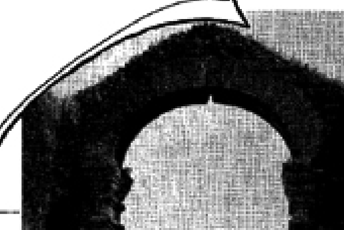
TENSÃO INTEGRAL

segundo Fuller, a Tensão Integral é:
"um sistema estabelecido quando uma porção de elementos descontínuos em compressão interagem com vários componentes contínuos em tração para definir um volume estável no espaço

UM MODELO BEM SIMPLES PODE SER MONTADO, FACILITANDO A VISUALIZAÇÃO DO QUE ACONTECE →







DUAS GRANDES DIFERENÇAS ENTRE ESSA ESTRUTURA E OUTRAS:

- **MAIS COM MENOS**
- **NÃO CAI**

NUMA ESTRUTURA SIMPLES, A CONTINUIDADE NA TRANSMISSÃO DAS FORÇAS É CONSEGUIDA POR MEIO DE MEMBROS EM COMPRESSÃO. ALGUNS ELEMENTOS EM TENSÃO SÃO USADOS QUANDO NÃO SE PODE EVITAR (É O CASO DE TIRANTES, CABOS PROTENDIDOS, ETC.). NO ENTANTO, O QUE REALMENTE MANTÉM ESSAS ESTRUTURAS EM PÉ É O SEU PESO.

NO CASO DE UMA ESTRUTURA EM "TENSÃO INTEGRAL", OS ELEMENTOS QUE DÃO CONTINUIDADE À TRANSMISSÃO DOS ESFORÇOS DE TRAÇÃO SÃO FIOS TENSIONADOS FORMANDO UMA MALHA CONTÍNUA AO REDOR DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS DESCONTÍNUOS.

DESSA FORMA ATINGE-SE O EQUILÍBRIO ENTRE TRAÇÃO E COMPRESSÃO.
ISSO É "TENSÃO INTEGRAL", APELIDADA POR FULLER DE

"Tensegrity"

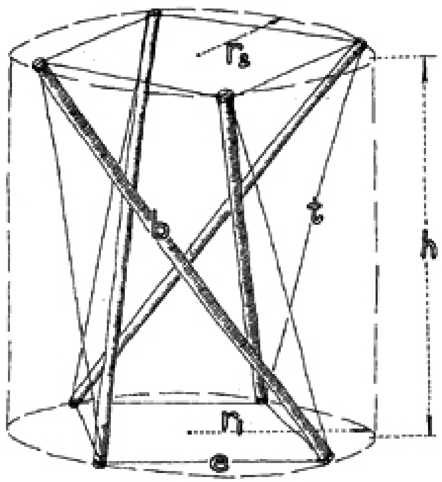
a "integrity tension" foi descoberta acidentalmente por um aluno de Fuller enquanto fazia móbiles

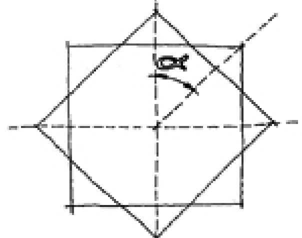
VOCÊ PODE CONSTRUIR MODELOS EM "TENSEGRITY". EXISTEM VÁRIOS PROCESSOS DE CONFECÇÃO DESSES MODELOS. UM DELES, TALVEZ O MAIS PRÁTICO, É USANDO VARETAS JAPONESAS, ELÁSTICO E ALFINETES.

OUTRO SISTEMA, MAIS DURADOURO, É O QUE UTILIZA LINHA DE 'NYLON' (DE TAPECEIRO) E ESPETO DE MADEIRA PARA CHURRASCO (TEM EM QUALQUER SUPERMERCADO)

TENSEGRITY

PRISMAS (TENSPRI)





$\alpha = 90° - 180°/n$

número de barras

SÓ EXISTEM TENSPRI REGULARES $(b=t)$ APENAS COM

3, 4 e 5 barras

FICA FÁCIL, ENTÃO, ESTABELECER A RELAÇÃO b/t PARA CADA TENSPRI:

para $h=2r$

3 barras → $\dfrac{b}{t} = \dfrac{1}{0{,}68125}$

4 barras → $\dfrac{b}{t} = \dfrac{1}{0{,}6436}$

5 barras → $\dfrac{b}{t} = \dfrac{1}{0{,}60843}$

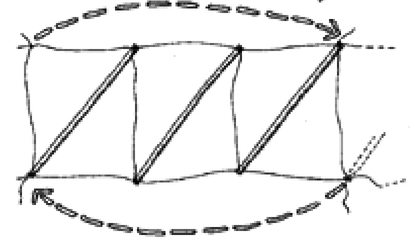
barras (b) $= \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + 2 r_1 r_2 \operatorname{sen}(180°/n) + h^2}$

tendões laterais (t) $= \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2 r_1 r_2 \operatorname{sen}(180°/n) + h^2}$

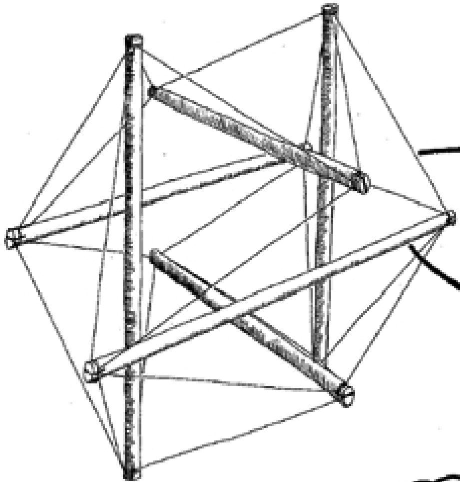
tendões extremos (e) $= 2 r_{1 \text{ ou } 2} \operatorname{sen}(180°/n)$

altura (h) $= \sqrt{\operatorname{sen}^2(180°/n) - \operatorname{sen}^2(45° - 90°/n)}$

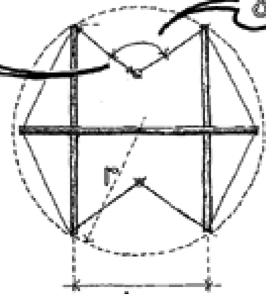
Uma boa para construir prismas tensegrity é usar o esquema



ESFERAS (TENSFER)



$$t=\sqrt{\frac{b^2-b+1}{2}}$$



$$\delta=\frac{180°}{n}$$ número de barras

$$G=sen^2(\delta/2)$$ no plano do ângulo

$$D=\frac{sen(\delta/2)}{2}$$

$$r=\sqrt{\frac{1+3G}{16G}}$$

isso é um fator de raio. para obter-se o valor do raio desejado usa-se a relação

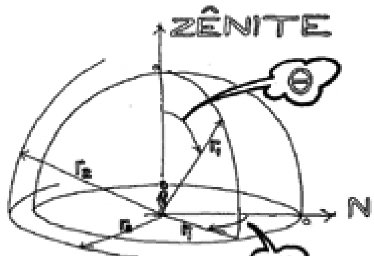
$$R=br$$

$$\theta=180°-\left(\frac{360°}{n}\right)$$

$$dG=\sqrt{D^2-(G/2)}$$

VOCÊ VAI NOTAR QUE ISSO É NADA MAIS NADA MENOS QUE O SUMO DA ESTRUTURA GEODÉSICA DE TAL FORMA QUE VOCÊ PODE ATÉ TER, PARA O CASO DA TENSFER E DA PRÓPRIA GEODÉSICA, O SEGUINTE CAMINHO PARA DESCOBRIR O TAMANHO DAS BARRAS:

fórmulas tiradas de "Geodesic Math" Hugh Kenner



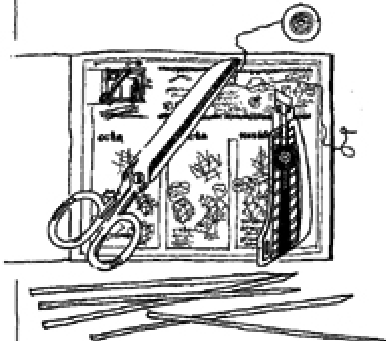
para qualquer caso (elipses, malhas duplas, etc)

$$d=\sqrt{r_1^2+r_2^2-2r_1r_2\left[\cos\theta_1\cos\theta_2+\cos(\phi_1-\phi_2)\,sen\,\theta_1\,sen\,\theta_2\right]}$$

$$d=\sqrt{2-2\left[\cos\theta_1\cos\theta_2+\cos(\phi_1-\phi_2)\,sen\,\theta_1\,sen\,\theta_2\right]}$$

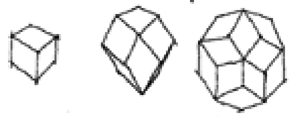
para as esferas ($r_1=r_2$) nesse caso, d é um fator de corda. multiplique-o pelo raio

O ATO DE EMPURRAR OU AFASTAR AS BARRAS DE UM TENSEGRITY IMPLICA UM COMPORTAMENTO IGUAL AO DO ESQUEMA



use canudinhos para refrigerante

para construir os sólidos de apoio

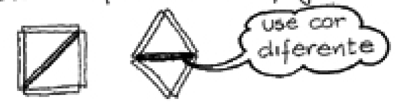


corte-os em função do tamanho do palito. no caso, por volta de

10 cm

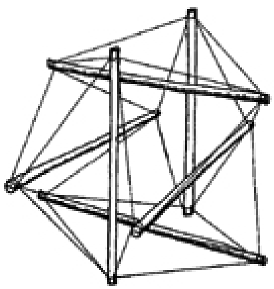
para colá-los, use "cascola" ou cola benzina. molhe as pontas, separe os canudinhos e deixe-os secar por 15 minutos

estruture os poliedros formando triângulos, usando a relação indicada para cada figura.

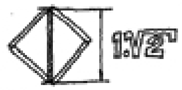


nos três "tensegritys" aí embaixo, a relação entre o lado do sólido base e a barra do sistema já tá calculado

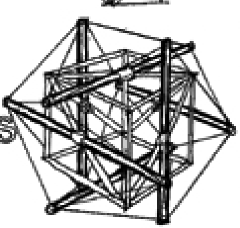
octa



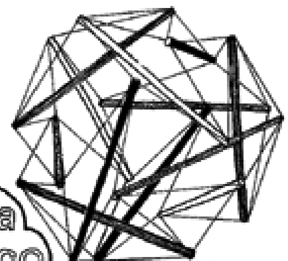
8 barras
24 tendões

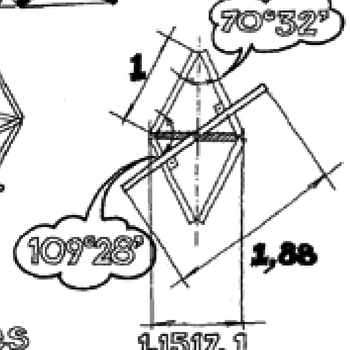


12 arestas



cubocta

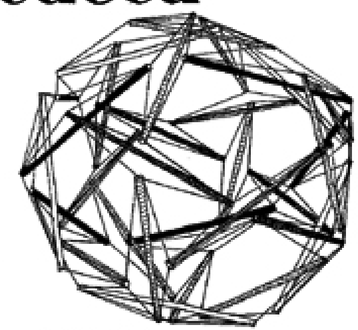


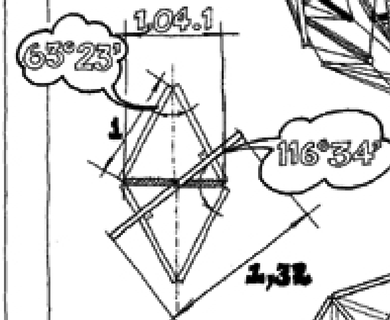


12 barras
24 tendões
(0,59)
24 tendões
(0,51)

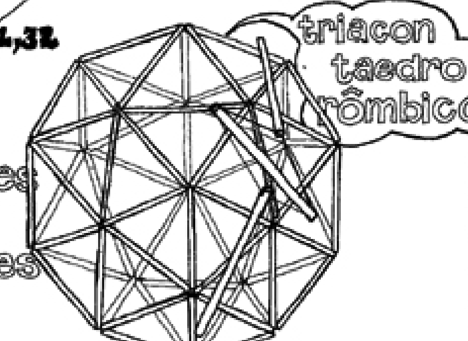
24 arestas

icosidodeca





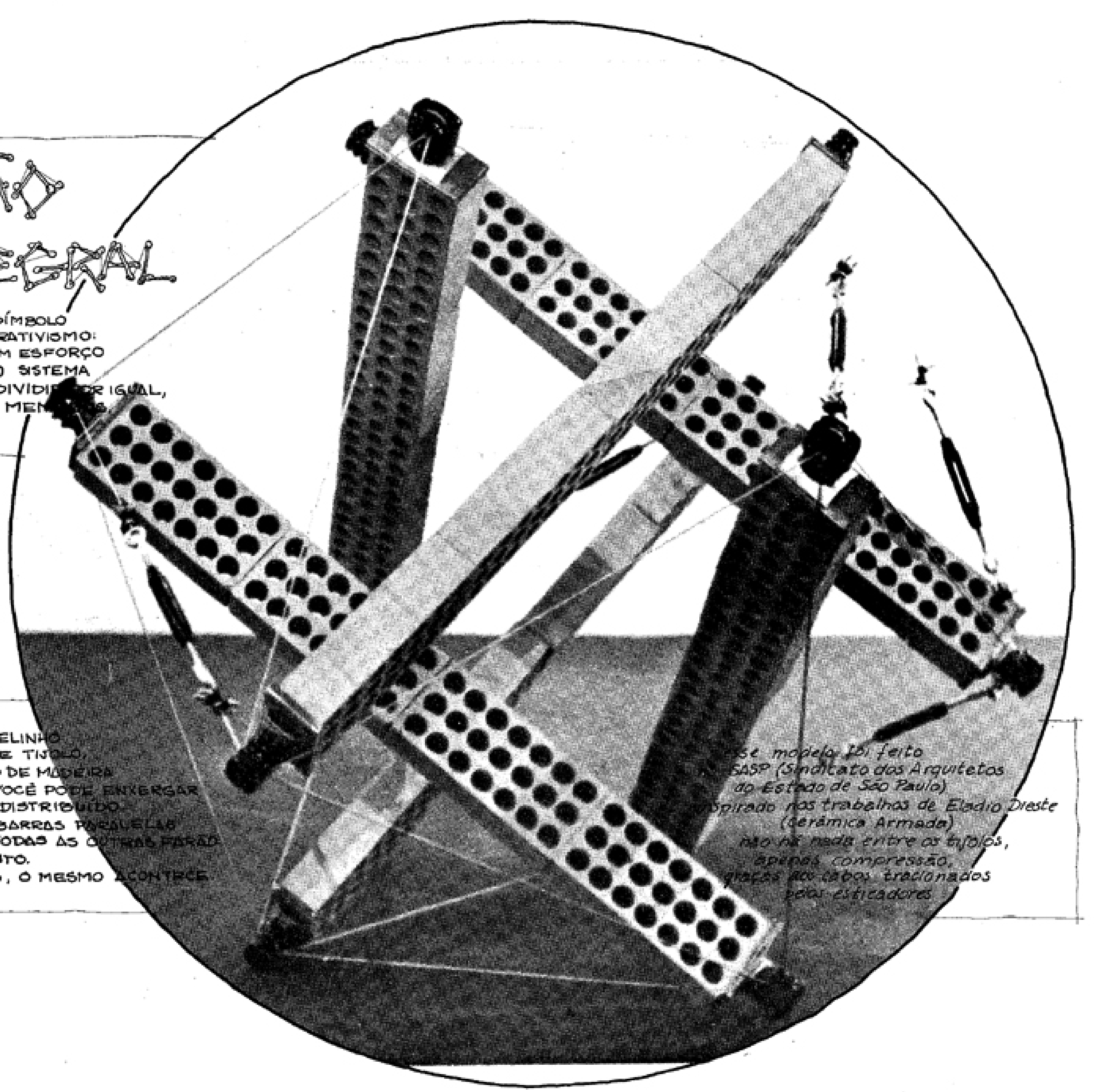
60 arestas



30 barras
60 tendões
(0,54)
60 tendões
(0,50)

A TENSÃO INTEGRAL

É O SÍMBOLO
DO COOPERATIVISMO:
SE VOCÊ INTRODUZIR UM ESFORÇO
EM QUALQUER PONTO, O SISTEMA
SE MOVIMENTARÁ ATÉ DIVIDIR POR IGUAL,
ENTRE TODOS OS SEUS MEM
ESSE ESFORÇO.



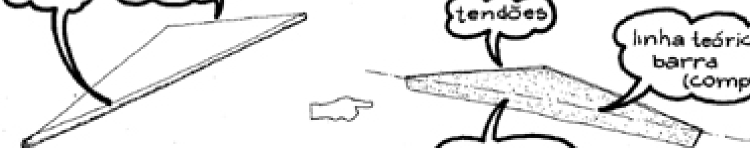
COM UM MODELINHO
IGUAL A ESSE DE TIJOLO,
FEITO DE VARETAS DE MADEIRA
E LINHAS DE NYLON, VOCÊ PODE ENXERGAR
ESSE ESFORÇO SENDO DISTRIBUÍDO.
SEGURE EM DUAS BARRAS PARALELAS
E APROXIME-AS: TODAS AS OUTRAS FARÃO
O MESMO MOVIMENTO.
AO AFASTÁ-LAS, O MESMO ACONTECE

se modelo foi feito
SASP (Sindicato dos Arquitetos
do Estado de São Paulo)
spirado nos trabalhos de Eladio Dieste
(Cerâmica Armada)
não há nada entre os tijolos,
apenas compressão,
graças aos cabos tracionados
pelos esticadores

TENSGEO (δ+ DIPANGLE = 0)

COMO VIMOS,
ESTE ESPAÇO TENDE A ZERO. MAS PODEMOS
ENCOMPRIDAR AS BARRAS,
DE FORMA QUE SE TOQUEM.
OS TENDÕES FICARÃO, ENTÃO, DUPLOS;
PODEMOS SUBSTITUÍ-LO POR UM ÚNICO

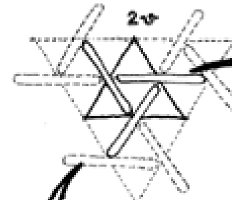
E TAMBÉM PODEMOS
FAZER UM CONJUNTO SÓ
BARRAS + TENDÕES

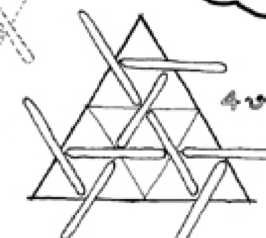


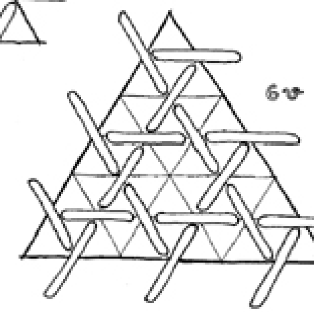
OS POLIEDROS DESCRITOS NO TENSFER PODERÃO SER EXECUTADOS COM ESSAS PLACAS RÍGIDAS

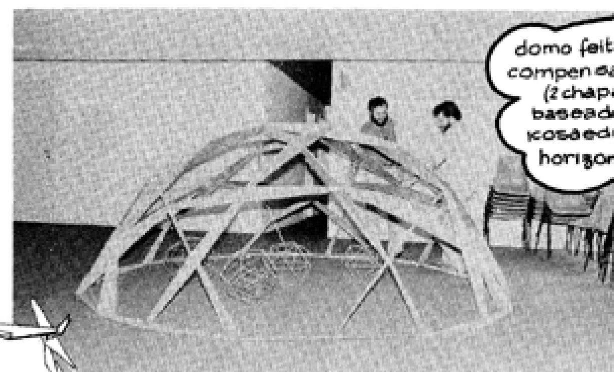
PARA SE CONSTRUIR DOMOS COM BARRAS
E TENDÕES OU COM PLACAS RÍGIDAS,
USE AS TABELAS DAS GEODÉSICAS

CALCULE OS TAMANHOS (TENDÕES E BARRAS)
CONSIDERANDO QUE:



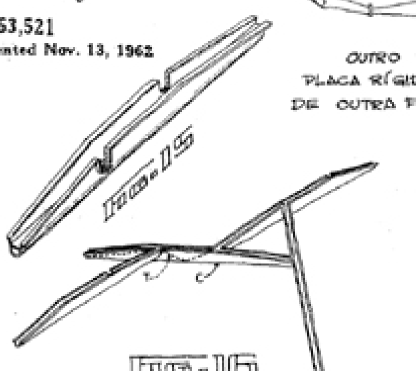






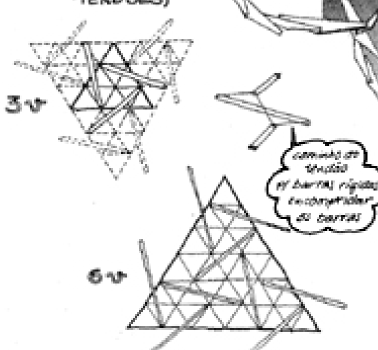
domo feito de compensado
(2 chapas 1,10 x 2,20)
baseado no icosaedro 4v
horizontalizado

3,063,521
Patented Nov. 13, 1962



INVENTOR
R. BUCKMINSTER FULLER

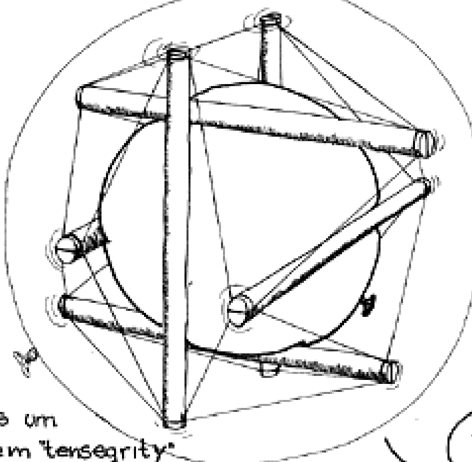
OUTRO TIPO DE
PLACA RÍGIDA, POSICIONADA
DE OUTRA FORMA (VÁLIDA
TAMBÉM P/ BARRAS E
TENDÕES)

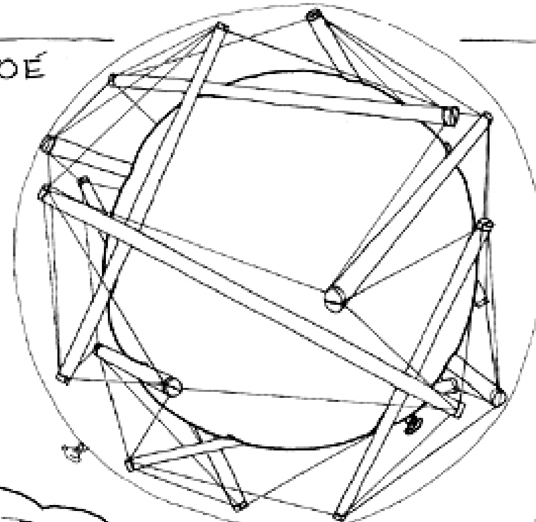


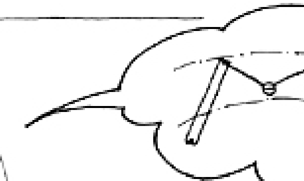
A VANTAGEM DESTE SISTEMA
ESTÁ NO FATO DO NÓ NÃO PRECISAR
SER TÃO ELABORADO E NÃO CORRE
O PROBLEMA DO GIRO.

dá pra transar
um modelo com
aquele plástico
que imita papelão
ondulado

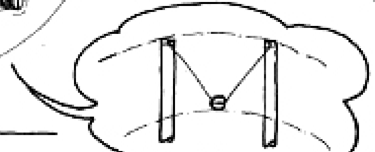
DA TENSÃO INTEGRAL PARA O DOMO GEODÉSICO, O DESENVOLVIMENTO É SIMPLES ...

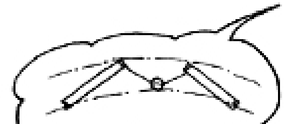


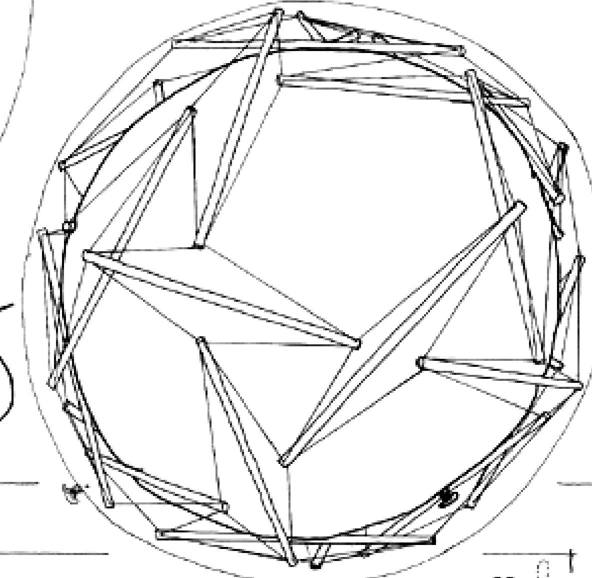


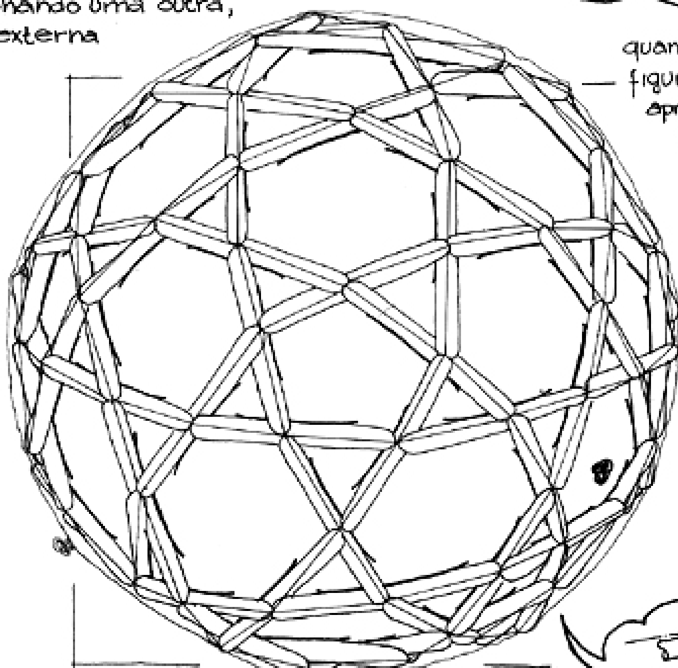


é como se tivessémos um sistema em "tensegrity" no qual uma esfera interna comprimida estaria tracionando uma outra, externa





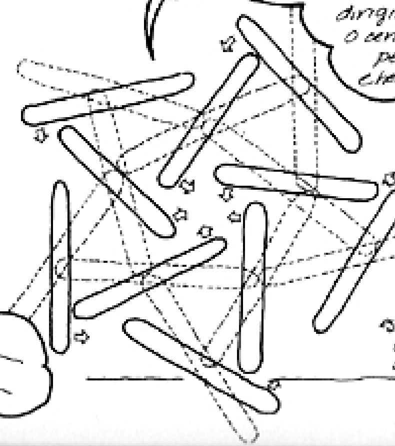


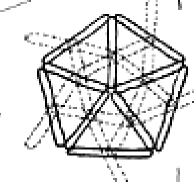


quanto mais a figura em "tensegrity" aproximar-se de uma esfera, mais as duas (externa e interna) tenderão a ser uma, isto é, mais e mais o GAP e o DEP tenderão a zero

agora, vamos imaginar as barras girando em torno de seu ponto médio, com suas pontas dirigindo-se para o centro dos pentágonos e hexágonos

no final do giro, as barras estarão dispostas segundo uma geodésica comum





os nós nas geodésicas comuns apresentam alguns problemas:

1. o giro: não conseguimos fazê-lo um ponto. as barras acabam sendo presas formando triângulos imperfeitos, com seis lados (portanto instáveis)

2. se impedimos o giro o nó deixa de ser uma articulação e aparecem esforços de flexão nas barras.

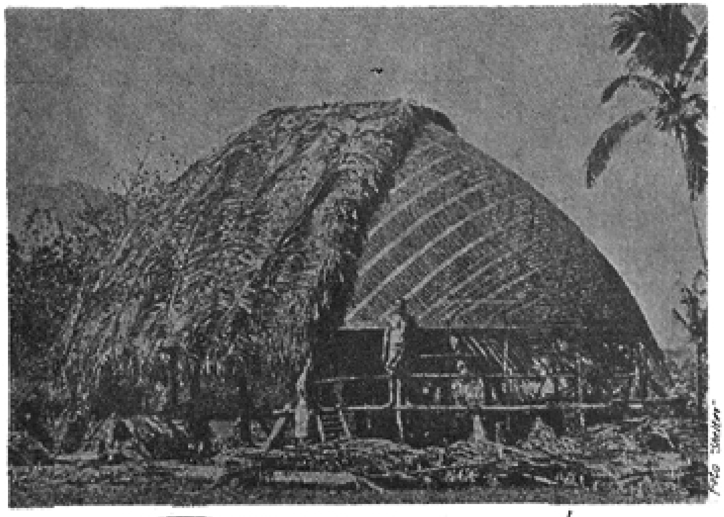
3. se assumimos o giro do nó, procurando estabilizá-lo mediante tendões presos nas barras vizinhas, teremos um tensegrity, com a vantagem das barras serem submetidas somente à compressão.

GEODÉSICAS

DOMOS

DURANTE MUITO TEMPO O HOMEM VIVEU EM ESTRUTURAS COM ESSE FORMATO.
EM ALGUNS LUGARES DO MUNDO, AINDA É A MANEIRA MAIS RACIONAL DE CONSTRUIR

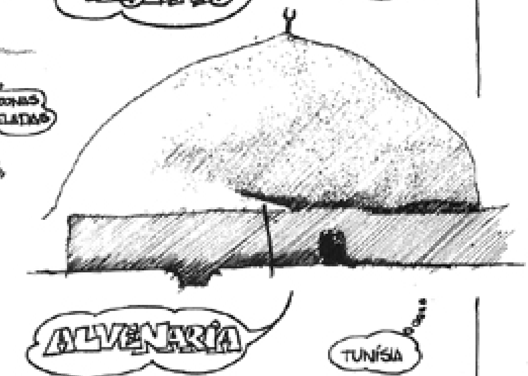
O DOMO GEODÉSICO PERTENCE A UMA ANTIGA CONCEPÇÃO DE MORADIA : A HABITAÇÃO PRÉ-HISTÓRICA OU MESMO ALGUMAS HABITAÇÕES INDÍGENAS ATUAIS, PERPETUADAS AO LONGO DO TEMPO



CASA DE UM CHEFE INDÍGENA EM UMA DAS CATORZE ILHAS BANCA, NO PACÍFICO. SUA ESTRUTURA É DE BAMBU, COBERTA COM CANA-DE-AÇÚCAR. O CHÃO É DE CORAL TRITURADO, COBERTO COM ESTEIRAS FEITAS DE CAPIM. A FOTO É DE 1903.

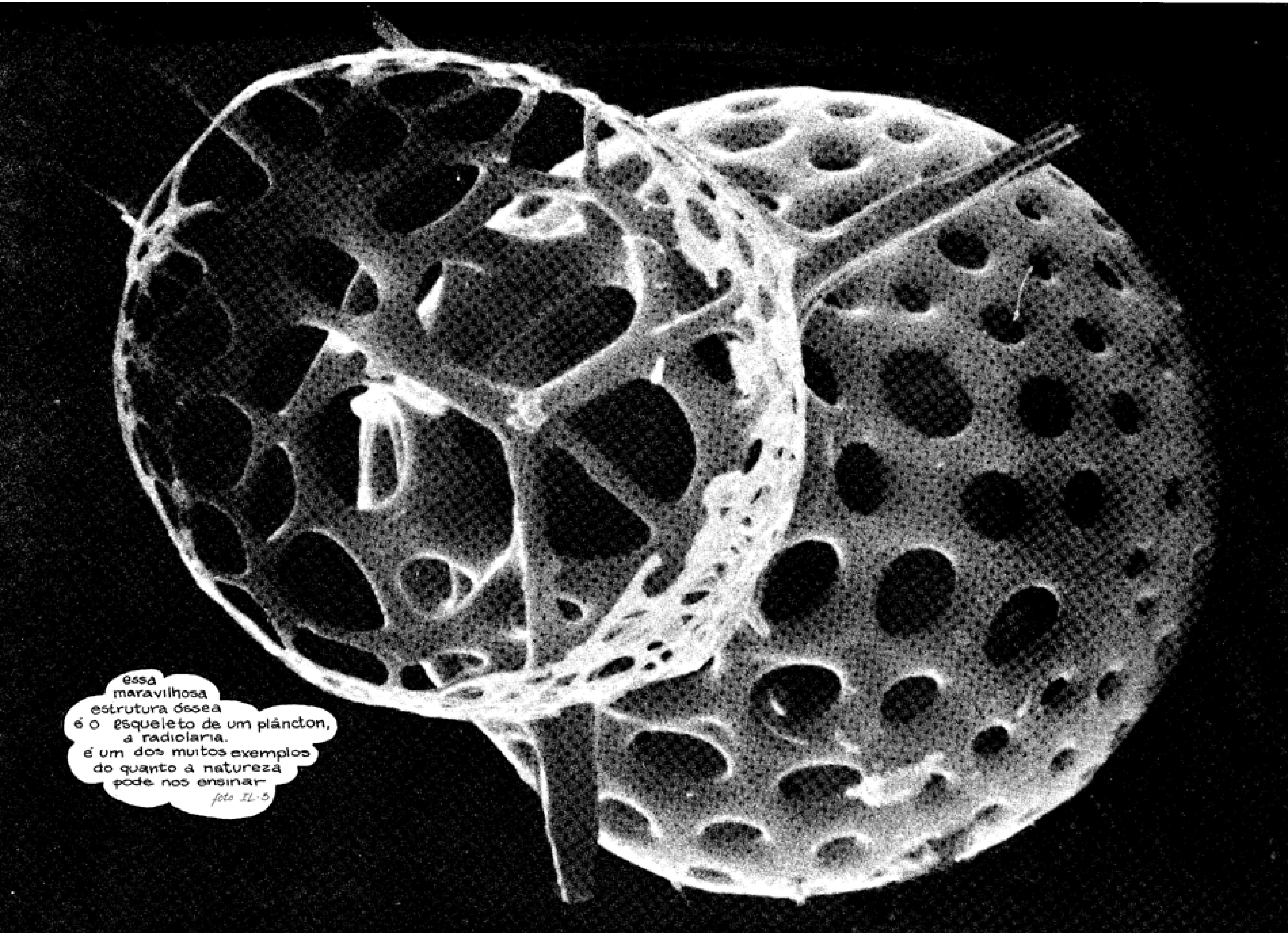
ESSAS CASAS DIZIAM MUITO DE SEUS HABITANTES.
ELES EMPREGAVAM EM SUAS CONSTRUÇÕES MATERIAIS DISPONÍVEIS, QUE ESTAVAM AO ALCANCE DE SUAS MÃOS E COMPREENSÃO.
O FORMATO DE SUAS HABITAÇÕES NÃO ERA GRATUITO.
A FORMA DEFINIA, ENTRE OUTRAS FUNÇÕES, A ESTRUTURA, O CONDICIONAMENTO TÉRMICO, ETC.

É O CASO DE OBSERVARMOS A NATUREZA.
O HOMEM CONSTRÓI A ALGUNS MILHARES DE ANOS.
A NATUREZA, A MILHÕES.



O PÁSSARO TECELÃO CONSTRÓI SEU NINHO USANDO OS MATERIAIS DE FORMA INTUITIVA E VÁLIDA. INCLUSIVE A POSIÇÃO É ESTRATÉGICA. NENHUM ANIMAL PREDADOR PENSARÁ EM ATACÁ-LO E CAIR NA ÁGUA. ALÉM DISSO, A ÁGUA EVAPORADA REFRESCARÁ SEU "LIVING-ROOM".

Des. do IL-5/Frei Otto


essa maravilhosa estrutura óssea é o esqueleto de um plâncton, a radiolaria. é um dos muitos exemplos do quanto a natureza pode nos ensinar
foto IL-5

1+1=4

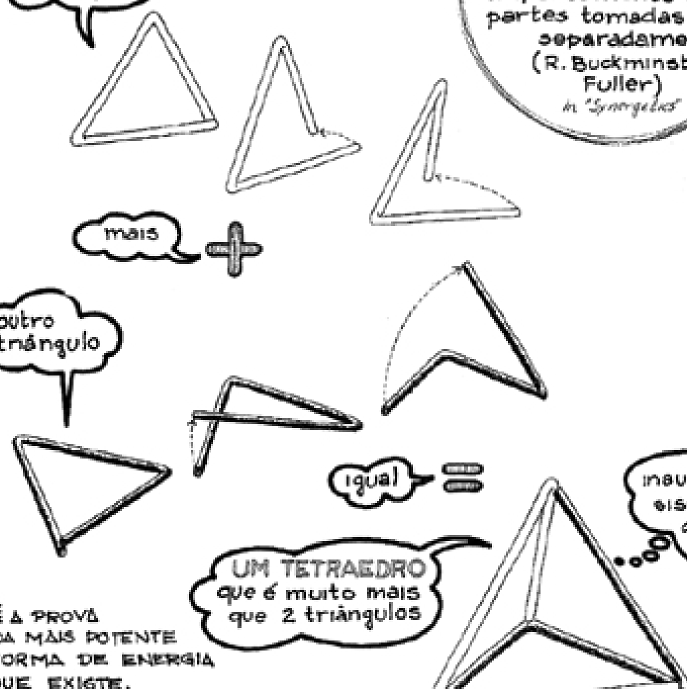
• SINERGIA •
significa o
"comportamento do
sistema global, que não
pode ser previsto pelo
comportamento de suas
partes tomadas
separadamente"
(R. Buckminster
Fuller)
in "Synergetics"

um triângulo

mais +

outro triângulo

igual =



inaugura um
sistema
completamente
novo

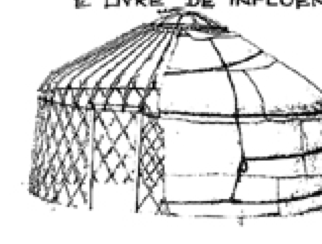
UM TETRAEDRO
que é muito mais
que 2 triângulos

É A PROVA
DA MAIS POTENTE
FORMA DE ENERGIA
QUE EXISTE,
A SINERGIA
OU A ENERGIA DA

Cooperação

QUE É A NOSSA PALAVRA CHAVE:
TANTO MELHOR SERÁ UMA ESTRUTURA
QUANTO MAIOR FOR A COOPERAÇÃO ENTRE
SEUS ELEMENTOS.
É A LEI DA ECONOMIA OU A LEI DO MENOR ESFORÇO
O IDEAL É CONSEGUIR O MÁXIMO POSSÍVEL UTILIZANDO
O MÍNIMO POSSÍVEL

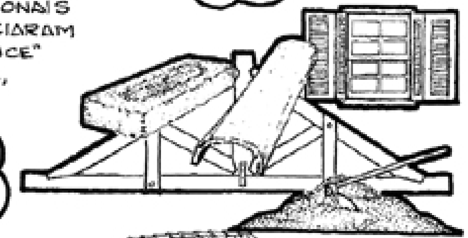
NA ARQUITETURA VERNACULAR E
NA ARQUITETURA
DA NATUREZA
EXISTE ESSA SOMA
SINERGÉTICA,
CONSEGUIDA ANO APÓS ANO, SÉCULO APÓS SÉCULO,
CONSTRUÍDA COM OS MATERIAIS DISPONÍVEIS,
COM A TÉCNICA QUE O MANUSEIO DOS MATERIAIS PROPICIA,
DIRIGIDAS PARA UMA CULTURA DE TRANSFORMAÇÕES LENTAS
E LIVRE DE INFLUÊNCIAS PARASITAS EXTERNAS



O "yurt" é um exemplo.
É a habitação de diversas tribos
nômades da Ásia Central e
Oriente Próximo: um
engradado de madeira
"pantográfico" coberto
de lona e feltro.
o des. é do "Shelter"

PARA O NOSSO ESPAÇO CULTURAL, ESSA
É A IMAGEM QUE NOS VEM, AO PENSARMOS NA IDÉIA CASA
OS NOSSOS CONSAGRADOS E TRADICIONAIS
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO PROPICIARAM
UM ALTO GRAU DE "PERFORMANCE"
DE NOSSAS CASAS, ISTO É,

idealizou-se a
forma mais econômica e
racional de se construir
com esses materiais
e com a técnica
disponível



na química
encontramos essa
prova a toda hora,
quando juntamos em proporções e
condições adequadas dois ou mais elementos
e obtemos um resultado surpreendente,
muito diferente da soma aritmética
Por ex.: aço + níquel + cromo = aço-níquel-cromo
que é um aço muito mais resistente
que seus componentes
isoladamente

MAS, NOSSO MEIO SOCIAL, CULTURAL
EM CONSTANTE MUTAÇÃO, EXIGE MUDANÇAS
EM NOSSA ARQUITETURA.
NOSSAS CASAS, ENTÃO, VIAJARAM QUILÔMETROS NO LOMBO
DE CAMINHÕES, CONSUMINDO COMBUSTÍVEL,
PAVIMENTAÇÃO, ALÉM DE TEREM SIDO CONSTRUÍDAS
COM MATERIAIS PESADOS E COM MÃO-DE-OBRA
BARATA E DESQUALIFICADA.
PARA UMA SOCIEDADE JUSTA E EQUILIBRADA VIVER EM HARMONIA
COM A NATUREZA, TEMOS DE CONSIDERAR, NO PREÇO DOS MATERIAIS,
O TRABALHO QUE A NATUREZA TEVE PARA PRODUZI-LO (EX: PETRÓLEO),
NO TRABALHO QUE ELA TERÁ PARA RECICLÁ-LO (EX: LIXO ATÔMICO) E NO
TRABALHO HUMANO REAL, JUSTO, POIS É INACEITÁVEL CONSIDERARMOS
ECONÔMICAS NOSSAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO (ALVENARIA, CONCRETO)
EM FUNÇÃO DA BAIXA REMUNERAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA.

ALÉM DA FORMA E DOS MATERIAIS EMPREGADOS NA HABITAÇÃO, É IMPORTANTE LEVAR EM CONTA, TAMBÉM, SEU PESO.

EM "CONCEBENDO UMA NOVA INDÚSTRIA", BUCKMINSTER FULLER LIGA A IDÉIA DE EFICIÊNCIA À IDÉIA DE MENOR PESO.

NUMA PALESTRA NA QUAL ELE APRESENTAVA A SUA "DYMAXION HOUSE", ONDE ESTAVAM PRESENTES OS PRINCIPAIS ENGENHEIROS E EMPRESÁRIOS DE NOVA YORK, PERGUNTOU-LHES QUAL ERA O PESO DE SEUS EDIFÍCIOS. E ERAM "OS EDIFÍCIOS": CHRYSLER, EMPIRE STATE, ETC. NINGUÉM SOUBE RESPONDER.

NO ENTANTO, QUANDO PERGUNTOU A TONELAGEM DE UM NAVIO EM MODA, TODOS RESPONDERAM SEM SOMBRA DE DÚVIDAS.

É UM EXEMPLO DE COMO NÃO SE DÁ A IMPORTÂNCIA DEVIDA AO PESO PRÓPRIO DA HABITAÇÃO, ENQUANTO QUE, NUM NAVIO, ISSO É IMPORTANTE PARA QUE SE OBTENHA MAIOR

EFICIÊNCIA

É CLARO, O PESO DA CONSTRUÇÃO É CONSIDERADO NO DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA, MAS NÃO SE CONSIDERA QUE, COMO DIZ FULLER, A LEVEZA FAZ PARTE DA "BIOLOGIA DA ESTRUTURA"

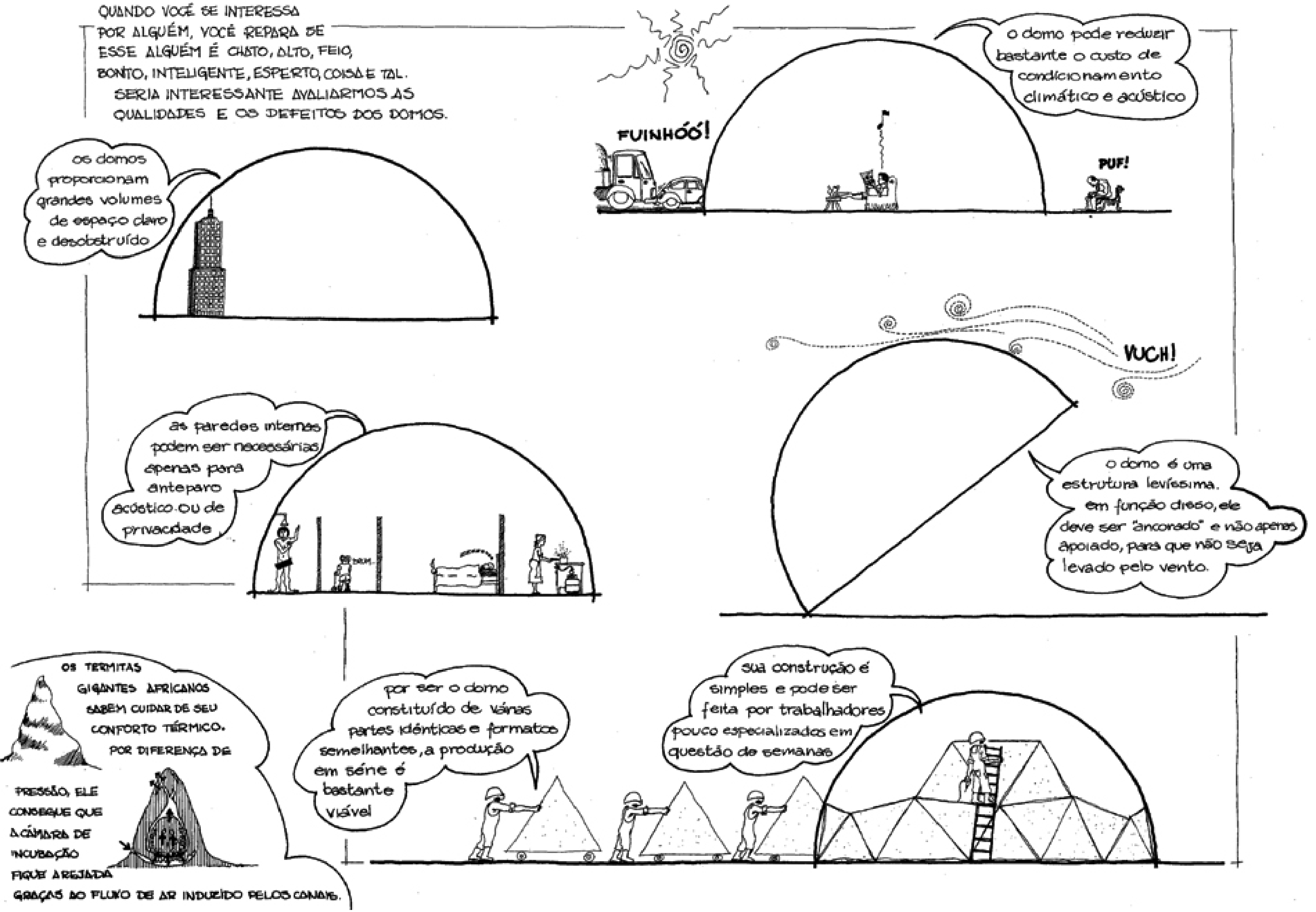
Desenho - Foto "Juvenal - Shelter"

os nativos da Melanésia (costa da Nova Guiné) precisam dessa leveza

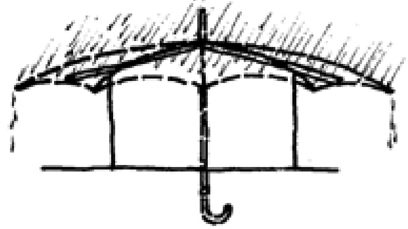
se em nossos ossos não existissem tantos vazios, certamente nossa constituição muscular deveria ser reforçada e muito mais energia seria dispendida

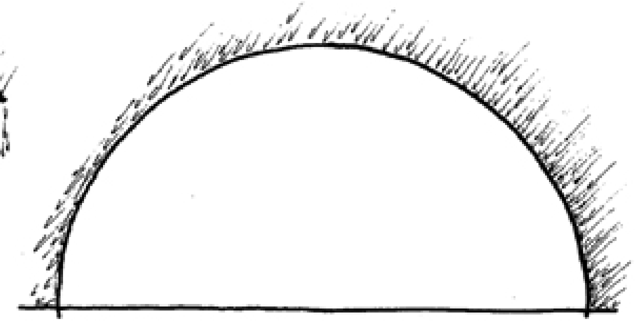
Foto II-6

ESSA QUALIDADE DAS ESTRUTURAS PODE SER CONSEGUIDA SEGUNDO UM USO RACIONAL E EQUILIBRADO DOS ESFORÇOS QUE INTERAGEM NA ESTEUTURA.

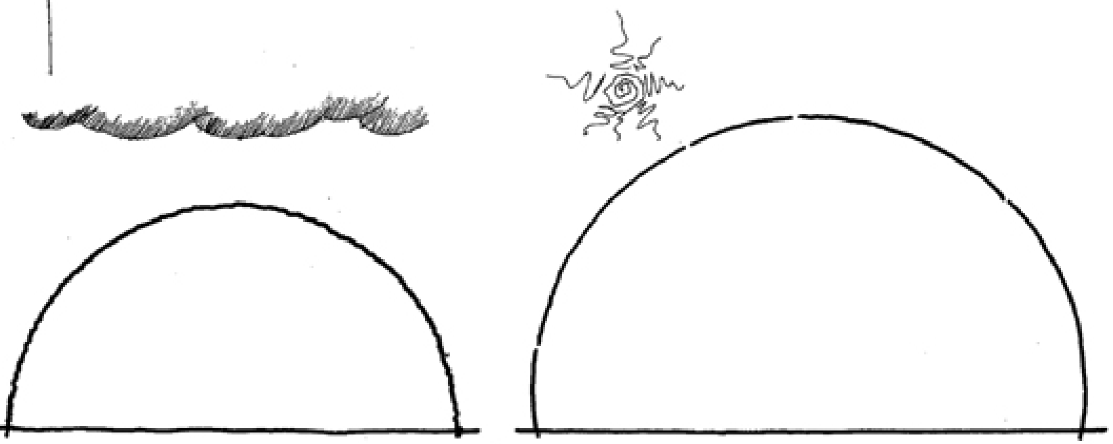

QUANDO VOCÊ SE INTERESSA POR ALGUÉM, VOCÊ REPARA SE ESSE ALGUÉM É CHATO, ALTO, FEIO, BONITO, INTELIGENTE, ESPERTO, COISA E TAL. SERIA INTERESSANTE AVALIARMOS AS QUALIDADES E OS DEFEITOS DOS DOMOS.
o domo pode reduzir bastante o custo de condicionamento climático e acústico
FUINHÓÓ!
PUF!
os domos proporcionam grandes volumes de espaço claro e desobstruído
VUCH!
as paredes internas podem ser necessárias apenas para anteparo acústico ou de privacidade
o domo é uma estrutura levíssima. em função disso, ele deve ser "ancorado" e não apenas apoiado, para que não seja levado pelo vento.
OS TERMITAS GIGANTES AFRICANOS SABEM CUIDAR DE SEU CONFORTO TÉRMICO. POR DIFERENÇA DE PRESSÃO, ELE CONSEGUE QUE A CÂMARA DE INCUBAÇÃO FIQUE AREJADA GRAÇAS AO FLUXO DE AR INDUZIDO PELOS CANAIS.
por ser o domo constituído de várias partes idênticas e formatos semelhantes, a produção em série é bastante viável
sua construção é simples e pode ser feita por trabalhadores pouco especializados em questão de semanas

O DOMO GEODÉSICO TEM, PORÉM, ALGUNS PROBLEMAS. NO ENTANTO, SÃO PROBLEMAS QUE POSSUEM SOLUÇÕES VIÁVEIS, UTILIZANDO VELHAS RESPOSTAS PARA NOVOS ENFOQUES.

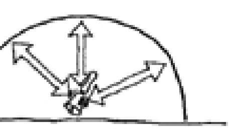




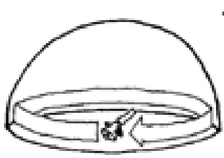
Uma estrutura retangular é formada por paredes e telhado. Este último funciona como se fosse um guarda-chuva, protegendo a casa da água. Uma estrutura geodésica é toda telhado, toda cobertura. A casa toda está sujeita a vazamentos

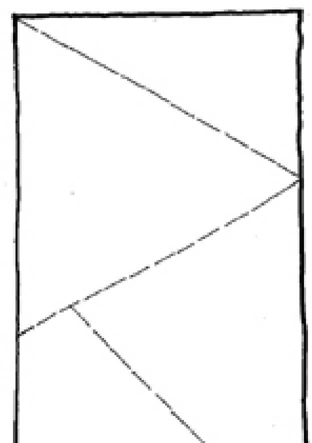


o domo, devido à condição de seus esforços, é uma estrutura justa. E suas emendas estão em constante trabalho, o que pode criar frestas ou cansar o material

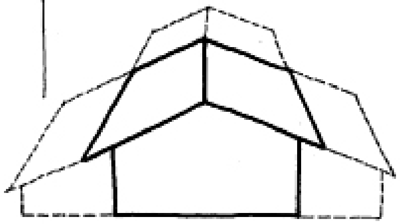


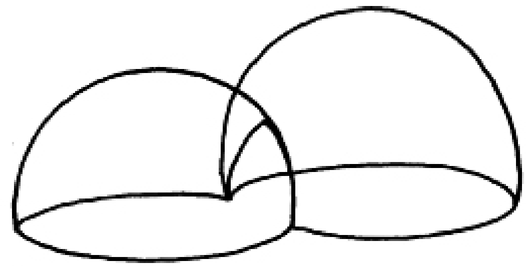
ACUSTICAMENTE FALANDO, ACONTECEM FENÔMENOS INTERESSANTES NUM DOMO GEODÉSICO.
TODO SOM QUE PARTE DO CENTRO VOLTA AO CENTRO (DESDE QUE NÃO HAJA OBSTÁCULO).
TODO SOM QUE PARTE PRÓXIMO À PAREDE DO DOMO PERCORRE A VOLTA TODA E VOLTA AO LUGAR DE ORIGEM.



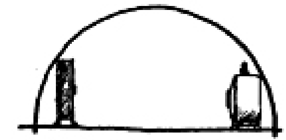


os materiais de construção vêm, geralmente, em formas ortogonais. Eles devem ser alterados para se adaptarem às formas geodésicas. Isso dificulta a construção e a reciclagem do material

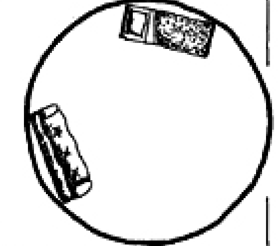




Uma coisa bem característica ao proprietário é o fato dele querer, com o tempo, introduzir melhorias em sua casa, podendo até querer aumentá-la, bastando acrescentar novas paredes e telhados. O domo, apesar de poder ser truncado e agrupado, sofre com a interferência, enfraquecendo a estrutura e criando ângulos difíceis de executar

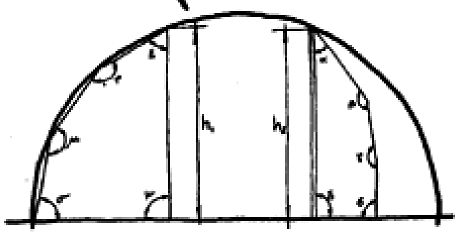


"mais espaço com menos material" significa mais volume. O que realmente se utiliza é o chão. O espaço sobre as cabeças é de difícil utilização (precisa de mezaninos, escadas, etc.

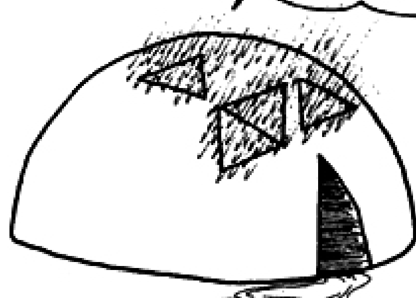


nosso mundo é ortogonal. Todos os nossos utensílios são baseados nos 90º. Esses utensílios ficariam melhor num espaço retangular

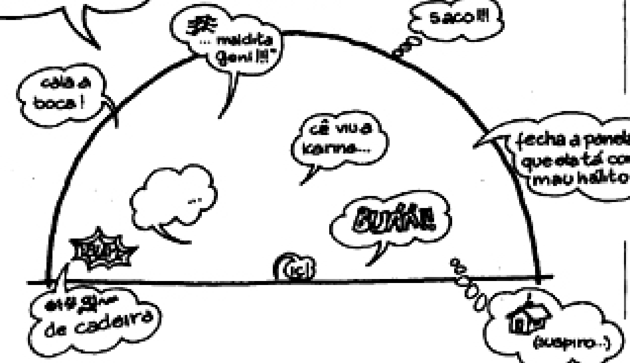
as repartições internas em um domo consomem tempo muito maior, devido à composição dos ângulos



numa casa comum, as janelas são protegidas pelos beirais. No caso da geodésica, as janelas estão sujeitas à água e a vazamentos

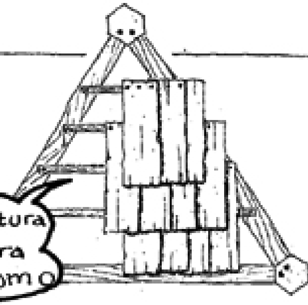


por serem todas as faces voltadas para o centro, o barulho e o cheiro circulam por todo o domo



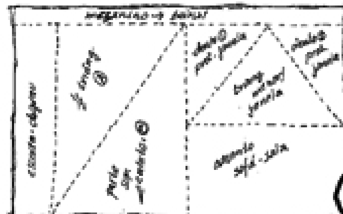
POR ESSES E OUTROS MOTIVOS, DIZ-SE QUE A GEODÉSICA É "ESPERTA MAS NÃO SÁBIA". NO ENTANTO, NÓS TEMOS CONDIÇÕES DE GANHAR DESSES PROBLEMAS. BASTA ESQUENTAR A CABEÇA E AS SOLUÇÕES APARECERÃO.

POR EXEMPLO:



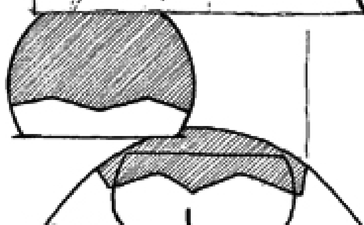
uma boa para o problema das frestas e cansaço do material são as "escamas", isto é, uma cobertura que trabalha junto com a estrutura e que permite maior troca de ar com o exterior

projetar utilizando estruturas geodésicas não é estabelecer um raio e usar a tabela. um bom projeto implicará um bom aproveitamento do material, talvez até mais que numa construção tradicional. para isso é que existe o cálculo e a trigonometria esférica



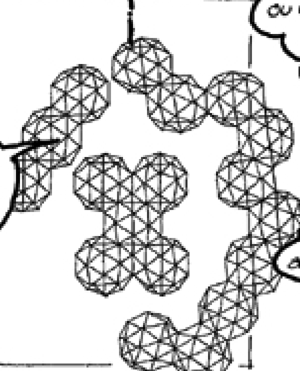
soluções como um domo 5/8...

ou parte de um dentro de parte de outro...

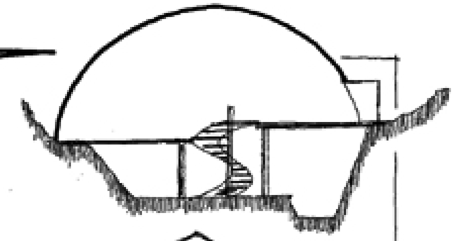


ou mesmo assumir um beiral utilizando a própria estrutura, são algumas das muitas possibilidades de solucionar o problema de proteção do sol e da chuva.

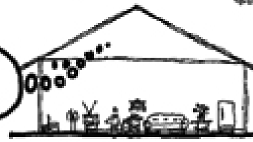
existem alguns sólidos que são perfeitamente aglomeráveis (cuboctaedro truncado, por exemplo). geodésicas conseguidas a partir deles também são aglomeráveis, apresentando soluções ótimas quanto aos problemas de ângulos, esforços e facilidade de obtenção das dimensões.



mezaninos, pisos diferenciados e outros baratos, podem ser boas soluções quando o terreno é acidentado, aumentando a área útil.



lembre-se que em nossa casa tradicional o desperdício de volume é bastante grande.



outra coisa: psicologicamente, o redondo é muito mais acolhedor que o ortogonal. uma grande laje plana em cima da cabeça oprime enquanto que até mesmo um grande domo acolhe.

o sofá reto não cria um espaço sociável.

além disso, por que não usar a estrutura para definir alguns móveis?

ou usar a repetição dos elementos da estrutura pra modular as divisões internas?

ou usar expansões e truncagens com outros sólidos para proteger portas e janelas?

ou usar elementos que amorteçam os efeitos acústicos?

ou uma ventilação correta impedindo a estagnação do cheiro?

ou...

AUTO CONSTRUÇÃO

.... LLOYD KAHN (editor do Shelter e Domebook): "UM POUCO DO QUE VIRÁ EM NOSSO LIVRO SERÁ DESENCORAJAR AS PESSOAS DE AUTO-CONSTRUIR SEUS DOMOS".

STEVE BAER (Drop City): "EU APOIO ISSO, DESENCORAJE-OS. E A TURMA QUE VAI CONSTRUIR DE QUALQUER MANEIRA, BEM, TALVEZ ELES CONSIGAM UM SACO DE PROBLEMAS. DE QUALQUER FORMA EU NÃO ANIMARIA NINGUÉM PORQUE TERÁ GOTEIRAS E SEU PROJETO SERÁ RUIM. ESCREVE PARA MIM GENTE QUE QUER ESTABELECER UMA COMUNIDADE NO ARIZONA, EM WISCONSIN E PERGUNTAM COMO CONSTRUIR "ZOMES" E EU DIGO, NÃO CONSTRUAM "ZOMES", VÃO PARA ONDE VOCÊS VÃO, DÊEM UMA VOLTA PELO LOCAL, ENCONTREM ALGO QUE VOCÊS GOSTEM E CONSTRUAM DA MESMA MANEIRA, E A TURMA LOCAL SABERÁ COMO SE DEVE CONSTRUIR E PODERÁ AJUDÁ-LO".......

(trecho de uma entrevista publicada no "Shelter")

ENTÃO, SE VOCÊ VAI MESMO CONSTRUIR UM PEQUENO DOMO PARA MORAR OU VAI USAR UMA DESSAS ESTRUTURAS COMO GALINHEIR, VIVEIRO, ESTUFA, ENFIM, QUALQUER COISA RELACIONADA COM AS BOLAS, AQUI VÃO ALGUNS CONSELHOS:

1- AO PROJETAR, TENHA EM MENTE QUE TUDO O QUE O HOMEM FABRICA É ORTOGONAL. PORÉM, HÁ COISAS QUE PODEM SER CONSTRUÍDAS NA OBRA, DA FORMA QUE VOCÊ PRECISAR. POR EXEMPLO: SOFÁS, CAMAS, MESAS, ETC. POR ISSO, EVITE COLOCAR NA PERIFERIA EQUIPAMENTOS INDUSTRIALIZADOS COMO FOGÃO, GELADEIRA, ETC.

2- A FORMA DO DOMO LEVA A UM USO DIFERENTE DO ESPAÇO, LONGE DO CONVENCIONAL. NÃO QUEIRA REPETIR SOLUÇÕES ESTEREOTIPADAS DE OCUPAÇÃO. UMA BOA COISA É ENTENDER COMO POVOS QUE CONSTRUÍAM ESPAÇOS SEMELHANTES O OCUPAVAM, OU OCUPAM.

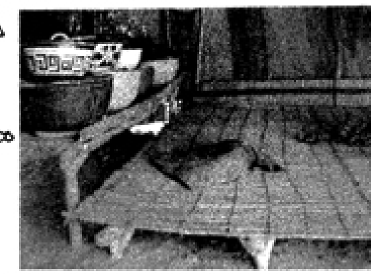
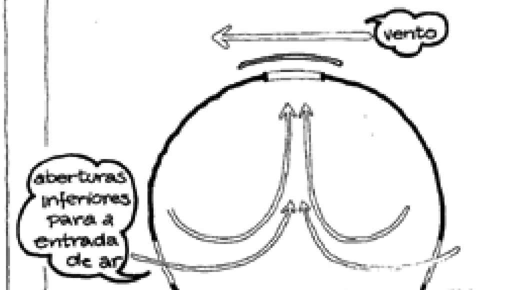


foto "Ideal Lar" nº183 abril 77

3- O DOMO PODE SER FEITO COM MATERIAIS LEVES QUE NÃO PROPORCIONAM UM ISOLAMENTO TÉRMICO EFICIENTE. PROCURE SOMBREAR O DOMO OU FORRÁ-LO COM MADEIRA, ISOPOR, ESPUMA DE POLIURETANO LÃ DE VIDRO, ETC. PREOCUPESE, ACIMA DE TUDO COM A VENTILAÇÃO. ELA DEVERÁ SER PERMANENTE NO TOPO OU AO SEU REDOR, INCREMENTADA COM ABERTURAS NA PARTE INFERIOR



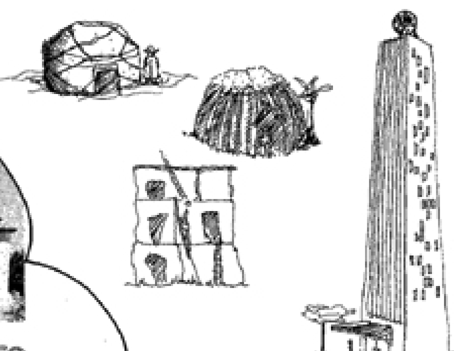
SE VOCÊ PENSA QUE OS DOMOS SÃO REMÉDIO PARA TODOS OS MALES, VOCÊ ESTÁ NUM BARCO FURADO. ELES SÃO UMA ALTERNATIVA CONSTRUTIVA E TALVEZ TAMBÉM O EMBRIÃO DE UMA IDÉIA, UM PRINCÍPIO DE UMA VISÃO GLOBAL DOS PROBLEMAS DA CONSTRUÇÃO E, APESAR DELES TENDEREM AO COMPLEXO, CONCEITUALMENTE SÃO SUPER SIMPLES, SEU BERÇO NA ARQUITETURA VERNACULAR GARANTE ISSO.

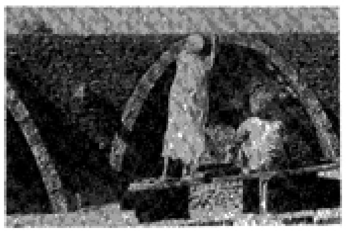
E, APESAR DOS PEPINOS QUE L. KAHN E S. BAER COLOCAM, A AUTO CONSTRUÇÃO DÁ UMA SATISFAÇÃO REAL.

OS MÉTODOS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO SÃO MUITO INGRATOS (haja visto a quantidade de acidentes de trabalho) PRINCIPALMENTE PARA NÓS, QUE PASSAMOS A MAIOR PARTE DE NOSSAS VIDAS SENTADOS.

A GEODÉSICA PERMITE A AUTO CONSTRUÇÃO, TRABALHAMOS COM MATERIAIS LEVES, PODEMOS FAZER QUASE TUDO NO CHÃO, PRÉ-FABRICANDO AS PARTES, E COMEÇAMOS A DEIXAR DE SER ESPECIALISTAS, PASSAMOS A ENTENDER MELHOR A VIDA, A NATUREZA, AS OUTRAS PESSOAS...

O DOMO É UMA FORMA PACÍFICA, EXPRIME PROTEÇÃO, NÃO TEM TETO NEM PAREDES, É TUDO UMA COISA SÓ, COMO A ABÓBODA CELESTE, EM CONTRASTE COM O ESPIGÃO, FILHO DAS TORRES, SÍMBOLOS DE DOMÍNIO, OCUPAÇÃO, ISOLAMENTO E AGRESSIVIDADE.





fotos de "construindo com o povo"

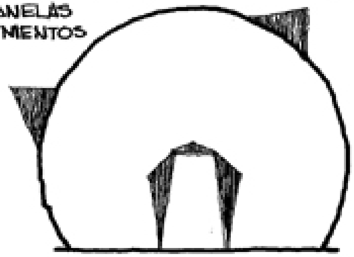
Hassan Fathy redescobriu as abóbodas de adobe, prática milenar no Egito que dispensa escoramento

Eladio Dieste com uma técnica adequada, deu novo sentido à alvenaria

Fotos Revista Projeto nº 27

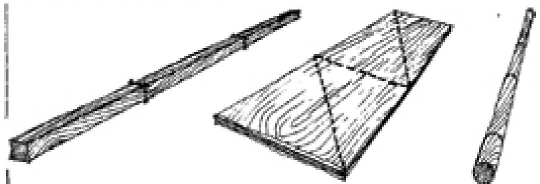
É IMPORTANTE, NUMA ÉPOCA DE DESRESPEITO À CULTURA, SABERMOS ADMIRAR A CONSTRUÇÃO PERFEITAMENTE ADAPTADA.

4- PROTEJA AS PORTAS E JANELAS COM BEIRAIS OU PROLONGAMENTOS DE TRIÂNGULOS.
QUANTO MAIS EMBAIXO SE LOCALIZAR A ABERTURA, MAIS ÁGUA O BEIRAL OU TELHADINHO TERÁ DE DESVIAR.

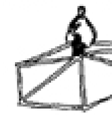


5- CONSTRUA SEMPRE UM MODELO ANTES DE COMEÇAR A OBRA
(use canudinhos, balsa, cartão, papelão ondulado, etc....)

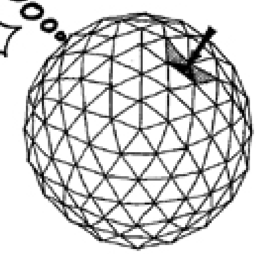
6- PARA EVITAR PERDAS DE MATERIAL, VERIFIQUE ANTES EM QUE TAMANHO SÃO FORNECIDOS OS MATERIAIS QUE VOCÊ PRETENDE USAR, A FIM DE QUE O CORTE POSSA SER PLANEJADO.



8- TRANQÜILAMENTE, QUALQUER FREQÜÊNCIA 3v OU 4v VAI SERVIR PRA SUA BOLA. MAS TENHA UM CUIDADO ESPECIAL SE PASSAR DE UMA FREQÜÊNCIA 7v OU 8v, POIS PODERÁ OCORRER O PROBLEMA DO "FLOP", ISTO É, O NÓ PODE ENTRAR PRA DENTRO DA BOLA QUANDO COMPRIMIDO.
QUANDO AUMENTAMOS A FREQÜÊNCIA, AS PIRÂMIDES FORMADAS PELOS NÓS VÃO FICANDO CADA VEZ MAIS OBLÍQUAS (BAIXINHAS) E, SE HOUVER ENCURTAMENTO DAS BARRAS COMPRIMIDAS OU ALONGAMENTO DAS TRACIONADAS, O NÓ PODERÁ "FLOPAR".

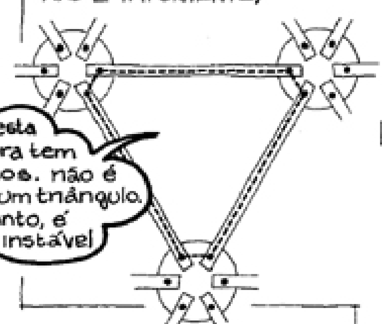


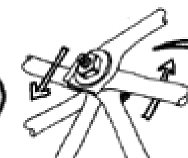
Esse problema acontece porque todos os materiais, ao resistirem algum esforço, deformam-se. Se for compressão diminuem de tamanho. Se for tração aumentam



9- LEMBRE-SE:
SÓ O TRIÂNGULO É ESTRUTURAL

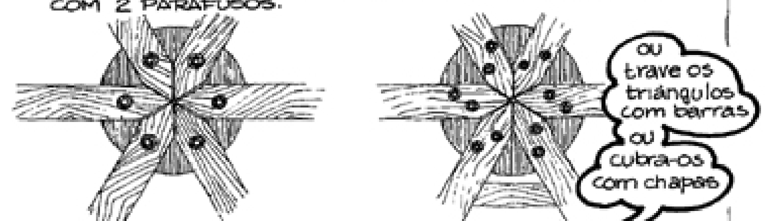
SE AS BARRAS NÃO SE ENCONTRAREM EXATAMENTE NOS NÓS, PODERÁ OCORRER NELES UM PEQUENO GIRO (EM FREQÜÊNCIAS BAIXAS ESSE PROBLEMA NÃO É IMPORTANTE)



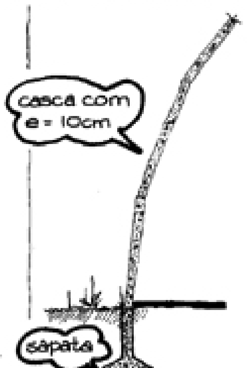


no caso do "sanduíche" surgem esforços de cisalhamento no parafuso

PROCURE FAZER COM QUE AS BARRAS SE ENCONTREM RAZOAVELMENTE BEM E, SE POSSÍVEL, PRENDA-AS COM 2 PARAFUSOS.



7- A GEODÉSICA É UMA ESTRUTURA MUITO EFICIENTE, PORTANTO SEU PESO É MÍNIMO. POR EXEMPLO, SE ELA FOR HEMISFÉRICA, TODA EM CONCRETO, ESPESSURA DE 10 cm, DIÂMETRO DE 10 m, SEU PESO PRÓPRIO CONTRIBUIRÁ COM 400 kg POR METRO LINEAR NA BASE. SE FIZERMOS UMA SAPATA COM 50 cm DE LARGURA PARA DISTRIBUIR NO SOLO O DOBRO DESSA CARGA (800 kg/ml) TEREMOS UMA TAXA DE 160 g/cm², QUE É REDUZIDÍSSIMA.



SE FOR FEITA DE MADEIRA OU DE QUALQUER OUTRO MATERIAL LEVE, A FUNDAÇÃO SERÁ MAIS TRANQÜILA AINDA. E PODERÁ SER BASTANTE SIMPLES:
BASTARÁ FINCAR NO TERRENO ALGUMAS ESTACAS, UMA PARA CADA NÓ DA BASE, COM, PELO MENOS, 70 cm DE PROFUNDIDADE (PARA ULTRAPASSAR A CAMA SUPERFICIAL MUITO ORGÂNICA DA TERRA).
NÃO SE ESQUEÇA DE QUE, SENDO TÃO LEVE, O VENTO PODERÁ MOVIMENTÁ-LA. PRENDA-A BEM NAS ESTACAS.

10- SE A ESTRUTURA FOR COMPOSTA SOMENTE DE BARRAS, ELAS DEVERÃO TER SECÇÃO SUFICIENTE PRA AGÜENTAR ALGUÉM DEPENDURADO NO MEIO DELAS. ESSA SECÇÃO TÁ EM TORNO DE 1/25 DO VÃO PARA MADEIRA E 1/80 DO VÃO PARA ALUMÍNIO.
EX: 300 cm de vão ÷ 25 = 12 cm de diâmetro (madeira)

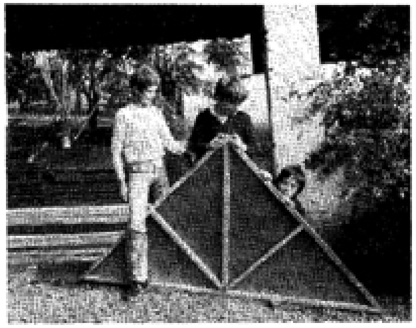
11- COMPRE MADEIRA DE PREFERÊNCIA SECA E TRATADA CONTRA CUPIM E APODRECIMENTO. SE VOCÊ MESMO VAI FAZER O TRATAMENTO, USE **CARBOLINEUM** ou **PENTOX**

não dá pintura por cima

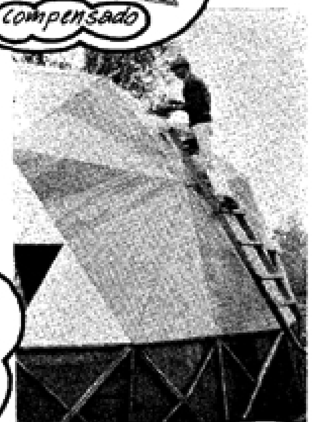
ambos são super tóxicos! será que não existe um tratamento natural da madeira?

COMPENSADO? USE O TIPO NAVAL, VEM MELHOR COLADO.

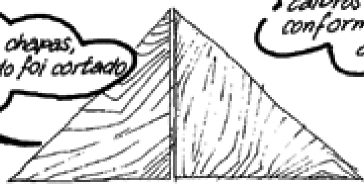
BOTUCATU



1- a casca:
triângulos de compensado (6mm) montados em quadros de caibros chanfrados conforme os diedros

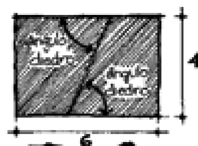


por causa do tamanho das chapas, o compensado foi cortado assim:



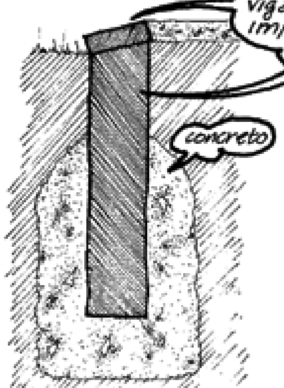
caibros cortados conforme os ângulos diedro

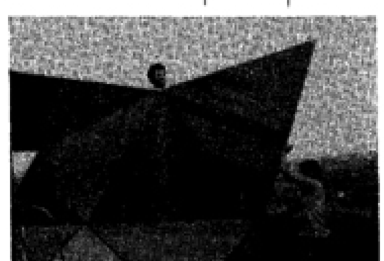
corte dos caibros (aparelhados)



o plano era usar caibros de peroba. Prevenidos de que a peroba iria entortar, resolvemos usar pinho e apenas numa parte, peroba; no entanto, as peças ficam tão bem travadas que é viável o uso da peroba nesse tipo de montagem: não entortou, é mais barata, mais resistente mecanicamente e aos insetos.

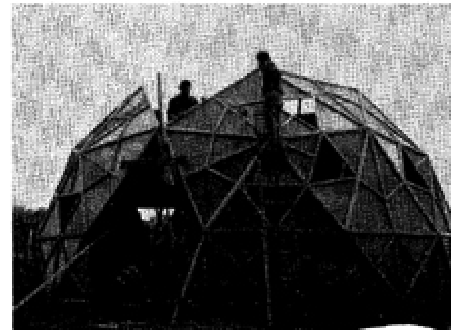
2- fundação:





a saliência (±3cm) foi pequena pro grande volume d'água que desce da cobertura houve infiltração e dor de cabeça

3- montagem:
os triângulos foram presos à viga de peroba (baldrame) e uns aos outros com 3 parafusos passantes de $\varnothing$=1/4"



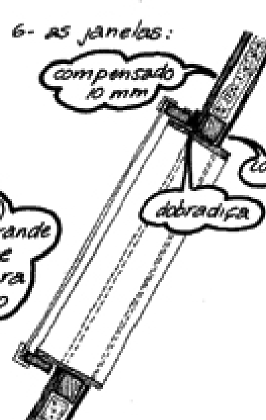
4- isolação térmica:
isopor em chapas de 4cm de espessura

5- cobertura:
depois de colocado o isopor, o triângulo foi fechado com chapas de 10 mm de espessura e as emendas foram masseadas

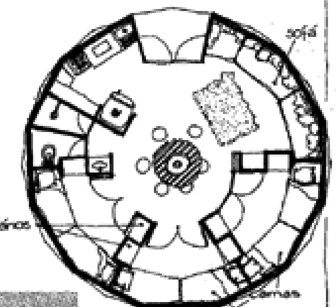
a que foi usada era solúvel em água! deu pepino. Use silicone ou outra que resista à água

em seguida, todo o exterior foi pintado com tinta a base de poliuretano

6- as janelas:

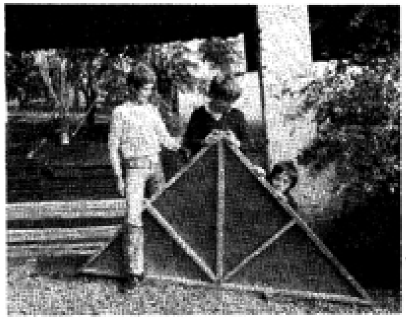


a planta

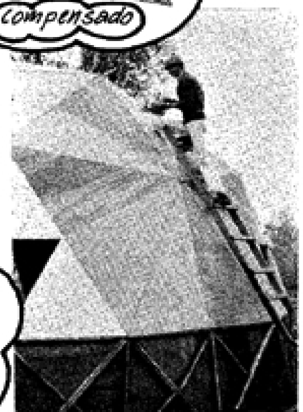


ocorreram infiltrações pequenas mas suficientes pra provocar apodrecimentos na madeira (que não havia sido devidamente protegida). O domo será revestido com uma chapa bem fina de alumínio, sendo pregada e colada com recobrimentos.

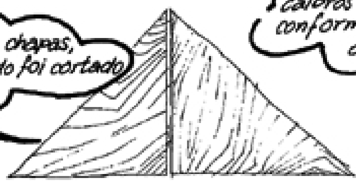
BOTUCATU



1- a casca:
triângulos de compensado (6mm) montados em quadros de caibros chanfrados conforme os diedros



por causa do tamanho das chapas, o compensado foi cortado assim:



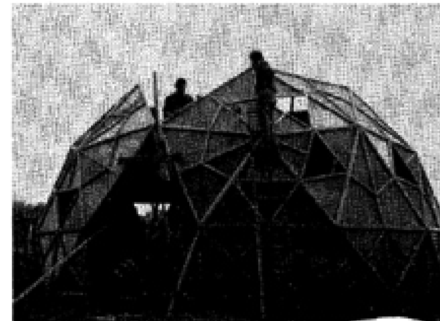
caibros cortados conforme os ângulos diedro

corte dos caibros (aparelhados)

o plano era usar caibros de peroba. Prevendo de que a peroba iria entortar, resolvemos usar pinho e apenas numa parte, peroba; no entanto, as peças ficam tão bem travadas que é viável o uso da peroba nesse tipo de montagem: não entortou, é mais barata, mais resistente mecanicamente e aos insetos.

a saliência (±3cm) foi pequena pro grande volume d'água que desce da cobertura houve infiltração e dor de cabeça

3- montagem:
os triângulos foram presos à viga de peroba (baldrame) e uns aos outros com 3 parafusos passantes de Ø=1/4"



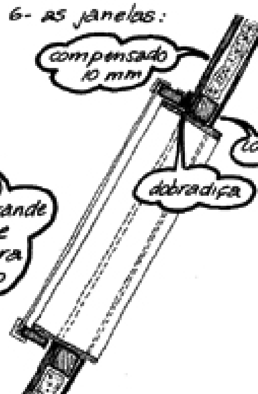
4- isolação térmica:
isopor em chapas de 4cm de espessura

5- cobertura:
depois de colocado o isopor, o triângulo foi fechado com chapas de 10 mm de espessura e as emendas foram masseadas

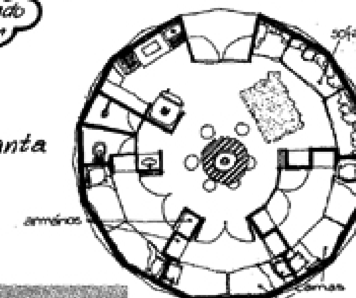
a que foi usada era solúvel em água! deu pepino. Use silicone ou outra que resista à água

em seguida, todo o exterior foi pintado com tinta a base de poliuretano

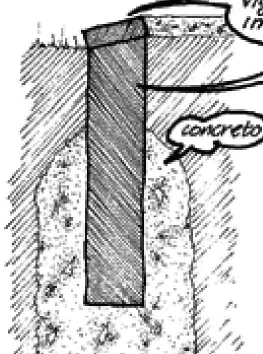
6- as janelas:

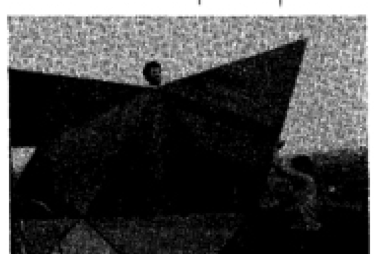


a planta



2- fundação:





ocorreram infiltrações pequenas mas suficientes pra provocar apodrecimentos na madeira (que não havia sido devidamente protegida). O domo será revestido com uma chapa bem fina de alumínio, sendo pregada e colada com recobrimentos.

Cadernos de Arquitetura Espontânea

As bolas foram inspiração da natureza
radiolária, flores, ninhos, etc.
e da arquitetura vernacular
Ásia, África, Américas, Europa, etc.

Não há, portanto, donos culturais da bola.

No entanto, o desenvolvimento das técnicas construtivas, aplicadas à construção dos domos, aconteceu em clima e cultura diferentes dos nossos.

Além dessa incompatibilidade entre solução aplicada e tecnologia disponível, há também um desconhecimento de nossa parte de soluções técnicas apropriadas ao nosso clima e à nossa cultura.

As construções de nossos índios, que seriam exemplos maravilhosos, as dos primeiros habitantes dessa região, estão sumindo, sem deixar registro algum.

Não podemos deixar acontecer o mesmo com a arquitetura do nosso povo.

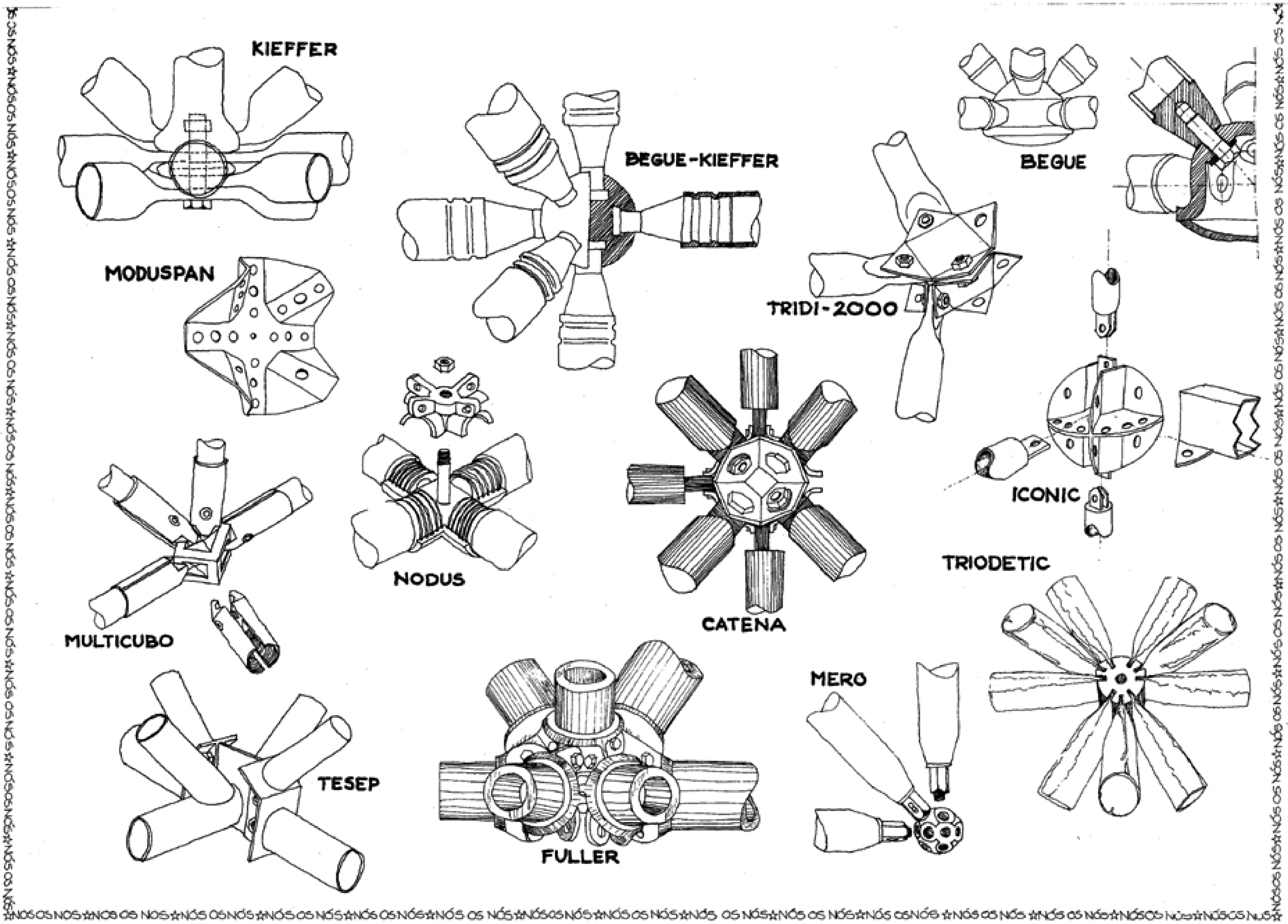
A grande expressão da nossa arquitetura acontece por obra de milhares de construtores anônimos que desenvolveram técnicas, descobriram materiais e produziram plantas funcionais. E que nunca freqüentaram escolas.

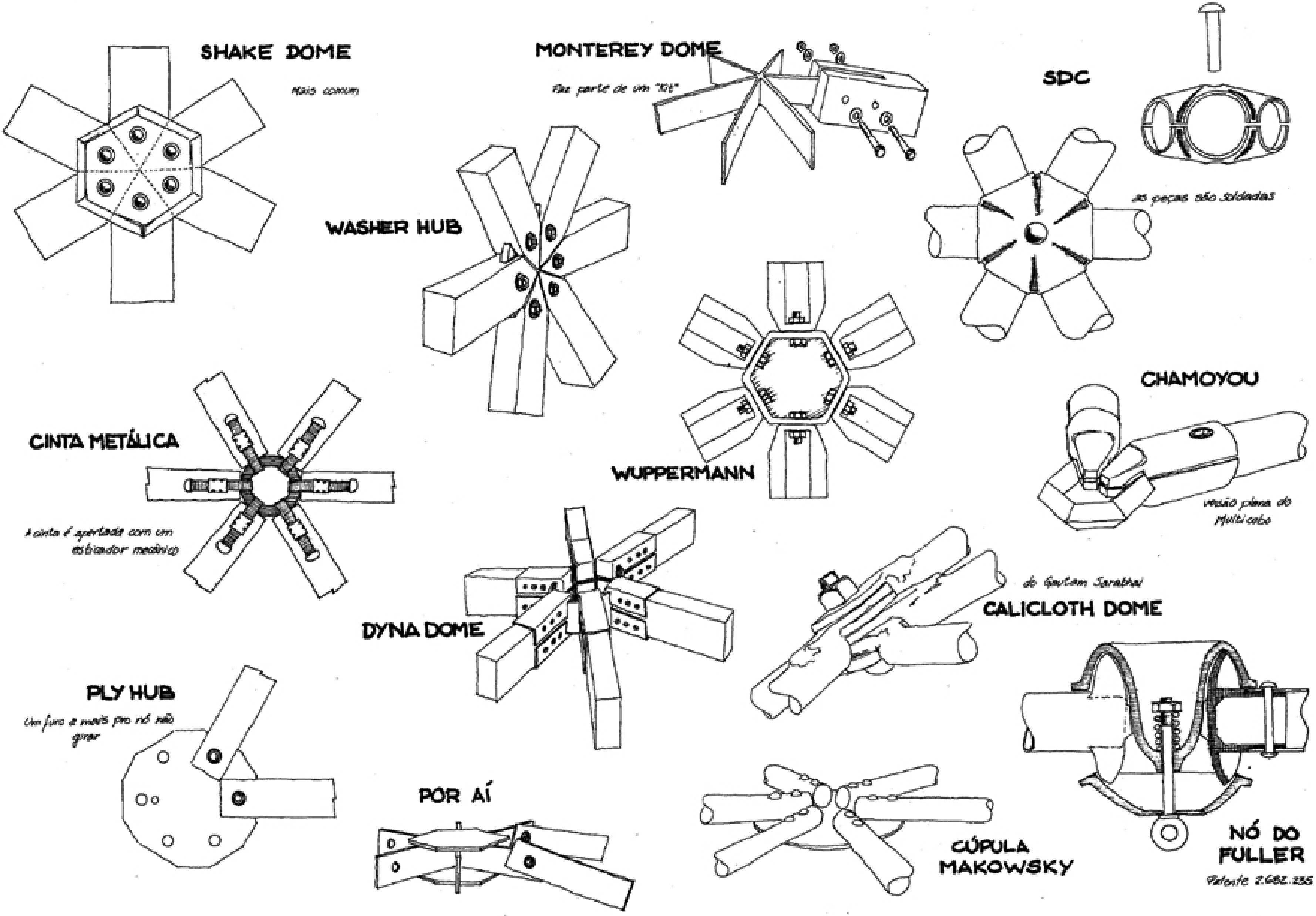
Agora essa arquitetura agoniza, por obra de BNHs, construtores e especuladores.

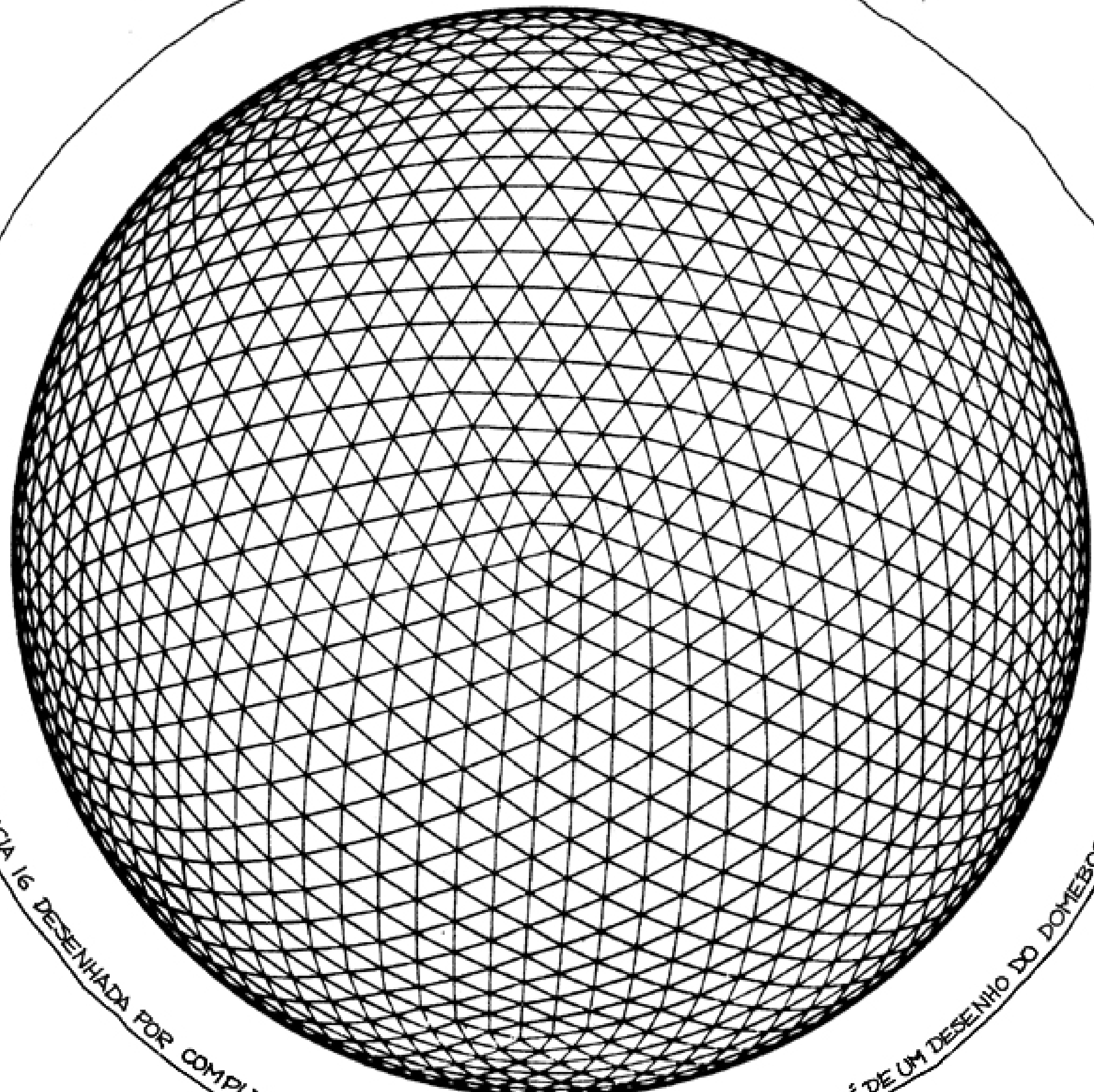
Por isso, os "cadernos de arquitetura espontânea": uma coletânea de informações da arquitetura sem genealogia, sem "pedigree".

Mande pra gente fotos, croquis e plantas de construções representativas.

mesmo em folhas de caderno.


KIEFFER
BEGUE-KIEFFER
BEGUE
MODUSPAN
TRIDI-2000
NODUS
CATENA
ICONIC
TRIODETIC
MULTICUBO
MERO
TESEP
FULLER

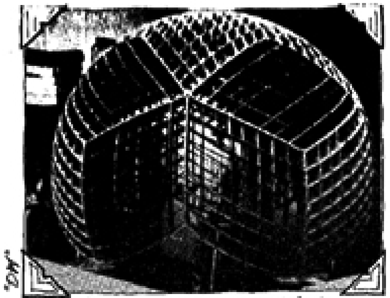

SHAKE DOME
Mais comum
MONTEREY DOME
Faz parte de um "kit"
SDC
as peças são soldadas
WASHER HUB
WUPPERMANN
CHAMOYOU
versão plana do Multicabo
CINTA METÁLICA
A cinta é apertada com um esticador mecânico
DYNA DOME
do Gautam Sarabhai
CALICLOTH DOME
PLY HUB
Um furo a mais pro nó não girar
POR AÍ
CÚPULA MAKOWSKY
NÓ DO FULLER
Patente 2.682.235



ESFERA FREQÜÊNCIA 16 DESENHADA POR COMPUTADOR. O PROGRAMA É DE JOE CLINTON E A FOTO É DE UM DESENHO DO DOMEBOOK 2

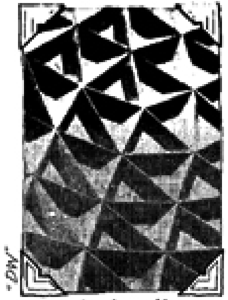
Alguns trabalhos de Fuller

Ø - 16 m - executado em fiber glass, para abrigo de militares - fabricado em série



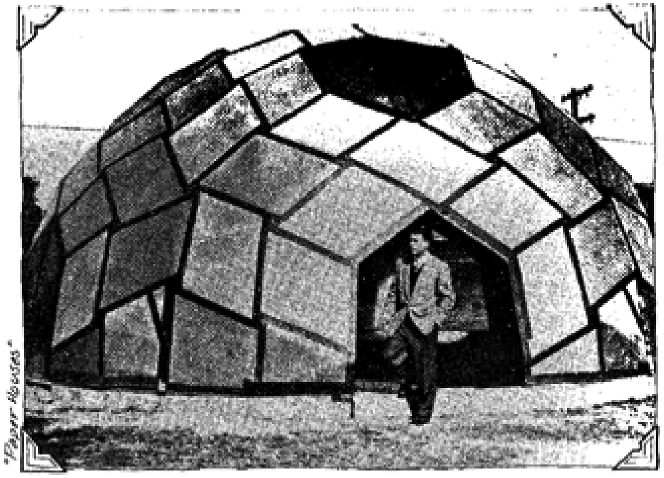
"DW"

domo de papelão ondulado com resina de poliéster



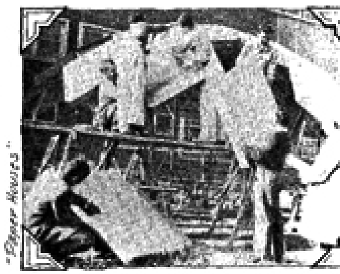
"DW"

interior de outro domo de papelão

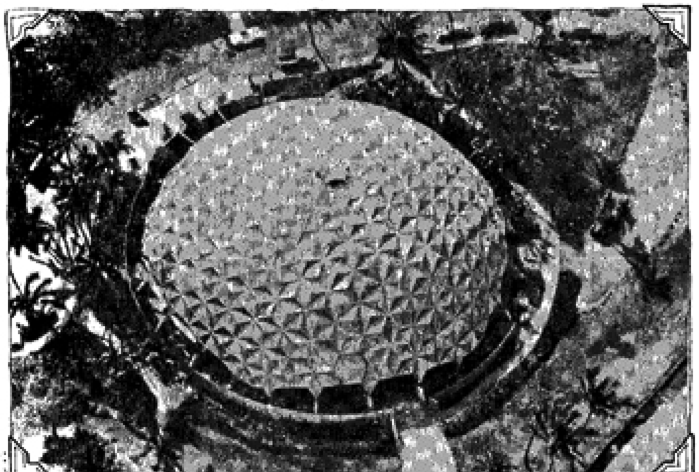


"Paper Houses"

Domo de papelão ondulado com alumínio construído por Fuller e seus alunos da Mc Gill University



"Paper Houses"



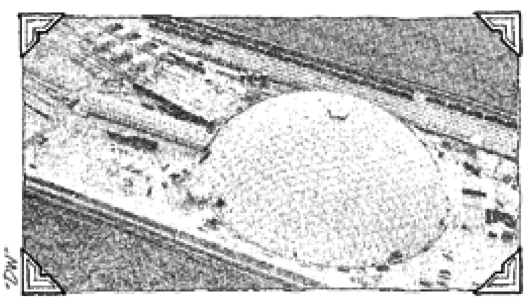
Domo geodésico "Kaiser" Ø = 43,5 m fabricado em Oakland, Califórnia e erigido em 22 hs em Honolulu, Hawai em fevereiro de 1957

domo em chapas de compensado em Des Moines, Iowa

"DW"

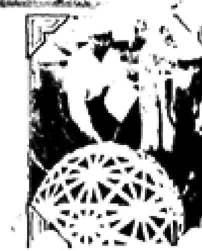
pavilhão geodésico americano Ø = 34,20 feira de Poznan, Polônia, 1958

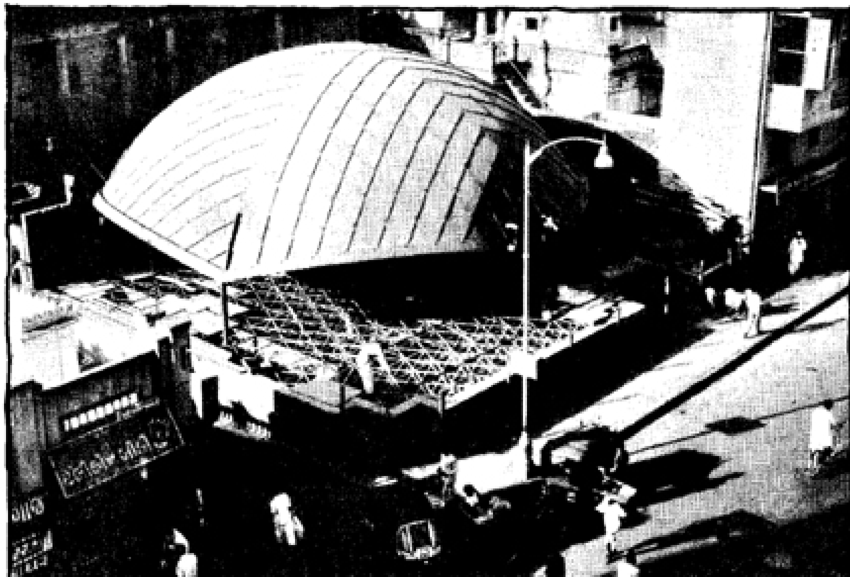
"DW"



"DW"

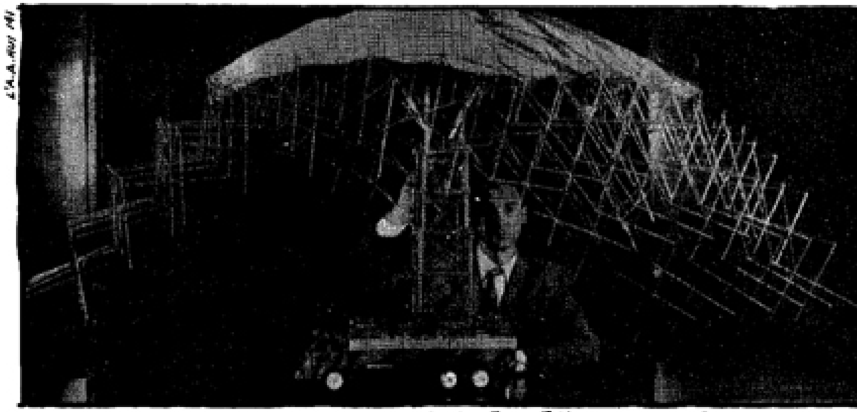
Ø = 115 m domo geodésico da Union Tank Company, em Baton Rouge, Louisiana, outubro de 1958. Foi, na época, o maior vão construído na construção civil.





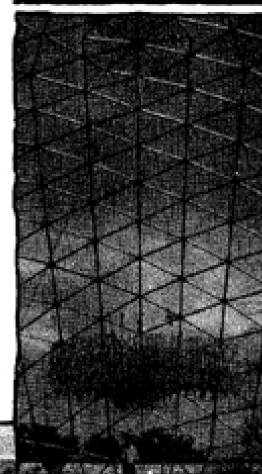
L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI Nº 141

Calicloth Shop - **Gautam Sarabhai** - India

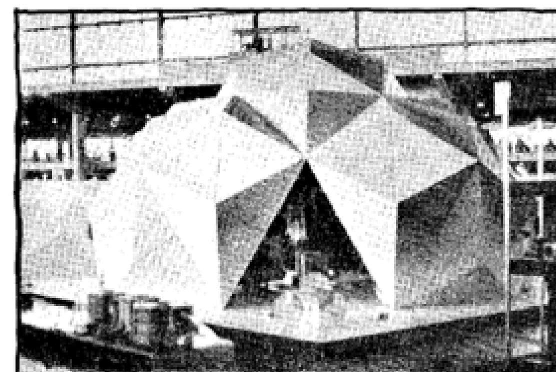


L'A.A. Nº 141

Estruturas de **Emilio Perez Piñero** - Cúpulas Plegáveis

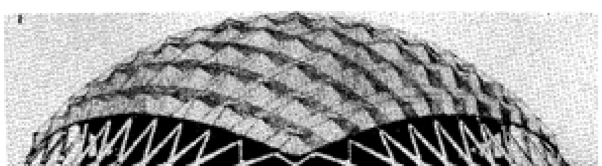


L'A.A. Nº 141



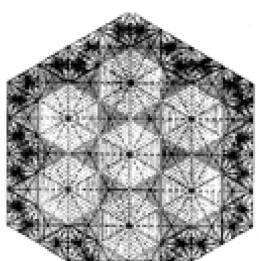
L'A.A. Nº 141

Estande de exposição feito de cartão **D.G. Emmerich**



ZODIAC 22

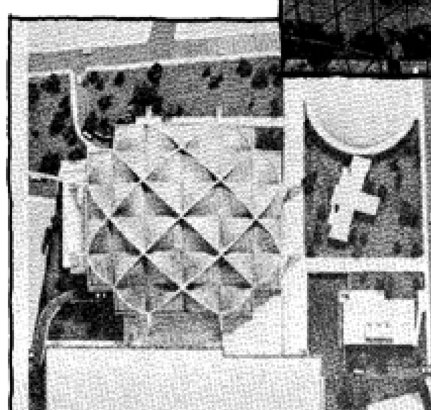
Fachada do Pavilhão dos esportes - México



Planta de Domo para o Centro Esportivo do Kuwait

ZODIAC 22

Candela
utilizou figuras
planas
deformadas
e não
propriamente
divisões
geodésicas

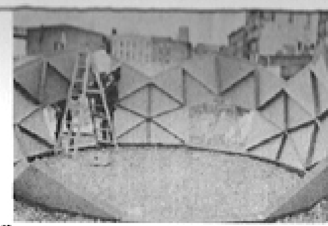


ZODIAC 22

Projeto para a Brown University

Grandes Domos

BIBLIOGRAFIA



"THE DOME BUILDER'S HANDBOOK"
edited by JOHN PRENIS

tipo revista
tem dicas boas para modelos
e alguns depoimentos

"THE DOME BUILDER'S HANDBOOK 2"
WILLIAN YARNALL
RUNNING PRESS - 38 SOUTH NINETEENTH STREET
PHILADELPHIA, PENNSYLVANIA 19103

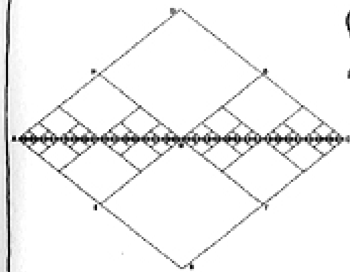
mostra domus fabricados
por empresas - O domo como
gente respeitável
O nal é melhor

"DOME NOTES"
PETER HJERSMAN
EREWON PRESS,

testes de resistência
de alguns tipos de nós.
teste de incêndio

"EXERCICES DE GEOMETRIE CONSTRUCTIVE TRAVAUX D'ETUDIANTS"
DAVID GEORGES EMMERICH
ECOLE NATIONAL SUPERIEURE DES BEAUX ARTS PARIS
ARCHITECTURE

relatório sobre desenhos
de trabalhos de estudantes
executados nos cursos de Emmerich.
no final tem um texto muito bom sobre estruturas
já publicado na l'architecture d'aujourd'hui



"SINERGETICS - Explorations in the Geometry of thinking"
RICHARD BUCKMINSTER FULLER
MACMILLAN PUBLISHING CO. INC.
NEW YORK

Fuller propõe uma nova
forma de pensar.
Procure este livro se você realmente está
preocupado com o que a geodésica propõe.

"PAPER HOUSES - survival scrapbook 4"
ROGER SHEPPARD & OUTROS
UNICORN BOOKSHOP

tem textos e trabalhos de K. Critchlow
É uma boa p/ quem quer trabalhar com papelão
ondulado

"THE DYMAXION WORLD OF BUCKMINSTER FULLER"
R. BUCKMINSTER FULLER & ROBERT MARKS
ANCHOR BOOK - ANCHOR PRESS/DOUBLEDAY
GARDEN CITY, NEW YORK

história e resumo da vida, obra
e pensamento de R. B. Fuller.

"ORDER IN SPACE - A Design Source Book"
KEITH CRITCHLOW
THAMES AND HUDSON - LONDON

considerações incríveis sobre
a organização do espaço.

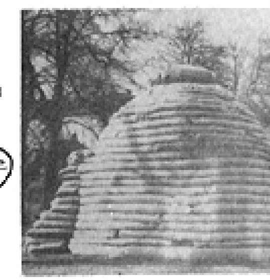
"LAS MALLAS ESPACIALES EN ARQUITECTURA"
J. MARGARIT - C. BUXADÉ
EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.

exemplos - tipos de nós -
cálculo estrutural de estruturas
espaciais

"ESTRUTURAS ESPACIALES DE ACERO"
Z. S. MAKOWSKY
EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.

SISTEMAS DE ESTRUCTURAS
HEINRICH ENGEL
H. BLUME EDICIONES
ROSARIO, 17 - MADRID 5

páginas amarelas
das estruturas



"DOMEBOOK 2" - "SHELTER (DOMEBOOK 3)" - "SHELTER 2"

EDITOR: LLOYD KAHN
ESTAS TRÊS PUBLICAÇÕES
FORAM EDITADAS PELA
SHELTER PUBLICATIONS
P.O. BOX 279,
BOLINAS, CALIFORNIA 94924

testemunhos
de gente que construiu
seus próprios domos
tem tudo s/ domos

INCRÍVEL - É INDISPENSÁVEL QUE VOCÊ
TENHA UM "SHELTER" PARA DEGLUTIR AOS
POUCOS (ARQ. VERNACULAR ANTIGA, ATUAL, DO
MUNDO INTEIRO) É REALMENTE UMA COLETÂNEA
INCRÍVEL DE EXPERIÊNCIAS

é ótimo, mas não se
iguala ao primeiro.

"GEODESIC MATH"
HUGH KENNER

teoria das "tensegrity" e das geodésicas -
tabelas e cálculos por coordenadas polares

"STRUCTURE IN NATURE IS A STRATEGY FOR DESIGN"
PETER PEARCE
THE MIT PRESS
CAMBRIDGE, MASSACHUSETS 02142

sistematização dos
poliedros - aglomerado perfeito
poliedros com superfície hypar

"MATERIALES PLÁSTICOS Y ARQUITECTURA EXPERIMENTAL"
ARTHUR QUARMBY
EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.

dados sobre plásticos e experiências
de plásticos na construção. modelos de pinscados.

"A visual Aproach to - POLYHEDRA"
ANTONY PUGH

excelente
trabalho sobre poliedros,
cálculo trigonométrico das
geodésicas, tabelas, etc....

"An Introduction to TENSEGRITY"
ANTHONY PUGH

estudo sobre as possibilidades
de formações das "tensegrity"

ESTES TRES LIVROS SÃO
INDISPENSÁVEIS PARA QUEM
QUER SE APROFUNDAR NO
ESTUDO DAS GEODÉSICAS
E FORAM EDITADAS PELA: UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS
BERKELEY AND LOS ANGELES, CALIFORNIA

"TRIGONOMETRIA"
FRANK AYRES JR.
ED. Mc GRAW-HILL DO BRASIL, LTDA

a trigonometria esférica
está bem explicada

"ALTERNATIVES BAUEN"
GERNOD MINKE
"SISTEMA DE BAJO COSTO PARA GUATEMALA"
FORSCHUNGSLABOR FÜR EXPERIMENTELLES BAUEN
GESAMTHOCHSCHULE KASSEL

relatórios das pesquisas
dirigidas por Minke em Kassel - Alemanha
sobre métodos alternativos de construção
arquitetura

CÓPIAS DAS
PATENTES DO FULLER
PODEM SER OBTIDAS DO
U.S. DEPT. OF COMMERCE
PATENT OFFICE
WASHINGTON, D.C. 20231

vale a pena comprar as cópias das patentes - esta lista foi tirada do DOMEBOOK 2 - deve haver outras interessantes

ALGUMAS DELAS:

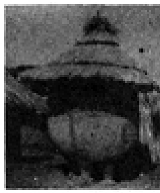
2.905.113 de 12/12/51 "BUILDING CONSTRUCTION". A PATENTE BÁSICA DAS GEODÉSICAS
2.881.717 de 24/01/55 "BUILDING CONSTRUCTION". DOMOS EM PAPELÃO ONDULADO
2.986.241 de 07/02/56 "SYNERGETIC BUILDING CONSTRUCTION". MALHA ESPACIAL
2.914.074 de 01/03/57 "GEODESIC TENT". ESTRUTURA COM LONA SUSPENSA.
2.905.113 de 22/04/57 "SELF-STRUTTED GEODESIC PLYDOME". DOMO COM CHAPAS PLANAS
3.063.521 de 31/08/59 "TENSILE-INTEGRITY STRUCTURES". PATENTE BÁSICA DAS TENSEGRITY
3.203.144 de 27/05/60 "LAMINAR GEODESIC DOME". DOMOS EM PAPELÃO ONDULADO
3.139.957 de 24/01/61 "SUSPENSION BUILDING". DOMOS ESTR. SUSPENSA NÃO É GEODÉSICO
3.197.927 de 19/12/61 "GEODESIC STRUCTURES". DOMOS CONTÍNUOS
3.354.591 de 07/12/64 "OCTAEDRAL BUILDING TRUSS". MALHA ESPACIAL

"COBIJO Y SOCIEDAD"
PAUL OLIVER
H. BLUME EDICIONES, ROSARIO, 17-MADRID 5

exemplos e depoimentos sobre arquitetura espontânea.

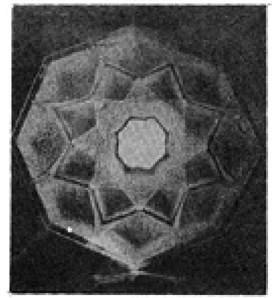
"THE HOUSES OF MANKIND"
COLIN DULY
THAMES AND HUDSON

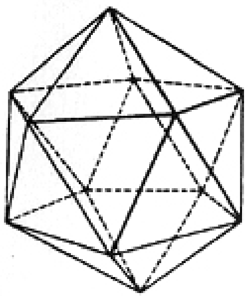
"NATIVE GENIUS IN ANONYMOUS ARCHITECTURE IN NORTH AMERICA"
SIBYL MOHOLY-NAGY
SCHOCKEN BOOKS - NEW YORK



ANTES DE LA ARQUITECTURA
MYRON GOLDFINGER
ED. GUSTAVO GILI S.A.

"ARQUITECTURA SIN ARQUITECTOS" (breve introduccion a la arquitectura sin genealogia)
BERNARD RUDOFSKY
EDIT. UNIV. BUENOS AIRES





REVISTAS INTERESSANTES:

ZODIAC Nºs 21 E 22
TECHNIQUES & ARCHITECTURE Nºs 309, 320
L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI Nº 141
ABITARE Nº 153
PROJETO Nºs 12 E 27
ARCHITECTURAL DESIGN - TODOS OS NÚMEROS ATÉ 1977
INVESTIGACION Y CIENCIA
DOMUS

PUBLICAÇÕES DO
INSTITUTO PARA ESTRUTURAS LEVES (IL)
UNIVERSIDADE DE STUTTGART
DIRETOR: FREI OTTO

IL 1 MINIMAL NETS
IL 2 CITY IN THE ARTIC
IL 3 BIOLOGY AND BUILDING
IL 4 BIOLOGY AND BUILDING
IL 5 CONVERTIBLE ROOFS
IL 6 BIOLOGY AND BUILDING
IL 7 SHADOW IN THE DESERT
IL 8 NETS IN NATURE AND TECHNICS
IL 9 PNEUS IN NATURE AND TECHNICS
IL 10 GRID SHELLS
IL 11 LIGHT WEIGHT AND ENERGY TECHNICS
IL 12 CONVERTIBLE PNEUS
IL 13 MULTIHALLE MANNHEIM
IL 14 ADAPTABLE ARCHITECTURE
IL 16 TENTS
IL 17 THE WORK OF FREI OTTO AND HIS TEAMS 1955/1976
IL 19 GROWING AND DIVIDING PNEUS
IL 21 FORM FORCE MASS: BASICS

"THE MAGIC MIRROR OF M.C. ESHER"
BRUNO ERNST
BALLANTINE BOOKS - NEW YORK

sem dúvida ESHER E GAUDI foram precursores da idéia geodésica.

"ANTONIO GAUDI"
CESAR MARTINELL
UNIVERSE BOOKS, NEW YORK

não deixe de ler os livros de Karl von Frisch prêmio nobel de biologia em 1973

"NÓS E A VIDA"
ED. GLOBO

"ANIMAL ARCHITECTURE"

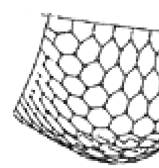
"THE DANCING BEES"

STRUCTURE: THE ESSENCE OF ARCHITECTURE
FOREST WILSON
STUDIO VISTA: LONDON
VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY: NEW YORK.

"CONSTRUINDO COM O POVO - arquitetura para os pobres"
HASSAN FATHY
SALAMANDRA - ED. DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

até que enfim visões lúcidas do ato de projetar

"DISEÑAR PARA EL MUNDO REAL"
VICTOR PAPANEK
H. BLUME EDICIONES - ROSARIO, 17 - MADRID - 5



"LAS ESTRUCTURAS DE CANDELA"
COLIN FABER
COMP. ED. CONTINENTAL S.A.

"THE ARCHITECTURE OF MOLECULES"
LINUS PAULING

"O LIVRO DA CURA NATURAL"
GREG BRODSKY
EDITORA GROUND INFORMAÇÃO

"HISTORIA DE LA HABITACION HUMANA"
E.M. VIOLLET LE DUC
ED. VICTOR LERN

"SHELTER - Survival Scrapbook 1"
"FOOD - Survival Scrapbook 2"
"ENERGY - Survival Scrapbook 3"
STEFAN A. SZCZELKUN

"RADICAL TECHNOLOGY"
ED. HARPER - BOYLE & UNDERCURRENTS
WILDWOOD HOUSE

EL ARTE COMO OFICIO
BRUNO MUNARI

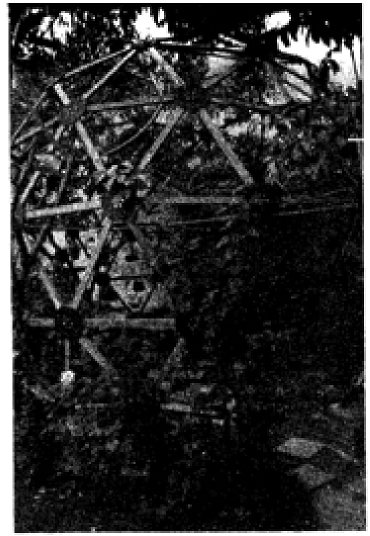
"BAMBOO"
AUSTIN - LEVY - UEDA
WEATHERHILL - NEW YORK & TOKIO

"I GIOCHI PER BAMBINI DI ENZO MARI"
BATTISTI, DORFLES, LORIGA
ED. VANNI SCHEIWILLER - MI

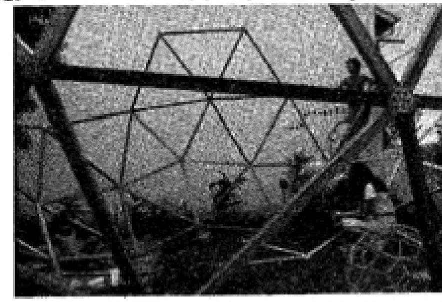
DISEÑO Y COMUNICACION VISUAL
BRUNO MUNARI
ED. GUSTAVO GILI S.A.

"CATÁLOGO DE OBJETOS INVIÁVEIS"
JACQUES CARELMAN
ED. NOVA FRONTEIRA

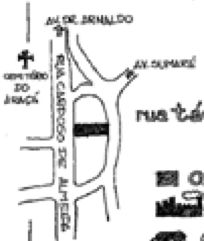
O ARY MAIS O IVAN
FIZERAM UMA BOLA NO
FUNDO DE UM QUINTAL
QUE SERVE DE VIVEIRO PRAS
PLANTAS.
A COMBINAÇÃO ENT
O ESPAÇO E SUAS
FICOU INCRÍVEL.



A GENTE
TÁ LEVANTANDO UMA
CÁ NO ESTÚDIO. VAI SER UMA OFICINA.



A NOSSA PROPOSTA
NÃO TERMINA AQUI.
INTERESSA-NOS BASTANTE
TROCAR EXPERIÊNCIAS,
SABER DE OUTROS DOMOS,
JÁ CONSTRUÍDOS
OU POR CONSTRUIR,
RECEBER CRÍTICAS AO LIVRO,
OUVIR OPINIÕES,
ETC. E TAL.
NOSSO ENDEREÇO É

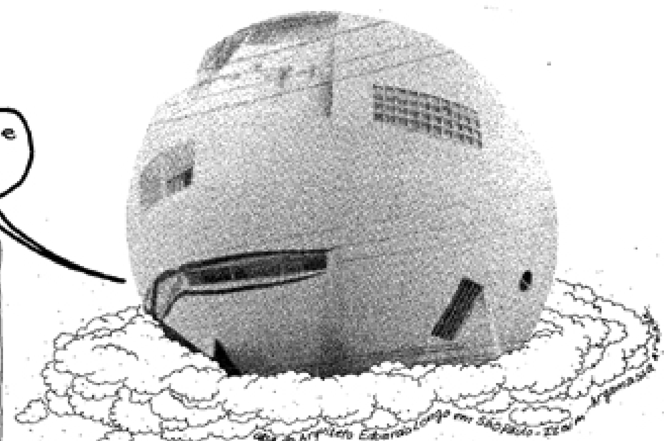


rua tácito de almeida
377 sumaré
01251
são paulo - sp
62-6854

o Vitor dá aula na PUC-Campinas e na Farias Brito
o JM tá na FAU
o Luis, o Robin e o Ary deram uma bruta força prá sair o livro
o Ary ajudou pacas na parte de trigonometria esférica

bom,
taí o livro.
tá feito
se a gente fosse fazer de novo, a gente faria tudo completamente diferente

"GEODÉSICAS & CIA."
Vitor Amaral Lotufo
João Marcos de Almeida Lopes
Tiragem de 3.000 exemplares
Fotolitos "STUDFOCO"
Impressão
"GARILLI ARTES GRÁFICAS"
Edição
projeto
editores associados ltda.
rua cinderela, 62 tel 813-0678/0648
01456 São Paulo



casa do Arquiteto Eduardo Longo em São Paulo