

**Cálculo de resistência de vidros para aquários e
considerações sobre a montagem baseado nos
tópicos discutidos no fórum da Reef Corner**

(O processo de cálculo foi extraído do site <http://www.fnzas.org.nz> , traduzido e adaptado por Roberto M. Bormann sob licença do autor, Warren Stillwell)

Introdução

Até hoje tem sido um verdadeiro mistério saber a espessura correta dos vidros dos aquários. Existem várias tabelas e dicas que especificam a espessura necessária para os vidros de aquários dos mais diversos tamanhos. O maior defeito dessas informações é que não são indicados os fatores de segurança nem é dada nenhuma indicação de como foram feitos os cálculos.

Este artigo pretende servir de auxílio àqueles que levam a sério o projeto de aquários ajudando-os a calcular a espessura correta dos vidros, baseado no que seria um fator de segurança aceitável. Serão considerados outros pontos de interesse assim como as fórmulas utilizadas.

Estas informações devem ser utilizadas apenas como um guia, e em nenhum aspecto devem ser aplicadas como uma garantia de sucesso. Elas são baseadas apenas em métodos comprovados para o cálculo das tensões a que os vidros são submetidos, e não considera defeitos de fabricação dos vidros nem falhas de montagem.

Opinião RC

Quando algum aspecto do texto já tiver sido discutido no fórum RC, colocaremos as conclusões atingidas nesta forma. Assim saberemos qual a opinião da maioria (desde que devidamente comprovada) e disseminaremos o conhecimento adquirido.

A natureza dos vidros

O vidro é um material totalmente rígido. Ele pode sofrer uma pequena flexão, mas não tem a capacidade de deformar-se como os metais. Ele se dobra até um certo ponto e se quebra. É essa limitação na flexão que baliza o cálculo de espessura.

O vidro apresenta também uma grande variação na sua resistência. Amostras para teste de uma produção uniforme comprovam isto. (Veja características físicas dos vidros – Resistência à tensão 19.3 a 28.4 Mpa).

O vidro é pouco resistente à tensão, é elástico até seu ponto de quebra e não apresenta ductilidade. Não é capaz de sustentar uma deformação permanente e não dá nenhum aviso de que vai se romper, como por exemplo, mostrando uma deformação após a carga ser removida.

Uma característica importante é a sua capacidade de resistir a um impacto de aproximadamente duas vezes a sua resistência especificada. (por ex: bater fortemente no aquário com sua mão). Esta é a característica que salva muitos aquários quando são acidentalmente atingidos. A variabilidade da resistência dos vidros devido a idiosincrasias no processo de produção sinaliza que um fator de segurança adequado deve ser utilizado quando se calcula sua espessura. O fator comumente aceito e utilizado neste trabalho será de 3,8. Este valor foi estatisticamente determinado pelos fabricantes dos vidros e representa uma garantia de não quebrar em 99,5% dos casos. O meio por cento restante se deveria a maus tratos e defeitos muito graves na produção dos vidros.

Mesmo não sendo uma garantia perfeita, ele elimina os riscos advindos de defeitos ou má qualidade dos vidros. Os principais defeitos que podem causar rompimento são os riscos e lascas. Um ponto de tensão na superfície do vidro também pode comprometê-lo. Por isso se recomenda acolchoar a base do aquário com isopor ou semelhante, evitando assim a presença de cargas pontuais, como grãos de poeira ou detritos.

Opinião RC

Carga pontual seria o equivalente a se colocar todo o aquário apoiado sobre a ponta de um prego! É fácil visualizar a situação mesmo para quem não domina a física.

Como o vidro não tem flexibilidade suficiente para absorver essa pressão enorme num só ponto, o resultado é a quebra. Sempre que um vidro estiver sendo forçado de alguma maneira, serão gerados um ou mais pontos de tensão. Estes pontos de tensão são naturalmente invisíveis e mais cedo ou mais tarde se tornarão catastrófica e visíveis. A solução é a prevenção.

É possível reduzir o fator de segurança caso o vidro seja de excelente qualidade e não possua tensões internas. **A redução do fator de segurança corre por conta e risco do projetista.**

Quando da montagem deve-se utilizar o composto adesivo (quase sempre silicone) com uma espessura mínima de 0,5 a 1mm para permitir a compensação das irregularidades das bordas dos vidros. Quando o vidro é cortado não se forma uma borda perfeitamente alinhada., a não ser que ela seja especialmente polida.

O vidro temperado é consideravelmente mais resistente do que o comum. Contudo não pode ser cortado. Caso se deseje usar o vidro temperado, ele deve ser cortado nas dimensões finais, receber acabamento e ser enviado para ser endurecido. A resistência térmica do vidro temperado também é aumentada. Um vidro comum de 6mm a 21° C se romperá se atirado à água quando o vidro estiver 55° C mais frio ou mais quente do que a água. O vidro temperado se romperá quando esta diferença for de 250° C. Tem também uma resistência à tensão 5 vezes maior do que o vidro comum. O vidro comum tem uma vantagem muito importante quando é aplicado aos aquários. Ele tem uma tendência a se quebrar menos espetacularmente do que o vidro temperado, tipicamente com uma rachadura enquanto que o temperado se quebra como os vidros antigos dos carros – 100% de fragmentação.

O vidro tem um coeficiente de expansão linear muito menor do que o dos metais. Isto é muito importante se uma moldura metálica for usada como parte da estrutura do aquário. Se for o caso o aquário deverá ser construído e armazenado a uma temperatura similar ao do local de instalação. O comprimento do aquário determinará quanto da sua elasticidade deverá ser acomodada pelo composto adesivo utilizado. A borracha de silicone é o composto adesivo selante mais comum. A espessura da camada de selante deverá ser alterada de acordo com o comprimento da união. Pode ser considerada uma regra de 2 a 3mm de selante para cada metro de união. Isto permitirá que o silicone acomode as diferenças de expansão e contração presentes entre o vidro e o metal.

Opinião RC

A colagem dos vidros com silicone claro ou preto foi discutida no fórum e a tendência ao uso do silicone preto se dá pela sua característica de bloquear a passagem da luz impedindo assim a proliferação de algas entre o vidro e o silicone que provocaria o seu descolamento no futuro. Este é um fator de segurança que não deve ser desprezado.

A resistência oferecida pela junta de silicone foi motivo de consulta a alguns fabricantes conhecidos e o resultado não foi algo extremamente esclarecedor, mas fizemos algumas perguntas e as respostas estão no fórum. Quem se dispôs a responder detalhadamente foi a Alba Química e a íntegra da consulta está transcrita adiante:

1- Existe algum limite de adesividade relativo ao tempo após curado? Tenho tido informações que após 5 anos começam os problemas de descolamento.

Resp. Não existe limite de adesividade, pois o selante possui uma adesão química com o substrato e uma vez isto acontecendo de forma normal e correta, não há perda desta interação química;

2- Onde deve ser feita a colagem? Normalmente se usam as seguintes posições:

a - entre o topo de um vidro e a borda da face do outro

b - colocado internamente fazendo o preenchimento do canto e com a superfície ligeiramente côncava

c - uma combinação de ambos

Resp. As colagens normalmente seguem as posições descritas, mas dependendo do tamanho do aquário a melhor posição é a descrita no item "b", mas sem a necessidade da superfície côncava. De qualquer forma, vale a pena ressaltar que *quanto maior for a junta e conseqüentemente maior a quantidade de Flexite empregado, melhor a resistência e a colagem; (Ou seja, não há definição do melhor método, só a quantidade importa – eles vendem silicone.)*

Qual seria a sua orientação para máxima resistência?

Resp. Para uma máxima resistência, indicamos uma junta triangular com tamanho variável e apropriada ao tamanho do aquário; **(Mas não esqueça que eles vendem silicone!)**

3- A luz actínica (UV) ou a luz de grande intensidade provocam envelhecimento precoce do silicone comprometendo sua aderência?

Resp. Não. O polímero de silicone tem uma excelente resistência a luz UV e uma vez aderido quimicamente, a luz não é suficiente para comprometer a sua performance;

4- O calor da iluminação provoca envelhecimento precoce do silicone comprometendo sua aderência?

Resp. Não. O polímero de silicone também tem uma excelente resistência ao calor;

5- A água salgada provoca envelhecimento precoce do silicone comprometendo sua aderência?

Resp. Não. O polímero de silicone especificado para o uso em aquários possui excelente resistência a imersão em água doce e salgada;

6- A tração permanente exercida pela pressão da água provoca envelhecimento precoce do silicone comprometendo sua aderência?
Resp. Uma junta mal dimensionada é capaz de comprometer a resistência do selante, causando assim a sua ruptura, mas nunca comprometendo sua aderência;

7- Que outros fatores poderiam provocar envelhecimento precoce do silicone comprometendo sua aderência?
Resp. Neste tipo de aplicação específica (aquários) os únicos fatores que podem comprometer a aderência são a limpeza das superfícies e o dimensionamento das juntas;

8- Qual o solvente indicado para a limpeza das áreas a serem coladas?
Resp. Poderia estar usando álcool isopropílico, pois este é um excelente removedor de gorduras, mas é necessário aguardar a secagem total deste para que não comprometa a colagem.

Opinião RC

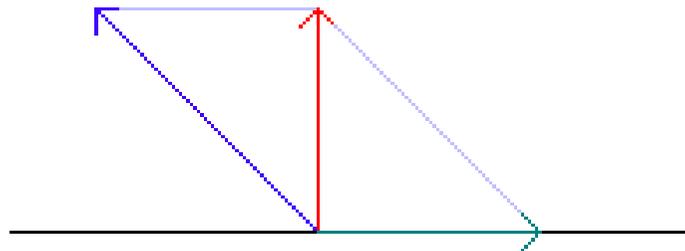
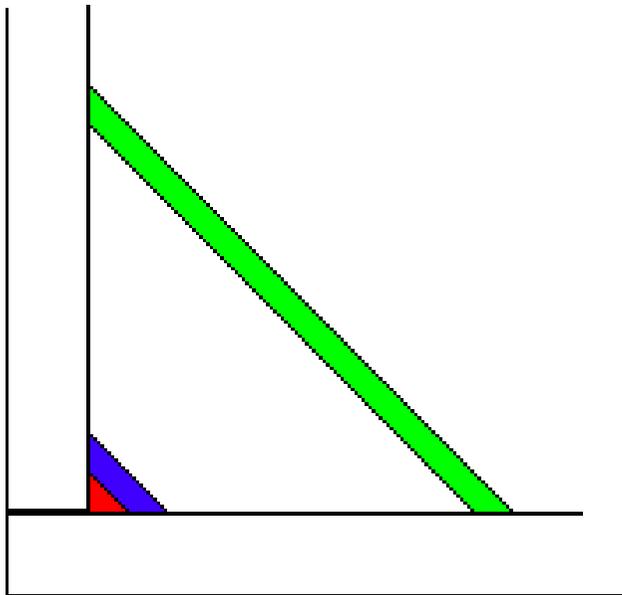
Antes desta consulta havíamos questionado a colagem tradicional e a análise, feita pelo Alexandre Góes, das forças envolvidas na colagem mostrou que a sobra triangular, que é recomendada pela Alba Química, não tem qualquer utilidade estrutural, além de prejudicar o aspecto visual sendo, com o passar do tempo, removida pela raspagem. Assim, o tipo de colagem intervidros, ou seja silicone apenas entre as superfícies dos vidros sem a tradicional sobra pode ser utilizado, como vem sendo feito por inúmeros aquariófilos do RC. A empresa DOW Corning absteve-se de responder e informou que nenhum dos seus produtos de silicone é recomendado em aplicações submersas! (e isto se aplica a aquários) portanto temos que confiar no nosso discernimento e experiência. Não há muito a temer conquanto se mantenha a limpeza e o capricho na colagem. Afinal não seria de se esperar que uma empresa comprometesse o seu bom nome em uma aplicação fora de seu controle.

Mas a vasta maioria (quase 70% dos nossos colegas que responderam à pesquisa) usa silicone entre e por dentro o travas

Enviada - 04/09/2002 : 4:30:08 PM □ □ □

Fala Galera,

Roberto, não tem o MENOR problema em questionar, principalmente em relação a assuntos novos. Esse, por exemplo, nunca foi discutido aqui no fórum. Pela sistemática q vc fez do problema já vi q deve ser bem simples debater racionalmente contigo. Usando a MESMA qtidade de silicone, o método de colagem intervidros é mais eficiente, isso vc já concordou, certo? No intervidros, nesse exemplo q vc deu, tem-se uma seção transversal de 10mm^2 ($1\text{mm} \times 10\text{mm}$) enqto q a tripa gastaria 50mm^2 ($(10\text{mm} \times 10\text{mm}) / 2$), 5 vezes mais. Interessante notar é q qdo se faz a tripa, a seção nunca fica um triângulo. A hipotenusa dele fica sempre convexa, ou seja, a resistência já diminui bastante, concorda? Mas vamos supor q vc fez uma reguinha de largura $10 \times \sqrt{2}$ p/ dar o acabamento perfeito ao triângulo, sem deixar a hipotenusa ficar convexa. Fiz um rascunho aqui p/ facilitar...



Na figura da esquerda temos a seção triangular em destaque em duas cores diferentes (vermelha e azul). Vc acha q a força de adesão da seção vermelha é igual a da seção azul? Se a teoria de q o q importa é a área de contato, ambas deveriam ter a MESMA força de adesão. Imagine q esse aquário pudesse ser seguro por apenas 5mm de silicone intervidros. Será q apenas a seção azul (q tb tem 5mm, seguraria o vidro no lugar? Imagine q haja a seção vermelha, mas ela não tenha qq tipo de aderência, p/ evitar a deformação da seção azul.



Extrapolamos mais um pouco. Considere a seção verde, com toda a área inferior a ela preenchida (pelo mesmo motivo já apresentado). Ela continua tendo 5mm de contato. O q aconteceria? Ela, com certeza, se esticaria como um elástico e rapidamente se romperia. Daí podemos concluir q qto maior distância entre as superfícies a serem unidas, menor é o poder do silicone em mantê-las a uma mesma distância. No ponto mais afastado da união entre os vidros, temos uma distância de $10\sqrt{2}$ m entre as superfícies. Usando silicone intervidros temos uma distância fixa de 1mm entre as superfícies.

Se esse argumento ainda não foi o suficiente, aqui vai outro, p/ já agilizar. 🤖

Repare no desenho da direita, onde decompus, resumidamente, as forças q atuam sobre o vidro. O vidro precisa fazer uma força oposta a q a água exerce sobre ele, normal a superfície do mesmo. Essa força é representada pelo vetor vermelho. Já q apenas o silicone está segurando o vidro, e ele se encontra em 45° , a força q ele exercerá será nesse sentido (vetor azul). Note q surge uma força paralela ao vidro tb (em verde), na decomposição do vetor vermelho.

Sem nem precisarmos entrar no mérito da influência da força representada em verde, repare no módulo (tamanho) dos vetores vermelho e azul. O vetor azul tem $10\sqrt{2}$ do tamanho do vetor vermelho, ou aprox. 41% maior. Isso indica q, ao decompor a força na direção do silicone, ele precisará suportar uma força 41% maior. No caso do uso do silicone intervidros a força a ser segura será a q é representada pelo vetor vermelho, ou seja, bem menor.

Qq coisa eu acho mais uns argumentos aqui... 🤖

Um [],
Alexandre Góes
www.reefcorner.org

De volta aos vidros

Características Físicas dos Vidros

Densidade:	Aprox. 2.5 at 21°C
Coefficiente de expansão linear:	$86 \times 10^{-7} \text{ m/}^\circ\text{C}$
Ponto de amolecimento:	730°C
Modulo de Elasticidade:	69 GPa ($69 \times 10^9 \text{ Pa}$)
Taxa de Poisson:	Vidro comum .22 to .23
Resistência à compressão:	25mm: 248 MPa ($248 \times 10^6 \text{ Pa}$)
Resistência à tensão: (v. comum)	19.3 a 28.4 MPa para carga permanente
Resistência à tensão (v. temperado)	175 MPa.

Considerações de Projeto:

Os cálculos a seguir supõem que o vidro seja suportado em todo seu perímetro e pelos quatro lados. O cálculo será o mesmo, independente do vidro ter suas junções sob compressão ou tensão . Um aquário típico feito todo de vidro tem suas juntas sob tensão, cisalhamento ou ambos. Este método de construção se baseia na capacidade que o silicone tem de manter a adesão, que é a maneira mais fraca de se unir os vidros. Aquários com estrutura metálica mantêm o silicone sob compressão. O silicone não sofre nenhum tipo de tensão de ruptura e serve apenas como selante.

A espessura do fundo será definida por um segundo grupo de cálculos, mas não se aplica um aquário cujo fundo esteja bem suportado por baixo, de uma maneira homogênea e uniforme. A superfície tem que estar bem nivelada. Em aquários extremamente grandes pode ser difícil atingir um nivelamento adequado, assim um composto auto-nivelante precisa ser incluído antes de assentar a base e montar o interior do aquário. Se o aquário for suportado apenas pelos quatro cantos, então será necessário utilizar o segundo grupo de cálculos. No caso do aquário de fundo suportado, basta utilizar um vidro com a mesma espessura do restante, o que aumentará significativamente a segurança geral.

NOTA:

Os cálculos consideram que a água estará no máximo até a borda superior do vidro. Se o vidro for apenas uma janela abaixo da superfície, este caso estará fora do escopo destes cálculos.

Opinião RC

Aqui entra outro tópico já discutido no fórum. O travamento. O autor da matéria sobre os cálculos supõe que os vidros estejam suportados pelos quatro lados, o que não é possível pois os aquários são abertos em cima. O travamento serviria de paliativo para este problema uma vez que a tira de vidro colada na borda superior dos vidros fornece alguma sustentação e ajuda na limitação da flexão da borda que estaria livre. Infelizmente o cálculo desta tira não está coberto pelo autor.

Em consulta posterior ao autor dos cálculos, questioneei a colocação das famosas travas francesas e a resposta foi de que, segundo ele, deveriam ter como largura de 7 a 10 vezes a espessura dos vidros e as travas transversais não deveriam estar a mais de 60cm uma da outra. Assim o vidro estaria perfeitamente suportado pelo quarto lado, como pressuposto nos cálculos.

Apesar de não conhecermos os cálculos que o levaram a estes valores podemos considerar intuitivamente seguros e recomendáveis.

Cálculos

Termos usados:	
Comprimento em mm (L):	O comprimento do aquário.
Largura em mm (W):	Medida da frente até a traseira do aquário.
Profundidade em mm (H):	A profundidade total da água em contato com o vidro e que não exceda a borda superior.
Espessura em mm (t):	A espessura do vidro.
Pressão da água (p):	A força em Newtons (N) por mm quadrado.
Tensão de flexão permitida (B):	Resistência à tensão / Fator de segurança
Modulo de Elasticidade (E):	Contante de elasticidade do vidro

A relação entre comprimento e altura afetam a resistência do vidro. A tabela abaixo contém as constantes alfa e beta a ser usadas baseadas nesta relação.

Tabela de valores alfa e beta usados nos cálculos

Relação entre comprimento e altura (L/H)	Para vidros laterais		Para vidro de fundo	
	Alfa	Beta	Alfa	Beta
0.5	0.003	0.085	0.0444	0.2874
0.666	0.0085	0.1156	0.0616	0.3762
1.0	0.022	0.16	0.077	0.453
1.5	0.042	0.26	0.0906	0.5172
2.0	0.056	0.32	0.1017	0.5688
2.5	0.063	0.35	0.111	0.6102
3.0	0.067	0.37	0.1335	0.7134

Quando a relação for ≤ 0.5 , use valores Alfa e Beta para 0.5.

Quando a relação for ≥ 3 , use valores Alfa e Beta para 3.

Nota: Para vidro de fundo, use Relação entre comprimento e largura (L/W).

A pressão da água (p) é diretamente proporcional à altura vezes a força da gravidade (9,81)

$$p = H \times 9,81 \text{ em N/mm}^2$$

Tensão de flexão permitida (B) é igual a Resistência à tensão / Fator de segurança.

$$B = 19.2 / 3.8 = 5.05 \text{ N/mm}^2 \text{ (para um fator de segurança = 3.8)}$$

Cálculo dos vidros frontais e laterais

A espessura do vidro (t) é obtida por:

(raiz quadrada do fator de largura (beta) X altura (H)³ X 0.00001) / Tensão de flexão permitida (B).

assim; $t = \sqrt{((\text{beta} \times H^3 \times 0.00001) / 5.05)}$ em mm

Selecione beta e alfa na tabela de relação comprimento X altura.

A deflexão do vidro é obtida por:

(alfa X pressão da água (p) X 0.00001 X altura⁴) / (Modulo de elasticidade (E) X espessura³ (t³)).

deflexão = (Alfa X p X 0.00001 X H⁴) / (69000 X t³)

Exemplo:

Comprimento do aquário = 3000mm

Altura do aquário = 950mm

Fator de segurança = 3.8

relação L/H >3 sendo Beta = 0.37 e Alfa = 0.067

$p = 950 \times 10 = 9500\text{N/m}^2$

Espessura do vidro:

$t = \sqrt{((0.37 \times 950^3 \times 0.00001) / 5.05)} = 25.06\text{mm}$

Deflexão = $(0.067 \times 9500 \times 0.000001 \times 950^4) / (69000 \times 25.06^3) = 0.48\text{mm}$

Cálculo do vidro de fundo

Existe uma pequena diferença no cálculo da espessura do vidro de fundo. O beta agora é calculado pela relação comprimento X largura.

A altura ainda será usada para calcular a pressão. Use os valores alfa e beta para vidro de fundo, na tabela.

A espessura do vidro de fundo (t) é proporcional à raiz quadrada do fator de largura (beta) X altura (H)³ X 10⁻⁵ / Tensão de flexão permitida (B), - da mesma forma que nos vidros laterais

$$t = \sqrt{((\text{beta} \times H^3 \times 0.00001) / 5.05)} \text{ em mm}$$

Selecione os valores alfa e beta para vidro de fundo, na tabela.

A deflexão do vidro é obtida por:

$$(\text{alfa} \times \text{pressão da água (p)} \times 10^{-5} \times \text{altura}^4) / (\text{Modulo de elasticidade (E)} \times \text{Espessura (t}^3)).$$

$$\text{Deflexão} = (\text{Alfa} \times p \times 0.000001 \times H^4) / (69000 \times t^3)$$

Exemplo:

Comprimento do aquário = 3000mm

Largura do aquário = 900mm

Altura do aquário = 950mm

Fator de segurança= 3.8

relação L/W > 3 assim, Beta = 0.7134 e Alfa = 0.1335

$$p = 950 \times 10 = 9500\text{N/m}^2$$

Espessura do vidro de fundo:

$$t = \sqrt{((0.7134 \times 950^3 \times 0.00001) / 5.05)} = 34.83\text{mm}$$

$$\text{Deflexão} = (0.1335 \times 9500 \times 0.000001 \times 950^4) / (69000 \times 34.83^3) = 0.355\text{mm}$$

Tamanhos mais comuns de aquários

Note o aumento de deflexão quando se reduz o fator de segurança de 3,8 para 2.

Comprimento	Altura	Razão L/H	Espessura	Deflexão	Fator de segurança
2400	500	4.80	6.9	0.91	2
2400	500	4.80	9.6	0.35	3.8
1800	700	2.57	11.5	1.07	2
1800	700	2.57	15.8	0.41	3.8
2030	830	2.45	14.4	1.19	2
2030	830	2.45	19.9	0.46	3.8
1200	940	1.28	15.0	1.32	2
1200	940	1.28	20.7	0.51	3.8
400	300	1.33	2.7	0.75	2
400	300	1.33	3.7	0.29	3.8
600	300	2.00	3.0	0.73	2
600	300	2.00	4.1	0.28	3.8
600	450	1.33	5.0	0.92	2
600	450	1.33	6.8	0.35	3.8
1000	700	1.43	9.6	1.14	2
1000	700	1.43	13.29	0.44	3.8
1200	500	2.4	6.8	0.93	2
1200	500	2.4	9.3	0.35	3.8
1800	600	3.0	9.1	0.99	2
1800	600	3.0	12.6	0.38	3.8
1200	300	4.00	3.2	0.70	2
1200	300	4.00	4.4	0.27	3.8
600	600	1.00	6.0	1.15	2
600	600	1.00	8.3	0.44	3.8
300	600	0.50	4.4	0.40	2
300	600	0.50	6.0	0.15	3.8
400	500	2.80	6.9	0.91	2
1400	500	2.80	9.6	0.35	3.8
1600	600	2.67	9.1	0.99	2
1600	600	2.67	12.6	0.38	3.8
2400	600	4.00	9.1	0.99	2
2400	600	4.00	12.6	0.38	3.8

Conclusões:

Resultados: (48 votos computados)

O silicone fica só entre os vidros e não tem travas | (2.1 %)

O silicone fica só entre os vidros e tem travas | (4.2 %)

O silicone fica só no canto dos vidros e não tem travas | (2.1 %)

O silicone fica só no canto dos vidros e tem travas | (4.2 %)

O silicone fica entre os vidros e no canto e não tem travas | (6.3 %)

O silicone fica entre os vidros e no canto e tem travas | (68.8 %)

NRA | (12.5 %)

1 voto(s)

2 voto(s)

1 voto(s)

2 voto(s)

3 voto(s)

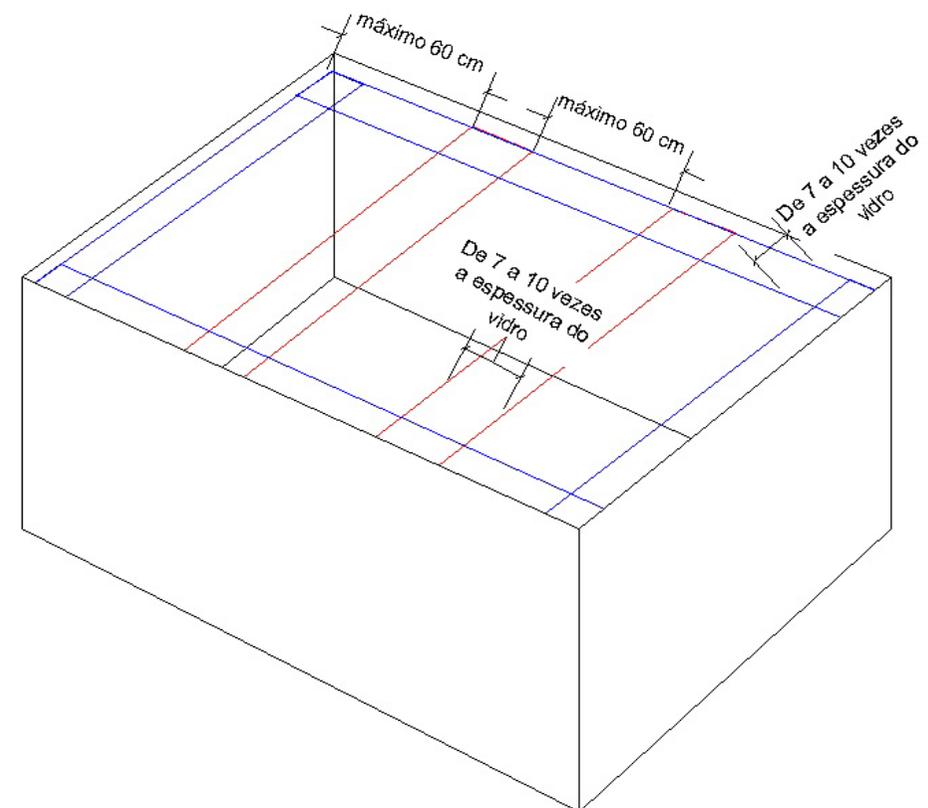
33 voto(s)

6 voto(s)

Como vemos na pesquisa a grande maioria do pessoal que votou usa silicone intervidros e com sobra por dentro, travas francesas e transversais. A única diferença do que foi proposto neste trabalho é a presença das sobras internas que não têm função estrutural e só afetam o lado visual do aquário.

O uso do silicone preto foi considerado útil no aspecto da proteção que ele poderia promover evitando a proliferação de algas entre o silicone e os vidros o que certamente enfraqueceria a junção podendo levar ao descolamento.

O desenho ao lado mostra a disposição e dimensões sugeridas para a colocação das travas.



Sugestão para montagem de um aquário

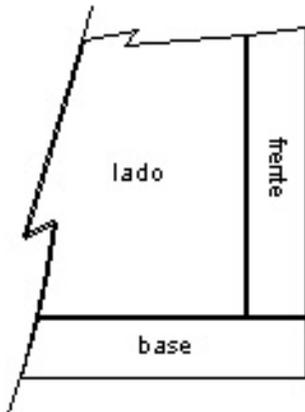
Esta seria a disposição inicial para preparar a colagem.

Coloque fita crepe formando o limite de espalhamento do silicone.

A seqüência de montagem para este caso será:

- 1 – Colocar os lados de pé.
- 2 – Colocar a frente e a traseira.

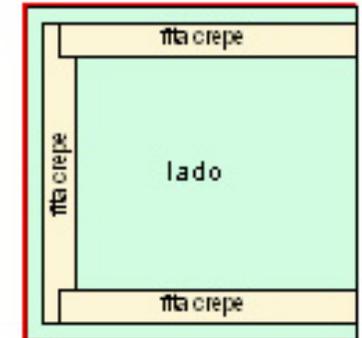
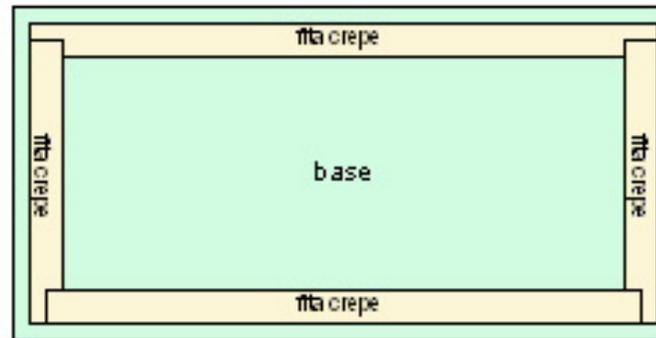
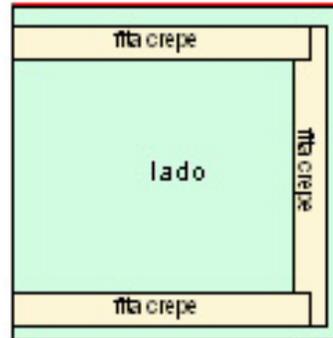
Esta será a aparência de um canto:



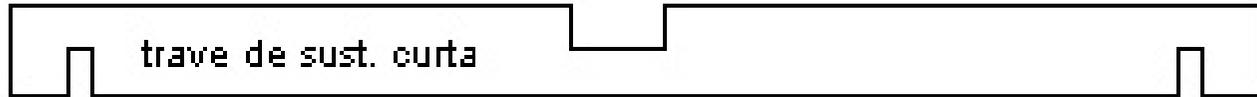
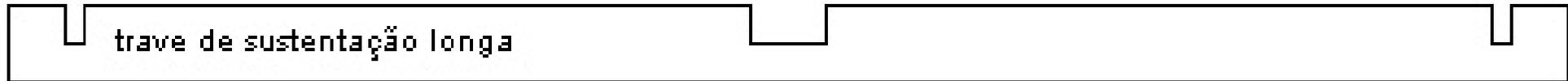
Como o manuseio dos vidros pode ser algo difícil, pode-se usar as traves mostradas na figura seguinte.

São sarrafos de qualquer

tipo de madeira com cortes simples e que podem ser fabricadas por qualquer pessoa com um mínimo de habilidade.



pontos de aplicação de uma camada fina de silicone, apenas nos topos dos vidros, imediatamente antes da montagem.



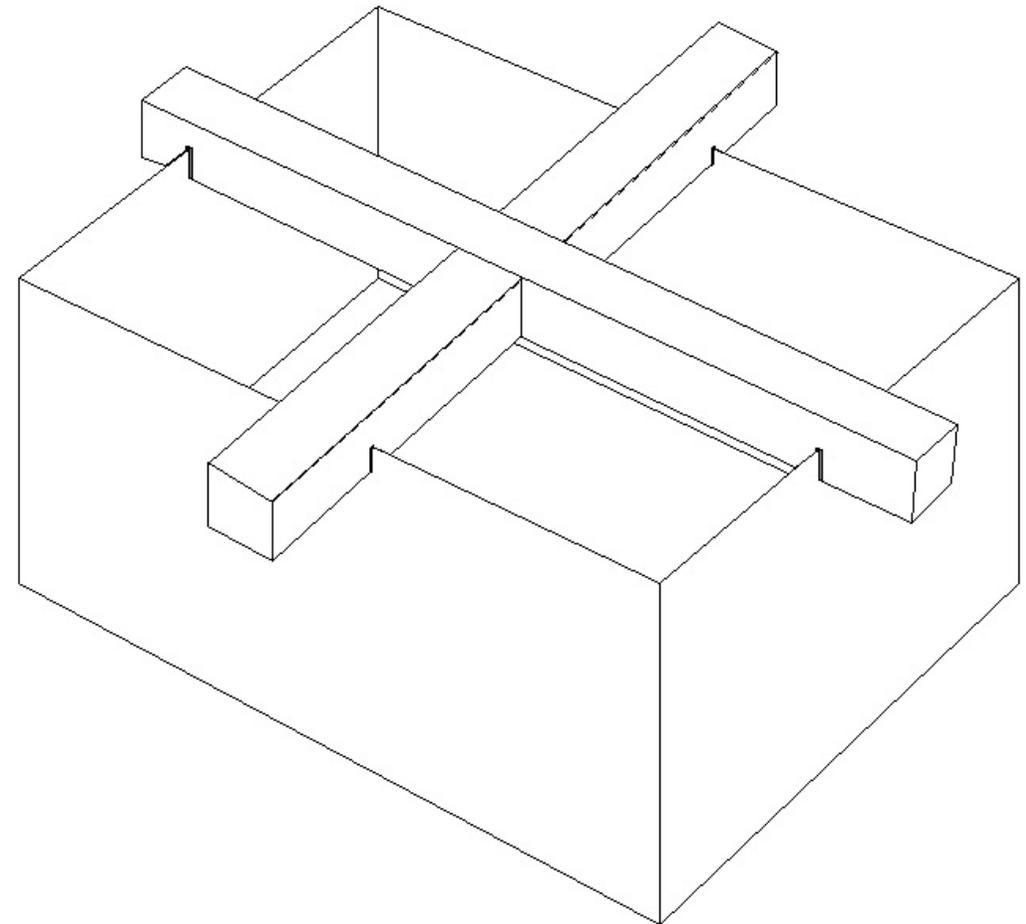
Estas traves são encaixadas formando uma cruz que manterá os vidros em posição vertical com relativa facilidade. A distância entre os cortes menores deve ser a mesma que existirá entre os vidros e os cortes centrais devem ser da mesma espessura dos sarrafos e de profundidade igual à metade da espessura dos sarrafos, de modo que encaixem de maneira fácil porém firme.

Coloca-se primeiro a trave longa, encaixada na borda dos vidros laterais, que os sustentará enquanto se posicionam os da frente e de trás. Quando estiverem posicionados coloca-se a trave curta encaixando na longa e na borda dos vidros.

Uma fita adesiva mantendo a posição da parte de baixo dos vidros pode ser útil no momento da colocação das traves

Caso seja preferida a colagem apenas intervidros esta é a etapa final.

Se for utilizada a colagem com sobra interna, deve-se aguardar a cura ou endurecimento do silicone e aplicar da maneira convencional a quantidade necessária de silicone internamente lembrando que a cura do silicone inicia muito rapidamente e por isso as fita adesivas internas devem ser retiradas sem demora.



Como fazer as traves:

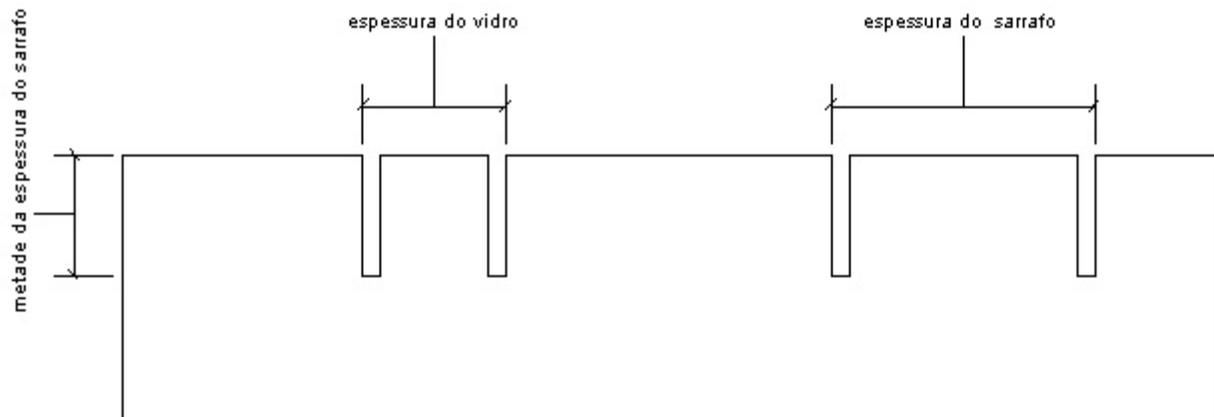
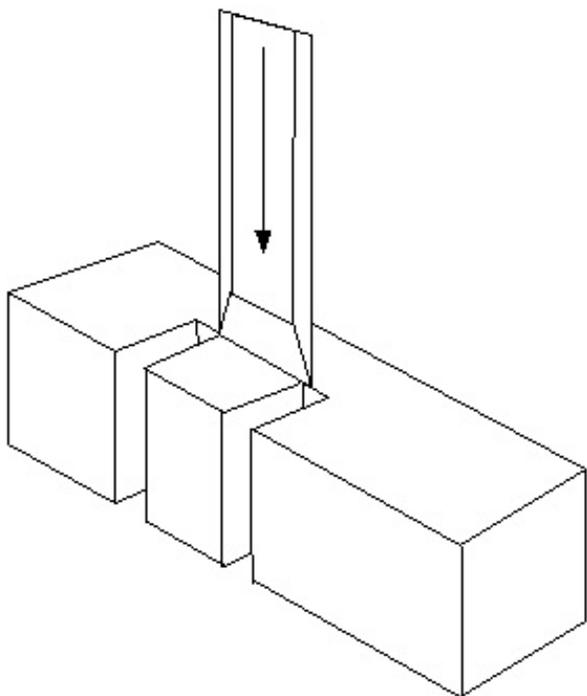
Ferramentas:

Qualquer tipo de serra ou serrote.

Um formão fino ou uma lâmina de corte frontal.

Marque cuidadosamente a posição dos cortes.

O acabamento não é importante, assim invista seus esforços na precisão das medidas.



Depois de feitos os cortes temos que remover o miolo que restou entre os cortes. Para isso usaremos o formão (ou outra lâmina) que será colocado na linha de fundo dos cortes e batido com um martelo. O bloco deverá sair inteiro. Se não sair, vá limpando o espaço com o formão até conseguir um espaço relativamente limpo.

Teste os encaixes nos vidros e entre as duas traves. Se não encaixar bem limpe mais um pouco, se ficar folgado é melhor refazer ou encontrar sua própria solução para eliminar a folga.

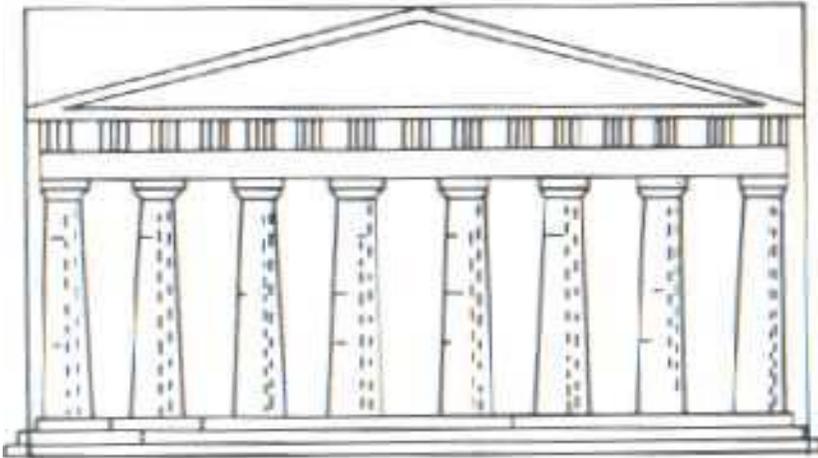
Dimensões do aquário

As dimensões do aquário são totalmente livres e dependem exclusivamente do gosto do aquarífilo. Porém fica a sugestão da utilização da relação matemática do retângulo áureo conforme abaixo:

RETÂNGULO ÁUREO: é o retângulo que tem os seus lados a e b na razão áurea $a/b = f = 1,618034$ portanto, o lado menor (b) é o segmento áureo do lado maior (a).

O retângulo áureo exerceu grande influência na arquitetura grega. As proporções do Partenon prestam testemunho desta influência. Construído em Atenas no século V a.C., o Partenon é considerado uma das estruturas mais famosas do mundo. Quando seu frontão triangular ainda estava intacto, suas dimensões podiam ser encaixadas quase exatamente em um retângulo áureo.

O número f aparece nas artes (retrato de "Isabelle d'Éste" pintado por Leonardo da Vinci), no pentágono regular estrelado, no corpo humano, nos animais, nas flores, na formação das árvores, na disposição das folhas em certas plantas, nos frutos, na espiral logarítmica, na construção do decágono regular, na construção do pentágono regular, em vários poliedros regulares, na pirâmide de Queops, nas danças



clássicas, nas grandes catedrais da Idade Média, na Arquitetura, no "modulor" de Le Corbusier, na poesia, na série de Fibonacci...



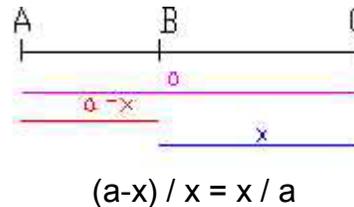
Concluindo

: Se você deseja um aquário de 1,50cm com dimensões perfeitas, divida o comprimento por 1,618 e obterá a altura mais proporcional possível, ou seja, 93cm. Experimente. Afinal são 5000 anos de estudo.

Para quem quer saber porquê

SEÇÃO ÁUREA: também chamada de razão áurea, foi estudada pelos gregos antes do tempo de Euclides de Alexandria que descreveu esta seção em sua proposição "dividir um segmento de reta em média e extrema razão"

1 - diz-se que o ponto B divide o segmento AC em média e extrema razão, se a razão entre o menor e o maior dos segmentos é igual à razão entre o maior e o segmento todo, isto é , $AB/BC = BC/AC$. Usando a notação moderna, podemos escrever esta relação assim:



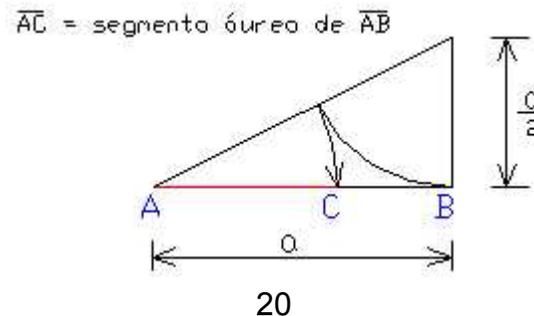
A raiz positiva 1,618034..., muitas vezes é indicada pelo símbolo f (fi) e às vezes por t (tau).

SEGMENTO ÁUREO: também chamado de segmento de ouro e número de ouro

1 - é o segmento resultante da divisão de um outro segmento AB em média e extrema razão, ou seja, é obtido quando se faz uma seção áurea no segmento AB.

2 - quando se quer obter o segmento áureo (a) de outro segmento dado AB basta multiplicar (AB) por $1/f$

3 - quando se quer obter o segmento AB onde (a) é o segmento áureo, basta multiplicar AB por f (f = número de ouro)



NÚMERO DE OURO: também chamado de razão áurea, seção áurea e segmento áureo; é simbolizado pela letra (f), inicial de Fídias, escultor grego que utilizou este número ou (t), tau

1 - é o número obtido quando se divide (a) por (b)

$$(a+b) / a = a / b = f = 1,618034$$

$$f^2 = 2,618$$

$$1 / f = 0,618034$$

Esta proporção diz que a relação entre a soma de duas grandezas, e uma delas (a maior, que no caso é "a"), é igual à relação entre esta (a) e a outra (b). Isto de fato se obtém quando $a = 1,618$, que é o número de ouro. Portanto 1,618 é a razão entre os termos da proporção.

2 - é o único número positivo que satisfaz a relação $f^2 = 1 + f$.

3 - a igualdade $f = 2 \cdot \cos.(p)$ implica a presença do número de ouro em muitas proporções.

Exemplos: entre os elementos de polígonos regulares como: pentágonos, decágonos, estrelas pentagonais e decágonos.