

ARTIGO TÉCNICO TRITON**AS RELAÇÕES TRITON PARA 'MANUTENÇÃO DE AQUÁRIOS DE RECIFES DE CORAIS'**Ehsan Dashti¹ | Russell Kelley²

¹TRITON Applied
Reef BioScience,
Germany
²BYOGUIDES,
Townsville, Australia

Resumo

A prática de manutenção de aquários de recifes de corais em sistema fechado melhorou de forma significativa desde que testes de ICP precisos e econômicos da água do mar se tornaram amplamente disponíveis para os aquaristas marinhos. Contudo, a visão de que os sistemas de recifes de corais podem ser compreendidos principalmente em termos de depleção de elementos inorgânicos ignora a interação complexa entre a química orgânica e a biologia dos sistemas de recifes de corais: animais, plantas, bactérias, cianobactérias e fungos.

Para lidar com isso, alguns usaram aproximações bioquímicas (por exemplo a relação de Redfield) derivadas da análise do plâncton em mar aberto e as adotaram como uma diretriz para o comportamento da água do mar em sistemas fechados de recifes de corais. Aqui, com base na modelagem de um grande banco de dados de análises de água do mar de aquários de recifes de corais em sistemas fechados, podemos reportar que essa suposição está incorreta. Em vez disso, propomos um conjunto de proporções de carbono, nitrogênio e fósforo (relações TRITON) para uso em sistemas fechados de recifes de corais.

Usando o teste N-DOC (analisador elementar de CHNS) para produzir as relações TRITON, agora é possível inferir a presença de várias espécies de carbono e de nitrogênio e seu comportamento em vias metabólicas que não haviam sido medidas previamente, tornando possível controlar e manipular a química da água do mar em sistema fechado para aumentar a estabilidade do sistema.

* Nota: o valor de fósforo usado nas Relações TRITON foi fornecido por um teste recente de ICP.

Introdução

Aquaristas preocupados com a criação de sistemas de recifes de corais estão há muito tempo cientes da interconexão entre os processos químicos e biológicos onde pequenas variações na química de elementos e de compostos têm o potencial de causar respostas biológicas ou bioquímicas significativas.

Da mesma forma, as proporções entre as espécies químicas também precisam ser levadas em consideração.

Um conceito fundamental relacionado à química orgânica da água do mar é a relação de Redfield em que a proporção molar elementar de C:N:P (106:16:1) da maior parte do fitoplâncton é reportada. Superficialmente, pode parecer uma boa ideia adotar essas proporções em sistemas fechados e muitos aquaristas têm adicionado fontes de carbono e de nitrogênio sem realmente entender a cascata de reações que eles causam ou sem estarem aptos a testarem quais são as espécies químicas realmente envolvidas.

Neste artigo, relatamos pela primeira vez as proporções típicas (referidas daqui para frente como relações TRITON) encontradas em sistemas fechados de água do mar sob modernas técnicas de criação de recifes de corais.

Relações TRITON

As relações TRITON são uma ferramenta útil de solução de problemas para o aquarista moderno de recifes de corais que hoje tem acesso a testes analíticos laboratoriais. Quando usadas corretamente, elas permitem que o aquarista mantenha um equilíbrio mais natural dos compostos orgânicos encontrados na água marinha levando a uma melhor compreensão do sistema e a melhores soluções na criação.

As relações TRITON são as seguintes:

- A relação entre Nitrogênio e Nitrogênio no Íon Nitrato (N: NO_3^- / N)
- A relação entre Nitrogênio - Carbono - Fósforo* (N: C: P)
- A relação entre Carbono Inorgânico e Carbono Orgânico (C / i: C / o)
- A relação entre Nitrogênio - Carbono Inorgânico - Carbono Orgânico - Fósforo (N: C (i): C (o): P)

Método

Um grande número de análises foram feitas no período de um ano no TRITON Lab usando o analisador elementar (N-DOC) e ICP-OES (ICP) com modificações de propriedade feitas pelo TRITON Lab para melhorar a performance dos dados com água do mar. Testes N-DOC / ICP foram feitos com amostragem dupla em amostras de água marinha:

- a. enviadas de nossa base global de usuários TRITON.
- b. fornecidas por vários aquários públicos.
- c. fornecidas pelos parceiros do projeto Cairns Marine e Horniman Museum.

No momento da redação, o banco de dados de análises se baseava em 23.000 usuários e > 200.000 testes conduzidos pela TRITON Lab, representando o maior conjunto de dados analíticos sobre o comportamento da água marinha em sistemas fechados de recifes de corais jamais reunido.

As amostras foram manuseadas em condições de laboratório para minimizar a contaminação. Nenhuma diluição ou acidificação foi realizada e todas as amostras foram testadas dentro de um período de 3 dias e, novamente, depois de 5 dias para garantir que não houve mudança no carbono orgânico. Tubos de amostras foram testados quanto à adequação e o método foi validado para executar amostras não diluídas.

* Nota: o valor de fósforo usado nas Relações TRITON foi fornecido por um teste recente de ICP.

Os dados foram inseridos em um banco de dados para calcular as relações TRITON (como descrito abaixo) e visualizar os resultados para comparação. Os dados foram revisados semanalmente e comparados com as observações bioquímicas do fornecedor.

Discussão

Nossos testes mostraram que a relação de N: NO₃ / N é importante na compreensão do ciclo do nutriente nitrogênio em aquários marinhos. Normalmente, o ciclo do nitrogênio

marinho, como compreendido pelos aquaristas, concentra-se em uma série de reações de nitrificação mediada por bactérias – conforme Figura 1.

Contudo, na realidade, outro nitrogênio presente em moléculas orgânicas também tem seu papel e se torna cada vez mais influente em sistemas fechados menores. Por exemplo: proteínas se decompõem em aminoácidos, depois em Amônio / Amônia (NH₄ / NH₃), antes de finalmente chegar ao NO₃ através das reações familiares de oxidação – veja a Figura 2.

Ciclo do Nitrogênio

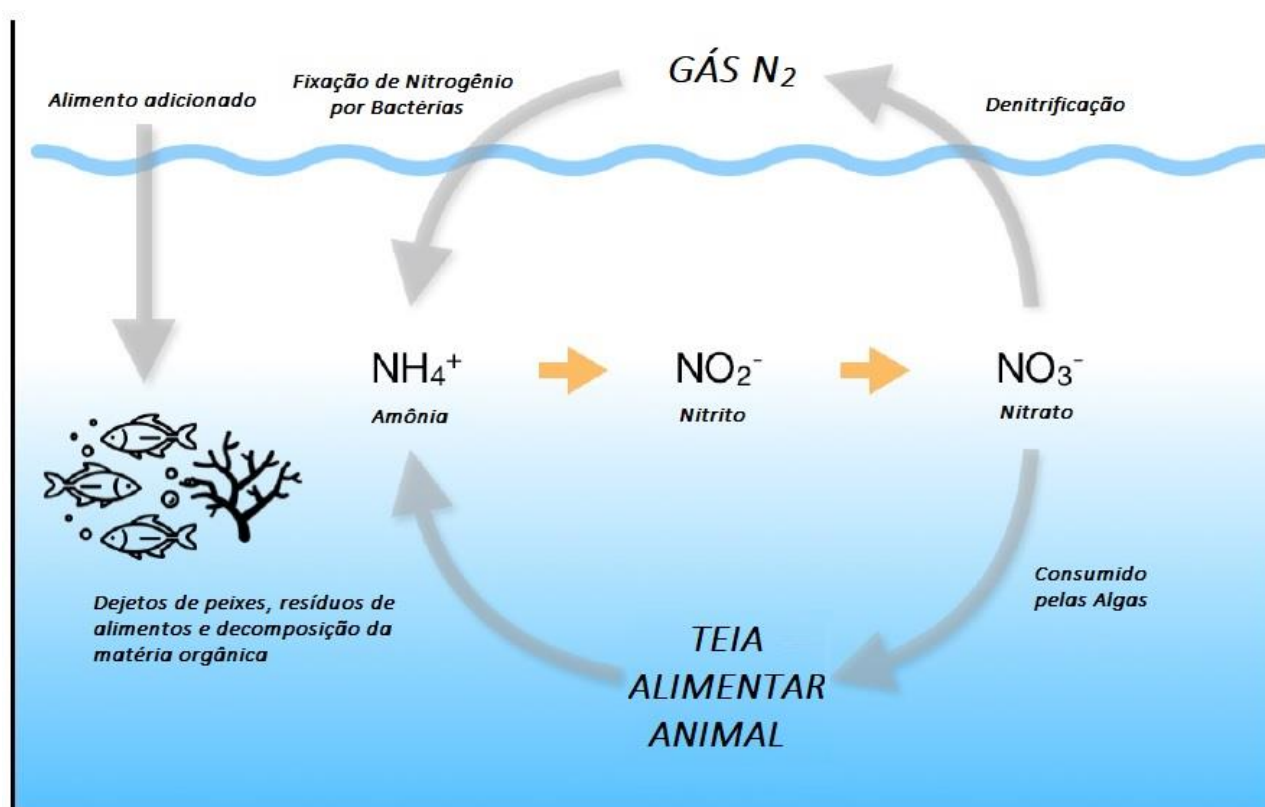


Figura 1: Ciclo do nitrogênio simplificado da forma que é compreendido por muitos aquaristas

* Nota: o valor de fósforo usado nas Relações TRITON foi fornecido por um teste recente de ICP.

É importante notar que o NH_4 (na metade do ciclo do nitrogênio) é um nutriente mais biodisponível e rico em energia para as bactérias do que o NO_3 formado no final. Consequentemente, estes organismos / reações orgânicas têm o potencial de influenciar a química da água do mar em sistemas fechados

de recifes de corais em conjunto com a via bacteriana de nitrificação bem conhecida tradicionalmente medida no estágio final do NO_3 usando kits de teste caseiro colorimétrico. De fato, medir o NO_3 sozinho é se concentrar em medir o N 'restante' no sistema orgânico depois de todo o resto ter bio-reagido.

Ciclo do Nitrogênio Estendido

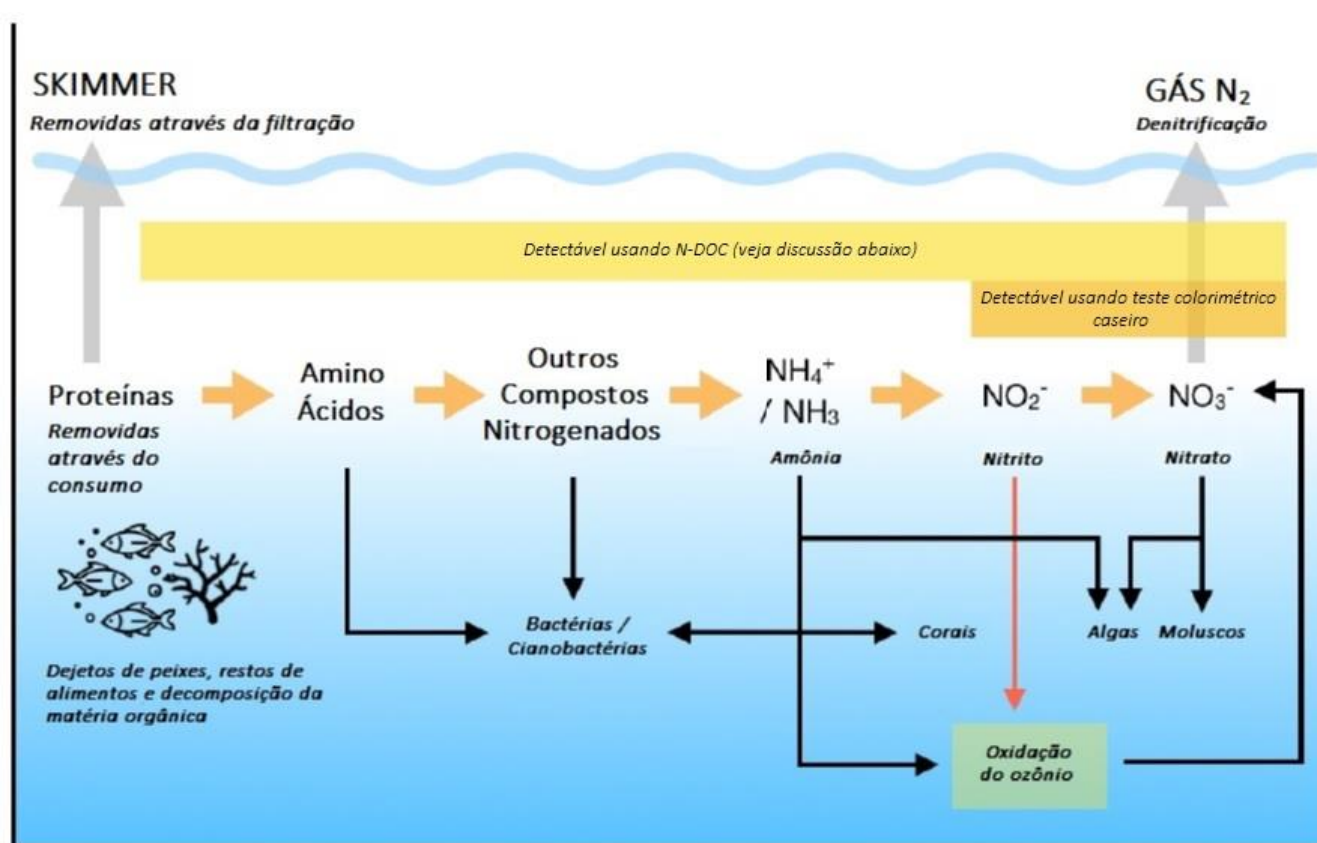


Figura 2: Representação esquemática do ciclo do nitrogênio estendido incluindo as etapas microbiológicas

* Nota: o valor de fósforo usado nas Relações TRITON foi fornecido por um teste recente de ICP.

Há muito tempo se entende que o excesso de matéria orgânica leva ao acúmulo de nutrientes e problemas envolvendo bactérias, cianobactérias e algas em aquários de recife de corais fechados. Tradicionalmente, o excesso de material orgânico como proteínas tem sido removido usando um skimmer de proteínas. Contudo, a suposição de que ao manter os nutrientes em níveis 'baixos' precisamos apenas medir o NO_3 para manter a saúde do sistema é muito simplista. Representa apenas parte da história.

Apesar do uso de skimmers de proteínas, a cascata de reações bioquímicas observadas na Figura 2 continuam, em maior ou menor grau, invisíveis e não medidas pelo aquarista. É crítico entender que não é garantido que essas reações vão influenciar diretamente o NO_3 de modo que é possível que um ambiente rico em nutrientes passe despercebido no teste de NO_3 .

A TRITON decidiu resolver este problema através da realização de pesquisas destinadas a compreender as vias de nutrientes nitrogenados em maiores detalhes e modelando como elas afetam o comportamento do sistema fechado de água do mar usando nosso grande banco de dados de observações analíticas.

O objetivo final é chegar a 'pontos de ajuste' que permitam que o aquarista mantenha a estabilidade ótima do sistema para promover o crescimento e a saúde dos corais inibindo ao mesmo tempo o desenvolvimento de respostas biológicas indesejadas de bactérias, cianobactérias e algas.

A partir deste trabalho foi possível derivar as proporções de espécies chave que podem ser mensuradas como as espécies químicas orgânicas e inorgânicas típicas de sistemas saudáveis de recifes de corais – as relações TRITON.

Nitrogênio e Nitrogênio no Íon Nitrato (N: NO_3 / N)

Relação TRITON em mol... 1: 3

A relação TRITON (N— NO_3 / N) diferencia quanto nitrogênio está ligado ao NO_3 e quanto está ligado a outras espécies nitrogenadas. Para o aquarista, essa proporção pode ser usada para:

- avaliar o desempenho (tamanho ou eficiência) de skimmers de proteínas.
- detectar a presença ou superabundância de amônio / aminoácidos devido ao baixo controle de nutrientes ou dosagem cega de fontes de carbono e de nitrogênio.
- entender a causa do surgimento de produtores primários: bactérias, cianobactérias e algas.

Manter a relação TRITON (N— NO_3 / N) em 1: 3 garante um equilíbrio competitivo entre os produtores primários e mantém as cianobactérias 'dentro dos limites' como bons metabolizadores de nitrogênio. A melhor compreensão dessa relação tem o potencial de entregar ainda mais controle ao aquarista e é um foco de pesquisas em andamento na TRITON.

Nitrogênio, Carbono e Fósforo* (N: C: P)

Relação TRITON em mol... 147: 12400: 1

A 'relação de nutrientes' mais amplamente conhecida entre aquaristas e a menos compreendida - especialmente porque refere-se à manutenção de aquários de recifes de corais. Muitos aquaristas estão cientes da relação de Redfield (1 Mol P: 16 Mol N: 106 Mol C - veja Introdução acima) e a usam como um guia para aquários fechados de água do mar. Essa é uma prática infeliz e potencialmente prejudicial promovida pelo marketing enganoso e por uma má

* Nota: o valor de fósforo usado nas Relações TRITON foi fornecido por um teste recente de ICP.

compreensão da ciência na indústria de aquários em geral.

A relação de Redfield é uma medida estequiométrica derivada de análises de biomassa de fitoplâncton em oceano aberto – e não da água do mar em si. Sobretudo, a relação não diferencia o carbono orgânico do inorgânico e não deve ser aplicada à água marinha em sistemas fechados de aquários de recifes de corais já que isso forneceria um ponto de ajuste de cerca de 0,24 mg para o carbono inorgânico – cerca de 117 vezes menor do que em recifes de corais de água do mar. Da mesma forma, se aplicado ao carbono orgânico, seriam obtidos valores aproximadamente 10 vezes menores do que em um recife de corais de água do mar.

Os valores de Redfield para nitrogênio e fósforo também precisam ser reavaliados, pois geralmente eles apresentam uma grande variação em ambientes com poucos nutrientes como os recifes de coral!

No entanto, nos aquários de recife de corais, a absorção destes nutrientes não precisa ser equilibrada, pois ambos nitrogênio e fosfato podem ser exportados discretamente do sistema de aquário por meio de denitrificação, skimmers ou removedores de fosfato.

Usando um analisador elementar CHNS modificado, a TRITON conduziu análises em amostras de sistemas de água do mar fornecidos por aquaristas ao redor do mundo para determinar o ponto de ajuste apropriado para a razão N-C-P na água marinha em sistemas fechados de recifes de corais. Essa proporção é uma grande descoberta em relação à compreensão da manutenção de aquários de recifes de corais moderna.

Manter a relação TRITON para N-C-P é o fundamento do equilíbrio da química da água na manutenção de recifes de corais e é

fundamental para permitir que o aquário de corais tenha uma bela aparência! Partir dessa proporção é desfavorável ao crescimento e à saúde dos corais e pode levar a problemas com bactérias / cianobactérias, mesmo que outras medidas químicas (por exemplo a análise ICP) estejam adequadas.

Carbono Inorgânico e Orgânico (C / i: C / O)

Relação TRITON em mol... 9: 1

Essa nova proporção não é familiar para os mantenedores de recifes porque até agora não era possível para os aquaristas considerar o carbono inorgânico e orgânico separadamente. O teste N-DIC fornece uma nova lente de alta resolução para entender o comportamento do carbono em aquários de recifes de corais.

O objetivo principal dessa proporção é avaliar o impacto da suplementação de carbono inorgânico através do fornecimento de uma medida de quão efetivamente ele está sendo metabolizado.

Os valores devem ser mantidos em equilíbrio já que a suplementação de carbono inorgânico é um parâmetro muito importante, senão o mais importante para a manutenção de aquários de recifes de corais. Ele não só entrega os íons carbonato necessários para a formação do esqueleto de corais pedregosos, caracóis e mariscos mas também o CO₂ (na forma de H₂CO₃) necessário para a fotossíntese.

Nitrogênio, Carbono Inorgânico, Carbono Orgânico e Fósforo* (P: C (i): C (o): N)

Relação TRITON em mol... 1: 1150: 1250: 147

Essa relação TRITON é uma medida otimizada para sistemas fechados de recifes de corais.

* Nota: o valor de fósforo usado nas Relações TRITON foi fornecido por um teste recente de ICP.

Mais uma vez, está em desacordo com valores do mundo natural que são conhecidos por variar de acordo com latitude, profundidade e época do ano.

Essa relação também se aproveita da capacidade do teste N-DOC de diferenciar as formas inorgânicas e orgânicas de carbono, fornecendo uma poderosa ferramenta de solução de problemas para questões específicas como o baixo crescimento e a fraca coloração dos corais.

Por exemplo, se C (o) e C (i) são baixos, mas N e P são altos, suplementar o meio com um metal alcalino-terroso e um sal de carbono orgânico, como o acetato de cálcio pode resolver o desequilíbrio diminuindo os nutrientes devido à metabolização do acetato e aumentando o C (i) proveniente do H_2CO_3 formado a partir de CO_2 . Nota: este não seria o caso se C (o) for alto pois isso também pode causar problemas.

Alcançando e Mantendo as Relações TRITON

Com base nas variações típicas que vemos em nosso teste N-DOC da água do mar, a TRITON Lab desenvolveu suplementos para auxiliar os aquaristas a alcançar e manter as relações TRITON. Essa sugestão de suplementação acompanha os resultados do teste e a dosagem é especificamente adaptada para o tamanho do aquário.

Nota: o valor do fósforo usado nas proporções TRITON é fornecido por um teste recente de ICP.

Conclusão

Com o advento do teste N-DOC, o aquarista finalmente tem acesso a uma maneira eficaz e de ótimo custo-benefício para detectar e medir a presença de espécies químicas orgânicas chaves para um sistema de manutenção de aquários de recifes de corais. O desenvolvimento das relações TRITON oferece uma nova e poderosa ferramenta de compreensão para manter as condições ideais para o crescimento e a saúde de corais ao mesmo tempo em que inibe interações indesejáveis entre nutrientes, bactérias, cianobactérias e algas em sistemas fechados.

As relações TRITON iluminam as vias de nutrientes até então incompreendidas e não medidas. Juntamente com o teste ICP, elas capacitam o aquarista moderno a participar de uma nova era de manutenção de aquários de recifes de corais baseado na informação, na ciência e no alto desempenho.

* Nota: o valor de fósforo usado nas Relações TRITON foi fornecido por um teste recente de ICP.