**“Box” explicativo 4: Modelos de mistura e Fator de Enriquecimento Trófico**

*As estimativas do modelo de mistura da contribuição de diferentes fontes de alimentos são necessárias na maioria dos estudos que empregam análises de isótopos estáveis. Os modelos de mistura baseiam-se em equações de balanço de massa e nos valores isotópicos distintos de várias fontes alimentares para determinar suas contribuições relativas ao valor de isótopos de um consumidor. Por exemplo, o valor isotópico de um consumidor (δXcons) pode ser definido com um modelo básico de mistura de balanço de massa (Moore & Semmens, 2008) da seguinte forma:*

**

*onde fi representa a contribuição proporcional da fonte i para os consumidores e o* $\sum\_{i=1}^{n}f\_{i}=1$*; δXi representa a assinatura isotópica da i-ésima fonte, e ΔδXi é o fator de enriquecimento trófico (FET) específico do isótopo da i-ésima fonte. O fator de enriquecimento trófico pode ser definido como a mudança isotópica entre a dieta e o consumidor. O enriquecimento de 13C em organismos heterotróficos se dá porque os processos fisiológicos, como respiração, liberam 12CO2 mais rapidamente que o 13CO2, o que resulta em um FET médio de δ13C de c.+0.4‰ (SD = 1‰). Já o FET médio de δ15N do consumidor é c. +3.4‰ (SD = 1‰) devido ao enriquecimento de 15N dos organismos heterotróficos em relação a sua dieta em função do fato de que a excreção de 14N-uréia e 14N-amônia ocorre em uma taxa mais rápida do que 15N-uréia e 15N-amônia (Fry, 2006; Vander Zanden & Rasmussen, 1999). Ainda há dúvidas sobre se há mudança relevante na razão deutério:prótio (2H:1H) entre dieta e consumidor e alguns autores assumem que essa mudança é pequena em relação à variação de δ2H no ambiente. Contudo, dependendo dos objetivos, faz-se necessário corrigir o δ2H do consumidor devido a contribuição de da água ambiental (ꞷ). Há um aumento progressivo do valor de ꞷ em cada nível trófico (τ) que pode ser estimado de acordo com a equação (Solomon et al, 2009):*

*ꞷconsumidor = 1 – (1 - ꞷmédio)τ*

*E o δ2H corrigido pode ser estimado usando a equação (Dekar et al, 2012):*

*δ2Hcorrigido = [δ2Hconsumidor – (δ2Hcorrigido \*ꞷconsumidor )]/(1-ꞷconsumidor)*

*Tendo em vista as incertezas no valor da contribuição de água no δ2H do consumidor, recomenda-se uma avaliação da estabilidade dos resultados frente a essa variação como um teste de sensibilidade.*

*Modelos baseados em sistemas em que o número de equações é igual ao número de incógnitas são determinados, enquanto modelos onde o número de equações é menor que o número de incógnitas são subdeterminados. Dessa forma, modelos de mistura que tem um número de fontes maior do que o número de tipos isotópicos + 1 são subdeterminados e isso implica que todas as soluções de fi são viáveis e que as contribuições da fonte mais comumente usada são subestimadas, enquanto as contribuições das fontes menos usadas são superestimadas (Boecklen, 2011). Devido a essas implicações, recomenda-se relatar a variação de contribuição percentual de cada fonte como os intervalos de credibilidade, em vez de relatar apenas as estimativas pontuais como as médias. Ressalta-se que, todo resto sendo igual, quanto maior o número de fontes comparado ao número de tipos isotópicos, maior será a variação de contribuições de cada fonte.*

*Os modelos de mistura mais recentes, como o MixSir (Moore & Semmens, 2008), siar (Parnell et al, 2010), MixSIAR (Stock & Semmens, 2016) e simmr (Parnell, 2020), incorporam uma variedade de fontes de incerteza, como medidas de variação dos valores isotópicos dos consumidores, recursos, fator de enriquecimento trófico e a concentração de C e N dos recursos. Portanto, o uso de razões de isótopos estáveis para traçar caminhos de matéria orgânica entre os consumidores requer estimativas acuradas da mudança isotópica entre a dieta e os consumidores, porque erros nas estimativas de mudança do fator de enriquecimento trófico podem resultar em erros nas estimativas da contribuição das fontes para consumidores (McCutchan et al, 2003). As estimativas da FET, geralmente, baseiam-se em experimentos controlados de alimentação e a FET pode variar em função do tipo de dieta, tecido analisado e de preparação das amostras, conteúdo de proteína do recurso alimentar etc. (Post et al 2002; McCutchan et al., 2003; Vanderklift & Ponsard, 2003, Sacramento et al., 2016). A premissa básica para utilizar os modelos de mistura é que os valores isotópicos estejam dentro do polígono dos valores isotópicos dos recursos alimentares acrescidos do FET. Os resultados dos modelos de misturas retornam as estimativas de valores de contribuição proporcional dos recursos alimentares assimilados pelos consumidores que atendem a equação de balanço de massas (Figura 3).*