

**Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística**

Centro de Estatística Aplicada

Relatório de Análise Estatística

RAE-CEA-22P17

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:

**“Uma Bioarqueologia da Infância: Apontamentos sobre a dieta infantil entre
sambaquieiros através da análise de isótopos estáveis de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ ”**

André Americano de Freitas Fumis

Rafael Bassi Stern

Victor Fossaluzza

Vitor Hugo Vieira de Lima

São Paulo, dezembro de 2022

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA – USP

TÍTULO: Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Uma Bioarqueologia da Infância: Apontamentos sobre a dieta infantil entre sambaquieiros através da análise de isótopos estáveis de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ ”.

PESQUISADORA: Marina Nogueira Di Giusto

ORIENTADORA: Profa. Dra. Veronica Wesolowski de Aguiar e Santos

INSTITUIÇÃO: Museu de Arqueologia e Etnologia

FINALIDADE DO PROJETO: Doutorado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: André Americano de Freitas Fumis

Rafael Bassi Stern

Victor Fossaluzza

Vitor Hugo Vieira de Lima

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO: FUMIS, A.A.F.; STERN, R.B.; FOSSALUZA, V.; LIMA, V.H.V. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Uma Bioarqueologia da Infância: Apontamentos sobre a dieta infantil entre sambaquieiros através da análise de isótopos estáveis de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ ”.** São Paulo, IME-USP, 2022. (RAE–CEA-22P17)

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CHEUNG, C.; SZPAK, P. (2021). Interpreting past human diets using stable isotope mixing models. **Journal of Archaeological Method and Theory**, **28(4)**, 1106-1142.

CHINIQUE DE ARMAS, Y.; MAVRIDOU, A.M.; GARCELL DOMÍNGUEZ, J.; HANSON, K.; LAFFOON, J. (2022). Tracking breastfeeding and weaning practices in ancient populations by combining carbon, nitrogen and oxygen stable isotopes from multiple non-adult tissues. **Plos one**, **17(2)**, e0262435.

CLEVELAND, W.S. (1979). Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. **Journal of the American Statistical Association**, **74(368)**, 829-836.

COLONESE, A.C.; WINTER, R.; BRANDI, R.; FOSSILE, T.; FERNANDES, R.; SONCIN, S.; MCGRATH, K.; VON TERSCH, M.; BANDEIRA, A.M. (2020). Stable isotope evidence for dietary diversification in the pre-Columbian Amazon. **Scientific Reports**, **10(1)**, 1-11.

CUNHA, L.O.D.C.; SALLES, A.D.; BASTOS, M.Q.R.; RODRIGUES-CARVALHO, C. (2022). Estudos isotópicos para definir os períodos de ocupação do sítio Arapuan: a datação e a paleodieta. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, **38**, 285-297.

FERNANDES, R.; MILLARD, A.R.; BRABEC, M.; NADEAU, M.J.; GROOTES, P. (2014). Food reconstruction using isotopic transferred signals (FRUITS): a Bayesian model for diet reconstruction. **PloS one**, **9(2)**, e87436.

FULLER, B.T.; FULLER, J.L.; HARRIS, D.A.; HEDGES, R.E. (2006). Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios. **American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists**, **129(2)**, 279-293.

KATZENBERG, M.A. (2008). Stable Isotope Analysis: A Tool for Studying Past Diet, Demography, and Life History. *In*: KATZENBERG, M.A.; SAUNDERS, S.R. **Biological Anthropology of the Human Skeleton**. 2.ed. John Wiley & Sons, Ltd. p. 411-441.

NEWSOME, S.D.; PHILLIPS, D.L.; CULLETON, B.J.; GUILDERS, T.P.; KOCH, P.L. (2004). Dietary reconstruction of an early to middle Holocene human population from the central California coast: insights from advanced stable isotope mixing models. **Journal of Archaeological Science**, **31(8)**, 1101-1115.

PARNELL, A.C.; INGER, R.; BEARHOP, S.; JACKSON, A.L. (2010). Source partitioning using stable isotopes: coping with too much variation. **PloS one**, **5(3)**, e9672.

PEZO-LANFRANCO, L.; DEBLASIS, P.; EGGERS, S. (2018). Weaning process and subadult diets in a monumental Brazilian shellmound. **Journal of Archaeological Science: Reports**, **22**, 452-469.

SISSON, S.A.; FAN, Y.; TANAKA, M.M. (2007). Sequential monte carlo without likelihoods. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, **104(6)**, 1760-1765.

Stan Development Team. (2022), **Stan Modeling Language Users Guide and Reference Manual**, 212 p. Disponível em <<https://mc-stan.org>>.

STOCK, B.C.; JACKSON, A.L.; WARD, E.J.; PARNELL, A.C.; PHILLIPS, D.L.; SEMMENS, B.X. (2018). Analyzing mixing systems using a new generation of Bayesian tracer mixing models. **PeerJ**, **6**, e5096.

TSUTAYA, T. (2020). Blurred time resolution of tooth dentin serial sections. **American Journal of Physical Anthropology**, **173(4)**, 748-759.

TSUTAYA, Takumi.; YONEDA, Minoru. (2013). **WARN: an R package for quantitative reconstruction of weaning ages in archaeological populations using bone collagen nitrogen isotope ratios**. 18p. Disponível em <<https://arxiv.org/abs/1304.2468>>.

TSUTAYA, Takumi.; YONEDA, Minoru. (2015). Reconstruction of breastfeeding and weaning practices using stable isotope and trace element analyses: A review. **American Journal of Physical Anthropology**, **156**, 2-21.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

Word 2016 for Windows

Excel 2016 for Windows

R for Windows, versão 4.1.1

RStudio for Windows, versão 1.4.1717

Stan, versão 2.21.0

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise Descritiva Multidimensional (03:020)

Estimação Bayesiana (04:070)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Ciências Sociais e Humanas (14:990)

Resumo

A análise de isótopos estáveis em ossos e dentes permite o estudo de padrões de alimentação de povos pré-históricos. A partir de restos mortais obtidos em sambaquis, foi implementado um modelo estatístico para a reconstrução da dieta das populações que habitaram os sítios arqueológicos Piaçaguera, em Cubatão-SP, e Moraes, em Miracatu-SP. O modelo de reconstrução de dieta obteve resultados satisfatórios e permitiu a estimação da proporção de consumo de quatro fontes alimentares na dieta. Foi estimado para o sítio Piaçaguera consumo alto de animais marinhos, moderado de animais terrestres e de água-doce e baixo de plantas C3. Para o sítio Moraes, foi estimado consumo moderado de animais terrestres e de água-doce e de plantas C3 e baixo de animais marinhos, com aumento do consumo de animais terrestres e redução do consumo de animais de água-doce para as faixas etárias de 15 a 18 anos e adultos. Também foi proposta a aplicação de um modelo para a estimação da idade de desmame das populações estudadas. Análises de sensibilidade indicaram a inadequação do modelo para a inferência sobre a idade de desmame.

Sumário

1. Introdução.....	9
2. Objetivos.....	9
3. Descrição do estudo	10
4. Descrição das variáveis	10
5. Análise descritiva	11
6. Análise inferencial	11
7. Conclusões.....	14
APÊNDICE A	25
APÊNDICE B	288
APÊNDICE C	28
APÊNDICE D	60

1. Introdução

Vestígios arqueológicos de populações que habitaram o litoral de São Paulo há cerca de 5000 anos antes do presente estão disponíveis em sambaquis, estruturas compostas por conchas de moluscos, ossos de peixes e sedimentos arenosos que eram utilizadas, entre outras funções, como cemitérios coletivos das populações que ali viviam. O estudo dos restos mortais encontrados em tais sítios permite a obtenção de múltiplas amostras advindas de uma mesma população.

Uma das formas de estudo de restos arqueológicos é a análise de isótopos estáveis encontrados no colágeno de ossos e dentes. Tais elementos químicos presentes na parte orgânica dos restos mortais têm origem na alimentação que os indivíduos tiveram enquanto vivos. Assim, sua análise pode ser utilizada para reconstrução da dieta a partir da estimação da proporção de diferentes fontes de alimento (Colonese et al., 2020; Cunha et al., 2022; Pezo-Lanfranco et al., 2018). A análise de isótopos estáveis, associada à idade do indivíduo no momento da formação do material orgânico, também permite o estudo da evolução da dieta ao longo da vida. Um aspecto de importância na evolução da dieta é o processo do desmame, sendo de interesse a estimação da idade em que ele inicia e se encerra (Chinique de Armas et al., 2022; Pezo-Lanfranco et al., 2018).

A reconstrução da dieta e estimação da idade de desmame permitem a obtenção de informações sobre a disponibilidade alimentar, cultura e aspectos de organização social das populações estudadas. A presença de tais dados também possibilita trabalhos futuros para verificação de associação de dieta e idade de desmame com outras variáveis, como mortalidade infantil ou marcadores biológicos de estresse.

2. Objetivos

Os objetivos principais do estudo são a reconstrução da dieta e a estimação da idade de desmame das populações dos sítios Moraes e Piaçaguera. O objetivo secundário é comparar dieta e idade de desmame entre indivíduos dos sexos masculino e feminino do mesmo sítio.

3. Descrição do estudo

O estudo é composto por amostras de restos mortais encontrados em dois sambaquis. O sítio Moraes é um sambaqui fluvial localizado em Miracatu – SP, com datações entre 6790 e 4950 anos antes do presente, enquanto o sítio Piaçaguera é um sambaqui costeiro localizado em Cubatão – SP, com datações entre 7300 e 5600 anos antes do presente. Foram coletadas amostras de ossos e dentes, das quais obteve-se medidas para as razões isotópicas $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ por meio de análise por espectrômetro de massa. A natureza destrutiva de tal análise impossibilitou repetição das medidas. Os dentes foram divididos em fatias antes da medição, havendo assim medidas múltiplas. As fatias são consideradas distintas entre si, cada uma tendo sido formada em uma idade diferente do indivíduo, e, portanto, o colágeno presente nelas reflete a alimentação de momentos distintos da vida. Logo, elas não podem ser consideradas réplicas, mas sim uma amostra longitudinal.

Foram obtidas 35 amostras de ossos do sítio Moraes e 34 do sítio Piaçaguera. Quanto aos dentes, foram obtidos 19 dentes do sítio Moraes, provenientes de 13 indivíduos, totalizando 138 fatias, e 9 dentes do sítio Piaçaguera, provenientes de 8 indivíduos, totalizando 49 fatias. Para 9 dos indivíduos do sítio Moraes e 5 do Piaçaguera, há amostras de ambos, ossos e dentes.

4. Descrição das variáveis

As variáveis presentes para ossos e dentes são:

- **Sítio:** Moraes e Piaçaguera
- **Sexo:** masculino, feminino e indeterminado – classificação pelas pesquisadoras a partir de marcadores biológicos
- **Idade** (anos) – intervalo dado pelas pesquisadoras a partir de marcadores biológicos
- **Faixa etária:** intrauterino, até 5 anos (não incluso), 5 (incluso) a 7 anos (incluso), acima de 7 a 9 anos (incluso), acima de 9 a 15 anos (incluso), acima de 15 a 18 anos (incluso), adulto – classificação pelo ponto central do intervalo dado para

Idade. Faixas etárias diferentes de adulto são denominadas conjuntamente como subadultos.

- $\delta^{13}\text{C}$ (‰) - medida da concentração de isótopos de ^{13}C em relação a ^{12}C
- $\delta^{15}\text{N}$ (‰) - medida da concentração de isótopos de ^{15}N em relação a ^{14}N .

As medidas $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ são obtidas pela razão da concentração do isótopo mais pesado (^{13}C ou ^{15}N) e do mais leve (^{12}C ou ^{14}N) dividida por uma razão referência da literatura e subtraída em 1, apresentada em partes por milhar (‰) (Tsutaya e Yoneda, 2015).

As variáveis presentes apenas para dentes, utilizadas para distinção de amostras provenientes do mesmo indivíduo, estão listadas a seguir:

- **Tipo:** Canino (decíduo), 1º molar, 1º molar (decíduo), 2º molar, 2º molar (decíduo), 2º pré-molar, 3º molar
- **Fatia:** denotadas S1 a S15, podendo ser combinadas múltiplas fatias em uma mesma amostra.

5. Análise descritiva

Na Tabela A.1, apresenta-se a distribuição do sexo por sítio e faixa etária entre as amostras de ossos. A amostra é equilibrada entre os sítios, e dentro de cada um deles há quantidades similares de amostras de adultos e subadultos. Nota-se, para amostras de adultos, equilíbrio entre os sexos. No sítio Moraes há seis amostras de adultos do sexo feminino, quatro do masculino e seis indeterminadas. No Piaçaguera, há nove do sexo feminino, oito do masculino e uma indeterminada. No entanto, percebe-se que apenas um subadulto, uma amostra do sítio Piaçaguera do sexo feminino, possui sexo determinado, sendo as outras 15 do sítio Piaçaguera e as 19 do sítio Moraes de sexo indeterminado.

Na Tabela A.2, verifica-se a distribuição do sexo por sítio entre indivíduos únicos para os quais há amostras de dentes. Assim como entre ossos de subadultos, há poucas amostras de dentes com sexo determinado. Entre 13 indivíduos do sítio Moraes, apenas um possui sexo determinado, sendo do sexo feminino. Entre as amostras do sítio Piaçaguera, quatro indivíduos são do sexo feminino e apenas um do masculino, havendo mais três de sexo indeterminado.

A Tabela A.3 apresenta recorte similar à Tabela A.2, mas com a contagem de fatias de dentes. Há uma quantidade maior de fatias, uma vez que há múltiplas fatias por indivíduo, mas ainda é notável a baixa quantidade de amostras com sexo determinado.

Na Tabela A.4, apresenta-se as medidas-resumo para o $\delta^{13}\text{C}$, por sítio e tipo de amostra (osso ou dente). Percebe-se alta concordância entre a média e quantis amostrais de ossos e dentes do mesmo sítio. A comparação entre sítios evidencia valores mais altos de $\delta^{13}\text{C}$ para o sítio Piaçaguera. Os desvios padrões são mais similares entre sítios que entre tipos de amostra do mesmo sítio, diferentemente das outras medidas-resumo. É importante notar a presença de um valor destoante das outras observações para o sítio Moraes, um indivíduo que registrou $\delta^{13}\text{C}$ de $-13,7\%$. Por limitações experimentais, não é possível repetir a medição para verificar se o valor observado é correto ou proveniente de um erro do espectrômetro de massa. Percebe-se a atipicidade da observação novamente na Figura B.2.

Na Tabela A.5, comparam-se as medidas-resumo para o $\delta^{15}\text{N}$, por sítio e tipo de amostra. Assim como para o $\delta^{13}\text{C}$, a média e os quantis amostrais de ossos e dentes do mesmo sítio se assemelham, com o sítio Piaçaguera apresentando valores mais altos. Para o $\delta^{15}\text{N}$, os quatro desvios padrões são semelhantes.

A Figura B.1 permite um detalhamento maior sobre as idades dos indivíduos no momento da morte, entre as amostras de ossos. Retomando, as idades no óbito das observações foram dadas sob a forma de um intervalo, definido por marcadores biológicos. A figura foi construída tomando como medida de idade o centro do intervalo. Em ambos os sítios, entre os subadultos, a maior parte das observações tem centro do intervalo menor que cinco anos, sendo que idades negativas se referem a mortes intrauterinas. Há poucas observações de crianças mais velhas e adolescentes.

O comportamento do $\delta^{13}\text{C}$ entre amostras de ossos conforme a idade, por sítio, é apresentado na Figura B.2. Para o sítio Piaçaguera, há um aumento dos valores após o nascimento, com a curva suavizada *loess* (Cleveland, 1979) atingindo valor máximo próximo aos dois anos de idade. Após tal idade, há um decréscimo nos valores de $\delta^{13}\text{C}$

até os cinco anos. Não há observações entre cinco e doze anos. As observações registradas na adolescência se assemelham às de adultos. Para o sítio Moraes, fica evidente a influência da observação destoante na curva *loess*. Sua inclusão dá aparência de aumento e subsequente decréscimo à curva, que fica aproximadamente constante sem a sua inclusão. De toda forma, há maior dispersão das observações próximas ao nascimento. Os valores observados para o sítio Piaçaguera são superiores aos observados para o sítio Moraes.

A Figura B.3 apresenta o comportamento do $\delta^{15}\text{N}$ entre amostras de ossos conforme a idade, por sítio. O padrão do sítio Piaçaguera observado no $\delta^{13}\text{C}$ se mantém, com aumento dos valores após o nascimento, pico próximo aos dois anos de idade, subsequente decréscimo e semelhança dos adolescentes aos adultos, considerando os pontos do gráfico de dispersão correspondentes a idades mais altas e a estimativa de densidade para os adultos. Para o sítio Moraes, observa-se valores iniciais mais altos, com subsequente decréscimo da curva *loess* conforme a idade aumenta, atingindo valores semelhantes aos dos adultos na adolescência. Ainda para o sítio Moraes, destacam-se três pontos destoantes dos demais, com valores maiores de $\delta^{15}\text{N}$. Dois possuem idade estimada pouco acima de zero ano, e o terceiro de aproximadamente três anos. Assim como no $\delta^{13}\text{C}$, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ observados para o sítio Piaçaguera são, de forma geral, superiores aos do Moraes.

A distribuição da idade estimada das fatias de dentes é vista na Figura B.4. Diferentemente dos ossos, há uma quantidade significativa de observações com idades acima de cinco anos, embora as observações com cinco anos ou menos ainda sejam mais frequentes para ambos os sítios, dando aspecto assimétrico à direita para distribuição.

A Figura B.5 detalha o comportamento do $\delta^{13}\text{C}$ das fatias de dentes conforme a idade, por sítio. Além disso, é possível ver a sequência de observações de cada indivíduo conforme a idade estimada para as fatias de seus dentes toma valores maiores. Percebe-se no sítio Piaçaguera leve tendência de decréscimo inicial, e aumento dos valores observados a partir dos oito anos, aproximadamente. Para o sítio Moraes, a tendência de decréscimo é mais clara, se mantendo para todas idades.

Convém notar que as últimas observações são todas de fatias de dentes provenientes do mesmo indivíduo. Os valores observados para o sítio Piaçaguera são maiores que os observados para o sítio Moraes para todas as idades.

A Figura B.6 apresenta as observações de $\delta^{15}\text{N}$ das fatias de dentes conforme a idade, por sítio. A tendência de decréscimo inicial do sítio Piaçaguera, até os cinco anos, fica mais clara que para os valores de $\delta^{13}\text{C}$, mantendo o mesmo leve aumento próximo aos oito anos. Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ do sítio Moraes apresentam comportamento semelhante aos de $\delta^{13}\text{C}$, com a queda inicial sendo mais pronunciada até os cinco anos, havendo decréscimo mais devagar após essa idade. Os valores observados do sítio Piaçaguera são novamente maiores que os do sítio Moraes para todas as idades.

6. Análise inferencial

6.1 Reconstrução de dieta

O processo de reconstrução de dieta é baseado na estimação da proporção que cada fonte alimentar representa na dieta. Como cada fonte possui uma razão isotópica diferente para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, espera-se que as razões isotópicas observadas no indivíduo sejam uma média das razões das fontes, ponderada pela proporção de consumo de cada uma.

Modelos utilizados em reconstrução de dietas (Fernandes et al., 2014; Parnell et al., 2010; Stock et al., 2018) oferecem correções para o fator de enriquecimento trófico entre o alimento consumido e a observação no indivíduo e a diferença de concentração dos nutrientes entre as fontes alimentares. Como há múltiplas fatias do mesmo dente na amostra, foi utilizada uma adaptação dos modelos, introduzindo efeito aleatório aditivo de indivíduo, considerando assim a correlação entre observações da mesma pessoa. A amostra foi dividida por faixa etária, excluindo amostras das faixas intrauterina e até cinco anos de forma a estudar a dieta após o fim do aleitamento. Para cada sítio separadamente as dietas foram estimadas para cada faixa etária de forma simultânea, permitindo o compartilhamento de informações sobre as razões isotópicas das fontes e sobre a variabilidade entre indivíduos e intra-indivíduo. Mais detalhes sobre o modelo estão disponíveis no Apêndice D.

As fontes alimentares consideradas para o modelo foram animais marinhos, animais de água-doce, animais terrestres e plantas C3. Uma suposição do modelo é que a dieta é composta inteiramente pelas fontes alimentares apresentadas. As médias e desvios padrões utilizados nas distribuições *a priori* para as razões isotópicas das fontes alimentares foram fornecidos pela pesquisadora a partir dos valores amostrais de bancos ecológicos e estão disponíveis na Tabela C.2.

Um aspecto importante da classe de modelos utilizada é que, sendo uma média ponderada das razões isotópicas das fontes alimentares, as razões isotópicas das observações precisam estar, a menos de erros aleatórios e do fator de enriquecimento trófico, dentro do casco convexo formado pelas razões isotópicas das fontes. O casco convexo é o conjunto de pontos que pode ser formado tomando uma quantidade entre 0 e 1 de cada fonte tal que a soma das quantidades dê 1. A Figura C.1 apresenta os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das observações com idade acima de 5 anos, subtraídos do fator de enriquecimento trófico utilizado, sobrepostos aos cascos convexos formados pelas médias *a priori* das fontes alimentares. O casco verde inclui a fonte animais marinhos, enquanto o casco preto é composto apenas por animais de água doce, animais terrestres e plantas C3. Nota-se que as observações se encontram, de forma geral, dentro do casco convexo formado pelas quatro fontes. A remoção de animais marinhos como fonte alimentar faz com que todas observações do sítio Piaçaguera e uma parte considerável das observações do sítio Moraes se encontrem fora do casco.

As estimativas *a posteriori* para as proporções de consumo do sítio Piaçaguera são apresentadas na Tabela C.3 e nas Figuras C.4 – C.7. Os tamanhos de amostra, por faixa etária, foram um osso e quatro fatias de dentes, de três dentes de indivíduos únicos, para 5 a 7 anos; duas fatias de dentes, de dois dentes de indivíduos únicos, para 7 a 9 anos; três ossos e 13 fatias de dentes, de três dentes de indivíduos únicos, para 9 a 15 anos; e 18 ossos, para adultos. Não houve observações no sítio Piaçaguera para a faixa etária 15 a 18 anos. A distribuição *a priori* utilizada para as proporções foi a Dirichlet(1, 1, 1, 1), uniforme sobre o conjunto dos quartetos de pontos entre 0 e 1 cuja soma é 1, considerada uma *priori* não-informativa. Observa-se para todas as faixas etárias alta proporção de consumo de animais marinhos, com intervalos HPD de

probabilidade 50% [0,342; 0,520] para 5 a 7 anos, [0,293; 0,480] para 7 a 9 anos, [0,367; 0,539] para 9 a 15 anos e [0,340; 0,521] para adultos. Destaca-se também o baixo consumo de plantas C3, com terceiro quartil inferior a 0,2 para todas as faixas exceto 7 a 9 anos, para a qual o terceiro quartil é 0,262. As proporções de consumo de animais de água-doce e terrestres se situam de forma geral entre as de plantas C3 e de animais marinhos. Nota-se que todos quantis amostrais e margens de intervalos HPD da proporção de consumo de animais terrestres, com exceção da margem inferior do intervalo HPD de probabilidade 95%, são superiores para adultos que para as outras faixas etárias. A alta proporção de consumo de animais marinhos é consistente com os vestígios arqueológicos encontrados no sítio Piaçaguera, um sítio arqueológico costeiro localizado no município de Cubatão - SP.

Na Tabela C.8, verifica-se que as estimativas para os desvios padrões entre indivíduos estão consistentes com os desvios padrões amostrais para o sítio Piaçaguera, apresentados nas Tabelas A.4 e A.5. As distribuições *a posteriori* para as razões isotópicas das fontes alimentares não destoam das distribuições *a priori* utilizadas (Tabela C.2).

Para o sítio Moraes, inicialmente o modelo foi ajustado utilizando a *priori* não-informativa Dirichlet(1, 1, 1, 1). Os tamanhos de amostra, por faixa etária, foram dois ossos e 26 fatias de dentes, de nove dentes de indivíduos únicos, para 5 a 7 anos; 15 fatias de dentes, de seis dentes de indivíduos únicos, para 7 a 9 anos; três ossos e 17 fatias de dentes, de seis dentes de indivíduos únicos, para 9 a 15 anos; seis fatias de dentes, de dois dentes de indivíduos únicos; e 16 ossos, para adultos. As distribuições *a posteriori* para as proporções de consumo estão disponíveis na Tabela C.9 e nas Figuras C.10-C.14. Nota-se consumo baixo, mas não nulo, de animais marinhos, com intervalos HPD de probabilidade 50% [0,115; 0,232] para 5 a 7 anos, [0,120; 0,242] para 7 a 9 anos, [0,081; 0,199] para 9 a 15 anos, [0,005; 0,073] para 15 a 18 anos e [0,062; 0,177] para adultos. Além disso todas distribuições *a posteriori* para a proporção de consumo de animais marinhos são claramente unimodais com picos concentrados em valores distintos de zero, com exceção da faixa etária 15 a 18 anos, para a qual a moda se localiza próxima a zero. Isso ocorre apesar do fato de zero ser o valor com

maior densidade na distribuição *a priori* marginal, a distribuição Beta(1, 3) (Figura D.1), indicando que há evidência de consumo da fonte alimentar. O resultado vai contra os vestígios arqueológicos encontrados no sítio Moraes, que não apresentam evidência de consumo de animais marinhos.

Percebe-se alto consumo de animais terrestres no sítio Moraes nas duas faixas etárias mais velhas, de 15 a 18 anos e adultos. Os respectivos primeiro, segundo e terceiro quartis são 0,192, 0,344 e 0,498, para 15 a 18 anos, e 0,230, 0,400 e 0,544, para adultos, em comparação a 0,135, 0,233 e 0,351 para 5 a 7 anos e valores inferiores para 7 a 9 anos e 9 a 15 anos. Assim, há evidências de aumento do consumo de animais terrestres após os 15 anos. Análise similar indica redução do consumo de animais de água-doce após os 15 anos, com primeiro, segundo e terceiro quartis 0,093, 0,204 e 0,371 para 15 a 18 anos, 0,094, 0,207 e 0,398 para adultos, comparados a 0,178, 0,309 e 0,458 para 5 a 7 anos, 0,166, 0,321 e 0,489 para 7 a 9 anos e 0,169, 0,320 e 0,482 para 9 a 15 anos.

De forma geral, as distribuições *a posteriori* das razões isotópicas das fontes alimentares (Tabela C.15) concordam com os valores dados para as médias *a priori* (Tabela C.2). As médias *a priori* estão contidas em todos intervalos HPD de probabilidade 95%, e o $\delta^{13}\text{C}$ das plantas C3, de média *a priori* -29,20, é o único que difere por mais de uma unidade dos limites dos intervalos HPD de probabilidade 50% ([-27,111; -24,084]) e interquartis ([-26,614; -24,887]), estando abaixo do limite inferior de ambos.

Após apresentação inicial dos resultados, devido à distribuição *a posteriori* apontar consumo não nulo de animais marinhos no sítio Moraes, foi solicitado ajuste do modelo sem a fonte alimentar animais marinhos. Tal ajuste não foi possível, devido à não-convergência do algoritmo para amostragem da distribuição *a posteriori*. Uma hipótese levantada para a razão da não-convergência foi o fato de que, com a remoção da fonte alimentar animais marinhos, que possui as maiores razões isotópicas para ambos $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, uma parcela relevante das observações se encontra fora do casco convexo determinado pelas fontes alimentares (Figura C.1). Assim, a não-convergência do algoritmo é evidência de que seria impróprio remover a fonte alimentar do modelo.

Considerando a ausência de vestígios arqueológicos que apontem para o consumo de animais marinhos no sítio Moraes, é possível que a população consumisse outra fonte alimentar, não incluída no modelo, que também apresente razões isotópicas altas. De fato, o algoritmo reduz as fontes alimentares a uma distribuição de valores para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, e assim não é capaz de distinguir alimentos com razões isotópicas e concentrações de nutrientes muito similares.

De toda forma, considerando a informação de que a proporção de consumo de animais marinhos é próxima a zero, foi ajustado o modelo com a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções, considerada fortemente informativa para a proporção de consumo de animais marinhos. As distribuições marginais são comparadas com a distribuição marginal da *priori* não-informativa na Figura D.1. Um aspecto importante dessa *priori* é que a densidade marginal da distribuição da proporção de consumo de animais marinhos tende ao infinito para valores próximos a 0, enquanto a densidade das outras proporções tende a 0. Sob a não-informativa, todas tomavam densidade finita não nula em 0, uma propriedade exclusiva da Dirichlet(1, 1, 1, 1).

A distribuição marginal *a priori* para a proporção de consumo de animais marinhos, a distribuição Beta(0,4, 3,6), possui primeiro, segundo e terceiro quartis 0,007, 0,043 e 0,141. Assim, é possível comparar se a distribuição *a posteriori* (Tabela C.16) toma valores maiores ou menores que a *priori*. Os respectivos primeiro, segundo e terceiro quartis são 0,019, 0,060 e 0,107 para 5 a 7 anos, 0,015, 0,057 e 0,114 para 7 a 9 anos, 0,005, 0,030 e 0,080 para 9 a 15 anos, 0,001, 0,009 e 0,029 para 15 a 18 anos e 0,007, 0,035 e 0,084 para adultos. O primeiro e segundo quartis são superiores aos da *priori* para 5 a 7 anos e 7 a 9 anos, enquanto os outros quartis são todos inferiores.

A comparação das distribuições *a posteriori* das proporções de consumo de animais de água-doce, animais terrestres e plantas C3 do modelo ajustado com a *priori* não-informativa (Tabela C.9) e com a informativa (Tabela C.16) mostra aumento de 0,05 a 0,10 nos quartis das proporções de animais de água-doce e animais terrestres, que possuem maior razões isotópicas que plantas C3. A exceção é a faixa etária 15 a

18 anos, que não apresenta aumento nas proporções de animais de água-doce e animais terrestres mas possui grande aumento na proporção de plantas C3. A proporção de consumo de plantas C3 também apresenta leve aumento nos quartis da *posteriori* entre os adultos. Assim como com a *priori* não informativa, há consumo superior de animais de água-doce que de animais terrestres nas faixas etárias de 5 a 7 anos, 7 a 9 anos e 9 a 15 anos, e inferior nas faixas de 15 a 18 anos e adultos.

Uma comparação entre as distribuições *a posteriori* dos desvios padrões e das razões isotópicas das fontes alimentares do modelo ajustado com a *priori* não-informativa (Tabela C.15) e com a informativa (Tabela C.22) mostra desvios padrões com distribuições parecidas, mas quartis das razões isotópicas de animais de água-doce, animais terrestres e plantas C3 de uma a duas partes por milhar superiores com a *priori* informativa que com a não-informativa. Nota-se que a proporção menor de consumo de animais marinhos induzida pela *priori* é compensada por uma estimativa maior das razões isotópicas das outras fontes, embora a variação seja pequena.

Devido ao contraste entre as distribuições *a posteriori* obtidas a partir da análise com as duas distribuições *a priori* anteriores, o modelo foi ajustado novamente com a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções de consumo. Nessa *priori*, a distribuição marginal para a proporção de consumo de animais marinhos, a Beta(1, 6), é inferior às demais, com distribuição Beta(2, 5), mas sua densidade não tende ao infinito para valores próximos a 0. As distribuições marginais podem ser vistas na Figura D.2.

As distribuições *a posteriori* para as proporções de consumo são apresentadas na Tabela C.23 e nas Figuras C.24 a C.28. Uma comparação dos primeiro, segundo e terceiro quartis com a *priori* não-informativa (Tabela C.9) mostra valores estimados entre 0,03 a 0,07 unidade inferiores para os quartis das distribuições da proporção de consumo de animais marinhos, entre as diferentes faixas etárias. O mesmo ocorre com os limites dos intervalos HPD de probabilidade 50%, enquanto a variação dos limites dos intervalos HPD de probabilidade 95% é um pouco superior. Para as outras fontes alimentares, para todas faixas etárias, houve aumento do primeiro e segundo quartis, e leve redução ou estabilidade do terceiro quartil, indicando que as distribuições *a*

posteriori estimadas apresentam valores superiores e são mais concentradas. Há também deslocamento para valores superiores dos intervalos HPD de probabilidade 50%, e redução do comprimento dos intervalos HPD de probabilidade 95%.

As distribuições *a posteriori* indicam uma proporção não nula de consumo de animais marinhos para as faixas etárias 5 a 7 anos, 7 a 9 anos e 9 a 15 anos. Para adultos, as evidências são menos claras, embora ainda corroborem consumo baixo da fonte alimentar animais marinhos. Foi obtido para o consumo de animais marinhos nesta faixa etária intervalo HPD de probabilidade 50% [0,032; 0,116]. Assim como com a *priori* não-informativa, a faixa etária de 15 a 18 anos obteve a menor proporção estimada de consumo de animais marinhos, com valores extremamente próximos a 0. Outras análises qualitativas se mantêm, como o aumento de consumo de animais terrestres e redução do consumo de animais de água-doce para as faixas etárias de 15 a 18 anos e adultos.

Como disposto na Tabela C.29, as distribuições *a posteriori* para as razões isotópicas das fontes alimentares de forma geral concordam com as médias *a priori* fornecidas (Tabela C.2), com a exceção do $\delta^{13}\text{C}$ das plantas C3, assim como utilizando a *priori* não-informativa para as proporções.

De forma geral, considerando as diferentes distribuições *a posteriori* obtidas e a distribuição dos pontos na Figura C.1, há indícios de consumo em baixa proporção de animais marinhos, ou outra fonte alimentar com razões isotópicas superiores às demais fontes especificadas no modelo, no sítio Moraes. Ainda, há consumo em maior quantidade das fontes alimentares animais de água-doce, animais terrestres e plantas C3, com redução de consumo de animais de água-doce e aumento de consumo de animais terrestres nas faixas etárias de maior idade.

Um dos interesses de pesquisa é averiguar possíveis diferenças na dieta entre os sexos. Como apenas um subadulto possui sexo determinado, a análise foi limitada aos adultos. Como observado nas Figuras C.30 e C.31, não há diferenças aparentes nas distribuições *a posteriori* das proporções de consumo das fontes alimentares, para ambos os sítios, entre sexo masculino, feminino e indeterminado. A única distribuição

que difere um pouco das demais é a distribuição do consumo de animais terrestres no sítio Moraes, com o nível indeterminado apresentando valores levemente maiores para a distribuição que os níveis feminino e masculino. Como o nível indeterminado é composto por indivíduos de sexo masculino ou feminino para os quais não foi possível fazer uma classificação, conclui-se que qualquer diferença resulta de variação aleatória.

Um dos parâmetros que deve ser fornecido para o modelo estatístico é a concentração dos nutrientes nas fontes alimentares. Foi solicitado ajuste do modelo com as concentrações todas iguais a 1, para averiguar o impacto que a omissão do parâmetro teria na análise. As distribuições *a posteriori* das proporções de consumo, por faixa etária, para o sítio Piaçaguera são apresentadas nas Figuras C.32, com concentrações adequadas, e C.33, com concentrações iguais a 1. As distribuições *a posteriori* não parecem destoar completamente, porém há diferenças no formato das distribuições e, para a fonte animais marinhos, nos valores dos quartis, e alterações notáveis nas proporções de consumo da faixa etária 7 a 9 anos. Para o sítio Moraes, as distribuições *a posteriori* das proporções de consumo com concentrações adequadas são apresentadas na Figura C.34 e com concentrações iguais na Figura C.35. Há grande alteração nas distribuições para a fonte animais marinhos, com as faixas 15 a 18 anos e adultos apresentando proporções de consumo maiores da fonte alimentar com as concentrações iguais a 1. O ajuste com concentrações iguais a 1 apresenta proporções menores de consumo de plantas C3 para as faixas etárias 5 a 7 anos, 7 a 9 anos e 9 a 15 anos, e maiores para adultos. Ainda, o consumo de animais terrestres é menor para as faixas etárias de 15 a 18 anos e adultos quando utilizadas as concentrações iguais a 1. De forma geral, as distribuições *a posteriori* para as proporções de consumo do sítio Moraes são impactadas de forma considerável pela alteração das concentrações dos nutrientes.

6.2 Estimação de idade de desmame

O objetivo da estimação de idade de desmame é obter estimativas para o início da introdução de outros alimentos além do leite na dieta e para o final do aleitamento. Para tal, Tsutaya e Yoneda (2013) apresentam o modelo WARN: *Weaning Age Reconstruction with Nitrogen isotope analysis*. O modelo baseia-se em uma sequência

de ajustes não-lineares para obter uma estimativa do $\delta^{15}\text{N}$ em função da idade, dados os parâmetros idade de início e fim do desmame, fator de enriquecimento trófico e $\delta^{15}\text{N}$ da alimentação de desmame. O modelo possui em sua construção suposições teóricas sobre o desenvolvimento do colágeno dos ossos, de modo a tentar corrigir o *turnover* dos ossos. Este é o nome dado ao fato do colágeno dos ossos ser composto por isótopos consumidos na alimentação ao longo de até dez anos antes do óbito, sendo esse período dependente da idade. Obtida a estimativa do $\delta^{15}\text{N}$ por idade dados os parâmetros, é utilizada uma variação da técnica *Approximate Bayesian Computation* (Sisson, Fan e Tanaka, 2007) para a obtenção de uma amostra aproximada da distribuição *a posteriori* dos parâmetros.

Foi manifestado o interesse, pelas pesquisadoras, da utilização do modelo WARN para a estimação da idade de desmame. O modelo foi escolhido por ter ampla utilização na literatura (Chinique de Armas et al., 2022; Pezo-Lanfranco et al., 2018) e oferecer uma correção para o *turnover* dos ossos. Decidiu-se não trabalhar com os dentes devido a questões associadas ao crescimento da dentina que causam mistura de material orgânico formado em idades diferentes na mesma fatia do dente, levando a imprecisões na estimação (Tsutaya, 2020).

Para ambos sítios, o modelo foi ajustado limitando a amostra a ossos de crianças de até dez anos, totalizando 14 observações para o sítio Moraes e 12 para o Piaçaguera. O modelo se limita a distribuições *a priori* normais independentes para os parâmetros. Para as idades de início e fim de desmame, foram utilizadas médias 2 e 4 anos, baseadas na literatura para grupos não industriais e não agricultores, e desvios 0,5 ano para ambas, de modo a obter com alta probabilidade idade de início inferior à de fim. Refletindo o intervalo de 0,5‰ a 3‰ (Fuller et al., 2006; Katzenberg, 2008) para o fator de enriquecimento trófico, foram utilizadas média 1,75‰ e desvio padrão 0,625‰. Para o $\delta^{15}\text{N}$ da alimentação de desmame, foram utilizadas as médias e desvios padrões das observações de adultos de cada sítio.

A comparação entre as curvas de nível da distribuição *a priori* para as idades de início e fim de desmame (Figura C.36) e das estimativas para as distribuições *a posteriori* dos sítios Moraes (Figura C.37) e Piaçaguera (Figura C.38) indica enorme

similaridade da *priori* com as *posteriores* de ambos sítios. De fato, tal similaridade motivou uma análise de sensibilidade à escolha de distribuição *a priori* para as idades de início e fim de desmame, realizada com as observações do sítio Piaçaguera. A alteração da distribuição *a priori* das idades para normais de médias 1 e 5 anos e desvios padrões 1 ano (Figura C.39) acarretou na distribuição *a posteriori* dada pela figura (Figura C.40) muito similar à distribuição *a priori* com exceção de não haver densidade em regiões com idade de início inferior a 0 ano. Ainda, as distribuições *a posteriori* obtidas com as *prioris* diferentes não concordam entre si. Isso é indicativo da *posteriori* estar sendo informada principalmente pela *priori*, e não pelos dados observados, uma propriedade indesejável do ponto de vista inferencial. O modelo também foi ajustado com distribuição *a priori* das idades tendo médias 2 e 4 anos, como indicado pela literatura, e desvios padrões 10 anos, claramente excessivos (Figura C.41). O objetivo da análise foi verificar se os dados conseguem ao menos descartar valores completamente implausíveis que tenham densidade moderada na *priori*. A distribuição *a posteriori* obtida (Figura C.42), embora não indique densidade para idades negativas ou de início superior à de final do desmame, não foi capaz de descartar valores completamente implausíveis para os parâmetros. Há densidade considerável estimada para idades altas demais para o desmame, chegando até a adolescência e idades adultas. Como exemplo, a região HPD de 10% de probabilidade é composta por idades de início de desmame entre 1 e 4 anos e de final entre 6 e 12 anos, enquanto a região HPD de 50% de probabilidade é composta por idades de início entre 1 e 8 anos e de final entre 5 e 17 anos.

Tendo em vista a incapacidade do modelo estatístico de atualizar a distribuição *a priori* de forma significativa ou de descartar valores completamente implausíveis após a observação dos dados, não foi possível fazer inferência sobre a idade de início e fim de desmame. Modelos alternativos não foram considerados devido às complicações associadas ao *turnover* dos ossos e ao crescimento da dentina.

7. Conclusões

Percebe-se diferenças claras entre os valores das razões isotópicas $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ entre os sítios Piaçaguera e Moraes, com o sítio Piaçaguera apresentando, tanto para

amostras de ossos quanto para as de dentes, valores consistentemente maiores. Nota-se também existência de relação das razões isotópicas com a idade, sendo de forma geral os maiores valores observados na primeira infância, com subsequente decréscimo até o nível dos adultos.

A diferença nas razões isotópicas é refletida nas dietas estimadas para os sítios. Para o sítio Piaçaguera, costeiro, é estimada alta proporção de consumo de animais marinhos, fonte alimentar com razões isotópicas altas, e baixo consumo de plantas C3, fonte com razões isotópicas baixas. Não houve grande variação das proporções de consumo estimadas entre diferentes faixas etárias no sítio Piaçaguera. Para o sítio Moares, é estimado menor consumo de animais marinhos, ou outra fonte alimentar com razões isotópicas altas, e consumo moderado de animais de água-doce e terrestres e plantas C3. Observa-se aumento do consumo de animais terrestres e redução do consumo de animais de água-doce no sítio Moraes para as faixas etárias 15 a 18 anos e adultos. Para ambos os sítios, não foram verificadas diferenças nas proporções de consumo entre sexos, para a faixa etária adultos.

O objetivo de estimação da idade de desmame não pôde ser cumprido, tendo em vista a sensibilidade excessiva do modelo proposto à escolha de priori e ausência de alternativas que lidassem de forma adequada com o *turnover* dos ossos ou o formato de crescimento da dentina.

APÊNDICE A

Tabelas

Tabela A.1 Distribuição de frequências da variável Sexo, por Sítio e Faixa etária, entre amostras de ossos

Sítio	Faixa Etária	Sexo			Total por Faixa Etária	Total por Sítio
		Feminino	Masculino	Indeterminado		
Moraes	Adultos	6 (17%)	4 (11%)	6 (17%)	16 (46%)	35 (100%)
	Subadultos	0 (0%)	0 (0%)	19 (54%)	19 (54%)	
Piaçaguera	Adultos	9 (26%)	8 (24%)	1 (3%)	18 (53%)	34 (100%)
	Subadultos	1 (3%)	0 (0%)	15 (44%)	16 (47%)	

Tabela A.2 Distribuição de frequências da variável Sexo, por Sítio, entre indivíduos únicos com amostras de dentes

Sítio	Sexo			Total por Sítio
	Feminino	Masculino	Indeterminado	
Moraes	1 (8%)	0 (0%)	12 (92%)	13 (100%)
Piaçaguera	4 (50%)	1 (12%)	3 (38%)	8 (100%)

Tabela A.3 Distribuição de frequências de Sexo, por Sítio, entre fatias de dentes

Sítio	Sexo			Total por Sítio
	Feminino	Masculino	Indeterminado	
Moraes	10 (7%)	0 (0%)	128 (93%)	138 (100%)
Piaçaguera	18 (37%)	6 (12%)	25 (51%)	49 (100%)

Tabela A.4 Medidas descritivas para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) dos ossos e fatias de dentes, por Sítio

Sítio	Tipo de amostra	Média	Desvio padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
Moraes	Ossos	-20,3	1,3	-21,8	-21,0	-20,6	-20,1	-13,7
	Dentes	-20,6	0,6	-22,2	-21,0	-20,6	-20,2	-18,8
Piaçaguera	Ossos	-15,6	1,2	-18,4	-16,4	-15,4	-15,0	-12,9
	Dentes	-15,6	0,7	-17,0	-16,0	-15,5	-15,0	-14,5

Tabela A.5 Medidas descritivas para os valores de $\delta^{15}\text{N}$ (‰) dos ossos e fatias de dentes, por Sítio

Sítio	Tipo de amostra	Média	Desvio padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
Moraes	Ossos	11,3	1,1	9,4	10,5	11,3	11,8	14,4
	Dentes	12,2	1,2	9,6	11,3	11,9	13,1	15,6
Piaçaguera	Ossos	13,9	1,1	12,1	13,1	13,8	14,6	16,3
	Dentes	14,1	0,9	12,4	13,5	14,1	14,6	17,0

APÊNDICE B

Figuras

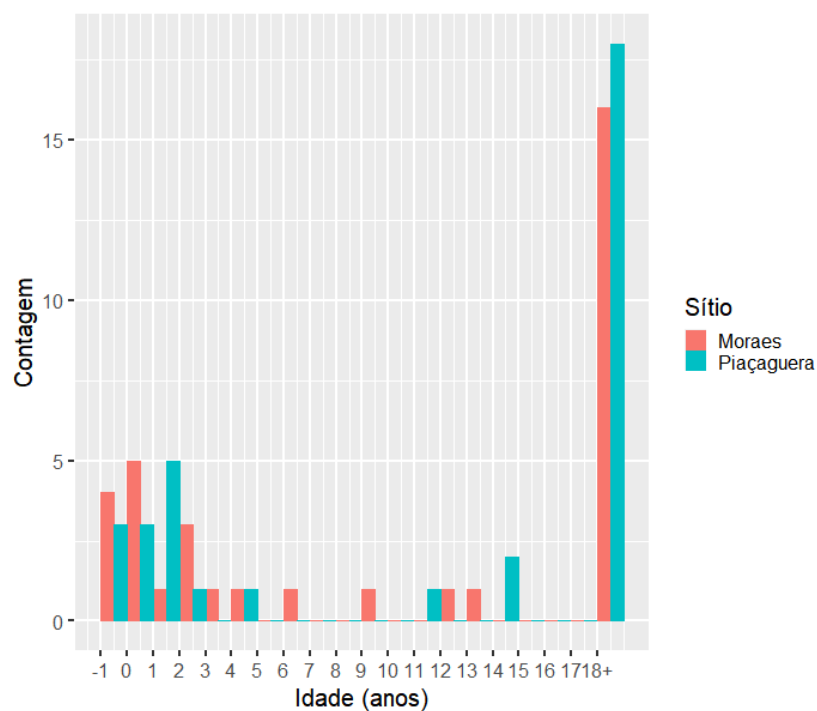


Figura B.1 Histograma do centro do intervalo de Idade (anos) dos ossos, por Sítio

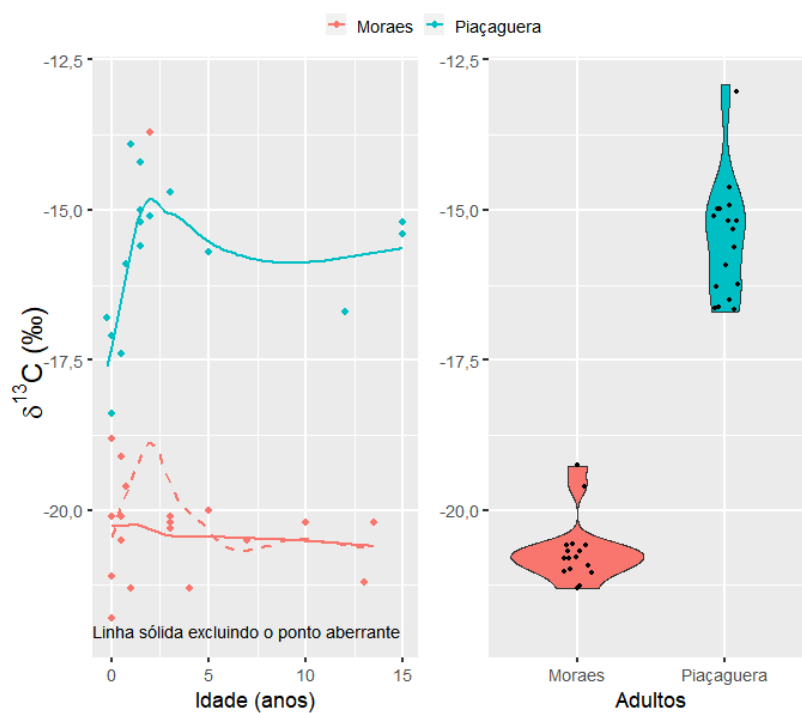


Figura B.2 Gráfico de dispersão com curva de tendência *loess* do $\delta^{13}\text{C}$ (‰) dos ossos pelo centro do intervalo de Idade (anos), para subadultos, e estimativa de densidade do $\delta^{13}\text{C}$ (‰) dos ossos, para adultos, por Sítio

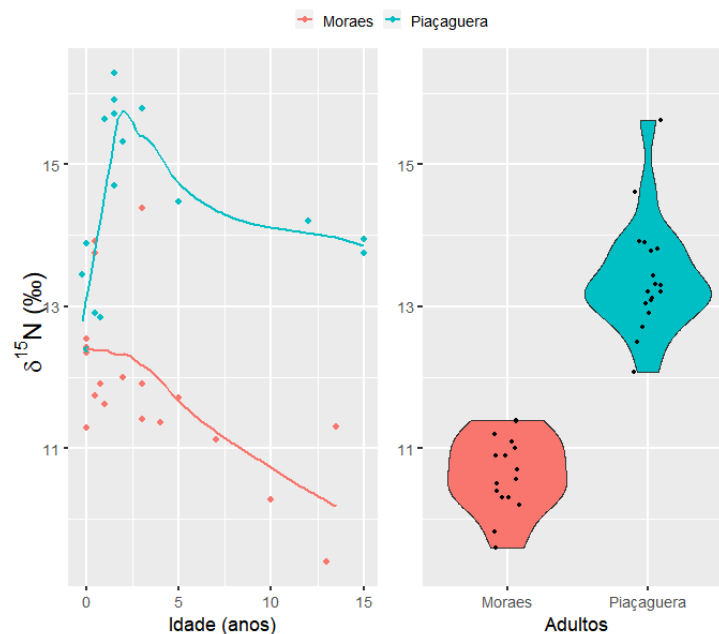


Figura B.3 Gráfico de dispersão com curva de tendência *loess* do $\delta^{15}\text{N}$ (‰) dos ossos pelo centro do intervalo de Idade (anos), para subadultos, e estimativa de densidade do $\delta^{15}\text{N}$ (‰) dos ossos, para adultos, por Sítio

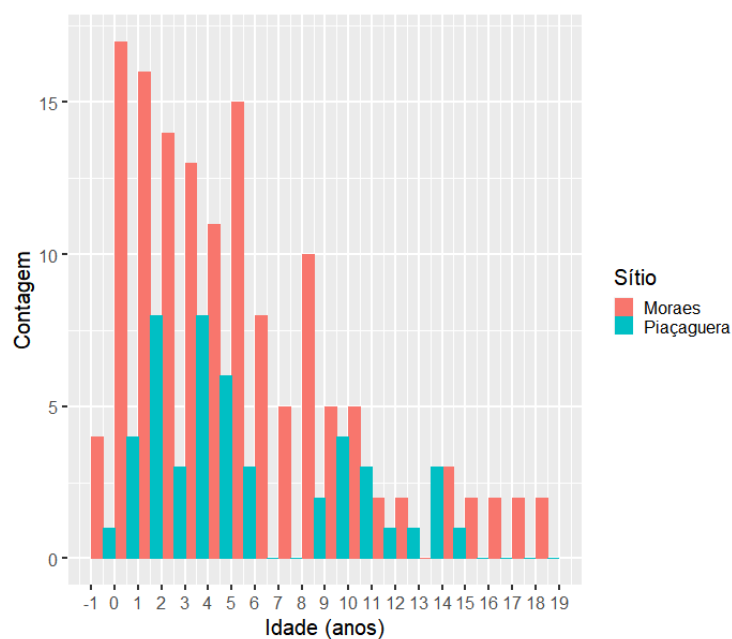


Figura B.4 Histograma do centro do intervalo de Idade (anos) das fatias de dentes, por Sítio

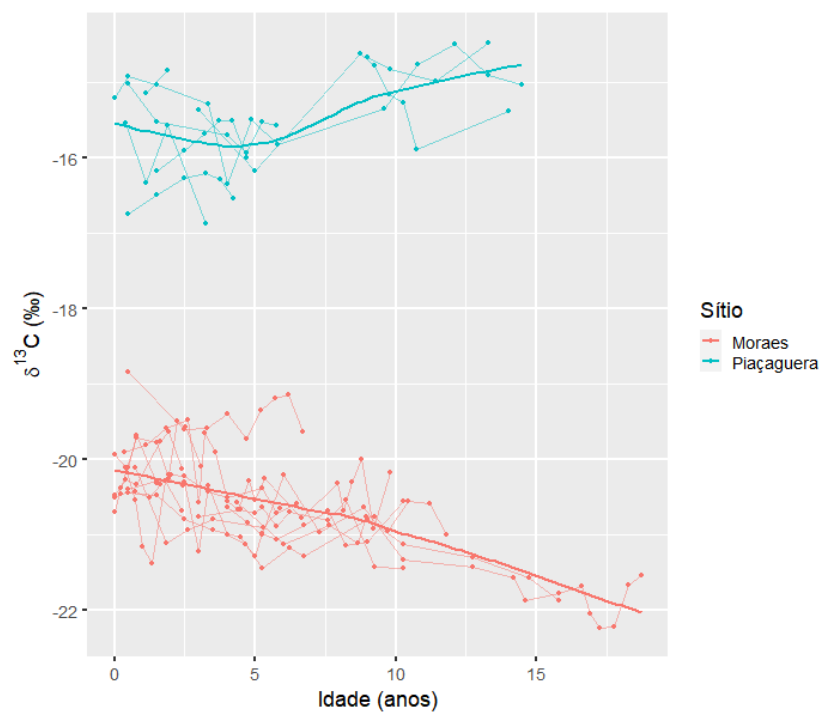


Figura B.5 Gráfico de perfis, agregados por indivíduo, com curva de tendência *loess* do $\delta^{13}\text{C}$ (‰) das fatias de dente pelo centro do intervalo de Idade (anos), por Sítio

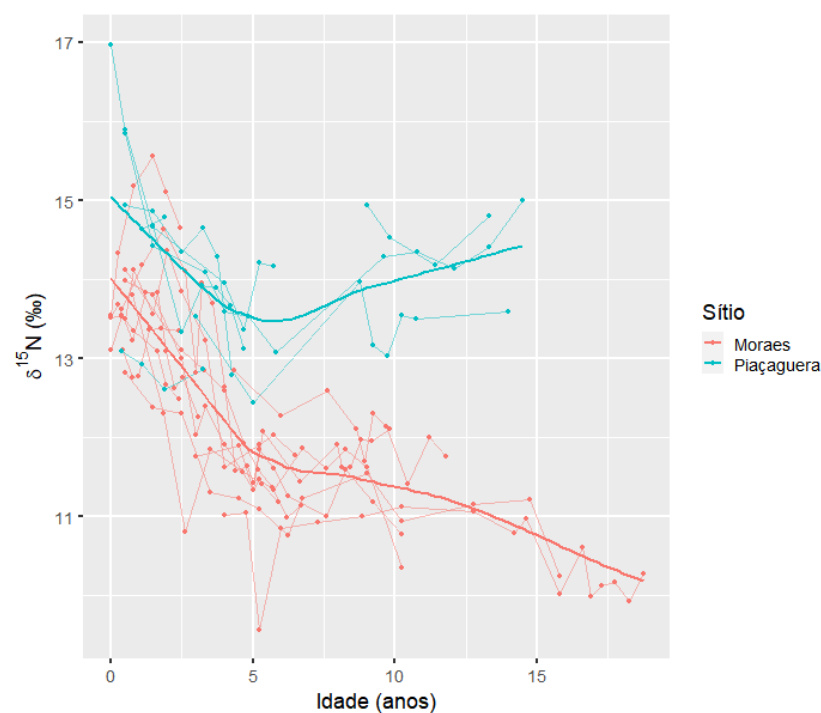


Figura B.6 Gráfico de perfis, agregados por indivíduo, com curva de tendência *loess* do $\delta^{15}\text{N}$ (‰) das fatias de dente pelo centro do intervalo de Idade (anos), por Sítio

APÊNDICE C

Gráficos e tabelas relativos à análise inferencial

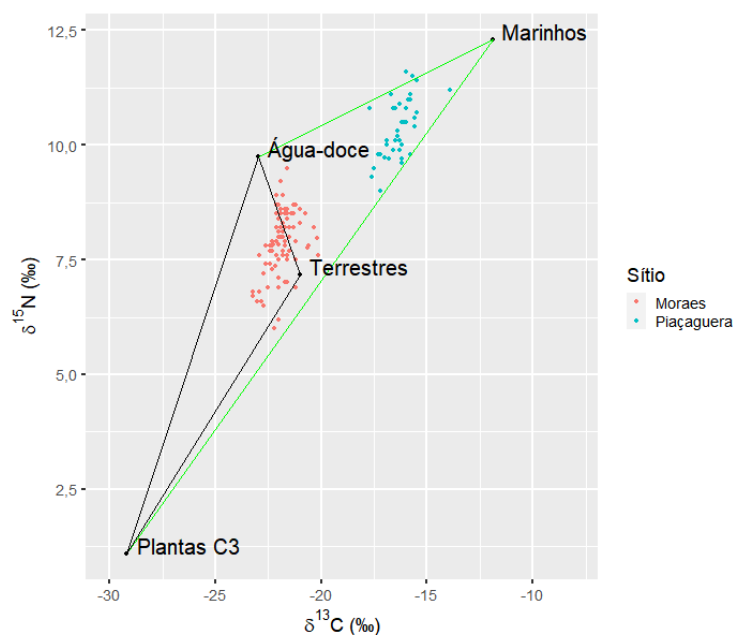


Figura C.1 $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) das observações com Idade maior ou igual a 5 anos, por Sítio, sobrepostos ao casco convexo das médias *a priori* das razões isotópicas das fontes alimentares, com e sem a fonte animais marinhos

Tabela C.2 Médias e desvios padrões *a priori* das razões isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) das fontes alimentares

Fonte alimentar	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Animais marinhos	-11,87	2,35	12,29	2,27
Animais de água-doce	-22,98	2,08	9,75	1,93
Animais terrestres	-20,99	2,95	7,18	2,48
Plantas C3	-29,20	3,00	1,10	2,00

Tabela C.3 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, por Faixa etária e Fonte alimentar

Faixa etária	Fonte alimentar	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil
		Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior			
5 a 7 anos	Marinhos	0,342	0,520	0,105	0,672	0,322	0,417	0,501
	Água-doce	0,024	0,206	0,000	0,474	0,090	0,178	0,288
	Terrestres	0,036	0,257	0,000	0,600	0,115	0,222	0,361
	Plantas C3	0,013	0,134	0,000	0,327	0,058	0,118	0,197
7 a 9 anos	Marinhos	0,293	0,480	0,066	0,633	0,278	0,376	0,466
	Água-doce	0,019	0,224	0,000	0,531	0,096	0,199	0,333
	Terrestres	0,007	0,189	0,000	0,590	0,079	0,175	0,327
	Plantas C3	0,028	0,199	0,000	0,404	0,084	0,169	0,262
9 a 15 anos	Marinhos	0,367	0,539	0,142	0,692	0,343	0,436	0,520
	Água-doce	0,021	0,195	0,000	0,445	0,084	0,170	0,277
	Terrestres	0,044	0,263	0,000	0,590	0,117	0,222	0,360
	Plantas C3	0,011	0,122	0,000	0,314	0,052	0,108	0,183
Adultos	Marinhos	0,340	0,521	0,082	0,653	0,309	0,411	0,494
	Água-doce	0,011	0,173	0,000	0,459	0,072	0,157	0,267
	Terrestres	0,075	0,343	0,000	0,660	0,150	0,275	0,425
	Plantas C3	0,005	0,103	0,000	0,310	0,042	0,093	0,169

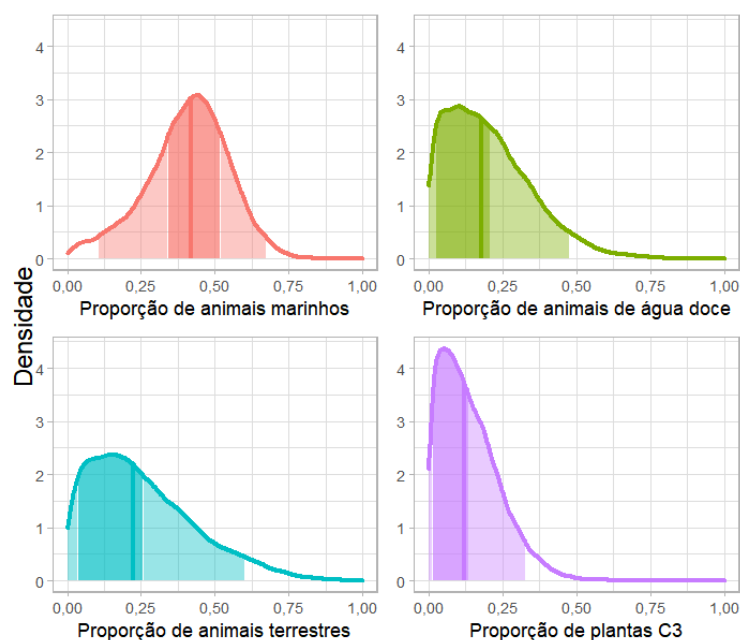


Figura C.4 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, na Faixa etária 5 a 7 anos

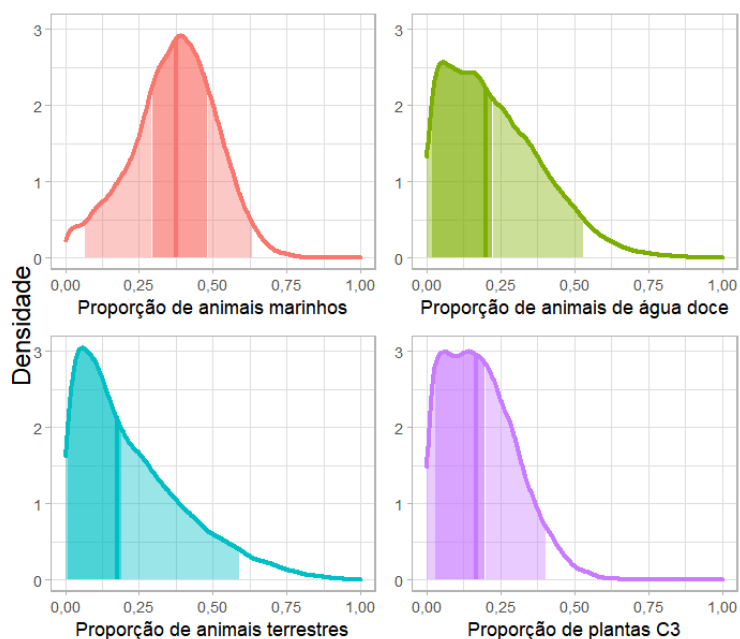


Figura C.5 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, na Faixa etária 7 a 9 anos

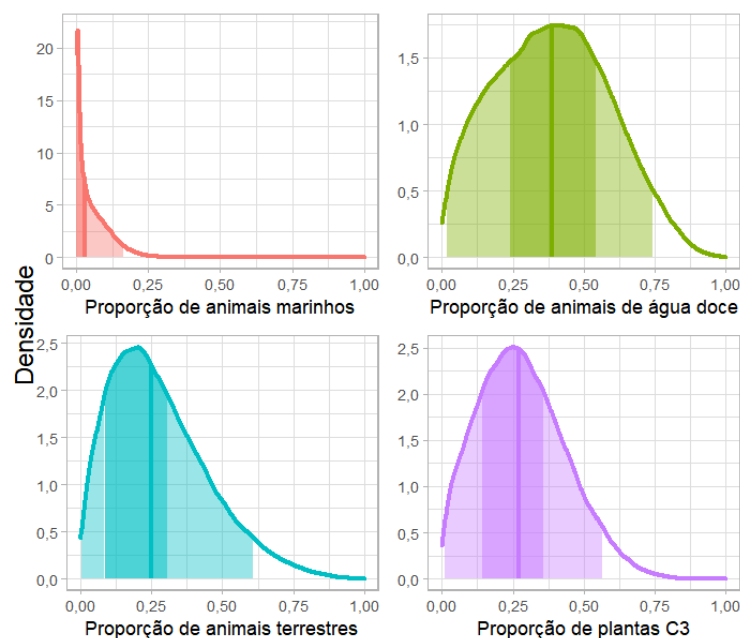


Figura C.6 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, na Faixa etária 9 a 15 anos

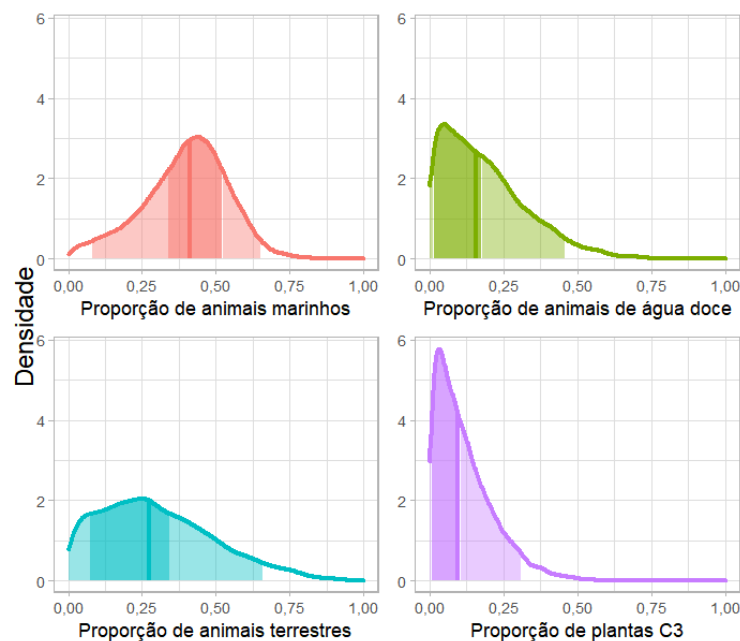


Figura C.7 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, na Faixa etária Adultos

Tabela C.8 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* dos desvios padrões e razões isotópicas das fontes alimentares do Sítio Piaçaguera

Variável	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º	2º	3º
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Quartil	Quartil	Quartil
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ entre indivíduos (‰)	0,840	1,009	0,721	1,229	0,868	0,948	1,040
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ entre indivíduos (‰)	0,686	0,844	0,568	1,060	0,710	0,785	0,873
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ intra-indivíduo (‰)	0,356	0,382	0,335	0,410	0,358	0,371	0,384
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ intra-indivíduo (‰)	0,593	0,636	0,554	0,682	0,595	0,616	0,638
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais marinhos (‰)	-12,340	-9,746	-14,569	-7,124	-12,200	-10,903	-9,602
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais de água-doce (‰)	-22,874	-19,893	-25,679	-17,021	-22,822	-21,339	-19,857
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais terrestres (‰)	-19,525	-15,709	-24,096	-13,240	-20,254	-18,162	-16,337
$\delta^{13}\text{C}$ das plantas C3 (‰)	-29,452	-25,143	-33,361	-21,031	-29,350	-27,202	-25,039
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais marinhos (‰)	10,542	12,089	9,389	14,227	10,791	11,509	12,377
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais de água-doce (‰)	8,625	10,627	6,542	12,680	8,624	9,655	10,620
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais terrestres (‰)	8,705	10,452	5,479	11,784	8,149	9,299	10,053
$\delta^{15}\text{N}$ das plantas C3 (‰)	-0,307	2,417	-2,823	4,967	-0,269	1,111	2,441

Tabela C.9 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* das proporções de consumo do Sítio Moraes, por Faixa etária e Fonte alimentar, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

Faixa etária	Fonte alimentar	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil
		Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior			
5 a 7 anos	Marinhos	0,115	0,232	0,017	0,359	0,126	0,180	0,241
	Água-doce	0,132	0,406	0,000	0,676	0,178	0,309	0,458
	Terrestres	0,089	0,294	0,000	0,543	0,135	0,233	0,351
	Plantas C3	0,040	0,251	0,000	0,506	0,109	0,209	0,330
7 a 9 anos	Marinhos	0,120	0,242	0,011	0,367	0,126	0,186	0,248
	Água-doce	0,081	0,394	0,000	0,701	0,166	0,321	0,489
	Terrestres	0,026	0,210	0,000	0,543	0,091	0,182	0,304
	Plantas C3	0,083	0,312	0,000	0,539	0,127	0,241	0,361
9 a 15 anos	Marinhos	0,081	0,199	0,000	0,312	0,094	0,151	0,212
	Água-doce	0,101	0,406	0,000	0,700	0,169	0,320	0,482
	Terrestres	0,044	0,238	0,000	0,543	0,104	0,197	0,319
	Plantas C3	0,132	0,369	0,000	0,568	0,152	0,267	0,390
15 a 18 anos	Marinhos	0,005	0,073	0,000	0,216	0,030	0,065	0,118
	Água-doce	0,013	0,222	0,000	0,635	0,093	0,204	0,371
	Terrestres	0,173	0,476	0,000	0,699	0,192	0,344	0,498
	Plantas C3	0,111	0,382	0,000	0,678	0,164	0,291	0,446
Adultos	Marinhos	0,062	0,177	0,000	0,302	0,079	0,134	0,196
	Água-doce	0,007	0,220	0,000	0,672	0,094	0,207	0,398
	Terrestres	0,273	0,580	0,001	0,733	0,230	0,400	0,544
	Plantas C3	0,007	0,169	0,000	0,561	0,069	0,157	0,291

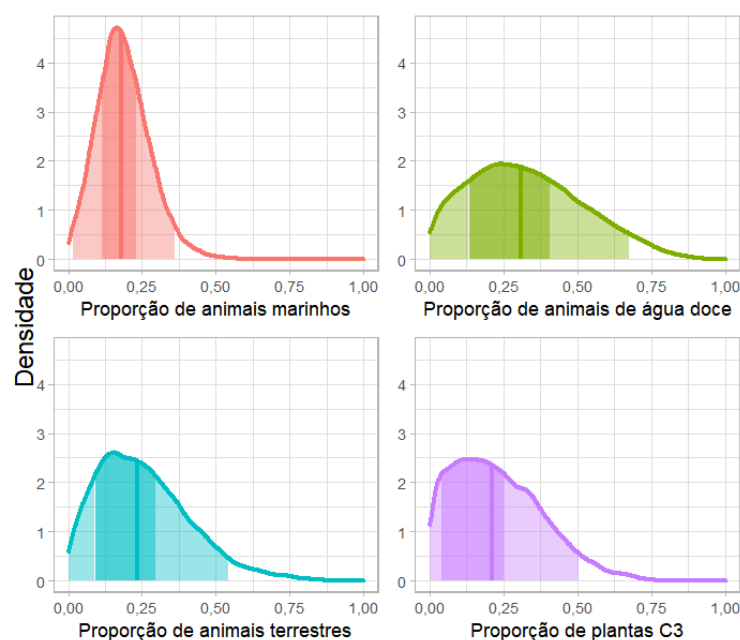


Figura C.10 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 5 a 7 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

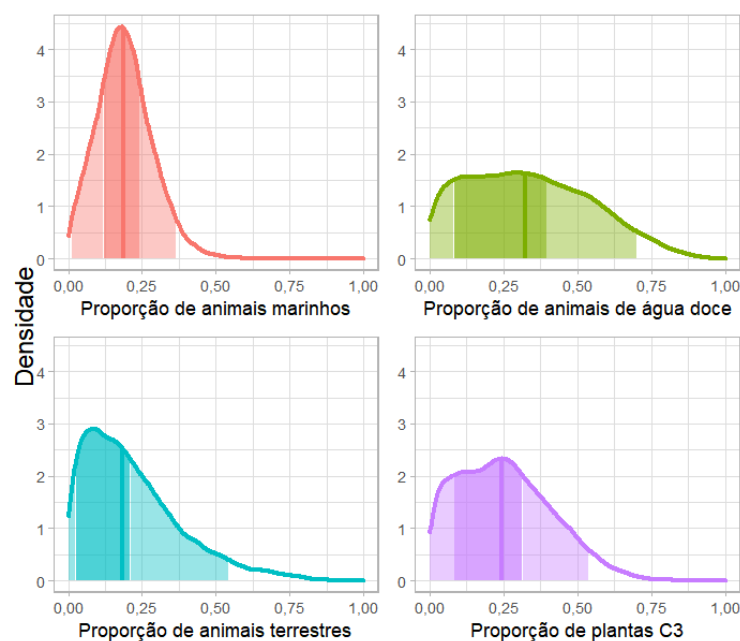


Figura C.11 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 7 a 9 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

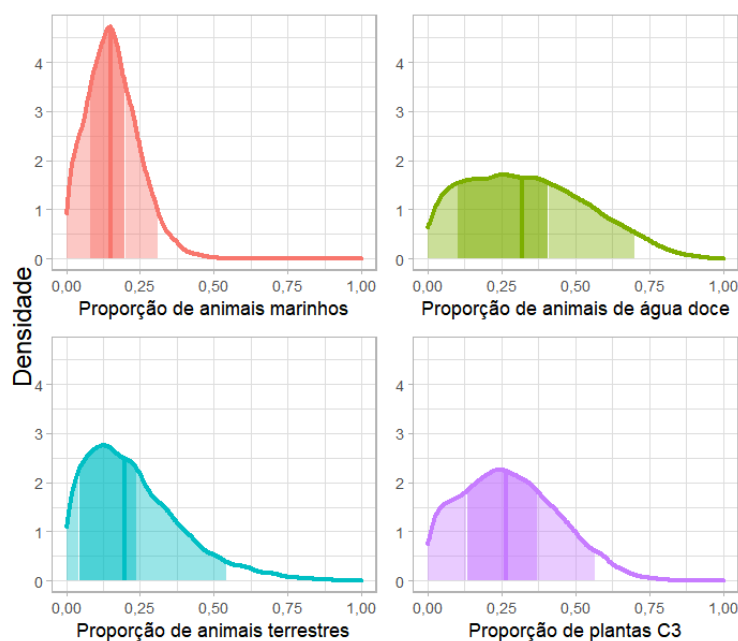


Figura C.12 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 9 a 15 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

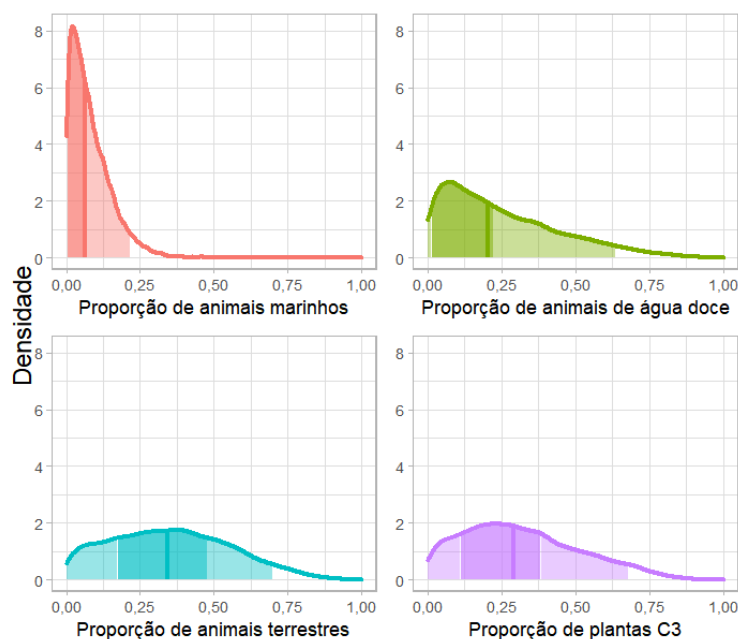


Figura C.13 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 15 a 18 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

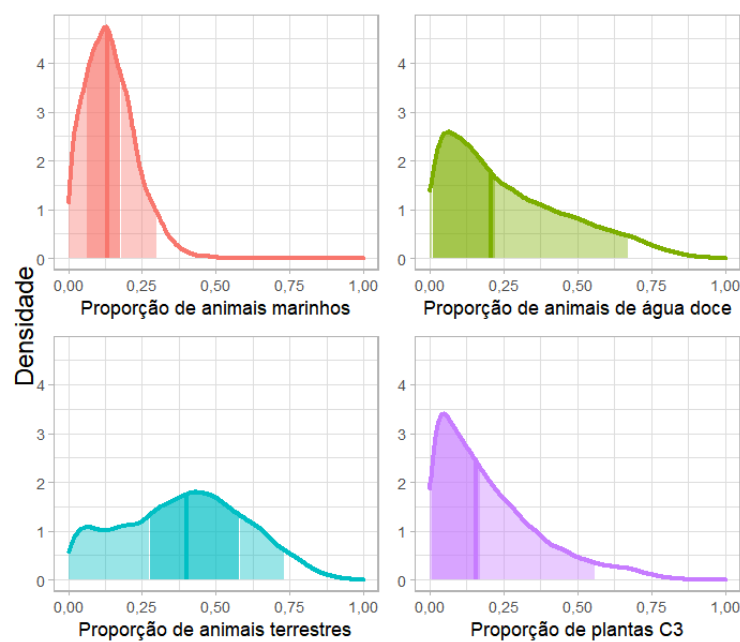


Figura C.14 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária Adultos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

Tabela C.15 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* dos desvios padrões e razões isotópicas das fontes alimentares do Sítio Moraes, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

Variável	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º	2º	3º
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Quartil	Quartil	Quartil
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ entre indivíduos (‰)	0,382	0,448	0,334	0,532	0,392	0,423	0,460
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ entre indivíduos (‰)	0,625	0,785	0,517	1,001	0,656	0,732	0,821
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ intra-indivíduo (‰)	0,577	0,592	0,563	0,607	0,577	0,585	0,592
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ intra-indivíduo (‰)	0,501	0,515	0,488	0,528	0,501	0,508	0,515
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais marinhos (‰)	-15,015	-11,761	-18,066	-8,544	-15,015	-13,379	-11,768
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais de água-doce (‰)	-23,522	-21,519	-26,083	-19,780	-23,701	-22,655	-21,706
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais terrestres (‰)	-23,521	-21,150	-26,173	-18,234	-23,446	-22,280	-21,062
$\delta^{13}\text{C}$ das plantas C3 (‰)	-27,711	-24,084	-32,410	-21,992	-28,711	-26,614	-24,887
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais marinhos (‰)	9,558	12,187	7,178	15,058	9,714	10,982	12,345
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais de água-doce (‰)	7,275	8,938	5,357	10,497	7,076	8,011	8,742
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais terrestres (‰)	5,770	7,125	4,182	9,128	5,856	6,529	7,192
$\delta^{15}\text{N}$ das plantas C3 (‰)	-0,552	2,104	-3,067	4,797	-0,503	0,830	2,141

Tabela C.16 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* das proporções de consumo do Sítio Moraes, por Faixa etária e Fonte alimentar, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções

Faixa etária	Fonte alimentar	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil
		Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior			
5 a 7 anos	Marinhos	0,000	0,062	0,000	0,185	0,019	0,060	0,107
	Água-doce	0,220	0,496	0,034	0,743	0,246	0,380	0,524
	Terrestres	0,163	0,379	0,019	0,635	0,196	0,299	0,417
	Plantas C3	0,050	0,240	0,000	0,502	0,108	0,200	0,313
7 a 9 anos	Marinhos	0,000	0,058	0,000	0,203	0,015	0,057	0,114
	Água-doce	0,246	0,584	0,015	0,782	0,232	0,404	0,570
	Terrestres	0,073	0,298	0,000	0,649	0,141	0,248	0,389
	Plantas C3	0,066	0,269	0,000	0,514	0,121	0,219	0,335
9 a 15 anos	Marinhos	0,000	0,030	0,000	0,165	0,005	0,030	0,080
	Água-doce	0,242	0,543	0,019	0,745	0,233	0,386	0,535
	Terrestres	0,085	0,304	0,001	0,610	0,146	0,249	0,382
	Plantas C3	0,140	0,355	0,009	0,567	0,167	0,270	0,384
15 a 18 anos	Marinhos	0,000	0,009	0,000	0,089	0,001	0,009	0,029
	Água-doce	0,032	0,222	0,000	0,604	0,105	0,196	0,333
	Terrestres	0,101	0,379	0,001	0,660	0,165	0,301	0,450
	Plantas C3	0,248	0,539	0,066	0,776	0,275	0,415	0,566
Adultos	Marinhos	0,000	0,036	0,000	0,163	0,007	0,035	0,084
	Água-doce	0,019	0,253	0,000	0,703	0,116	0,234	0,420
	Terrestres	0,308	0,633	0,007	0,768	0,238	0,425	0,575
	Plantas C3	0,023	0,226	0,000	0,639	0,103	0,205	0,355

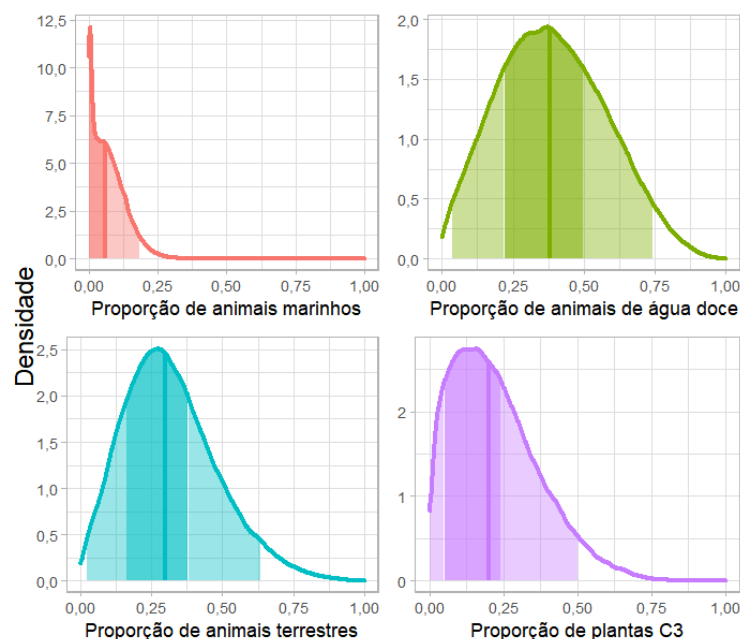


Figura C.17 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 5 a 7 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções (obs.: sem padronização de escala)

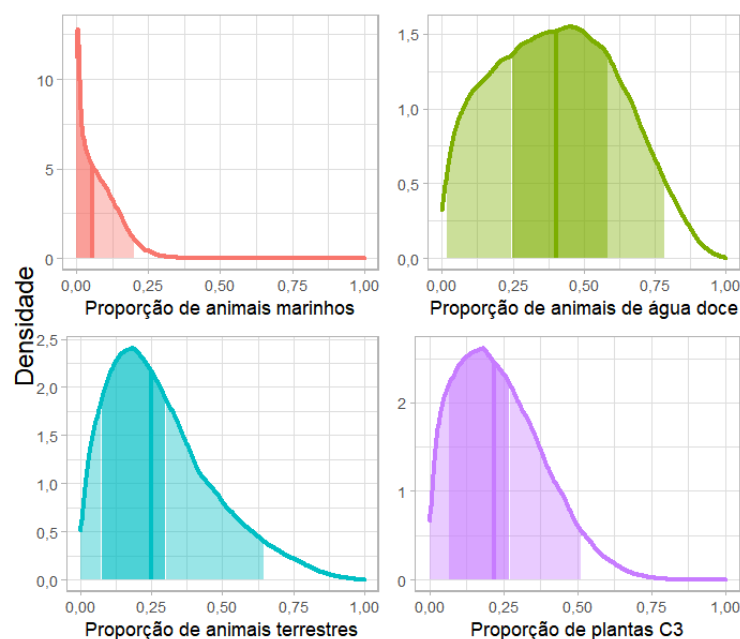


Figura C.18 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 7 a 9 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções (obs.: sem padronização de escala)

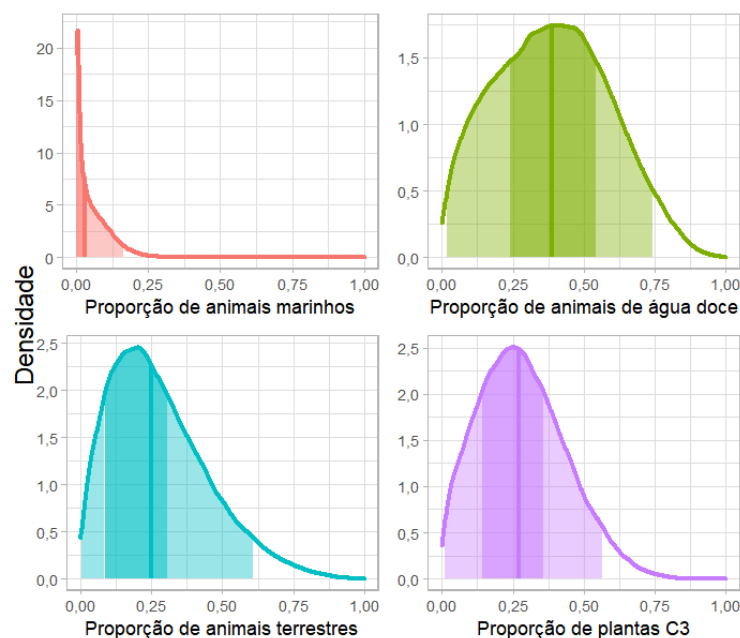


Figura C.19 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 9 a 15 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções (obs.: sem padronização de escala)

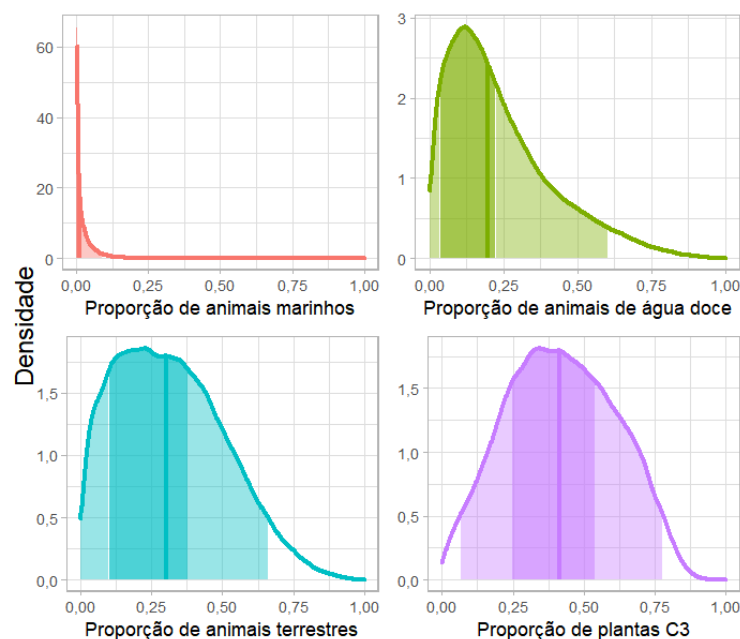


Figura C.20 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 15 a 18 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções (obs.: sem padronização de escala)

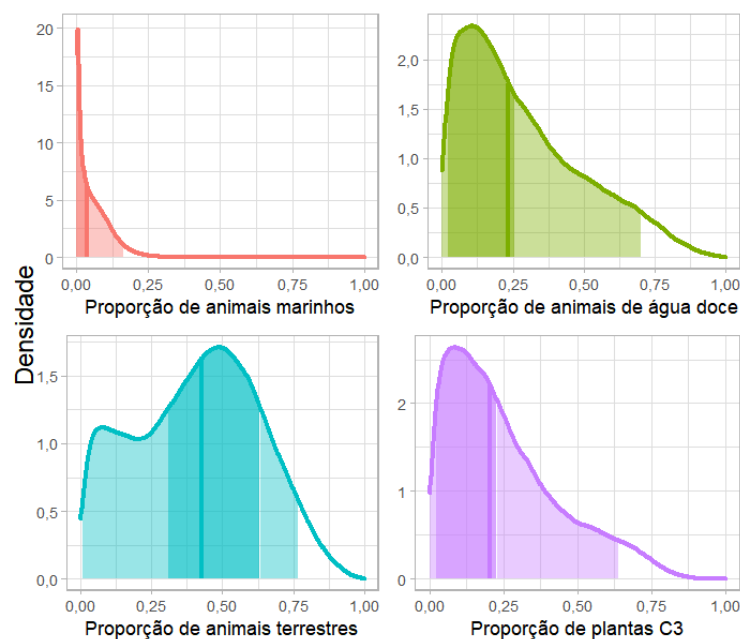


Figura C.21 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária Adultos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções (obs.: sem padronização de escala)

Tabela C.22 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* dos desvios padrões e razões isotópicas das fontes alimentares do Sítio Moraes, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(0,4, 1,2, 1,2, 1,2) para as proporções

Variável	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º	2º	3º
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Quartil	Quartil	Quartil
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ entre indivíduos (‰)	0,385	0,453	0,335	0,536	0,394	0,426	0,462
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ entre indivíduos (‰)	0,632	0,790	0,520	1,004	0,657	0,731	0,819
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ intra-indivíduo (‰)	0,577	0,592	0,563	0,607	0,577	0,585	0,592
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ intra-indivíduo (‰)	0,501	0,515	0,488	0,529	0,501	0,508	0,515
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais marinhos (‰)	-14,086	-10,874	-17,057	-7,783	-14,032	-12,446	-10,850
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais de água-doce (‰)	-22,361	-20,842	-24,598	-19,323	-22,570	-21,719	-21,039
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais terrestres (‰)	-22,317	-20,419	-24,650	-17,808	-22,262	-21,350	-20,384
$\delta^{13}\text{C}$ das plantas C3 (‰)	-26,075	-23,380	-30,522	-21,269	-26,939	-25,177	-23,984
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais marinhos (‰)	10,279	13,208	7,538	16,136	10,336	11,793	13,251
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais de água-doce (‰)	7,991	9,293	5,830	10,569	7,523	8,434	8,999
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais terrestres (‰)	6,184	7,474	4,973	9,423	6,431	7,007	7,887
$\delta^{15}\text{N}$ das plantas C3 (‰)	-0,469	2,206	-3,034	4,734	-0,500	0,830	2,163

Tabela C.23 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* das proporções de consumo do Sítio Moraes, por Faixa etária e Fonte alimentar, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções

Faixa etária	Fonte alimentar	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil
		Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior			
5 a 7 anos	Marinhos	0,087	0,173	0,007	0,255	0,091	0,133	0,177
	Água-doce	0,208	0,412	0,058	0,615	0,227	0,325	0,432
	Terrestres	0,181	0,330	0,058	0,510	0,197	0,270	0,347
	Plantas C3	0,150	0,310	0,030	0,474	0,165	0,243	0,328
7 a 9 anos	Marinhos	0,085	0,183	0,005	0,265	0,089	0,137	0,186
	Água-doce	0,197	0,433	0,050	0,643	0,219	0,336	0,457
	Terrestres	0,128	0,279	0,025	0,498	0,154	0,226	0,310
	Plantas C3	0,179	0,353	0,038	0,506	0,182	0,268	0,356
9 a 15 anos	Marinhos	0,054	0,146	0,000	0,222	0,061	0,105	0,151
	Água-doce	0,201	0,430	0,052	0,635	0,222	0,336	0,451
	Terrestres	0,132	0,285	0,030	0,494	0,160	0,232	0,317
	Plantas C3	0,206	0,386	0,052	0,545	0,208	0,296	0,388
15 a 18 anos	Marinhos	0,001	0,040	0,000	0,134	0,017	0,037	0,068
	Água-doce	0,095	0,281	0,015	0,555	0,145	0,232	0,348
	Terrestres	0,240	0,445	0,046	0,611	0,235	0,338	0,439
	Plantas C3	0,220	0,431	0,070	0,651	0,243	0,344	0,455
Adultos	Marinhos	0,032	0,116	0,000	0,210	0,048	0,090	0,135
	Água-doce	0,085	0,289	0,013	0,601	0,147	0,243	0,377
	Terrestres	0,316	0,535	0,056	0,680	0,293	0,410	0,513
	Plantas C3	0,083	0,246	0,009	0,508	0,127	0,203	0,305

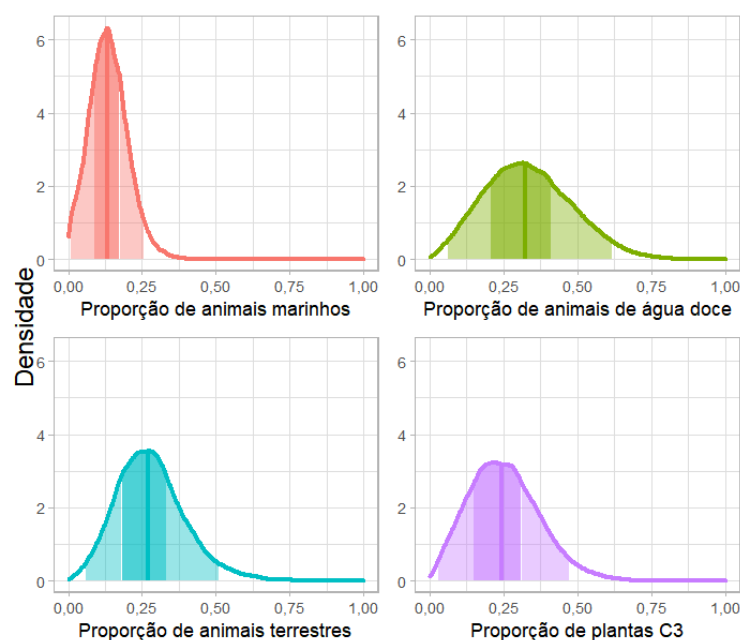


Figura C.24 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 5 a 7 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções

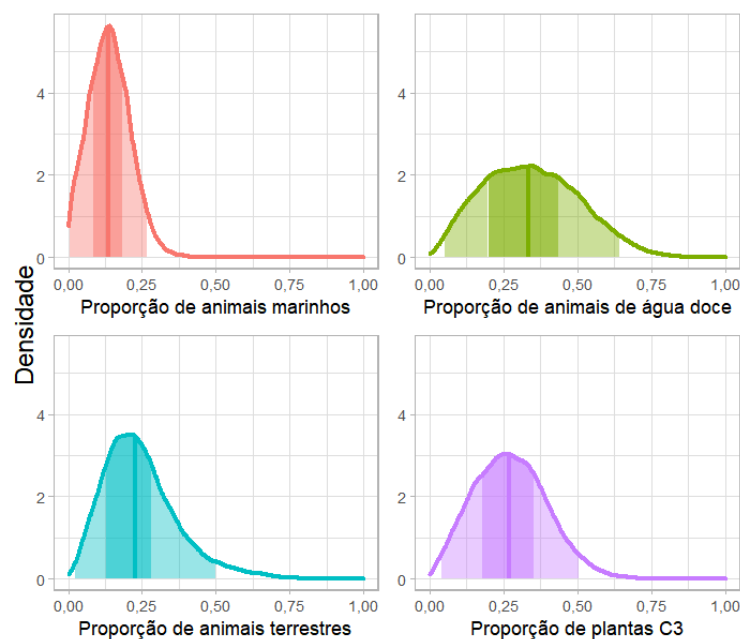


Figura C.25 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 7 a 9 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções

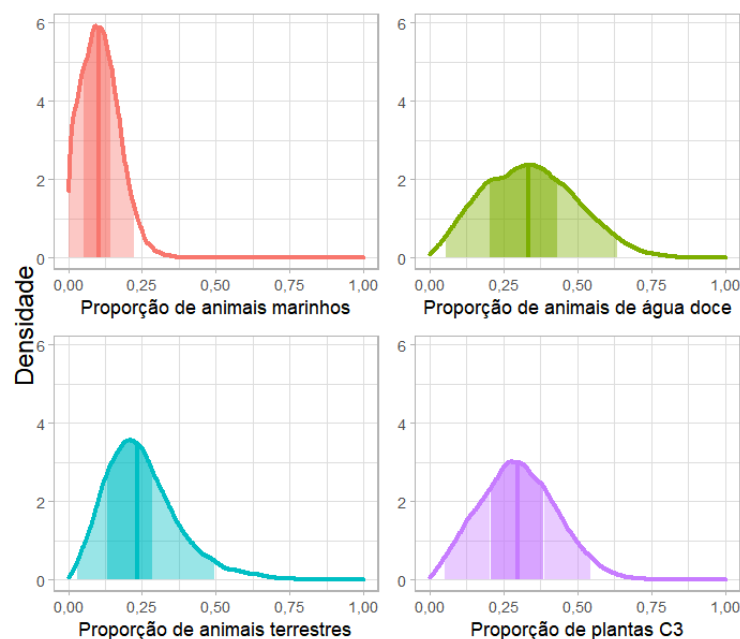


Figura C.26 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 9 a 15 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções

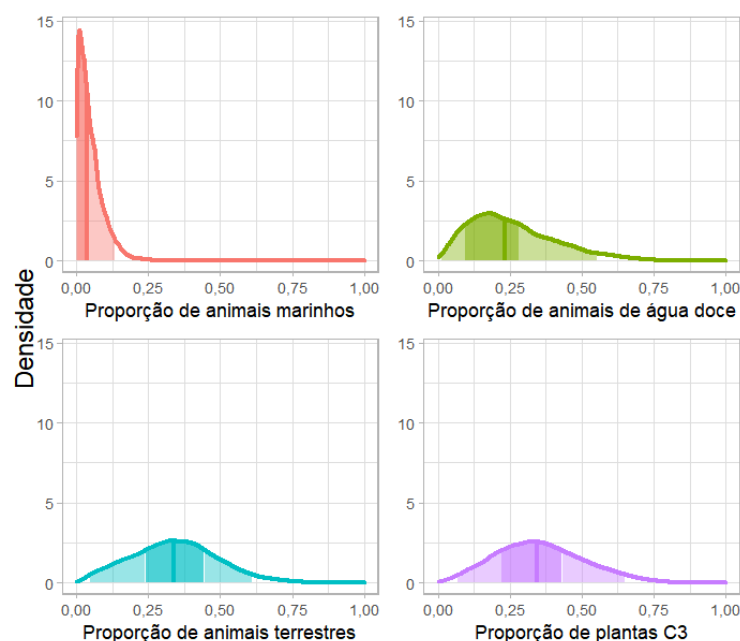


Figura C.27 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária 15 a 18 anos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções

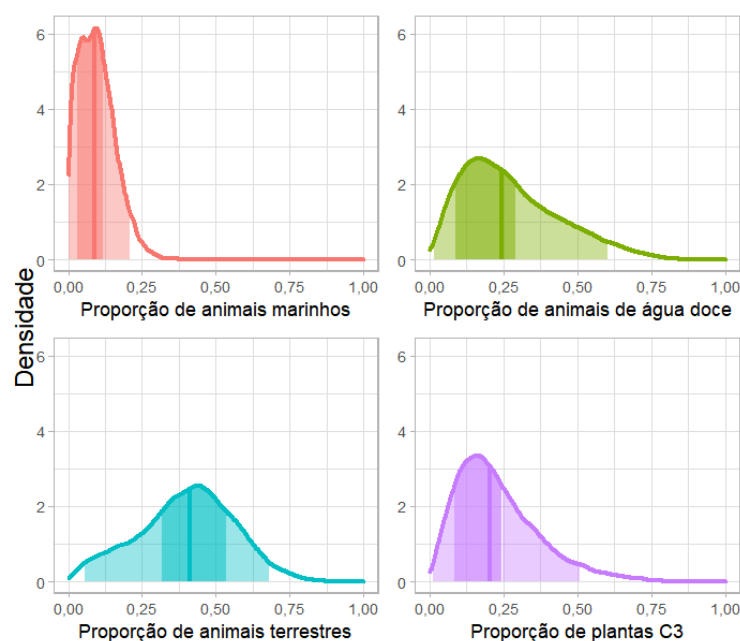


Figura C.28 Estimativas de densidade a posteriori, com intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e mediana, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária Adultos, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções

Tabela C.29 Intervalos HPD de 50% e 95% de probabilidade e quartis das distribuições *a posteriori* dos desvios padrões e razões isotópicas das fontes alimentares do Sítio Moraes, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 2, 2, 2) para as proporções

Variável	Intervalo HPD de 50% de probabilidade		Intervalo HPD de 95% de probabilidade		1º	2º	3º
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Quartil	Quartil	Quartil
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ entre indivíduos (‰)	0,383	0,451	0,335	0,535	0,393	0,426	0,463
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ entre indivíduos (‰)	0,626	0,787	0,516	1,004	0,653	0,729	0,817
Desvio padrão do $\delta^{13}\text{C}$ intra-indivíduo (‰)	0,577	0,593	0,563	0,607	0,577	0,585	0,592
Desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ intra-indivíduo (‰)	0,500	0,514	0,488	0,529	0,501	0,508	0,515
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais marinhos (‰)	-14,446	-11,299	-17,314	-8,191	-14,416	-12,828	-11,271
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais de água-doce (‰)	-23,053	-21,123	-25,337	-19,353	-23,233	-22,212	-21,274
$\delta^{13}\text{C}$ dos animais terrestres (‰)	-22,861	-20,498	-25,293	-17,775	-22,779	-21,592	-20,402
$\delta^{13}\text{C}$ das plantas C3 (‰)	-27,306	-24,138	-31,592	-21,897	-28,039	-26,232	-24,763
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais marinhos (‰)	10,385	13,110	7,802	15,940	10,450	11,777	13,148
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais de água-doce (‰)	7,732	9,470	5,496	10,829	7,312	8,379	9,140
$\delta^{15}\text{N}$ dos animais terrestres (‰)	5,752	7,080	4,228	9,256	5,810	6,467	7,133
$\delta^{15}\text{N}$ das plantas C3 (‰)	-0,500	2,178	-2,967	4,786	-0,464	0,862	2,192

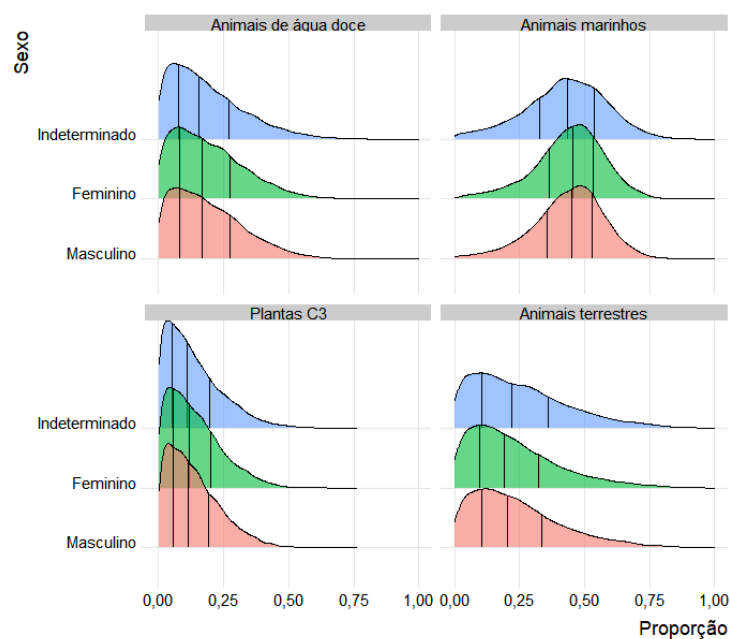


Figura C.30 Estimativas de densidade a posteriori, com primeiro, segundo e terceiro quartis, das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, na Faixa etária Adultos, por Sexo

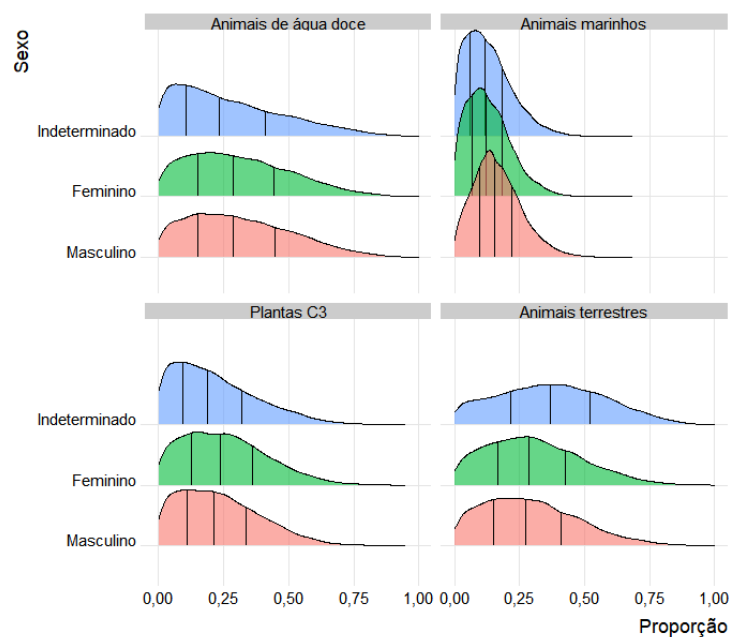


Figura C.31 Estimativas de densidade a posteriori, com primeiro, segundo e terceiro quartis, das proporções de consumo do Sítio Moraes, na Faixa etária Adultos, por Sexo, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

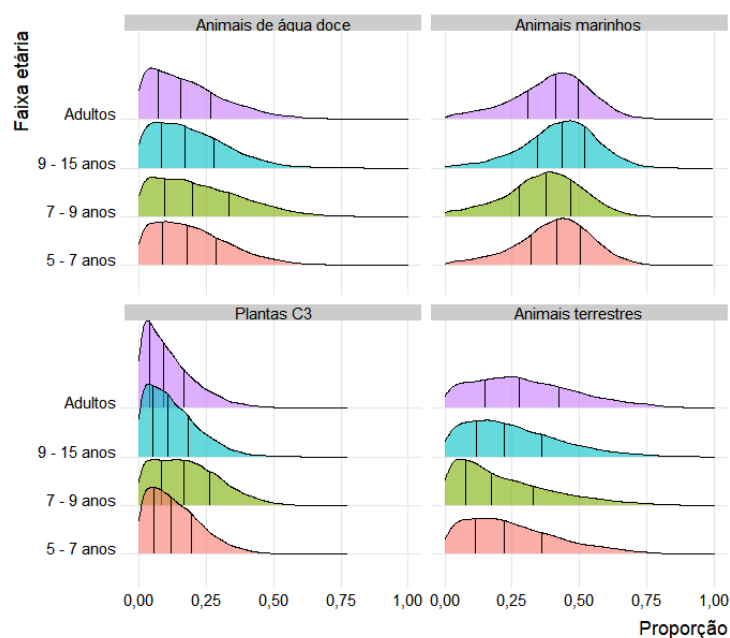


Figura C.32 Estimativas de densidade a posteriori, com primeiro, segundo e terceiro quartis, das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, por Faixa etária

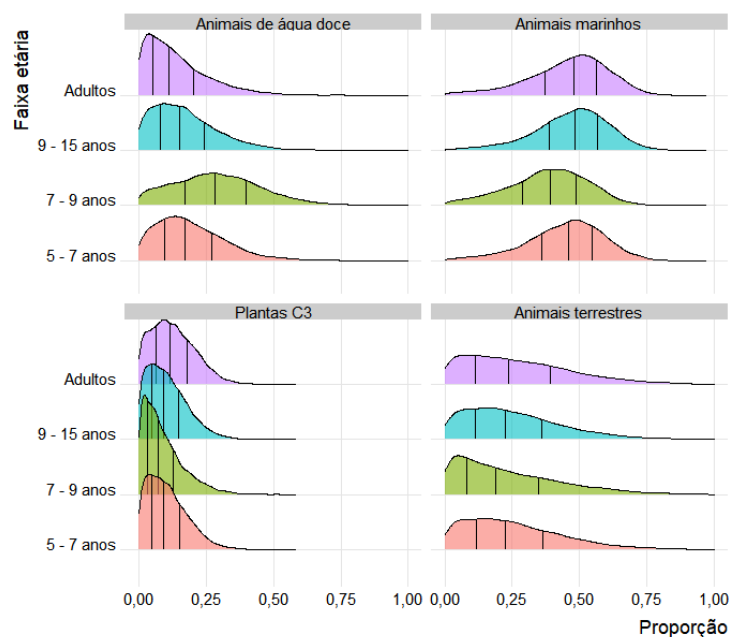


Figura C.33 Estimativas de densidade a posteriori, com primeiro, segundo e terceiro quartis, das proporções de consumo do Sítio Piaçaguera, por Faixa etária, utilizando todas concentrações de nutrientes iguais a 1

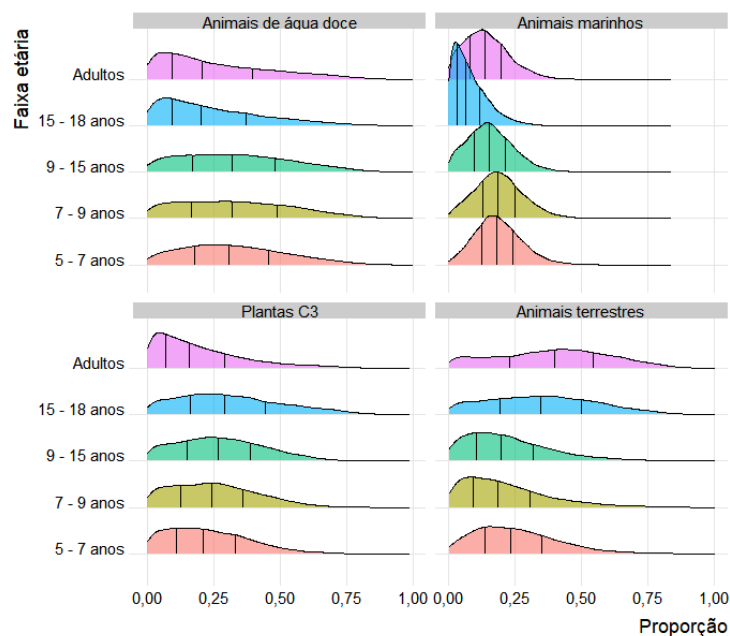


Figura C.34 Estimativas de densidade a posteriori, com primeiro, segundo e terceiro quartis, das proporções de consumo do Sítio Moraes, por Faixa etária, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções

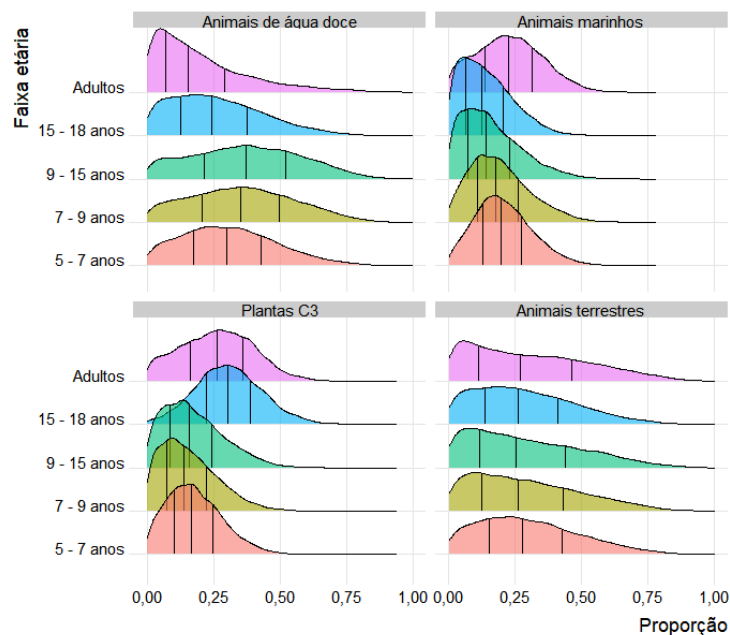


Figura C.35 Estimativas de densidade a posteriori, com primeiro, segundo e terceiro quartis, das proporções de consumo do Sítio Moraes, por Faixa etária, utilizando a distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para as proporções e todas concentrações de nutrientes iguais a 1

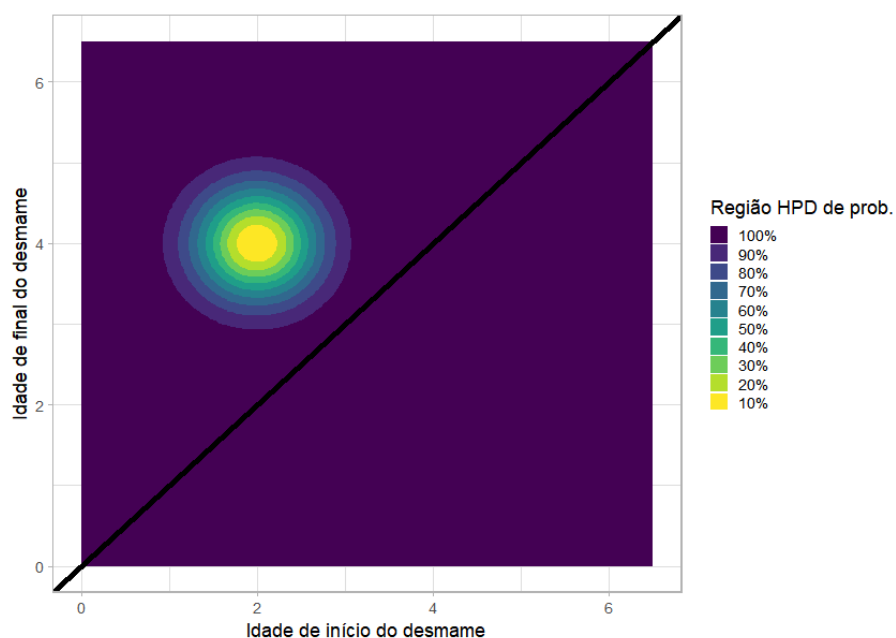


Figura C.36 Distribuição bivariada *a priori* para o início do tempo de desmame, de marginais $N(2, 0,5^2)$ e $N(4, 0,5^2)$, com regiões HPD

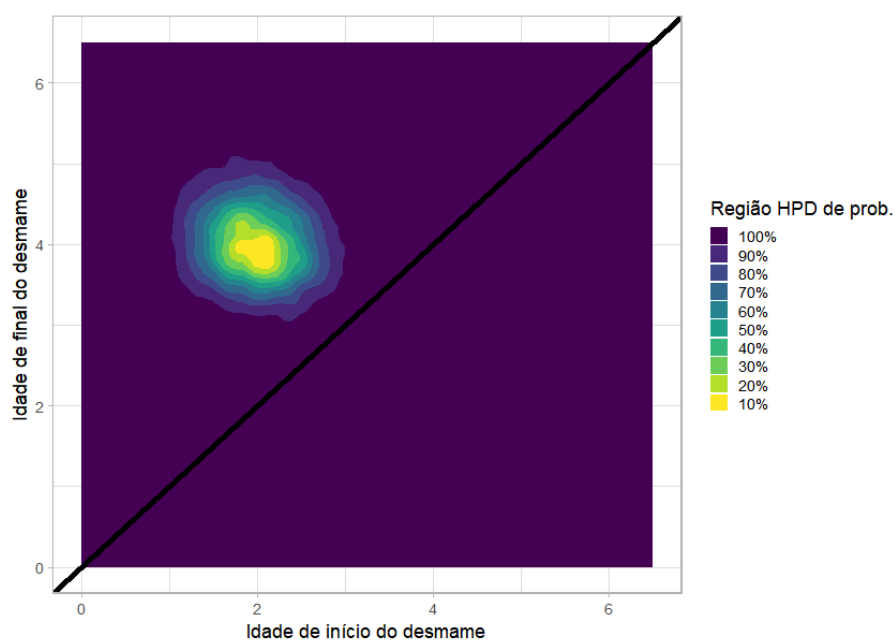


Figura C.37 Distribuição bivariada *a posteriori* para o início do tempo de desmame, para o sítio Moraes, com regiões HPD

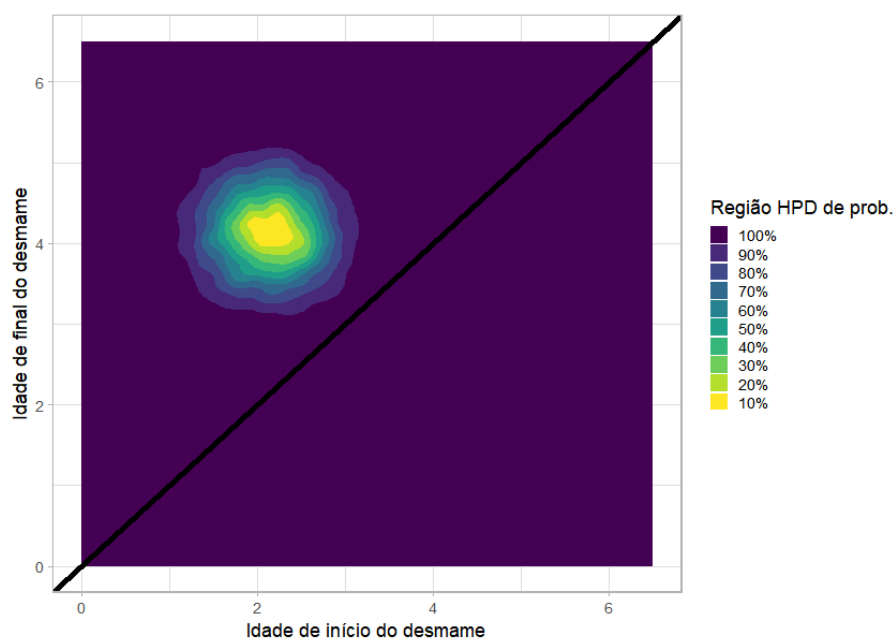


Figura C.38 Distribuição bivariada *a posteriori* para o início do tempo de desmame, para o sítio Piaçaguera, com regiões HPD

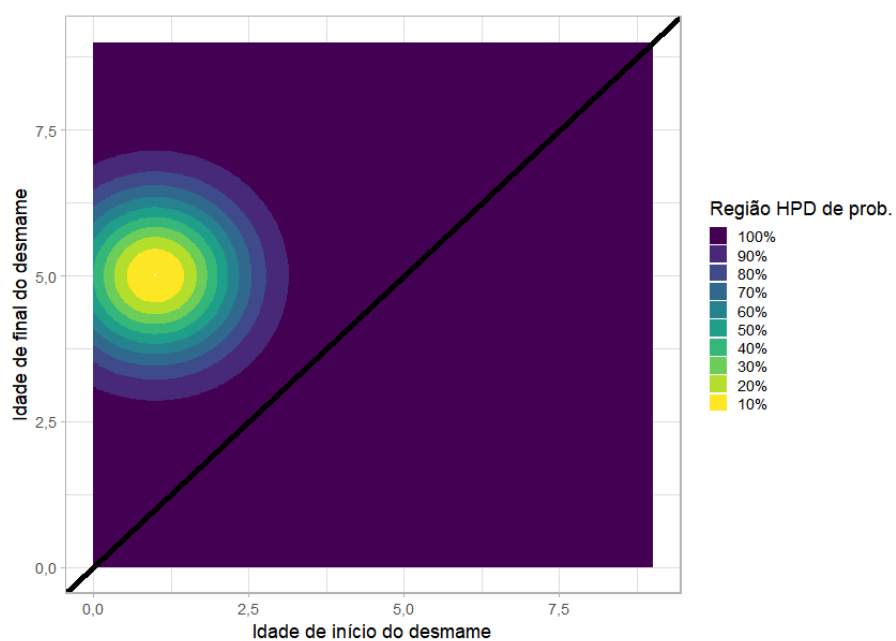


Figura C.39 Distribuição bivariada *a priori* para o início do tempo de desmame, de marginais $N(1, 1^2)$ e $N(5, 1^2)$, com regiões HPD

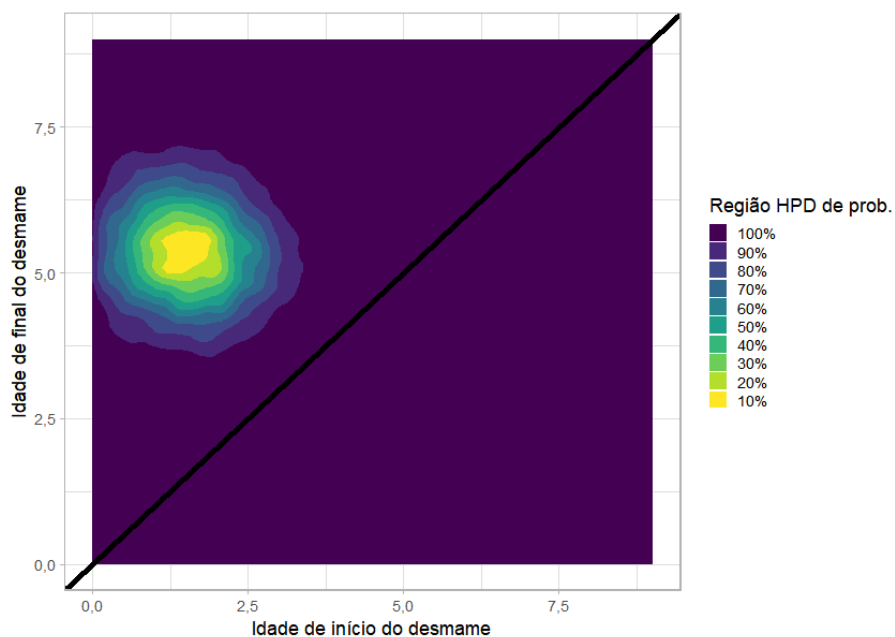


Figura C.40 Distribuição bivariada *a posteriori* para o início do tempo de desmame, para o sítio Piaçaguera, com regiões HPD e *priori* com marginais $N(1, 1^2)$ e $N(5, 1^2)$

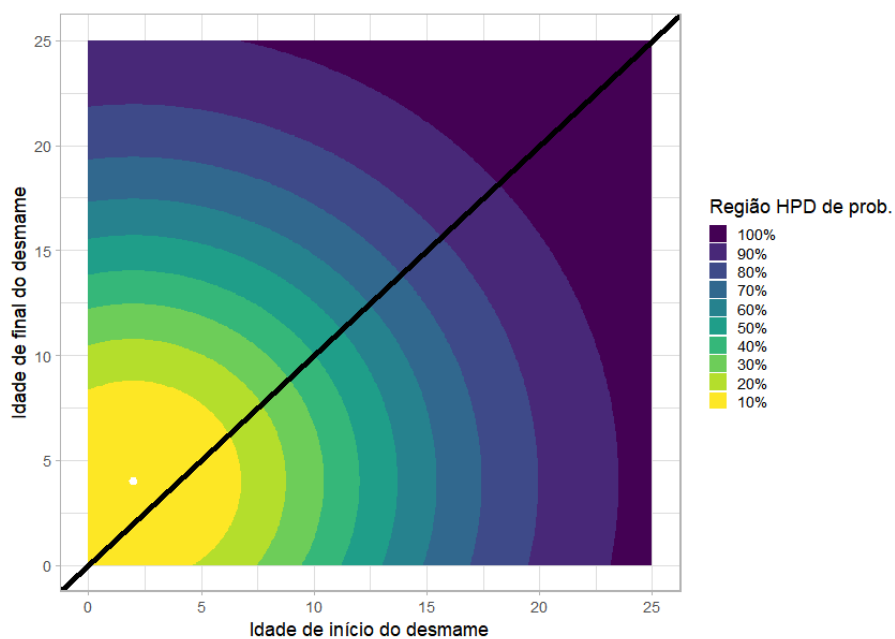


Figura C.41 Distribuição bivariada *a priori* para o início do tempo de desmame, de marginais $N(2, 10^2)$ e $N(4, 10^2)$, com regiões HPD

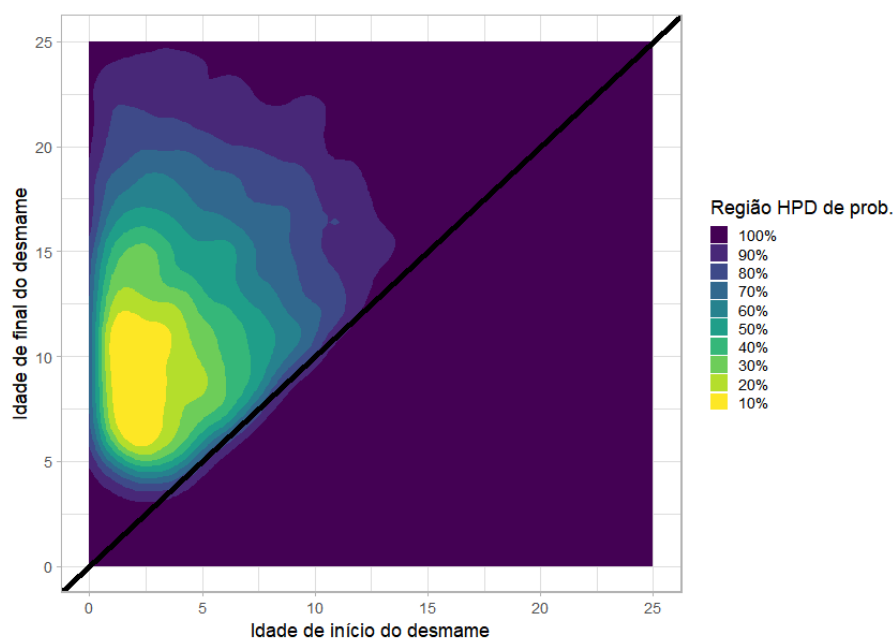


Figura C.42 Distribuição bivariada *a posteriori* para o início do tempo de desmame, para o sítio Piaçaguera, com regiões HPD e *priori* com marginais $N(2, 10^2)$ e $N(4, 10^2)$

APÊNDICE D

Aspectos técnicos

O modelo estatístico utilizado na reconstrução de dieta é dado por

$$X_{ijlm} = \frac{\sum_{k=1}^K p_{km} q_{jk} (s_{jk} + c_j)}{\sum_{k=1}^K p_{km} q_{jk}} + \varepsilon_{jlm} + \tau_{ijlm}.$$

Os parâmetros e valores observados do modelo são:

- X_{ijlm} é o valor da razão isotópica j registrada para a observação i do indivíduo l da faixa etária m
- p_{km} é a proporção de consumo da fonte alimentar k na faixa etária m , com o vetor p_m tendo distribuição *a priori* Dirichlet(1, 1, 1, 1) para o sítio Piaçaguera e múltiplas distribuições *a priori* consideradas para o sítio Moraes (Figuras D.1 e D.2)
- q_{jk} é a concentração de nutrientes nas fontes alimentares, suposta fixa e com valores obtidos de Newsome et al. (2004), apresentados na Tabela D.3. As concentrações para animais de água-doce foram supostas iguais às de animais marinhos
- s_{jk} é a razão isotópica j da fonte alimentar k , tendo distribuição *a priori* Normal de média e desvio padrão dados por pelo valor amostral obtido em banco ecológico
- c_j é o fator de enriquecimento trófico da razão isotópica j , suposto fixo, com valores 1,0‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e 3,4‰ para $\delta^{15}\text{N}$ (Cheung e Szpak, 2021)
- ε_{jlm} é o erro aleatório entre indivíduos, de distribuição $N(0, \sigma_j^2)$, com σ_j *a priori* tendo distribuição Gama Inversa(2,6, 2,6), sendo o hiperparâmetro 2,6 escolhido por elicitación para refletir probabilidade 90% de ser inferior a 3
- τ_{ijlm} é o erro aleatório intra-indivíduo, de distribuição $N(0, \gamma_j^2)$, com γ_j *a priori* tendo distribuição Gama Inversa(2,6, 2,6) pela mesma razão que acima. Utilizado apenas para dentes, para modelar a correlação entre fatias de dentes de um mesmo indivíduo.

O modelo é, de forma geral, uma média das razões isotópicas consumidas ponderada pela proporção de consumo de cada fonte alimentar, com correções para as diferenças de concentração dos nutrientes e para o fator de enriquecimento trófico. A estrutura hierárquica permite compartilhamento de informação, como sobre a razão isotópica das fontes alimentares, entre diferentes faixas etárias.

A amostragem da distribuição *a posteriori* foi realizada pelo algoritmo *no-U-turn-sampler* implementado pelo software Stan (Stan Development Team, 2022).

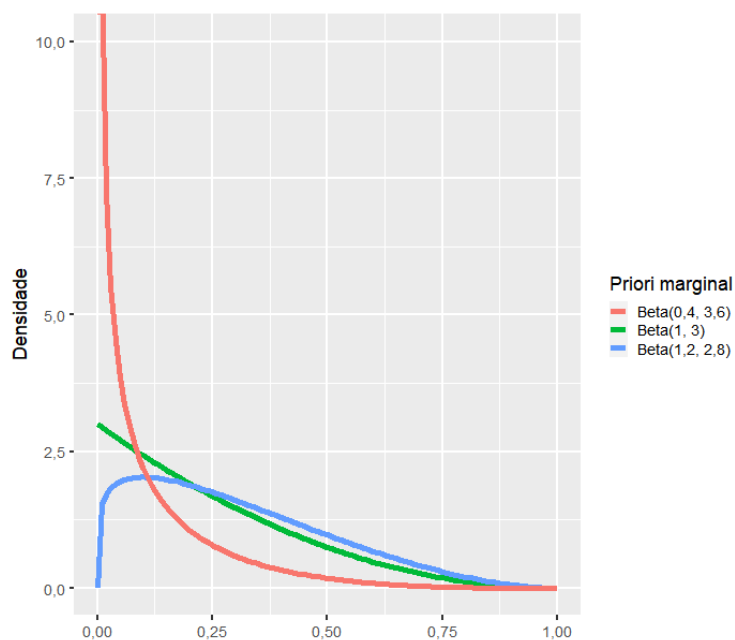


Figura D.1 Distribuições *a priori* utilizadas na *priori* não-informativa e na *priori* informativa

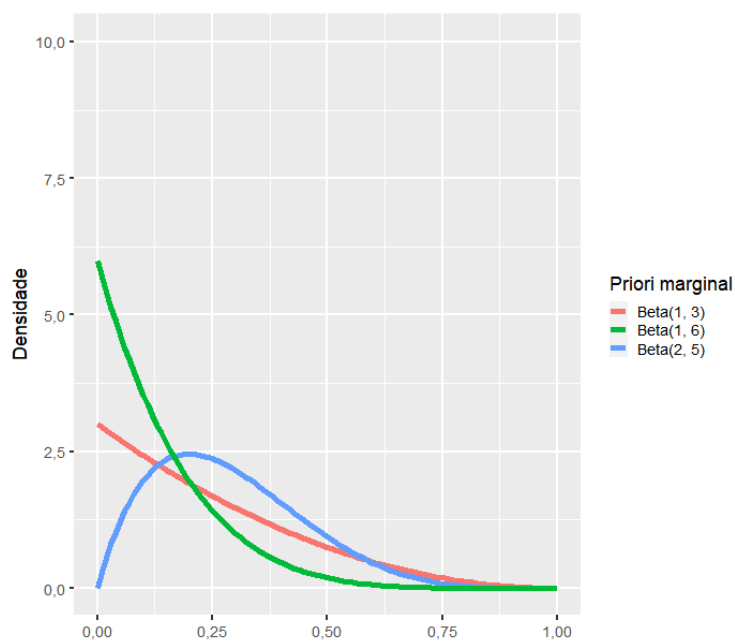


Figura D.2 Distribuições *a priori* utilizadas na *priori* não-informativa e na *priori* fracamente informativa

Tabela D.3 Concentrações de nutrientes, por fonte alimentar, baseado em Newsome et al. (2004)

Fonte alimentar	Concentração de Carbono	Concentração de Nitrogênio
Animais marinhos	53,2	12,4
Animais de água-doce	53,2	12,4
Animais terrestres	51,6	14,1
Plantas C3	41,4	1,1