

# ALGUNS ASPECTOS DA DIETA DE HUMANOS PRÉ-HISTÓRICOS BRASILEIROS

**José Ossian GADELHA DE LIMA\***

## **Resumo**

A análise de  $\delta^{13}\text{C}$  e do  $\delta^{15}\text{N}$  do colágeno remanescente em ossadas humanas pré-históricas constitui o mais importante método para se determinar dietas de populações antigas. Embora essa técnica tenha fornecido informações sobre hábitos alimentares de vários povos antigos da África, Europa e América do Norte, poucas pesquisas dessa natureza foram desenvolvidas no Brasil. O objetivo deste trabalho foi apresentar e discutir os resultados das análises químicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e de  $\delta^{15}\text{N}$  realizadas em amostras de nove ossadas humanas antigas brasileiras, visando obter informações sobre a dieta alimentar desses homens primitivos. Os resultados indicaram que três ossadas escavadas em Minas Gerais pertenceram a consumidores de vegetais do grupo  $\text{C}_3$  e provavelmente eram caçadores-recoletores. As outras cinco ossadas de Minas Gerais não puderam ser avaliadas, pois os valores de C/N para essas amostras indicaram que esses colágenos estavam mal preservados. O indivíduo cuja ossada foi encontrada no Piauí/Brasil provavelmente já praticava agricultura. Como esses humanos habitavam regiões do interior do continente, os dados relativos ao nitrogênio não puderam ser usados para caracterizar o tipo de dieta desses indivíduos, pois os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  indicaram tratar-se de consumidores de alimentos de origem marinha. Porém, muito provavelmente, o indivíduo do Piauí tinha uma fonte adicional de proteína em sua alimentação, ocupando um nível trófico mais elevado na cadeia alimentar que os de Minas Gerais.

\* Faculdade de Educação de Crateús (FAEC), Universidade Estadual do Ceará (UECE).

## Resumen

### *Algunos aspectos de la dieta de humanos prehistóricos brasileños*

El análisis de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno que queda en los huesos humanos prehistóricos es el método más importante para determinar la dieta de las poblaciones antiguas. Aunque esta técnica ha proporcionado información acerca de los hábitos alimentarios de los diferentes pueblos antiguos de África, Europa y América del Norte, pocos estudios de esta naturaleza se han desarrollado en Brasil. El objetivo de este estudio fue presentar y discutir los resultados de los análisis químicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  realizados en muestras tomadas de nueve huesos humanos antiguos brasileños, con el fin de obtener información sobre la dieta de estos hombres primitivos. Los resultados indicaron que tres esqueletos excavados en Minas Gerais/Brasil pertenecían a consumidores de plantas del grupo  $\text{C}_3$  y, probablemente, eran cazadores-recolectores. Los otros cinco esqueletos de Minas Gerais/Brasil no se pudieron evaluar porque los valores de C/N de estas muestras señalaron que estos colágenos fueron mal conservados. La persona cuyos huesos fueron encontrados en Piauí/Brasil probablemente practicaba la agricultura. Debido a que estos humanos habitaban las regiones del interior, los datos sobre el nitrógeno no pueden ser utilizados para caracterizar el tipo de dieta de estas personas, porque los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  indicaron que era consumidor de alimentos de fuentes marinas. Pero lo más probable, lo individuo de Piauí tenía una fuente adicional de proteínas en su dieta, ocupando un nivel trófico más alto en la cadena alimentaria que los de Minas Gerais.

## Abstract

### *Some Aspects of the Diet of Prehistoric Brazilian Humans*

The analysis of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  of remaining collagen in prehistoric human bones is the most important method to determine the diets of ancient populations. Although this technique has provided information about eating habits of various ancient peoples of Africa, Europe and North America, few studies of this type have been carried out in Brazil. The objective of this study is to present and discuss the results of chemical analysis of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  performed on nine samples of ancient human bones from Brazil, in order to obtain information about the diet of these primitive humans. The results indicate that three skeletons excavated in Minas Gerais belonged to consumers of plants of the  $\text{C}_3$  group and were probably hunter-gatherers. The other five skeletons from Minas Gerais could not be assessed because the values of C/N for these samples indicate that the collagen in those bones was poorly preserved. The individual whose bones were found in Piauí/Brazil probably practiced agriculture. Since this individual inhabited the inland regions, data on the nitrogen could not be used to characterize

this person's diet because the  $\delta^{15}\text{N}$  values indicate that the individual was a consumer of seafood. More likely, the individual from Piauí had an additional source of protein in his diet, occupying a higher trophic level in the food chain than those of Minas Gerais.

## Résumé

### *Certains aspects de l'alimentation des hommes préhistoriques brésiliens*

L'analyse de  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  du collagène restant dans les ossements humains préhistoriques est la méthode la plus importante pour déterminer le régime alimentaire des populations anciennes. Bien que cette technique ait fourni des informations sur les habitudes alimentaires des différents peuples anciens d'Afrique, d'Europe et d'Amérique du Nord, peu d'études de ce type ont été entreprises au Brésil. L'objectif de la présente étude est de présenter et discuter les résultats de l'analyse chimique ( $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$ ) effectuées sur neuf échantillons d'ossements humains anciens brésiliens, en vue d'obtenir des informations sur le régime alimentaire de l'homme primitif. Les résultats indiquent que trois squelettes exhumés dans les Minas Gerais appartenaient à des consommateurs de plantes du groupe  $\text{C}_3$  qui étaient probablement des chasseurs-cueilleurs. Les cinq autres squelettes du Minas Gerais ne pouvaient pas être évalués car les valeurs de C/N de ces échantillons indiquent que le collagène a été mal conservé. L'individu dont les os ont été trouvés dans Piauí/Brésil pratiquait déjà, sans doute, l'agriculture. Parce que cette personne habitait des régions de l'intérieur du continent, les données sur l'azote n'ont pas pu être utilisées pour caractériser le type de régime alimentaire de ce dernier, parce que les valeurs de  $\delta^{15}\text{N}$  ont indiqué qu'il était consommateur de fruit de mer. Mais sans doute, l'individu du Piauí avait une source supplémentaire de protéines dans son alimentation et donc il était situé à un niveau trophique plus élevé dans la chaîne alimentaire que ceux du Minas Gerais.

## Introdução

Nas últimas décadas, os arqueólogos têm direcionado seus interesses científicos à reconstrução da história de dietas de populações antigas. Este conhecimento é a chave para o entendimento de muitos aspectos relacionados ao desenvolvimento da cultura humana: estratégias de subsistência, estratificação social, papel sexual, tecnologia e patologias (Lambert *et al.* 1984, Rheingold *et al.* 1983, Runia 1987, Taufer e Tauferová 1994).

Como a mudança dos hábitos alimentares das populações, ao longo do seu tempo de vida, constitui o ponto principal no estudo de dietas humanas pré-históricas, torna-se fundamental, no estudo dessas populações, analisar as possíveis fontes dos seus alimentos, as quais podem ser vegetal ou animal. Essas dietas podem ter influenciado na evolução da morfologia e do comportamento das sociedades humanas (Rheingold *et al.* 1983).

Análises químicas de ossos têm fornecido novos meios para o entendimento dos hábitos alimentares antigos. A partir de estudos do colágeno e de elementos-traço, componentes do tecido ósseo de populações antigas, é possível serem obtidas informações importantes sobre seus hábitos alimentares e comportamento social (Lambert *et al.* 1984, Runia 1987).

Entretanto, é necessário identificar as alterações químicas ocorridas nesses ossos durante o período de sepultamento (diagênese). Essas alterações podem ser avaliadas através dos resultados da análise química dos elementos-traço contidos nos ossos. Outro dado importante para se analisar o grau de diagênese no tecido ósseo sepultado é o teor de colágeno, uma macromolécula (proteína) formada pela junção de inúmeros aminoácidos que compõe cerca de 20,00 a 20,40% do tecido ósseo (Piez 1985, Van der Merwe 1982).

Este trabalho discute os resultados obtidos das análises químicas do colágeno ósseo de 09 (nove) amostras de esqueletos humanos antigos encontrados em sítios arqueológicos de Minas Gerais, 08 (oito) amostras, e do Piauí, 01 (uma) amostra.

## Revisão bibliográfica

Uma técnica bem estabelecida em bioarqueologia é o uso de análises dos isótopos estáveis de carbono e de nitrogênio para reconstruir a dieta de populações antigas. Essa técnica está baseada no princípio de que as assinaturas isotópicas dos alimentos consumidos são refletidas nos tecidos dos consumidores (Keenleyside 2009).

Num ecossistema terrestre, a razão dos isótopos estáveis do carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = \delta^{13}\text{C}$ ) é determinada pelo processo fotossintético utilizado por uma

planta (Van der Merwe 1982). Os dois processos fotossintéticos explorados em pesquisas isotópicas são conhecidos como C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>. Árvores, arbustos, plantas de florestas, ou seja, vegetais não cultivados, fazem parte do grupo C<sub>3</sub> ou da Via de Calvin e apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -20,00% e -34,00%. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  dos vegetais do grupo C<sub>4</sub> ou da Via Hatch-Slack, característicos de plantas cultivadas (milho, cana-de-açúcar, por exemplo), variam entre -9,00% a -16,00% (DeNiro e Epstein 1978, Noe-Nygaard *et al.* 2005, Lima 1999).

Consequentemente, consumidores de plantas C<sub>3</sub> têm uma composição isotópica em carbono bem diferente daqueles consumidores de plantas C<sub>4</sub> (DeNiro e Epstein 1978). A partir do estudo químico do colágeno ósseo é possível determinar os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  e detectar os tipos de vegetais consumidos pelos humanos aos quais as ossadas estudadas pertenceram. Um exemplo foi o trabalho de Hu e seus colaboradores (2006). Eles observaram que os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  para capim-de-cabra (*Setaria itálica*, uma espécie de milho) e arroz (*Oryza sativa*) eram, em média, -11,80% e -26,00%, respectivamente, e puderam diferenciar os consumidores de arroz e os de milho.

A aplicação de isótopos estáveis do carbono no estudo de dietas humanas surgiu quase por acidente. Determinando  $\delta^{13}\text{C}$  de um esqueleto encontrado num sítio arqueológico da Idade do Ferro, em Phalaborwa em Transvaal Lowveld, África do Sul, van der Merwe (1982) obteve o valor -10,00%, acreditando tratar-se de um agricultor. Porém, Vogel (1982) relata que todas as gramíneas da região do Transvaal Lowveld eram plantas C<sub>4</sub>.

Depois dessa primeira determinação van der Merwe (1982) e Vogel (1982) fizeram centenas de medidas em esqueletos humanos de sítios selecionados nas Américas e na África. A partir daí, muitos pesquisadores vêm contribuindo para o enriquecimento do acervo de informações sobre a composição isotópica de plantas, animais e humanos.

Assim, segundo van der Merwe (1982), há três tipos diferentes de dietas humanas baseadas em plantas, as quais são mostradas na Tabela 1.

**Tabela 1**  
**Os três diferentes tipos de dietas baseadas em plantas segundo**

Valor aproximado de $\delta^{13}\text{C}$	Composição da dieta
- 21,40%	100% de plantas C <sub>3</sub>
- 7,40%	100% de plantas C <sub>4</sub>
-14,40%	50,00% de plantas C <sub>3</sub> e 50,00% de plantas C <sub>4</sub>

**Fonte:** Van der Merwe (1982).

O nitrogênio do colágeno ósseo é diretamente obtido de proteínas e, portanto, reflete somente as fontes de proteínas consumidas na dieta (Craig 2010). Os isótopos estáveis do nitrogênio ( $^{15}\text{N}$  e  $^{14}\text{N}$ ) podem ser úteis para determinar o nível trófico dos alimentos consumidos, já que existe um enriquecimento de 3,00 a 4,00% em valores de  $\delta^{15}\text{N}$  ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) entre os níveis tróficos na cadeia alimentar (DeNiro e Epstein 1978). Isto é verdadeiro tanto para cadeias alimentares terrestres quanto para cadeias alimentares marinhas (Schoeninger *et al.* 1983a,b).

Os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de plantas terrestres são, em geral, 4,00% mais baixo do que para plantas marinhas, de modo que animais marinhos têm valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mais elevados que os terrestres. Assim, os isótopos estáveis de nitrogênio são usados para determinar a contribuição relativa de recursos vegetais e animais, e a contribuição de fontes alimentícias terrestres e marinhas na dieta (Yoder 2010).

Em geral, o valor de  $\delta^{15}\text{N}$  pode determinar se o tipo de alimentação tem origem marinha, quando se apresenta acima de +13,00%, ou terrestre, quando está abaixo de +6,00%. Se os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  estão em torno de +10,00%, pode-se supor que essa alimentação provinha de sistemas de água doce. Essas relações estão diretamente ligadas ao ciclo biogeoquímico do nitrogênio (DeNiro e Epstein 1981, Schoeninger *et al.* 1983, Schoeninger e DeNiro 1984).

No entanto, para se determinar valores confiáveis de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  é necessário primeiro se obter uma amostra de colágeno purificado (Bumstead 1985). Visando verificar se a amostra de colágeno era suficientemente pura ou não, para permitir seu uso em análises de dietas, DeNiro (1985), estudando ossos queimados por cozimento ou cremação, sugeriu que a razão atômica carbono-nitrogênio (C/N) da amostra deve ser medida. Se esse parâmetro estiver entre 2,90 a 3,60, intervalo dos valores que caracterizam colágeno de ossos recentes, a amostra retém seu valor de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  igual ao do ser quando vivo. Amostras cujas razões atômicas C/N apresentam-se fora deste intervalo podem não refletir a composição da dieta do indivíduo (DeNiro 1985, Ambrose 1993).

Além do problema da queima do osso, existe também o da contaminação por ácidos húmicos e fúlvicos, que são compostos químicos de elevada massa molecular, encontrados no solo, solúveis em água e de composição atômica semelhante à do colágeno. Assim, para se avaliar dietas antigas a partir ossadas escavadas é importante conhecer a razão C/N, a qual indica a ocorrência ou não de diagênese, conjunto de processos químicos e físicos sofridos pelos sedimentos posteriormente ao seu depósito (Bumstead 1985).

DeNiro e Weiner (1988) recomendam que o colágeno obtido do osso seja submetido ao procedimento analítico da Espectrometria no Infravermelho. Caso o espectro obtido guardar as características de um colágeno de boa

qualidade, a análise isotópica revelará valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  confiáveis para estudos de hábitos alimentares antigos.

Neste trabalho são apresentados e discutidos os resultados da análise química do colágeno remanescente contido em amostras de ossos humanos pré-históricos brasileiros escavados no Sítio Arqueológico Santana do Riacho I, no Estado de Minas Gerais, e no Sítio São Miguel do Tapuí, no Estado do Piauí.

## **Objetivos**

Este trabalho teve como objetivos: 1) aplicar técnicas de análises químicas no estudo de material arqueológico dos Estados do Piauí e de Minas Gerais, mais especificamente em 09 (nove) amostras de ossos humanos antigos; 2) avaliar o grau dos processos diagênicos que ocorreram nesses ossos durante o tempo de sepultamento; 3) apontar os tipos de dietas alimentares desses homens; 4) contribuir para o enriquecimento do acervo bibliográfico dos estudos arqueométricos brasileiros.

## **Metodologia**

Através de análises químicas, foram estudadas amostras de 09 (nove) esqueletos humanos pré-históricos brasileiros.

### ***Obtenção das amostras de ossos***

Oito dessas amostras foram gentilmente cedidas pelo Prof. André Prous, do Museu de História Natural da UFMG, e uma foi gentilmente cedida pela Profa. Maria Conceição Soares Meneses Lage, do Departamento de Arqueologia e Conservação da Arte Rupestre da Universidade Federal do Piauí.

### ***Preparo do pó de osso***

A amostra foi limpa com água destilada e escova bastante delicada, de modo a não quebrá-la. Em seguida, foi levada a estufa a 50°C durante 1h. Após esse tempo, foi triturada com o auxílio de gral e pistilo de porcelana e passada através de uma peneira de 100 Mesh. O pó de osso obtido foi levado novamente à estufa a 50°C por mais 30min. Após resfriamento, a massa de osso pulverizado foi acondicionada em frasco esterilizado e limpo.

### **Extração do colágeno**

A extração de colágeno da amostra de osso foi conduzida usando-se um método modificado de Longin (Lima 1995). Cinco lavagens sucessivas de 150,00mg de osso pulverizado foram feitas com 10,00mL de HCl 1,00mol/L cada, seguidas de centrifugação com retirada do sobrenadante. Em seguida, o precipitado foi lavado com dez porções de 10,00mL de água destilada, com o objetivo de eliminar todo o excesso de ácido clorídrico concentrado e elevar o pH até aproximadamente 7,00. O precipitado então foi colocado sob refluxo a 95°C, durante 10 horas, em 50,00mL de HCl 10<sup>-3</sup>mol/L. Ao final desse tempo, foi feita nova filtração em funil de vidro sinterizado (porosidade 1), sendo o filtrado concentrado em evaporador rotatório até volume aproximado de 3,00mL e liofilizado, obtendo-se assim colágeno na forma de gelatina. O colágeno obtido foi caracterizado por espectrometria no Infravermelho (DeNiro e Weiner 1988).

### **Espectros no Infravermelho (IV) do colágeno extraído**

Foram registrados em espectrofotômetros Mattison Instruments FTIR 3000 (Departamento de Química, ICEX, UFMG) e FTIR BOMEN da Fundação Ezequiel Dias (Belo Horizonte – MG). Os espectros foram obtidos na faixa de 400 a 4000cm<sup>-1</sup>. As amostras de pó de osso foram analisadas em pastilhas de KBr (cloreto de potássio) antes da extração do colágeno.

### **Análise dos isótopos estáveis**

A amostra foi analisada em espectrômetro de massas (IRMS) ANCA-SL/20-20 da Europa Scientific do Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear na Agricultura- CENA, em Piracicaba, São Paulo. Todos os resultados isotópicos foram obtidos usando-se como padrão para o carbono o Vienna-Pee Dee Belemnite (VPDB) e para o nitrogênio o AR (Arnay-de-la-Rosa *et al.* 2010). Os valores de  $\delta$  foram definidos como:

$$\delta^{13}\text{C} \text{ ou } \delta^{15}\text{N} = [(R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}})-1]\times 1000$$

onde R= <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C ou <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N

### **Relação C/N**

As porcentagens dos elementos carbono (C) e nitrogênio (N) foram obtidos em analisador elementar PERKIN ELMER 2,400 CHN do Departamento de Química, ICEX, UFMG usando-se um composto padrão conhecido para calibração da aparelhagem. Com os resultados dessas microanálises foi



calculado o valor da razão atômica C/N para cada amostra usando-se a fórmula:

$$C/N = 1,17 (\%C/\%N)$$

onde 1,17 é o quociente entre a massa atômica do nitrogênio (14,00u) e do carbono (12,01u) (Lima 1999).

## Resultados e discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos das análises químicas do colágeno remanescente contido nas amostras das 09 (nove) ossadas humanas estudadas.

Quando comparados os resultados da percentagem de colágeno extraído dos ossos antigos (Tabela 2) com os obtidos por Lima (1999) para ossos atuais (84,98 - 98,24 %), percebe-se que os valores dos primeiros são muito pequenos em relação aos últimos. Provavelmente, essa diferença é devida ao fato das amostras pré-históricas terem sofrido processos diagênicos ao longo do período em que estiveram sepultadas, diminuindo significativamente o percentual de matéria orgânica óssea.

Somente a amostra 09, da ossada encontrada em São Miguel do Tapuio-PI, apresentou um teor de colágeno significativo (32,19%). Isto pode ser explicado pelo fato deste esqueleto pertencer a um indivíduo cuja datação revela um período de sepultamento relativamente curto (2.000 a 2.500 anos) e por ter sido sepultado em solo com características alcalinas, os quais são menos favoráveis a ocorrência de processos diagênicos (DeNiro 1985, Lima 1999).

No entanto, a existência de evidências dessas alterações no tecido ósseo antigo não significa necessariamente mudanças na composição química das moléculas de colágeno, ou seja, não modificam, de maneira absoluta nem significativa, os teores atômicos de carbono, nitrogênio e hidrogênio, os elementos mais abundantes nessa molécula, e, portanto, não compromete a qualidade do colágeno remanescente no osso sepultado.

Para o colágeno extraído das amostras 01, 04, 05, 07 e 08 (Tabela 2), os valores da razão atômica C/N se apresentam fora do intervalo de DeNiro (1985), característico de colágenos bem preservados (2,90 - 3,60). Por sua vez, a espectrometria no infravermelho dos extratos dessas amostras (Figura 1, espectros 01, 04, 05, 07 e 08, respectivamente), revelou bandas de absorção características de outros compostos que não são colágenos.

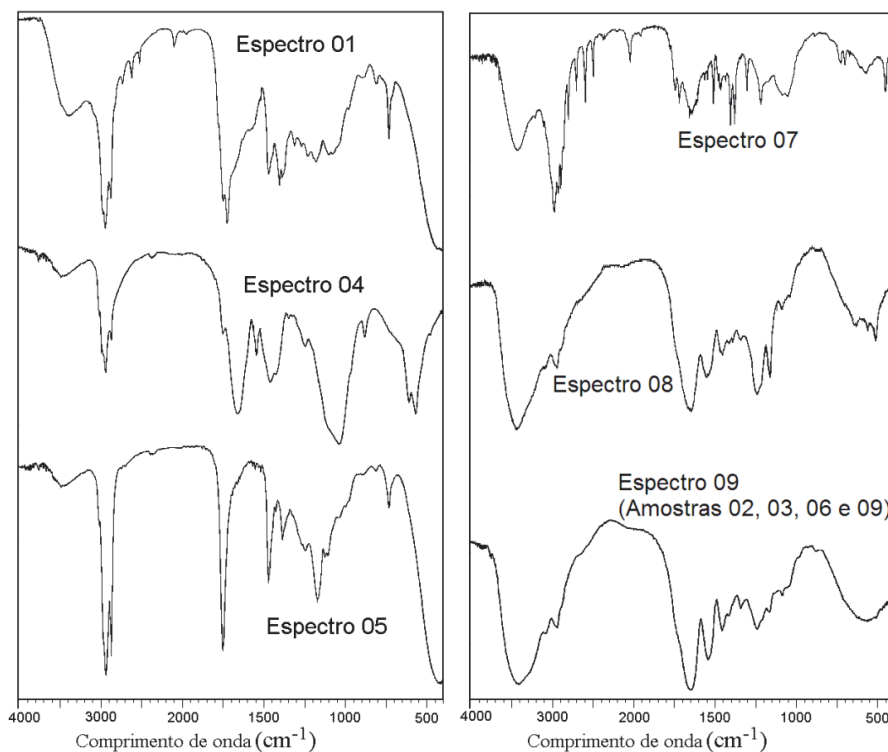
Portanto, a parte orgânica das amostras dessas ossadas, identificada como colágeno, muito provavelmente, sofreu processos diagênicos. Dessa forma, os valores de  $\delta^{13}C$  e  $\delta^{15}N$  dessas amostras (Tabela 2) não refletem informações verdadeiras sobre dietas (DeNiro 1985). Apesar de terem sido

determinados, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  dessas cinco ossadas não podem ser utilizados para avaliar os hábitos alimentares dos humanos aos quais elas pertenceram quando vivos.

**Tabela 2**  
**Resultados das análises químicas do colágeno contido nas amostras de ossos humanos pré-históricos brasileiros**

<i>Nº de Ordem</i>	<i>Identificação da ossada Datação</i>	<i>% de Colágeno</i>	<i>C/N</i>	<i><math>\delta^{15}\text{N}</math></i>	<i><math>\delta^{13}\text{C}</math></i>
01	Sítio Buritizeiros Sepultamento I 6,000 a 7,000 anos	2,00	4,19	+12,86	-20,99
02	Sítio Santana do Riacho I Sepultamento II 8,000 a 10,000 anos	1,80	3,26	+13,74	-20,09
03	Sítio Santana do Riacho I Sepultamento III 8,000 a 10,000 anos	1,74	3,45	+14,50	-22,87
04	Sítio Santana do Riacho I Sepultamento Va 8,000 a 10,000 anos	2,69	8,58	+15,36	-22,32
05	Sítio Santana do Riacho I Sepultamento IX 8,000 a 10,000 anos	1,66	21,16	+11,68	-22,40
06	Sítio Santana do Riacho I Sepultamento XI 8,000 a 10,000 anos	1,38	3,60	+14,84	-22,35
07	Sítio Santana do Riacho III Sepultamento V 2,000 a 3,000 anos	10,98	4,05	+9,80	-20,56
08	Sítio Santana do Riacho III Sepultamento VI 2,000 a 3,000 anos	11,58	3,72	+7,63	-18,82
09	São Miguel do Tapuio 2,000 a 2,500	32,19	3,06	+18,39	-16,78

A Tabela 2 mostra que os valores da razão atômica C/N do colágeno extraído das amostras 02, 03, 06 e 09 foram 3,26; 3,45; 3,60 e 3,06, respectivamente, e estão dentro do intervalo (2,90-3,60) previsto por DeNiro (1985) para colágenos bem preservados. Além disso, a espectrometria no infravermelho da parte orgânica identificada como colágeno dessas amostras revelou espectros idênticos para todas elas (Figura 1, espectro 09), apresentando unicamente as bandas de absorção características da molécula de colágeno (Lima 1999).



**Figura 1.** Espectros no Infravermelho da parte orgânica identificada como colágeno das amostras 01, 04, 05, 07 e 08 (Espectros 01, 04, 05, 07 e 08, respectivamente) e do colágeno extraído das amostras 02, 03, 06 e 09 (Espectro 09).

Assim sendo, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  das amostras 02, 03, 06 e 09 (Tabela 2) foram utilizados nesse trabalho para avaliar os hábitos alimentares dos indivíduos aos quais essas ossadas pertenceram.

Para essas 04 (quatro) amostras, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtidos dos colágenos ósseos foram -20,09%, -22,87%, -22,35% e -16,78% (Tabela 2), respectivamente, indicando que esses indivíduos, quando vivos, consumiam vegetais do grupo  $\text{C}_3$ , característico de plantas não cultivadas. A partir dessas constatações pode-se dizer que, provavelmente, essas ossadas pertenceram a seres humanos que tinham hábitos de caçadores-recoletores.

Entretanto, o valor de -16,78% obtido para  $\delta^{13}\text{C}$  da amostra 09 (São Miguel do Tapuio, Tabela 2) revela uma diferença de 4,99% em relação ao valor médio ( $-21,77 \pm 1,48\%$ ) das outras três amostras escavadas em Santana do Riacho I. Assim, baseando-se em estudos realizados por Van

der Merwe (1982) e Vogel (1982) ao analisar inúmeros esqueletos antigos, pode-se supor que esse indivíduo já teria incluso em sua dieta cerca de 25 a 30% de vegetais do tipo C<sub>4</sub>, ou seja, de plantas cultivadas.

Os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  obtidos para as 04 (quatro) amostras foram +13,74%, +14,50%, +14,84% e +18,39% (Tabela 2), indicando que os indivíduos, aos quais estas ossadas pertenciam, consumiam regularmente proteínas de fonte animal ou marinha.

Para a amostra 09 (nove), de São Miguel do Tapuio, o valor +18,39% se apresenta 4,03% maior que o valor médio (+14,36±0,56%) das 03 (três) amostras do Sítio Santana do Riacho I. Isto sugere que o indivíduo do Piauí consumia regularmente proteína de uma fonte adicional (Craig 2010; Dewar 2010), portanto, ele estava em um nível trófico mais elevado na cadeia alimentar do que os indivíduos de Minas Gerais.

Além dessa observação, os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  das 04 (quatro) amostras, acima de +13,00%, segundo estudos bem estabelecidos na literatura (Craig 2010; Dewar 2010, Van der Merwe 1982, Vogel 1982, DeNiro e Epstein 1978, Schoeninger *et al.* 1983), são indicativos de uma dieta baseada em alimentação de origem marinha. Esta constatação levanta uma questão: como poderiam esses indivíduos habitar o interior do continente e apresentarem valores de  $\delta^{15}\text{N}$  característico para consumidores de alimentos de origem marinha?

Uma resposta que talvez satisfizesse esse questionamento seria a possibilidade de erro nas análises. No entanto, esta suposição é improvável de ser verdadeira, pois o internacionalmente reconhecido Laboratório de Isótopos Estáveis (CENA/USP), onde elas foram realizadas, usa equipamentos de última geração e tem tradição na precisão e exatidão dos resultados desse tipo de análise. Portanto, a possibilidade de erros das análises isotópicas está descartada.

A única resposta lógica, que esclareceria a incoerência entre os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  indicando alimentação de origem marinha e o fato desses indivíduos não habitarem regiões litorâneas, seria atribuída aos mares epicontinentais que existiram há milhões de anos, no período Cretáceo da era Mesozóica, na região que abrange desde o norte até o sul do Brasil, estando incluídos os atuais estados do Piauí e de Minas Gerais (Arai 2006, Arai 2007, Santos e Carvalho 2004).

Ao desaparecerem, esses mares deixaram “impressos” no solo uma relação isotópica de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) bastante elevada. Como esses átomos ( $^{15}\text{N}$  e  $^{14}\text{N}$ ) não se desintegram, pois são estáveis, esta relação permanece praticamente intacta. Absorvida pelos vegetais que nasceram e se desenvolveram na região, ela chegou ao nível trófico ocupado por esses humanos, indicando que estes teriam consumidos alimentos de origem marinha.

Talvez os resultados obtidos neste trabalho não possam ser comparados com os estudos de Van der Merwe (1982) e Vogel (1982), os quais foram realizados com ossadas humanas escavadas em sítios norte-americanos. Isso se deve à possibilidade do solo e do clima, bem como dos costumes dos povos primitivos que viveram nas regiões que compreendem os atuais estados de Minas Gerais e Piauí, apresentarem peculiaridades não contempladas pelos parâmetros químicos descritos na literatura. Isso, no entanto, só poderá ser esclarecido após um estudo sistemático de análises químicas de um número bem maior de amostras de ossos primitivos de diferentes regiões brasileiras.

### **Conclusões**

Análises de isótopos estáveis de restos humanos escavados em sítios arqueológicos de Minas Gerais e do Piauí forneceram informações valiosas e importantes sobre a dieta de indivíduos que habitaram essas regiões há mais de 2.000 anos.

Os dados indicaram que, das 08 (oito) ossadas escavadas em sítios de Minas Gerais, 03 (três) pertenceram a humanos que consumiam uma dieta baseada em vegetais do grupo  $C_3$ , caracterizando-os como seres humanos que tinham hábitos de caçadores-recoletores. Os dados relativos às outras 05 (cinco) ossadas de Minas Gerais não puderam ser usados para avaliar o tipo de dieta dos indivíduos aos quais elas pertenceram, pois os valores de C/N indicaram a ocorrência de processos diagênicos que comprometeram a qualidade do colágeno remanescente nesses ossos. O indivíduo cuja ossada foi encontrada no Piauí também era um caçador-recoletor, no entanto, provavelmente, já praticava a agricultura.

Os dados relativos ao nitrogênio dessas ossadas não puderam ser usados para caracterizar o tipo de dieta desses indivíduos, pois indicaram que eles consumiam alimentos de origem marinha. Contudo, esses indivíduos não tinham acesso a esse tipo de fonte alimentar, pois habitavam regiões do interior do continente sul-americano. O indivíduo cuja ossada foi encontrada em São Miguel do Tapuio, no Piauí, tinha uma fonte adicional de proteína em sua alimentação, ocupando um nível trófico mais elevado na cadeia alimentar que os de Minas Gerais.

Estes estudos contribuíram para aumentar o acervo bibliográfico brasileiro relativo a resultados de pesquisas com a aplicação de isótopos estáveis no estudo da dieta humanas pré-históricas brasileiras.

### **Agradecimentos**

À Profa. Maria Conceição Soares Menezes Lage, ao Prof. André Prous, à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), à Universidade Federal do

Piauí (UFPI), ao Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

### Referências bibliográficas

Ambrose, Stanley H.

1993 "Isotopic analysis of palaeodiet: methodological and interpretive considerations", Sandford M.K. (Ed.), *Investigations of ancient human tissue: chemical analyses in anthropology*, Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, Holanda, 432 pp.

Arai, Mitsuru

2006 "Revisão estratigráfica do cretáceo inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil", *Geociências*, núm. 1, pp. 7-15, UNESP, São Paulo, Brasil.

2007 *Sucessão das associações de dinoflagelados (protista, pyrrhophyta) ao longo das colunas estratigráficas do Cretáceo das bacias da margem continental brasileira: uma análise sob ponto de vista paleoceanográfico e paleobiogeográfico*, Instituto de Geociências UFRGS), Porto Alegre, Brasil, 241 pp.

Arnay-de-la-Rosa, M.; González-Reimers, E.; Yanes, Y.; Velasco-Vázquez, J.; Romanek, C.S. e Noakes, J.E.

2010 "Paleodietary analysis of the prehistoric population of the Canary Islands inferred from stable isotopes (carbon, nitrogen and hydrogen) in bone collagen", *Journal of Archaeological Science*, núm. 7, pp. 1490-1501, Elsevier, Amsterdam, Holanda.

Bumstead, M. Pamela

1985 "Past human behavior from bone chemical analysis: respects and prospects", *Journal Human Evolution*, núm. 5, pp. 539-551, Elsevier, Amsterdam, Holanda.

Craig, Oliver E.; Biazzo, M.; Colonese, André C.; Giuseppe, Zelia di; Martinez-Labarga, Cristina; Lo Vetro, Domenico; Lelli, Roberta; Martini, Fabio e Rickards, Olga

2010 "Stable isotope analysis of Late Upper Palaeolithic human and faunal remains from Grotta del Romito (Cosenza), Italy", *Journal of Archaeological Science*, núm. 10, pp. 2504–2512, Elsevier, Amsterdam, Holanda.

DeNiro, Michael J. e Epstein, Samuel

1978 "Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, núm. 5, pp. 495-506, Elsevier, Amsterdam, Holanda.

- 1981 "Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, núm. 3, pp. 341-351, Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- DeNiro, Michael J. e Schoeninger, Margaret J.  
1983 "Stable carbon and nitrogen isotope ratios of bone collagen: variations within individuals, between sexes, and within populations raised on monotonous diet", *Journal of Archaeological Science*, núm. 3, pp. 199-203, Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- DeNiro, Michael J.  
1985 "Postmortem preservation and alteration of *in vivo* bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction", *Nature*, núm. 317, pp. 806-809, Nature Publishing Group, Londres, Reino Unido.
- DeNiro, Michael J. e Weiner, Stephen  
1988 "Chemical, Enzymatic and Spectroscopic Characterization of "collagen" and Other Organic Fractions from Prehistoric Bones", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, núm. 9, pp. 2197-2206, Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Dewar, G.; Ginter, J.K.; Shook, B.A.S.; Ferris, N. e Henderson, H.  
2010 "A bioarchaeological study of a Western Basin tradition cemetery on the Detroit River", *Journal of Archaeological Science*, núm. 9, pp. 2245-2254, Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Hu, Yaowu, Ambrose, Stanley H. e Wang, Changsui  
2006 "Stable isotopic analysis of human bones from Jiahu site, Henan, China: implications for the transition to agriculture", *Journal of Archaeological Science*, núm. 9, pp. 1319-1330, Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Keenleyside, Anne; Schwarcz, Henry; Stirling, Lea e Lazreg, N. Ben  
2009 "Stable isotopic evidence for diet in a Roman and Late Roman population from Leptiminus, Tunisia", *Journal of Archaeological Science*, núm. 01, pp. 51-63, Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Lambert, Joseph B.; Simpson, Sharon V.; Szpunar, Carole. B. e Buikstra, Jane E.  
1984 "Ancient Human Diet from Inorganic Analysis of Bone", *Accounts of Chemical Research*, núm. 9, pp. 298-305, American Chemical Society, Washington, United States.
- Lima, José O.G.  
1999 *Estudo Químico Comparativo de Ossadas Humanas Pré-históricas*, Departamento de Química (ICEx, UFMG), Belo Horizonte, Brasil, 152 pp.

Lima, José O.G.; Veloso, Dorila P.; Stefani, Guglielmo M.; Alcântara, Antônio F.C. e Rocha, Fernanda. M.

1995 "Modificação do Método de Extração de Colágeno para determinação de Dieta Alimentar de Homens Pré-históricos", *Livro de resumos da 18ª Reunião Anual da SBQ*, núm. 1, pp. QA-146, Sociedade Brasileira de Química, Caxambu, Brasil.

Noe-Nygaard, N.; Price, T.D. e Hede. S.U.

2005 "Diet of aurochs and early cattle in southern Scandinavia: evidence from  $^{15}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}$  stable isotopes", *Journal of Archaeological Science*, núm. 6, pp. 855-871, Elsevier, Amsterdam, Holanda.

Piez, K. A.

1985 "Collagen", *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, v. 3, 2ed, pp. 699-704, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, United States.

Rheingold, Arnold L.; Hues, Steven e Cohen, Mark N.

1983 "Strontium and Zinc content in Bones as an Indication of Diet: an undergraduate project in quantitative analysis with interdisciplinary interest", *Journal of Chemical Education*, núm. 3, pp. 233-234, American Chemical Society, Washington, United States.

Runia, L.T.

1987 "Analysis of bone from the Bronze Age Site Bovenkarspel-Het Valkje, the Netherlands: a preliminary report", *Archaeometry*, núm. 2, pp. 221-232, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, United States.

Santos, Maria E. de C.M. e Carvalho, Maria S.S. de

2004 *Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís: reconstituições paleobiológicas*, 2. ed., Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil, 211 pp.

Schoeninger, Margaret J. e DeNiro, Michael J.

1984 "Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, núm. 4, pp. 625-639, Elsevier, Amsterdam, Holanda.

Schoeninger, Margaret J.; DeNiro, Michael J. e Tauber, H.

1983 "Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diet", *Science*, núm. 4604, pp. 1381-1383, American Association for the Advancement of Science, Washington, United States.

Taufer, I. e Tauferová, J.

1994 "The design of evaluation of assays of trace elements in a fossil bone", *Archaeometry*, núm. 1, pp. 93-113, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, United States.



Van der Merwe, N.J.

1982 "Carbon Isotopes, Photosynthesis, and Archaeology", *American Scientist*, núm. 5, pp. 596-606, Sigma Xi, Durham, United States.

Vogel, J.C.

1982 "Koolstofisotoopsamestelling van plantproteïne", *Die Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, núm. 1, pp. 7-8, SA ePublications and Electronic Journals, Gauteng, África do Sul.