EDITAL INTERNO *InterCentros* – DPDE/IPEN Nº 5/2018

Identificação da proposta: **Avaliação da radioatividade natural e caracterização química inorgânica de oleaginosas consumidas em dietas vegetarianas e veganas**

Área de atuação: **Programa 3 - CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEARES**
Atividade 340 – Radiometria Ambiental

Coordenador: **Sandra Regina Damatto**
Laboratório de Radiometria Ambiental
Centro de Metrologia das Radiações

Centros de Pesquisa do IPEN que participam da proposta *InterCentros*
- Centro de Metrologia das Radiações
Sandra Regina Damatto e Marcelo Francis Máduar
- Centro de Química e Meio Ambiente
Marycel Elena Barboza Cotrim
Joao Cristiano Ulrich

2018

EDITAL INTERNO *InterCentros* – DPDE/IPEN Nº 5/2018

Identificação da proposta: **Avaliação da radioatividade natural e caracterização química inorgânica de oleaginosas consumidas em dietas vegetarianas e veganas**

Área de atuação: **Programa 3 - CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEARES**

Atividade 340 – Radiometria Ambiental

Qualificação do principal problema a ser abordado

A dieta vegetariana e a vegana diferem da dieta onívora em questões que vão muito além do fato de não consumir carne. Os adeptos a esse estilo de vida possuem um consumo elevado de vegetais, frutas, cereais, legumes e oleaginosas (castanhas), além de um menor consumo de gordura saturada e maior quantidade de gordura insaturada, carboidratos e fibras (COUCEIRO, 2008).

Alguns tipos de vegetarianos, dependendo do seu hábito alimentar, recebem diferentes denominações: ovolactovegetarianos, vegetariano que utiliza ovos, leite e laticínios na alimentação; lactovegetarianos, vegetariano que não utiliza ovos, mas faz uso de leite e laticínios; ovovegetariano, vegetariano que não utiliza laticínios, mas consome ovos e o vegetariano estrito, que é o vegetariano que não utiliza nenhum derivado animal na sua alimentação e é também conhecido como vegetariano puro. Os veganos, segundo o Guia de Alimentar de Dietas Vegetarians para Adultos (2012) é o vegetariano estrito que não utiliza derivados animais não alimentícios, como produtos para se vestir de couro, lãe seda, e também produtos testados em animais (JOHNSTON, 2003, SBV, 2012).

De acordo com um levantamento feito em 2012 pelo Instituto de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), 10% dos homens e 9% das mulheres brasileiras declararam-se vegetarianos (LIMA, 2014). Entretanto, dados internacionais indicam que a prevalência do vegetarianismo varia ao redor do mundo, com índices de menos de 10% em cada país, sendo mais proeminente na Índia, que possuem aproximadamente 30% da população adepta ao vegetarianismo. (SBV, 2012)

Definido como o consumo de determinados grupos de alimentos com base na quantidade, variedade, combinações e frequência de ingestão, os padrões alimentares

são geralmente realizados para avaliar os possíveis efeitos do consumo combinado de produtos alimentares à saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014; SBV, 2012).

Em relação ao padrão alimentar dos vegetarianos e veganos, a presença das oleaginosas, grupo alimentar constituído por nozes, amendoim, diversos tipos de castanhas e amêndoas são mais marcantes nestas dietas do que em relação às dietas oníveras (carnívoras), pois a frequência do consumo deste grupo alimentar é muito maior em comparação ao consumo de alimentos de origem animal das dietas oníveras. Para a maioria dos vegetarianos, as oleaginosas não são apenas um alimento ocasional ou lanche, mas um alimento consumido de forma consistente como parte integrante das refeições (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014; SABATÉ, 1999). As oleaginosas estão presentes na pirâmide alimentar vegetariana (Fig. 3, (Loma Linda University, 2008) e vegana.

As oleaginosas desfrutam de uma vasta quantidade de nutrientes essenciais para a nutrição humana, sendo caracterizadas pela presença de vitaminas e minerais, fibras e gorduras boas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Os minerais possuem um papel importante nessa composição, sendo o Ca, K, P, Mg, S, Mo, B e Ni os mais abundantes (RODUSHKIN et al, 2007; INSTITUTE OF MEDICINE, 2006). Além desses nutrientes, possuem alguns compostos bioativos como fenólicos, flavonoides, isoflavonas, terpenos e tocoferol (COSTA & JORGE, 2011, SBV, 2012).

De maneira geral, a ingestão desses alimentos pode proporcionar benefícios como: a diminuição da pressão arterial; melhora dos níveis de colesterol e triglicerídeos sanguíneos; potencialização da capacidade antioxidante do organismo; melhora do controle glicêmico em indivíduos saudáveis e diabéticos; diminuição do risco de doenças cardiovasculares; regulação da atividade imunológica e resposta inflamatória; redução da progressão tumoral; aumento da atividade apoptótica de células neoplásicas e previne a ocorrência de um acidente vascular encefálico. (SABATÉ, 1999; COSTA & JORGE, 2011; FISCHER & GLEI, 2013; JENKINS, 2003; BARNARD et al., 2006; ATANASOV et al., 2018).

A ingestão das oleaginosas está inversamente relacionada com o aparecimento de doenças, das quais se pode citar: doença coronariana, acidente vascular cerebral, doença cardiovascular, todos os tipos de câncer e, possivelmente, a mortalidade por

diabetes, e doença infecciosa (JENKINS et al., 2003; YANG, 2009; AUNE et al., 2016; ROS, 2017; CARDOSO et al., 2018).

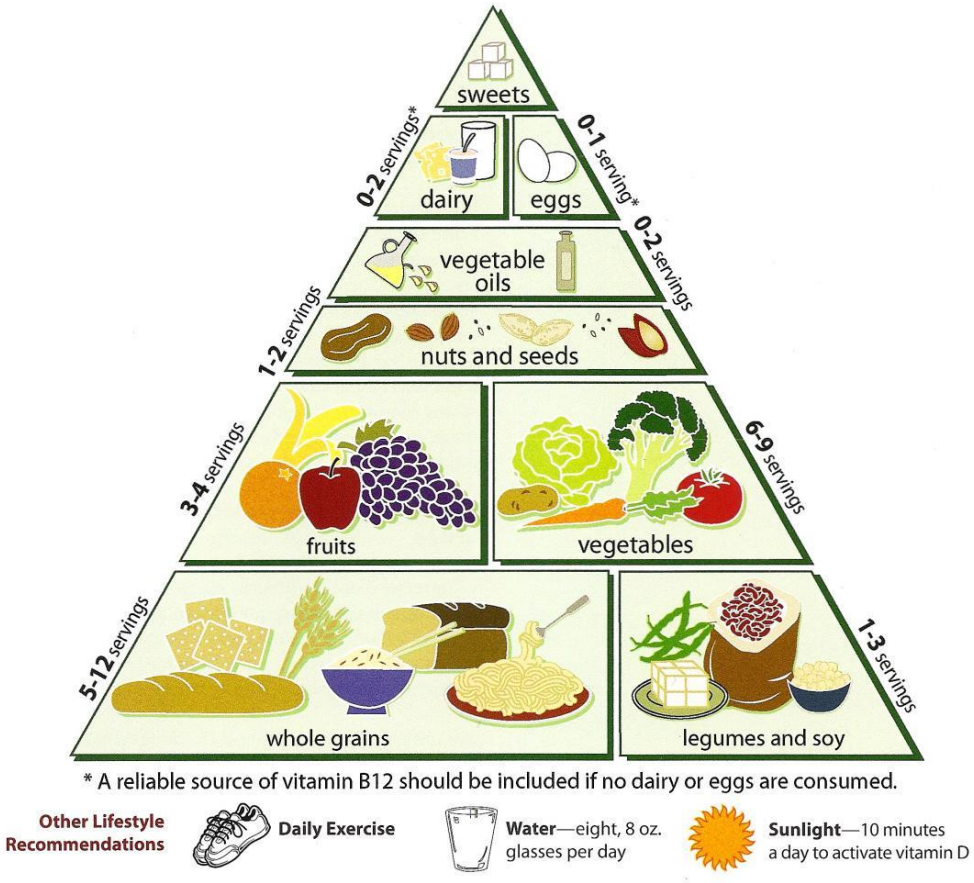

Figura 1 – Pirâmide alimentar vegetariana (Loma Linda University, 2008)

Entretanto, o alto consumo desse tipo de alimento pode trazer prejuízos, principalmente aqueles relacionados ao desequilíbrio eletrolítico corporal e efeitos oxidantes. Esses malefícios estão relacionados à alta ingestão dos principais mineiras presentes nas oleaginosas (Ca, K, P, Mg, S, Mo, B e Ni), que em alta concentração no plasma podem desencadear problemas, como: Insuficiência renal, pedra nos rins, baixa absorção de outros minerais, diarreia, distúrbios ácido-base e problemas cardíacos (INSTITUTE OF MEDICINE, 2006).

O processo de cultivo das oleaginosas e de outros alimentos em geral, necessita de minerais presentes no solo ou adicionados ao cultivo para o bom crescimento e desenvolvimento da planta. Associados aos minerais, os quais são absorvidos pela planta, estão os radionuclídeos naturais, elementos químicos instáveis, e que podem emitir radiação ionizante (CASTRO et al, 2008; CARDOSO, 2012). A radiação ionizante possui a capacidade de retirar elétrons dos átomos ou moléculas, transformando-os

em íons, direta ou indiretamente. Considerando que as moléculas biológicas são constituídas por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, a interação com a radiação ionizante por um ser vivo promove a retirada de elétrons dessas moléculas, podendo causar danos quando em altas doses ou por uma exposição crônica à baixas doses, com consequências a longo prazo (CARDOSO, 2012).

A radioatividade natural pode ser encontrada em todos os compartimentos do ecossistema terrestre como ar, solo, água, alimentos e no ser humano; a maior parte desta radioatividade é originada de elementos radioativos presentes na crosta terrestre, (EISENBUD 1997); esse elementos são chamados de isótopos radioativos ou radionuclídeos.

Os radionuclídeos naturais mais abundantes na natureza são os que pertencem às séries de decaimento radioativo do ^{238}U e ^{232}Th, Fig 2 e 3 respectivamente, além do radionuclídeo ^{40}K, que ocorre isoladamente e não pertence a nenhuma série de decaimento.

Estes radionuclídeos naturais contribuem com a maior parte da dose de radiação natural que o ser humano está exposto e podem ser encontrados nos diversos ecossistemas terrestres e em diferentes formas químicas. Consequentemente, todos os ecossistemas podem conter traços de radionuclídeos em diferentes concentrações. A distribuição destes radionuclídeos nos compartimentos onde se acumulam é dependente de fatores físicos, químicos e biológicos (EISENBUD 1997).

A radioatividade natural chega até o homem por meio da cadeia alimentar, devido à sua presença em todos os ecossistemas do terrestres, incluindo os alimentos vegetais e animais das dietas.

Diversos tipos de oleaginosas são muito utilizadas nas dietas, oníveras ou vegetarianas e, dentre este grupo de alimentos pode-se destacar a castanha do Brasil por ser um alimento que possui as maiores concentrações de atividade dos radionuclídeos naturais ^{226}Ra, ^{228}Ra e ^{40}K.

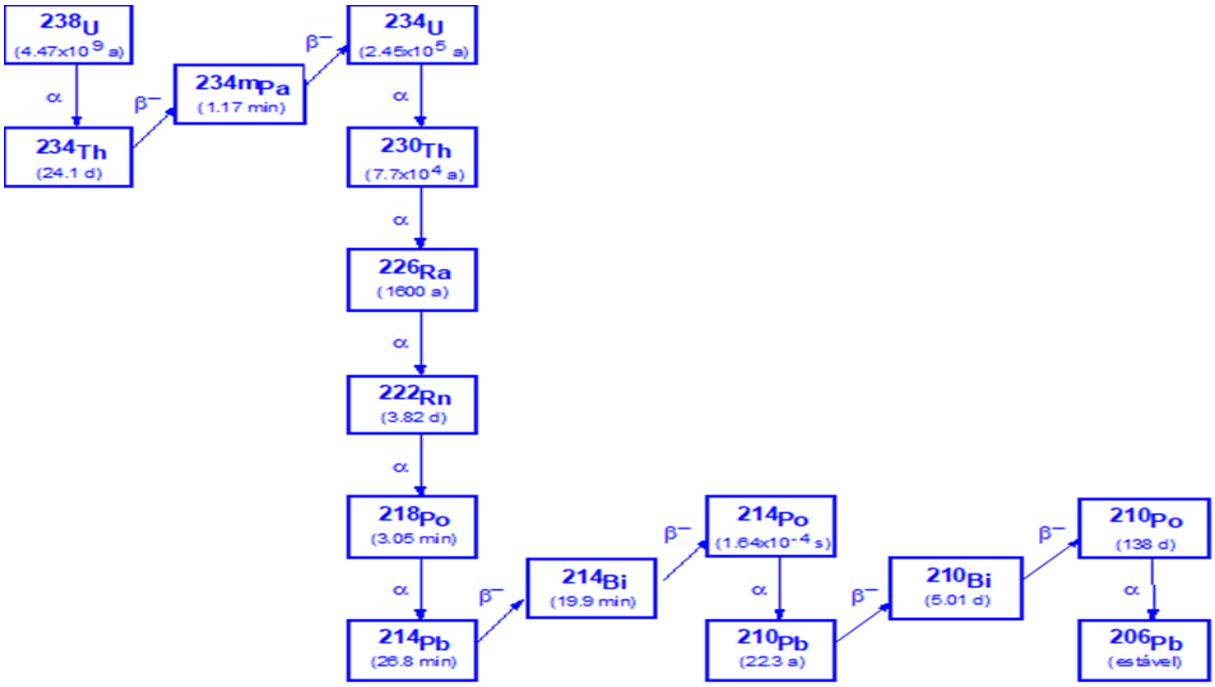

Figura 1. Série radioativa natural do ^{238}U (EISENBUD 1997).

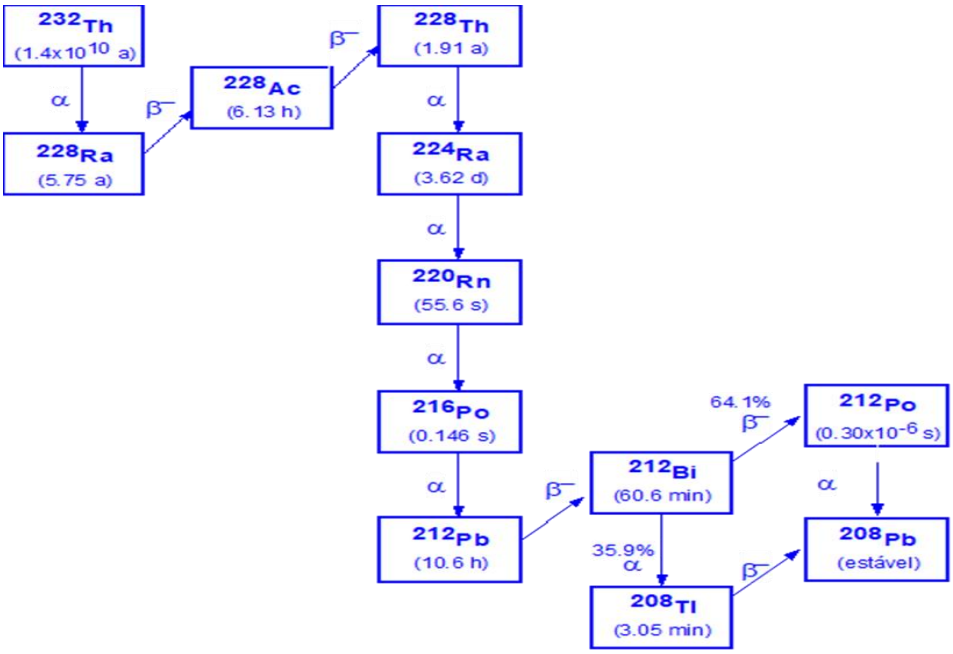

Figura 2. Série radioativa natural do ^{232}Th (EISENBUD 1997).

Turner et al. (1958) apresentaram os primeiros resultados da concentração de atividade de ^{226}Ra na castanha do Brasil determinados em 1950. Após este trabalhos dos referidos autores outros trabalhos foram realizados apresentando resultados mais precisos quanto a quantificação dos radionuclídeos naturais em amostras de castanhas do Brasil (PENA FRANCA et al. 1968; GABAY AND SAX, 1969; SMITH 1971; HIROMOTO et al, 1996; ARMELIN et al, 2016).

Embora muitos trabalhos tenham sido realizados sobre a caracterização de radionuclídeos naturais e também sobre a caracterização química inorgânica da castanha do Brasil, poucos trabalhos podem ser encontrados na literatura brasileira e internacional quanto à quantificação destes radionuclídeos nos outros tipos de oleaginosas, como avelã, noz, noz pecan, amêndoa, amendoim, entre outros, muito usadas nas dietas vegetarianas e veganas.

Assim, o presente projeto de pesquisa pretende avaliar os níveis de radioatividade natural e realizar uma fazer uma caracterização química inorgânica de oleaginosas utilizadas nas dietas vegetarianas e veganas para contribuir com a informação nutricional deste grupo de alimentos.

Objetivos a serem alcançados

O objetivo do presente projeto de pesquisa é avaliar os níveis de radioatividade natural e realizar uma caracterização química inorgânica de oleaginosas consumidas em dietas vegetarianas e veganas.

Os objetivos específicos do projeto são:

- Determinar as concentrações de atividade dos radionuclídeos naturais ^{238}U, ^{226}Ra, ^{210}Pb, ^{232}Th, ^{228}Th, ^{228}Ra e ^{40}K por meio das técnicas analíticas espectrometria gama, análise por ativação com nêutrons instrumental e medida alfa e beta total;
- determinar a concentração dos elementos As, Br, Co, Cr, Cs, Fe, Hf, Rb, Sb, Se, Ta, Th, U e Zn e os elementos terras raras Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb e Lu utilizando a técnica analítica de análise por ativação com nêutrons instrumental;
-determinar a concentração dos elementos Mg, Ti, V, Mn, Ni, Cu, Zr, Mo, B e I utilizando a técnica analítica de espectrometria de emissão óptica por plasma de argônio – ICP- OES;
- determinar a composição centesimal desse grupo de alimentos.

Centros de Pesquisa do IPEN que participam da proposta *InterCentros*

Os Centros do IPEN que participarão do projeto de pesquisa são:

- Centro de Metrologia das Radiações

Coordenador: Sandra Regina Damatto – responsável pela medida alfa e beta total e análise por ativação com nêutrons instrumental

Marcelo Francis Máduar – responsável pela espectrometria gama

- Centro de Química e Meio Ambiente

Marycel Elena Barboza Cotrim – responsável pela medida de elementos químicos por ICP - OES

Joao Cristiano Ulrich - responsável pela medida de elementos químicos por ICP - OES

Metodologia a ser empregada

Amostras analisadas

As amostras de oleaginosas consumidas nas dietas vegetarianas e veganas que serão analisadas são: amêndoa, amendoim, avelã, castanha de baru, castanha de caju, castanha do Brasil, castanha portuguesa, castanha da Índia, castanha sapucaia, castanha do Maranhão, coco, licuri, macadâmia, noz, noz pecan, pinhole, pistache e pinhão.

Serão utilizados aproximadamente 500g de cada tipo de oleaginosa para a realização de todas as análises. As amostras ao chegarem ao laboratório serão pesadas e secas em estufa com circulação de ar a 75°C e após a secagem pesadas para a determinação da umidade. Para cada metodologia de análise será utilizado um diferente preparo da amostra.

Determinação dos radionuclídeos naturais

1- Espectrometria Gama

A espectrometria gama será utilizada para a determinação das concentrações de atividade dos radionuclídeos naturais ^{232}Th e ^{40}K. É uma técnica amplamente utilizada na determinação de radionuclídeos naturais e artificiais emissores gama em diferentes tipos de matrizes (Ivanovich e Harmon, 1992).

A massa de amostra analisada das oleaginosas será de 100 g e antes da medida a amostra será macerada em almofariz e pistilo de porcelana, homogeneizada

e acondicionada em frasco de polietileno de alta densidade (PEAD). Para as medidas será utilizado um detector de germânio hiperpuro (HPGe) com janela de berílio modelo GX 2520 da marca CAMBERRA, associado a um sistema eletrônico. O tempo de medida de cada amostra será de 250.000 s.

A concentração de cada radionuclídeo na amostra será calculada a partir da área líquida do pico presente no espectro da transição gama associada ao radionuclídeo, segundo a seguinte equação:

$$C = \frac{Ctg - BG}{m \cdot t \cdot E_f \cdot I\gamma}$$

Onde:

- C: concentração do radionuclídeo na amostra (Bq kg^{-1});

- Ctg: área líquida do pico da transição gama considerada (contagens);

- BG: área líquida da radiação de fundo da transição gama (contagens);

- m: massa da amostra (kg);

- t: tempo de contagem (s);

- E_f: eficiência de contagem da energia da transição gama (cps dps^{-1});

- $I\gamma$: intensidade absoluta da transição gama (%).

2 – Medida alfa e beta total

A medida alfa e beta total será utilizada para a determinação das concentrações de atividade dos radionuclídeos naturais ^{226}Ra, ^{228}Ra e ^{210}Pb (OLIVEIRA, 1993; MOREIRA, 1993). Uma alíquota de 5 g de cada amostra de oleaginosa seca e macerada será solubilizadas em chapa aquecedora com adição de ácidos minerais, HNO_3 conc. e HF 40% e também H_2O_2 30% para eliminação da matéria orgânica. Após a solubilização a amostra será submetida ao procedimento experimental analítico para a determinação dos radionuclídeos.

Serão adicionados a amostra solubilizada os carregadores de bário (20 mg $Ba.mL^{-1}$) e chumbo estável (20 mg $Pb.mL^{-1}$), 1 mL de cada, foram adicionados às amostras antes da dissolução das mesmas. Após a dissolução da amostra elevou-se o volume da solução para 1 L com água superpura, adicionaram-se 7 mL de ácido cítrico 2 $mol.L^{-1}$, e gotas do indicador vermelho de metila. Lentamente adicionou-se NH_4OH

concentrado até a mudança de coloração do indicador, indicando que a solução estava entre pH 4,5 – 5,0.

Adiciona-se hidróxido de amônio concentrado até a virada do indicador que indicará que o pH da solução está entre 4,5 – 5,0. A solução é aquecida até ebulição e são adicionados 50 mL de ácido sulfúrico 3 mol L^{-1} sob agitação para que ocorra a precipitação; deixa-se o precipitado envelhecer até o dia seguinte.

O sobrenadante então é descartado e o precipitado transferido para um tubo de centrífuga com água superpura MilliQ. A solução é centrifugada a 2000 rpm por 10 min e o sobrenadante descartado. Lava-se o precipitado com ácido sulfúrico 0,1 mol L^{-1} e a solução é centrifugada novamente e o sobrenadante descartado.

Adicionam-se ao precipitado 2,0 g de ácido nitrilo tri-acético – NTA (Titriplex I), 40 mL de água destilada e 7 mL de NaOH 6 mol L^{-1}. A solução é aquecida em banho-maria até a ebulição para solubilização do precipitado, são adicionados 5 mL de sulfato de amônio (25 g L^{-1}), ajusta-se o pH entre 4,5 – 5,0 com ácido acético glacial para que o sulfato de bário e rádio precipitem enquanto o chumbo permanece em solução, complexado com o NTA. Deixa-se a solução decantar até o dia seguinte.

A solução é centrifugada a 2000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante separado para análise de chumbo. O precipitado fé lavado com acetato de amônio 20% e centrifugado novamente sendo o sobrenadante adicionado ao anterior. O precipitado é utilizado na determinação de rádio.

Adiciona-se ao precipitado 2,0 g de ácido etileno di-amino-tetra-acético (EDTA), 40 mL de água destilada e 5 mL de NH4OH concentrado. A solução é aquecida até ebulição em banho-maria para solubilização do precipitado. Adiciona-se 5 mL de (NH4)2SO4 (25 g.L^{-1}), ajusta-se o pH entre 4,5 – 5,0 com ácido acético glacial para que o Ba(Ra)SO4 precipite, e deixa-se decantar até o dia seguinte.

A solução é filtrada à vácuo com papel de fibra de vidro. O rendimento químico do procedimento é determinado gravimetricamente a partir da massa de carregador de bário adicionado; 1 mL de carregador de Ba (20 mg.mL^{-1}) corresponde a uma massa de 34,0 mg Ba(Ra)SO4.

O ^{226}Ra e ^{228}Ra são determinados após 21 dias da precipitação, pela medida alfa total e beta total do precipitado de $Ba(Ra)SO_4$ em um detector proporcional de

fluxo gasoso de baixa radiação de fundo, respectivamente. As amostras serão medidas por 200 minutos.

A concentração de atividade de ^{226}Ra é determinada segundo a expressão abaixo:

$$A\ (^{226}Ra) = \frac{Ra - Rb}{Rq\ .\ E\ .\ m\ .\ fabs\ .\ [1 + k\ (1-e^{-\lambda t})]}$$

Onde:

A (^{226}Ra) = concentração de atividade de ^{226}Ra da amostra em $mBq.g^{-1}$

Ra = taxa de contagem total da amostra em cps

R0 = taxa de contagem da radiação de fundo em cps

Rq = rendimento químico

E = eficiência de contagem em $cps.dps^{-1}$

m = massa da amostra em g

fabs (^{226}Ra) = coeficiente de auto absorção do ^{226}Ra no precipitado de RaSO4

λ = constante de desintegração do ^{222}Rn ($0,181d^{-1}$)

t = tempo transcorrido entre a precipitação do $^{226}RaSO_4$ e a contagem em dias

k= constante de auto absorção

A concentração de atividade de ^{228}Ra é determinada segundo a expressão abaixo:

$$A\ (^{228}Ra) = \frac{Rn - Bg}{60\ .\ Rq\ .\ Ef\beta(^{228}Ra)\ .\ Q} \quad \frac{Ef\beta(226Ra)\ .\ A(^{226}Ra)}{Ef\beta(^{228}Ra)}$$

Onde:

A (^{228}Ra) = concentração de atividade do ^{228}Ra, em $mBq.g^{-1}$;

Rn = taxa de contagem beta total obtida (cpm);

Bg = taxa de radiação de fundo beta total (cpm);

RQ = rendimento químico;

EFβ(^{228}Ra) = eficiência de contagem beta total, calculada pela medida de um precipitado padrão de Ba(^{228}Ra)SO_4 ($cps.dps^{-1}$);

EFβ(^{226}Ra) = eficiência de contagem beta total, calculada pela medida de um

precipitado padrão de $Ba(^{226}Ra)SO_4$ ($cps.dps^{-1}$);

$A(^{226}Ra)$ = concentração de atividade calculada para o ^{226}Ra, em $Bq.g^{-1}$;

Q = massa da amostra (g).

O sobrenadante obtido da centrifugação que contém o chumbo é aquecido em banho-maria e 1 mL de Na_2S 1 $mol.L^{-1}$ é adicionado para que o chumbo precipite na forma de sulfeto. A solução é centrifugada a 2000 rpm por 30 minutos, o sobrenadante descartado, e o precipitado lavado com água destilada e centrifugado novamente.

O sobrenadante foi é descartado e adiciona-se ao precipitado 2 mL de água superpura e gotas de HNO_3 concentrado. O chumbo permanece em solução e forma-se um precipitado amarelo de enxofre elementar. A solução é filtrada com papel qualitativo; adiciona-se ao filtrado acetato de amônio 40% até pH 4,5 – 5,0 e aquece-se até ebulição. Adiciona-se 2,5 mL de Na_2CrO4 30% para precipitação, sob aquecimento, mantendo-se por mais dez minutos. A solução é filtrada à vácuo com papel de fibra de vidro

O rendimento químico do procedimento é determinado gravimetricamente a partir da massa de carregador de chumbo adicionado; 1 mL de carregador de Pb (20 $mg.mL^{-1}$) corresponde a uma massa de 31,2 mg $PbCrO_4$. O ^{210}Pb foi é determinado após 10 dias da precipitação, pela medida beta total do precipitado $PbCrO_4$, em um detector proporcional de fluxo gasoso de baixa radiação de fundo. As amostras serão medidas por 200 minutos.

A concentração de atividade de ^{210}Pb foi determinada segundo a expressão abaixo:

$$A = \frac{R_a - R_0}{Rq \cdot E \cdot m \cdot (1-e^{-\lambda t})}$$

Onde:

A = concentração de atividade da amostra em $mBq.g^{-1}$

R_a = taxa de contagem total da amostra em cps

R_0 = taxa de contagem da radiação de fundo em cps

Rq = rendimento químico

E = eficiência de contagem em $cps.dps^{-1}$

m = massa da amostra em g

t = tempo transcorrido entre a precipitação do $PbCrO_4$ e a contagem em dias

λ = constante de desintegração do ^{210}Bi ($0,183d^{-1}$)

Caracterização química inorgânica

Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental - INAA

Será utilizada a Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental para a determinação dos elementos As, Br, Co, Cr, Cs, Fe, Hf, Rb, Sb, Se, Ta, Th, U e Zn e os elementos terras raras Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb e Lu nas oleaginosas. As amostras e materiais de referência serão irradiados por um período de 6h, sob um fluxo de nêutrons térmicos de 10^{12} n cm^{-2} s^{-1} no Reator de Pesquisa IEA-R1 do IPEN.

Aproximadamente de 250 mg das oleaginosas e material de referência serão pesados separadamente, em sacos de polietileno previamente limpos; os materiais de referência certificado utilizados serão Soil 3 da Agência Internacional de Energia Atômica - IAEA e Soil 2702 e Tomato Leaves, ambos do NIST (DAMATTO, 2010).

Para a medida dos raios gama característicos de cada elemento será utilizado um detector germânio hiperpuro (HPGe) com janela de berílio modelo GMX 25190 da marca ORTEC, um sistema eletrônico associado e um programa de análise de espectros.

A concentração é obtida pela comparação de áreas de picos referentes a padrões que são ativados juntamente com as amostras, utilizando-se para o cálculo a seguinte expressão:

$$C_a^i = \frac{(A_a^i \cdot m_p \cdot C_p^i) \cdot e^{\lambda(t_a - t_p)}}{A_p^i \cdot m_a}$$

Onde:

- C_a^i : Concentração do elemento i na amostra (mg kg^{-1});

- C_p^i : Concentração do elemento i no padrão (mg kg^{-1});

- A_a^i : Atividade do elemento i na amostra (cps);

- A_p^i : Atividade do elemento i no padrão (cps);

- m_a e m_p: massas da amostra e padrão, respectivamente (g);

- λ : constante de decaimento do radioisótopo;

- t_a - t_p: diferença de tempo entre as contagens da amostra e padrão em minutos.

Espectrometria de emissão óptica por plasma de argônio – ICP- OES;

A concentração dos elementos Mg, Ti, V, Mn, Ni, Cu, Zr, Mo, B e I será determinada utilizando a técnica analítica de espectrometria de emissão óptica por plasma de argônio – ICP- OES.

Uma alíquota de 500mg de amostra de oleaginosa será dissolvida com HNO_3 concentrado e H_2O_2 em chapa aquecedora. Após a solubilização a amostra é introduzida no espectrômetro de emissão óptica com plasma de argônio na forma líquida e é convertida em aerossol, processo chamado nebulização. A amostra é transportada até o plasma onde ocorre o processo de dessolvatação, vaporização, atomização e excitação e/ou ionização. Os átomos excitados e/ou ionizados emitem uma radiação característica.

A concentração dos elementos analisados será determinada por meio de curvas de calibração lineares de padrões de referência dos elementos determinados.

Análise da composição centesimal

A análise bromatológica seguirá as normas elaboradas pela AOAC (1990) e pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). O procedimento consiste na pesagem de aproximadamente 10 g de amostra integral, que será desidratada em estufa a vácuo, a 70°C, por 6 horas (método nº 920.151 - AOAC, 1980). Após este período, as cápsulas serão pesadas e colocadas novamente em estufa a vácuo por mais 2 horas, para confirmar a constância do peso e determinar a porcentagem de umidade.

As cinzas, ou resíduo mineral fixo, serão determinadas por gravimetria, após incineração da amostra em mufla a 550°C, até obter-se peso constante.

Em relação ao nitrogênio total e a proteína bruta (N X 6,25), será pesada aproximadamente 100 mg de cada amostra dessecada, e a determinação se baseará segundo o método de semimicro-Kjeldahl (nº 960.52 - AOAC,1995), utilizando o fator de 6,25 para a conversão do teor de nitrogênio em proteína.

O extrato etéreo ou fração lipídica será determinado gravimetricamente após

extração com éter etílico p.a, em extrator contínuo de Soxhlet. Quanto a fibra total, a determinação será feita pelo método de fibra detergente neutro.

Os carboidratos totais serão estimados por diferença, subtraindo de 100 a somatória de proteínas, lipídios, cinzas, umidade e fibra alimentar total. Os resultados serão expressos em g/100 g de dieta em base úmida.

Principais contribuições científicas ou tecnológicas da proposta

A principal contribuição científica da proposta será o levantamento de um banco de dados quanto à concentração de radionuclídeos naturais em oleaginosas comestíveis utilizadas em dietas vegetariana e veganas, bem como a caracterização química destes alimentos que poderá contribuir com a tabela nutricional deste grupo de alimentos.

Orçamento detalhado

Planilha em anexo.

Cronograma físico

A execução do projeto seguirá as seguintes etapas do cronograma abaixo:

Atividades	**2016**			**2018**			
	Mar-jun	**jul-set**	**Nov-dez**	**jan-mar**	**abr-jun**	**jul-set**	**out-dez**
Aquisisção das amostras	**XX**						
Preparo das amostras para as análises	**XX**	**XX**					
Espectrometria Gama		**XX**	**XX**				
Medida alfa e beta total		**XX**	**XX**	**XX**			
1º Relatório			**XX**				
INAA		**XX**	**XX**	**XX**			
ICP-OES		**XX**	**XX**	**XX**			
Composição centesimal		**XX**	**XX**	**XX**			
Análise estatística dos dados			**XX**			**XX**	
Participação em congressos			**XX**			**XX**	
Relatório Final							**XX**

Identificação dos demais participantes do projeto;

Também são integrantes deste projeto os professores do Departamento de Nutrição do Centro Universitário São Camilo, Lucio Leonardo e Sandra Chemin onde serão realizadas as análises da composição centesimal das amostras de oleaginosas.

Disponibilidade efetiva de infraestrutura e de apoio técnico para o desenvolvimento do projeto

O presente projeto de pesquisa será desenvolvido no Laboratório de Radiometria Ambiental do CMR e nos laboratórios de ICP – OES do CQMA. Estes laboratórios do IPEN possuem infraestrutura necessária para a realização das análises com detectores de radioatividade ambiental e determinação de elementos químicos estáveis. Como já mencionado acima, as análises específicas de bromatologia serão realizadas no Departamento de Nutrição do Centro Universitário São Camilo.

Listar a quantidade prevista de produção de C&T (publicações, tecnologias, patentes, congressos, etc.)

Os integrantes do projeto pretendem participar de congressos e simpósios para a apresentação dos resultados obtidos, bem como da publicação em revistas acadêmicas da área nacionais e internacionais.

Sinalizar se possível, como o resultado da pesquisa pode ser disponibilizado para o mercado/sociedade;

O Centro Universitário São Camilo esta estabelecendo um convênio com a Sociedade Brasileira Vegetariana par a divulgação dos resultados entre os vegetarianos e veganos e para realizarmos futuros trabalhos em parceria.

Referências bibliográficas.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 13. Ed. Washington, 1980. p. 505.

ARMELIN, M.J.A.; MAIHARA, V.A.; COZZOLINO, S.M.F.; SILVA, P.S.C.; SAIKI, M. Activity levels of gamma-emitters in Brazil nuts. Bras. J. Radiat. Sciences, 04-01:01-09, 2016.

AUNE, D.; KEUM, N.; GIOVANNUCCI, E.; FADNES, L.T.; BOFFETTA, P.; GREENWOOD, D.C.; TONSTAD, S.; VATTEN, L.J.; RIBOLI, E.; NORAT, T. Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. BMC Med. 2016, 14, 207.

_____. Official methods of analysis. 15. Ed. Washington, 1990. p.1098-1099.

_____. Official methods of analysis of AOAC international. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995. cap.4, p.17; cap.12, p.7; cap.32, p.1; cap.32, p.2, p.7. (Methods n.920.39C; n.960.52; n.925.09B; n.923.03; n.991.43).

ATANASOVA, A. G.,. SABHARANJAKC , S. M., ZENGIND, G., MOLLICAE, A., SZOSTAKA,F, A., SIMIRGIOTISG, M., HUMINIECKIA, L., HORBANCZUKH, O.K., NABAVI, S.M., MOCA,A. Pecan nuts: A review of reported bioactivities and health effects. Trends in Food Science & Technology 71: 246–257, 2018.

BARNARD ND, COHEN J, JENKINS DJ, TURNER-MCGRIEVY G, GLOEDE L, JASTER B, SEIDL K, GREEN AA, TALPERS S. A low-fat vegan diet improves glycemic control and cardiovascular risk factors in a randomized clinical trial in individuals with type 2 diabetes. Diabetes Care 29(8):1777-83, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2. Ed. Brasília: MS/OS, 2014. 156p.

CASTRO, L.P. Radionuclídeos naturais e ^{137}Cs em cogumelos comestíveis comercializados em São Paulo-Brasil. São Paulo: [s.n.]; 2008.

CARDOSO, E.M. A energia nuclear. Rio de Janeiro: CNEN; 2012. 52p.

CARDOSO, B. R.; DUARTE, G.B.S., REIS, B.Z., COZZOLINO, S.M.F. Brasil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. Food Rese. Inter. 100: 9-18, 2017

COUCEIRO, P.; SLYWITCH, E.; LENZ, F. Padrão alimentar da dieta vegetariana. Einstein, v.3, n.6, p.365-73, 2008.

COSTA, T.; JORGE, N. Compostos bioativos benéficos presentes em castanhas e nozes. UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde, v. 13, n. 3, p. 195-203, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/122387>.

DAMATTO, S.R. Radionuclídeos naturais das séries do ^{238}U e ^{232}Th, elementos traço e maiores determinados em perfis de sedimento da Baixada Santista para avaliação de áreas impactadas. 2010. 254 p. Tese (Doutorado em Ciências) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

EISENBUD, M. Environmental radioactivity. Academic Press, Orlando, 1997.

FISCHER, S.; GLEI, M. Potential health benefits of nuts. Jena: Ernaehrungs Umschau international; 2013.

GABAY, J.J., SAX, N.I. Retention of radium due to ingestion of Brail nuts. Health Physics 16:812-813, 1969.

HADDAD, E., SABATÉ J., WHITTEN, C.G. Vegetarian food guide pyramid: conceptual framework. M. J. Clin. Nutr. 70(suppl): 615S-9S, 1999.

HIROMOTO, G.; OLIVEIRA, J.; CARVALHO, J. S.; VICENTE, R.; BELLINTANI, S. A. Collective dose and risk assessment from Brazil nut consumption. Radiation Protection Dosimetry, 67(3): 229-230, 1996.

INSTITUTE OF MEDICINE. Dietary reference intakes; the essential guide to nutrient requirements. Washington (DC): National Academy Press; 2006. 1.327p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3 ed. São Paulo, 1985. V.1, 533p.

IVANOVICH, M. E HARMON, R. S Uranium-series disequilibrium: applications to Earth, Marine and Environmental Sciences. Claredon Press – Oxford, 1992.

JENKINS, D. J.A., KENDALL, C. W.C., MARCHIE, A., JENKINS, A.L., AUGUSTIN, L. S.A.; LUDWIG, S.D.; BARNARD, N.D., ANDERSO, J.W. Tupe 2 diabetes and vegetarian diet, Am. J. Clin. Nutr. 78(suppl):610S-6S, 2003.

JOHNSTON P. K. Implicações nutricionais das dietas vegetarianas. In: Shils ME, editor, Olson JA, Shike M, Ross AC. Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença. 9a ed. Barueri, SP: Manole; 2003. p.1885-98.

LOMA LINDA UNIVERSITY. The vegetarian Food Pyramid, School of Public Health, 2008.

MOREIRA, S. R.D. Determinação de ^{210}Pb em aguas minerais da cidade de Aguas da Prata. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN-SP, São Paulo,1993.

OLIVEIRA, J. Determinação de ^{226}Ra e ^{228}Ra em aguas minerais da região de Aguas da Prata. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN-SP, São Paulo,1993.

PENNA-FRANCA, E.; FISMAN, M.; LOBÃO, N.; COSTA-RIBEIRO, C.; TRINDADE,

H.; SANT, P.L. Radioactivy of Brazil nuts. Health Physics, 14: 95-99, 1968.

RODUSHKINA, I.; ENGSTROMA E.; SORLINB D.; BAXTERB D. Levels of inorganic constituents in raw nuts and seeds on the Swedish market. Luleå: Elsevier; 2007.

ROS, E. Eat Nuts, Live Longer. J. Am. College Card. 70(20): 2533-35, 2017.

SABATÉ, Joan. Nut consumption, vegetarian diets, ischemic heart disease risk, and all-cause mortality: evidence from epidemiologic studies. USA: Am J Clin Nutr 1999.

SBV – Sociedade Brasileira de Vegetariana – Guia alimentar de Dietas Vegetarianas para Adultos – São Paulo, 2012.

SMITH, K.A. The comparative uptake and translocation by plants of calcium, strotion, barium, and radium. Plant and Soil 34:369-379, 1971.

TURNER, R.C., RADLEY, J.M., MAYNEORD, V.W. The naturally occurring alpha ray activity of foods. Health Physics. 1:268-275, 1958.

UNSCEAR – UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. Sources and Effects of Ionizing Radiation - Annex B - Exposures of Public and Workers from various sources of Radiation, 2008. 683 p.

YANG, J. Brasil nuts and associated health benefits: a review. Food science and Technology, 42: 1573-1580, 2009.