Food Science Today 3:1 (2024)
ISSN 2965-1190

RESEARCH ARTICLE

FOOD SCIENCE TODAY

Desenvolvimento de farofa com *natto* (soja fermentada) rica em vitamina K2 como potencial auxiliar na prevenção e tratamento da osteoporose nas mulheres em pós-menopausa

Development of farofa with *natto* (fermented soybean) rich in vitamin K2: assisting in the prevention and treatment of osteoporosis in women in pos-menopause

Anelisa Doretto Freitas Furlan [a*], Amanda Soares Amaral [a], Fernanda Aparecida Tadin Nagashima [a], Giovana de Souza Santana [a], Caline Nogueira Inácio dos Santos [a]

[a] Curso de Nutrição, Centro Universitário de Santa Fé do Sul - Unifunec, 15775-000, Santa Fé do Sul, São Paulo, Brasil.

Resumo

A osteoporose é uma doença comum em pessoas com mais de 50 anos, especialmente em mulheres pós-menopáusicas, caracterizada por aumento da fragilidade óssea e associada a fraturas, resultando em alta morbimortalidade. A vitamina K2 desempenha um papel crucial no metabolismo do cálcio, ativando proteínas como osteocalcina e proteína Gla da matriz, que removem o cálcio de locais inadequados e o direcionam para os ossos, auxiliando na prevenção e tratamento da osteoporose. Embora a suplementação com cálcio e vitamina D seja comum, estudos mostram que essa prática pode aumentar o risco de aterosclerose devido à calcificação arterial. Em contraste, a vitamina K2 reduz esse risco e promove a saúde óssea. Estudos clínicos, demonstraram que a suplementação de vitamina K2 melhora a densidade mineral óssea e reduz o risco de fraturas. A principal fonte alimentar de vitamina K2 é o *natto*, um alimento asiático feito de grãos de soja fermentados por *Bacillus subtilis natto*, que produz grandes quantidades de vitamina K2, mas suas características sensoriais limitam seu consumo. Este estudo desenvolveu uma farofa de *natto* enriquecida com vitamina K2, visando introduzir esse nutriente na dieta brasileira. A farofa oferece aproximadamente 91,49 µg de vitamina K2 por porção, contribuindo significativamente para a saúde óssea. Além disso, a vitamina K2 também oferece benefícios adicionais, como a proteção contra doenças cardiovasculares e neurodegenerativas. Assim, a farofa de *natto* surge como uma alternativa inovadora para melhorar a ingestão de vitamina K2, potencialmente reduzindo a prevalência de osteoporose e promovendo a saúde pública.

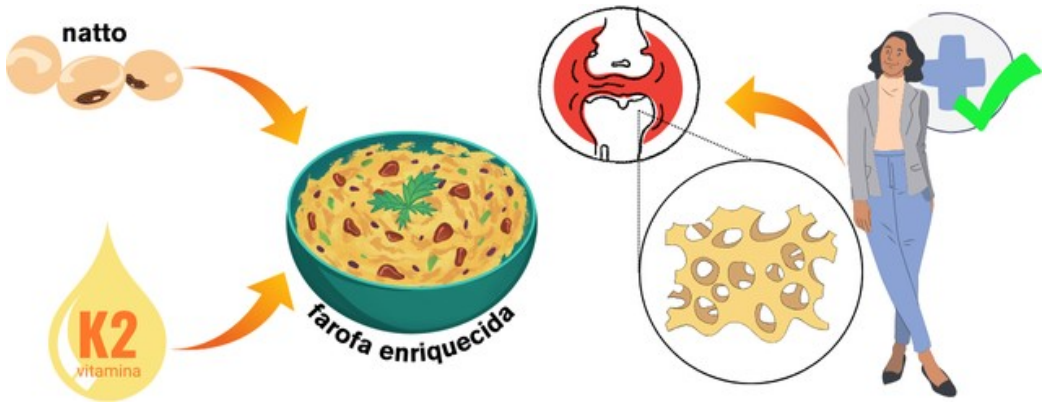
Palavras-chave: Osteoporose. Pós-menopausa. Vitamina K2. Farofa enriquecida com *natto*, soja fermentada.

Abstract

Osteoporosis is a common disease in people over 50 years old, especially in postmenopausal women, characterized by increased bone fragility and is associated with fractures, resulting in high morbidity and mortality. Vitamin K2 plays a crucial role in calcium metabolism by activating proteins such as osteocalcin and matrix Gla protein, which remove calcium from inappropriate sites and direct it to the bones, aiding in the prevention and treatment of osteoporosis. Although supplementation with calcium and vitamin D is common, studies show that this practice can increase the risk of atherosclerosis due to arterial calcification. In contrast, vitamin K2 reduces this risk and promotes bone health. Clinical studies have proven that vitamin K2 supplementation improves bone mineral density and reduces the risk of fractures. The main dietary source of vitamin K2 is *natto*, an Asian food made from soybeans fermented by *Bacillus subtilis natto*, which produces large amounts of vitamin K2, but its sensory characteristics limit its consumption. This study developed a *natto*-based farofa enriched with vitamin K2, aiming to introduce this nutrient into the Brazilian diet. The farofa provides approximately 91.49 µg of vitamin K2 per serving, contributing significantly to bone health. Additionally, vitamin K2 also offers other benefits, such as protection against cardiovascular and neurodegenerative diseases. Thus, *natto* farofa emerges as an innovative alternative to improve vitamin K2 intake, potentially reducing the prevalence of osteoporosis and promoting public health.

Keywords: Osteoporosis. Post-menopause. Vitamin K2. *Natto*-fortified farofa, fermented soy.

Graphical Abstract



*Corresponding author: Anelisa D. F. Furlan. Email Address: adffurlan@funecsantafe.edu.br
Submission 07 August 2024; Accepted: 14 August 2024; Published: 20 August 2024.
© The Author(s) 2024. Open Access (CC BY 4.0).

ROYALDATASET

1. Introdução

As vitaminas são substâncias que exercem várias e importantes funções no corpo humano, como por exemplo, contribuem para o bom funcionamento dos órgãos e no reparo de tecidos, entre outros, sendo assim, elas devem estar presentes na alimentação dos indivíduos. A maioria delas são encontradas nas frutas, legumes, carnes, ovos, cereais e no leite. Embora as vitaminas sejam necessárias em pequenas quantidades se comparadas com os macronutrientes, são essenciais, pois participam de diversas reações metabólicas inspecionadas por enzimas e coenzimas. Elas se encontram nas categorias de hidrossolúveis, onde, são aquelas dissolvidas em água, e lipossolúveis, que se diluem em óleos, segundo as suas características físico-químicas e propriedades fisiológicas (Klack & Carvalho, 2006).

A vitamina K tem o nome derivado da palavra dinamarquesa *koagulation*, está composta no conjunto das vitaminas lipossolúveis, e se manifesta naturalmente na forma de vitamina K1 (filoquinona) e vitamina K2 (grupos das menaquinonas ou MKs). Em 1929, o bioquímico dinamarquês Henrik Dam observou a vitamina K1, após notar a ocorrência de hemorragias em galinhas quando submetidas a uma dieta isenta de gorduras. Este nutriente, por muitos anos foi denominado somente como vitamina K e só depois de estudos aprofundados é que diferenciaram os 22 vitâmeros da vitamina K. A vitamina K1 está relacionada com a coagulação sanguínea e é encontrada facilmente em vegetais verdes escuros. Por outro lado, a vitamina K2 está conectada com a mineralização óssea e com a elasticidade vascular e por ser de origem bacteriana, ela é encontrada em vísceras de animais e alimentos fermentados. Ela foi detectada pela primeira vez em 1950, e participa de um grupo de várias moléculas diferentes (menaquinonas). Em torno de 1990, os cientistas voltaram a se interessar pela vitamina K2 e vários estudos aconteceram no Japão e em todo o mundo. Diante dos resultados, observaram-se os benefícios dessa vitamina para a saúde dos ossos (Akbulut et al., 2020; Ferland, 2012).

A vitamina K2 é encarregada pela ativação de algumas proteínas que são importantes para orientar adequadamente o cálcio no organismo, e cada vez mais vem sendo usada para a precaução e intervenção na osteoporose. Dentre as menaquinonas, a MK-4 e a MK-7 são as fundamentais, sendo que a MK-7 é a forma que tem mais importância, pois tem uma meia-vida maior no corpo, proporcionando níveis superiores e mais estáveis de K2 no sangue (Rheaume-Bleue, 2017; Villa et al., 2017; Yuanyang et al., 2019). A **Fig. 1** demonstra a estrutura molecular da MK-7 (C51H72O2).

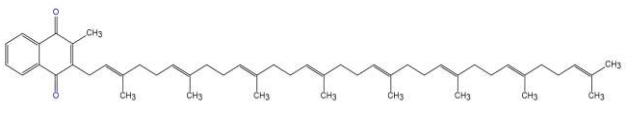


Fig. 1 A estrutura molecular da MK-7.

A função mais importante da vitamina K2 é ativar a proteína osteocalcina (carboxilar), que, por sua vez, tem a função de se juntar ao cálcio e transportar esse mineral para os ossos e dentes, onde ele é imprescindível. Quando a osteocalcina estiver em sua forma inativa (subcarboxilada) ela não se ligará ao cálcio, gerando uma debilidade na matriz óssea. O nível de osteocalcina inativa no sangue tem sido usado para avaliar a deficiência da vitamina K2. Essa vitamina também colabora para estimular a proteína Gla da matriz, conhecida como reguladora da maturação mineral do tecido ósseo, que retira o cálcio dos tecidos moles, como as artérias e veias, onde este é indesejável (Jakubowski et al., 2019; Rheaume-Bleue, 2017).

Estudos vêm confirmando que a falta desse nutriente pode estar relacionada com o alto progresso da osteoporose. Essa doença está associada ao aumento de fraturas ósseas e mortalidade, devido ao fato de que ela deixa os ossos fracos e porosos, atingindo, geralmente, indivíduos com mais de 50 anos, especialmente mulheres em pós-menopausa (Yuanyang et al., 2019).

Neste período da vida da mulher sucede uma diminuição na fabricação do hormônio estrogênio, considerado um dos carregadores de cálcio mais importantes, que contribui na absorção desse mineral pelos ossos. Devido a essa baixa produção hormonal, ocorre uma elevação do metabolismo de reabsorção óssea e uma fixação mínima de cálcio no osso. Com isso, consequentemente gera uma limitação expressiva da densidade óssea, interligando a osteoporose ao acréscimo de rupturas ósseas e mortalidade, aumentando precocemente a incidência dessa doença nas mulheres (Fernandes et al., 2015).

Diante disso, a insuficiência da vitamina K2 no organismo pode trazer complicações para o metabolismo do cálcio, fazendo com que este se deposite em tecidos moles como veias e artérias, ao invés de se depositar nos ossos e dentes (Yuanyang et al., 2019).

A principal fonte de K2 encontra-se no *natto*, um prato típico japonês no qual os grãos de soja são cozidos e fermentados. No entanto, a sua textura, sabor e odor não satisfaz o gosto alimentar da grande parte dos indivíduos, e em decorrência disso, é pouco consumido no Brasil, além de outras regiões mundiais (Jakubowski et al., 2019; Rheaume-Bleue, 2017).

O *natto* é uma comida milenar japonesa, feita a partir da soja fermentada com a bactéria *Bacillus subtilis natto*, que é caracterizado pelo cheiro forte e pela consistência viscosa. Por isso, o seu gosto não agrada à maior parte dos brasileiros. Diante disso, esse alimento é considerado a principal fonte de obtenção de vitamina K2, uma vez que apenas uma porção de 55 g de *natto* tem 550 µg de K2 na forma de MK-7 (Rheaume-Bleue, 2017). Além de contribuir para saúde óssea, ele também possui outras substâncias fundamentais, tais como, a pirazina, que ajuda a reduzir o desenvolvimento de coágulos no sangue; a nattokinase, que é uma enzima exclusiva da soja fermentada e que também apresenta atividades inibidoras de coágulos; e a vitamina PQQ (pirroloquinolina quinona), que ajuda a retardar o envelhecimento, podendo prevenir e tratar a doença de Alzheimer (Hsu et al., 2009; Rheaume-Bleue, 2017).

Originária da Ásia Central e derivada da família *Apiaceae*, a cenoura é considerada uma hortaliça, e seu nome científico é *Daucus carota* L., tendo como caraterísticas próprias a coloração alaranjada, raízes firmes, largura e comprimento variados (Embrapa, 2020; Silva et al., 2016). A cenoura contém inúmeros benefícios para a saúde. Ela é rica em macronutrientes e micronutrientes, sendo o principal deles o β-caroteno, uma provitamina A, que nos alimentos de origem vegetal é convertida em vitamina A. O β-caroteno é um poderoso antioxidante, pois sua função está correlacionada na prevenção de câncer e de outras doenças, fortificando o sistema imunológico (Gettens, 2016).

A abobrinha é nativa da região central do México, sendo de clima tropical e popularmente conhecida como abobrinha italiana, cujo nome científico é *Cucurbitaceas pepo* L. Já a abobrinha brasileira, é nomeada de *Cucurbita moschata* L. Ambas são consumidas pela população brasileira, e apresentam diversas formas de preparo, tais como, crua em salada, cozida ou refogada

e, também, variedade nos formatos das folhas, pescoço e comprimento (Fernandes, 2019). Esta hortaliça dispõe de um alto valor nutritivo, rica em ferro, fibras, cálcio, zinco e vitaminas do complexo B, contribuindo assim para papeis fundamentais no organismo, como, por exemplo, colaborando na edificação de ossos e dentes, e para o bom desempenho do intestino (Coelho et al., 2020).

A mandioca, também conhecida como aipim, macaxeira, entre outros nomes populares, é uma espécie de raiz que tem o nome científico de *Manihot esculenta* Crantze. Da mandioca, o principal produto derivado é a farinha. No passado, a produção da farinha era um trabalho destinado especialmente às mulheres indígenas, as quais eram responsáveis por todos os processos de produção, da semeação até o produto final (Rodrigues, 2017). Há muitas formas de consumo desse alimento, podendo fazer parte de algumas receitas como o ingrediente principal ou ser usada como acompanhamento de outras preparações. A farinha é um produto presente na grande parte das refeições dos brasileiros, e é um alimento importante no aporte calórico, principalmente para as populações de baixa renda, pois é rica em energia, e, além disso, contém quantidades significativas de fibras, potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (Dias & Leonel, 2006).

O presente estudo teve como objetivo desenvolver uma farofa de *natto,* enriquecendo-a com vitamina K2, visando integrar esse nutriente essencial em produtos alimentícios para mitigar os efeitos adversos da osteoporose, decorrentes da deficiência desse nutriente na dieta diária de mulheres pós-menopausa. Considerando que a farofa é um prato tradicional e parte integrante da culinária brasileira, esta abordagem busca aumentar a ingestão de vitamina K2 através de um alimento culturalmente familiar, promovendo o bem-estar nutricional e a saúde óssea deste grupo demográfico. Ao proporcionar uma solução inovadora e acessível, o estudo pretende oferecer uma estratégia eficaz para fortalecer a saúde óssea das mulheres em fase pós-menopausa.

2. Material e Métodos

O desenvolvimento da farofa enriquecida com *natto* aconteceu no laboratório de Técnica Dietética do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – UNIFUNEC, em um ambiente de cozinha experimental, variando a quantidade de *natto* e outros ingredientes, para determinar a combinação ideal que maximiza o conteúdo de vitamina K2 sem comprometer o sabor e a textura.

2.1 Ingredientes da farofa de *natto*

Os ingredientes para o desenvolvimento da farofa de *natto* foram obtidos no comércio local da cidade de Santa Fé do Sul/SP. As matérias-primas para a produção da farofa foram selecionadas levando em conta o valor nutricional que cada item agrega à receita e, também, a acessibilidade, o custo-benefício e o tempo de preparo. Os ingredientes e a formulação usados na receita estão exibidos na **Tabela 1**.

A massa total de todos os ingredientes antes do processamento foi de 1206 gramas, e a porção definida pela Instrução Normativa da Agência Nacional de Vigilância Sanitária N° 75, de 8 de outubro de 2020 é de 35 gramas, rendendo assim, aproximadamente 34 porções.

Tabela 1 Ingredientes utilizados para o preparo da farofa de *natto*.

Alimentos	Quantidade
Manteiga	2,1 %
Azeite	6,0%
Linguiça calabresa em cubos	12,8%
Alho picado	1,3%
Cebola picada em cubos	10,2%
Cenoura ralada	12,0%
Abobrinha ralada	19,6%
Sal	1,3%
Cúrcuma	0,4%
Pimenta calabresa	0,2%
Farinha mandioca biju	25,6%
Natto	8,5%

2.2 Descrições dos ingredientes

Nos tópicos subsequentes, serão detalhadas as características e benefícios nutricionais dos principais ingredientes utilizados no desenvolvimento da farofa de *natto*, incluindo o *natto*, a cenoura, a abobrinha e a farinha de mandioca. Esses ingredientes foram selecionados com base em suas propriedades funcionais e potencial para enriquecer o perfil nutricional do produto final.

2.3 Elaboração da farofa de *natto*

Primeiramente, a panela de inox foi aquecida em fogo médio, aproximadamente a 180 °C, onde foram adicionados a manteiga e o azeite. Assim que a mistura estava aquecida, a linguiça calabresa cortada em cubos foi adicionada e deixada para fritar até dourar. Em seguida, o alho e a cebola picados foram acrescentados, sendo mexidos ocasionalmente até que estivessem cozidos e liberassem seus aromas.

Após o refogado inicial, a cenoura e a abobrinha raladas foram incorporadas, junto com o sal, a cúrcuma e a pimenta calabresa. Todos os ingredientes foram misturados cuidadosamente e refogados por três a cinco minutos, até que a cenoura e a abobrinha atingissem o ponto *al dente*.

O fogo foi desligado e o *natto* foi adicionado, sendo homogeneizado com os outros ingredientes para assegurar uma distribuição uniforme. Por fim, a farinha de mandioca (biju) foi acrescentada gradualmente, mexendo até que a textura viscosa do *natto* desaparecesse, resultando em uma mistura homogênea. Após esse processo, a farofa foi reservada para ser servida.

3. Resultados e Discussão

A farofa de *natto*, desenvolvida com o intuito de combinar os benefícios nutricionais do *natto* com a tradicional farofa brasileira, apresenta propriedades sensoriais únicas que a diferenciam das farofas convencionais. O *natto*, conhecido por seu sabor forte e textura pegajosa, é um alimento fermentado à base de soja, rico em proteínas, vitaminas e compostos bioativos, como a nattokinase, uma enzima com potenciais efeitos benéficos para a saúde cardiovascular. Na criação da farofa, esses atributos foram harmonizados com a crocância e o sabor característico da farofa, resultando em um produto final que mantém a familiaridade da farofa tradicional, mas com um perfil sensorial enriquecido pelo *natto*. A textura levemente úmida e o sabor umami pronunciado do *natto* são equilibrados com os ingredientes secos e crocantes da farofa, criando uma experiência gustativa complexa e inovadora, que pode atrair tanto consumidores habituados ao *natto* quanto aqueles em busca de novas experiências culinárias.

A osteoporose é determinada pela carência de cálcio nos ossos. Sendo assim, o tratamento mais comum desse mal consiste em complementar a ingestão do cálcio através da suplementação. Outro nutriente que geralmente é incluído no

tratamento é a vitamina D, pois essa vitamina amplia a absorção do cálcio nos intestinos. Contudo, suplementar esses dois nutrientes não significa que todo o cálcio absorvido está sendo levados para os ossos e nos dentes. Estudos revelam que a ingestão desse mineral e a vitamina D podem elevar os riscos de desenvolvimento da aterosclerose, devido a uma calcificação arterial. Em contraste, vemos que a vitamina K2 atua ativando importantes proteínas que auxiliam no metabolismo do cálcio, dificultando essa possível calcificação arterial e contribuindo de forma imprescindível para a saúde dos ossos (Maresz, 2015; Rheaume-Bleue, 2017).

Knapen et al. (2007) executaram uma pesquisa clínica randomizada com 325 mulheres saudáveis em período de pós-menopausa e sem osteoporose, abrangendo idades de 55 a 75 anos. Algumas consumiram placebo e outras 45 mg/dia de K2, no período de três anos, sendo avaliado a ingestão dela em relação ao progresso da geometria óssea do quadril e os indicadores de força óssea. Segundo o relato dos autores, a vitamina obteve avanço no conteúdo mineral ósseo, expandindo a conservação da força óssea do colo femoral que é proveniente da densidade mineral óssea. No grupo ao qual foi ministrado o placebo não houve os seguimentos que aconteceu com a ingestão de K2, cálcio e vitamina D.

Koitaya e colaboradores (2014), em um estudo feito no Japão com 48 mulheres japonesas saudáveis, que estavam em pós-menopausa, com idade entre 50 e 60 anos, verificaram que uma baixa dosagem de K2 na forma de MK-4, que foram ministradas 1,5 mg/dia, ao longo de um ano, foi eficaz para uma significativa melhora na habilidade óssea, assegurando uma resistência óssea e um decréscimo da deterioração óssea das mulheres, por causa de uma redução nas concentrações sanguíneas de osteocalcina subcarboxilada e um aumento do nível de osteocalcina carboxilada nos participantes suplementados em referência ao grupo de controle.

Iwamoto (2014), realizou um estudo de revisão, reunindo outras pesquisas que avaliaram o resultado da vitamina K2 em mulheres na pós-menopausa com osteoporose ou osteopenia. O período do ensaio clínico variou de um a três anos e foi efetuado no Japão. Nesse estudo, ele verificou as fraturas osteoporóticas derivadas da osteoporose nas mulheres em pós-menopausa. As dosagens ofertadas a elas em todo o estudo foram de 45 mg/dia, não havendo assim indícios de toxicidade de vitamina K2. Um outro estudo presente na revisão demostrou que a menaquinona evoluiu a densidade mineral óssea, e diminuiu a ocorrência de fraturas clínicas nessas mulheres com osteoporose, potencializando a vitalidade óssea.

Huang et al. (2015) efetuaram uma pesquisa, tendo base em artigos científicos, com intuito de ressaltar o efeito da vitamina K2 no tratamento da osteoporose. Com isso, elaboram uma metanálise abrangendo dezenove ensaios clínicos randomizados, incluindo 6759 participantes. Essa metanálise defendeu a teoria de que a K2 exerce uma conduta na preservação e recuperação da densidade mineral óssea vertebral, auxiliando no cuidado de lesões nas mulheres em pós-menopausa com osteoporose. Por outro lado, o resultado da K2 para as mulheres em pós-menopausa sem incidência de osteoporose não foi reconhecido nessa pesquisa.

Inaba et al. (2015) conduziram um estudo na cidade de Tóquio, no Japão, que tinha a finalidade de obter o conhecimento sobre a relação entre o consumo de MK-7 e o progresso da carboxilação da osteocalcina. Ele e sua equipe elaboraram duas pesquisas, uma com um grupo de 60 mulheres em pós-menopausa, com idades entre 50 e 69 anos, com doses aplicadas de MK-7 de 0,50, 100 e 200 µg durante 4 semanas; e outra com um grupo de 120 indivíduos na faixa de 20 a 69 anos, que ingeriram placebo ou menaquinona 7, com 100 µg todos os dias por doze semanas. Os pesquisadores relataram que nos indivíduos que ingeriram a MK-7 nas doses de 100 e 200 µg houve um aumento significativo da proteína osteocalcina carboxilada, que é a forma ativa da proteína encarregada de levar o cálcio para os ossos.

Maresz (2015) diz que a vitamina K2 é uma boa escolha como recurso terapêutico na osteoporose, pois melhora a calcificação óssea e favorece a cicatrização de fraturas. Estudos usando essa vitamina têm mostrado um aumento na qualidade da matriz óssea. No Japão, acontecem inúmeros estudos a respeito da K2 e eles estão servindo de modelo de orientação para pessoas que têm o diagnóstico de osteoporose.

Chiodini e Bolland (2018) em uma análise crítica sobre a suplementação de cálcio nos casos de osteoporose, checaram, em diferentes países, diversas doses e indicações de suplementação desse mineral, sozinho ou com a vitamina D, e suas vantagens para precaução e minimização dos males da osteoporose. Após o estudo, eles concluíram que a suplementação de cálcio em conjunto com a vitamina D atua no aumento da densidade mineral óssea e na redução de 15% do risco de rachaduras no osso por vulnerabilidade em geral, mas que, em contrapartida, os riscos de infartos do miocárdio apresentados pelos indivíduos são similares, e que essa suplementação, em longo prazo, pode trazer efeitos prejudiciais, frequentemente relacionados com o trato gastrointestinal. Quando comparado com o risco-benefício desse tipo de tratamento, foi considerada muito pequena a porcentagem benéfica.

Rheaume-Bleue (2017) esclarece que o consumo de *natto* encontra-se associado ao acréscimo da densidade óssea, mais do que o tofu, que a utilização do *natto* não é igual em todas as regiões do Japão, e que há uma correlação inversa entre a incidência de fratura nos quadris em mulheres e a ingestão de *natto*. Esclarece, também, que mesmo quem consome esta iguaria ocasionalmente apresenta níveis de osteocalcina ativa superiores aos dos indivíduos que não a consomem.

Kojima et al. (2019) verificaram se o consumo de *natto* pelas mulheres japonesas em pós-menopausa tinha alguma relação com o risco de fraturas advindas da osteoporose. O estudo contou com 1417 mulheres no período de 45 anos ou mais. Algumas delas consumiam *natto* e outras não. Eles concluíram que as mulheres que tinham o hábito de ingerir essa iguaria todos os dias tiveram menor risco de lesão associada à osteoporose, acontecimentos não ocorreram em quem consumia tofu ou outros alimentos à base de soja.

Yuanyang et al. (2019) fizeram um estudo no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018 com 210 mulheres com idades entre 50 e 80 anos, que apresentavam osteoporose comprovada por meio da redução da densidade mineral óssea. Elas foram divididas aleatoriamente em três grupos de 70 pacientes, divididos em grupos da vitamina K2, e outro do ranelato de estrôncio (medicação usada na terapia da osteoporose) e um de controle. Todos foram observados por seis meses. O do ranelato de estrôncio recebeu 2 g desse fármaco, ao passo que grupo da K2 foi recomendado a ingestão de 15 mg de K2, três vezes ao dia. A diferença após o tratamento na densidade de massa óssea (DMO) foi muito evidente nos indivíduos que foram suplementados com a K2, pois este teve uma alta na DMO em relação ao grupo controle, o que também ocorreu em relação ao do ranelato de estrôncio. Com isso, observou-se que a vitamina K2 foi um nutriente eficiente e seguro para a terapia de osteoporose em mulheres.

Zhang et al. (2020) produziram uma pesquisa na qual participaram 295 pessoas com idade entre 50 e 70 anos, incluindo homens saudáveis e mulheres em pós-menopausa. Essas pessoas foram separadas em quatro grupos, sendo que dois grupos receberam suplementação apenas com vitamina K2 (um com 50 µg/dia e o outro 90 µg/dia); um outro grupo foi suplementado com uma combinação de vitamina K2 90 µg/dia, cálcio 500 µg/dia e vitamina D3, sendo 10 µg /dia; e o outro grupo com placebo. Após 12 meses o estudo apresentou que a suplementação somente de vitamina K2 com 90 µg/dia foi potente na diminuição da perda óssea das participantes em pós-menopausa, assim como no grupo da combinação com o cálcio e a vitamina D3, porém essa combinação não proporcionou nenhum outro benefício a mais em comparação com a administração só com vitamina K2. Giri et al. (2020) ministraram doses de 0,5; 5 e 45 mg de MK-4 em 29 mulheres com 69 anos, em período de pós-menopausa, que tiveram fraturas no quadril. Todas elas tomaram a menor dose 0,5 mg de MK-4 por 3 semanas, após esse período receberam a dose de 5 mg também por 3 semanas, e, em seguida, pelo mesmo período receberam a dose de 45 mg. Nas porções de 5 e 45 mg, houve uma diminuição da osteocalcina subcarboxilada, que é a forma inativa da proteína, sem apresentar efeitos colaterais significativos. Assim, o cálcio livre no sangue pode ser melhor aproveitado.

Pensando nos benefícios que a vitamina K2 tem demonstrado e no papel do nutricionista em oferecer alimentos de qualidade e equilibrados nutricionalmente é que foi desenvolvida a farofa de *natto.* O desafio deste trabalho foi elaborar um produto rico em vitamina K2 com sabor palatável, priorizando ao extremo os nutrientes contidos no *natto* e nos demais ingredientes utilizados. Dentre as diversas áreas de atuação do nutricionista encontramos o ramo da pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos alimentícios ricos em nutrientes que podem ajudar na precaução e, até mesmo, em terapias de patologias. Por isso, no caso do cuidado da osteoporose, é considerável conter na dieta alimentos ricos em vitamina D3, cálcio, magnésio e a vitamina K2.

Não foi possível quantificar a vitamina K2 presente na farofa, através da análise laboratorial, pois até o momento essa análise específica não é realizada no Brasil. Entretanto, Knapen et al. (2007) e Elder et al. (2006) analisaram a quantidade de vitamina K2 em alguns alimentos e constataram que em 100 g de *natto* contém aproximadamente 1103,4 µg dessa vitamina. Para a elaboração da farofa de *natto* foram usados 100 g dessa iguaria, e a gramagem total de todos os ingredientes crus foi de 1206 g. Diante disso, com base na literatura, entende-se que uma porção da farofa de *natto* pronta pode conter cerca de 91,49 µg de vitamina K2.

Rheaume-Bleue (2017), em sua pesquisa, afirma que uma dose diária de 120 µg de vitamina K2 é suficiente para obter os benefícios desse nutriente. No entanto, Geleijnse et al. (2004) relatam que doses diárias de 45 µg dessa vitamina, já são capazes de promover benefícios à saúde óssea. Essa dose terapêutica se encontra dentro do limite de 120 µg estabelecido pelo Ministério da Saúde do Canadá, e, até o momento, não há estudos que indiquem níveis de toxicidade da vitamina K2. Sendo assim, a farofa de *natto* fornece valores altos de vitamina K2, os quais irão auxiliar no cuidado e na terapia da osteoporose em mulheres na pós-menopausa.

Encontram-se outros benefícios dessa vitamina, além dos já mencionados. Por exemplo, o seu uso diminui o risco de doenças arteriais coronarianas, pois inibe a calcificação vascular; protege contra danos cerebrais, evitando o Alzheimer; promove a calcificação das fibras elásticas da pele, evitando as rugas; e mantém a integridade das paredes das artérias e veias, contribuindo para evitar a aterosclerose e as varizes. A vitamina K2 também contribui na saúde dental, uma vez que ativa a osteocalcina da dentina, evitando a formação de cáries; e melhora a saúde ocular, pois retira o cálcio do cristalino afastando o riso de desenvolvimento de catarata. Além disso, ela é requerida para a produção da bainha de mielina das células nervosas, contribuindo para a saúde cerebral e neurológica (Rheaume-Bleue, 2017).

4. Conclusão

Considerando que mulheres em pós-menopausa enfrentam um aumento no progresso da osteoporose, que pode levar a complicações graves, conclui-se, com base nas pesquisas realizadas, que a vitamina K2 deve ser recomendada tanto para a prevenção quanto para o tratamento terapêutico da osteoporose em mulheres nessa fase. É essencial integrar essa vitamina na alimentação das pessoas devido aos seus efeitos benéficos para a saúde óssea. A farofa de *natto* é uma excelente opção para incorporar esse nutriente às refeições, já que seu principal ingrediente, os grãos de soja fermentados, é o alimento que possui a maior concentração de vitamina K2 conhecida até o momento. Além disso, a farofa é um prato tradicional na dieta brasileira, tornando-se um meio acessível e culturalmente relevante para melhorar a ingestão nutricional. Ademais, o *natto* pode ser utilizado no desenvolvimento de diversos outros produtos alimentícios, como patês, shakes, panquecas e omeletes, aumentando a presença da vitamina K2 - um nutriente vital para a saúde - na dieta diária de todos os brasileiros. Ao expandir o uso do *natto* em diferentes aplicações culinárias, a vitamina K2 pode se tornar uma parte mais proeminente da nutrição cotidiana, oferecendo uma estratégia natural e eficaz para combater a osteoporose e promover o bem-estar geral.

Contribuições dos Autores

A.D.F.F: Curadoria de Dados, Redação e Edição; A. S. A: Revisão e Edição; F.A.T.N.: Curadoria de Dados, Redação e Edição; G.S.S: Edição e curadoria de dados; C.N.I.S: Orientação e Supervisão. Todas as autoras leram e aprovaram o manuscrito final.

Disponibilidade de dados e materiais

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

Aprovação ética e consentimento para participar.

As autoras confirmam que houve o consentimento de todos os envolvidos, direta ou indiretamente, na participação dessa pesquisa.

Conflitos de Interesse

As autoras declaram que não têm interesses conflitantes.

Referências

Akbulut, A. C., Pavlic, A., Petsophonsakul, P., Halder, M., Maresz, K., Kramann, R., & Schurgers, L. (2020). Vitamin K2 needs an RDI separate from vitamin K1. *Nutrients*, *12*(6), 1–13. https://doi.org/10.3390/nu12061852

Chiodini, I., & Bolland, M. J. (2018). Calcium supplementation in osteoporosis: Useful or harmful? *European Journal of Endocrinology*, *178*(4), D13–D25. https://doi.org/10.1530/EJE-18-0113

Coelho, V. A. T., Souza, C. G. de, Nascimento, E. de S., Lacerda, L. G., & Cardoso, P. A. (2020). Caracterização de sintomas e crescimento em Abobrinha Italiana (*Cucurbita*

pepo L.) sob carencia de micronutrientes. *Research, Society and Development*, *9*(3), e34932359. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2359

Dias, L. T., & Leonel, M. (2006). Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, *30*(4), 692–700. https://doi.org/10.1590/s1413-70542006000400015

Elder, S. J., Haytowitz, D. B., Howe, J., Peterson, J. W., & Booth, S. L. (2006). Vitamin K contents of meat, dairy, and fast food in the U.S. diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *54*(2), 463–467. https://doi.org/10.1021/jf052400h

Embrapa. (2020). *A história da cenoura*. Embrapa Hortaliças. https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/49845405/a-historia-da-cenoura

Ferland, G. (2012). The discovery of vitamin k and its clinical applications. *Annals of Nutrition and Metabolism*, *61*(3), 213–218. https://doi.org/10.1159/000343108

Fernandes, C. dos S. (2019). *Formas de nitrogênio como atenuadores do estresse salino em plantas de abobrinha*. 67 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN. https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/1073

Fernandes, T. R. L., Oliveira, J. B., Lorencete, T. V., & Amadei, J. L. (2015). Fatores associados à osteoporose em mulheres na pós-menopausa. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, *36*(1), 93–106. http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/21035

Geleijnse, J. M., Vermeer, C., Grobbee, D. E., Schurgers, L. J., Knapen, M. H. J., van der Meer, I. M., Hofman, A., & Witteman, J. C. M. (2004). Dietary Intake of Menaquinone Is Associated with a Reduced Risk of Coronary Heart Disease: The Rotterdam Study. *The Journal of Nutrition*, *134*(11), 3100–3105. https://doi.org/10.1093/jn/134.11.3100

Gettens, C. S. (2016). *Propriedades funcionais, nutricionais e atividade antimicrobiana de subprodutos agroindustriais de pêssego e sua aplicação em cookies*. Dissertação (Mestrado em nutrição), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. https://wp.ufpel.edu.br/ppgna/files/2016/02/Cristina-Gettens.pdf

Giri, T. K., Newton, D., Chaudhary, O., Deych, E., Napoli, N., Villareal, R., Diemer, K., E Milligan, P., & Gage, B. F. (2020). Maximal dose-response of vitamin-K2 (menaquinone-4) on undercarboxylated osteocalcin in women with osteoporosis. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, *90*(1–2), 42–48. https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000554

Hsu, R. L., Lee, K. T., Wang, J. H., Lee, L. Y. L., & Chen, R. P. Y. (2009). Amyloid-degrading ability of nattokinase from *Bacillus subtilis natto*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(2), 503–508. https://doi.org/10.1021/jf803072r

Huang, Z.-B., Wan, S.-L., Lu, Y.-J., Ning, L., Liu, C., & Fan, S.-W. (2015). Does vitamin K2 play a role in the prevention and treatment of osteoporosis for postmenopausal women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoporosis International*, *26*(3), 1175–1186. https://doi.org/10.1007/s00198-014-2989-6

Inaba, N., Sato, T., & Yamashita, T. (2015). Low-dose daily intake of vitamin K2 (menaquinone-7) improves osteocalcin γ-carboxylation: A double-blind, randomized controlled trials. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, *61*(6), 471–480. https://doi.org/10.3177/jnsv.61.471

Iwamoto, J. (2014). Vitamin K2 Therapy for Postmenopausal Osteoporosis. *Nutrients*, *6*(5), 1971–1980. https://doi.org/10.3390/nu6051971

Jakubowski, P., Smyk, Ł., Puchała, Ł., & Białkowska, J. (2019). Current view on vitamin K2 role in diseases based on clinical trials. *Farmacia*, *67*(4), 551–556. https://doi.org/10.31925/farmacia.2019.4.1

Klack, K., & Carvalho, J. F. de. (2006). Vitamina K: Metabolismo, fontes e interação com o anticoagulante varfarina. *Revista Brasileira de Reumatologia*, *46*(6), 398–406. https://doi.org/10.1590/S0482-50042006000600007

Knapen, M. H. J., Schurgers, L. J., & Vermeer, C. (2007). Vitamin K2 supplementation improves hip bone geometry and bone strength indices in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, *18*(7), 963–972. https://doi.org/10.1007/s00198-007-0337-9

Koitaya, N., Sekiguchi, M., Tousen, Y., Nishide, Y., Morita, A., Yamauchi, J., Gando, Y., Miyachi, M., Aoki, M., Komatsu, M., Watanabe, F., Morishita, K., & Ishimi, Y. (2014). Low-dose vitamin K2 (MK-4) supplementation for 12 months improves bone metabolism and prevents forearm bone loss in postmenopausal Japanese women. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, *32*(2), 142–150. https://doi.org/10.1007/s00774-013-0472-7

Kojima, A. *et al.* (2019). Natto Intake is Inversely Associated with Osteoporotic Fracture Risk in Postmenopausal Japanese Women. *The Journal Of Nutrition*, 3, 599-605. https://academic.oup.com/jn/article-abstract/150/3/599/5673201?redirectedFrom=fulltext

Maresz, K. (2015). Proper calcium use: Vitamin K2 as a promoter of bone and cardiovascular health. *Integrative Medicine (Boulder)*, *14*(1), 34–39.

Rheaume-Bleue, K. (2017). *A Vitamina K2 e o Paradoxo do Cálcio* (1st ed.). Editora Laszlo.

Rodrigues, J. (2017). "De farinha, bendito seja Deus, estamos por agora muito bem": Uma história da mandioca em perspectiva atlântica. *Revista Brasileira de Historia*, *37*(75), 69–95. https://doi.org/10.1590/1806-93472017v37n75-03

Silva, A. C. B., Schuquel, L. C. D. S., Da Silva, C. O., & Pascoal, G. B. (2016). Qualidade nutricional e físico-química em cenoura (*Daucus carota* L.) in natura e minimamente processada. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde*, *11*(2). https://doi.org/10.12957/demetra.2016.19491

Villa, J. K. D., Diaz, M. A. N., Pizziolo, V. R., & Martino, H. S. D. (2017). Effect of vitamin K in bone metabolism and vascular calcification: A review of mechanisms of action and evidences. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *57*(18), 3959–3970. https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1211616

Yuanyang, G., Runlin, X., Bo, X., Donghua, F., & Jun, M. (2019). Effect of vitamin K2 on bone mineral density and serum cathepsin K in female osteoporosis patients. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, *18*(1), 181–185. https://doi.org/10.4314/tjpr.v18i1.27

Zhang, Y., Liu, Z., Duan, L., Ji, Y., Yang, S., Zhang, Y., Li, H., Wang, Y., Wang, P., Chen, J., & Li, Y. (2020). Effect of low-dose vitamin K2 supplementation on bone mineral density in middle-aged and elderly chinese: a randomized controlled study. *Calcified Tissue International*, *106*(5), 476–485. https://doi.org/10.1007/s00223-020-00669-4

FOOD SCIENCE TODAY

journals.royaldataset.com/fst