

Dieta Vegetariana

Ana Carolina Palhota Menezes¹

Kathellen Carvalho Rodrigues da Silva¹

Profa. Ms. Maria de Fátima Malizia Alves²

Resumo: A dieta vegetariana vem sendo adotada cada vez mais no Brasil e pode trazer muitos benefícios à saúde. Para isso, é importante que seja bem planejada e tenha um acompanhamento profissional. Caso contrário, indivíduos adeptos da dieta poderão sofrer falta de alguns nutrientes, acarretando problemas para o organismo. Os principais nutrientes abordados nesse trabalho são os aminoácidos. No presente estudo discutiremos e evidenciar a importância dos aminoácidos, seu papel no organismo e os perigos advindos de sua não ingestão. Além disso, foram abordados perigos em relação à falta de outros nutrientes, como vitamina B12 e cálcio, com o objetivo de analisar e discutir o caso clínico em questão e explorar os problemas de uma dieta vegetariana mal planejada e seus benefícios quando bem planejada. **Abstract:** The vegetarian diet has been increasingly adopted in Brazil and can bring many health benefits. For this, it is important that it is well planned and followed up professionally. Otherwise, individuals who follow this diet may suffer from a lack of nutrients, causing health problems. The main nutrients addressed in this paper are amino acids. In the present study we will discuss and highlight the importance of amino acids, their role in the body and the dangers of not ingesting this nutrients. In addition, hazards were addressed about the lack of other nutrients, such as vitamin B12 and calcium, in order to analyze and discuss the clinical case concerned and to explore the problems of a poorly planned vegetarian diet and its benefits when well planned.

Introdução

A dieta vegetariana é uma tendência mundial que vem aumentando com o passar dos anos. Hoje em dia, quase 30 milhões de brasileiros se declaram adeptos ao vegetarianismo (disponível em <https://www.svb.org.br/2469-pesquisa-do-ibope-aponta-crescimento-historico-nonumerodevegetarianos-no-brasil> em 22/09/2018).

Segundo a Sociedade Vegetariana Brasileira, os vegetarianos podem ser divididos em 4 categorias: ovolactovegetarianos, lactovegetarianos, ovovegetarianos e vegetariano estrito. Nenhuma destas categorias consomem carne de origem animal, isso os define como vegetarianos. A diferença entre eles está no consumo ou não de alimentos derivados de animais. O ovolactovegetariano consome ovos, leite e derivados; o lactovegetariano consome leite e derivados, mas não consome ovos; o ovovegetariano consome ovos, mas não leite e derivados; e o vegetariano estrito ou puro não consome nenhum tipo de derivado animal. O Vegano é o vegetariano estrito que não faz uso de produtos testados em animais ou produtos não alimentícios derivados de animais, como roupas de seda (SLYWITCH, 2012).

A dieta vegetariana traz muitos benefícios à saúde, quando bem planejada. Indivíduos que adotam a dieta sem ter um acompanhamento profissional podem sofrer falta de alguns nutrientes, o que acarretará em problemas para o organismo. O principal nutriente que se deve tomar cuidado é os aminoácidos essenciais (obtido somente pela dieta). A proteína animal contém todos os aminoácidos essenciais e em quantidades satisfatórias, enquanto que proteínas vegetais não

¹ Aluna do 3º ano do curso de Medicina da Escola de Medicina Souza Marques. ² Professora da Disciplina Iniciação à Prática Médica da EMSM.

possuem todos os aminoácidos essenciais na maioria de suas fontes. Portanto, em uma dieta vegetariana, é preciso conhecer quais aminoácidos essenciais estão faltando em determinado alimento para combina-lo com outro que os tenha em cada refeição, de forma que o indivíduo tenha sua quantidade diária ideal de todos os aminoácidos (SLYWITCH, 2012).

O presente trabalho tem como objetivo debater e evidenciar a importância dos aminoácidos e seu papel no organismo, bem como explorar os problemas de uma dieta vegetariana mal planejada e seus benefícios quando bem planejada.

Epidemiologia

Segundo uma pesquisa do IBOPE realizada em abril de 2018, 14% da população brasileira se declara vegetariana, isso representa quase 30 milhões (29.189.286) de brasileiros. A pesquisa foi realizada em 142 municípios das regiões Norte, Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil, sendo inclusos representantes dos sexos masculino e feminino, das classes AB, C e DE, com idade a partir dos 16 anos. A margem de erro da amostra foi estimada em 2 pontos percentuais, com confiança estatística de 95% (disponível em <https://www.svb.org.br/2469pesquisa-do-iboapeaponta-crescimento-historico-no-numerode-vegetarianos-no-brasil> em 22/09/2018).

Segundo a Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB), foi feita uma pesquisa envolvendo 664 indivíduos vegetarianos que foram atendidos em consultório particular, na cidade de São Paulo, de 2008 a 2010. A pesquisa mostra que dos participantes, 67% eram ovolactovegetarianos (vegetarianos que utilizam ovos, leite e laticínios na alimentação), 22% eram vegetarianos estritos (não utilizam nenhum derivado animal na sua alimentação), 10% eram lactovegetarianos (fazem uso de leite e laticínios, mas não comem ovos) e apenas 1% eram ovovegetarianos (consoem ovos, mas não leite e laticínios) (SLYWITCH, 2012).

Em relação aos motivos para adoção da dieta, o principal motivo não foi ligado à saúde e sim ao juízo de valor. 42% dos ovolactoveganos, 38,8% dos lactoveganos e 60,1% dos veganos estritos adotaram a dieta vegetariana por motivos éticos, ou seja, por terem consciência de que os animais são seres sencientes (capazes de sofrer) e, por isso, não querem ser co-autores da exploração de animais para objetivos alimentícios ou cosméticos. 14,6% dos ovolactoveganos, 17,9% dos lactoveganos, 33,3% dos ovoveganos e 14% dos veganos estritos adotaram a dieta por motivos de saúde, vários estudos mostram que diversos benefícios à saúde estão associados com a dieta vegetariana (SLYWITCH, 2012).

30,5% dos ovolactoveganos, 35,9% dos lactoveganos, 66,6% dos ovoveganos e 14,7% dos veganos estritos adotaram a dieta por motivos de meio-ambiente, questões como pecuária ser responsável por erosão do solo e contaminação da água e emissão dos gases pelos ruminantes ser grande responsável para o efeito estufa; motivos familiares, adotam a dieta por influência de familiares; motivos espirituais e religiosos, algumas religiões recomendam a adoção da dieta; motivos de ioga, por princípios energéticos e éticos; motivos de filosofia ou por não gostarem de carne. 3,6% dos ovolactoveganos, 3% dos lactoveganos e 2,8% dos veganos estritos adotaram a dieta por todos os motivos juntos. E 9,2% dos ovolactoveganos, 4,5% dos lactoveganos e 8,4% dos veganos estritos adotaram por outros motivos (SLYWITCH, 2012).

Estudos internacionais apontam que um dos principais motivos para a adoção da dieta vegetariana é a saúde, mas a maioria desses estudos teve como população amostral grupos adventistas, que encorajam a adesão ao vegetarianismo por esse motivo. Esse não foi o padrão observado no estudo acima, já que os indivíduos da amostra não foram captados em nenhum grupo particular (SLYWITCH, 2012).

O que é o aminoácido?

São conhecidos 20 aminoácidos comuns que compõem proteínas. Eles são compostos por um grupo carboxila e um grupo amino ligados ao carbono alfa da molécula. O que diferencia os aminoácidos é a cadeia lateral (grupos R), podendo variar a carga elétrica, a estrutura, e o tamanho da molécula. Além desses 20 aminoácidos (alfa-aminoácidos), existem outros aminoácidos menos comuns, alguns estão presentes em organismos, mas não constituem proteínas e outros são resíduos modificados depois de uma síntese de proteína (MURRAY *et al*, 2002).

Os aminoácidos são formados por um carbono alfa com quatro ligações diferentes, se tornando um centro quiral, pois se ligam a ele: o grupo carboxila, o grupo amino, um átomo de hidrogênio e um grupo R. Já a glicina se excetua dessa característica, pelo motivo de seu grupo R também ser um átomo de hidrogênio. A existência do carbono quiral na molécula do aminoácido cria um arranjo tetraédrico, tendo em vista a ligação de quatro grupos diferentes em volta do átomo de carbono, assim, formam-se arranjos espaciais únicos. Essas características indicam, portanto, que os aminoácidos podem ter dois estereoisômeros possíveis (L ou D). As duas classes de estereoisômeros, por serem imagens especulares que não são sobrepostas, são consideradas enantiômeros. Além disso, o centro quiral do aminoácido também dá uma outra característica a molécula: elas são opticamente ativas (MURRAY *et al*, 2002).

Os resíduos de aminoácidos em proteínas, ou seja, aminoácidos ligados uns aos outros e que, devido a essa ligação, perderam uma molécula de água, são estereoisômeros L. Já resíduos de D-aminoácidos são encontrados em peptídeos. Isso é importante porque o organismo vivo consegue diferenciar os isômeros D e L, sendo assim, células possuem a capacidade de sintetizar os isômeros L de aminoácidos, isso porque os sítios ativos de enzimas são assimétricos (MURRAY *et al*, 2002).

Classificação dos aminoácidos

Os aminoácidos, por terem um grupo R que se diferencia, podem ser classificados de acordo com essas diferenciações. Assim, podemos classificá-los em cinco classes principais.

Grupo R apolar e alifático: São apolares e hidrofóbicos. Os aminoácidos pertencentes a essa classe são: Alanina, valina, leucina e isoleucina, eles estabilizam a estrutura proteica através das interações hidrofóbicas. Glicina, que possui uma cadeia lateral pequena, o que também é importante para ocorrer as interações hidrofóbicas. Metionina, possui um grupo tio éter no grupo R, dando o caráter apolar. Prolina, sua cadeia lateral é acíclica com uma estrutura cíclica diferente, tendo em vista que resíduos de prolina possuem um grupo amino secundário mantendo a rigidez da configuração química e reduzindo a flexibilidade estrutural das regiões polipeptídicas (MURRAY *et al*, 2002; PINTO, 2017).

Grupo R aromático: fenilalanina, tirosina e triptofano. As cadeias laterais, por serem aromáticas, dão a característica apolar, logo são hidrofóbicos.

Grupo R polar: serina, treonina, cisteína, asparagina e glutamina. Eles são mais solúveis em água, por serem mais hidrofílicos e por conterem grupos funcionais que podem formar ligações de hidrogênio com moléculas de água.

Grupos R carregados positivamente (básicos): lisina, arginina e histidina. Em pH 7,0 possuem carga positiva tornando-se hidrofílico.

Grupos R carregados negativamente (ácidos): aspartato e glutamato. Quando em pH 7,0 apresentam carga negativa e, portanto, são considerados hidrofílicos.

Aminoácidos em pH neutro

Os aminoácidos por possuírem grupo carboxila e amino e um grupo R ionizável, podem funcionar como ácidos ou bases fracas. Logo, quando o aminoácido é dissolvido em água e em pH neutro, o aminoácido se torna um íon bipolar, também conhecido como zwitteríon. O íon bipolar pode atuar tanto como ácido ou como base. A essa capacidade, dá-se o nome de substância anfotérica (MURRAY *et al*, 2002).

Importância dos Aminoácidos

Os aminoácidos por serem constituintes de proteínas desempenham impescindíveis no organismo. As proteínas constituem enzimas e hormônios reguladores dos processos fisiológicos, moléculas de transporte do sangue e de membrana, queratina, colágeno, cabelo, unhas e músculos. Além de formação de órgãos e maioria dos tecidos, os aminoácidos também são responsáveis por renovação e manutenção celular. Os aminoácidos, quando em excesso ou em situações de escassez de carboidratos e lipídeos, ainda podem ser usados como fonte de energia (VOET *et al*, 2016).

Além de exercer papel estruturador de proteínas, os aminoácidos também desempenham sua função como precursores de hormônios, coenzimas, ácidos nucleicos, neurotransmissores e diversas moléculas indispensáveis para o funcionamento do organismo (VOET *et al*, 2016).

Os neurotransmissores catecolamínicos dopamina, noradrenalina e adrenalina são produzidos a partir da tirosina. A enzima tirosina hidroxilase catalisa a reação de hidroxilação da tirosina em dopa. A dopa ao sofrer ação da L-aminoácido aromático descarboxilase é convertida em dopamina. A enzima dopamina β hidroxilase (DBH) catalisa a reação de conversão de dopamina em noradrenalina. Esta enzima pode ser dosada no sangue e servir de diagnóstico para feocromocitoma (tumor na adrenal hipersecretor de catecolaminas). Pacientes com essa doença apresentarão altas doses de DBH no sangue. A conversão de noradrenalina a adrenalina é catalisada pela enzima feniletanolamina N-metil transferase (PNMT) (VOET *et al*, 2016).

Esses três neurotransmissores são muito importantes para o organismo. Noradrenalina e adrenalina são liberados em situações de estresse, luta ou fuga, estimulam o catabolismo de reservas energéticas e desempenham função hipertensora. Já a dopamina é um neurotransmissor que exerce papel importante no controle motor dos núcleos da base, responsáveis pela coordenação motora. A falta de dopamina no sistema nigroestriatal está relacionada à doença de Parkinson e excesso ou níveis desregulados de neurotransmissão de dopamina no cérebro, relacionado com esquizofrenia (VOET *et al*, 2016).

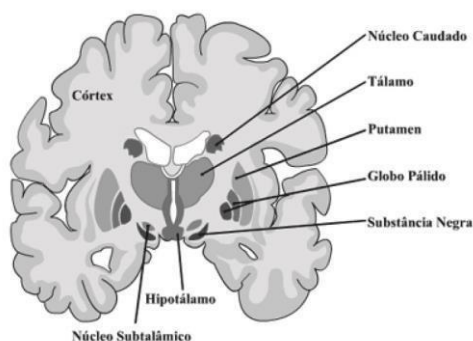


Figura 3 – gânglios da base em corte coronal do encéfalo (disponível online em <http://sandramerlo.com.br/2013/05/nucleosda-base/>, acessado em 24/09/18)

O neurotransmissor GABA é sintetizado a partir do glutamato. Essa reação de síntese é catalisada pela enzima glutamato descarboxilase. O GABA é o principal neurotransmissor inibitório do sistema nervoso central, desempenhando a função importante de regulação da excitabilidade neural. Esse neurotransmissor também é responsável pela regulação do tônus muscular (VOET *et al*, 2016).

A histamina é produzida pela descarboxilação da histidina por meio da ação da enzima histidina descarboxilase. A histamina é uma importante molécula mediadora da reação anafilática.

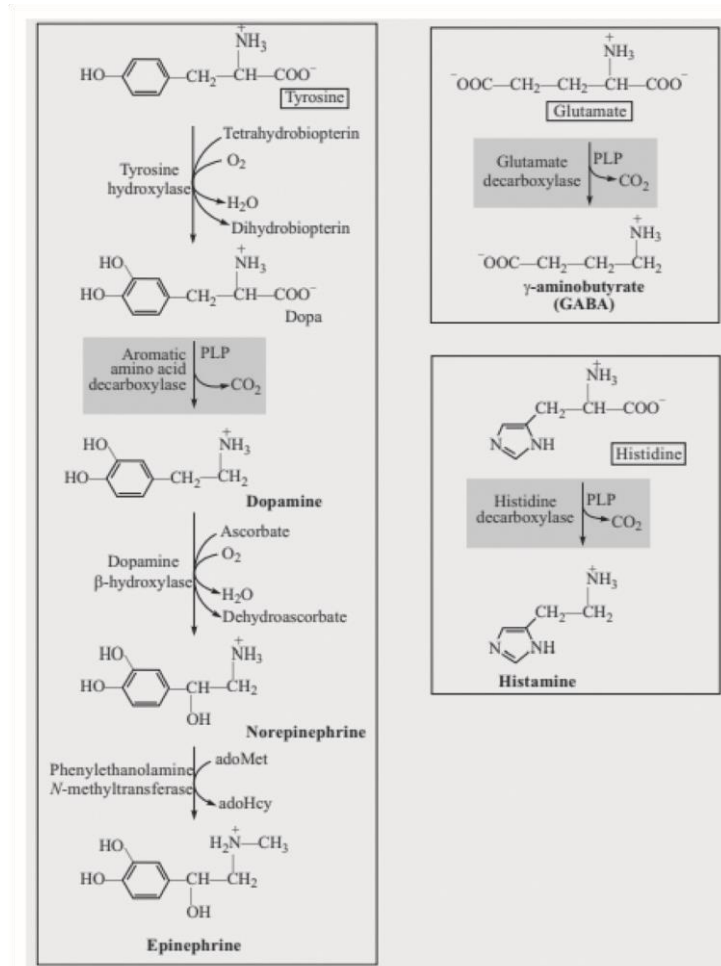


Figura 4 – Síntese de dopamina, norepinefrina e epinefrina; GABA e histamina (Fundamentals of Biochemistry, 5th edition)

A serotonina é sintetizada a partir do triptofano. O triptofano sofre hidroxilação seguida de descarboxilação, gerando a serotonina. Essas reações são catalisadas pelas enzimas triptofano hidroxilase e aminoácido aromático descarboxilase, respectivamente. A serotonina é um neurotransmissor produzido no núcleo da rafe que está localizado no tronco encefálico. A falta de serotonina ou transmissão não efetiva desse neurotransmissor está associado a distúrbios como depressão e ansiedade (VOET *et al*, 2016).

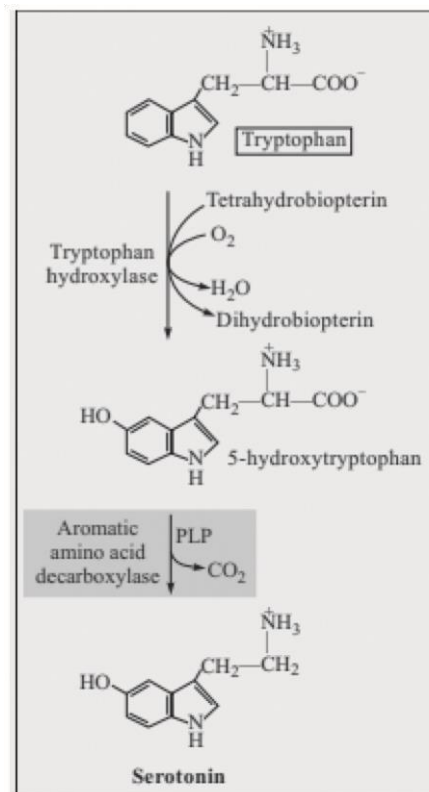


Figura 5 – Síntese de serotonina (*Fundamentals of Biochemistry, 5th edition*)

Síntese dos aminoácidos não essenciais

Por que não produzimos os aminoácidos essenciais?

As vias metabólicas de síntese de aminoácidos ditos essenciais são muito longas e só ocorrem em plantas e bactérias. O número de enzimas necessárias para produzir um aminoácido essencial é maior do que para produzir um aminoácido não essencial comparativamente, o que garante uma vantagem ao produzirmos apenas os aminoácidos de síntese menos complexa, que exigem menos energia, e obtermos os de síntese mais complexa pela dieta (MURRAY *et al*, 2002).

Número de enzimas necessárias para a síntese			
Nutricionalmente essenciais		Nutricionalmente não essenciais	
Arginina	7	Alanina	1
Histidina	6	Aspartato	1
Treonina	6	Asparagina	1

Metionina	5	Glutamato	1
Lisina	8	Glutamina	1
Isoleucina	8	Hidroxilisina	1
Valina	1	Hidroxi prolina	1
Leucina	3	Prolina	3
Fenilalanina	10	Serina	3
Triptofano	5	Glicina	1
Total	59	Cisteína	2
		Tirosina	1
		Total	17

Figura 6 – números de enzimas necessárias para a síntese de aminoácidos (adaptada de Harper's Illustrated Biochemistry - chapter 27, 2009)

Apesar dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina serem essenciais, as transaminases humanas convertem reversivelmente esses aminoácidos nos seus respectivos α cetoácidos. Logo, esses α cetoácidos podem substituir esses três aminoácidos na dieta (MURRAY *et al*, 2002).

Síntese dos não essenciais:

Glutamato

A síntese do glutamato ocorre a partir de uma molécula de α -cetoglutarato que sofre ação da enzima glutamato desidrogenase, gerando a forma levogira do glutamato. Esta reação é muito importante por fixar o íon amônio, que é tóxico ao organismo (MURRAY *et al*, 2002).

Glutamina

A Glutamina é produzida pela ação da enzima glutamina sintetase a partir de uma molécula de glutamato e um ATP, gerando o intermediário γ -glutamil fosfato, que ao ligar-se ao íon amônio forma um intermediário tetraédrico. Após a liberação de um fosfato e um próton deste intermediário, origina-se então a glutamina (MURRAY *et al*, 2002).

Alanina

A alanina é sintetizada por transaminação, pela enzima alanina aminotransferase ou TGP e sua coenzima Vitamina B6. Essa reação consiste na troca do grupamento $-NH_2$ de um aminoácido existente, normalmente glutamato ou aspartato, para o piruvato, formando a alanina. O aminoácido

que perdeu seu grupamento se torna o α cetoácido correspondente, no caso de glutamato e aspartato, os α cetoácidos são α cetoglutarato e oxaloacetato, respectivamente (MURRAY *et al*, 2002).

Aspartato

Assim como a alanina, o aspartato é sintetizado por transaminação. A enzima que catalisa essa reação é a transaminase glutâmico oxalacética ou TGO. Essa enzima também tem como coenzima a vitamina B6. A reação acontece a partir oxaloacetato, que ao “receber” o grupamento $-NH_2$ forma o aspartato (MURRAY *et al*, 2002).

Asparagina

A síntese de asparagina é semelhante à síntese de glutamina, mas o doador de nitrogênio nesta reação é a própria glutamina ao invés do íon amônio, o intermediário formado é o aspartil fosfato e a enzima que a catalisa é a asparagina sintetase. As bactérias podem usar tanto glutamina quanto íon amônio como doadores do nitrogênio na síntese de asparagina (MURRAY *et al*, 2002).

Glicina

A glicina pode ser sintetizada de três formas:

Por transaminação, assim como alanina e aspartato, a partir de glioxilato. A enzima que catalisa essa reação é a glicina aminotransferase com o auxílio da coenzima vitamina B6. Os doadores do grupamento $-NH_2$ dessa reação são, normalmente, o glutamato e a alanina (MURRAY *et al*, 2002).

Por outras duas vias importantes nos mamíferos. Uma a partir da serina e outra da colina. Ambas as vias estão descritas nas imagens abaixo.

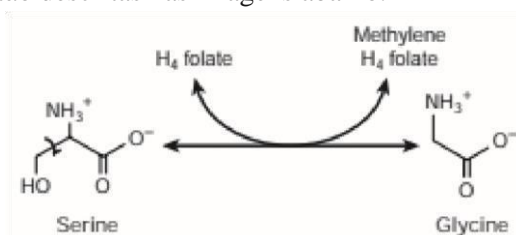


Figura 11 – síntese de glicina a partir da serina (Harper's Illustrated Biochemistry - chapter 27, 2009)

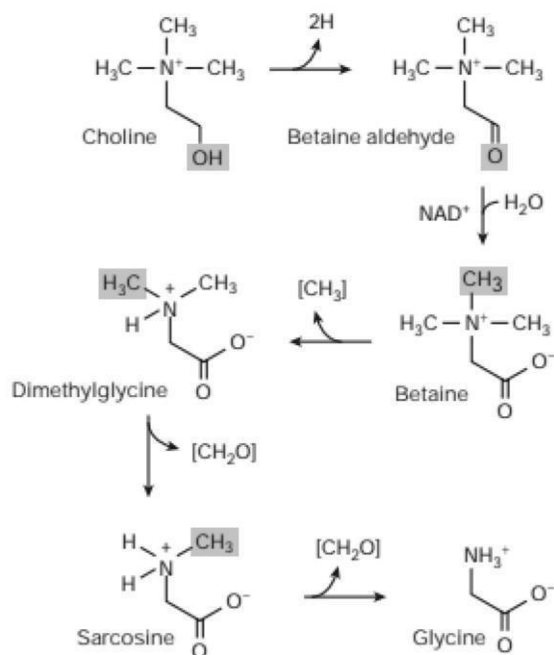


Figura 12 – síntese de glicina a partir da colina
(Harper's Illustrated Biochemistry - chapter 27, 2009)

Serina

A síntese de serina inicia-se a partir de uma molécula de 3-fosfoglicerato, que pela oxidação de seu grupamento α -hidroxila pela 3-fosfoglicerato desidrogenase é convertido em 3fosfohidroxipiruvato. A molécula de 3-fosfo-hidroxipiruvato sofre transaminação e se transforma em fosfo-L-serina, que ao sofrer desfosforilação, forma a serina (MURRAY *et al*, 2002).

Prolina

A prolina é sintetizada a partir do glutamato. Há conversão do grupo γ -carboxila do glutamato em anidrido ácido misto, formando o glutamato γ -fosfato, pela enzima glutamato-5-quinase. O glutamato γ -fosfato é reduzido pela enzima glutamato-semialdeído-desidrogenase formando o glutamato- γ -semialdeído, que ao sofrer ciclização espontânea da origem à Δ -pirrolina-5-carboxilato. A enzima pirrolina-5-carboxilato-redutase converte a Δ -pirrolina-5-carboxilato, então, em prolina (MURRAY *et al*, 2002).

Cisteína

A síntese da cisteína ocorre a partir do aminoácido essencial metionina. A metionina é convertida em homocisteína que ao reagir com a serina, gera a cistationina. A hidrólise da cistationina forma cisteína e homosserina. o enxofre da molécula de cisteína é proveniente da metionina e o esqueleto carbônico da serina (MURRAY *et al*, 2002).

Tirosina

A tirosina é sintetizada a partir da fenilalanina e essa reação é catalisada pela fenilalaninahidroxilase. Essa enzima possui função mista: redução da di-hidrobiopterina pelo NadP reduzido a tetra-hidrobiopterina e redução de um átomo de O2 a H2O com incorporação do

outro átomo na posição *para* da fenilalanina, convertendo-a em tirosina. Essa reação é irreversível, logo, a tirosina advinda da dieta não pode substituir a fenilalanina (MURRAY *et al*, 2002).

Hidroxi prolina e Hidroxilisina

A hidroxiprolina e a hidroxilisina são aminoácidos encontrados principalmente no colágeno. Nosso organismo não possui RNA transportador (transporta os aminoácidos para a síntese proteica) para esses dois aminoácidos, por isso são sintetizados após a incorporação de prolina e lisina em peptídeos. A síntese ocorre a partir de resíduos de peptidil-prolil e peptidil-lisil que são hidroxilados pelas enzimas prolil-hidroxilase e lisil-hidroxilase respectivamente. Essas enzimas estão presentes na pele, músculo esquelético e feridas em processo de granulação. Além das enzimas, é necessário para que ocorra a reação, presença de oxigênio molecular, ácido ascórbico, Fe^{2+} e α -cetogluturato, que é convertido em succinato (MURRAY *et al*, 2002).

A deficiência de vitamina C causa escorbuto, cujos sintomas se dão pela má formação do colágeno, já que sem ácido ascórbico não é possível a síntese de hidroxiprolina e hidroxilisina, aminoácidos constituintes dessa proteína (MURRAY *et al*, 2002).

Digestão de proteínas

A digestão das proteínas ocorre no trato gastrointestinal, sendo o estômago o primeiro local que ocorre ação de enzimas sobre elas. Quando a proteína chega ao estômago, o hormônio gastrina é estimulado a ser secretado pela mucosa gástrica. Esse hormônio, por sua vez, estimula as células parietais a secretar ácido clorídrico e as células principais das glândulas gástricas a secretar pepsinogênio. O pH 1,0 a 2,5 do suco gástrico denota um ambiente ácido, sendo capaz de agir como antisséptico e agente desnaturante, a medida que é possível eliminar as bactérias que estão presentes nos alimentos e também sendo capaz de desenovelar proteínas globulares, fazendo com que as ligações peptídicas sejam hidrolisadas mais facilmente pelas enzimas presentes. A pepsina é a enzima que promove a hidrólise das proteínas no estômago, ela é formada a partir da autoclivagem do pepsinogênio pelo pH ácido. Ela atua nas ligações peptídicas na porção aminoterminal quando os resíduos de aminoácidos são gerados de aminoácidos aromáticos. Assim, as cadeias polipeptídicas longas são clivadas em uma mistura de peptídeos menores (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

Quando ocorre a passagem do alimento do estômago para o intestino delgado, o quimo ácido (resultado da digestão gástrica) estimula a secreção do hormônio secretina. A secretina atua no pâncreas estimulando a liberação de suco pancreático rico em bicarbonato para haver a neutralização do pH do quimo, promovendo um pH em torno de 7. A digestão das proteínas também ocorrerá no intestino delgado. A presença de aminoácidos estimula a liberação do hormônio colecistocinina, que por sua vez estimulará a liberação do suco pancreático rico em enzimas pancreáticas no duodeno, elas funcionam em pH 7 a 8 (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

As enzimas encontradas no suco pancreático são: quimotripsinogênio, zimogênio da quimotripsina, tripsinogênio, zimogênio da tripsina, procarboxipeptidases A e B, zimogênios das carboxipeptidases A e B. Elas são convertidas em enzimas ativas através da ativação do tripsinogênio em tripsina pela enteropeptidase, enzima proteolítica que é secretada pelas células intestinais. A tripsina, portanto, catalisa a conversão das demais enzimas do suco pancreático (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

As enzimas que hidrolisam as proteínas para formar aminoácidos, possuem especificidades diferentes quanto aos aminoácidos. Tanto tripsina quanto quimotripsina continuam a hidrolise dos

peptídeos que foram produzidos pela pepsina ainda no estômago. Já a degradação de pequenos peptídeos é concluída pelas carboxipeptidases A e B (enzimas que contêm zinco) que removem resíduos sucessivos da porção carboxiterminal dos peptídeos e a aminopeptidase hidrolisa os resíduos sucessivos da porção aminoterminal dos peptídeos pequenos. Os aminoácidos livres formados são transportados para os enterócitos e após isso entram nos capilares sanguíneos nas vilosidades e são levados até os hepatócitos, no fígado (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

Proteínas globulares obtidas a partir de animais são hidrolisadas até aminoácidos de forma quase que completa. Já proteínas fibrosas que possuam queratina, por exemplo, não são totalmente hidrolisadas e portanto não são digeridas por inteiro. Proteínas vegetais também podem estar envolvidos por uma camada de celulose, que não é digerida pelo organismo do homem (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

Produção e eliminação da ureia

A degradação oxidativa dos aminoácidos é importante para produção de energia metabólica, isso porque os aminoácidos não são excretados, e sim são convertidos em intermediários metabólicos, como acetil-coenzima A alfa-cetoglutarato, piruvato e oxaloacetato, ou seja, são utilizados para formação de ácido graxo, glicose e corpos cetônicos. Assim, a degradação pode ocorrer através da renovação proteica, com síntese e degradação de proteínas celulares. Também pode ocorrer numa dieta extremamente rica em proteínas e aminoácidos que ultrapassa os valores necessários para o organismo, havendo então o catabolismo desses aminoácidos. Assim como também pode ocorrer durante o jejum, isso porque há indisponibilidade de carboidratos, logo as proteínas celulares são o meio utilizado para gerar energia. O mesmo ocorre em pacientes com diabetes melito não controlado (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

Pelo aminoácido apresentar um grupo amino em sua estrutura, a sua degradação se diferencia dos demais processos, isso porque ocorre uma separação do grupo alfa-amino do esqueleto de carbono sendo transformado em amônia (NELSON *et al*, 2011).

Aminoácidos são metabolizados no fígado, sua primeira etapa do catabolismo é a retirada do grupo alfa-amino, através de enzimas aminotransferases ou transaminases. Essa reação é chamada de transaminação e o grupo alfa-amino transportado para o carbono alfa da substância alfa-cetoglutarato, promovendo assim, a liberação de um alfa-cetoácido (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

A importância das reações de transaminação é a coleta do grupo amino dos aminoácidos na forma de L-glutamato. Assim, é a partir do glutamato, substância que funciona como doadora de grupo amino para as vias de excreção ou vias biossintéticas (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

As enzimas que promovem a transaminação se diferem na especificidade do L-aminoácido, assim, a nomenclatura delas depende do aminoácido doador do grupo amino, por exemplo: aspartato-aminotransferase, alanina-aminotransferase. Essas reações catalisadas pelas aminotransferases são reversíveis (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

Ainda nos hepatócitos, através da enzima L-glutamato-desidrogenase, o glutamato sofre a desaminação oxidativa, no qual o grupo amino é removido do glutamato para ser excretado, sendo liberado na forma de íon amônio (NH_4^+). A reação de uma aminotransferase e posteriormente de uma glutamato desidrogenase é chamada de transdesaminação (NELSON *et al*, 2011).

É importante destacar que em tecidos extra-hepáticos também há a formação de amônia após a degradação de nucleotídeos, como no cérebro. A principal forma de transporte dessa amônia até o fígado ou rim é através de sua combinação com o glutamato formando a glutamina,

através da glutamina-sintetase, tendo em vista que a amônia livre é tóxica aos tecidos animais (NELSON *et al.*, 2011).

Quando a glutamina se apresenta em maior concentração do que o necessário para biossíntese, ela é transportada para fígado, intestino e rim com o objetivo de ser processada. Dessa forma, o nitrogênio amídico, na mitocôndria, é liberado como íon amônio, devido a glutaminase, enzima que transforma glutamina em glutamato e NH_4^+ . Logo após isso, o NH_4^+ é transportado para o fígado, onde ocorre a síntese da ureia (NELSON *et al.*, 2011).

Outra forma de transporte da amônia é através da alanina, que promove o transporte da amônia produzida nos músculos esqueléticos para o fígado, por meio do ciclo da glicose-alanina. Isso ocorre porque no músculo o aminoácido é degradado para fornecer combustível, dessa forma produz-se glutamato por transaminação. Esse glutamato poderá ser transformado em glutamina para servir como transportadora da amônia até o fígado. Mas também o grupo alfa-amino liberado na degradação do aminoácido, pode ser transferido para o piruvato, que é um produto da glicólise, através da atuação da alanina-aminotransferase (RODWELL *et al.*, 2017; NELSON *et al.*, 2011).

A alanina que é produzida vai para o sangue com destino aos hepatócitos e, no citoplasma, através da enzima alanina-aminotransferase, a alanina transfere o grupo alfa-amino para o alfaetoglutarato, produzindo glutamato e piruvato. Nessa perspectiva, esse glutamato formado se direciona para a mitocôndria e através da enzima glutamato-desidrogenase, libera NH_4^+ , como também pode ocorrer transaminação do glutamato com o oxaloacetato, para ocorrer a formação de aspartato, que também é doador de nitrogênio para ocorrer a formação da ureia (RODWELL *et al.*, 2017; NELSON *et al.*, 2011).

Excreção do nitrogênio e ciclo da ureia

Quando não são reutilizados para formação de novos aminoácidos, os grupos aminos são excretados. A amônia, no organismo ureotélico, é convertida em ureia (substância menos tóxica) no ciclo da ureia que ocorre no fígado, após isso, a ureia é direcionada, pela circulação, para os rins, onde é excretada na urina (RODWELL *et al.*, 2017; NELSON *et al.*, 2011).

O ciclo da ureia abrange citosol e mitocôndria hepática, através de suas cinco etapas. Ele se inicia na mitocôndria, com a utilização de NH_4^+ junto ao CO_2 (como HCO_3^-) que é formado na respiração mitocondrial, para formar carbamoil-fosfato na matriz. É uma reação dependente de ATP, com a enzima carbamoil-fosfato-sintetase I sendo regulatória (RODWELL *et al.*, 2017; NELSON *et al.*, 2011).

Carbamoil-fosfato, por ser doador ativado de grupo carbamoila, é inserido no ciclo da ureia. O carbamoil-fosfato entrega seu grupo carbamoil para a ornitina, formando assim, a citrulina e liberando Pi, sendo catalisada pela ornitina-transcarbamoilase (RODWELL *et al.*, 2017; NELSON *et al.*, 2011).

A citrulina é capaz de passar da mitocôndria para o citosol, onde é continuado o ciclo da ureia. A próxima etapa utiliza o aspartato para liberação do segundo grupo amino, através da transaminação e do seu transporte para o citosol. É dado o nome de arginino-succinato a reação de condensação entre o grupo ureido da citrulina e o grupo amino do aspartato, sendo catalisada pela arginino-succinatosintetase. Nessa reação são utilizados ATP (RODWELL *et al.*, 2017; NELSON *et al.*, 2011).

Arginino-succinato sofre clivagem pela enzima arginino-succinase e a partir daí são formados arginina e fumarato. O fumarato é transformado em malato, entra na mitocôndria e se une aos intermediários do ciclo do ácido cítrico (NELSON *et al.*, 2011).

A arginina, ainda no citosol, sofre clivagem pela enzima citosólica arginase e é nesse momento que são produzidas a ureia e a ornitina. A ornitina volta para a mitocôndria para servir como substância iniciadora de um novo ciclo da ureia. Já a ureia vai para a circulação para ser excretada no rim, pela urina (RODWELL *et al*, 2017; NELSON *et al*, 2011).

Balanço nitrogenado

O balanço nitrogenado representa a quantidade de nitrogênio ingerida e fixada em proteínas, através do anabolismo. E a quantidade de nitrogênio excretada, através do catabolismo. O ideal numa dieta alimentar é manter o balanço nitrogenado equilibrado, ou seja, a quantidade de nitrogênio ingerida e fixada deve ser a mesma quantidade de nitrogênio excretada. Quando há uma mudança nesse balanço, é possível classificá-lo como balanço nitrogenado negativo, quando há maior excreção de nitrogênio e menor ingestão e fixação de nitrogênio. Ou como balanço nitrogenado positivo, quando há maior ingestão e fixação do nitrogênio do que a quantidade que é excretada (FURLAMDANIEL e NEIVA, 2009).

Sabe-se que o organismo necessita de uma alimentação dietética com os aminoácidos essenciais, logo, quando há deficiência da quantidade ingerida desses aminoácidos, o balanço nitrogenado passa a ser negativo, o que desencadeará um quadro de perda de peso, déficit no crescimento, entre outros sintomas. (MARCHINI *et al*, 2016).

Benefícios da dieta vegetariana

Dislipidemia, diabetes do tipo 2, hipertensão e doenças cardiovasculares são algumas das enfermidades que, através da dieta vegetariana, atenuadas ou até mesmo prevenidas. Veganos e vegetarianos tendem a apresentar taxas menores de colesterol, de LDL (lipoproteína de baixa densidade que transporta colesterol) e triglicérides totais quando comparados aos onívoros (TEIXEIRA *et al*, 2007; CARNEIRO *et al*, 2014).

O alto valor de fibras da alimentação vegetariana é um fator que contribui para que o perfil lipídico seja menor, conseqüentemente gerando um índice de massa corporal menor, tendo em vista que a ingestão de fibras regula o intestino, diminui a constipação e aumenta a saciedade (NELSON, 2010; TEIXEIRA *et al*, 2007).

Além disso, como já citado, o vegetarianismo possui efeito positivo sobre as doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes melito tipo 2 e hipertensão arterial. O motivo para esse efeito, é que vegetarianos possuem níveis de antioxidantes teciduais em taxas mais elevadas ao comparar com os onívoros. Ademais, essa dieta alimentar apresenta maior presença de vitaminas antioxidantes, como a vitamina C, vitamina E, beta caroteno e flavonoide. Esse conjunto de fatores promove uma maior defesa antioxidante, evita-se a oxidação do LDL, evitando, portanto, a aterosclerose, por exemplo (CARNEIRO *et al*, 2014).

A ingestão de carne vem sendo associada ao aparecimento de cânceres. Segundo a American Dietetic Association, não vegetarianos possuem 88% de chance de apresentarem câncer de intestino grosso.

Referências Bibliográficas:

- ASSIS, M.A.A.; NAHAS, M.V. **Aspectos motivacionais em programas de mudança de comportamento alimentar.** Rev. Nutr., Campinas, 12(1): 5-19, jan./abr., 1999.
- BARBOSA, C. R.; ANDREAZZI, M. A. **Intolerância à Lactose e Suas Consequências no Metabolismo do Cálcio.** Revista Saúde e Pesquisa, v. 4, n. 1, p. 81-86, jan./abr. 2011 - ISSN 1983-1870.
- CARNEIRO, A. C. L. L.; RESENDE, A. S.; SANTOS, E. A.; SILVA, G. M. O.; MACIEL, P. F. **O impacto da dieta vegetariana na prevenção da diabetes mellitus tipo 2.** Demetra; 2014; 9(3); 681-706. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/viewFile/8885/10925>, acesso em 22 de setembro de 2018.
- COUCEIRO, P.; SLYWITCH, E.; LENZ, F. **Padrão alimentar da dieta vegetariana.** einstein. 2008; 6(3):36573.
- COUSSIRAT, C.; BATISTA, C.; SCHNEIDER, R. H.; RESENDE, T. L.; SCHWANKE, C. H. A. **Vitaminas B12, B6, B9 e homocisteína e sua relação com a massa óssea em idosos.** Rev. Bras. Geriatr. Gerontol., Rio de Janeiro, 2012; 15(3):577-585. FURLAM-DANIEL, M. e NEIVA, C. M. **Avaliação da ingestão protéica e do balanço nitrogenado em universitários praticantes de musculação.** Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte. Vol.8, n.1, 2009.
- MARCHINI, J. S.; VANNUCCI, H.; SUEN, V. M. M.; CUNHA, S. F. C. **Aminoácidos.** ILSI Brasil International Life Sciences Institute do Brasil, 2016.
- MIRANDA, D. E. G. A.; GOMES, A. R.; MORAIS, J. A.; TONETTI, T. C.; VASSIMON, H. S. **Qualidade nutricional de dietas e estado nutricional de vegetarianos.** Demetra, 2013; 8(2); 163-172. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/4773/5167>. Acessado em 22 de setembro de 2018.
- MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAUJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. **Taninos: uma abordagem da química à ecologia.** Quím. Nova [online]. 2005, vol.28, n.5, pp.892-896. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S010040422005000500029>. Acessado em 22 de setembro de 2018.
- MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K. G.; MAYES, P. A.; V. W. HARPER. **Bioquímica.** 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2002.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger.** 6. ed. Artmed: Porto Alegre, 2014.
- NELSON, P. **Dieta vegetariana: factos e contradições.** Revista Medicina Interna, v.17, nº 3, Jul/Set 2010.
- PANIZ, C.; GROTTTO, D.; SCHMITT, G. C.; VALENTINI, J.; SCHOTT, K. L.; POMBLUM, V. J.; GARCIA, S. C. **Fisiopatologia da deficiência de vitamina B12 e seu diagnóstico laboratorial.** J Bras Patol Med Lab, v. 41, n. 5, p. 323-34, Outubro 2005.
- PEREIRA, G. A. P.; GENARO, P. S.; PINHEIRO, M. M.; SZEJNFELD, V. L.; MARTINI, L. A. **Cálcio dietético: estratégias para otimizar o consumo.** Rev Bras Reumatol 2009;49(2):164-80.
- PINTO, W. J. **Bioquímica clínica.** 1 ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2017. PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. **Qualidade nutricional de proteínas.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(1): 179-187, jan.mar. 2006.
- RODWELL, V. W.; BENDER, D. A.; BOTHAM, K. M.; KENNELLY, P. J.; WEIL, P. A. **Bioquímica ilustrada de Harper.** 30. ed. Porto Alegre: AMGH, 2017.
- SILVA, C.M.E. **A intolerância à lactose e as consequências na absorção do cálcio.** Rev. Eletrôn. Atualiza Saúde, Salvador, v. 6, n. 6, p. 29-35, jul./dez. 2017.
- SLYWITCH, E. **Guia Alimentar De Dietas Vegetarianas Para Adultos.** Sociedade Vegetariana Brasileira, 2012. Disponível em: <https://www.svb.org.br/livros/guiaalimentar.pdf>. Acessado em 22 de setembro de 2018.
- TEIXEIRA, R. C. M. A.; MOLINA, M. C. B.; ZANDONADE, E.; MILL, J. G. **Risco cardiovascular em vegetarianos e onívoros: um estudo comparativo.** Arq. Bras. Cardiol. [online]. 2007, vol.89, n.4, pp.237-244. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066782X2007001600005>. Acessado em 22 de setembro de 2018. VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentals of Biochemistry,** Binder Ready Version: Life at the Molecular Level. 5. Ed. Wiley, 2016.
- WEAVER, C. M.; HEANEY, R. P.; CONNOR, L.; MARTIN, B. R.; SMITH, D. L.; NIELSEN, S. **Bioavailability of Calcium from Tofu as Compared with Milk in Premenopausal Women.** Journal of Food Science, Vol. 67, Nr. 8, 2002.
- WEAVER, C. M.; PROULX, W. R.; HEANEY, R. **Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet.** The American Journal of Clinical Nutrition, 70(suppl):543S-8S, 1999.