

Lista de exercícios - Metabolismo de aminoácidos

- 1) Em animais, carboidratos podem ser armazenados na forma de glicogênio e ácidos graxos na forma de TAG. Há alguma molécula que atue como reserva de aminoácidos nesses organismos?

Ao contrário dos carboidratos (glicogênio) e ácidos graxos (triglicerídeos), os animais não possuem uma forma direta de armazenamento de proteínas como reserva de energia.

As proteínas são moléculas complexas compostas por cadeias de aminoácidos, que desempenham uma ampla variedade de funções no organismo, incluindo a construção e manutenção dos tecidos, transporte de substâncias, resposta imunológica, enzimas, entre outras.

Em situações de necessidade energética, como durante o jejum prolongado ou em períodos de restrição calórica, o organismo pode recorrer à quebra de proteínas nos tecidos musculares para obter aminoácidos, que podem ser utilizados como fonte de energia. No entanto, essa quebra de proteínas é um processo catabólico e não uma reserva propriamente dita.

Portanto, diferentemente dos carboidratos e ácidos graxos, não existe um mecanismo de estocagem direta de proteínas como uma forma de reserva energética nos animais.

- 2) Defina balanço de nitrogênio e apresente situações em que o balanço é positivo e negativo.

O balanço de nitrogênio refere-se à diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerido através da dieta (na forma de aminoácidos) e a quantidade de nitrogênio excretado pelo organismo (principalmente na forma de ureia). Essa diferença indica se o organismo está retendo ou perdendo nitrogênio.

Quando o balanço de nitrogênio é positivo, significa que a ingestão de nitrogênio é maior do que a excreção. Nesse caso, o organismo está retendo nitrogênio e ocorre um aumento líquido nas proteínas corporais. Isso geralmente ocorre em situações de crescimento, desenvolvimento, recuperação de lesões ou quando há uma ingestão adequada de proteínas. Um balanço de nitrogênio positivo é desejável em períodos de crescimento, como a infância, adolescência, gravidez ou durante o treinamento de força para ganho de massa muscular.

Por outro lado, quando o balanço de nitrogênio é negativo, significa que a excreção de nitrogênio é maior do que a ingestão. Isso indica que o organismo está perdendo nitrogênio e há um decréscimo líquido nas proteínas corporais. O balanço de nitrogênio negativo ocorre em situações de restrição de proteínas na dieta, jejum prolongado, doenças graves, lesões extensas, queimaduras, doenças renais ou em casos de intensa atividade física sem a ingestão adequada de proteínas. Um balanço de nitrogênio negativo pode levar à perda de massa muscular, fraqueza, comprometimento do sistema imunológico e outros efeitos negativos sobre a saúde.

Portanto, o balanço de nitrogênio é um indicador importante para avaliar o estado de proteína do organismo e pode variar em diferentes situações, dependendo da ingestão de proteínas e das necessidades do corpo.

3) Quais os principais produtos da degradação de aminoácidos? Qual o destino desses produtos?

Os aminoácidos, quando degradados no organismo, podem ser convertidos em diferentes produtos, incluindo:

Amônia (NH₃): É um produto tóxico da degradação de aminoácidos e precisa ser removido rapidamente para evitar danos celulares. A amônia é convertida em ureia no fígado por meio do ciclo da ureia e, em seguida, excretada na urina.

Ácido úrico: Alguns aminoácidos, como a purina adenina, podem ser convertidos em ácido úrico. O ácido úrico é filtrado pelos rins e excretado na urina. O acúmulo excessivo de ácido úrico pode levar à formação de cristais e causar gota.

Alfa-cetoácidos: Durante a degradação dos aminoácidos, os grupos amina são removidos, resultando na formação de alfa-cetoácidos. Esses compostos podem ser utilizados para a síntese de energia ou como intermediários metabólicos. Por exemplo, o alfa-cetoglutarato é um intermediário importante no ciclo do ácido cítrico, que está envolvido na produção de energia nas mitocôndrias.

Aminoácidos não essenciais: Alguns aminoácidos podem ser convertidos em outros aminoácidos não essenciais por meio de reações de transaminação ou desaminação. Esses aminoácidos não essenciais podem ser reutilizados para a síntese de proteínas ou como fonte de energia.

O destino desses produtos depende do tipo de aminoácido e das necessidades metabólicas do organismo. Alguns produtos, como a ureia e o ácido úrico, são excretados pelos rins na urina. Os alfa-cetoácidos podem ser utilizados como fonte de energia ou como intermediários metabólicos em diversas vias metabólicas. Os aminoácidos não essenciais podem ser reutilizados para a síntese de novas proteínas ou podem ser degradados e utilizados para a produção de energia através de processos como a gliconeogênese ou o ciclo do ácido cítrico.

4) Apresente a reação (transaminação) de síntese de glutamato (aminoácido não-essencial). Por que motivo os aminoácidos essenciais não podem ser sintetizados pelos animais por um processo análogo?

A síntese de glutamato por meio da reação de transaminação é um processo importante na formação de aminoácidos não essenciais nos animais. O glutamato é um aminoácido não essencial que desempenha várias funções no organismo, incluindo a neurotransmissão e o metabolismo de nitrogênio.

A reação de transaminação para a síntese de glutamato envolve a transferência de um grupo amina de um aminoácido doador para um alfa-cetoácido receptor, geralmente o alfa-cetoglutarato. A enzima chave nessa reação é a transaminase, também conhecida como aminotransferase. Existem várias transaminases específicas para diferentes pares de aminoácidos e alfa-cetoácidos.

Um exemplo específico dessa reação é a transaminação do aminoácido alanina para a formação de glutamato. A alanina doa seu grupo amina para o alfa-cetoglutarato, resultando na formação de glutamato e piruvato.

Alanina + Alfa-cetoglutarato \rightleftharpoons Glutamato + Piruvato

Essa reação é catalisada pela enzima alanina aminotransferase (ALT) ou transaminase piruvato glutamato (TGP).

Os aminoácidos essenciais não podem ser sintetizados pelos animais através de um processo

análogo porque eles possuem estruturas mais complexas que não podem ser formadas a partir de precursores metabólicos comuns. Os aminoácidos essenciais precisam ser obtidos através da alimentação, pois o organismo não possui as vias metabólicas necessárias para sintetizá-los. Esses aminoácidos são essenciais para o organismo, pois desempenham funções vitais em processos como a síntese de proteínas, produção de neurotransmissores e outros metabólitos importantes. Portanto, é necessário obter esses aminoácidos essenciais por meio da dieta para garantir um adequado suprimento para as funções biológicas.

- 5) Além de substratos na degradação e produtos na síntese, explique o papel de glutamato, aspartato, glutamina e alanina no metabolismo de aminoácidos.

O glutamato, o aspartato, a glutamina e a alanina desempenham papéis essenciais no metabolismo de aminoácidos.

Glutamato: O glutamato é um aminoácido não essencial que desempenha várias funções no metabolismo de aminoácidos. Ele é um produto comum às reações de transaminação, podendo ser considerado como um reservatório temporário de grupos aminos provenientes de muitos aminoácidos. A partir dele podem ser formados amônia ou aspartato que são moléculas que alimentam o ciclo da uréia. Além disso, o glutamato está envolvido no ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs) como precursor do alfa-cetoglutarato, um intermediário metabólico importante na produção de energia.

Aspartato: O aspartato é outro aminoácido importante no metabolismo de aminoácidos. Ele está envolvido em várias reações de transaminação, atuando como doador de grupos amina. O aspartato também desempenha um papel fundamental na via da ureia, onde é utilizado para a formação da argininosuccinato, um intermediário chave na eliminação de amônia do organismo.

Glutamina: A glutamina é um aminoácido não essencial que desempenha um papel crucial no metabolismo de aminoácidos. Ela serve como um transportador de nitrogênio e amônia nos tecidos, ajudando a eliminar o excesso de nitrogênio do organismo. A glutamina é sintetizada a partir do glutamato e amônia em uma reação catalisada pela enzima glutamina sintetase. Além disso, a glutamina desempenha um papel importante na função imunológica, na saúde intestinal e no fornecimento de energia para células que têm alta demanda metabólica.

Alanina: A alanina é um aminoácido não essencial que também desempenha um papel significativo no metabolismo de aminoácidos. A alanina é um aminoácido glucogênico, o que significa que pode ser convertida em glicose através da gliconeogênese. Durante o exercício intenso, por exemplo, os músculos produzem alanina como um subproduto do metabolismo de aminoácidos. A alanina é liberada na corrente sanguínea e transportada para o fígado, onde é convertida em glicose para fornecer energia.

Em resumo, o glutamato e o aspartato estão envolvidos na síntese e na degradação de aminoácidos como intermediários metabólicos, enquanto a glutamina desempenha um papel importante no transporte de nitrogênio e na eliminação de amônia. A alanina, por sua vez, desempenha um papel na produção de glicose e no fornecimento de energia durante períodos de alta demanda metabólica. Esses aminoácidos são fundamentais para o equilíbrio do metabolismo de aminoácidos no organismo.

6) O que são aminoácidos glicogênicos e cetogênicos? Verificar o destino dos esqueletos de carbono dos aminoácidos.

Os aminoácidos podem ser classificados como aminoácidos glicogênicos ou cetogênicos, dependendo do destino de seus esqueletos de carbono após a degradação.

Aminoácidos glicogênicos: Os aminoácidos glicogênicos são aqueles cujos esqueletos de carbono podem ser convertidos em intermediários da via glicolítica ou da gliconeogênese para a produção de glicose. Essa glicose pode ser utilizada para fornecer energia ou para a formação de glicogênio, que é armazenado principalmente no fígado e nos músculos. Exemplos de aminoácidos glicogênicos incluem glicina, alanina, serina e triptofano.

Aminoácidos cetogênicos: Os aminoácidos cetogênicos são aqueles cujos esqueletos de carbono podem ser convertidos em corpos cetônicos durante o metabolismo. Os corpos cetônicos, como o acetilacetato e o beta-hidroxiacetato, são produzidos no fígado a partir dos ácidos graxos e podem ser utilizados como fonte alternativa de energia, especialmente pelo cérebro, durante períodos de jejum ou restrição de carboidratos. Exemplos de aminoácidos cetogênicos incluem a leucina e a lisina.

No entanto, é importante destacar que muitos aminoácidos possuem características tanto glicogênicas quanto cetogênicas, o que significa que seus esqueletos de carbono podem ser utilizados tanto para a produção de glicose quanto para a formação de corpos cetônicos. Por exemplo, a isoleucina, a fenilalanina e a tirosina são aminoácidos que podem ser convertidos tanto em intermediários glicogênicos quanto cetogênicos.

O destino final dos esqueletos de carbono dos aminoácidos depende das necessidades energéticas do organismo, do estado nutricional e das vias metabólicas predominantes em determinado momento. Durante o metabolismo, os esqueletos de carbono dos aminoácidos podem ser convertidos em glicose, corpos cetônicos ou outros intermediários metabólicos, dependendo das condições metabólicas e das demandas do organismo.

7) Definir aminoácido essencial e citar os aminoácidos essenciais para o homem.

Os aminoácidos essenciais são aqueles que o organismo humano não pode sintetizar em quantidades adequadas, sendo necessária a sua ingestão por meio da alimentação. Esses aminoácidos essenciais são fundamentais para o funcionamento adequado do organismo, especialmente para a síntese de proteínas e para diversas funções metabólicas.

Existem nove aminoácidos essenciais para os seres humanos. São eles:

Histidina
Isoleucina
Leucina
Lisina
Metionina
Fenilalanina
Treonina
Triptofano
Valina

Esses aminoácidos são considerados essenciais porque o organismo humano não possui as vias metabólicas necessárias para sintetizá-los em quantidades suficientes para atender às suas demandas. Portanto, é necessário obtê-los através da alimentação, consumindo fontes de proteínas completas que forneçam todos os aminoácidos essenciais necessários para o corpo.

É importante ressaltar que crianças em fase de crescimento, gestantes, lactantes e indivíduos submetidos a determinadas condições de estresse ou doenças podem ter necessidades aumentadas de aminoácidos essenciais, tornando ainda mais importante garantir uma dieta equilibrada e adequada em termos de ingestão de proteínas e aminoácidos.

8) Quais as consequências do defeito genético que causa a inativação da fenilalanina hidroxilase?

A fenilalanina hidroxilase é a enzima responsável pela conversão da fenilalanina em tirosina. Defeitos genéticos que causam a inativação ou deficiência da fenilalanina hidroxilase levam a uma condição conhecida como fenilcetonúria (PKU, do inglês Phenylketonuria).

As consequências da deficiência da fenilalanina hidroxilase e do acúmulo de fenilalanina no organismo são:

Acúmulo de fenilalanina: A principal consequência da deficiência da fenilalanina hidroxilase é o acúmulo de fenilalanina no organismo. Isso ocorre porque a enzima não consegue converter eficientemente a fenilalanina em tirosina. Como resultado, os níveis de fenilalanina no sangue aumentam significativamente.

Toxicidade da fenilalanina: O excesso de fenilalanina no sangue pode ser tóxico para o sistema nervoso central. A fenilalanina em excesso interfere no desenvolvimento normal do cérebro, especialmente em crianças, podendo levar a danos neurológicos irreversíveis.

Atraso no desenvolvimento: Se não for tratada precocemente, a fenilcetonúria pode causar atraso no desenvolvimento neuropsicomotor e déficits cognitivos.

Problemas de saúde: A fenilcetonúria não tratada também pode causar outros problemas de saúde, como distúrbios de comportamento, problemas de crescimento, distúrbios de sono, problemas de pele e alterações na pigmentação da pele e cabelo.

O tratamento da fenilcetonúria envolve a restrição estrita de fenilalanina na dieta, limitando a ingestão de alimentos ricos nesse aminoácido. Essa dieta especial deve ser seguida durante toda a vida para prevenir os efeitos adversos da acumulação de fenilalanina e garantir um desenvolvimento e crescimento adequados.

9) Justificar a necessidade de ingerir uma quantidade mínima de carboidratos.

A ingestão de uma quantidade mínima de carboidratos é necessária por várias razões importantes para o funcionamento adequado do organismo. Aqui estão algumas justificativas para a necessidade de ingerir carboidratos:

Fonte de energia: Os carboidratos são a principal fonte de energia para o corpo humano. Eles são convertidos em glicose durante a digestão e absorção e posteriormente são utilizados pelas células para a produção de adenosina trifosfato (ATP), a forma de energia utilizada pelas células. Os carboidratos fornecem energia rápida e eficiente para atividades diárias, exercícios físicos e funções metabólicas.

Poupança de proteínas: Quando a ingestão de carboidratos é inadequada, o organismo pode recorrer à degradação de proteínas para obter energia. Isso ocorre porque o corpo precisa de glicose para suas funções metabólicas essenciais, e a proteína pode ser convertida em glicose por meio de um processo chamado gliconeogênese. Ao consumir uma quantidade adequada de carboidratos, as proteínas podem ser preservadas para suas funções estruturais e regulatórias.

Função cerebral: O cérebro é um órgão altamente dependente de glicose como fonte de energia. Embora o cérebro possa utilizar corpos cetônicos produzidos durante a metabolização de gorduras em períodos de jejum prolongado ou dietas muito baixas em carboidratos, a glicose ainda é a principal fonte de energia para o cérebro. Uma quantidade adequada de carboidratos garante um suprimento constante de glicose para o cérebro, ajudando a manter a função cognitiva e o desempenho mental.

Regulação do metabolismo: Carboidratos desempenham um papel crucial na regulação do metabolismo. A insulina, um hormônio produzido pelo pâncreas, é responsável pela regulação dos níveis de glicose no sangue. A ingestão adequada de carboidratos estimula a liberação de insulina, que ajuda a transportar a glicose para as células e manter a homeostase dos níveis de açúcar no sangue. A falta de carboidratos na dieta pode levar a desequilíbrios metabólicos e disfunção hormonal.

10) Comparar a qualidade nutricional de proteínas de origem animal com a qualidade de proteínas de origem vegetal.

A qualidade nutricional das proteínas pode ser avaliada por diversos critérios, incluindo a presença e proporção dos aminoácidos essenciais, digestibilidade e biodisponibilidade. Vamos comparar a qualidade nutricional das proteínas de origem animal com as proteínas de origem vegetal:

Proteínas de Origem Animal:

Completeness de aminoácidos essenciais: As proteínas de origem animal geralmente são consideradas de alta qualidade porque fornecem todos os aminoácidos essenciais necessários para o organismo em proporções adequadas. Elas são chamadas de proteínas completas ou de alto valor biológico.

Digestibilidade: As proteínas de origem animal tendem a ter alta digestibilidade, o que significa que são facilmente quebradas em aminoácidos e absorvidas pelo organismo. A digestibilidade das proteínas animais varia entre as diferentes fontes, mas em geral é alta.

Biodisponibilidade de nutrientes: Além da alta digestibilidade, as proteínas de origem animal também são consideradas mais biodisponíveis em relação a outros nutrientes, como ferro e zinco. Isso significa que esses nutrientes são melhor absorvidos e utilizados pelo organismo quando consumidos juntamente com proteínas de origem animal.

Proteínas de Origem Vegetal:

Completeness de aminoácidos essenciais: As proteínas de origem vegetal tendem a ser deficientes em um ou mais aminoácidos essenciais. No entanto, é possível obter todos os aminoácidos essenciais necessários através de uma dieta vegetariana ou vegana equilibrada, combinando diferentes fontes de proteínas vegetais. Por exemplo, leguminosas (como feijão, lentilha e grão de bico) combinadas com cereais (como arroz, trigo e milho) podem fornecer uma variedade de aminoácidos essenciais.

Digestibilidade: A digestibilidade das proteínas vegetais pode variar dependendo da fonte e do processamento. Alguns alimentos vegetais podem apresentar menor digestibilidade devido à presença de antinutrientes, como fitatos e taninos, que podem dificultar a absorção de nutrientes. No entanto, muitas proteínas vegetais têm uma digestibilidade adequada quando consumidas em uma dieta variada e equilibrada.

Biodisponibilidade de nutrientes: As proteínas vegetais podem apresentar menor

biodisponibilidade de certos nutrientes em comparação às proteínas de origem animal. Isso se deve, em parte, à presença de antinutrientes que podem interferir na absorção de minerais. No entanto, estratégias como o processamento adequado, germinação e fermentação de alimentos vegetais podem melhorar a biodisponibilidade de nutrientes.

É importante destacar que, apesar das diferenças na qualidade nutricional, é possível obter proteínas de qualidade adequada tanto a partir de fontes animais quanto vegetais. Uma alimentação balanceada e diversificada, que inclua uma variedade de fontes proteicas, pode fornecer todos os aminoácidos essenciais necessários para a saúde e o bem-estar.

Algumas considerações adicionais:

- **Variedade e combinações:** Ao optar por uma dieta baseada em proteínas vegetais, é importante garantir a variedade de fontes proteicas para obter uma ampla gama de aminoácidos essenciais. Combinar diferentes alimentos vegetais, como legumes, grãos, nozes, sementes e produtos à base de soja, pode ajudar a obter uma melhor complementaridade de aminoácidos.
- **Suplementação:** Em certos casos, pode ser necessário o uso de suplementos proteicos, especialmente para vegetarianos estritos ou veganos, para garantir a ingestão adequada de aminoácidos essenciais. Suplementos à base de proteínas vegetais, como proteína de ervilha, proteína de arroz, proteína de cânhamo e proteína de soja, estão disponíveis no mercado.
- **Acompanhamento nutricional:** É recomendado que pessoas que adotam uma dieta restritiva ou que excluem alimentos de origem animal consultem um nutricionista para garantir que estejam atendendo às suas necessidades nutricionais adequadas, incluindo proteínas, vitaminas e minerais.

Em resumo, as proteínas de origem animal são consideradas completas em termos de aminoácidos essenciais, têm alta digestibilidade e boa biodisponibilidade de nutrientes. Por outro lado, as proteínas de origem vegetal podem ser deficientes em alguns aminoácidos essenciais, podem ter menor digestibilidade e menor biodisponibilidade de certos nutrientes. No entanto, com planejamento adequado, combinação de fontes proteicas vegetais e atenção às necessidades individuais, é possível obter uma dieta rica em proteínas de qualidade a partir de fontes animais ou vegetais.

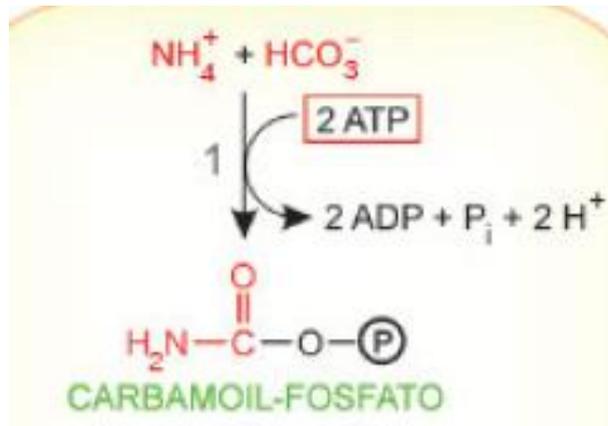
11) No ciclo da ureia

- a) Indicar a procedência dos átomos de nitrogênio da molécula de ureia;

A uréia é uma molécula que formada por dois átomos de nitrogênio (dois grupos aminos), um átomo de carbono e um oxigênio.

Um dos grupos aminos procede da amônia, já o outro procede do aspartato.

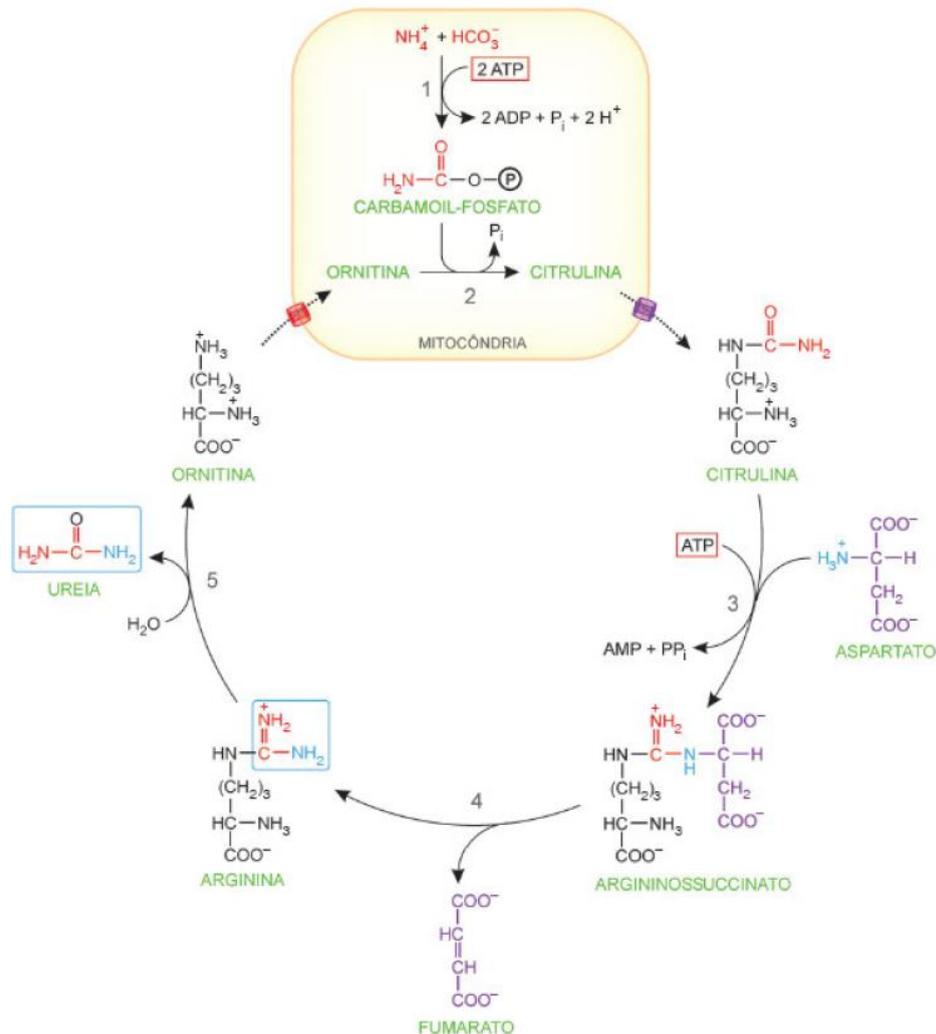
O carbono procede do CO₂ incorporado no primeiro passo do ciclo, com o uso de 2 ATP para a formação de carbamoil-fosfato, na seguinte reação:



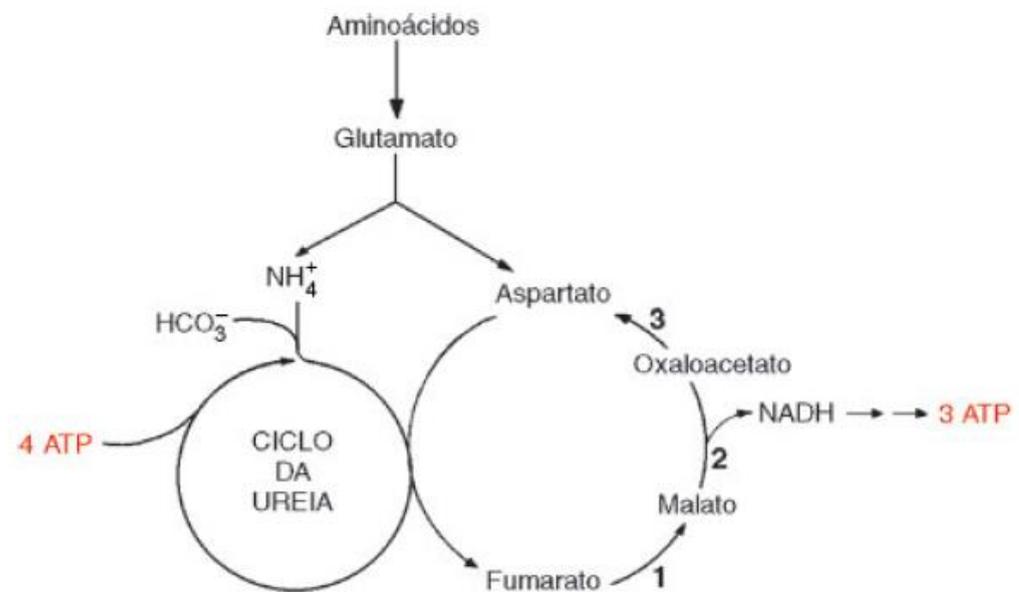
O grupo O tem procedência da incorporação de água.

b) Calcular o balanço de ATP, pensando no destino dos produtos do ciclo

Durante o ciclo da uréia são gastos 4 ATPs, 2 durante a reação de formação do carbamoil-fosfato e mais dois durante a reação de citrulina + aspartato para formação da argininosuccinato, na qual há conversão de ATP para AMP (logo, se utilizam 2 grupos fosfatos). Porém, o ciclo da uréia está acoplado ao ciclo de krebs, pois é necessária a regeneração do aspartato a partir do fumarato gerado no ciclo da uréia (conforme figura a baixo)



O fumarato entra no ciclo de krebs e é reconvertido a oxaloacetato que pode ser convertido a aspartato novamente por meio de transaminase. Durante esse processo é formado 1 NADH, que pode gerar 3 ATPs durante o processo de fosforilação oxidativa. Levando em conta todos esses processos o saldo final de ATP será o gasto de 1 ATP (uso de 4 ATPs - formação de 3 ATPs a partir do NADH formado no ciclo de krebs).



c) Indicar o aminoácido proteico sintetizado

Durante o ciclo da uréia temos o uso da Ornitina, aminoácido não essencial, que é sempre regenerada pelo ciclo (atuando como o oxaloacetato durante o ciclo de krebs). A Ornitina é derivada do aminoácido arginina. Durante o ciclo da uréia a ornitina entra na mitocôndria e lá reage com o carbamoil-fosfato (formado a partir da uréia e CO_2), formando citrulina. A partir daí todo o ciclo da uréia irá ocorrer, até que ocorra a liberação de uréia e regeneração da ornitina.