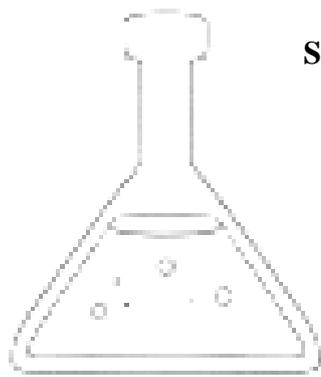
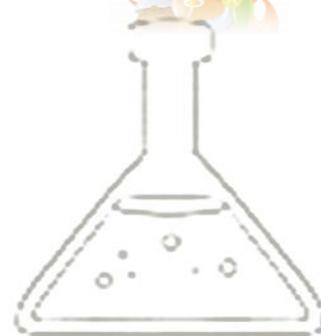


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ CAMPUS
SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS CURSO DE
LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO
CIÊNCIA DA NATUREZA



MINERAIS



JAÍRES BORGES LEAL

SAMYRA VIEIRA RODRIGUES

VANESSA DE FREITAS ACELINO

ORIENTADORA: EDNEIDE MARIA FERREIRA DA SILVA

APRESENTAÇÃO

O presente manual é constituinte do componente curricular de **Bioquímica para o Ensino de Ciências** do curso de **Licenciatura em Educação do Campo, Ciências da Natureza** da Universidade Federal do Piauí (UFPI), na cidade de Picos/Piauí.

Ao longo do desenvolvimento do referido componente a turma foi dividida em cinco grupos, no qual cada grupo ficou responsável por ministrar uma aula sobre conteúdo específico, seguido de um roteiro com orientações que foram feitas pela professora. Dentre os assuntos trabalhados, o presente grupo ficou responsável pelo conteúdo de **SAIS MINERAIS**.

Além da produção desse material, realizamos um jogo como forma de fixação do conteúdo por meio da plataforma *Wordwall*, que consistia em uma roleta aleatória com a presença de perguntas sobre os assuntos trabalhados em aula. Ainda na aula, foi feito uso de outras plataformas digitais, com a finalidade de tornar a aula mais dinâmica. Dentre elas, o *Power Point*, *Youtube* e *Google forms*. Posteriormente, finalizamos com as contribuições da professora e demais integrantes da turma.

Dessa forma, este manual apresenta-se como produto final de todo o trabalho desenvolvido sobre o conteúdo de sais minerais.

SUMÁRIO

MINERAIS OU SAIS MINERAIS?	4
PARA QUE SERVEM?	6
ONDE ELES SE ENCONTRAM?	8
A SUA AUSÊNCIA PODE NOS DEIXAR DOENTES ou EM EXCESSO PREVINEM AS DOENÇAS?	8
MINERAIS ESSENCIAIS E NÃO ESSENCIAIS, QUAL A DIFERENÇA?	11
CLASSIFICAÇÃO DOS MINERAIS:	13
Eletrólitos:	13
Macronutrientes:	13
Micronutrientes	13
Elementos ultratraços:	14
CLASSIFICAÇÃO DOS MINERAIS: FUNÇÃO, DOENÇAS CAUSADAS PELA CARÊNCIA, ONDE PODEMOS ENCONTRAR E AS EXIGÊNCIAS DIARIAS:..	14
A IMPORTÂNCIA DO Fe NA ESTRUTURA DA HEMOGLOBINA.....	37
A IMPORTÂNCIA DO Mg NA ESTRUTURA DA CLOROFILA	46
A BIODISPONIBILIDADE DOS MINERAIS.....	50
Fatores facilitadores da biodisponibilidade	51
Fatores inibidores da biodisponibilidade	51
ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS MINERAIS	52
FATORES QUE INFLUENCIAM OS TEORES DE MINERAIS NOS ALIMENTOS.....	54
CONTAMINANTES INORGÂNICOS	56
Arsênio.....	56
Cádmio.....	57
Chumbo	58
Mercúrio	59
BIOACUMULAÇÃO X BIOMAGNIFICAÇÃO	60
REFERÊNCIAS	64

SAIS MINERAIS

MINERAIS OU SAIS MINERAIS?

Minerais: São compostos inorgânicos de ocorrência natural com uma estrutura molecular definida. Quando esses minerais são juntos, vão formar diferentes tipos de rochas. (PENA, s/d).



Diferentes tipos de rochas
Fonte: <https://bit.ly/3q4Hp9Q>

É quando esses minerais são retirados do solo, para fins econômicos passam a ser chamados de minérios. (PENA, s/d).



Conjunto de diferentes minerais de uso econômico
Fonte: <https://bit.ly/3Cyk2c7>

Há dois tipos de minerais, bastante conhecidos e utilizados sendo eles os **minerais metálicos** e os **minerais não metálicos**. Dentre os metálicos, pode citar como exemplo o ferro, o manganês, a bauxita (alumínio), o cobre, o ouro, a prata, dentre outros. Dentre os não metálicos, pode destacar o carvão mineral, o quartzo, o rubi e outros. (PENA, s/d).

Sais Minerais: são substâncias inorgânicas que são essenciais para o funcionamento adequado do nosso organismo). (SANTOS, s/d).



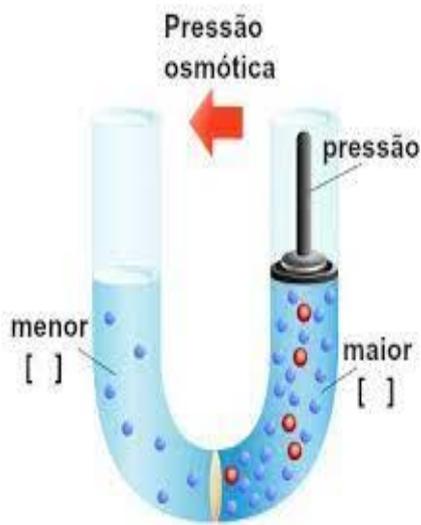
Sais minerais

Fonte: <https://bit.ly/2ZFjR04>

Os sais minerais têm sua origem a partir do solo, sendo assim, os seres vivos não podem produzi-los. Dessa forma, para obtermos sais essenciais para nossa sobrevivência, é de suma importância uma alimentação que seja adequada e balanceada. (SANTOS, s/d).

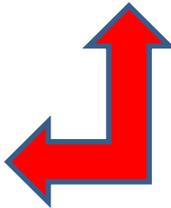
Os minerais são classificados inorgânicos porque não possuem átomos de carbono ligados a átomos de hidrogênio formando assim longas cadeias carbonadas no qual é a característica dos compostos orgânicos. (TEIXEIRA, 2015).

São exemplos de sais minerais: Sódio, Cloro, Potássio, Cálcio, Fósforo, Magnésio, Enxofre, Ferro, Zinco, Iodo, Cromo, Manganês, Flúor. Esses elementos, tem classificações específicas na tabela periódica os quais são muito utilizados na escala industrial.



Exemplo de pressão osmótica
Fonte: <https://bit.ly/3mShH6u>

- Irritabilidade muscular e pressão osmótica é a passagem de um solvente puro ou diluído através de uma membrana semipermeável para uma solução mais concentrada (figura 06). (PINHEIRO *et al.*, 2005, p.44).



- Facilitam a transferência de compostos pelas membranas celulares e composição de tecidos orgânicos. (PINHEIRO *et al.*, 2005, p.44).

Outro fator bastante importante é que para quem costuma praticar atividades físicas e de suma importância consumir alimentos que sejam ricos em minerais, visto que, durante os exercícios físicos se perde água através do suor é isso acarreta a perda de minerais como o sódio, cloreto, potássio, magnésio e cálcio. É a falta destes minerais pode causar o surgimento de câibras musculares, por exemplo. (PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 44).



ONDE ELES SE ENCONTRAM?



Os minerais podem ser encontrados em estado sólido na natureza, e em diversos alimentos. Ainda podendo ser encontrados tanto em alimentos de origem vegetal como animal. (TEIXEIRA, 2015).



Eles também podem ser encontrados no organismo em tecidos duros que são os ossos e dentes, tecidos moles sendo músculos, células do sangue e sistema nervoso, e nos eletrólitos como condutor de eletricidade dentro do organismo. (TEIXEIRA, 2015).



Em torno de 90 e 96% do peso corporal humano é composto por cinco elementos químicos que vão compor as biomoléculas sendo eles oxigênio, nitrogênio hidrogênio, carbono, enxofre. (TEIXEIRA, 2015).



Somente 4% é composto por minerais, e no organismo esses elementos químicos vão apresentar sinergia entre si. A sinergia entre si, é quando o excesso ou a deficiência de um desses minerais pode interferir no metabolismo de outro. (TEIXEIRA, 2015).

**A SUA AUSÊNCIA PODE NOS DEIXAR DOENTES ou EM EXCESSO
PREVINEM AS DOENÇAS?**

Quando se consumi nutrientes tanto em excesso ou em quantidades inferiores do que as necessárias para o organismo, isso pode levar a causar sintomas e doenças que podem prejudicar e agravar seriamente nossa saúde alguns exemplos de doenças são **Pressão Alta**, o **Bócio** e a **Anemia**. (SANTOS, s/d).

Anemia – Este é um nome genérico que se dá para a baixa concentração de hemoglobina em nosso organismo. A anemia pode de ser caracterizada das seguintes formas, sendo aguda, crônica ou falciforme. A anemia aguda é a perda rápida e excessiva de hemoglobina no organismo, enquanto a anemia crônica dura muito tempo. Já a anemia falciforme é caracterizada pela presença de um gene recessivo, ou seja, pode ser hereditária.

A baixa ingestão do ferro por exemplo, que é um mineral pode causar a **anemia ferropriva**, sendo que ela é caracterizada justamente pela baixa quantidade de hemoglobina, é a falta dessa hemoglobina que é a proteína que vai fazer o transporte do oxigênio, pode causar alguns sintomas como o cansaço, palidez, tonturas, sonolências e falta de ar. Então para tratar dessa anemia é necessário, uma alimentação adequada e com alimentos que contenham ferro. (SANTOS, s/d).



Pessoa com anemia
Fonte: <https://bit.ly/2ZJxrzO>

PRESSÃO ALTA, OU HIPERTENSÃO:

A **pressão alta** atinge em torno de 20% da população brasileira sendo que atinge justamente mais da metade da população a cima dos 65% anos, ou seja, atinge boa parte dos idosos. O que pode levar uma pessoa a ter a pressão alta é uma série de fatores, como, por exemplo, o uso de bebidas alcoólicas e uso de tabaco, o excesso de peso, propensão genética e o consumo mais de sais minerais principalmente o “sódio”. Pois o sódio em grande quantidade no sangue vai disparar a osmose das células, que vai fazer com que uma abundância de água seja empurrada em direção aos vasos sanguíneos. Justamente esse excesso de líquidos dentro dos vasos, faz com que a pressão interna aumente. (SANTOS, s/d).



Verificando a pressão

Fonte: <https://bit.ly/3jQMwGy>

BÓCIO

Bócio, é uma doença conhecida popularmente por papeira, porém isso vai depender de região para região. É uma doença o qual seu principal sintoma é o aumento considerável da glândula tireoide. Esse crescimento fora do normal da glândula tireoide é causado sobretudo pela baixa ingestão de iodo, é isso vai fazer com que essa glândula comece a trabalhar em excesso e conseqüentemente vai ficar inchada. Como o iodo é um mineral encontrado em alimentos oriundos do mar, como os peixes, pessoas que vivem em regiões afastadas dos oceanos, por exemplo, podem ter uma maior tendência a apresentar bócio.

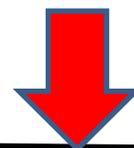
Justamente por essa razão, no Brasil, existe uma lei que obriga as indústrias que são produtoras de sal de cozinha a enriquecerem esse alimento com iodo. (SANTOS, s/d).



Pessoa com o bócio
Fonte: <https://bit.ly/3bpY3YP>



MINERAIS ESSENCIAIS E NÃO ESSENCIAIS, QUAL A DIFERENÇA?



Minerais Essenciais:

- Sódio;
- Cloro;
- Potássio;
- Cálcio;
- Fósforo;
- Magnésio;
- Enxofre;
- Ferro;
- Zinco;
- Iodo;
- Cromo;
- Manganês;
- Flúor.



Minerais essenciais:

são requeridos pelo nosso organismo em concentrações mais altas. (PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 44). Desempenham diversas funções no organismo.

Minerais Não Essenciais:

- Chumbo;
- Alumínio;
- Antimônio;
- Bismuto;
- Boro;
- Estanho;
- Germânio;
- Mercúrio;
- Rubídio;
- Titânio;
- Prata;
- Ouro.



Minerais não essenciais: são encontrados no organismo animal.

Enquanto aos não essenciais, não se conhece nenhuma ação metabólica.



CLASSIFICAÇÃO DOS MINERAIS:

A nutrição, por exemplo, vai classificar os minerais conforme a sua quantidade necessária diária ao organismo sem que isso reflita sua importância, ou seja, a falta de um mineral necessário em uma quantidade menor é tão ou até mais prejudicial do que a de outro mineral necessário em abundância, dessa maneira, é de suma importância o consumo dos sais minerais

. (TEIXEIRA, 2015).

São classificados em: Eletrólitos, Macronutrientes, Micronutrientes, Elementos ultratraços.

Eletrólitos: importantes na manutenção do equilíbrio hidroeletrolítico. (PINHEIRO, M. D. Et al. 2005, p. 45). Os eletrólitos são partículas que vão carregar uma carga elétrica positiva ou negativa. Eles ainda podem ser encontrados no sangue, suor e urina. (TEIXEIRA, 2015).



Macronutrientes: são aqueles necessários no organismo em maior quantidade maiores, sendo que a necessidade individual por dia é superior a 100 mg, sendo eles o cálcio, cloro, enxofre, fósforo, magnésio, potássio e sódio. (TEIXEIRA, 2015).



Micronutrientes: aqueles necessários no organismo em quantidades individual a 50 MG por dia é que apesar de sua baixa dosagem exercem funções fundamentais e específicas, são eles: cobre, ferro, magnésio e zinco. (TEIXEIRA, 2015).





Elementos ultratraços: (quantidades pequeníssimas, e com funções metabólicas ainda não totalmente elucidadas). (PINHEIRO *et al.*, 2005, p.45).

São alguns minerais encontrados no organismo, porém dados científicos que estão disponíveis ainda não são suficientes para manifestar a sua essencialidade nem determinar suas necessidades orgânicas. (TEIXEIRA, 2015).

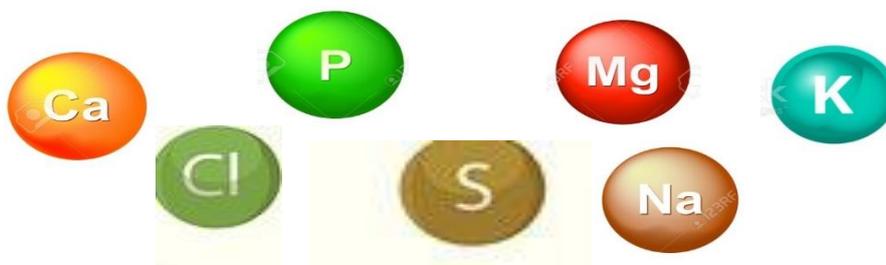
É de suma importância ressaltar que essa classificação não significa que os micronutrientes sejam menos importantes para o organismo que os macronutrientes. Pois a diferença está, nas quantidades indicadas e necessárias que devem ser consumidas e no risco de problemas relacionados à falta deles. (SANTOS, s/d).

As quantidades específicas de cada mineral variam de microgramas a gramas por dia. Então é importante dizer que o excesso na ingestão de um pode acarretar prejuízos na absorção e utilização de outro. (PINHEIRO *et al.*, 2005, p.44).

CLASSIFICAÇÃO DOS MINERAIS: FUNÇÃO, DOENÇAS CAUSADAS PELA CARÊNCIA, ONDE PODEMOS ENCONTRAR E AS EXIGÊNCIAS DIARIAS:

MACRONUTRIENTES/MINERAIS

Cálcio, Cloro, Enxofre, Fósforo, Magnésio, Potássio e Sódio.



Macronutrientes/minerais.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/tvTmsBe7Hygzu5EVA>

CÁLCIO (Ca)

- É o mineral mais abundante no organismo humano;
- Responsável por 1 a 2% do peso do corpo;
- 99% é encontrado em dentes e ossos e 1% em fluídos, por isso o consumo regular de cálcio na nossa alimentação é fundamental para formação, desenvolvimento e manutenção de todo o esqueleto humano. (ALVES, 2020).

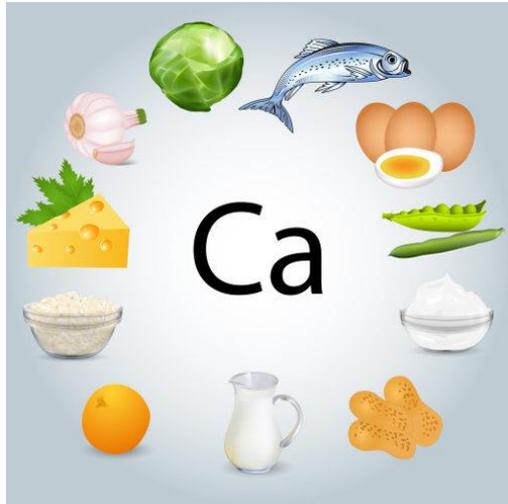
Função	<ul style="list-style-type: none">• Atua na formação de tecidos, ossos e dentes;• Age na coagulação do sangue e contração muscular, excitabilidade neuromuscular e transmissão dos tecidos nervosos;• É essencial à manutenção e função das células da membrana.
Doenças causadas pela carência	Osteoporose, tetania e raquitismo.
Onde encontrar	Queijo, leite, nozes, uva, cereais integrais, nabo, couve, feijão, lentilha, amendoim, castanha de caju e etc.
Exigências diárias	Adultos: 800mg Lactentes: 400-600mg Gravidez e lactação: 1.200mg Crianças: 800-1.200mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p.47).

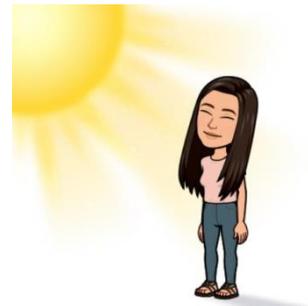
- O cálcio possui funções estruturais e funcionais, como a formação e manutenção do esqueleto, fortalecimento de ossos e dentes, conferindo a eles a resistência que precisam.
- Age na coagulação do sangue e contração muscular porque está presente nos fluídos, auxiliando nos processos vitais do nosso corpo, melhorando o funcionamento cerebral.
- É essencial no auxílio da rigidez das células da membrana, servindo de barreira contra a entrada e saída de substâncias. (ALVES, 2020).

A carência moderada de cálcio no organismo é um evento comum que leva a sintomas como formigamentos, entorpecimento de membros e contrações musculares. Além disso, os ossos de uma pessoa com carência desse mineral podem apresentar o processo de descalcificação, como a osteoporose. (SANTOS, s/d).

CÁLCIO (Ca)



Existem alguns fatores que podem potencializar a absorção do cálcio pelo nosso organismo, como a vitamina D, que tem por papel metabolizar o cálcio e formação óssea (SANTOS, s/d).



Importância do cálcio no organismo

Fonte: <https://images.app.goo.gl/d96tegZATCSwxNYU8>

E o excesso?

Pode causar pedras nos rins, náuseas, fraqueza muscular, insuficiência renal e confusão mental. (ALVES, 2020).



Como existem as recomendações diárias, é importante que o consumo seja feito de acordo com elas, pois apesar de desempenhar funções importantes em nosso corpo, o excesso pode acarretar em alguns malefícios.

CLORO (Cl)



Possui uma grande propriedade que é de potabilizar a água para consumo humano. (SOUZA, s/d).

É um eletrólito, ou seja, está associada ao equilíbrio hidroeletrólítico. (PINHEIRO *et al*, 2005).



CLORO (Cl)

Função	<ul style="list-style-type: none">• Atua com o sódio e o potássio no equilíbrio hídrico;• Também, com estes elementos, atua na pressão osmótica.
Doenças causadas pela carência	Fraqueza muscular, perda de apetite, letargia.
Onde encontrar	Sal de mesa, Camarão, Peixe, Ovos, Ostra, Leite e etc.
Exigências diárias	Adultos e adolescentes: 750mg Crianças: 350 - 750mg Lactentes: 180 - 300mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p,46).

-Por ser um eletrólito, o cloro ionizado, juntamente com o sódio, mantém o balanço aquoso, sendo assim, um dos mais importantes minerais na regulação da pressão osmótica.

-Também é essencial na participação da manutenção do pH sanguíneo e no equilíbrio ácido-base;

-Sob a forma de ácido clorídrico, é secretado pela mucosa gástrica, fornecendo a acidez necessária para digestão no estômago e para ativação de enzimas. (SOUZA, s/d).



E o excesso de cloro no organismo?

Pode causar eczemas, problemas respiratórios e câncer (PURIFIC, 2022).

Cloro nos alimentos

Fonte: <https://images.app.goo.gl/6EwwCKJJ2HQ3ZbEZ6>

ENXOFRE (S)

- Presente em todas as células do organismo;
- Representa 0,25% do peso do organismo humano;
- Está em locais ricos em aminoácidos sulfurados, como pele, unhas e cabelo. Por isso é considerado o mineral da beleza.
(ABREU, 2020).



Função	<ul style="list-style-type: none">• Constitutivo essencial da estrutura das proteínas;• Atividade enzimática e metabolismo energético através do grupo sulfidril livre (-SH);• Reações de detoxificação.
Doenças causadas pela carência	Cálculo renal de cistina. Cistinúria.
Onde encontrar	Agrião, Carne de boi, Alho, Caranguejo, Amêndoa, Cebola, Aveia, Carne de porco, Bacalhau salgado, Couve, Berinjela, Couve-flor, Camarão, Gérmen de trigo, Frango, Feijão, Fígado de boi, Peixes e etc.
Exigências diárias	Dieta adequada em proteína contém enxofre em quantidade adequada.

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p.48-49).

- É constitutivo essencial da estrutura das proteínas, porque no nosso organismo está relacionado aos aminoácidos que estão ligados ao metabolismo das proteínas.
- Essas proteínas desempenham várias funções, como por exemplo, participa na síntese de queratina, que é a proteína presente na constituição dos fios de cabelo e unhas. Estimula a produção de colágeno que é a proteína responsável pela firmeza e elasticidade da pele. Por isso, o enxofre é considerado o mineral da beleza.
- Regula a coagulação dos glóbulos vermelhos, possibilitando que o sangue absorva mais oxigênio.
- É importante para desintoxicação do organismo, acelerando a excreção de toxinas, pois é componente da glutathione, um dos antioxidantes importante para o corpo humano. (CAIUSCA, 2020).

ENXOFRE (S)



Enxofre nos alimentos.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/yiXi8DYNPGXyG4uc8>



Não é porque é considerado o mineral da beleza que podemos consumir exageradamente, pois existem as recomendações diárias e seu excesso pode causar alguns malefícios.

O excesso e intoxicação pode causar irritação nos olhos, náuseas, dor de cabeça e etc. (CAIUSCA, 2020).

FÓSFORO (P)



- Segundo mineral mais abundante no corpo humano;

Um dos principais componentes de ossos e dentes. (ALVES, 2020).

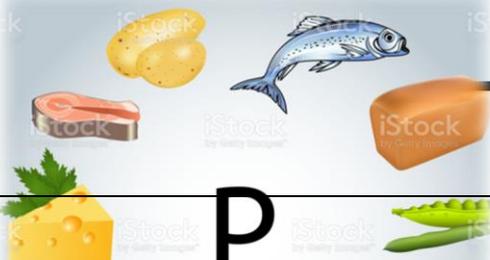
FÓSFORO (P)

- Cofator de múltiplos sistemas enzimáticos do metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas.

- O fósforo tem um papel estrutural no organismo, sendo um dos principais componentes de ossos e dentes, assim, é importante para mineralização e estrutura do cálcio.
- Faz parte da estrutura química dos fosfolipídios, que são componentes estruturais das membranas celulares, responsáveis pela permeabilidade da membrana plasmática que controla a entrada e saída de moléculas.
- É importante no auxílio da manutenção do pH.
- Sob a forma de fosfato, é o componente do DNA e RNA, essenciais para estruturação e transmissão de todo o código genético e síntese proteica.
- Componente da ATP (Adenosina trifosfato) responsável pela produção de energia.
- O consumo insuficiente de fósforo pode ocasionar a formação de cálculo renal de cálcio, pois o aumento moderado do cálcio no plasma pode contribuir para o entupimento do vaso sanguíneo e aumento na urina. (ALVES, 2020).

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p, 47).

FÓSFORO (P)



E o excesso?

MAGNÉSIO (Mg)

Pode causar irregularidades na função renal e vascular, diminuição da fertilidade, aumento do risco de envelhecimento precoce e desenvolvimento de câncer. (ALVES, 2020).

Fósforo nos alimentos.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/wQK42heJyMd4qyA7>

MAGNÉSIO (Mg)



- Atua em mais de 300 reações bioquímicas;
- 53% nos ossos e 27% nos músculos. (ALVES, 2020).

Função	<ul style="list-style-type: none">• Participa do metabolismo de energia;• Cofator da fosforilação oxidativa, influencia a integridade e o transporte da membrana celular;• Medeia as contrações musculares e transmissões de impulsos nervosos.
Doenças causadas pela carência	Fraqueza muscular, letargia, depressão, irritação e, em casos extremos, ataques cardíacos e anorexia.
Onde encontrar	Agrião, Espinafre, Amêndoas, Gérmen de trigo, Arroz, Grão-de-bico, Aveia, Leite, Avelã, Milho, Castanha, Soja, e etc.
Exigências diárias	Adultos: 280 - 350mg Gravidez e lactação: 290 - 355mg Lactentes: 40-60mg Crianças: 80-170mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 48).

Exerce influencia e papel fundamental em todas as células do corpo, pois participa em 300 enzimas na regulação e proliferação celular, metabolismo de energia, transporte de cálcio e potássio através das membranas celulares.

É fundamental no controle de contração e relaxamento dos músculos, pressão sanguínea, transmissão



Magnésio nos alimentos.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/L5u8LDRAnSCd1gaK6>



PROCESSO DE REFINAMENTO

O processo de refinamento dos cereais integrais, como arroz, aveia e trigo, leva à perda de **80%** dos nutrientes que estão presentes na casca do alimento. Como a ingestão de produtos refinados é frequente pela população, conseqüentemente, a ingestão de magnésio e outros nutrientes são reduzidos.

Por isso, é preferível o consumo de alimentos menos refinados, como por exemplo, o arroz, o ideal é o consumir o integral ou parboilizado, assim terá uma melhor ingestão de nutrientes.

(ALVES, 2020).



O consumo em excesso deste mineral pode causar fraqueza, sonolência, náuseas, vômitos, queda da pressão arterial. (ALVES, 2020).

Tipos de arroz

Fonte: <https://images.app.goo.gl/51YnPoPZ8nV4degD9>



POTÁSSIO (K)

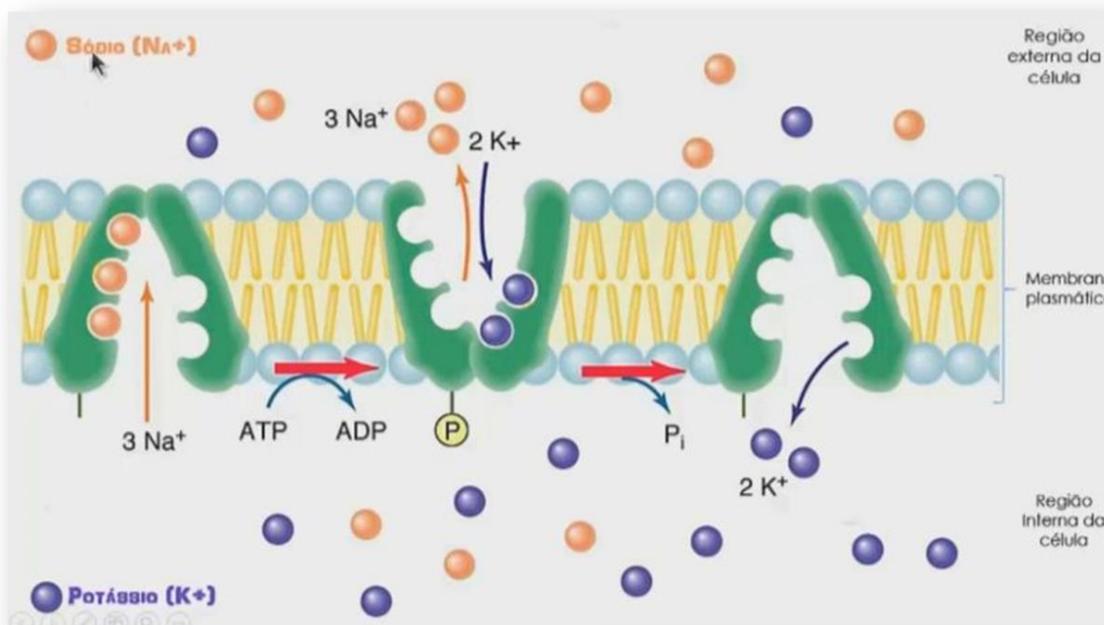
- 85% deste mineral é absorvido em indivíduos saudáveis;
- Presente na forma de eletrólitos. (ALVES, 2020).

Função	<ul style="list-style-type: none">• Cátion intracelular;• Essencial a síntese de proteínas e metabolismo de carboidratos• Apresenta especial influência na transmissão nervosa, contração muscular, especialmente da musculatura cardíaca;• Bomba de sódio e potássio.
Doenças causadas pela carência	Fraqueza, sede, problemas cardíacos e fadiga muscular
Onde encontrar	Azeitona verde, ameixa seca, ervilha, figo, lentilha, espinafre, banana, laranja, tomate, carnes, vinagre de maçã, arroz integral e etc.
Exigências diárias	Adultos: 2.000mg Crianças: 1.000-2.000mg Lactentes: 500 - 700mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 46).

Responsável pelo bom funcionamento celular, alterações na concentração do potássio extracelular podem afetar a transmissão neural, a contração muscular e o tônus vascular. (ALVES, 2020).

Atua na bomba de sódio e potássio: um transporte ativo que consiste em trazer o potássio para dentro da célula e levar o sódio para fora.



Bomba de sódio e potássio.

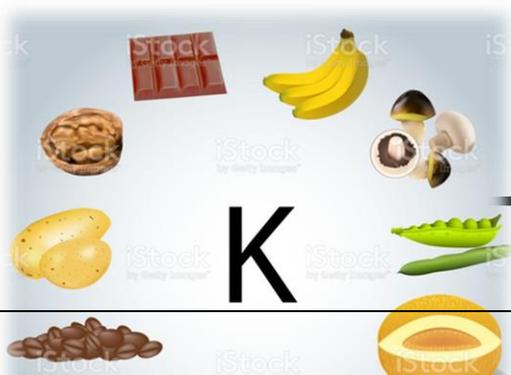
Fonte: <https://youtu.be/zx29QaIxYcM>

Conforme mostra a ilustração, na membrana plasmática, existe uma proteína responsável por este bombeamento (ilustrada pela cor verde), inicialmente, esta proteína está aberta para o lado interno da célula, o sódio presente dentro da célula vai se ligar a sítios presentes na proteína (chave-fechadura). Após essa etapa, um fosfato da molécula de ATP (Adenosina trifosfato) se ligará a proteína, assim, ela irá se fechar para o lado interno da célula e abrir-se para o lado externo da célula, liberando os íons de sódio e recendo os íons de potássio. Em seguida, sairá o fosfato que estava ligado a proteína, o potássio será liberado para o lado interno da célula e a mesma estará apta a fazer um novo bombeamento.

Sendo assim, o equilíbrio entre o sódio e potássio é um fator essencial para a diminuição da pressão sanguínea.

(MAGALHÃES, s/d).

POTÁSSIO (K)



Difícilmente a carência deste mineral no organismo ocorre pelo consumo insuficiente. É mais provável a perda em diarreias, vômitos, desnutrição grave, cirurgias e uso de diuréticos.

O consumo de potássio em excesso pode causar náuseas, fraqueza muscular e batimentos cardíacos irregulares. (ALVES, 2020).

Potássio nos alimentos.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/wVqX8RV7DCXUJJs7>

SÓDIO (Na)



- O sal de cozinha é composto por 40% de sódio, sendo a principal fonte desse mineral na alimentação. (ALVES, 2020).

SÓDIO (Na)

Fu	Principal função do sódio é essencial para o equilíbrio hídrico, é importante na transmissão de impulsos nervosos e no estímulo à ação muscular.	à e
De	Sua concentração está ligada a quantidade de água dentro e fora das células que garante esse equilíbrio aquoso.	lio
O	(ALVES, 2020). Alcobaça, Espinaque, Amêijoleta, Fígado de boi, Arroz cozido, Amanteiga, Brócolis, Leite, Camarão, Melão, Caranguejo, Tomate, e etc.	ia,
Exigências diárias	Adultos: 500mg Crianças: 225 - 500mg Lactentes: 120 - 200mg	

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 45).





Consumo de sódio pelos brasileiros

Fonte: <https://images.app.goo.gl/UeJinjUjwLoKs3iz5>

O brasileiro consome em médio 9g de sódio por dia, quando o ideal seria consumir 5g, ou seja, é quase o dobro, sendo uma ingestão exagerada. (BRASIL, 2019).

Salgar desidrata o alimento, sendo assim, uma maneira de conserva-lo. (MELO, 2019).

CAMPEÕES

EM SÓDIO



SÓDIO (Na)

<https://www.goo.gl/ux9QYcF1GEoDc8S38>

Curiosidade

DOCE contém sódio?



Existem alguns alimentos presentes no nosso dia-a-dia que mascaram a presença de alguns componentes, como o sódio em produtos doce.

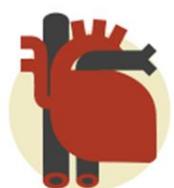
Atenção para os produtos da linha lights, como os iogurtes, sucos, bolacha, refrigerantes etc. Pois esses produtos podem conter o sódio que faz parte de ingredientes comuns na culinária, como conservantes. (FABRI, 2010).

Esses produtos por terem uma proposta de menos calorias, há um consumo exagerado, e por conta de terem outros componentes, podem acabar trazendo alguns problemas de saúde. Por isso, é de suma importância a atenção voltada para a tabela nutricional dos alimentos. (FABRI, 2010).

A carência deste mineral no organismo é rara, por conta da sua grande presença em produtos industrializados. Mas, em contrapartida, o excesso pode causar:



O excesso de sódio é o principal fator de risco para a hipertensão, ou seja, pressão alta!
A hipertensão aumenta o risco de doenças graves em diferentes órgãos:



CORAÇÃO
INSUFICIÊNCIA CARDÍACA



RINS
INSUFICIÊNCIA RENAL



CÉREBROVASCULAR
AVC- ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

Excesso de
Fonte: <http://www.who.int>

MICRONUTRIENTES



Micronutriente/minerais.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/E6PAEnpaZcLBiaUt8>

CROMO (Cr)

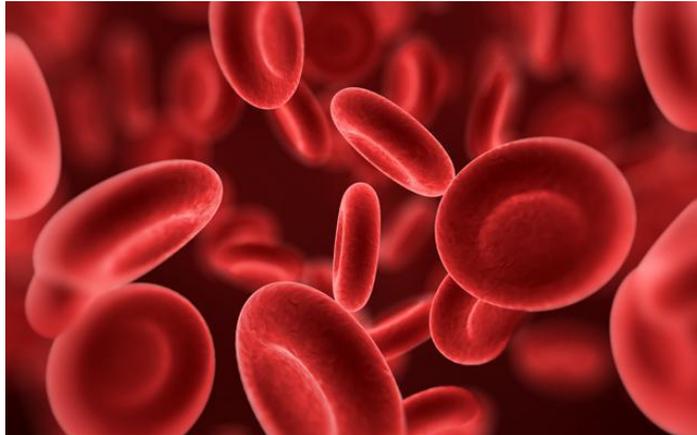
Função	<ul style="list-style-type: none">• Associado com o metabolismo da glicose; melhora a absorção deficiente da glicose pelos tecidos.
Doenças causadas pela carência	Má tolerância à glicose com o aumento da taxa de colesterol.
Onde encontrar	Água potável, lêvedo de cerveja, grãos integrais e etc.
Exigências diárias	Adultos: 50 - 200µg Lactentes: 10 -60µg Crianças: 2 - 200µg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 50).

O cromo é um mineral muito importante para nosso organismo, pois melhora quadros de diabetes tipo 2, pois é capaz de aumentar a ação da insulina, promovendo o controle da glicemia, e auxilia em uma maior utilização de carboidratos e gordura como fonte de energia e o controle do apetite. (LEMOS, 2021).

FERRO (Fe)

- É essencial para funções vitais do organismo;
- Cerca de 2/3 do ferro encontrado no organismo está na forma de hemoglobina, que é um dos componentes dos glóbulos vermelhos do sangue. (ALVES, 2020).



Hemoglobina.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/gy8eWKn36DujU4LU8>

Função	<ul style="list-style-type: none">• Essencial para a formação das células vermelhas.• Importante na transferência de CO₂.
Doenças causadas pela carência	Desempenho intelectual afetado; Baixa resistência às doenças; Controle de temperatura do corpo afetado; Falta severa causa anemia grave.
Onde encontrar	Fígado, rim, coração, gema de ovo, leguminosas, verduras, nozes, frutas secas, azeitona e etc.
Exigências diárias	Adultos: 10 - 15mg. Gravidez e lactação: 30 e 15mg, respectivamente. Lactentes: 6 - 10 mg Crianças: 10 - 12mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 49).

FERRO (Fe)

O ferro é essencial para funções vitais do organismo. Na estrutura da proteína hemoglobina tem por transportar de oxigênio dos pulmões para os demais órgãos. Como a maior parte do ferro encontrado no organismo está na forma de hemoglobina ela é utilizada para avaliar as reservas corporais de ferro.

Destaca-se também a ação do ferro na produção de células vermelhas (hemácias), redução de espécies reativas e produção de energia.



Raramente, o excesso de ingestão de ferro provoca efeitos adversos, como desconforto abdominal. (ALVES, 2020).

A carência deste mineral no organismo pode causar anemia ferropriva, pois resulta na insuficiência de hemoglobina na circulação e da habilidade de transporte de oxigênio para os tecidos. Entre os sintomas da anemia por deficiência de ferro estão a fraqueza, palidez, tontura cansaço pertinente e etc.

Neste caso da anemia ferropriva, uma boa ingestão de ferro pode reverter o caso.

(ALVES, 2020).

FLÚOR (F)



- Existe no corpo humano sob a forma de sais complexos nos ossos e no esmalte dos dentes. (SOUZA, s/d).

- O flúor irá se concentrar nos ossos em crescimento e nos dentes em desenvolvimento dos pequenos, auxiliando a endurecer o esmalte dos dentes de leite;
- Para crianças ajuda a endurecer o esmalte dos dentes permanentes que já se formaram.

(SORRISO, 2021).

couve-flor, maçã e trigo integral.

Exigências diárias

**As recomendações para a ingestão de flúor são de:
0,5 a 1,0mg por dia para as crianças
1,5 a 2,0mg/dia para os adultos.**

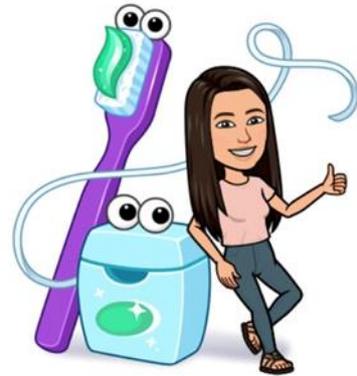
(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 51).

FLÚOR (F)



Flúor nos alimentos

Fonte: <https://images.app.goo.gl/VMVnzawTAubi2vsc6>

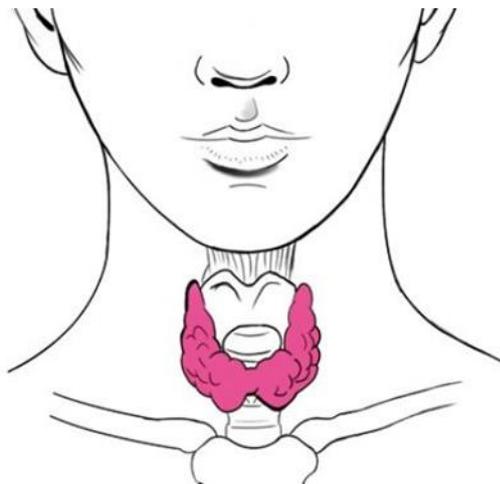


A sua utilização pode causar algum malefício?

- Causa a fluorose, que afeta os dentes. (SOUZA, s/d).

IODO (I)

- 80% estão acumulados nas estruturas da glândula tireoide. (ALVES, 2020).



Glândulas da tireoide.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/j7NWAQhNADvMyo9b6>

iodo (I)

Função	<ul style="list-style-type: none">• Síntese da tiroxina que regula o metabolismo celular;• Controle da taxa metabólica basal (BMR).
Doenças causadas pela carência	Bócio, diminuição da taxa metabólica , ganho de peso e cabelos secos.
Onde encontrar	Sal de mesa, Agrião, alcachofra, alface, alho, cebola, cenoura, ervilha, aspargo, rabanete, tomate, peixes, frutos do mar, vegetais e etc.
Exigências diárias	Adultos: 150mg Lactentes: 40 – 50mg Crianças: 70 – 150mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 50).

Por ser um componente essencial dos hormônios da glândula da tireoide, tiroxina (T4) e tri-iodotironina (T3), é fundamental para crescimento e desenvolvimento humano, pois os hormônios tireoidianos exercem importantes funções relacionadas ao desenvolvimento e funcionamento do cérebro e do sistema nervoso, além da regulação da temperatura corporal, e a produção e excreção dos hormônios T3 e T4 dependem da concentração de iodo.

Sem a formação adequada do hormônio tireoidiano e quando sua excreção é reduzida, resulta no aumento (hipertrofia) da glândula da tireoide.

(ALVES, 2020).

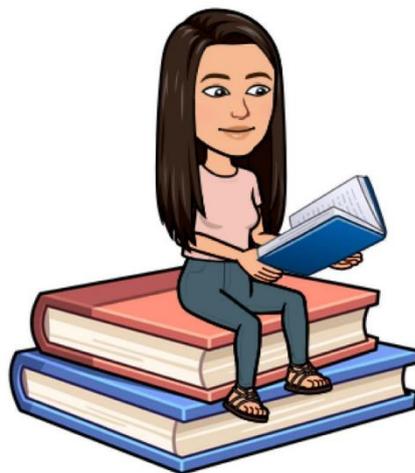
iodo (I)



Iodo nos alimentos.

Fonte: <https://images.app.goo.gl/avxjiavyHZoauosK8>

O excesso deste mineral no organismo pode causar tireoidite crônica autoimune (tireoidite de Hashimoto) ou hipertireoidismo induzido por iodo. (ALVES, 2020).



MANGANÊS (Mn)

Função	<ul style="list-style-type: none"> • Componente enzimático no metabolismo geral.
Doenças causadas pela carência	Anomalias ósseas.
Onde encontrar	Banana, Feijão, Carne de boi, Milho, Cebola, Ostra, Cenoura, Pêssego, Damasco, Soja, Espinafre, Tomate e etc.
Exigências diárias	Adultos: 2 – 5mg Lactentes: 0,3 - 1,0mg Crianças: 1 – 5mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, p. 51).

O manganês apresenta muitas funções como a participação no metabolismo de aminoácidos, carboidratos, formação de tecidos, na regulação de neurotransmissores e etc, Assim, este mineral é essencial para o organismo humano. (ALVES, 2020).



Manganês nos alimentos

Fonte: <https://images.app.goo.gl/ZgaHQUfGfFqb4ikCA>

O excesso deste mineral no organismo pode causar espasmos musculares faciais, tremores, dificuldade de locomoção e déficit cognitivo. (ALVES, 2020).

ZINCO (Zn)



- Micronutriente com maior impacto sobre nosso sistema imunológico.
- Está envolvido em mais de 300 enzimas. (ALVES, 2020).

	<ul style="list-style-type: none"> • Exerce funções específicas atuando no crescimento e replicação celular;
--	--

O zinco está envolvido em mais de 300 enzimas que controlam diversos processos como a síntese do DNA, resposta comportamental, reprodução e desenvolvimento fetal, cicatrização de feridas, estabilidade da membrana, formação óssea e etc. (ALVES, 2020).

Doenças causadas pela carencia	Diminuição da imunidade e no crescimento. Perda de cabelo.
Onde encontrar	Agrião, Carne de porco, Arroz, Espinafre, Banana, Fígado de boi, Carne de boi, Leite, Camarão, Ostra, Caranguejo, Soja e etc.
Exigências diárias	Adultos: 12 - 15mg Lactentes: 5mg Crianças: 10 - 15mg

(PINHEIRO *et al.*, 2005, 49).



A falta de zinco pode ocasionar no atraso da maturação sexual, déficit de crescimento, pouco apetite, deficiência do sistema imune e etc. (ALVES, 2020).

ZINCO (Zn)



Zinco nos alimentos

Fonte: <https://images.app.goo.gl/VSTPZ6NJZY5iGvEc8>

O excesso deste mineral no organismo pode causar sintomas como náuseas, vômitos, diarreia, alteração da respiração, sudorese e gosto metálico na boca. (ALVES, 2020).

A IMPORTÂNCIA DO Fe NA ESTRUTURA DA HEMOGLOBINA

O que é o Ferro?



Ferro nos alimentos

Fonte: <https://blog.tudogostoso.com.br/noticias/alimentos-ricos-em-ferro-para-incluir-no-seu-cardapio/>

É um micronutriente essencial, mais precisamente um mineral **que indispensavelmente necessita estar em quantidades adequadas no corpo, pois ele participa de inúmeros processos os quais podem ser considerados vitais** (MORTIMER; MACHADO, 2016).

É um componente da hemoglobina.

Atua na síntese (fabricação) das células vermelhas do sangue (MORTIMER; MACHADO, 2016).

O ferro fica disponível para ser absorvido pelo organismo quando se encontra como íon Fe^{2+} ou Fe^{3+} . Nos vegetais, o ferro está presente na forma mais oxidada, a forma Fe^{3+} . (MORTIMER; MACHADO, 2016).

Principais funções no organismo:

- ✓ Atuar como vetor de oxigênio sintetizando facilmente dissociável;
- ✓ Permitindo o transporte de oxigênio aos tecidos na medida das suas necessidades;
- ✓ Servir de catalisador da oxidação, nas células e nas moléculas livres (GERMANO *et al.*, 2002).

Embora esteja em uma grande variedade de alimentos, relacionado a biodisponibilidade do ferro nestes alimentos essa é variável e, assim, o organismo faz a absorção em quantidades maiores ou menores do ferro que é ingerido (QUEIROZ; TORRES, 2000).

“O ferro é encontrado em vários alimentos, tanto de origem animal (carnes de todos os tipos, leite e ovos), como vegetal (verduras de coloração verde escura, feijão, soja, entre outros)”. (QUEIROZ; TORRES, 2000, p. 02)

Foram identificados três estágios na instalação da deficiência de ferro. O primeiro estágio - a depleção de ferro - ocorre quando o aporte de ferro é incapaz de suprir as necessidades. Se o balanço negativo continua, instala-se a segunda fase - a eritropoiese ferro deficiente

- caracterizada por diminuição do ferro sérico, saturação da transferrina abaixo de 16% e elevação da protoporfirina eritrocitária livre. No terceiro estágio - a anemia por deficiência de ferro - a hemoglobina situa-se abaixo dos padrões para a idade e o sexo (QUEIROZ; TORRES, 2000, p. 03).

No momento em que a síntese de hemoglobina se apresenta de forma deficiente têm-se três tipos de anemias, de modo que, entre os quais tem-se três compostos que é deficiente. Aquelas relacionadas com o metabolismo de ferro, com ênfase para as mais comuns que são a anemia ferropriva e a anemia de doença crônica (CARVALHO; BARACAT; SGARBIERI, 2006).

HEMOGLOBINA

Um dos principais facilitadores da absorção desse tipo de ferro é o ácido ascórbico – a vitamina C.

A inclusão de suco de laranja ou limão (frutas ricas em vitamina C) durante a refeição aumenta a absorção do ferro de três a quatro vezes porque o ácido ascórbico facilita a absorção daquele nutriente pela formação de complexos solúveis, tanto em meio ácido quanto básico



Hemácias

Fonte:

<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/hemoglobina>

Hemoglobina: pigmento portador de oxigênio nas células vermelhas do sangue, ela concentra a maior parte de ferro do organismo (75% do total de ferro no corpo). Cerca de 70% de ferro faz parte das hemácias e é um dos elementos constituintes de vital importância da porção heme da hemoglobina (SANTOS, s/d).

Por sua vez, nas carnes e vísceras, o ferro está como Fe^{2+} , compondo o grupo de proteínas como o da hemoglobina.

A hemoglobina é uma proteína que contém quatro complexos prostéticos (grupo de natureza não proteica de uma proteína), tendo como átomo central um íon Fe^{2+} .

Esses complexos são denominados complexos heme e são responsáveis pela fixação e transporte das moléculas de oxigênio, O_2 . Cada hemoglobina carrega quatro moléculas de gás oxigênio por vez, cada uma ligada a um complexo heme. (MORTIMER; MACHADO, 2016).

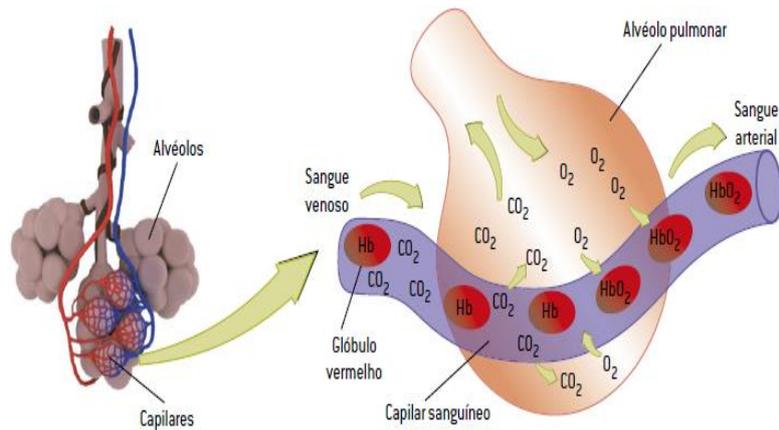
A absorção do ferro pelo organismo ocorre no intestino delgado (em meio básico) e ele deve estar na forma Fe^{2+} . (MORTIMER; MACHADO, 2016).

Nessas condições, o ferro de origem animal está compondo a hemoglobina e, portanto, fica impedido de ser oxidado. Se o ferro não participasse desse complexo, ele se transformaria em um precipitado insolúvel de hidróxido de ferro (III), $\text{Fe}(\text{OH})^3$, uma vez que o meio básico do intestino delgado favoreceria a formação desse composto. (MORTIMER; MACHADO, 2016).

A absorção do ferro deve ser considerada sob dois aspectos:

- O ferro que constitui os complexos heme da hemoglobina, chamado de ferro-heme, é diretamente absorvido pelo organismo. O ferro-heme representa apenas 5% a 10% do ferro consumido em nossa dieta e contribui com 1/3 do ferro efetivamente absorvido.
- De 85% a 90% da quantidade de ferro que as pessoas ingerem é o chamado ferro não heme, ou seja, aquele encontrado em alimentos de origem vegetal, ovos, leite e derivados. Esse tipo de ferro é chamado de ferro de baixa biodisponibilidade. (MORTIMER; MACHADO, 2016).

Processo de Hematose

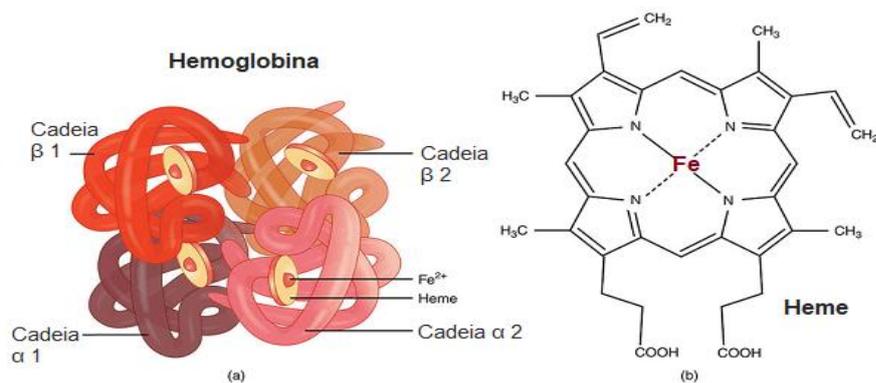


Processo de hematose

Fonte: <https://www.coladaweb.com/biologia/hematose>

Entende-se o processo de hematose pulmonar a troca gasosa que acontece entre o sangue e o ar presente nos pulmões. A fim de realizar a manutenção do equilíbrio ácido básico no organismo e é realizado por todos os vertebrados terrestres. (MELDAU, 2009).

A presença de oxigênio que é inspirado chega até os alvéolos pulmonares, ocorrendo assim a troca gasosa (por meio de suas finas paredes), com o sangue dos capilares, tem-se o oxigênio que passa os vasos sanguíneos (antes o sangue era venoso, passa a ser arterial) e o gás carbônico nos capilares vai para o interior dos alvéolos por difusão. (MELDAU, 2009).



(a) Estrutura da hemoglobina. (b) Estrutura molecular do grupo heme.

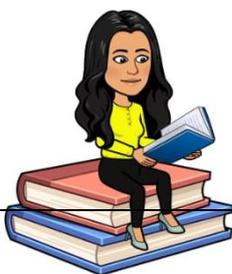
Cada hemoglobi
um complexo h
grupo heme.

Estrutura química da hemoglobina

Fonte: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/hemoglobina>

a
n

Transporte de gases

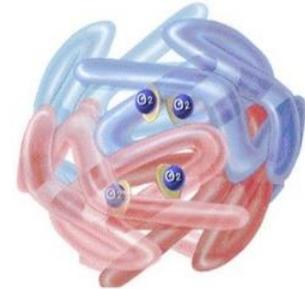




No sangue, O₂ é transportado de dois modos, em solução, dissolvido na água plasmática e em ligação covalente com a Hb, formando oxiemoglobina (HbO₂).

Normalmente, é próximo de 97% que o oxigênio transportado dos pulmões para os tecidos é carregado em proximidade química com a hemoglobina existente nas hemácias. Os 3% restantes são carregados sob aspecto de oxigênio dissolvido na água do plasma e das células.

Oxiemoglobina



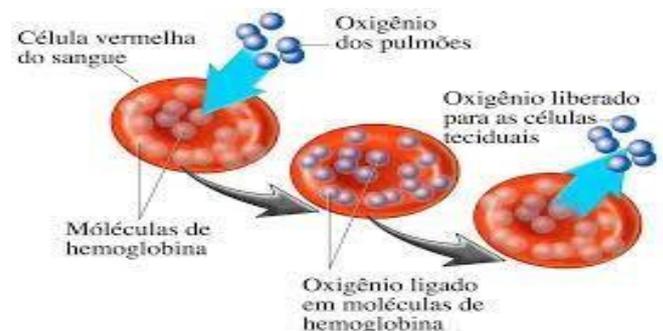
Oxiemoglobina

Fonte:

https://www.ufjf.br/laura_leite/files/2019/03/Transporte-de-gases-2019.03.pdf

Assim, em condições normais, o oxigênio é levado aos tecidos quase que inteiramente pela hemoglobina. No sangue arterial, há 65 vezes mais O₂ ligado à hemoglobina do que dissolvido no plasma. (ANDREAZZA, 2003).

“Uma vez que o oxigênio tenha se difundido dos alvéolos para o sangue pulmonar, ele é transportado para os capilares dos tecidos e liberado para uso das células”. (ANDREAZZA, 2003, p. 14).

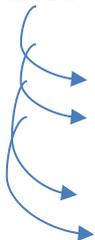


Transporte de gases hemoglobina

Fonte:

<https://docente.ifsc.edu.br/felipe.seixas/MaterialDidatico/An%C3%A1lises%20Quimicas/Exames%20la>

Função: **Eritrócitos (hemácias):**



- Transportar a molécula de hemoglobina;
- Correspondem a aproximadamente 45% do volume do sangue;
- Presença do pigmento vermelho a **hemoglobina (Hb)** que possui o Fe²⁺ na constituição.

Tipos de Ferro: **Heme e não-Heme**

Fe HEME

- Carne vermelha, fígado, aves, peixes, vísceras, frango, mexilhão, ostras e gema de ovo;
- Sendo absorvida pela mucosa intestinal 10 a 30% da quantidade consumida. (LOPES, 2022).



Ferro heme

Fonte:

<http://www.danieladealmeida.com.br/dicas/carnevermelhaediabetes>



Ferro não heme

Fonte:

<http://orvalhoverde.com.br/ferro-e-as-oleaginosas>

Fe Não HEME

- Vegetais verde-escuros, espinafre, brócolis, coentros, leguminosas e tubérculos;
- Tem biodisponibilidade variável, geralmente baixa (LOPES, 2022).

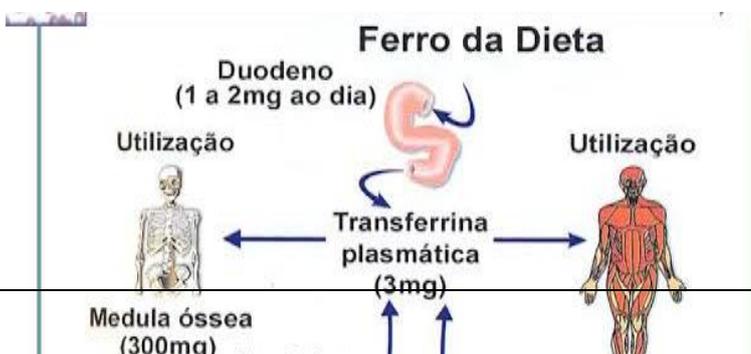
“Sua biodisponibilidade é potencializada pelo consumo concomitante de carnes, vísceras e alimentos ricos em ácidos orgânicos, como o ácido ascórbico, vitamina A e beta carotenos”. (SANTOS *et al.*, 2004, p. 02).

Vários fatores influenciam na absorção de ferro não heme. Um dos principais facilitadores da absorção desse tipo de ferro é o ácido ascórbico – a vitamina C. (MORTIMER; MACHADO, 2016).

A inclusão de suco de laranja ou limão (frutas ricas em vitamina C) durante a refeição aumenta a absorção do ferro de três a quatro vezes porque o ácido ascórbico facilita a absorção daquele nutriente pela formação de complexos solúveis, tanto em meio ácido quanto básico.

Portanto, quando alimentos ricos em vitamina C são ingeridos com vegetais ricos em ferro, a absorção desse nutriente pelo organismo fica favorecida. A cultura popular brasileira é sábia ao associar fatias de laranja com feijoada e couve. (MORTIMER; MACHADO, 2016).

Absorção do Ferro



“A absorção do ferro ocorre no epitélio duodenal superior, o qual apresenta estruturas vilosas que aumentam a superfície de absorção”. (NEGRI, 2008, p.02)



Absorção do ferro.

Fonte: <https://docplayer.com.br/70596141-12-de-agosto-de-professor-fernando-pretti-slides-aula-teorica-abaxo-reunidos-anemia-ferropriva.html>

“A apotransferrina é liberada para ser recarregada com ferro, completando o ciclo da transferrina. Durante seu tempo de vida, a transferrina realiza em torno de 100-200 ciclos de transporte do ferro “. (NEGRI, 2008, p.04).

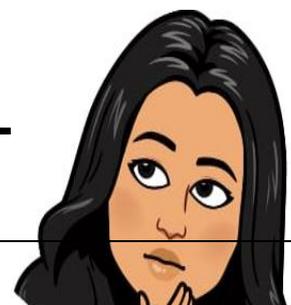
Parte considerável do ferro do organismo está incorporado à hemoglobina dos eritrócitos circulantes (60 a 70%). Por volta de 20-30% está na forma de ferritina e hemosiderina nos hepatócitos e nos macrófagos do sistema reticulo endotelial.

“A hemossiderina oferece fonte de reserva no fígado. A partir desses compostos de armazenamento, o ferro é mobilizado para a síntese da hemoglobina, de acordo com as necessidades”. (SANTOS, 2010, p. 03).

FERRO

Ingestão de ferro recomendada de acordo com faixa etária

0 a 6 meses	0,27 mg/dia
7 a 12 meses	11 mg/dia
1 a 8 anos	7 a 10 mg/dia
Crianças a partir dos 9 anos	8 a 11 mg/dia
Adolescentes e adultos	15 mg/dia



Ingestão de ferro

Fonte: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/biologia/vitaminas-minerais-um-breve-estudo.htm>

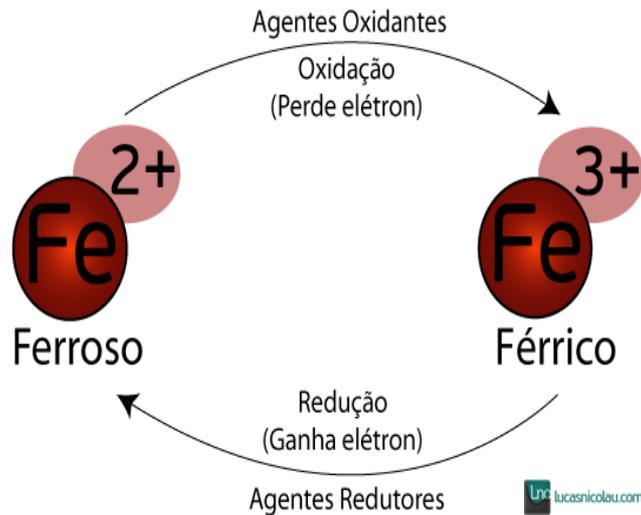
A anemia Ferropriva é determinada devido o consumo insuficiente de alimentos ricos em Fe^{2+} , ou seja, a baixa disponibilidade de Fe ingerido. (LACERDA; CUNHA, 2001).

O controle da distribuição e da transferência de ferro pelas células que o absorve envolve várias substâncias receptoras.

De início o ferro se liga a uma molécula intracelular inicial. Esta deixa uma parte do ferro, livre para que ele possa atender as necessidades da mitocôndria da célula absorvente.

Logo após, dimensões específicas de ferro serão liberadas para seus receptores e transportadores: apoferritina, e a apotransferrina. No geral, de 10% a 30% da ingestão do ferro é absorvido, principalmente no duodeno. Os 70% a 90% restantes são eliminados. (SANTOS, 2010).

PROCESSO DE METABOLISMO DO FERRO



Processo de metabolismo do ferro.

Fonte: <https://lucasnicolau.com/?v=publicacoes&id=6>

O ferro pode ser encontrado sob 2 formas: ferrosa (Fe^{2+}) e férrica (Fe^{3+}) e seu conteúdo corpóreo é de 3 a 5g, sendo que parte desempenha funções metabólicas e oxidativas (70% a 80%) e outra encontra-se sob a forma de armazenamento como ferritina e hemossiderina no fígado, baço e medula óssea (20% a 30%). (QUEIROZ; TORRES, 2000).

A IMPORTÂNCIA DO Mg NA ESTRUTURA DA CLOROFILA

Para Veloso (2005) “o magnésio está envolvido com a formação das moléculas responsáveis pelo armazenamento de energia nas plantas, denominadas trifosfato de adenosina (ATP)”. Enquanto, “a clorofila é um dos principais pigmentos fotossintéticos responsáveis pela tonalidade verde das plantas, sendo capaz de captar e bioconverter a luz solar”.

No processo de fotossíntese com a dependência de luz a clorofila absorve luz visível e focaliza a energia para centros de reação na membrana tilacóide. Nos focos de reação a

absorção de luz forma espécies com forte poder de receber e doar elétrons. (SCHORR, 2011).

Com ênfase nas plantas, o magnésio apresenta-se majoritariamente na clorofila, que possibilita o processo fotossintético e oferece a coloração verde. (FRANCO, 2009).



Pigmentação verde das plantas: presença de magnésio.

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/elemento-magnesio.htm>

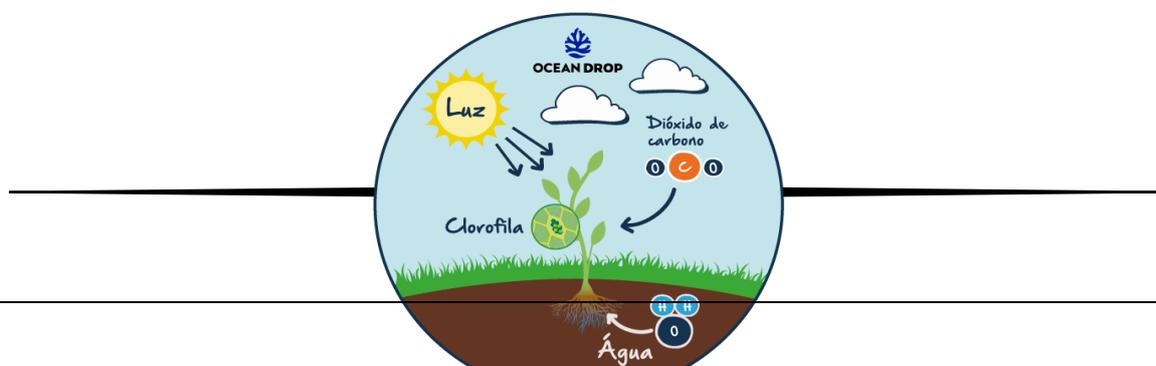
A clorofila tem duas funções principais: a biossíntese de açúcares e produção de oxigênio.

1 Biossíntese de Açúcares

As plantas usam ambas as formas de clorofila para coletar a energia da luz. A clorofila está concentrada nas membranas de tilacoides dos cloroplastos. Os cloroplastos são os organelos em que ocorre a fotossíntese.

2. Produção de oxigênio

Um subproduto da fotossíntese é o oxigênio. As células vegetais podem usar esse oxigênio na respiração celular, mas também liberam excesso de oxigênio no ar. Esse oxigênio permite que muitas não-plantas sofram respiração também, apoiando assim a vida na Terra. (PLANETA BIOLOGIA, 2021).



Clorofila

Fonte: <https://my.oceandrop.com.br/clorofila-e-seus-beneficios/>

A fotossíntese é um processo realizado por organismos autotróficos fotossintetizantes, como plantas, algas e alguns procariontes. Eles captam a luz solar, transformam em energia química e produzem os compostos orgânicos (carboidratos ou açúcares) a partir de água e dióxido de carbono. Ao final do processo, oxigênio é liberado no ambiente. (SANTOS, 2019).

ESTRUTURA QUÍMICA DA CLOROFILA

“Estruturalmente são moléculas complexas, pertencentes à classe das porfirinas, formadas por 4 anéis pirrólicos e um quinto anel isocíclico, localizado ao lado do terceiro anel pirrólico”. (MARQUEZ, 2003, p. 03).



Clorofila

Fonte: https://my.oceandrop.com.br/clorofila-e-seus-beneficios

CLOROPLASTOS



Os cloroplastos são organelas celulares que apresentam uma estrutura complexa. Apresentam formato discoide e, assim como as mitocôndrias, duas membranas revestindo-os. Entre essas duas membranas, há o espaço intermembranas.



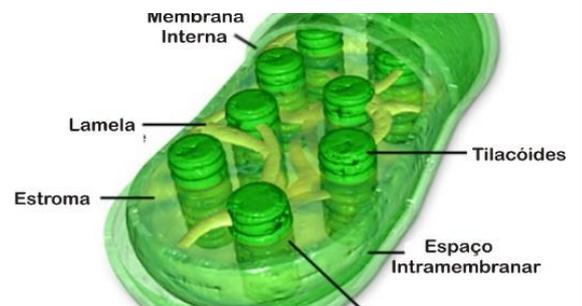
Estrutura do cloroplasto

Fonte:

<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/cloroplastos.htm>



No interior dos cloroplastos, observa-se um fluido denso chamado de estroma, no qual se encontra um sistema de membranas que formam espécies de sacos denominados de tilacóides. O espaço dentro dos tilacóides é denominado de lume do tilacóides, e as clorofilas e carotenoides estão contidos na membrana dos tilacóides.



Estrutura do cloroplasto

Fonte:

<https://escolaeducacao.com.br/organelas-cloroplastos>



Os tilacoides podem estar empilhados formando colunas que lembram pilhas de moedas, chamadas **grânulo**.



Os cloroplastos podem apresentar **grãos de amido**, estando o surgimento desses grãos ligado ao processo de fotossíntese. Esses grãos só aparecem quando **o organismo está realizando ativamente a fotossíntese**. (SANTOS, 2019).

Principais características dos cloroplastos:

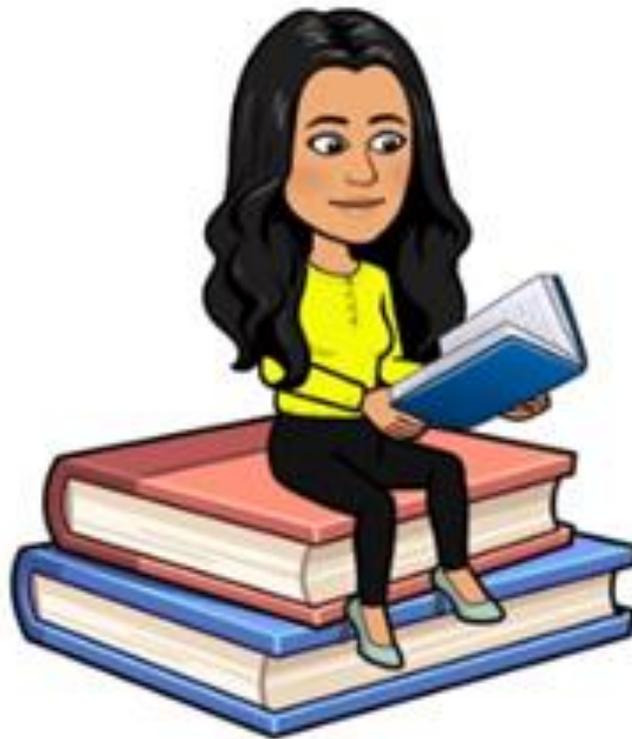
- Possuem cor verde em função da presença da clorofila.
- São limitados por uma espécie de envelope formado por duas membranas lipoprotéicas.
- Possui em seu interior um líquido conhecido como estroma. (SANTOS, 2019).

Após ingestão de um mineral, a absorção e utilização nos tecidos e células depende da sua biodisponibilidade.

A biodisponibilidade de um nutriente se refere a proporção realmente usada pelo organismo.

Ou seja, a simples presença do mineral no alimento não garante sua utilização pelo corpo, uma vez que ele depende da forma química, quantidade ingerida, interação com outros nutrientes, eficiência da absorção, metabolização, entre outros.

Em resumo: não é a quantidade total que você ingerir que será aproveitada em alguma função do seu organismo (ALVES, 2020).



TIPOS E FONTE DE FERRO DIETÉTICO, FATORES FACILITADORES E INIBIDORES DA ABSORÇÃO

TIPOS DE FERRO	FONTES ALIMENTARES	FATORES DA DIETA
Ferro heme: Deriva da hemoglobina e demais proteínas; presente na alimentação de origem animal. Tem elevada absorção (alta biodisponibilidade)	Carne bovina, peixes, aves e vísceras.	É absorvido pelo intestino em maior porcentagem (10 a 30%).
O ferro não heme, tem biodisponibilidade variável, porém sempre baixa.	Cereais (aveia, trigo, milho, arroz). Leguminosas (feijões, soja) Tubérculos (batata)	Facilitadores: consumo simultâneo de carnes, vísceras, alimentos ricos em ácidos orgânicos como o ascórbico, a vitamina A e carotenos (SANTOS et al., 2004). Fatores Inibidores: <u>fitatos</u> , <u>polifenóis</u> , fosfatos, carbonatos e taninos (chás, café e alguns refrigerantes) pela formação do <u>quelato ferro-ascorbato</u> (ARANHA et al., 2000).

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/17400691/> (OLIVEIRA, 2011)

Fatores facilitadores da biodisponibilidade

- ✓ Alimentos ajudam na absorção de determinados minerais.
- ✓ A clássica laranja na feijoada, além de ser uma ótima sobremesa, auxilia na melhora da biodisponibilidade de nutrientes da refeição.
- ✓ Isso porque a vitamina C favorece a absorção de ferro do feijão, por exemplo (ALVES et al., 2020)

Fatores inibidores da biodisponibilidade

- ✓ No caso do leite, por ser rico em cálcio, é um dos inibidores da absorção de magnésio, assim como o sódio, encontrado principalmente no sal, é um inibidor de potássio.
- ✓ Muitas pessoas gostam de tomar café preto ou até mesmo algum tipo de chá durante a tarde, essas bebidas, no entanto, são inibidores de zinco, pois contém taninos, que são substâncias derivadas de plantas, que interferem na absorção deste mineral.
- ✓ Apesar de componentes vegetais, como fitato e oxalato, inibir a absorção de alguns minerais, as fibras também presentes nesses alimentos podem auxiliar na melhora da absorção de cálcio e magnésio.

- ✓ Há inúmeras interferências entre os próprios minerais que podem ser benéficas ou prejudiciais (ALVES et al., 2020).



Ferro

Fonte: <https://www.uol.com.br/vivabem/reportagens-especiais/minerais-por-que-nosso-corpo-precisa-deles/#page7>

ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS MINERAIS

INTERAÇÕES ENTRE NUTRIENTES NA ALIMENTAÇÃO

- Magnésio
 - ✓ Para o cálcio ser absorvido é preciso haver, em nossa alimentação, quantidade significativa de magnésio
 - ✓ A necessidade diária de magnésio, para adultos, está em torno de 350 mg. E onde está o magnésio?

FONTE ALIMENTAR (100 g)	Mg (mg)
Grão-de-bico (cru)	560
Cacau (cru)	395
Castanha-do-brasil	230
Amêndoa torrada	205
Aveia em flocos (crua)	157
Milho verde (cru)	157
Amendoim torrado	150
Nozes	130
Laranja-pera	26
Leite de vaca integral	16

Quantidade de magnésio (em mg) contida em 100 g de alguns alimentos considerados fonte de magnésio para nossa alimentação.

(MORTIMER et al., 2016).

As necessidades diárias de cálcio para adultos estão em torno de 1000 mg.

➤ **Cálcio**

- ✓ É muito habitual considerarmos o leite a nossa mais frequente e melhor fonte de cálcio.
- ✓ Além do leite, o gergelim e os alimentos integrais constituem fonte de cálcio de alto valor biológico.
- ✓ O quadro abaixo apresenta as quantidades de cálcio de algumas importantes fontes alimentares

FONTE ALIMENTAR (100 g)	Ca (mg)
Feijão-branco miúdo	476
Gergelim (semente)	417
Avelã	287
Castanha-do-pará	198
Feijão-guando (seco)	197
Aveia em flocos (crua)	195
Leite de vaca desnatado	124
Leite de vaca integral (cru)	102

Quantidade de cálcio (em mg) contida em 100 g de alguns alimentos considerados fonte de cálcio para nossa alimentação.

(MORTIMER *et al.*, 2016).

INTERAÇÃO ENTRE VITAMINA C E FERRO

- ✓ Uma outra informação já quase de domínio público relaciona a importância da vitamina C para a melhor absorção do íon ferro;
- ✓ O ferro é componente da hemoglobina;
- ✓ A necessidade diária de ferro para uma pessoa adulta é, em média, 50 mg.

FONTE ALIMENTAR (100 g)	Fe (mg)
Carne bovina	308
Feijão-guando (seco)	12,5
Feijão-branco miúdo	11,9
Fígado de boi (cru)	9,5
Gergelim (semente)	8,4
Castanha de caju torrada	5,60
Aveia em flocos (crus)	4,50
Avelã	4,10
Nozes	3,10
Ovo de galinha inteiro (cru)	3,10
Couve	2,20
Leite de vaca integral (cru)	0,10

Quantidade de ferro (em mg) contida em 100 g de alguns alimentos considerados fonte de ferro para nossa alimentação.

(MORTIMER *et al.*, 2016).

FATORES QUE INFLUENCIAM OS TEORES DE MINERAIS NOS ALIMENTOS

CASTANHAS

- Existem vários tipos de castanhas, ou oleaginosas, e todas trazem muitos benefícios à saúde.

As mais conhecidas são: amêndoa, castanha de caju, castanha-do-pará, noz, avelã, pistache, amendoim, castanha portuguesa e sementes de girassol (MORTIMER *et al.*, 2016).

De modo geral, as castanhas são ricas em **vitamina E** e minerais, como potássio, magnésio, zinco, ferro, selênio, além de fósforo, entre outros (MORTIMER *et al.*, 2016).





(MORTIMER *et al.*, 2016).

Oleaginosa (100 g)	Valor calórico (kcal)	Na (mg)	K (mg)	Mg (mg)	Ca (mg)
Amêndoa torrada e salgada	581	279	640	222	237
Castanha de caju (crua)	570	86,3	620	260	24
Castanha-do-pará	643	81,0	519,9	230	172
Coco-da-baía (polpa)	411	46,2	302,0	35	43
Nozes	620	3,0	432,0	130	83,0

(MORTIMER *et al.*, 2016).

CONTAMINANTES INORGÂNICOS



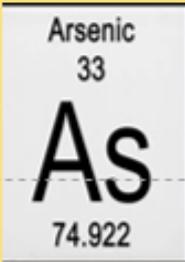
- **Arsênio**
- **Cádmio**
- **Chumbo**
- **Mercúrio**

“A principal fonte de exposição ao homem para os contaminantes inorgânicos (metais pesados) ocorre pelo consumo de alimentos, principalmente por pescado, com elementos não essenciais tóxicos como o arsênio, o chumbo, o mercúrio, o cádmio”. (MORGANO et al., 2011, p. 01).

Estes podem ser originários de fontes de poluição das águas de superfície decorrente de descargas de efluentes pelas indústrias, deposições atmosféricas de poluentes e acidentes ocasionados por derramamento de compostos químicos tóxicos, entre outros. (MORGANO *et al.*, 2011).

Arsênio

O arsênio também é largamente empregado em processos de fundição de metais e na conservação de madeira. Quando aquecido, é liberado no ar como poeira, e pode ser inalado pelos trabalhadores. A intoxicação por arsênio provoca, em casos menos graves, o aparecimento de feridas na pele que não cicatrizam e diminuição da produção de glóbulos vermelhos. Em um estado mais crítico da contaminação, podem aparecer gangrenas, danos a órgãos vitais, câncer de pele e até levar a morte. (BLACKSMITH, 2011).

METAL	ASPECTO	FONTES DE CONTAMINAÇÃO	SINTOMAS
<p>Arsênio (As)</p>  <p>Figura 46: Arsenio Fonte: https://escolaeducacao.com.br/arsenio/tabela-periodica-3/</p>	 <p>Figura 47: Metal de Arsênio Fonte: https://www.tabelaperiodicacompleta.com/elemento-quimico/arsenio</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tintas; ➤ Eletrônicos; ➤ Fertilizantes, fungicidas e herbicidas; ➤ Conservantes de madeira; ➤ Contaminantes de alimentos, fruto do mar. 	 <p>Figura 48: Sintomas causados por arsênio Fonte: https://exame.com/tecnologia/os-6-poluentes-toxicos-que-mais-ameacam-o-planeta/</p>

Fonte: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/os-6-poluentes-toxicos-que-mais-ameacam-o-planeta/>

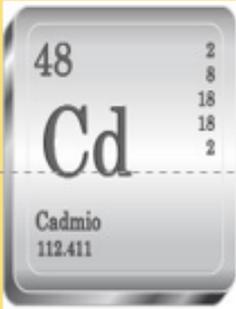
Cádmio

O cádmio é um metal pesado, que é tóxico e perigosa substância para o homem. No organismo ele pode entrar via respiratória ou sistema digestivo.

Os sintomas de intoxicação aguda cádmio rapidamente se acumula.

Aguda intoxicação por cádmio pode evoluir com a ingestão de água contaminada com este metal. **30 mg desta substância capaz de causar intoxicação aguda**, a dose pode ser fatal para o homem.

O cádmio leva ao desenvolvimento de intoxicação aguda quando ingerido através da pele, trato respiratório, sistema digestivo. (SOUZA, s/d).

METAL	ASPECTO	FONTES DE CONTAMINAÇÃO	SINTOMAS
<p>Cádmio (<u>Cd</u>)</p>  <p>Figura 49: <u>Cádmio</u> Fonte: https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-c%C3%A1dmio-do-elemento-qu%C3%ADmico-da-tabela-peri%C3%B3dica-image94284102</p>	 <p>Figura 50: Aspecto do cádmio Fonte: https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/cadmio.htm</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Todos os tipos de solo ou pedras; ➤ No carvão; ➤ Fertilizantes; ➤ Minerais; ➤ Pilhas; ➤ Plásticos de alguns brinquedos. 	 <p>Figura 51: sintomas causados por cádmio Fonte: http://poisoning-pt.vsebolezni.com/vidy/himicheskie/simptomyy-i-lechenie-otravleniya-kadmiem.html</p>

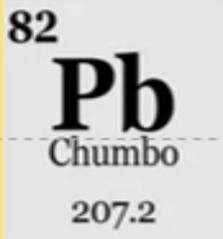
Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/cadmio.htm>

Chumbo

O **chumbo** (Pb) é um elemento químico maleável, com baixa condutividade elétrica e altamente tóxico para os seres vivos. Raramente, esse elemento é encontrado na natureza, mas quando achado está na forma de compostos minerais.

Quando absorvido pelo organismo humano, por meio da comida, do ar ou da água, a **intoxicação** por chumbo pode causar efeitos como:

- Alterações na produção da hemoglobina e desenvolvimento de anemia;
- Desregulação hormonal;
- Fadiga, dor muscular e nas articulações;
- Perturbações gastrointestinais (náuseas, vômitos, dor abdominal, etc.);
- Distúrbios neurológicos (dor de cabeça, irritabilidade, letargia, etc.);
- Problemas de fertilidade masculina;
- Diminuição da aprendizagem em crianças (CAIUSCA, 2019).

METAL	ASPECTO	USO	SINTOMAS
<p>Chumbo (Pb)</p>  <p>Figura 52: Chumbo. Fonte: https://escolaeduacao.com.br/chumbo/</p>	 <p>Figura 53: Metal chumbo Fonte: https://www.tabelaperiodicacompleta.com/elemento-quimico/chumbo/</p>	<p>Mercúrio</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grande parte do ambiente; ➤ Ar, água e solo; ➤ Utilizado pela indústria para fazer objetos. 	 <p>Figura 54: Sintomas causados por chumbo. Fonte: https://conhecimentocientifico.com/chumbo/</p>

O mercúrio é um metal líquido e pesado que, sob condições normais, é encontrado em baixas concentrações no ambiente, sendo naturalmente liberado devido a processos erosivos e erupções vulcânicas.

A contaminação ambiental por mercúrio é, portanto, resultado de ações humanas que envolvem este elemento. As principais fontes antropogênicas de mercúrio são:

Queima de carvão, petróleo e madeira: o processo emite, na atmosfera, o mercúrio contido nesses materiais;

Fabricação de produtos que utilizam o mercúrio como matéria-prima, como termômetros e lâmpadas fluorescentes;

Descarte inadequado do mercúrio após a sua utilização em processos industriais, como produção de cloro-soda;

- Mineração do ouro, na qual o mercúrio é usado para facilitar o processo de separação de partículas. (ECYCLE, 2018).

Magnificação trófica

A matéria orgânica presente no esgoto doméstico pode ser decomposta por microrganismos, como as bactérias. Um dos problemas ambientais mais sérios é o acúmulo de substâncias tóxicas no ambiente.

Muitos desses produtos não podem ser decompostos pelas bactérias e pelos fungos, e são chamados não biodegradáveis. Ou então, eles demoram dezenas ou centenas de anos para se decompor, sendo, por isso, também chamados poluentes persistentes ou conservativos. Muitos desses poluentes, uma vez absorvidos por um organismo, demoram muito tempo para serem eliminados e se acumulam até atingir concentrações muito nocivas, podendo provocar doenças e até a morte.

É o caso de metais como o mercúrio e o chumbo, ou mesmo de substâncias orgânicas (em geral sintéticas), como o inseticida DDT (letras tiradas do nome diclorodifeniltricloroetano). Por causa da redução da biomassa na passagem de um nível trófico para outro, a concentração do produto tóxico aumenta nos organismos ao longo da cadeia alimentar, e os organismos dos últimos níveis tróficos acabam absorvendo doses altas dessas substâncias prejudiciais à saúde. Esse fenômeno é conhecido como magnificação trófica, biomagnificação ou amplificação biológica. (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016).

→ É A RETENÇÃO BIODEGRADÁVEIS INCAPAZES DO ORGANISMO METABOLIZAR.

Bioamagnificação

É o aumento na concentração de um contaminante a cada nível da cadeia alimentar. (MONTONE, s/d).

Principais substancias:

DDT – Dicloro-difenil-tricloroetano

Metais pesados (Hg / Pb);
Elementos radioativos (SANTOS, s/d).

Acúmulo de substâncias/compostos químicos.



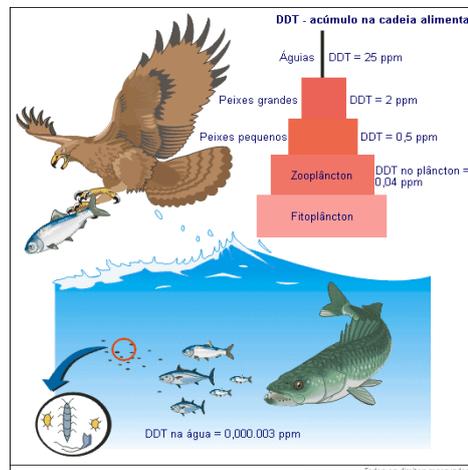
Bioacumulação

Fonte:

<https://www.educabras.com/enem/materia/biologia/ecologia/aulas/proble>

BIOMAGNIFICAÇÃO (MAGNIFICAÇÃO TRÓFICA)

Ocorre ao longo da cadeia alimentar



Biomagnificação

Fonte:

<https://www.oblogdomestre.com.br/2018/01/Bioacumulacao.Bioconcentrao.Bio magnificacao.CienciaESaude.Quimica.html>

IMPORTANTE: o acúmulo é maior ao final da cadeia alimentar (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016).

Lá na água que não é a cadeia alimentar, mas é onde inicia essa cadeia tem-se a concentração de DDT que é de:

0,00003 PARTES POR MILHÃO

Essa superfície da água abriga o fitoplâncton que é a base da cadeia alimentar com a presença de algas e percebe-se que a concentração aumenta.

Aí logo após vem o zooplâncton que come o fitoplâncton com a concentração 0,04 (quadruplicou).

O peixe pequeno come o zooplâncton com a concentração 0,5.

Peixe grande que come o peixe pequeno com o DDT 2 ppm.

Tem-se o gavião que come o peixe grande com concentração de 25 ppm.

Porque isso acontece?



- Como os compostos não se degradam imagine por exemplo que o zooplâncton ao longo da vida dele come 10, 15, 20 fitoplânctons e vai ficar com todo esse composto dentro dele.
- E ao longo desse processo vai acumulando ao longo da cadeia alimentar.

Portanto

A PRINCIPAL CARACTERÍSTICA DE BIOACUMULAÇÃO E BIOMAGNIFICAÇÃO É QUE:

- A BIOACUMULAÇÃO: é o processo que tem o acúmulo de substâncias tóxicas nos organismos vivos.
- JÁ A BIOMAGNIFICAÇÃO: é o processo em que há também o acúmulo de substâncias tóxicas, mas não no organismo vivo, mas sim na cadeia alimentar. (MONTONE, s/d).

REFERÊNCIAS:

- ABREU, N. Sais minerais. **Youtube**, 2020. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=Zz-q2GrEPjg>. Acesso em: 03 dez. 2021.
- ALVES, B. O papel dos favorecedores e dos inibidores. **Viva bem**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/reportagens-especiais/minerais-por-que-nosso-corpo-precisa-deles/#cover>. Acesso em: 07 dez. 2021.
- ALVES, B. Quem são os minerais?. **Viva bem**, São Paulo, 2020. Disponível em:
<https://www.uol.com.br/vivabem/reportagens-especiais/minerais-por-que-nosso-corpo-precisa-deles/#cover>. Acesso em: 03 dez. 2021.
- ANDREAZZA, J. K. **Modelagem e simulação da oxigenação tecidual**. Florianópolis, 2003. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85394/208241.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- BIOLOGIA, R. P. **O que é clorofila: função, tipos, para que uma planta utiliza**, 2021. Disponível em: <https://planetabiologia.co.m/o-que-e-clorofila-para-que-uma-planta-utiliza/>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- BLACKSMITH, I. **Os 6 poluentes tóxicos que mais ameaçam o planeta**. [S.I]: Portal tratamento de água, 2011. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/os-6-poluentes-toxicos-que-mais-ameacam-o-planeta/>. Acesso em: 05 dez. 2021.
- BRASIL, C. I. Brasileiro consome quase o dobro de sal recomendado pela OMS. **Agência Brasil**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:
<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-11/brasileiro-consome-quase-o-dobro-de-sal-recomendado-pela-oms>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- CAIUSCA, A. Chumbo. **Educa mais Brasil**, 2020. Disponível em:
<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/chumbo> Acesso em: 05 dez. 2021.
- CAIUSCA, A. Enxofre. **Educa mais Brasil**, 2020. Disponível em:
<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/enxofre>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- CAIUSCA, A. Hemoglobina. **Educa mais Brasil**, 2019. Disponível em:
<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/hemoglobina>. Acesso em: 05 dez. 2021.
- CARVALHO, M. C. *et al.* **Anemia Ferropriva e Anemia de Doença Crônica: Distúrbios do Metabolismo de Ferro**. Unicamp. Campinas, 2006. Disponível em:
<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/1832/1885>. Acesso em: 11 dez. 2021.

ECYCLE, E. **O que é mercúrio e quais são seus impactos**, s/d. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/mercurio/>. Acesso em: 05 dez. 2021.

FABRI, M. Doces também têm sódio. **Gazeta do povo**, 2010. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/saude/doces-tambem-tem-sodio-0b5x0z75a71ofkj89jwdswoeu/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

FRANCO G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Livraria Atheneu; 1999.

GERMANO, R. M. A.; CANNIATTI, B. S.G. Importância do ferro em nutrição humana, **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v.24, p.85-104, 2002. Disponível em: http://sban.cloudpainel.com.br/files/revistas_publicacoes/46.pdf Acesso em: 14 mai. 2023.

LACERDA, E.; CUNHA, A. J. Anemia ferropriva e alimentação no segundo ano de vida no Rio de Janeiro, Brasil. **Rev Panam Salud Publica/Pan AmJ Public Health**. v. 9, n. 5, p. 294-301, 2001. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v9n5/5121.pdf> Acesso em: 14 de mai. de 2023.

LABORATÓRIO de análises químicas, industriais e ambientais. **Os metais pesados/Heavy metals**, 2019. Universidade de Santa Maria – Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.ufsm.br/laboratorios/laqia/metais-pesados-heavy-metals/>. Acesso em: 06 dez. 2021.

LEMOS, M. Cromo: o que é, para que serve e como consumir. **Tua saúde**, 2021. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/a-importancia-do-cromo-para-o-metabolismo/>. Acesso em: 03 dez. 2021.

LIMA, A. L. L. Flúor. **Mundo da Educação**. 2020. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/fluor.htm#:~:text=O%20fl%C3%BAor%20se%20concentra%20nos,ocorrem%20naturalmente%20em%20nossa%20boca.> Acesso em: 03 dez. 2021.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER F. PACCA H. **Biologia hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

LOPES, A. C. S. *et al.* **Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição**: material de apoio para profissionais de saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/desmistificando_duvidas_sobre_alimenta%C3%A7%C3%A3o_nutricao.pdf. Acesso em: 10 dez. 2021.

LOPES, N. C. Qual a diferença entre ferro heme e ferro não-heme? **Nutri Total**, 2022. Disponível em: <https://nutritotal.com.br/pro/ferro-heme-nao-heme-2/>. Acesso em: 14 mai. 2023.

MAGALHÃES, L. Bomba de Sódio e Potássio. **Toda Matéria**, s/d. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/bomba-de-sodio-e-potassio/>. Acesso em: 03 dez. 2021.

MARQUEZ, U. M. L. O papel da clorofila na alimentação humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. vol. 39, n. 3, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcf/a/nZnG9yMfvLLR3jTqgWg7M8R/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 11 dez. 2021.

MELDAU, D. C. Hematose Pulmonar. **InfoEsola**. UFMS, 2009. Disponível em: <https://www.infoescola.com/sistema-respiratorio/hematose-pulmonar/> Acesso em: 11 dez 2021.

MELO, I. Conservação de alimentos: entenda seu surgimento e evolução. **GEPEA**, 2019. Disponível em: <https://gepea.com.br/conservacao-de-alimentos/#:~:text=A%20salga%20%C3%A9%20uma%20t%C3%A9cnica,aumentar%20a%20durabilidade%20de%20alimentos>. Acesso em: 13 mar. 2023.

MONTONE, R. C. **Bioacumulação e Biomagnificação**. Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo, s/d. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/oceanos/textos/antartida/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao>. Acesso em: 05 dez 2021.

MORGANO, M.A. *et al.* Avaliação de contaminantes inorgânicos (As, Cd, Cr, Hg e Pb) em espécies de peixes. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 2011. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2011/ses-24424/ses-24424-3395.pdf>. Acesso em: 11 dez 2021.

MORTIMER, E. F. MACHADO. A.H. **Química**: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016.

NEGRI, J. L. **Metabolismo do ferro e eritropoiese**. Pós Graduação em Hematologia Clínica e Laboratorial da Academia de Ciência e Tecnologia. São José do Rio Preto/SP, 2008. Disponível em: https://www.ciencianews.com.br/arquivos/ACET/IMAGENS/revista_virtual/hematologia/hemato26.pdf Acesso em: 11 dez 2021.

O QUE É CLOROFILA: função, tipos, para que uma planta utiliza. **Planeta biologia**, 2018. Disponível em: <https://planetabiologia.com/o-que-e-clorofila-para-que-uma-planta-utiliza/> Acesso em: 14 mai. 2023.

- OLIVEIRA, L. N. Metabolismo do Ferro. **Hematologia**, 2015. Disponível em: <https://lucasnicolau.com/?v=publicacoes&id=6> Acesso em: 05 dez. 2021.
- OLIVEIRA A, M, R. Anemia Ferropriva, 2011. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/17400691/> Acesso em: 05 dez. 2021.
- PENA, R. F. A. Minerais. **Mundo da educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/minerais.htm> . Acesso em: 30 out. 2021.
- PINHEIRO, D. M *et al.* **A Química dos Alimentos**: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais. Edufal. Maceió, 2005.
- PURUFIC. 3 possíveis problemas causados pelo excesso de cloro no organismo. **Blog mais purific**, 2021. Disponível em: <https://www.blog.purific.com.br/3-possiveis-problemas-causados-pelo-excesso-de-cloro-no-organismo/>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- QUEIROZ, S. S. de; TORRES, Marco A. de A. **Anemia ferropriva na infância**. *Jornal Pediatria*, Rio de Janeiro, 2000; 76 Supl. 3. S298-S304. Disponível em: <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/1569.pdf>. Acesso em: 11 dez 2021.
- RIBEIRO, K. D. K. F. Hematose. **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/hematose.htm>. Acesso em: 05 dez 2021.
- SANTOS, A. F. S. **Ferro: benefícios a saúde**. 8º Simpósio de Ensino de Graduação. Desafios da educação superior na agenda do novo milênio, 2010. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/8mostra/4/165.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- SANTOS, J. Doenças causadas pela falta ou excesso de sais minerais. **Blogdoenem**, 2019. Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/doencas-sais-minerais-biologia-enem/> Acesso em: 30 out. 2021.
- SANTOS, V. S. Cloroplastos. **Brasil Escola**, 2019. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/cloroplastos.htm>. Acesso em: 05 dez. 2021.
- SANTOS, V. S. Bioacumulação. **Mundo Educação**, s/d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/bioacumulacao.htm> Acesso em: 30 out. 2021.
- SANTOS, V. S. dos. Hemoglobina. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/hemoglobina.htm>. Acesso em: 14 mai. 2023.
- SANTOS, V. S. Importância do cálcio no organismo. **Brasil escola**, s/d. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/importancia-calcio-no-organismo.htm>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- SANTOS, V. S. Sais minerais. **Brasil Escola**, s/d. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/sais-minerais.htm>. Acesso em 01 de nov. 2021.

- SANTOS, V. S. Vitamina D. **Brasil escola**, s/d. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/vitamina-d.htm>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- SCHORR, P. B. J. **Importância do magnésio na saúde**, 2004. Disponível em: <https://www.segs.com.br/noticias/mais-saude/saude-alimentos/105692-cloretodemagnesio> . Acesso em 30 set.2011.
- SORRISO, C. P. A importância do flúor na odontopediatria. **Primeiro sorriso**, 2021. Disponível em: <https://www.clinicaprimeirosorriso.com.br/a-importancia-do-fluor-na-odontopediatria/>. Acesso em: 13 mar. 2023.
- SOUSA, L. A. Propriedades do Cloro. **Mundo da Educação**. s/d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/propriedades-cloro.htm>. Acesso em: 03 dez. 2021.
- SOUZA, L. A. Cádmiio. **Mundo da Educação**, s/d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/cadmio.htm>. Acesso em: 05 dez. 2021.
- SUÇUARANA, M.S.da. Bioacumulação. **InfoEscola**. 2015. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/bioacumulacao/>. Acesso em: 12 dez. 2021.
- TEIXEIRA, M. G. Minerais: Classificação e Importância para o Organismo. **MGnutri**, 2015. Disponível em: <https://mgnutri.com.br/minerais-classificacao-e-importancia-para-o-organismo/>. Acesso em: 31 out 2021.
- VELOSO, C. Magnésio e clorofila: por que é importante entender esta relação? **Blog verde**, 2005. Disponível em: <https://blog.verde.ag/nutricao-de-plantas/magnesio-e-clorofila-por-que-e-importante-entender-esta-relacao/> Acesso em: 14 mai. 2023.
- VERDE, R P. **Contaminação da água**: as consequências dos metais pesados na água. Meio Ambiente, 2014. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/contaminacao-da-agua-consequencias-dos-metais-pesados-na-agua/>. Acesso em: 05 dez. 2021.