



# CITOPLASMA

Quando se descreve uma célula nos seus componentes fundamentais, falamos em membrana plasmática, citoplasma e núcleo. Já fizemos um estudo da membrana e suas particularidades.

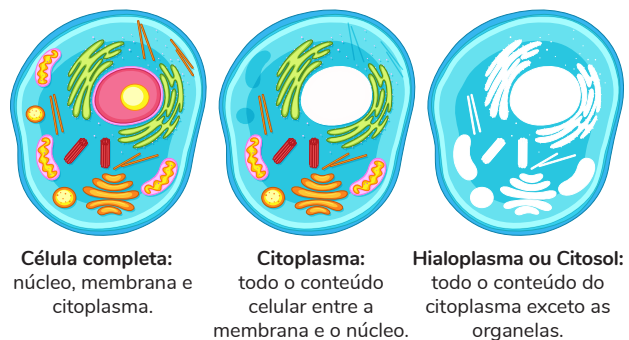
Os citologistas costumam dividir o citoplasma em duas partes, para fins de estudo: o hialoplasma e as organelas.

## HIALOPLASMA

Material gelatinoso que preenche o interior da célula. Quimicamente, o hialoplasma está formado por água e proteínas, principalmente, além das demais substâncias orgânicas e sais minerais já vistos anteriormente, como glicose, lipídeos, aminoácidos, etc.

Podemos observar no hialoplasma uma região mais externa, o ectoplasma, geralmente mais denso, sendo denominado de gel. Observa-se também, uma região mais interna, o endoplasma, geralmente mais fluido, no estado de sol.

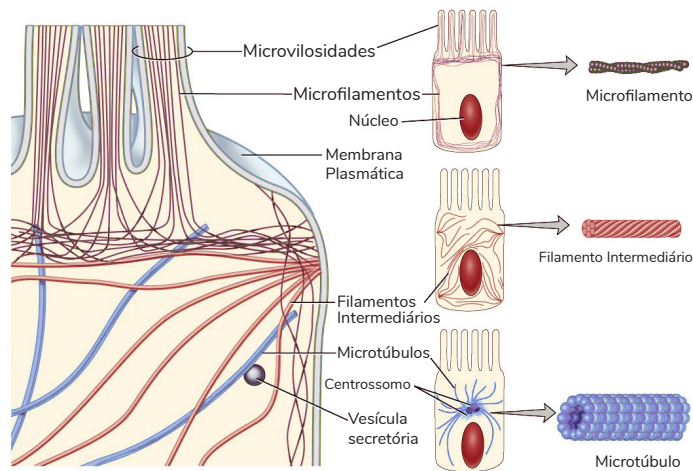
A parte sol do hialoplasma realiza um movimento orientado, geralmente circular, ao redor do núcleo, chamado ciclose, facilmente observado em células vegetais. Outro tipo de movimento realizado pelo hialoplasma é o movimento ameboide, do qual resultam os pseudópodos, observados em glóbulos brancos e protozoários.



## ORGANELAS

Sempre é bom lembrar que, quando falamos em organelas celulares, estamos nos referindo a uma célula eucarionte, já que as células procariontes possuem apenas os ribossomos, responsáveis pela síntese proteica. Já as células eucariontes apresentam diversas organelas responsáveis pelo metabolismo celular.

**1. Citoesqueleto:** constituído por microtúbulos e microfilamentos de proteínas contráteis, o citoesqueleto é responsável pelos movimentos do citoplasma, bem como pelo batimento de cílios e flagelos e a migração dos cromossomos durante a divisão celular.



As diferentes composições e conformações do citoesqueleto. Cada tipo de citoesqueleto acaba tendo uma função na célula.

**2. Ribossomos:** são estruturas compostas por RNA e proteínas, distribuídas em duas subunidades sobrepostas. Os ribossomos podem se apresentar livres no citoplasma, isolados, presos à superfície do RE rugoso ou então presos uns aos outros por uma fita de RNA. Nesse caso, são chamados polissomos ou polirribossomos. É nos ribossomos que ocorre a síntese proteica.

**3. Mitocôndrias:** são organoides presentes em todas as células eucarióticas, animais e vegetais. As mitocôndrias, assim como os cloroplastos, possuem seu próprio DNA, alguns ribossomos e a capacidade de autoduplicação.

**4. Plastos:** um tipo de organela característica das células vegetais. Eles podem conter pigmentos ou substâncias de reserva. Os plastos coloridos pela presença de pigmentos são chamados cromoplastos e, destes, os mais numerosos e importantes são os cloroplastos, nos quais ocorrem as reações da fotossíntese, pois possuem o pigmento verde clorofila.

**5. Centríolos:** têm a forma de bastonetes e ocupam, normalmente, uma posição próxima ao núcleo celular. Ao microscópio eletrônico cada centríolo aparece formado por nove trincas de microtúbulos de proteína, ligados entre si e dispostos de maneira a formar um cilindro. Em geral, há dois centríolos por célula, dispostos perpendicularmente. Os centríolos atuam na formação de cílios e flagelos e, durante a divisão celular, orientam os cromossomos e formam o fuso.

**6. Retículo endoplasmático:** é uma complexa rede de canais e vesículas membranosas, formando um verdadeiro labirinto. Os retículos endoplasmáticos estão presentes em todas as células eucariontes. O RE é responsável pela circulação e armazenamento das substâncias dentro da célula. O RE pode ser dividido em:

► **Retículo Endoplasmático Liso (REL) ou Agranular:** Formado por uma rede de tubos cilíndricos e desprovido de ribossomos em sua superfície. Por conta disso, ele não participa da síntese de proteínas. O retículo endoplasmático liso é uma região de intensa síntese de lipídeos. É aqui que são produzidos ácidos graxos, os fosfolipídeos da membrana plasmática, assim como os esteroides, como por exemplo, a testosterona.



► **Retículo Endoplasmático Rugoso (RER) ou Granular:** Também chamado de Ergastoplasma, é formado por uma rede de tubos achatados e possui ribossomos aderidos à sua superfície. É responsável pela síntese de proteínas.

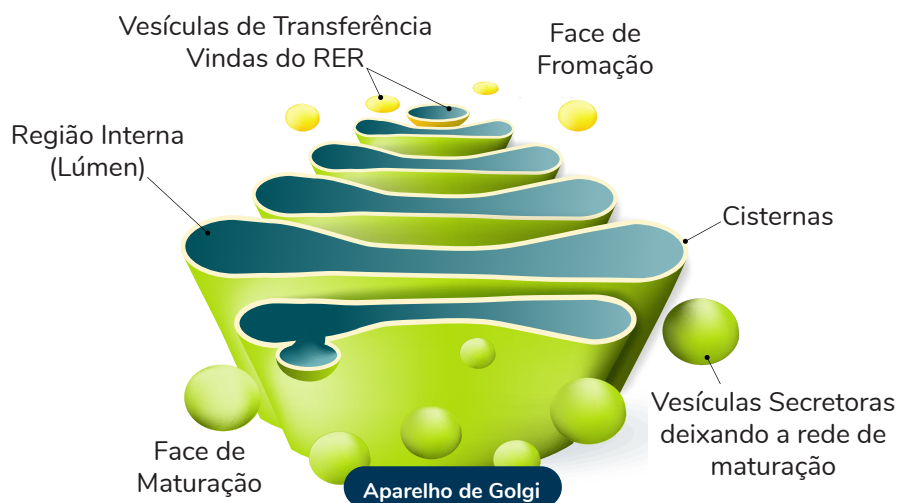
**7. Aparelho de Golgi ou Golgiosomo:** É um conjunto de sacos membranosos achatados que chamamos de cisternas e que ficam empilhados como pratos. Geralmente um complexo de Golgi possui entre 6 e 20 cisternas. Quando o aparelho de Golgi tem poucas cisternas (aproximadamente 5 cisternas), o que é muito comum nas células vegetais, ele recebe o nome de dictiossomo.

Suas funções são muito variadas:

► **armazenamento de substâncias:** muitas das proteínas e demais substâncias sintetizadas na célula migram até o aparelho de Golgi e são armazenados no interior de suas vesículas.

► **organização do acrossomo nos espermatozoides:** o acrossomo contém enzimas que têm a função de promover a perfuração do invólucro do óvulo por ocasião da fecundação. Situa-se na cabeça do espermatozoide.

► **síntese de moléculas complexas:** os monossacarídeos obtidos dos alimentos são transformados em polissacarídeos e esses combinam-se com determinadas proteínas dando origem a glicoproteínas.



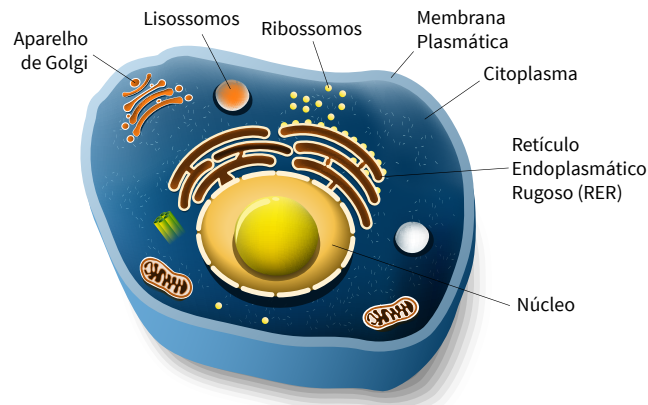
**8. Lisossomos:** o termo lisossomo significa “corpo que quebra” (lise = quebra, soma = corpo). São pequenas vesículas que contêm enzimas digestivas de todos os tipos, cuja função é digerir material que a célula engloba (digestão intracelular) e, ocasionalmente, elementos da própria célula (autofagia).

As enzimas lisossômicas são produzidas no ergastoplasma, transferidas para os sáculos do aparelho de Golgi e armazenadas em vesículas, os lisossomos primários. Enquanto os lisossomos não estão participando de nenhuma atividade de digestão, eles recebem o nome de lisossomos primários. A partir do momento em que eles começam a trabalhar, ou seja, em que o processo de digestão celular se inicia, passam a ser chamados de lisossomos secundários.



Em condições normais a membrana do lisossomo, apesar de lipoproteica, não permite que as enzimas entrem em contato com o citoplasma celular (esse mecanismo de controle ainda não está bem explicado). Sabe-se, no entanto, que certos fatores podem “desestabilizar” a membrana lisossômica.

Por exemplo, sabe-se que, assim que a célula morre, os lisossomos se rompem aos poucos libertando suas enzimas que irão digerir todo o material celular, iniciando a decomposição cadavérica num processo denominado autólise. Esse fenômeno é verificado também em algumas doenças como, por exemplo, a silicose.



**9. Peroxissomos:** são vesículas muito parecidas com os lisossomos; armazenam enzimas oxidantes, do tipo peroxidase. Uma das mais importantes é a catalase, que decompõe a água oxigenada em água e oxigênio.

A catalase é importante porque na célula forma-se água oxigenada como subproduto de algumas reações químicas do metabolismo. Como a água oxigenada é mutagênica, a catalase permite que a célula se livre rapidamente dela, antes que cause danos ao material genético.

A função principal dos peroxissomos é quebrar ácidos graxos em moléculas menores que são transportadas para as mitocôndrias e utilizadas na respiração celular ou para síntese de alguns compostos como o colesterol no retículo endoplasmático liso.

Outra função dos peroxissomos é a oxidação de várias toxinas que caem na corrente sanguínea. Os peroxissomos aparecem em maior quantidade nas células dos rins e do fígado onde são importantes na destruição de substâncias tóxicas, como o álcool.

Assim como as mitocôndrias, os peroxissomos se originam por autoduplicação, ou seja, um peroxissomo se divide, dando origem a duas organelas.

Os glioxissomos, são peroxissomos encontrados nos vegetais. Nas células vegetais encontradas nas folhas eles contribuem para a fixação de gás carbônico, que será fonte de carbono durante a fotossíntese para a produção de glicose. Nas sementes, os glioxissomos são responsáveis pela quebra das moléculas de ácidos graxos em estruturas menores. As moléculas menores formadas são convertidas em glicose, essencial para o processo de germinação do embrião.



**10. Vacúolos:** correspondem genericamente a qualquer espaço no citoplasma delimitado por um pedaço de membrana lipoproteica. As variedades mais comuns de vacúolo são:

▶ **Vacúolos Digestivos:** o vacúolo digestivo, nada mais é do que um fagossomo ao qual se funde um lisossomo; o vacúolo autofágico, uma variação de vacúolo digestivo; e finalmente o corpo residual, que muitas vezes executa a clasmocitose.

▶ **Vacúolos Contráteis (ou pulsáveis):** em protozoários de água doce ocorrem vacúolos que se comunicam com o exterior por meio de um poro expulsando o excesso de água da célula, exercendo um controle osmótico no organismo.

▶ **Vacúolos Vegetais:** Praticamente todas as células vegetais possuem um grande vacúolo que ocupa cerca de 80% da célula. Esse vacúolo surge na célula jovem a partir do retículo endoplasmático e do aparelho de Golgi. Começam vários pequenos e depois se juntam formando uma única estrutura na parte central da célula. O vacúolo é delimitado por uma membrana lipoproteica que recebe o nome de Tonoplasto. Dentro dele existe uma solução aquosa, ou seja, com água, aminoácidos, açúcares, íons e até proteínas.

O vacúolo também é responsável pelo crescimento das células vegetais, que aumentam à medida que os vacúolos absorvem água. Isso gera uma enorme economia de energia para a célula que não precisa ficar formando estruturas complexas para crescer.

## DIGESTÃO CELULAR

Refere-se à digestão de partículas englobadas por fagocitose ou por pinocitose. O alimento englobado permanece no vacúolo alimentar (fagossomo ou pinossomo). Os lisossomos primários fundem-se com o vacúolo alimentar, formando o vacúolo digestivo ou lisossomo secundário.

Nessa estrutura, o alimento sofre a ação das enzimas digestivas, e as macromoléculas são hidrolisadas até se transformarem em moléculas pequenas, que passam pela membrana e são incorporadas ao hialoplasma, podendo ser utilizadas em processos metabólicos da célula. Quando a digestão termina e restam apenas partículas não assimiladas, o vacúolo recebe o nome de corpo residual. A sua fusão com a membrana plasmática elimina o conteúdo para o meio extracelular, processo conhecido por clasmocitose.

### Digestão Autofágica (Autofagia)

Os lisossomos podem digerir componentes da própria célula, transformando um tipo celular em outro e digerindo estruturas velhas e sem função, num reaproveitamento de matéria orgânica. A autofagia também ocorre em situações de extrema desnutrição, quando parte do citoplasma é digerido para manter a oferta de energia e a vida da célula.

Nesses casos, os lisossomos primários englobam as estruturas a serem digeridas, formando o vacúolo autofágico.

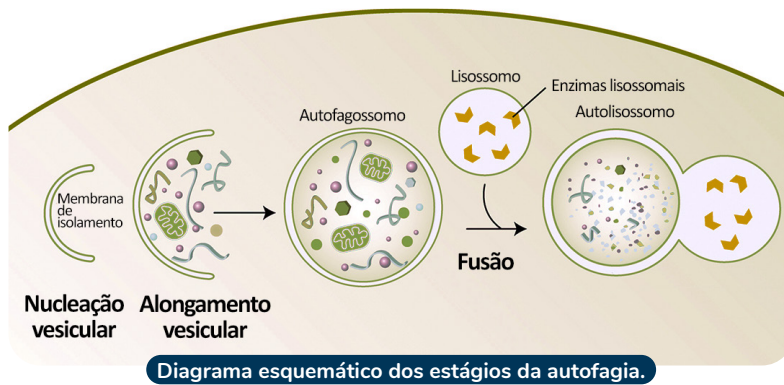


Diagrama esquemático dos estágios da autofagia.

## Autólise

A membrana dos lisossomos tem papel fundamental na manutenção da integridade da célula, uma vez que impede a ação das enzimas lisossômicas sobre os componentes celulares. Não se conhece o mecanismo que torna a membrana lisossômica resistente às suas enzimas.

No caso de certas doenças, a liberação das enzimas no citoplasma das células acaba por destruí-las totalmente, como acontece com os mineiros devido à exposição à sílica, causando uma doença chamada de silicose.

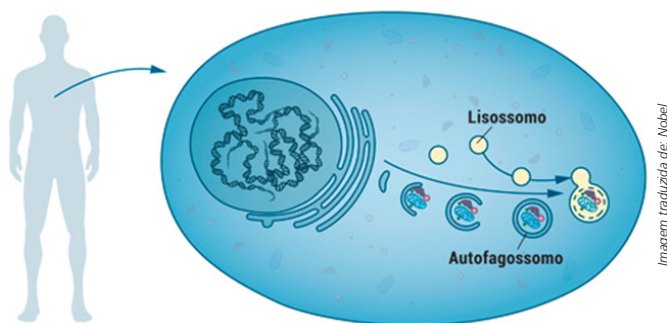
O mesmo pode ser observado em situações normais, como na metamorfose do girino. Sua cauda desaparece por ação de enzimas lisossômicas e a matéria resultante é empregada pelo animal para completar sua transformação em anfíbio adulto. A total digestão da célula é denominada, por alguns autores, por autólise.

Outro exemplo que em que autólise pode ser observada é a redução do útero na mulher após o parto. Ao final de uma gestação, o útero pesa em média dois quilos. Poucas semanas depois ele está com 250 gramas, seu peso normal.

## PROCESSO DE AUTOFAGIA RENDEU PRÊMIO NOBEL! MAS O QUE É ISSO?

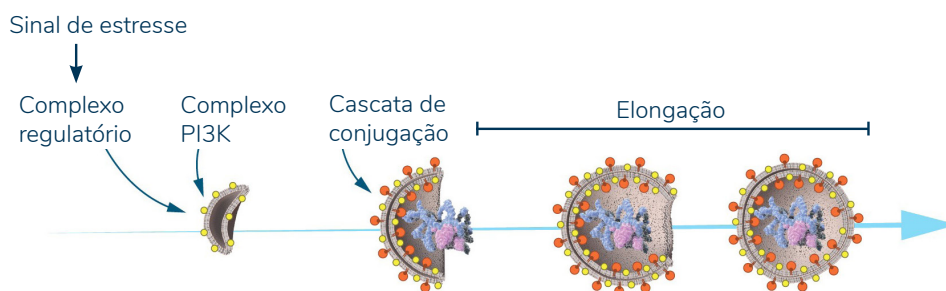
O prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 2016 foi concedido ao pesquisador japonês Yoshinori Ohsumi, em reconhecimento às pesquisas que levaram à descoberta do processo celular denominado autofagia. A palavra autofagia origina-se do grego e significa algo como “comer a si mesmo”. Mas que vantagens uma célula teria em eliminar seu próprio conteúdo? Assim como em processos ecológicos, a resposta está na degradação e reciclagem de componentes.

O processo de autofagia começou a ser estudado na década de 1950, inicialmente com a observação de organelas denominadas lisossomos. Os lisossomos são compostos por diversas enzimas, responsáveis pela degradação de proteínas, carboidratos e lipídeos. Com o avanço das técnicas microscópicas e bioquímicas, Yoshinori e sua equipe descobriram então a presença de autofagossomos, as vesículas responsáveis por transportar componentes celulares a serem digeridos pelos lisossomos.



Os autofagossomos unem-se aos lisossomos para formar vesículas de degradação celular, eliminando possíveis invasores e reciclando organelas em processo de senescência.

Apesar da importância de sua descoberta, o pesquisador japonês não parou por aí. No início dos anos 1990, sua equipe passou a estudar a fundo a biologia molecular do processo, utilizando como organismo-modelo as leveduras, que são facilmente cultiváveis e possuem uma maquinaria celular muito semelhante à dos seres humanos. Estas pesquisas permitiram então a identificação de genes essenciais ao processo de autofagia. Os genes descobertos permitiram, por sua vez, a identificação das principais proteínas relacionadas à formação e regulação dos autofagossomos.



Os autofagossomos unem-se aos lisossomos para formar vesículas de degradação celular, eliminando possíveis invasores e reciclando organelas em processo de senescência.

Como você já deve estar imaginando, para receber um prêmio Nobel, a descoberta deste mecanismo celular deve possuir uma grande importância. Realmente, a autofagia é essencial para o desenvolvimento e a manutenção dos mais diversos tecidos e tipos celulares. Através da degradação de organelas senescentes – em processo de envelhecimento –, a célula pode utilizar seus componentes para a produção de novas organelas, renovando seus componentes celulares. Durante o desenvolvimento embrionário, a autofagia permite a diferenciação celular e a abertura de espaços para tecidos e órgãos. Além disso, a autofagia também participa da eliminação de organismos invasores como bactérias e vírus.

As descobertas de Yoshinori Ohsumi abriram caminho para um maior entendimento quanto ao funcionamento da maquinaria celular e diversos processos fisiológicos, como respostas a estresse e infecções, o desenvolvimento embrionário e até mesmo o surgimento de doenças ligadas a mutações nos genes responsáveis pelo processo. Fica clara, portanto, a importância do reconhecimento desta descoberta tão importante à ciência!

Fonte: Nobel Prize.