

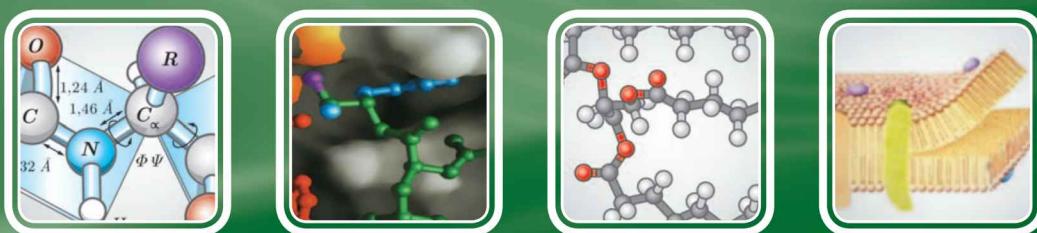


e-Tec Brasil
Escola Técnica Aberta do Brasil

Técnico em Alimentos

Sandro do Nascimento Silva
Carlos Roberto Rosa Silva

Bioquímica





e-Tec Brasil
Escola Técnica Aberta do Brasil

Bioquímica

*Sandro do Nascimento Silva
Carlos Roberto Rosa Silva*



UFRPE/CODAI
2010

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação a Distância

© Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI), órgão vinculado a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Este Caderno foi elaborado em parceria entre o Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e -Tec Brasil.

Equipe de Elaboração

Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI) / UFRPE

Reitor

Prof. Valmar Correa de Andrade

Vice-Reitor

Prof. Reginaldo Barros

Diretor

Prof. Luiz Augusto de Carvalho Carmo

Coordenadora Institucional

Profa. Argélia Maria Araújo Dias Silva

Coordenadora do Curso

Profa. Claudia Mellia

Professor Pesquisador

Prof. Paulo Ricardo Santos Dutra

Professor-Autor

Sandro Nascimento
Carlos Roberto Rosa e Silva

Equipe de Validação

Secretaria de Educação a Distância / UFRN

Reitor

Prof. José Ivonildo do Rêgo

Vice-Reitora

Profa. Ângela Maria Paiva Cruz

Secretaria de Educação a Distância

Profa. Maria Carmem Freire Diógenes Rêgo

Secretaria Adjunta de Educação a Distância

Profa. Eugênia Maria Dantas

Coordenador de Produção de Materiais Didáticos

Prof. Marcos Aurélio Felipe

Revisão

Eugenio Tavares Borges
Janaina Tomaz Capistrano
Rosilene Alves de Paiva
Verônica Pinheiro da Silva

Diagramação

Elizabeth da Silva Ferreira

Arte e Ilustração

Roberto Luiz Batista de Lima

Revisão Tipográfica

Nouraide Queiroz

Projeto Gráfico

e-Tec/MEC

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

S586b Silva, Sandro do Nascimento

Bioquímica / Sandro do Nascimento Silva, Carlos Roberto Rosa e Silva. – Recife: EDUFRPE, 2010.

114 p. : il

ISBN: 978-85-7946-021-0

1. Bioquímica 2. Alimentos 3. Bioquímica dos alimentos 4. Proteínas 5. Enzimas 6. Carboidratos 7. Lipídios 8. Vitaminas I. Silva, Carlos Roberto Rosa e II. Título

CDD 574. 192

CDU 577.1

Aula 5 – Carboidratos

Objetivos da aula

Identificar um carboidrato pela sua estrutura molecular

Diferenciar aldoses e cетoses.

Citar os monossacarídeos mais importantes para a indústria

Representar a fórmula de Fischer e Hawort para as moléculas dos carboidratos

Explicar o processo de fermentação.

5.1 Generalidades

Grande parte dos nossos utensílios, como tudo que é feito de madeira e nossas roupas de algodão, são formados predominantemente de carboidratos. Na nossa alimentação, eles também são maioria, alimentos como pão, macaxeira, inhame, milho e seus derivados, como o cuscuz, são muito ricos em carboidrato. O açúcar de cozinha é um carboidrato chamado de sacarose, muito comum na cana-de-açúcar, bem como na rapadura, no melaço etc.

Essas moléculas estão distribuídas no corpo com diferentes funções e são muito encontradas nas plantas. As células das plantas são cobertas por uma parede constituída por um carboidrato chamado celulose, ela é a molécula orgânica mais abundante de todo o planeta, por ser encontrada em grande quantidade em todos os vegetais.

Todos os carboidratos podem ser definidos pela fórmula empírica:



Observe que nessa fórmula existe um carbono para uma molécula de água, daí porque o nome carboidratos ou hidratos de carbono, uma vez que apresentam um átomo de carbono hidratado, entretanto, existem algumas exceções para essa fórmula.

Os carboidratos também chamados de sacarídeos, glicídios, oses ou açúcares, são definidos quimicamente como: polihidroxi-aldeidos (aldoses) ou poluhidroxi-cetona (cetoses) e seus derivados, podendo produzir cetonas e aldeídos por hidrólise.

Quanto ao número de subunidades glicosídicas, podemos classificar os carboidratos como: **monossacarídeos**, os mais simples de menor peso molecular, são as unidades formadoras de carboidratos maiores; **oligossacarídeos**, contêm entre duas a dez moléculas de monossacarídeos; e **polissacarídeos**, os maiores carboidratos com uma condensação muito grande de moléculas de monossacarídeos.

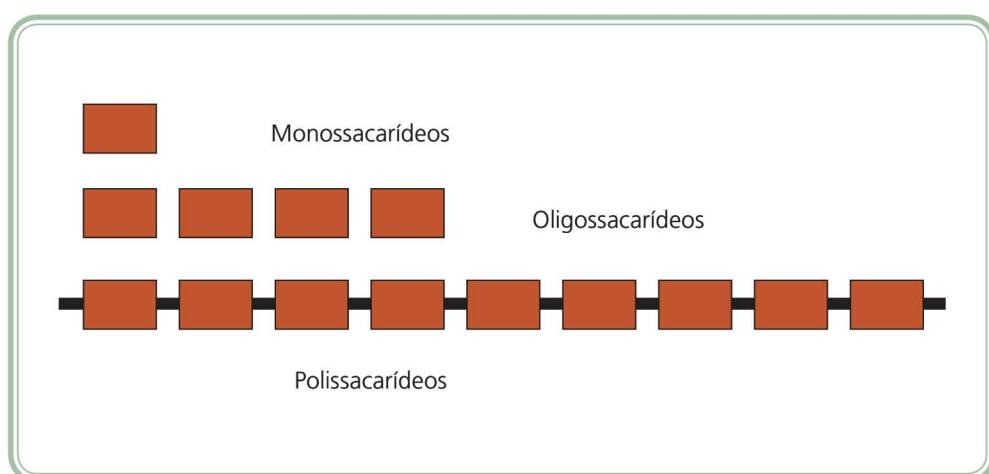


Figura 5.1: Esquema demonstrando a estrutura dos diferentes tipos de carboidratos



Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na natureza, estando presente em todos os seres vivos, desempenhando funções fundamentais, a principal delas é a função energética, uma vez que essas moléculas possuem muita energia nas suas ligações químicas. Entretanto, também pode ter funções como reconhecimento celular, que é o caso dos açúcares que estão na membrana celular, e resistência, que é o caso da celulose, um carboidrato que está presente na parede celular das plantas.

A terminação OSE é comum aos monossacarídeos e oligossacarídeos, essa nomenclatura está associada ao carboidrato mais comum no sangue dos animais: a glicose.

5.2 Monossacarídeos

Os monossacarídeos são classificados de duas formas:

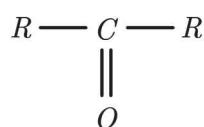
5.2.1 De acordo com o grupo funcional

- Aldoses: carboidratos que têm por base um grupo funcional aldeído.



Onde o grupamento R representa o restante da cadeia carbonada da molécula.

- Cetoses: carboidratos que têm por base um grupo funcional cetona.



Onde os grupamentos R representam o restante da cadeia carbonada da molécula.

Os tipos de monossacarídeos mais simples, tanto aldoses quanto cetoses, são o gliceraldeído e a dihidroxicetona, respectivamente (Figura 5.2).

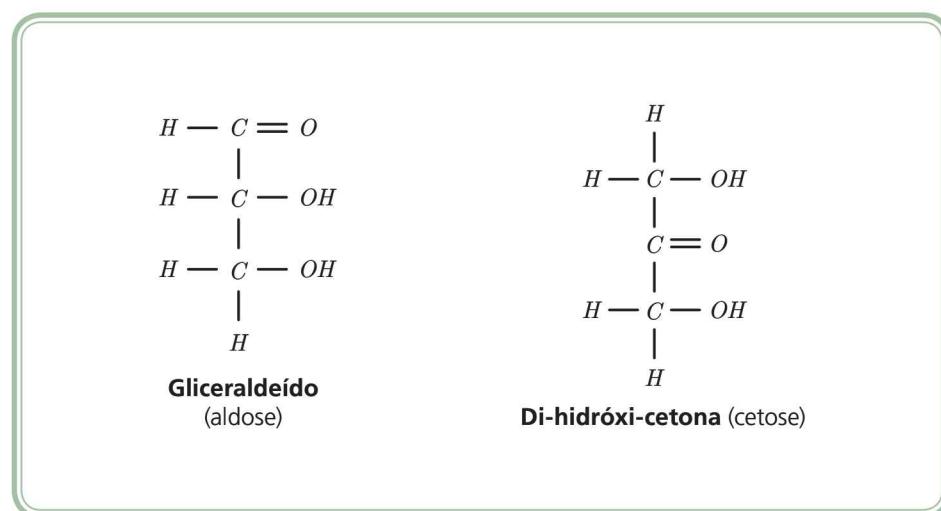


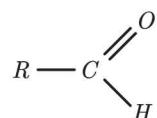
Figura 5.2: Fórmula estrutural do gliceraldeído e da dihidroxicetona, os carboidratos mais simples que existem



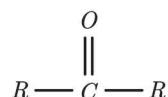
Lembrando que um grupo aldeído se encontra sempre no final da cadeia principal num átomo de carbono com uma dupla ligação com um átomo de oxigênio e uma ligação simples com um hidrogênio.

As cetonas são caracterizadas pela existência de uma dupla ligação entre um átomo de carbono secundário com um átomo de oxigênio.

As cetonas e os aldeídos são compostos orgânicos muito presentes em organismos vivos. Veja abaixo a estrutura geral desses compostos:



No caso do aldeído, a cadeia principal da molécula tem no carbono 1 o grupamento aldeídico que é formado por uma dupla ligação do carbono com o oxigênio e ligações simples com o hidrogênio e o *R*.



As cetonas são compostos que possuem uma dupla ligação entre o carbono 2 e o oxigênio porque a numeração dos carbonos nas cetonas começa da extremidade mais próxima do grupamento funcional cetona.

Na indústria, exemplos desses compostos são o formol, formado por metanal (formaldeído) e água. Uma cetona muito conhecida é a acetona, utilizada na indústria de cosméticos como removedor de esmaltes.

Nos organismos, existe uma reação muito comum após a ingestão de bebidas alcoólicas. A ressaca é uma reação causada pela presença do álcool junto com o acetaldeído, provocando a dor de cabeça e todos os sintomas causados pela ressaca.

5.2.2 De acordo com os átomos de carbono

Os carboidratos também podem ser classificados de acordo com o número de átomos de carbonos da molécula. Os mais simples são as trioses, contendo apenas três átomos de carbono na molécula, é o caso do gliceraldeído e a dihidroxicetona. As tetroses são formadas por quatro carbonos e não possuem grande importância para os seres vivos. As pentoses possuem cinco carbonos e são principalmente representadas pelos carboidratos componentes dos ácidos nucléicos, DNA e RNA, a desoxirribose e a ribose, respectivamente.

mente. As hexoses são formadas por seis átomos de carbono e são os mais importantes carboidratos para os seres vivos, sendo de fundamental importância porque fazem grande parte da dieta. Existem também as heptoses, pouco comuns formadas por sete carbonos.

Essas duas classificações também podem ser combinadas. Por exemplo, um monossacarídeo com cinco carbonos e um grupo cetônico é chamado de cetopentose; da mesma forma, um monossacarídeo com seis carbonos e um grupo aldeídico é chamado de aldohexose.

Ácidos nucleicos: essas moléculas têm importância fundamental para os seres vivos, desde os vírus até o homem, nenhum ser vivo consegue sobreviver sem eles, pois são eles que guardam todo o material genético. Todas as informações de um indivíduo estão guardadas neles, são responsáveis não só por guardar e transmitir o código genético, mas também por traduzi-lo, fabricando proteínas que possam expressar o que esse código quer dizer. Acredita-se que na evolução o RNA foi o primeiro ácido nucleico a aparecer, com a evolução das espécies uma outra molécula mais estável e resistente a variações do meio surgiu, o DNA, ficando assim responsável por guardar o material e transmiti-lo aos descendentes, enquanto o RNA fica responsável por traduzi-lo e expressá-lo no organismo de cada



Diabetes: essa doença é uma das mais estudadas pela medicina atual. Muitos cientistas estão em ritmo acelerado para conseguir entender melhor o mecanismo de ação do organismo no diabetes. Ela é uma doença autoimune, ou seja, ocorre um erro na defesa dos anticorpos e eles passam a agredir o próprio corpo, destruindo-o. Por isso, a inflamação é um ponto tão crítico em diabéticos, por que qualquer que seja a lesão, os anticorpos imediatamente reagem na formação de um processo inflamatório sem controle, por isso em muitos casos de diabetes a amputação de membros se faz necessário, pois a inflamação chega a níveis crônicos. Tudo isso ocorre pela grande quantidade de glicose e ácidos graxos (produtos das gorduras) no sangue. O aumento de glicose e gordura pode estar relacionado com a grande quantidade de ingestão de alimentos ricos nesses componentes. Entretanto, a grande quantidade de glicose frequentemente está relacionada com deficiência na insulina, substância responsável por ativar a entrada de glicose nas células deixando o sangue livre dessas moléculas. Esse problema muitas vezes pode ser relacionado com problemas no pâncreas, a glândula responsável por fabricar e liberar a insulina.

Dessa forma, a diabete pode estar relacionada a problemas genéticos, se for assim preciso ser medicada com injeções de insulina no sangue para controlar a concentração de glucose; mas também pode ser adquirida por uma pessoa que exagera nos alimentos ricos em glucose, para esse tratamento basta o controle na alimentação para que os níveis de glucose diminuam. Entretanto, vale ressaltar que, uma vez adquirida, o diabetes não tem cura, podendo apenas ser controlada. Por isso, o melhor é prevenir com uma alimentação saudável.

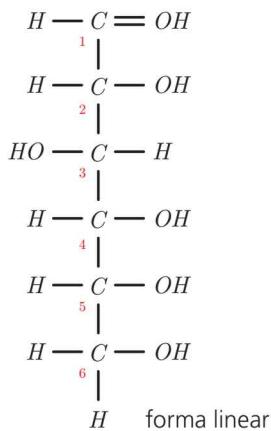
5.3 Pentoses

A grande importância das pentoses está na participação de duas dessas moléculas no material genético. Os carboidratos ribose e desoxirribose são moléculas formadas por cinco carbonos e constituem parte do esqueleto das moléculas de RNA e DNA, respectivamente. Esses carboidratos são importantes na formação e estabilidade dessas moléculas, uma vez que por guardarem o material genético precisam ser muito estáveis e contar com o mínimo de erro possível.

5.3.1 Hexoses

As hexoses são os monossacarídeos mais comuns entre os polissacarídeos, além de serem aqueles com maior necessidade nos organismos vivos. As hexoses mais comuns são frutose, galactose e glicose, que sem dúvida nenhuma se destacam das demais. Além de sua importância no ambiente, constituindo a molécula de reserva energética das plantas, sendo o produto da fotossíntese, a glicose é o monômero formador dos polissacarídeos celulose, que formam a parede celular das plantas, e formador da quitina, que constitui a carapaça de todos os artrópodes (camarão, caranguejo, insetos etc.). Além de todas essas funções no meio ambiente, a glucose é a principal molécula energética das células, sendo degradada na respiração celular, passando por uma série de reações químicas que irão terminar na produção de uma grande quantidade de energia para as células.

Devido a sua grande importância, a glucose (Figura 5.3) circula frequentemente no sangue e, por isso, é conhecida como o açúcar do sangue. A grande concentração dessa molécula no sangue é a responsável pelo desencadeamento do diabetes, uma doença autoimune que vem ganhando muito destaque nos estudos científicos em função de sua grande complexidade e frequência nos seres humanos.



Glicose

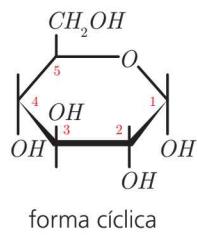


Figura 5.3: Estrutura molecular da glucose e sua forma cílica

Moléculas isômeras são muito comuns em carboidratos, ao contrário das proteínas onde apenas um isômero é funcional, no caso dos carboidratos muitos isômeros podem ser funcionais e ter funções muito diferentes, é o caso da frutose, da glucose e da galactose, todos são isômeros que possuem a mesma fórmula molecular. No caso da galactose e da frutose (Figura 5.4), também são carboidratos de grande importância, o primeiro é o açúcar presente no leite e o segundo é o açúcar presente nas frutas.

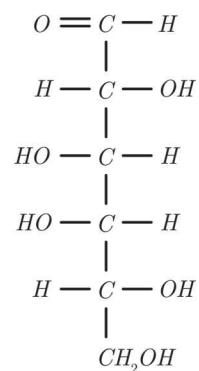
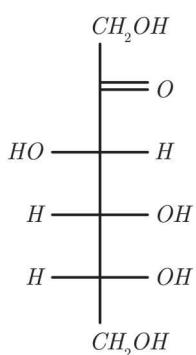
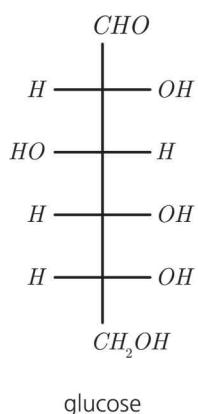


Figura 5.4: Similaridade das moléculas de glucose, frutose e galactose

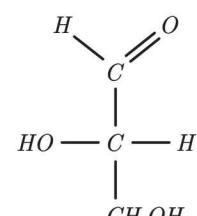
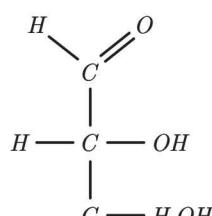


Isomeria: os isômeros são muito comuns na química das moléculas, eles são definidos por compostos químicos com a mesma fórmula molecular.

No caso dos monossacarídeos, iremos observar a presença de estereoisômeros, que são compostos com a mesma fórmula química molecular e estrutural, entretanto, alguns de seus átomos permitem rearranjos diferentes nas suas ligações químicas.

Estereoisômeros ocorrem toda vez que na molécula existir um carbono quiral, carbono que possui seus quatro radicais diferentes. Ele possibilita que os radicais ligados a ele se liguem de forma diferente.

No caso dos monossacarídeos, ocorre um tipo particular de estereoisômeros, chamados de enantiômeros, nesse caso os isômeros são como a imagem do outro no espelho. Toda a molécula é idêntica variando apenas os radicais em torno do carbono quiral. Um exemplo bem clássico é o do gliceraldeído, apresentado na figura a seguir na sua forma D e L, essas letras identificam a localização da hidroxila do penúltimo carbono, se estiver a direita (D), se estiver a esquerda (L). Observe na figura que a única diferença na estrutura da molécula é a posição da hidroxila, no segundo carbono, está em lados diferentes, e que se colocar qualquer um dos dois isômeros em frente ao espelho será observada a estrutura do outro.



5.4 Forma cílica dos monossacarídeos

Na Figura 5.4, foi mostrada a estrutura de alguns carboidratos representados por uma cadeia aberta, entretanto, a maioria das moléculas de monossacarídeos se apresentam na forma de cadeia fechada ou cílica. Para a formação de uma cadeia fechada, um dos grupos hidroxila do carbono 5 reage com o radical aldeídico ou cetônico, a depender de qual seja o carboidrato. Caso seja uma aldose, será formado um hemiacetal, caso seja uma cetose, se formará um hemicetal (Figura 5.5).

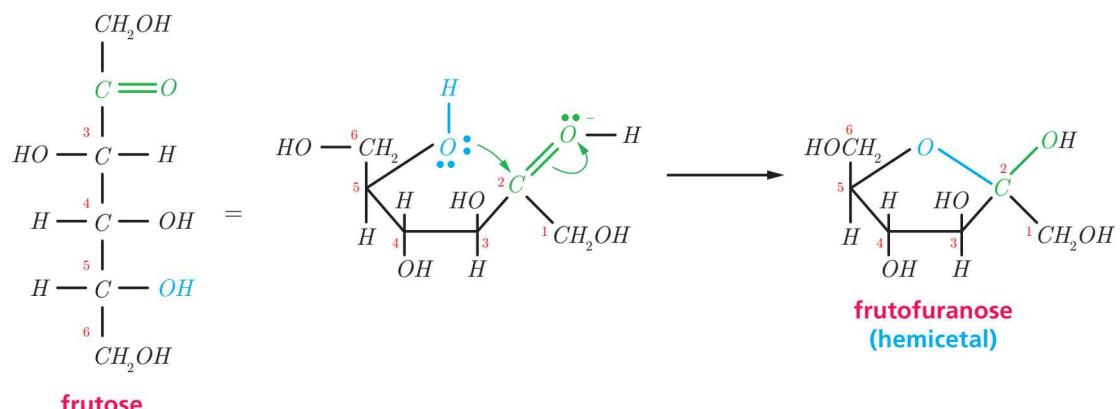


Figura 5.5: Esquema de formação de um hemicetal da molécula de frutose

Dessa forma, existem três maneiras de representar a forma estrutural de um monossacarídeo, a forma em cadeia aberta, chamada fórmula de Fischer, a forma cílica, chamada de fórmula de Haworth, e ainda uma outra fórmula, que representa a conformação tridimensional do monossacarídeo (Figura 5.6).

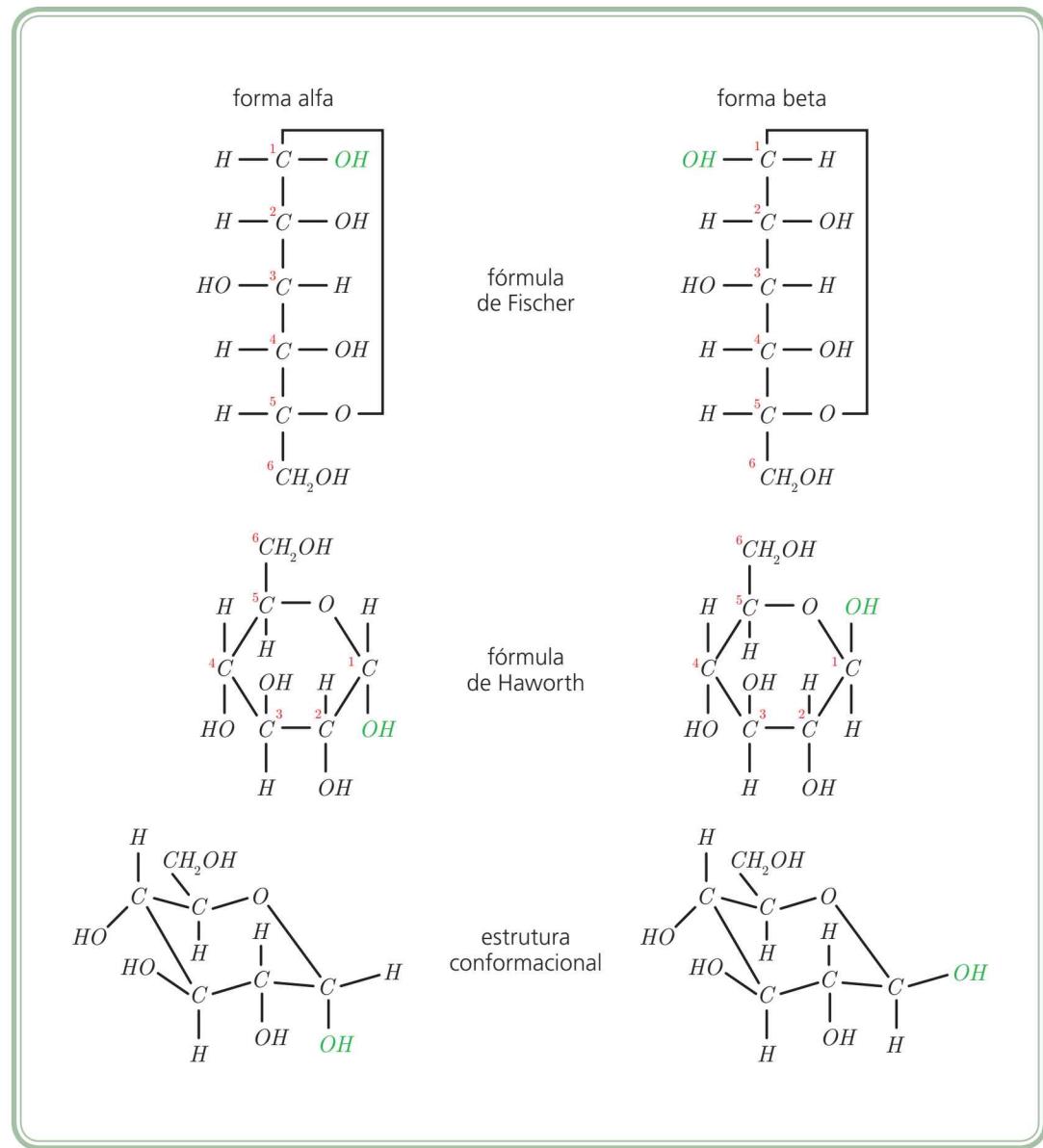


Figura 5.6: Diferentes configurações para expressar a estrutura de um carboidrato

A forma cíclica dos monossacarídeos pode se apresentar de duas formas isoméricas relacionadas à posição do radical hidroxila. O carbono do radical carbonila, na forma cíclica, irá formar um novo centro quiral, chamado carbono anomérico, por isso, a possibilidade de duas novas formas isômeras chamadas de anômeros α e β (Figura 5.7). De acordo com a projeção de Fischer, caso a hidroxila esteja ao lado direito do carbono, será formado o anômero α , caso a hidroxila esteja ao lado esquerdo, será formado o anômero β . Na fórmula de Haworth, a forma α tem a hidroxila para baixo, e na forma β a hidroxila está para cima. Esses dois anômeros podem se interconverter de forma que um monossacarídeo terá sempre as duas formas em

grande quantidade, a forma aberta é vista em uma concentração mínima em seres vivos, entretanto no teste de glicose urinária, para identificar um possível quadro de diabetes, a glucose medida está na forma aberta, uma vez que o teste tem por base o grupamento aldeídico livre.

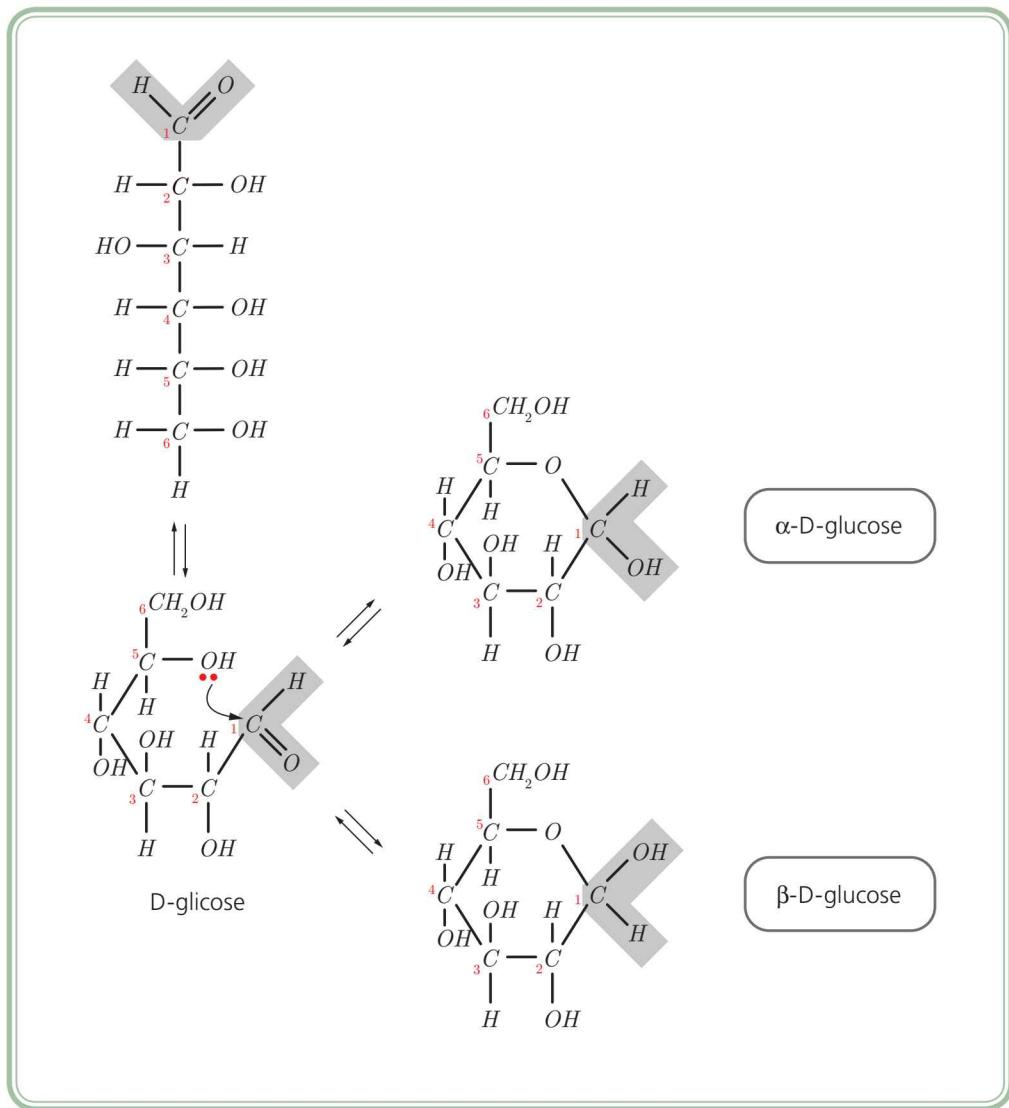


Figura 5.7: Formas anoméricas α e β da molécula de glucose

Uma molécula como a glucose, na sua forma cíclica, assemelha-se muito à molécula do pirano (Figura 5.8a) e, por isso, é chamada de piranose; outros monossacarídeos, que possuem cinco carbonos na forma cíclica, se assemelham ao furano (Figura 5.8b) e, por isso, são chamados de furanose. Nesse caso, a glucose da forma como está esquematizada na Figura 5.7 é chamada de α ou β – D – glicopiranose.

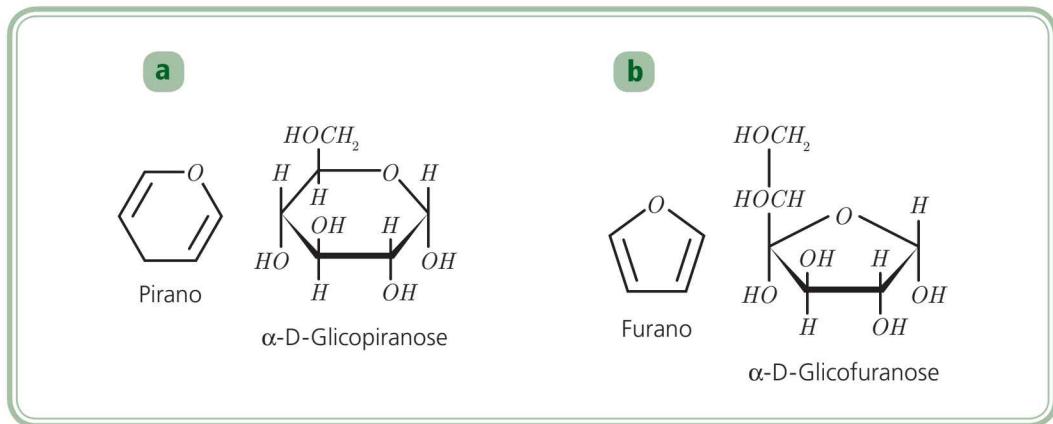
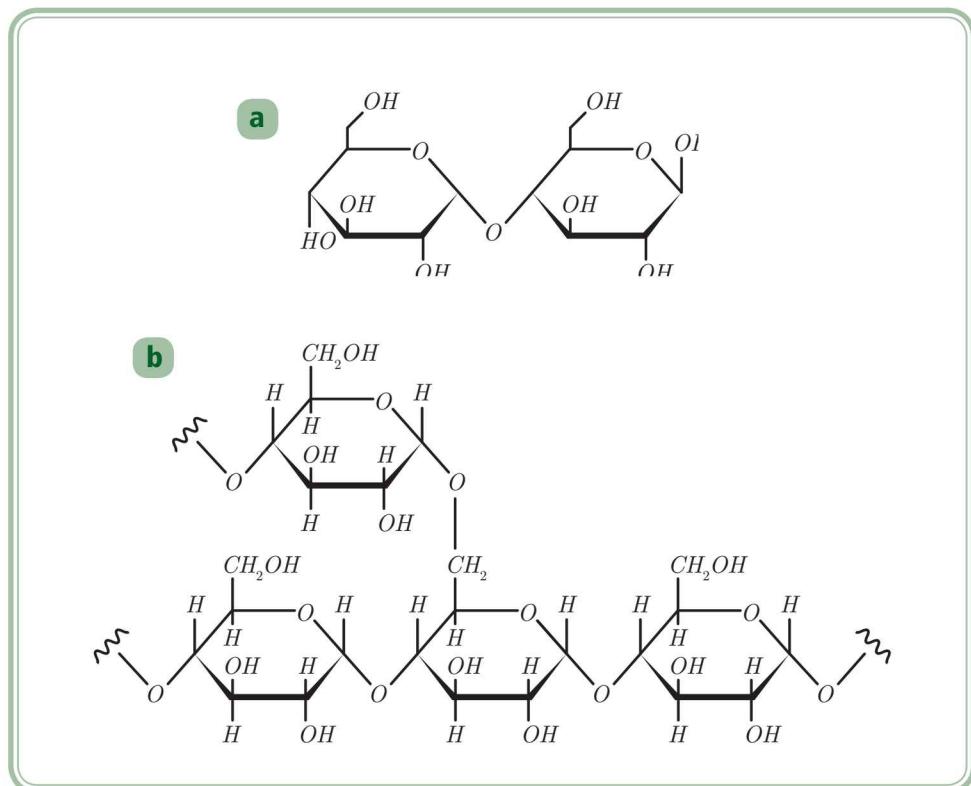


Figura 5.8: Comparação da molécula de pirano com a de uma hexose (a); e do furano com a de uma pentose.

5.5 Oligossacarídeos

A ligação entre dois monossacarídeos é chamada de ligação glicosídica. As formas α e β dos monossacarídeos podem determinar a natureza da ligação que formará o oligossacarídeo, podendo ser α ($1 \rightarrow 4$), como no caso da maltose (Figura 5.9a), α ($1 \rightarrow 6$), como no caso da ramificação em polissacarídeos (Figura 5.9b), conforme veremos adiante, e β ($1 \rightarrow 4$), o caso da lactose, o dissacarídeo encontrado no leite (Figura 5.9c).



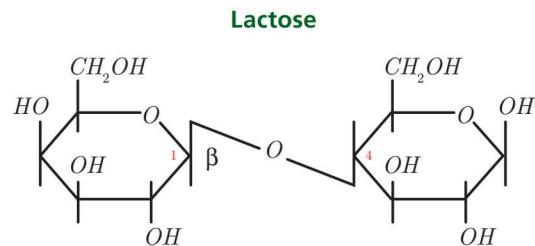


Figura 5.9: Estrutura de carboidratos e diferentes tipos de ligações glicosídicas

A sacarose: esse dissacarídeo é muito presente na alimentação humana quando está relacionado ao sabor doce dos alimentos. Assim como a maioria dos açúcares, ele tem um sabor adocicado, entretanto, devido à grande facilidade de ser encontrado e obtido das plantas, principalmente da cana-de-açúcar e da beterraba, onde existe em grande quantidade, ele é o açúcar mais comum utilizado com essa função, por isso, é também chamado açúcar de cozinha. Sua importância é tão relevante que despertou interesse dos colonizadores do Brasil e até mesmo de invasores, como os holandeses, despertando guerras e disputas territoriais. Na época colonial, o nordeste era o maior produtor de cana-de-açúcar brasileiro, devido ao seu terreno ser favorável ao plantio, tendo sido uma monocultura predominante dessa região, sendo grande responsável pelo desmatamento da floresta tropical, restando hoje muito pouco da mata original.

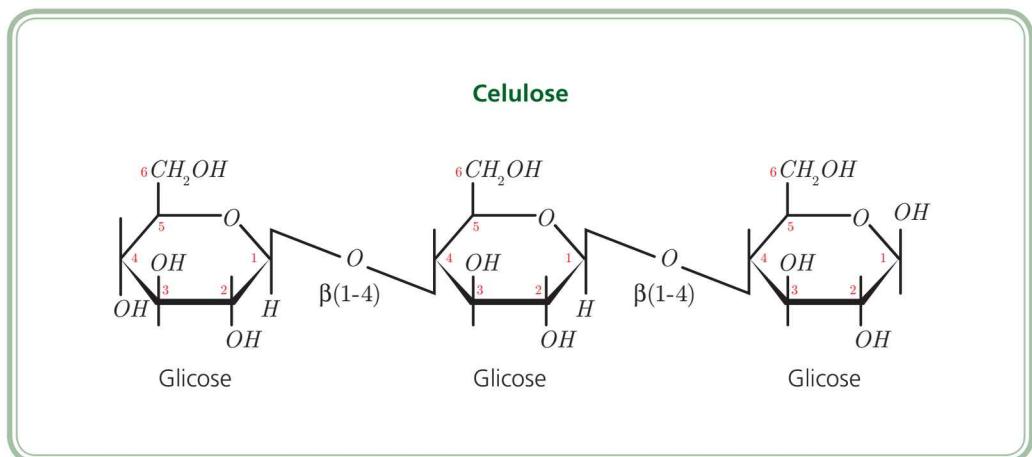


Hoje, São Paulo é o principal produtor de cana-de-açúcar do Brasil, devido à existência de um solo favorável e de uma economia mais estável para os agricultores. Entretanto, é muito comum andar pelas estradas nordestinas e observar as grandes plantações de cana que ainda existem nessa região, demonstrando assim que mesmo depois de séculos esse produto ainda é a principal matéria prima para obtenção de açúcar, bem como de outros componentes como a cachaça e a rapadura.

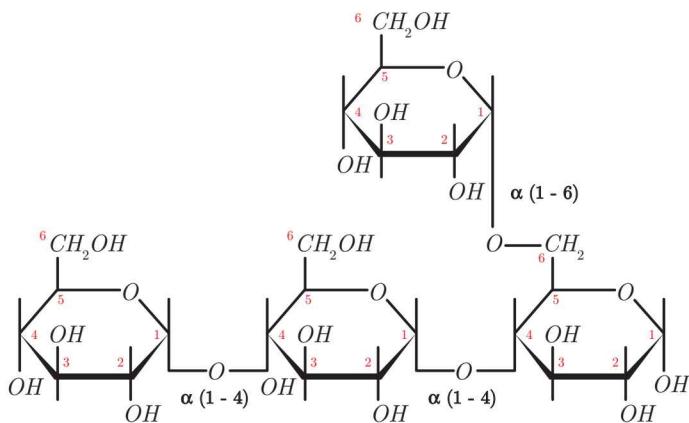
5.6 Polissacarídeos

Os carboidratos são as moléculas mais abundantes do planeta, a maior parte deles está organizada na forma de polissacarídeos, que são aglomerações de centenas de moléculas de carboidrato formando polímeros bastante condensados. A maioria dos polissacarídeos encontrados na natureza são formados por moléculas de glicose. Citamos a seguir alguns exemplos de polissacarídeos.

- Celulose: carboidrato que reveste as células das plantas. Devido a sua presença em plantas e em muitos outros seres vivos, a celulose é a molécula orgânica mais abundante de todo o planeta. Ela é formada por ligações glicosídicas β (1→ 4) na forma linear, como no trato digestivo humano não existem enzimas capazes de quebrar essa ligação, a celulose não pode ser digerida, mas serve como importante regulador intestinal, funcionando como fibras que absorvem grande parte da gordura ingerida na alimentação e controlam o tráfego intestinal. Os animais ruminantes têm a enzima celulose, produzida pelos microorganismos, que quebra a ligação glicosídica β (1→ 4), fazendo com que a celulose tenha função energética para eles, como no caso dos bovinos, caprinos, bubalinos etc. Com relação a alguns animais não ruminantes que possuem um pouco desses microorganismos, a celulose também pode ser aproveitada como fonte de energia, é o caso dos equinos e suínos.



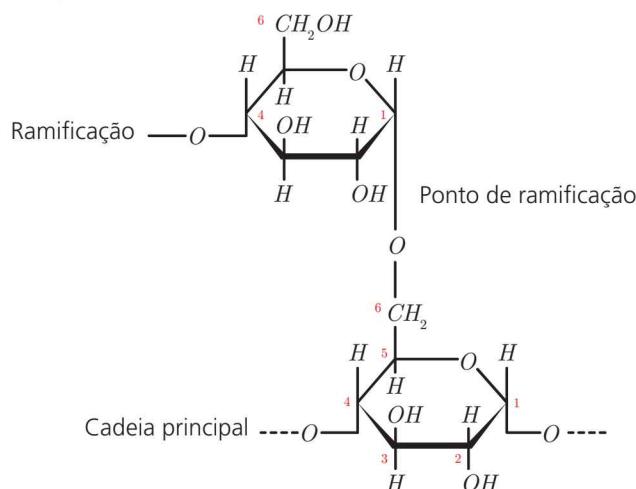
- Amido: esse carboidrato é produzido em plantas como reserva de energia. O produto da fotossíntese é a glicose, que é utilizada como molécula que dá energia à planta para desempenhar suas várias funções, como crescer, reproduzir, frutificar etc. O acúmulo de glicose é necessário para o armazenamento energético, essa glicose é armazenada na forma de amido nas plantas. O amido é um polissacarídeo ramificado com moléculas de glicose em ligações α (1→ 4) e α (1→ 6). Esse polissacarídeo é o principal componente da nossa alimentação, está presente nos alimentos mais importantes da nossa dieta, como, por exemplo, macaxeira, inhame, pão, macarrão, batata-doce, milho. Na nossa boca, o amido começa a ser digerido pela quebra em moléculas de dextrinas, em seguida a digestão continua formando moléculas de maltose e, finalmente, formando glucose, a qual será absorvida pelo organismo.



Amido

- Glicogênio: da mesma forma como as plantas fazem reserva de glucose para usar como energia, os animais também fazem. Entretanto, os animais reservam glicose na forma de um outro polissacarídeo chamado glicogênio. Assim como o amido, o glicogênio também é ramificado e possui ligações glicosídicas ligações $\alpha(1 \rightarrow 4)$ e $\alpha(1 \rightarrow 6)$. Ele é guardado no fígado de animais e é responsável por ceder toda energia imediata de que o animal precisa. Para que a energia seja utilizada, o glicogênio é quebrado e ocorre liberação de moléculas de glicose que chegam até as células e podem liberar sua energia para o organismo através do processo de respiração.

Glicogênio





A indústria da celulose: a celulose é hoje um dos maiores produtos obtidos de planta que é comercializado. Essa estrutura representa a maior parte de uma planta, principalmente do caule, dessa forma, qualquer coisa que você imaginar que seja feito de madeira tem como matéria principal a celulose. Por isso, ela é a molécula orgânica mais abundante em todo o planeta.

Agora, imagine sua vida sem a madeira e seus derivados.

Olhe para sua casa... o que você vê?

Portas, mesas, cadeiras, guarda-roupas, estantes, molduras de quadro e espelhos, cama (mesmo que seja de ferro, contém a grade), cabos de vassoura, sofás, entre tantas outras coisas.

Agora, olhe em volta da sala de aula: quadros, cadeiras, apagadores, lápis, sem contar com o mais importantes, os livros, cadernos e tudo mais feito de papel.

No Brasil, a floresta de araucárias já foi bastante explorada, e ainda é, pela busca de madeira lenhosa para fabricação desses materiais.

Hoje, muitas empresas já se preocupam em estruturar suas próprias florestas de subsistência, as quais garantem a produção constante de seus produtos.



1. De acordo com a formula geral dos carboidratos escreva qual a fórmula molecular da glicose, do gliceraldeído e da ribose.
2. Cite a importância e onde podemos encontrar os principais carboidratos.

5.7 Fermentação

Como já sabemos, cada ser vivo possui uma maneira própria de obter energia, em plantas, esse método ocorre pela fotossíntese, em animais, pela respiração. Nesse caso, muitos fungos e outros microorganismos utilizam a fermentação para obter energia. O fato é que essa especialidade passou a ser muito utilizada pelo homem na indústria alimentícia, é muito comum alimentos em nossa dieta que passam por um processo de fermentação, como exemplo temos o pão e todos os alimentos que possuem fermento, as bebidas alcoólicas e derivados de leite, como iogurte e queijo.

A fermentação é um processo bioquímico que degrada um derivado da glicose chamado piruvato, liberando gás carbônico. Dependendo do microorganismo,

a fermentação pode liberar também álcool ou ácido lático, por isso dizemos que existem dois tipos de fermentação, a fermentação alcoólica e a fermentação láctea.

5.7.1 Fermentação alcoólica

De maneira geral, a fermentação alcoólica é o processo em que moléculas de glucose são formadas em álcool pela ação de leveduras. O exemplo mais clássico dessa fermentação na indústria alimentícia são as bebidas alcoólicas, com destaque para a cachaça produzida a partir da cana-de-açúcar. Além do álcool, outro produto dessa reação é o gás carbônico e sua presença pode ser observada em bebidas como cerveja e champanhe. Observe no esquema da Figura 5.10 que existe liberação de energia, essa, no caso, é utilizada pela levedura para suas funções vitais. Observe também que o álcool formado é o etanol, um dos primeiros e mais utilizados biocombustíveis, produzido principalmente através da cana-de-açúcar, um álcool muito comum na indústria formado apenas por dois carbonos (Figura 5.11).

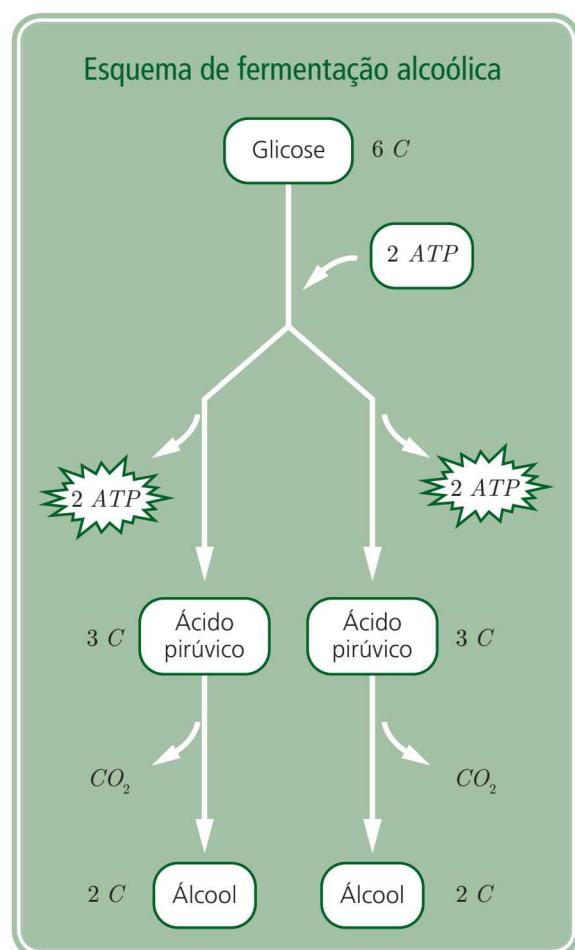


Figura 5.10: Esquema do processo de fermentação alcoólica partindo de moléculas de glicose para formar etanol.

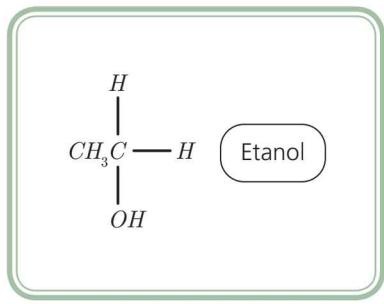


Figura 5.11: Estrutura da molécula do etanol, produto liberado da fermentação alcoólica realizado em leveduras.

5.7.2 Fermentação láctea

Assim como a fermentação alcoólica, a fermentação láctea também é produzida por microorganismos. Nesse caso, são as bactérias, muitas delas já vivem em nosso trato digestivo e auxiliam na degradação de alimentos que não foram digeridos pelas enzimas. A fermentação láctea tem por base, principalmente, o oligossacarídeo lactose para formação de ácido láctico. A forma como isso irá ocorrer depende da bactéria que estará desenvolvendo o processo. Bactérias muito famosas nesse tipo de fermentação são os lactobacilos. Na indústria alimentícia, essa fermentação é utilizada na preparação de derivados do leite, como bebidas lácteas fermentadas e queijos em geral. A Figura 5.12 mostra o esquema de maturação do queijo, partindo das proteínas presentes no queijo para formação de vários derivados, dentre eles o ácido láctico, o que caracteriza a fermentação láctea.

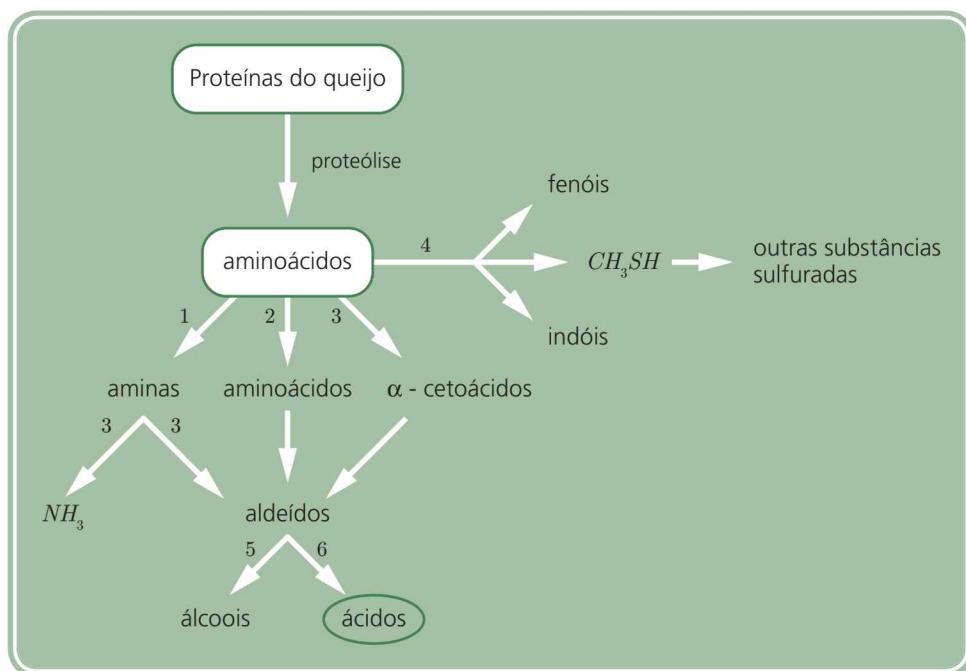


Figura 5.12: Esquema de fermentação láctea a partir de proteínas presentes no queijo

Pesquise o processo de reação da fermentação alcoólica e láctea descrevendo as reações passo a passo. Você poderá encontrar no livro de bioquímica de Stryer.



Resumo

Os carboidratos são moléculas de grande importância alimentar. Isso porque além de diversas funções no organismo são fornecedores de energia para o sistema biológico. Eles podem ser classificados de acordo com a estrutura e com a quantidade de carbonos. A fermentação é um processo alternativo de obtenção de energia em animais, mas é o principal em organismos como algumas bactérias e fungos.

Atividades de aprendizagem

1. De que modo, observando a estrutura de uma molécula, você pode identificar se ela é um carboidrato?
2. Qual a principal diferença entre uma aldose e uma cetose?
3. Cite cinco monossacarídeos importantes para a indústria e explique por que.
4. Represente a fórmula de Fischer e Hawort para a molécula da glucose.
5. De acordo com as ligações glicosídicas feitas entre a molécula do amido e da celulose, explique por que o amido é ramificado e a celulose não.
6. De forma geral, explique o que é o processo de fermentação.
7. Diferencie fermentação alcoólica de fermentação láctea.
8. Relacione a primeira coluna à segunda.
 1. Carboidratos
 2. Monossacarídeos
 3. Polissacarídeos
 4. Oligossacarídeos

5. Aldose

6. Cetose

7. Ligação glicosídica

() tem o grupamento aldeídico

() chamados açúcares

() macromoléculas

() pequeno aglomerado de monossacarídeos

() duas unidades de monossacarídeos

() tem o grupo cetônico

() monômeros de um carboidrato

() união entre dois monossacarídeos