



UnB - Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Celular
Bioquímica e Biofísica Experimental
Prof.: Fernando Fortes

Análise Qualitativa de Açúcares

Grupo4:

JosuéGuedes Neves (160032601)

LorenaLemos de Aquino(13/0170020)

Mariana Lopes Cavalcante (16/0068258)

Brasília/DF

Junho/2016

ÍNDICE

1. Introdução.....	3
2. Objetivos.....	7
3. Materiais.....	8
3.1. Parte A.....	8
3.2. Parte B.....	8
4. Procedimentos.....	10
4.1. Parte A.....	10
4.2. Parte B.....	12
5. Resultados.....	14
5.1. Parte A.....	14
5.2. Parte B.....	19
6. Questões para Discussão.....	21
7. Discussão.....	23
8. Conclusão.....	29
9. Referências Bibliográficas.....	31

Análise Qualitativa de Açúcares

03 de junho de 2016

1. INTRODUÇÃO

A prática em um laboratório exige cuidado e segurança, pois é um local de trabalho com potenciais riscos de acidentes, dado que se manipulam substâncias com perigo considerável, que, se indevidamente utilizadas, podem causar danos graves de grandes repercussões. Os cuidados e precauções fizeram presentes para a realização deste, onde o objetivo do grupo foi a identificação de polissacarídeos em conformação helicoidal, valendo-se de uma substância denominada lugol, determinação de cetoexose, aldexose ou seus resíduos em oligossacarídeos e polissacarídeos, utilizando-se resorcinol, e também açúcares redutores e não redutores, reagindo-se com carbonato de sódio (Na_2CO_3).

Carboidratos (ou glicídios) são definidos normalmente como polihidroxi aldeídos e polihidroxi cetonas ou substâncias que podem ser hidrolisadas para produzir polihidroxi aldeídos ou polihidroxi cetonas. Os carboidratos mais simples, que não podem ser hidrolisados em carboidratos menores, são chamados monossacarídeos. Carboidratos que quando hidrolisados produzem somente duas moléculas de monossacarídeos são chamados dissacarídeos; aqueles que produzem três são chamados trissacarídeos e assim por diante. Carboidratos que quando submetidos a hidrólise produzem 2 a 10 moléculas de monossacarídeos são normalmente chamadas de oligossacarídeos. Carboidratos que produzem um grande número de monossacarídeos (>10) são denominados polissacarídeos.

Os monossacarídeos contendo um grupo aldeído são chamados aldoses; aqueles que contem grupamentos cetônicos são chamados cetoses.

Em soluções aquosas, os monossacarídeos com 5 ou mais átomos de carbono ocorrem, predominantemente, como estruturas cíclicas (anel) nas quais o grupo carbonila forma uma ligação covalente com o oxigênio de um grupo hidroxila ao longo da cadeia, formando derivados chamados hemiacetais ou hemicetais.

Estas formas apresentam um carbono assimétrico adicional e assim podem existir duas formas estereoisoméricas. Por exemplo, a D – glicose, existe em solução, como um hemiacetal intramolecular no qual a hidroxila livre em C-5 reagiu com o aldeído de C-1, formando um centro assimétrico e produzindo 2estereoisômeros chamados α e β . As nomenclaturas sistemáticas dos dois anéis são α -D-glicopirranose e β -D- glicopirranose.

Sacarídeos são comumente carboidratos de fórmula empírica $(\text{CH}_2\text{O})_n$, muitas vezes caracterizados por seu sabor doce e essenciais na alimentação humana. Os monossacarídeos são os tipos mais simples de carboidratos, divididos em aldoses e cetoses, dependendo do grupo funcional que o acompanha: aldeído ou cetona. Quando em soluções aquosas, os monossacarídeos que possuem mais de quatro átomos de carbono em sua cadeia costumam formar estruturas cíclicas, em detrimento das representações lineares. Grandes exemplos de monossacarídeos são a α -D-frutose, α -D-glicose e a α -D-ribose.

A glicose é abundante em frutas, milho doce, xarope de milho, mel e certas raízes. Ela é o principal produto formado pela hidrólise dos carboidratos mais complexos na digestão e a forma de açúcar normalmente encontrada na corrente sanguínea. É oxidada nas células como fonte de energia e armazenada no fígado e nos músculos em forma de glicogênio. Já a frutose (levulose, açúcar da fruta) é encontrada junto com a glicose e a sacarose no mel e frutas, e é o mais forte dos açúcares. A galactose, outro monossacarídeo, não é encontrada na forma livre na natureza, mas é produzida a partir da lactose (açúcar do leite) pela hidrólise no processo digestivo.

Os oligossacarídeos são a união de poucos monossacarídeos por ligações glicosídicas entre duas hidroxilas de diferentes moléculas de monossacarídeos, com a devida formação de uma molécula de água. Os exemplos mais conhecidos de oligossacarídeos são a sacarose, união de uma frutose com uma glicose, e a lactose, união de glicose com galactose.

Diferentemente, os polissacarídeos representam a estruturação de diversos monossacarídeos em cadeias lineares ou ramificadas, também valendo-se de 4

ligações glicosídicas para tal. A celulose, o glicogênio e o amido são os compostos mais conhecidos nessa categoria, por suas utilidades na indústria. Cabe ressaltar que os carboidratos como amido, sacarose, lactose e, inclusive, as fibras não digeríveis (celulose) são importantes à dieta humana, já que seu principal produto, após a digestão, é a glicose, grande fonte de energia ao metabolismo. Já as fibras auxiliam na digestão justamente pela impossibilidade de enzimas sintetizadas pelo homem as desestruturarem. Em outras ocasiões, sacarídeos influenciam na sustentação de plantas e reservas energéticas em animais e vegetais, além de formarem, ocasionalmente, glicolipídios e glicoproteínas, graças ao acoplamento de, respectivamente, lipídeos e proteínas.

Os açúcares podem ainda ser classificados como açúcares redutores e não-redutores. Os açúcares redutores contêm grupamentos hemiacetais ou hemicetais. Carboidratos que contêm somente grupos cetais ou acetais são chamados açúcares não-redutores.

Teste com Lugol

O lugol ou solução de Lugol é uma solução de I₂(1%) em equilíbrio com KI (2%) em água destilada. O iodo em solução produz reação colorida com polissacarídeo (apresentando cor vermelhocastanho com glicogênio e azul com amido). A cadeia de amilose, constituinte do amido, forma uma espiral cujas dimensões internas permitem que a molécula de iodo se encaixe em seu interior. O complexo iodo-amilose é o responsável pela coloração azul. Esta coloração é estável, porém é facilmente destruída pelo calor.

O objetivo da reação de Lugol é a caracterização e diferenciação dos polissacarídeos amido e glicogênio.

Teste de Seliwanoff

O teste de Seliwanoff é um teste que visa obter a distinção entre aldoses e cetoses. Há formação de furfural e hidroximetilfurfural (HMF), que são incolores. Assim, adiciona-se um composto fenólico ao meio para que seja desenvolvida

coloração visível (nesse caso, vermelha). Na reação de Seliwanoff o ácido que causará a desidratação do carboidrato é o ácido clorídrico (HCl) e o fenol que reage como o furfural e HMF é o resorcinol.

Esse teste permite diferenciar aldoses de cetoses porque a reação com a cetose é mais rápida e mais intensa. Isso porque a formação do furfural é mais fácil que a formação do hidroximetilfurfural.

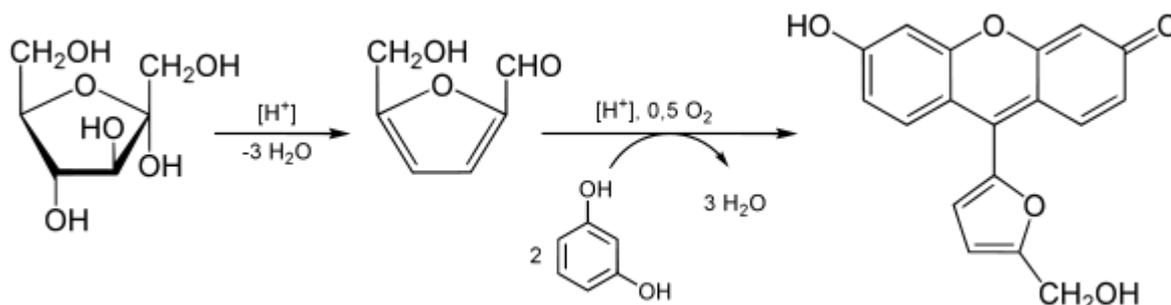


Figura 1. Reação de Seliwanoff.

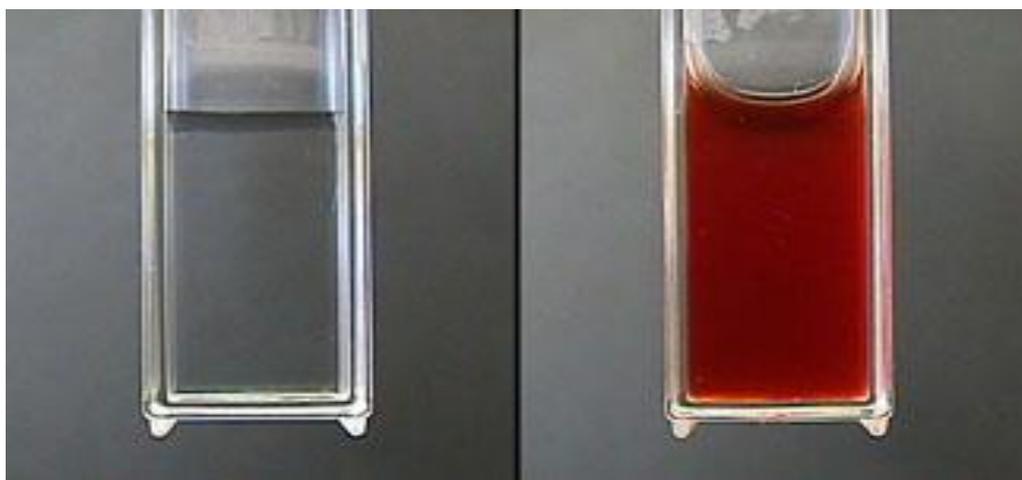


Figura 2. Teste negativo (esquerda) e teste positivo (direita).

Teste de Óxido-Redução

Este teste visa a identificação de açúcares redutores e não-redutores. Nele, utiliza-se uma solução de azul de metileno, que é empregado como indicador de oxirredução. Soluções desta substância são azuis quando em um ambiente oxidante, mas tornam-se incolores quando expostas a um agente redutor.

2. OBJETIVOS

- Aproximação ao ambiente laboratorial;
- Praticar e manuseio de utensílios laboratoriais;
- Práticas de cuidado em ambiente laboratorial;
- Identificação de cetose, aldose, pentose ou de seus resíduos em oligossacarídeos ou polissacarídeos;
- Identificação de açúcares redutores e não redutores.

3. MATERIAIS

3.1. Parte A

- 03 ml de Glicose
- 03 ml de Sacarose
- 03 ml de Nidex
- 03 ml de Frutose
- 03 ml de Amido
- 01 ml de Lugol (I₂ 5% em iodeto de potássio 10%)
- 12 ml de Resorcinol (0,05% e HCL 6mol/L)
- 2,4 ml de Na₂CO₃ (Carbonato de Sódio)
- 06 ml de Azul de Metileno (0,005% e Na₂CO₃ 10%)
- 01 béquer de 100 ml
- 03 pipetas de 1 ml
- 07 pipetas de 5 ml
- 02 pipetas de 10 ml
- 02 peras
- 01 pisseta com água destilada
- 18 tubos de ensaio
- 02 estantes
- 20 cm de fita crepe
- Banho-maria
- Filme plástico

3.2. Parte B

- Kit vegetais contendo: 01 pedaço de kiwi, 01 pedaço de maçã verde, 01 pedaço de manga, 01 pedaço de batata inglesa, 01 pedaço de batata doce, 01 pedaço de inhame, 01 pedaço de banana, 01 pedaço de cenoura, 01 pedaço de beterraba e sumo de laranja.
- 01 ml de Lugol (I₂ 5% em iodeto de potássio 10%)
- 12 ml de Resorcinol (0,05% e HCL 6mol/L)

- 2,4 ml de Na₂CO₃ (Carbonato de Sódio)
- 6 ml de Azul de Metileno (0,005% e Na₂CO₃ 10%)
- 03 pipetas de 5 ml
- 02 pipetas Pasteur
- 02 peras
- 01 pisseta com água destilada
- 18 tubos de ensaio
- 02 estantes
- 20 cm de fita crepe
- 01 peneira voal
- Recipientes plásticos
- Banho-maria

Observação:Do kit vegetais, apenas cinco foram selecionados. Foram estes: batata inglesa, kiwi, laranja, maçã verde e manga.

4. PROCEDIMENTOS

4.1. Parte A

- a) Para iniciar o experimento e fazer a análise dos testes a serem estudados, fez-se necessário a distribuição das soluções problema e reagente. Para isso, foi preciso reconhecer e recolher os materiais a serem utilizados na prática.
- b) Utilizou-se uma pipeta de 5 ml para que fosse feita a coleta de 3 ml de Glicose (solução problema). Posteriormente, houve o armazenamento no tubo de ensaio localizado na estante e vedação com filme plástico.
- c) O procedimento b se repete com as demais soluções problema.
- d) Após a distribuição das soluções problema nos tubos, houve a identificação das mesmas através de algarismos romanos numerados de 1 a 5, juntamente com o grupo e a data da coleta.
- e) Os reagentes já distribuídos pelos monitores também foram coletados, armazenados e vedados pelo grupo.
- f) Após o recolhimento das soluções problemas e reagentes, foi realizado a lavagem e descarte dos materiais utilizados, assim como a troca de estantes entre os grupos para que houvesse dinâmica na análise dos testes.
- g) Após os procedimentos de preparação para o teste ocorreu a distribuição da água destilada em 3 tubos de ensaio, para que houvesse um controle sobre as demais reações e assim fosse possível a análise dos testes.

Teste Lugol

O primeiro teste a ser realizado foi o Lugol. Para isso foi necessário 6 gotas do reagente Lugol, distribuídos entre os tubos contendo as soluções problema e o controle. Para a distribuição, utilizou-se uma pipeta de 1 ml e posteriormente realizou seu descarte.

No último tubo de ensaio (“blank”), colocou-se água destilada para que fosse feito o controle negativo do experimento. Em seguida, adicionou-se 1 gota de reagente Lugol 5% I₂, 10% KI (iodeto de potássio) em cada um dos tubos, que foram em seguida agitados. Os resultados foram registrados.

Teste Seliwanoff

O segundo teste realizado foi o Seliwanoff. Para isso foi necessário 12 ml do reagente Resorcinol, distribuídos entre os tubos contendo as soluções problema e o controle. Logo, colocou-se 1 mL de cada amostra-problema em tubos de ensaio e 1 mL de água desligada no tubo controle (“blank”). Depois, adicionou-se 2 mL (40 gotas) do reagente resorcinol a cada um dos tubos, que foram agitados e colocados em banho-maria por 2 minutos cronometrados a 89°C. Em seguida, os tubos foram retirados do aquecimento e as alterações de cor foram registradas.

Para a distribuição, utilizou-se uma pipeta de 5 ml e posteriormente realizou seu descarte.

Vale ressaltar o cuidado que se teve no manuseio do reagente.

Teste Óxido-redução

O terceiro teste realizado foi o de óxido-redução. Para isso foram necessários 48 gotas de Na₂CO₃ (carbonato de sódio), ou seja, 2,4 ml de Na₂CO₃ e 6 ml de azul de metileno distribuídos entre os tubos contendo as soluções problema e o controle. Colocou-se 1 mL de cada amostra-problema em tubos de ensaio e 1 mL de água desligada no tubo controle (“blank”). Em seguida, adicionou-se 8 gotas de Na₂CO₃ a

todos os tubos. Após agitar os tubos de ensaio, colocou-se 1 mL da solução de azul de metileno aos mesmos. Em seguida, os tubos foram levados ao banho-maria, no qual permaneceram durante 2 minutos cronometrados a 89°C. Os tubos foram retirados do aquecimento e os resultados foram registrados.

Para a distribuição, utilizou-se uma pipeta de 2 ml para o reagente Na₂CO₃ e uma pipeta de 5 ml para o reagente azul de metileno e posteriormente realizou seu descarte.

4.2. Parte B

- a) Para iniciar o experimento e fazer a análise dos testes a serem estudados, fez-se necessário a distribuição do kit vegetal para os grupos e a recolha dos reagentes já distribuídos pelos monitores em quantidades necessárias para o experimento.
- b) Utilizou-se uma pipeta Pasteur para que fosse feita a coleta de 3 ml de sumo de laranja. Posteriormente, houve a distribuição igualitária em 3 tubos de ensaio localizados na estante, ou seja, 1 ml em cada.
- c) O procedimento b) se repete com os demais vegetais.
- d) Após a distribuição do sumo dos vegetais nos tubos, houve a identificação de cada vegetal através de algarismos romanos numerados de 1 a 3, juntamente com o reagente, grupo e a data da coleta.
- e) Os reagentes já distribuídos pelos monitores, também foram coletados e armazenados pelo grupo.
- f) Após o recolhimento dos vegetais e reagentes, foi realizado a lavagem e descarte dos materiais utilizados.

Observação: Não houve a utilização de água destilada para o controle negativo.

Teste Lugol

O primeiro teste a ser realizado foi o Lugol. Para isso foram necessários 5 gotas do reagente Lugol, distribuídos entre os tubos contendo o sumo dos vegetais. Para a distribuição, utilizou-se uma pipeta de 1 ml e posteriormente realizou seu descarte.

Teste Seliwanoff

O segundo teste realizado foi o Seliwanoff. Para isso foram necessários 10 ml do reagente Resorcinol, distribuídos entre os tubos contendo o sumo dos vegetais. Para a distribuição, utilizou-se uma pipeta de 5 ml e posteriormente realizou seu descarte.

Vale ressaltar o cuidado que se teve no manuseio do reagente.

As soluções foram levadas a banho-maria por 8 minutos a 89°.

Teste Óxido-redução

O terceiro teste realizado foi o de óxido-redução. Para isso foram necessários 40 gotas de Na_2CO_3 (carbonato de sódio), ou seja, 2 ml de Na_2CO_3 e 5 ml de azul de metileno distribuídos entre os tubos contendo o sumo dos vegetais. Para a distribuição, utilizou-se uma pipeta de 2 ml para o reagente Na_2CO_3 e uma pipeta de 5 ml para o reagente azul de metileno. Posteriormente realizou seu descarte.

As soluções foram levadas a banho-maria por 8 minutos a 89°.

5. RESULTADOS

Observação: O grupo IV perdeu todas as imagens arquivadas que seriam incluídas ao relatório, ademais foi descrito o que ocorreu para que se tornasse mais didático a visualização da discussão deste.

5.1. Parte A

Após a troca das soluções com os grupos, houve dinâmica durante todos os experimentos e para que fossem analisados com maior detalhamento, os grupos revelaram as substâncias descritas por algarismo.

TUBO	SOLUÇÃO PROBLEMA
I	Amido
II	Frutose
III	Glicose
IV	Nidex
V	Sacarose

Tabela 1: identificação dos tubos recebidos pelo grupo 1.

Lugol

Após o acréscimo do reagente Lugol, notou-se que os tubos contendo amido (tubo I) e Nidex (tubo IV) obtiveram resultados positivo. Vale ressaltar que, diferentemente dos demais testes, o Lugol não precisa ir a banho-maria.

LUGOL	
CARBOIDRATO	RESULTADO OBTIDO
Amido	Positivo
Frutose	Negativo
Glicose	Negativo
Nidex	Positivo
Sacarose	Negativo

Tabela 2: Resultados obtidos após reação do lugol com os carboidratos amido, frutose, glicose, nidex e sacarose.

Colorações:

- **Amido:** Coloração escura
- **Frutose:** Coloração amarelada.
- **Glicose:** Coloração amarelada.
- **Nidex:** Coloração escura.
- **Sacarose:** Coloração amarelada.
- **Água:** Coloração amarelada.

Amido é uma mistura de dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, polímeros de glicose formados através de síntese por desidratação (a cada ligação de duas glicoses, no caso, há a "liberação" de uma molécula de água). A α -amilose é um polímero linear de milhares de resíduos de glicose aderidos por ligações α 1-4. As ligações α -glicosídicas da α -amilose fazem com que ela adote uma conformação helicoidal.

Nidex é um complemento energético composto por maltose-dextrina obtida pela ação enzimática da amilase sobre o amido e acrescido de sacarose. As dextrinas são um grupo de carboidratos de baixo peso molecular produzidas pela hidrólise do amido, que divide suas longas cadeias moleculares.

Lugol é uma solução de I₂ (1%) em equilíbrio com KI (2%) em água destilada. Este reagente reage com alguns polissacarídeos como os amidos, glicogênio e certas dextrinas, formando um complexo de inclusão termolábil que se caracteriza por ser colorido, dando cor diferente segundo as ramificações que apresente a molécula. Com o amido e o nidex a coloração típica é o azul escuro.

Com o amido dissolvido, observamos que ao adicionarmos gotas da tintura de iodo ocorre a formação de uma coloração azul escuro. Este azul é o produto da reação entre o íon triiodeto, presente na tintura de iodo, e o amido, formando um complexo que possui esta coloração característica, o aprisionamento do iodo dá-se no interior da hélice formada pela amilase.

Seliwanoff

Com o acréscimo do reagente resorcinol sem ida ao banho-maria, observou-se que não houve alteração de cor. Porém, após dois minutos em banho-maria a 89°, notou-se que os tubos contendo frutose, sacarose e nidex alteraram sua coloração.

SELIWANOFF	
CARBOIDRATO	RESULTADO OBTIDO APÓS BANHO-MARIA
Amido	Negativo
Frutose	Positivo – Cetose
Glicose	Negativo
Nidex	Positivo – Cetose
Sacarose	Positivo– Cetose

Tabela 3: resultados das reações entre resorcinol e os carboidratos amido, frutose, glicose, nidex e sacarose.

Colorações:

Antes de banho-maria de 2 minutos a 89°C

- **Amido:** Incolor.
- **Frutose:** Coloração rósea fraca.
- **Glicose:** Incolor.
- **Nidex:** Incolor.
- **Sacarose:** Coloração rósea fraca.
- **Água:** Incolor.

Após banho-maria de 2 minutos a 89°C

- **Amido:** Incolor.
- **Frutose:** Coloração escura.
- **Glicose:** Coloração avermelhada fraca.
- **Nidex:** Coloração vermelha escura.
- **Sacarose:** Coloração escura.
- **Água:** Incolor.

A reação é feita com resorcinol em meio de HCl quente. As ceto-hexoses dão um produto de coloração vermelha que se desenvolve rapidamente. As aldohexoses correspondentes reagem mais lentamente. Durante o tempo que as ceto-hexoses são desidratadas e reagem com o resorcinol fornecendo o produto, as aldohexoses fornecem apenas um produto levemente rosa.

A reação positiva é caracterizada pelo aparecimento de coloração vermelha, que indica a formação do complexo entre furfural ou HMF com o resorcinol e, conseqüentemente, indica presença de aldoses e cetoses. Como foi dito, a reação para cetoses é mais rápida e mais intensa do que para aldoses. Esse teste permite identificar se a amostra é uma aldose (rosa claro) ou cetose (vermelho escuro).

Óxido-redução

Com o acréscimo dos reagentes Na₂CO₃ e azul de metileno sem ida ao banho-maria, observou-se que não houve alteração de cor.

ÓXIDO-REDUÇÃO	
CARBOIDRATO	RESULTADO OBTIDO APÓS BANHO-MARIA
Amido	Coloração azul (não redutor)
Frutose	Coloração amarelada (redutor)
Glicose	Coloração amarelada fraca (redutor)
Nidex	Incolor (redutor)
Sacarose	Coloração azul (não redutor)

Tabela 4: resultados após reações do azul de metileno com os carboidratos amido, frutose, glicose, nidex e sacarose.

Coloração após banho-maria de 2 minutos a 89°C

- **Amido:** Coloração azul.
- **Frutose:** Coloração amarelada.
- **Glicose:** Coloração amarelada fraca.
- **Nidex:** Incolor.
- **Sacarose:** Coloração azul.
- **Água:** Coloração azul

A diferença entre a coloração amarelada, amarelada fraca e incolor representa a intensidade do poder redutor do açúcar, sendo o incolor o mais forte.

5.2. Parte B

LUGOL	
VEGETAL	RESULTADO OBTIDO
Laranja	Negativo
Batata Inglesa	Positivo
Kiwi	Negativo
Manga Rosa	Negativo
Maçã Verde	Negativo

Tabela 5: resultados das reações entre o lugol e os sumos de laranja, batata inglesa, kiwi, manga rosa e maçã verde.

No decurso do experimento, verificou-se que apenas os sumos que contém amido sofreram mudança de coloração decorrente de reação química, pois, conforme explicado anteriormente, somente os polissacarídeos ou oligossacarídeos maiores e que apresentam estrutura helicoidal formam complexos coloridos quando em contato com o lugol.

SELIWANOFF	
VEGETAL	RESULTADO OBTIDO APÓS BANHO-MARIA
Laranja	Positivo
Batata Inglesa	Negativo
Kiwi	Positivo
Manga Rosa	Positivo
Maçã Verde	Positivo

Tabela 6: resultados das reações entre o resorcinol e os sumos de laranja, batata inglesa, kiwi, manga rosa e maçã verde.

O experimento com Resorcinol na parte B deste trabalho corrobora os resultados da parte A. Todos os sumos derivados das frutas, que são ricas em frutose, apresentaram resultado positivo. Já o sumo da batata inglesa, que é rica em amido, apresentou resultado negativo.

Coloração após 8 minutos em banho-maria a 89° C:

- **Laranja:** coloração escura
- **Batata inglesa:** coloração clara
- **Kiwi:** coloração escura
- **Manga Rosa:** coloração escura
- **Maçã Verde:** coloração escura

ÓXIDO-REDUÇÃO	
VEGETAL	RESULTADO OBTIDO APÓS BANHO-MARIA
Laranja	Há poder redutor
Batata Inglesa	Não apresentar poder redutor
Kiwi	Há poder redutor
Manga Rosa	Há poder redutor
Maçã Verde	Há poder redutor

Tabela 7: resultados após reações entre o azul de metileno e os sumos de laranja, batata inglesa, kiwi, manga rosa e maçã verde.

Todos sofreram mudança na coloração, adquirindo variadas tonalidades de verde, indicando que há presença de glicose ou frutose em todas as amostras, pois estes carboidratos apresentam poder redutor, como foi demonstrado na parte A.

6. QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. Quanto aos carboidratos, assinale a alternativa incorreta.

a) Os glicídios são classificados de acordo com o tamanho e a organização de sua molécula em três grupos: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos.

b) Os polissacarídeos compõem um grupo de glicídios cujas moléculas não apresentam sabor adocicado, embora sejam formadas pela união de centenas ou mesmo milhares de monossacarídeos.

c) Os dissacarídeos são constituídos pela união de dois monossacarídeos, e seus representantes mais conhecidos são a celulose, a quitina e o glicogênio.

d) Os glicídios, além de terem função energética, ainda participam da estrutura dos ácidos nucleicos, tanto RNA quanto DNA.

e) A função do glicogênio para os animais é equivalente a do amido para as plantas.

2. Por que predomina a coloração azul na reação amido + Iodo, se o amido é uma mistura de dois polissacarídeos diferentes?

O aprisionamento do iodo dá-se no interior da hélice formada pela amilose. Como a amilopectina não apresenta estrutura helicoidal, devido à presença das ramificações, a interação com o iodo será menor, e a coloração menos intensa. A coloração da amilopectina é vermelha e não azul. Porém nem todos os polissacarídeos, apesar de serem moléculas grandes, dão complexo colorido com o iodo. Isso porque é necessário que a molécula apresente uma conformação que propicie o "encaixe" do iodo.

3. Um polissacarídeo de estrutura desconhecida foi isolado, submetido à metilação exaustiva e hidrolisado. A análise dos produtos revelou três açúcares metilados: 2, 3, 4-tri-O-metil-D-glicose, 2, 4-di-O-metil-D-glicose, 2, 3, 4, 6-tetra-O-metil-D-glicose, na proporção de 20:1:1. Qual é a estrutura do polissacarídeo?

Cadeias de resíduos de D – glicose unidos por ligações (1→6), com ramificações ocasionais (1→3), com cerca de um ramo para cada 20 unidades.

4. Quais são os dois melhores precursores do glicogênio?

Glicose e frutose

5. Um poli-álcool é formado por uma cadeia linear de carbono e contém um grupamento aldeídico. Sua fórmula geral é $C_n(H_2O)_n$. Assinale a alternativa correta.

- a) A substância é um lipídio
- b) A substância é um aldeído graxo
- c) A substância é uma aldo-hexose
- d) A substância é uma aldose**

6. Assinale qual das afirmações é correta em relação à glicose e à frutose:

- a) Ambas são aldo-hexoses da série D
- b) A glicose é uma hexose e a frutose é uma pentose
- c) Ambas são ceto-hexoses da série L
- d) Nenhuma das alternativas**

7. DISCUSSÃO

Carboidratos são poliidroxi aldeídos, poliidroxi cetonas ou substâncias que liberam tais compostos por hidrólise. O termo sacarídeo é derivado do grego *sakcharon* que significa açúcar. Como já dito, por isso, são assim denominados, embora nem todos apresentem sabor adocicado.

Podem ser divididos em três classes principais de acordo com o número de ligações glicosídicas: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

Os carboidratos possuem variadas funções, entre as quais estrutural (como a quitina e a celulose), reserva energética (como o glicogênio e o amido) e fonte de energia (como a frutose e a glicose).

A glicose é uma aldose (ou piranose) de estrutura cíclica e flexível, com tendência redutora (como toda aldose). Nos seres humanos, o metabolismo da glicose é a principal forma de suprimento energético, obtido a partir de sua oxidação. A partir da glicose, uma série de intermediários metabólicos pode ser suprida, como esqueletos carbônicos de aminoácidos, nucleotídeos, ácidos graxos etc.

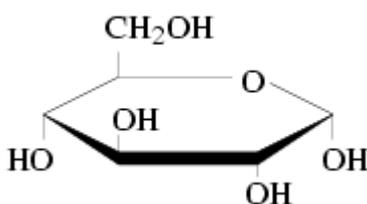


Figura 3. Fórmula estrutural da glicose.

A frutose também possui função essencialmente energética, embora seja um epímero da glicose e uma cetose (furanose).

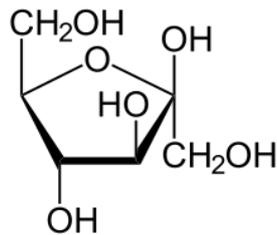


Figura 4. Fórmula estrutural da frutose.

Os dissacarídeos são compostos formados a partir da união (ligação glicosídica) de dois monossacarídeos. A maltose, por exemplo, é formada pela ligação $\alpha(1,4)$ entre glicoses, enquanto a sacarose é formada pela ligação $\beta(1,2)$ entre glicose e frutose.

Os polissacarídeos são formados pela polimerização de múltiplos monossacarídeos, dentre os quais cita-se a maltodextrina, componente majoritário do Nidex. É o resultado da hidrólise do amido ou da fécula, normalmente se apresentando comercialmente na forma de pó branco, composto por uma mistura de vários oligômeros da glicose, compostos por 5 a 10 unidades. Pode ser definida como um polímero da glicose. Estas moléculas poliméricas são metabolizadas de forma rápida no organismo humano, contribuindo, em indivíduos saudáveis, para um aumento exponencial de insulina na corrente sanguínea. A ligação glicosídica é $\alpha(1,4)$, o que lhe proporciona estrutura helicoidal.

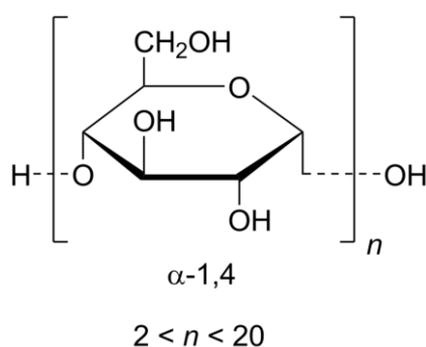


Figura 5. Fórmula estrutural do monômero da maltodextrina.

O amido, por sua vez, está presente na maioria dos vegetais, com a função inicial de armazenar energia coletada pela fotossíntese. A principal razão para a

conversão fotossintética de açúcar em amido é que esta forma de armazenamento é vantajosa para a planta, pois a molécula de amido é insolúvel em soluções aquosas, à temperatura ambiente e, dessa maneira, não provoca um desequilíbrio osmótico, com o açúcar armazenado em grandes quantidades.

Quando há a produção de amido, este é empacotado em pequenos grânulos que variam de tamanho em função da fonte (mandioca, milho, batata, etc.). O grânulo de amido consiste de dois carboidratos principais: amilose e amilopectina. Ambos possuem alto peso molecular e primariamente ligações $\alpha(1,4)$, porém, a amilopectina, para manter sua molécula ramificada liga-se, também, através da ligação $\alpha(1,6)$. A sobreposição de ligações $\alpha(1,4)$ produz estrutura helicoidal.

As evidências epidemiológicas do papel da qualidade dos carboidratos na gênese e prevenção do diabetes ainda são inconsistentes. Embora resultados de alguns estudos indiquem uma possível associação entre dieta com elevados teores de índice glicêmico e pobre em fibras de cereais e maior risco para diabetes, há indícios de que esta relação seja mediada pelos baixos teores de magnésio deste padrão de consumo alimentar, sugerindo a relevância de se considerar os alimentos e padrões alimentares como um todo em investigações sobre fatores determinantes de doenças crônicas.

Estudos sugerem que uma dieta rica em cereais integrais e vegetais, fontes naturais de magnésio e fibras, e pobre em cereais refinados e sacarose, possa exercer um papel protetor para o diabetes. Um efeito benéfico na gênese de distúrbios do metabolismo da glicose parece estar relacionado ao maior consumo de laticínios.

Em relação à frutose, as evidências ainda são escassas, mas sugerem uma relação de risco para o diabetes e doenças associadas, indicando a necessidade de recomendações do consumo moderado de alimentos com elevadas concentrações de frutose, tais como frutas passas e sucos de frutas. Fontes alimentares distintas de fibras e índice glicêmico consumidas por indivíduos com diversificada susceptibilidade genética, peso corporal e resistência à insulina podem influenciar a

resposta metabólica individual, fato que pode explicar em parte os controversos resultados dos estudos epidemiológicos disponíveis, enfatizando a necessidade de maior número de estudos prospectivos para a elucidação das relações entre o consumo alimentar e risco para diabetes, ferramenta fundamental no planejamento de medidas de prevenção.

Evidências provenientes de ensaios clínicos aleatorizados para a prevenção primária do Diabetes Mellitus 2 sugerem que orientações nutricionais enfocando a qualidade dos carboidratos e lipídeos da dieta, como o estímulo ao consumo de cereais integrais, frutas, verduras, legumes, azeite de oliva e peixes, em detrimento do consumo de carnes e cereais refinados associadas ao incentivo da prática de atividades físicas podem produzir um importante impacto na prevenção do diabetes tipo 2 em indivíduos portadores de fatores de risco.

1) Teste com Lugol

No decurso dos experimentos, verificou-se que apenas as soluções de amido e Nidex sofreram mudança de coloração decorrente de reação química. Ambas as soluções são compostas por polímeros helicoidais com ligações $\alpha(1,4)$. Somente os polissacarídeos ou oligossacarídeos maiores e que apresentam estrutura helicoidal formam complexos coloridos quando em contato com o lugol.

A cor é função do comprimento das hélices, estando em concentrações estequiométricas de iodo onde coloração varia do vermelho ao preto. Espelha-se os íons I⁻ presentes no lugol se depositam nas hélices e intervalos regulares por interações intermoleculares.

2) Teste de Seliwanoff

Esse teste permite diferenciar aldoses de cetoses. Sacarídeos derivados de cetonas (cetoses) sob ação do HCl, são transformadas em derivados de furfural que se condensam com o resorcinol, formando um produto vermelho de composição

incerta. A reação com cetose é rápida e mais intensa pela maior facilidade de formação do derivado furfural (hidroximetilfurfural). Caso a sacarose sofra hidrólise prévia, também reagirá positivamente devido à liberação de frutose e de glicose.

Aldohexoses reagem mais lentamente porque as formas piranosídicas são dificilmente desidratáveis, resultando em rosa pálido. Porém, as aldoses, mediante muito aquecimento, podem se transformar em cetoses por polimerização catalisada pelo HCl.

Sendo assim, a frutose, que é uma cetose, reagiu intensamente, enquanto a glicose (por ser uma aldose) reagiu fracamente. A sacarose adquiriu uma coloração muito semelhante à da frutose. As demais substâncias não apresentaram reação.

3) Teste de Óxido-Redução

Essas práticas propõem diferenciar a sacarose da frutose, tendo em vista que no experimento anterior, ambos obtiveram a mesma coloração, ao mesmo tempo. As soluções contendo água, sacarose e Nidex mantiveram coloração azul escuro (cor característica do azul metileno) mesmo depois do aquecimento, indicando que essas substâncias não são açúcares redutores e que, portanto, não reduzem o agente oxidante. Sendo assim, ressalta-se que o poder redutor de um açúcar deriva da presença de grupos aldeídicos ou cetônicos livres.

Quando um átomo de carbono anomérico é envolvido em uma ligação glicosídica ele não pode mais ser oxidado pelo azul de metileno (que é agente oxidante). O açúcar contendo o átomo de carbono anomérico não mais age como açúcar redutor. A extremidade de uma cadeia que tem um carbono anomérico livre, isto é, que não está envolvido em uma ligação glicosídica, é comumente chamada de extremidade redutora da cadeia.

Observa-se ainda que a sacarose não contém átomos de carbono anoméricos livres. Os átomos de carbono anoméricos de ambos os monossacarídeos (glicose e frutose) estão envolvidos na ligação glicosídica.

Além disso, as soluções de glicose e frutose adquiriram coloração azul escuro antes do aquecimento e coloração translúcida amarelada após o aquecimento, o que indica que esses carboidratos são açúcares redutores e que o agente oxidante sofreu redução. A redução do azul de metileno o torna incolor e é conseguida em meio alcalino através do aquecimento. Todos os monossacarídeos (como a glicose e a frutose) são açúcares redutores. Os dissacarídeos também são, na sua maioria, açúcares redutores, sendo a sacarose uma exceção.

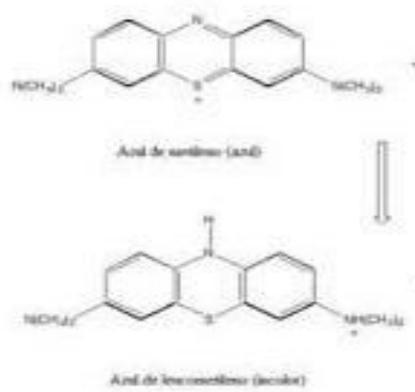


Figura 6. Reação de redução do azul de metileno, com as fórmulas estruturais do azul de metileno superiormente (cor azul) e do azul de leucometileno inferiormente (incolor).

8. CONCLUSÃO

São evidentes as diferenças conformacionais existentes entre os diversos carboidratos, que implicam diversas classificações numéricas, estruturais e funcionais, como quanto ao número de carbonos, monômeros, ciclização da cadeia e capacidade redutora. Nesse sentido, vários testes são utilizados para identificar a presença de um determinado carboidrato, como os realizados com o lugol, e os de Seliwanoff e de óxido-redução.

Como apenas as soluções contendo amido e de Nidex sofreram mudança de coloração decorrente de reação química, pode-se dizer que apenas esses compostos contêm polímeros helicoidais, uma vez que somente os polissacarídeos ou oligossacarídeos maiores e que apresentam estrutura helicoidal formam complexos coloridos quando em contato com o lugol.

Os testes de Seliwanoff, por sua vez, permitem diferenciar aldoses de cetoses. Cetoses sob ação do HCl, são transformadas em derivados de furfural que se condensam com o resorcinol, formando um produto vermelho de composição incerta. Isto se torna bastante claro depois de verificados os resultados obtidos com a sacarose.

Nos últimos experimentos, utilizaram-se o azul de metileno para indicar açúcares redutores, após o banho-maria, já que a redução do azul de metileno torna incolor, e é conseguida em meio alcalino através do aquecimento. Nesse contexto, frutose, Nidex, glicose e por estes, entre os vegetais se caracterizaram como açúcares redutores, e sacarose e amido como não-redutores.

Os testes aqui descritos revelam, portanto, alguns procedimentos simples adotados na elaboração de experimentos que visam identificar carboidratos com base em suas características. Cabe ressaltar que esses mecanismos de detecção e identificação de carboidratos apresentam diversas aplicabilidades, como, por exemplo, a detecção de células cancerígenas vaginais, por meio do lugol. Esses

testes são utilizados ainda como forma de coloração de bactérias(gram-positivas e gram-negativas) e em métodos que se baseiam na oxirredução, como o bafômetro.

9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NELSON, DAVID L.; COX, MICHAEL M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. Quinta Edição. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1273 p.

BAYARDO, B. T.; MARZZOCO, A. **Bioquímica Básica**. Terceira Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. p 386.

Universidade Estadual de Campinas, SOLUÇÕES TAMPÕES. Disponível em: http://www.fop.unicamp.br/dcf/areas/bioquimica/bioq_calculos/tampoes.html

Universidade de Brasília, INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA NO INSTITUTO DE QUÍMICA. Disponível em: <http://www.iq.unb.br/images/downloads/apostilas/Apostila%20%20Quimica%20Geral%20Experimental%20-%202-2013.pdf>

Universidade Estadual Paulista, DIFERENCIAÇÃO DE ALDOSE E CETOSE: REAÇÃO DE SELIWANOFF. Disponível em: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/seliwanoff.htm

Universidade Estadual Paulista, PESQUISA DE POLISSACARÍDEOS: REAÇÃO COM IODO. Disponível em: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm

Universidade Estadual Paulista, PESQUISA DE POLISSACARÍDEOS: REAÇÃO COM O IODO. Disponível em: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm

Universidade Federal de Santa Catarina, REAÇÃO DE LUGOL NOS ALIMENTOS. Disponível em: <http://hipermidiasbioquimica.ufsc.br/files/2010/07/Rea%C3%A7%C3%A3o-de-Lugol-nos-alimentos2.swf>

Universidade de São Paulo, CARBOIDRATOS. Disponível em:
<http://docentes.esalq.usp.br/luagallo/carboidratos.html>

QNEsc, CARBOIDRATOS: ESTRUTURA, PROPRIEDADES E FUNÇÕES.
Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-CCD-2907.pdf>

Harper College, SELIWANOFF'S TEST. Disponível em:
<http://www.harpercollege.edu/tm-ps/chm/100/dgodambe/thedisk/carbo/seli/seli.htm>

SOUZA, Karina A. F.D; NEVES, Valdir A.: Reação com iodo. Disponível em:
www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm

PICOLLO, Henrique de Abreu et al. Extração e caracterização bioquímica do amido na batata. Santo André. 2009. Disponível em:
http://www.ebah.com.br/content/ABAAABP_MAD/relatorio-04-extracao-caracterizacao-bioquimica-amido-batata