



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA
Campus "José Santilli Sobrinho"

FLAVIANA YURIKO UEDA

**APLICAÇÃO DA INULINA OBTIDA A PARTIR DA RAIZ DA CHICÓRIA
NA PRODUÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS, VERIFICANDO SUA
ACEITABILIDADE PELA CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO
SENSORIAL.**

Assis – SP
2013

FLAVIANA YURIKO UEDA

**APLICAÇÃO DA INULINA OBTIDA A PARTIR DA RAIZ DA CHICÓRIA
NA PRODUÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS, VERIFICANDO SUA
ACEITABILIDADE PELA CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO
SENSORIAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação em
Química Industrial.

**Orientando: Gilcelene Bruzon.
Área de Concentração: Química.**

**Assis – SP
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA

UEDA, Flaviana Yuriko

Aplicação da inulina obtida a partir da raiz de chicória na produção de barras de cereais, verificando sua aceitabilidade pela caracterização e avaliação sensorial / Flaviana Yuriko Ueda. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2013.

62p.

Orientador: Gilcelene Bruzon.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Inulina. 2.Raiz de Chicória. 3.Barra de Cereal. 4.Teste de Preferência.

CDD: 660

Biblioteca da FEMA.

**APLICAÇÃO DA INULINA OBTIDA A PARTIR DA RAÍZ DA CHICÓRIA
NA PRODUÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS, VERIFICANDO SUA
ACEITABILIDADE PELA CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO
SENSORIAL.**

Flaviana Yuriko Ueda

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação
em Química Industrial.

Orientador: GILCELENE BRUZON

Analizador: _____

**Assis – SP
2013**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e em especial a minha mãe, Simara Viviane de Souza Ueda, exemplo de perseverança, dedicação e esforço que, contribuíram diretamente para a minha formação acadêmica, a mais especial de todas as mulheres. Aos meus amigos que foram essenciais pelo incentivo de conquistar esta etapa fundamental em minha vida, é claro sem esquecer-se das minhas amigas de sala que, com o passar do tempo depositaram a mais intensa amizade, força e companheirismo, que as nossas lembranças durante o período acadêmico jamais serão esquecidas por mim. E por fim, aos meus professores por exercer a mais nobre das profissões, em especial a minha orientadora, professora e mestra, Gilcelene Bruzon por sua inabalável confiança em nosso trabalho depositada, pela dedicação com o qual me orientou para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus, por me dar força e saúde em todos os momentos difíceis deste intenso trabalho e durante toda a graduação.

Agradeço a minha orientadora, professora e mestra Gilcelene Bruzon, pela sua disponibilidade, empenho e incentivo constante, uma amiga que muito me apoiou na realização deste trabalho. Aos meus amigos e professores que colaboraram direta e indiretamente, na execução deste projeto. Ao meu namorado Fabio pela força, incentivo e paciência dedicados a todo o momento.

Agradeço ao Sr. Claudio, produtor de chicória da região de Londrina, estado do Paraná, pela gentileza de fornecer todas as raízes de chicória necessárias para a realização deste trabalho.

Aos familiares, em especial a minha mãe e todos que de uma forma tornaram o meu sonho de graduação uma conquista realizada. Tenham todos a minha gratidão.

“Bendito seja Deus, que não rejeitou a
minha oração, nem desviou de mim a
sua misericórdia.”

Salmos 66.20

RESUMO

A procura dos consumidores por alimentos funcionais é devido à necessidade de melhoria na saúde. A inulina tem sido utilizada como um ingrediente alimentício, justamente por oferecer benefícios à saúde, fazendo parte dos alimentos funcionais e atuando como prebiótico, beneficiando toda a flora intestinal. Pode ser encontrada em uma grande variedade de vegetais, podendo-se destacar a chicória, onde encontra-se grande concentração deste nutriente. A inulina é utilizada nos alimentos substituindo o açúcar e a gordura com sucesso, contribuindo diretamente no baixo valor calórico sem alterar o sabor e a textura dos alimentos. Em vista disso, busca-se cada vez mais a inserção de fibra nos alimentos, juntando a praticidade e uma boa alimentação. Neste sentido, a indústria alimentícia vem oferecendo alimentos que tragam benefícios múltiplos, por exemplo, as barras de cereais. A barra de cereais conquistou um espaço no mercado em relação à praticidade, preço e o mais importante, por conter fibras importantes para a nossa alimentação e além do baixo valor calórico. Este trabalho tem por objetivo a elaboração de barras de cereais utilizando raiz de chicória triturada como ingrediente principal, considerada fonte de inulina, utilizando o método de caracterização sensorial – teste de preferência nas amostras de barras de cereais com e sem a presença de inulina. Verificou-se que vários degustadores preferiram a barra sem inulina, já que a inulina presente nos vegetais apresenta gosto amargo. Como 31,5 % dos entrevistados indicaram a preferência pela barra contendo inulina, conclui-se que é possível aplicar a farinha de raiz de chicória para produção de alimentos.

Palavras – chave: Inulina; Raiz de Chicória; Barra de Cereal; Teste de Preferência.

ABSTRACT

A search for consumer of functional foods is due to the need for improvement in health. The inulin has been used as a food alimentary, just for offering health benefits, being part of functional foods and acting as prebiotic, benefiting all the intestinal flora. Can be found in a large variety of vegetables, and can be highlighted the chicory, which is a large concentration of this nutrient. The inulin is used in food replacing the sugar and fat successfully contributing directly on low calorific value without changing the taste and texture of food. In view of this, are increasingly seeking the inclusion of fiber in foods, combining the practicality and a good nutrition. In this sense, the food industry has been offering multiple foods that provide benefits, for example, cereal bars. The cereal bar won a place in the market in relation to practicality, price and most importantly, to contain fiber important for our food and beyond the low calorific value. This work aims at the development of cereal bars using ground chicory root as a main ingredient, considered a source of inulin, using the method of sensory characterization- preference test in samples cereal bars with or without the presence of inulin. Was verified that several tasters preferred the bar without inulin, the inulin as present in the plant has a bitter taste. As 31.5% of interviewees indicated a preference for bar containing inulin, it is concluded that is possible to apply the flour chicory root for food production.

Keywords: Inulin, Chicory Root, Cereal Bar, Preference Test

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OS ALIMENTOS E SUA IMPORTANCIA PARA A SAÚDE.....	16
2.1. MINERAIS	16
2.2. LIPÍDEOS	16
2.3. PROTEÍNAS	17
2.4. VITAMINAS	17
2.5. CARBOIDRATOS	18
2.6. FIBRAS ALIMENTARES	19
3. AÇÃO DOS CARBOIDRATOS EM NOSSO ORGANISMO	20
3.1. CLASSIFICAÇÃO DOS CARBOIDRATOS	20
3.1.1 Classificação dos Monossacarídeos	20
3.1.2 Dissacarídeos	21
3.1.3 Polissacarídeos	22
3.2. PRODUÇÃO DE CARBOIDRATOS PELAS PLANTAS	22
3.3. ABSORÇÃO DOS CARBOIDRATOS PELO ORGANISMO HUMANO .	23
4. INULINA.....	25
4.1. ESTRUTURA QUÍMICA	25
4.2. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA INULINA.....	26
4.2.1. Solubilidade	26
4.2.2. Viscosidade	27
4.2.3. Estabilidade da Inulina.....	28
4.2.4. Propriedades Funcionais.....	28
4.2.5. Ocorrência Natural	29
4.3. OBTENÇÃO DA INULINA	30
4.3.1 Chicória	30
4.3.2 Processo de Extração da Inulina	31
5. BARRAS DE CEREAIS	33
6. ANÁLISE SENSORIAL	35

6.1 CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS SENSORIAIS.....	35
7. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.....	37
7.1 CALORIAS.....	37
7.2 PARTE EXPERIMENTAL.....	39
7.2.1 Queima de Alimentos.....	39
7.2.2 Queima de Alimentos (Processamento).....	39
7.2.2.1 Metodologia	40
8. MATERIAIS E MÉTODOS	41
8.1 MATERIAIS	41
8.2 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DA INULINA	41
8.3 DETERMINAÇÃO DE AÇUCARES TOTAIS.....	42
8.3.1 Reagentes	42
8.3.2 Procedimentos	42
8.4 DETERMINAÇÃO DE AÇUCARES REDUTORES	43
8.5 DETERMINAÇÃO DE AÇUCARES NÃO REDUTORES	43
8.6 DETERMINAÇÃO DA INULINA.....	44
8.7 FORMAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS	44
8.7.1 Materiais (INGREDIENTES)	44
8.7.2 Preparo das Barras de Cereais	44
8.8. ANÁLISE SENSORIAL.....	45
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
9.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO.....	46
9.2 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS.....	49
9.3 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES	50
9.4 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES NÃO REDUTORES (SACAROSE). 51	
9.4.1 Preparo da Solução de Invertase	52
9.5 DETERMINAÇÃO DA INULINA.....	52
9.6 FORMULAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS.....	53
9.7 AVALIAÇÃO SENSORIAL – TESTE DE PREFERÊNCIA	55
10. CONCLUSÃO	58

REFERÊNCIAS.....	59
-------------------------	-----------

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Dissacarídeos	21
Figura 2 – Molécula da Celulose	22
Figura 3 – Reação da Fotossíntese	22
Figura 4 – Glicose	33
Figura 5 – Glicogênio	24
Figura 6 – Estrutura Química da Inulina e da oligofrutose	66
Figura 7 – Chicória	30
Figura 8 – Valor Calórico em Kcal.....	38
Figura 9 – Raiz de Chicória Lavadas	46
Figura 10 – Raiz de Chicória Desidratada.....	46
Figura 11 – Proporção de Raiz x Solvente para Extração da inulina	47
Figura 12 – Processo de Extração da Inulina.....	47
Figura 13 – Processo de Extração da Inulina.....	48
Figura 14 – Processo de Extração da Inulina.....	48
Figura 15 – Filtragem do Extrato	49
Figura 16 – Extrato Seco da Inulina.....	49
Figura 17 – Curva Padrão de Açúcares Solúveis Totais	50
Figura 18 – Curva Padrão na Determinação de Açúcares Redutores.....	51
Figura 19 – Ingredientes Utilizados para a Formulação das Barras de Cereais.....	54
Figura 20 – Formulação das Barras de Cereais.....	54
Figura 21 – Formulação das Barras de Cereais antes da Cocção	54
Figura 22 – Formulação das Barras de Cereais após à Cocção	55
Figura 23 – Formulação das Barras de Cereais Prontas para Degustação	55
Figura 24 – Caracterização Sensorial das Amostras Testadas.....	56
Figura 25 – Amostras Testadas	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Monossacarídeos	20
Tabela 2 – Inulina (Porcentagem do Peso Fresco) em Plantas Utilizadas na Alimentação Humana	29
Tabela 3 – Composição centesimal de raiz de chicória	31
Tabela 4 – Concentração de Açúcares Totais x Temperatura	50
Tabela 5 – Concentração de Açúcares Redutores x Temperatura.....	51
Tabela 6 – Concentração de Açúcares Não Redutores x Temperatura	52
Tabela 7 – Concentração de Inulina x Temperatura	53
Tabela 8 – Teste de Preferência das Barras de Cereais.....	57

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o consumidor tem exigido alimentos de baixo valor calórico, baixo conteúdo de gorduras, sabores agradáveis e que apresentam benefícios à saúde. Para satisfazer o consumidor as indústrias alimentícias têm procurado oferecer produtos de alta qualidade e benefícios múltiplos.

Doenças do coração, câncer, estresse, colesterol alto, controle de peso, osteoporose, diabetes e problemas intestinais são as maiores preocupações na saúde humana. Tendo em vista a relação dessas doenças com a alimentação, a inulina vem sendo um importante ingrediente alimentar podendo ser largamente utilizado nas indústrias alimentícias (HAULY; MOSCATTO, 2002).

A inulina é uma fibra alimentar, composta por frutose, encontrada em uma grande variedade de vegetais, podendo ser sintetizada a partir da sacarose, apresentando propriedades funcionais de grande importância para a indústria de alimentos (MARQUES, 2007). Pode ser considerado um alimento prebiótico, trata-se de um ingrediente alimentar indigerível, chegando intacta ao intestino, influenciando diretamente a função intestinal (AVILA, 2010).

“Apesar da inulina ser um tipo de açúcar, sua glicose não é totalmente absorvida pelo organismo, podendo ser usada por diabéticos pois não altera a glicemia”(AVILA, 2010).

Este nutriente é rico em fibras solúveis, quando ingerida e chega ao estômago absorve água e ganha volume, dando a impressão como se tivéssemos ingerido uma porção de alimento muito maior, podendo saciar a fome por algumas horas.

Segundo Martinez (s/d), a raiz da chicória, é considerada uma fonte rica em inulina. Uma planta de origem Europeia considerada uma hortaliça muito nutritiva, contém baixo valor calórico (100 g contem cerca de 20Kcal), suas folhas contém vitaminas A, vitaminas do complexo B, vitaminas C e D, além de minerais como cálcio, ferro e fósforo. Da raiz é extraído a inulina e devido seu sabor amargo é necessário buscar meios para sua incorporação nos alimentos.

Esse trabalho tem como objetivo extrair a inulina a partir da raiz da chicória para validação do método aplicado anteriormente e utilizar a farinha de raiz de chicória

em alimentos, como barras de cereais, verificando sua aceitabilidade a partir de avaliação sensorial.

2. OS ALIMENTOS E SUA IMPORTANCIA PARA A SAÚDE

Os alimentos são responsáveis por fornecer todas as substâncias necessárias para o funcionamento de todo sistema nervoso, glandular, ósseo, muscular, urinário, digestivo, respiratório e cardiocirculatório.

Quando falamos em uma boa alimentação, não queremos dizer que o que comemos tem que agradar apenas o nosso paladar, ela depende da quantidade e o equilíbrio do que ingerimos diariamente, dependem também da higienização, do modo de preparo desses alimentos e de um armazenamento correto. Seguindo esses fatores, garantimos uma boa alimentação e conseqüentemente preservamos nossa saúde (ARAGUAIA, s/d).

Todos os nutrientes que fazem parte da alimentação e que são essenciais para o funcionamento do nosso organismo, tem sua função. Quando ingerido em pouca quantidade o corpo sente essa ausência de nutrientes e o organismo fica mais fraco. Mas quando é consumido em uma quantidade maior que o necessário pode prejudicar nossa saúde.

2.1 MINERAIS.

Os minerais são conhecidos por serem essenciais à vida, cerca de 25 elementos estão presentes nas células vivas. Desempenham a função de regulação do metabolismo enzimático, manutenção do metabolismo ácido e base, são importantes na prática esportivas, pois durante a atividade física se perde muita água pelo suor e junto saem os minerais (PINHEIRO;PORTO;MENEZES, 2005).

2.2 LIPÍDIOS.

Os lipídios são biomoléculas compostas por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). Tem como característica serem insolúveis em água, mas são solúveis em solventes orgânicos. São indicados como gorduras (sólidos) vindos de origem animal ou óleos (líquidos) de origem vegetal.

Os lipídios exercem um papel importante na qualidade dos alimentos, desempenham a função de fornecer energia, servem para transportar e armazenar

nutrientes e vitaminas lipossolúveis como A, D, E e K e contribuem diretamente na textura, sabor, nutrição e densidade calórica dos alimentos.

Estudo direcionado na alteração da composição dos lipídeos vem ganhando ênfase a fim de alterar a textura, modificar a composição de ácidos graxos e colesterol e diminuir o conteúdo total de gorduras, tornando os lipídios mais estáveis diante da oxidação (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2010).

2.3 PROTEINAS.

Proteínas são constituintes essenciais que sustentam a vida da célula e estão associados praticamente a todas as funções fisiológicas. É um substrato responsável pela produção de massa muscular, tem a função de regenerar os tecidos e são necessárias nas reações imunológicas (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Apresentam fácil digestão, são atóxicas, apropriado no aspecto nutricional e disponível em abundância e cultiváveis por agricultura. São amplamente encontrados no leite, nas carnes (incluindo peixe e aves), nos ovos e cereais (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2010).

Em leguminosas, conhecidas como feijão, lentilha, soja entre outras, não podem ser consideradas ricas em proteínas, mas associados com outros alimentos, como os cereais, pode ser considerada uma fonte de proteica (VIVASAUDAVEL, 2013).

2.4 VITAMINAS.

As vitaminas são compostos orgânicos, presentes nos alimentos e que são importantes para o metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas.

O ser humano atualmente necessita de 13 vitaminas diferentes no organismo, sua dosagem pode variar de acordo com a idade, sexo, a atividade física de cada pessoa e o estado de saúde. Mas se engana quem pensa que pode trocar uma alimentação por vitaminas, pois sem a ingestão de alimentos, o organismo não consegue absorve-las.

Como as vitaminas não podem ser sintetizadas pelo organismo, precisam ser obtidas a partir da alimentação (PINHEIRO;PORTO;MENEZES, 2005).

As vitaminas são classificadas pela sua solubilidade e não pela função que exerce no nosso organismo. Temos as vitaminas lipossolúveis, A, D, K e E e as hidrossolúveis.

Tipos de vitaminas hidrossolúveis (complexo B): Vitaminas B1(tiamina), vitaminas B2 (riboflavina), vitaminas B3(nicotinamida), vitaminas B5 (ácido pantotênico), vitaminas B6 (Piridoxina), vitaminas B7 (Biotina), vitaminas B9 (ácido fólico), vitaminas B12 (Cobalamina), vitamina C (ácido ascórbico) e Colina (PINHEIRO;PORTO;MENEZES, 2005).

2.5 CARBOIDRATOS.

Os carboidratos são sintetizados na natureza através do processo da fotossíntese, de dióxido de carbono (CO_2) e água. São classificados em monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos. Os mono e dissacarídeos são considerados como carboidratos simples formados pelos açúcares, na qual está presente não só em doces, mas também em arroz e massas e o polissacarídeos como carboidratos complexos formados por fibras solúveis e insolúveis em água (TODABIOLOGIA, 2013).

Junto com a proteína tem a função energética no organismo, atuam como esqueletos nas células, armazenando energia e preservando as proteínas. Podem ser chamados também de uma forma geral de glicídios, amido ou açúcar (GONÇALVES, 2008).

2.6 FIBRAS ALIMENTARES.

As fibras alimentares são compostos derivados de vegetais que não sofrem absorção no intestino humano.

São classificados como solúveis e insolúveis em água, tem a função de formar géis em contato com a água aumentando a viscosidade dos alimentos no estômago.

As fibras solúveis atuam no intestino aumentando a fermentação gerando bactérias no cólon proximal, reduzindo a reabsorção da bile, diminuindo as contrações séricas do LDL colesterol (colesterol ruim) e apresentando uma melhora na tolerância da glicose e assim no controle de diabetes tipo dois.

As fibras insolúveis presentes nos derivados de grãos inteiros e nas verduras, quando ingeridas permanecem íntegros durante todo o trato gastrointestinal. No cólon proximal atuam diminuindo a fermentação e no cólon distal aumentam a absorção de água, diminuindo o tempo de transito intestinal. Tem como um importante papel, a diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer.

A recomendação de consumo diário é de 30 gramas e as principais fontes de fibra são os cereais integrais, aveia, frutas (principalmente as cítricas como a maçã), vegetais e grãos (LASI, 2010).

3. AÇÃO DOS CARBOIDRATOS EM NOSSO ORGANISMO.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DOS CARBOIDRATOS.

Os carboidratos são divididos de acordo com a quantidade de átomos de carbono, são eles: Monossacarídeos, Dissacarídeos e Polissacarídeos.

3.1.1 Classificação dos Monossacarídeos.

Os monossacarídeos (Tabela 1) são considerados os menores e mais simples carboidratos, possuem como fórmula geral $C_n(H_2O)_n$, onde o “n” é o número de átomos de carbono. Os que apresentam grupos aldeídicos são as aldoses e os que têm grupos cetônicos são as cetoses (LIMA,s/d).

Nº carbonos	Fórmula	Nomenclatura	
		Aldeído	Cetona
3	$C_3H_6O_3$	Triose	Triulose
4	$C_4H_8O_4$	Tetrose	Tetrolulose
5	$C_5H_{10}O_5$	Pentose	Pentulose
6	$C_6H_{12}O_6$	Hexose	Hexulose
7	$C_7H_{14}O_7$	Heptose	Heptulose

Tabela 1- Monossacarídeos (In: GONÇALVES, 2008).

Os monossacarídeos mais importantes na química de alimentos são as pentoses e as hexoses, dentre elas estão as D-Glicose, considerado o “açúcar do organismo”, encontrado em frutas, açúcar da cana, maltose e da lactose. A D-Frutose, transportada pela glicose no fígado, sendo essencial para o organismo, sucos de frutas e mel são considerados fonte de frutose. A D-Galactose é sintetizada na glândula mamária que é responsável pela produção da lactose no leite (HARPER,1998).

3.1.2 Dissacarídeos.

Os Dissacarídeos (Figura 1) são moléculas resultantes da união de dois monossacarídeos através de ligações glicosídicas.

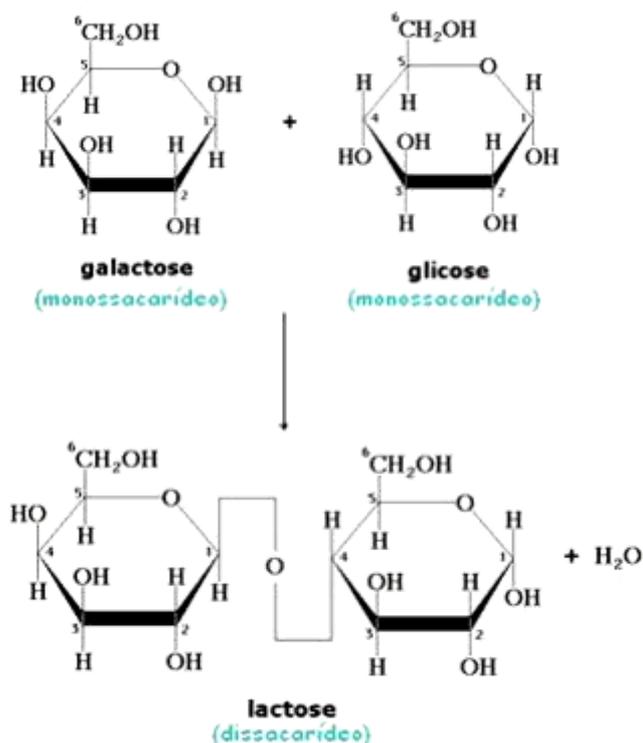


Figura 1 - Dissacarídeos (In: GONÇALVES, 2008).

A sacarose é um açúcar na qual apresenta função energética, é encontrada principalmente na cana de açúcar e na beterraba açucareira, a sacarose é composta da união entre glicose e frutose (GONÇALVES, 2008).

A lactose pode ser ingerida através do leite e de outros produtos lácteos não fermentados, como o sorvete. Composta pela hidrólise de glicose e galactose, é considerada fonte de energia (GONÇALVES, 2008).

A maltose é gerada durante a malteação de grãos como a cevada, é pouco usada como adoçante, mas quando é reduzida a alditol maltitol é usado na produção de chocolate sem açúcar. Encontrado em vegetais, é composta pela ligação de duas moléculas de glicose (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2010).

3.1.3 Polissacarídeos.

Os Polissacarídeos, como a celulose (Figura 2) são moléculas formadas por vários monossacarídeos. A quitina, o amido e o glicogênio que é uma união de milhares de moléculas de glicose, apresentam função estrutural e atuam como uma reserva de carboidratos (energia) que todos os seres humanos possuem. Na digestão para que essas moléculas sejam absorvidas, ocorre à quebra em moléculas menores, que acontece pela hidrólise (GONÇALVES, 2008).

Os polissacarídeos são insolúveis em água e podem apresentar átomos de nitrogênio (N) ou de enxofre (S) (PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005; ARAGUAIA, s/d).

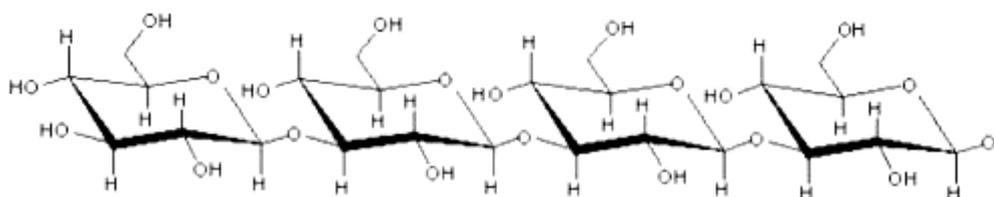


Figura 2 – Molécula da celulose (GONÇALVES, 2008).

3.2. PRODUÇÃO DOS CARBOIDRATOS PELAS PLANTAS.

Os carboidratos são produzidos pela síntese a partir de dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), denominado fotossíntese (Figura 3).

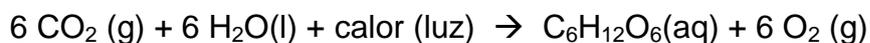


Figura 3 - Reação da fotossíntese.

A fotossíntese é o processo do qual as plantas absorvem luz solar, produz energia radiante e as transformam em energia química. Através dessa reação que ocorre a produção de alimentos nos vegetais.

Nas folhas das plantas estão presentes células fotossintetizadoras, que são sensíveis à luz solar e produzem a clorofila, que é um pigmento encontrado nas

plantas. Ela capta uma forma de energia chamada de processo fotossintético e as convertem em energia química. A reação química da fotossíntese ocorre quando a luz solar reflete em uma molécula de clorofila, essa energia que é absorvida pela clorofila, permite a reação do dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), produzindo carboidrato ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) e oxigênio (O_2), permitindo o crescimento das plantas e produção de seus frutos (SOUZA, s/d).

O processo da fotossíntese é indispensável para plantas, animais e para o ser humano, pois quando o homem consome um alimento proveniente de plantas, parte das substâncias penetra na constituição celular e a outra parte fornece energia para o corpo humano (SOUZA, s/d).

3.3. ABSORÇÃO DOS CARBOIDRATOS NO ORGANISMO HUMANO.

O carboidrato apresenta um papel importante no organismo humano, pois fornece energia para as células, essa energia é proveniente da desintegração da glicose e do glicogênio (PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

A glicose (Figura 4) é considerada o carboidrato mais importante, pois é sob a forma de glicose que a corrente sanguínea absorve esse carboidrato, é também em forma de glicose que o fígado transforma os outros açúcares e esta que formam os carboidratos do organismo. A glicose é considerada como combustível na formação dos fetos e pelos tecidos.

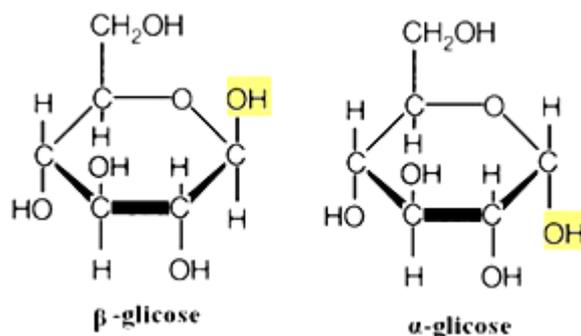


Figura 4 - Glicose (FOGAÇA, s/d).

Os glicogênios (Figura 5) desempenha função de armazenamento de energia, no fígado a estocagem é para consumo extra-hepático e nos músculos estoca para consumo próprio.

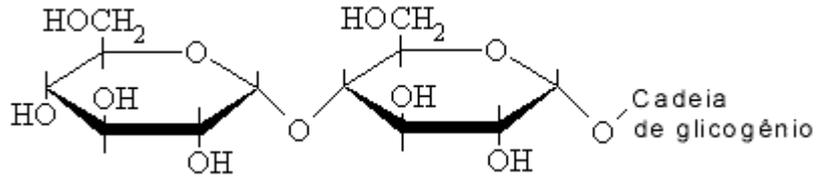


Figura 5 - Glicogênio (COSTA, 2011).

A ribose, encontrada em todas as células do corpo humano, é responsável pela produção de ATP e conseqüentemente em energia;

A galactose, constituinte da lactose do leite também conhecida como açúcar do cérebro, encontradas somente em forma de resíduos de polissacarídeos e não em formas livres.

Os carboidratos apesar de serem essenciais no equilíbrio alimentar e para a saúde, são substratos associados em algumas doenças, como: diabetes, galactosemia (doença no qual o corpo não é capaz de transformar galactose em glicose), e de tolerância à lactose (HARPER, 1998).

4. INULINA.

4.1. ESTRUTURA QUÍMICA.

A inulina, um polímero de D-frutose, é um carboidrato de reserva em plantas que pertence ao grupo de polissacarídeos denominados frutanas e pode ser encontrada em uma grande variedade de plantas (aproximadamente 36.000 espécies) (GALANTE, 2008)

Segundo HAULY; MOSCATTO (2002), as frutanas podem ser classificadas em: levanas, um polímero linear com ligações tipo $\beta(2\rightarrow6)$; compostos ramificados, polímeros que contem ligações tipo $\beta(2\rightarrow6)$ e $\beta(2\rightarrow1)$; e a inulina, classificada como um polímero linear com ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow1)$. Sendo uma frutana polidispersa, ou seja, composta de um conjunto de polímeros e oligômeros lineares de frutose. As unidades de β -D-frutofuranosil são guardadas entre si por uma ligação do tipo $\beta(2\rightarrow1)$, e contem uma molécula de glicose na porção inicial de cada cadeia linear de frutose, unida por uma ligação do tipo ($\alpha1 - \beta2$).

A inulina é definida por Galante (2008) e Leite (2001), como um fotoooligossacarídeos (FOS) constituído por uma mistura de oligômeros de diferentes graus de polimerização (DP) onde é natural ocorrer em produtos vegetais. Quando as inulinas são produzidas por diferentes variedades de plantas, diferentes estágios do ciclo de crescimento da planta e/ou sob alterações nas condições climáticas, este nutriente apresentará diferentes graus médios de polimerização. E estes diferentes graus de polimerização prejudicam suas propriedades físicas, afetando como a viscosidade e a habilidade de formação de gel.

Por meio da hidrólise (ácida ou enzimática) da inulina é gerado oligômeros lineares, definidos como GF_n (constituída por glicose e frutose, onde “n” exerce o número de unidades frutofuranosil), e F_m (constituída apenas pela frutose, onde “m” representa o número de unidades frutofuranosil obtidas) (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Tanto GF_n e F_m apresentam propriedades físico-químicas similares, entretanto que o grupo terminal de frutose em F_m é redutor, enquanto os GF_n não é redutor. Estes oligômeros de frutose são denominados de fruto-açúcar, frutoooligossacarídeos

(FOS) ou de forma simplificada e mais conhecida, oligofrutoses (HAULY; MOSCATTO, 2002).

A estrutura química da inulina e da oligofrutose pode ser observada na figura 6.

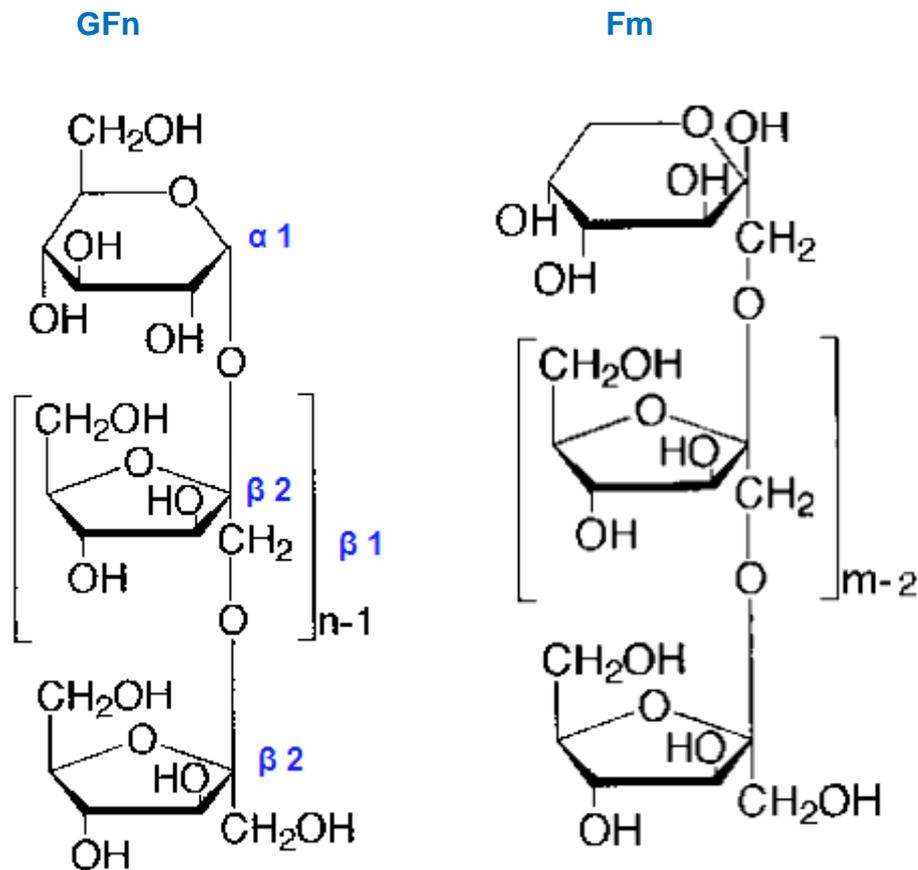


Figura 6 - Estrutura química da inulina e da oligofrutose (In: GALANTE,2008)

4.2. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA INULINA.

4.2.1 Solubilidade.

A inulina pode ter a sua solubilidade alterada de acordo com a temperatura da água. Em torno dos 10 °C a solubilidade é de aproximadamente 6%, enquanto que a 90°C é cerca de 35%, dificultando seu emprego em temperatura ambiente, pois irá apresentar baixa solubilidade (SOUZA, 2011).

Pode-se considerar um nutriente levemente solúvel em água de temperatura baixa (abaixo de 50°C) e essa solubilidade tende a se elevar de acordo com o aumento de temperatura, preferível a temperatura entre 80°C a 90°C, e não em temperatura ambiente, onde pode-se descrever que a inulina é pouco solúvel (LEITE, 2001).

4.2.2 Viscosidade.

Em razão da inulina não apresentar uma solubilidade fixa em relação à temperatura, este nutriente quando resfriado, pode apresentar uma fase precipitada com característica mais viscosa, e uma fase sobrenadante de menor viscosidade (GALANTE,2008).

Galante (2008) afirma que, “à medida que a concentração de inulina aumenta, a viscosidade aumenta gradativamente. ” Isto implica diretamente para a formação de gel, na qual a inulina tem que atingir uma certa quantidade de concentração em que se apresente em pequenas partículas. Deste modo, quando o nível de inulina em solução alcança 30% de sólidos, a ligação entre inulina - água inicia a gelificação. Assim sendo concluído sob resfriamento por 30 a 60 minuto. Quando o nível de inulina aumenta em torno de 40 – 45%, a formação de gel é quase instantânea.

Um dos fatores que prejudica as características do gel é a disponibilidade de água. No entanto, outros fatores podem afetar o gel como o grau de polimerização (tamanho da cadeia de inulina), concentrações de mono e dissacarídeo presentes, método de preparação, temperatura e adição de outros hidrocolóides e cátions mono e divalentes (HAULY; MOSCATTO, 2002).

4.2.3 Estabilidade da inulina.

A estabilidade da maioria dos frutooligossacarídeos (FOS) é bastante estável em pH superiores a 3 e em temperaturas maiores a 140°C, assim como a sacarose. Assim, sob refrigeração, as soluções aquosa de frutooligossacarídeos (FOS) tem a capacidade de se manter estável por vários meses ou até mais de um ano (GALANTE, 2008).

4.2.4 Propriedades Funcionais.

A inulina pode ser considerada como um alimento funcional, isto quer dizer que, para ser funcional, ela contem componentes que afetam as funções no corpo na qual desempenha 3 funções como a função no organismo, organoléptica e a função associado à prevenção de doenças (GALANTE, 2008).

Considerado um carboidrato solúvel em água, a inulina é conhecida como um alimento prebiótico pela função que ela exerce no organismo humano. Como é resistente a ação das enzimas gástricas, ou seja, ela não sofre digestão no estômago, esse nutriente chega intacto no intestino grosso, onde são fermentados pelas bactérias intestinais, aumentando o numero de microrganismos promotores da saúde no trato gastrintestinal, beneficiando a flora intestinal (GALANTE, 2008).

Este nutriente tem como função enriquecer com fibras produtos alimentares. É bastante utilizada na obtenção de produtos de baixo teor de gordura e na produção de alimentos com baixo valor calórico, substituindo gorduras ou açúcar sem alterar a qualidade do produto original (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Segundo Avila (2010), em 2006 estudos comprovaram que a administração de inulina em ratos reduziu o número de focos de marcadores pré-neoplásico no cólon intestinal. Concluindo-se que essa prevenção ocorreu devido à alteração da microbiota do cólon. Além de que, pessoas quem estejam em tratamento de quimioterapia ou radioterapia, podem ingerir inulina garantindo uma possível melhora do bem estar.

As indústrias alimentícias, apesar da inulina ainda não ser muito reconhecida, vem utilizando essa fibra em produtos light, pois quando ingerida ela não é hidrolisada totalmente no estômago, já que o corpo humano aproveita cerca de 1,5 gramas de

calorias por grama, contra 4 dos outros carboidratos, não resultando em ganho calórico. Levando em consideração esse retardamento da absorção de carboidratos, a inulina pode beneficiar diabéticos tipo I e II, pois não altera a glicemia (AVILA, 2010).

A aplicação da inulina, não se limitou apenas na produção de alimentos, acabou sendo utilizado também nas indústrias farmacêuticas, já que a fermentação dessa fibra no intestino resultou-se na absorção de cálcio (GODOY; WAGNER, s/d).

Atualmente, muitas pessoas consomem inulina, mesmo não sabendo os seus benefícios, ou nem mesmo que ela existe. Alguns alimentos devido sua característica geleificante, já estão sendo utilizada em panificação, produção assados, tortas, biscoitos, recheios, sobremesas, temperos, cereais, iogurtes, produtos lácteos, sorvetes, balas, entre outros. E na indústria cosmética como cremes e géis (HAULY; MOSCATOO, 2002).

4.2.5 Ocorrência Natural.

Segundo Haully; Moscatto (2002), a concentração de inulina em vegetais (Tabela 2), depende da variedade da planta, do tempo desde a colheita até a utilização do vegetal e das condições de estocagem.

Plantas	Parte Comestível	Inulina (%)
Cebola	Bulbo	2-6
Alcachofra Jerusalém	Tubérculo	16-20
Chicória	Raiz	15-20
Alho-porro	Bulbo	3-10
Alho	Bulbo	9-16
Alcachofra	Folhas centrais	3-10
Banana	Fruta	0,3-0,7
Centeio	Cereal	0,5-1
Cevada	Cereal	0,5-1,5
Dente de leão	Folhas	12-15
Yacon	Raiz	3-19
Trigo	Cereal	1-4

Tabela 2 - Inulina (% do peso fresco) em plantas utilizadas na alimentação humana (HAULY; MOSCATTO, 2002).

4.3. OBTENÇÃO DA INULINA.

4.3.1 Chicória.

A chicória (*Chichorium Intybus*) (Figura 7) ou escarola é uma planta de origem Europeia e atualmente cultivada em diversas regiões tropicais, subtropicais e temperada. A parte consumida deste vegetal são as folhas, com características lisas ou com algumas nervuras e de sabor amargo. Além de tudo, as folhas contêm grande valor nutritivo como vitamina A, vitamina do complexo B, vitamina C, D e minerais como cálcio, ferro e fósforo (MARTINEZ, s/d).



Figura 7 - Chicória (In: MARTINEZ, s/d).

Na raiz da chicória encontramos diversos nutrientes (Tabela 3) e também uma grande concentração de inulina. Trata-se de uma raiz tuberosa, na qual exige um tempo de processamento muito rápido. Para prolongar sua vida útil a opção é a secagem da raiz, diminuindo a atividade de água da raiz (SOUZA, 2011).

Raiz de Chicória	(grama/100gramas)
UMIDADE	73,60
CINZAS	1,0
LIPÍDIOS	0,20
PROTEÍNAS	1,30
CARBOIDRATOS	23,90
CALORIAS (KCAL/100G)	1,03

Tabela 3 - Composição centesimal de raiz de chicória (OLIVEIRA, 2005).

4.3.2 Processo de extração da inulina.

Há vários estudos e métodos para a obtenção da inulina através da extração em vegetais.

Segundo Lorenzo et al. (1999) os métodos mais tradicionais para obtenção de inulina, estabelecem as determinadas fases : lavagem dos tubérculos; fatiamento ou moagem dos tubérculos; extração de inulina com água; tratamento do extrato com dióxido de carbono e cal; filtragem e recuperação da inulina por precipitação ou evaporação.

De acordo com Hoehn et al. (1983) descrevem um processo para a obtenção de inulina a partir de água quente para solubilização da inulina. Os pesquisadores relatam a importância de se utilizar altas temperaturas (entre 80 e 90°C), pois quanto maior a temperatura, maior a solubilização da inulina, produzindo um extrato mais puro pela redução da remoção de compostos nitrogenados.

Após a obtenção de inulina a partir da extração de plantas, esse carboidrato apresenta-se como um pó branco, amorfo, hidrocópico, sem sabor e odor, com

densidade de aproximadamente 1,35 e peso molecular de 160 g/mol (HAULY; MOSCATTO, 2002).

5. BARRAS DE CEREAIS.

O mercado de barras de cereais tem tido um acréscimo significativo nos últimos anos, devido à demanda de alimentos nutritivos (PENA, 2009). Visto que a ingestão de uma dieta balanceada, é a forma mais eficaz de evitar ou corrigir problemas de saúde como obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outras doenças que tem origem nos erros alimentares (TEIXEIRA, 2007).

As barras de cereais surgiram há mais de quinze anos no Reino Unido, com intuito de contestar os produtos de confeitaria como chocolates, biscoitos e doces em geral. No Brasil, a primeira indústria a fabricar barras de cereais foi a Nutrimental. Em 1992, a empresa lançou a primeira linha conhecida como Chonk, mas não foi bem aceita. Dois anos depois, a mesma empresa lançou a linha Nutry que é considerada o carro-chefe da empresa até hoje (PASQUALOTTO, 2009).

Segundo Pasqualotto (2009), um levantamento nos anos de 2003 a 2007 mostrou que as indústrias de alimentos estavam lançando produtos voltados à praticidade na vida da população, como porções individuais, embalagens e produtos compactos, e para a saúde, produtos diet, light, funcional, contendo menos gordura, sem gordura trans entre outros benefícios.

As barras de cereais obedecem a esta tendência, pois assim ganham aprovação dos consumidores que estão atentos principalmente em termos nutritivos, em razão da contribuição no teor de fibras alimentares, que são substâncias capazes de agir no trânsito gastrointestinal e agem no metabolismo do colesterol e lipídeos, absorvendo nutrientes como a glicose, no metabolismo hormonal feminino e na absorção de metais pesados (PENA, 2009).

São elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais, frequentemente de sabor adocicado, sendo fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos (SILVA, 2012). Alguns alimentos contem propriedades que atribui diretamente na funcionalidade relacionada à saúde, que podem ser provenientes de composições normais destes alimentos funcionais ou por meio da adição de ingredientes que alteram as propriedades naturais (RODRIGUES, 2009), como no

caso a inulina, uma fibra de característica funcional, que neste caso, a matéria-prima não interfere na aparência do produto final.

Trata-se de um produto que utilizam uma diversidade de ingredientes, obtido através da compactação de flocos de cereais (arroz, aveia, milho e cevada), xarope de glicose, açúcar, edulcorante natural ou artificial, gordura ou óleo vegetal, frutas secas, sal e estabilizantes (CUNHA, 2010).

No desenvolvimento de novos produtos, é fundamental aprimorar parâmetros, como a forma dos produtos, cor, aparência, odor, sabor, textura do alimento, consistência e o envolvimento dos diversos componentes, com a finalidade de obter um equilíbrio integral, o que beneficia o mercado destes produtos (CUNHA, 2010).

6. ANÁLISE SENSORIAL.

Visão, audição, paladar, tato e olfato são os cinco sentidos que utilizamos para perceber tudo em nossa volta, além de cores, calor, frio, enfim, somos rodeados o tempo todo de estímulos naturais. E são esses sentidos que nos capacita de explicar os estímulos e dar-lhes significados (BEHRENS, 2010).

A análise sensorial ou exame organoléptico é uma técnica que quantifica e diferencia propriedades de um produto perceptível, utilizando como ferramentas os órgãos dos sentidos (NORONHA, 2003).

Esta técnica é utilizada com a finalidade de desenvolver produtos que satisfaçam os consumidores garantindo um padrão de qualidade (BEHRENS, 2010).

6.1 CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS SENSORIAIS.

Método discriminativo – Conhecido como método de diferença. Neste teste são avaliadas duas amostras ou mais, levando em consideração a comparação pareada, duotrio, triangular. É utilizado em situações que se deseja apenas saber se existe alguma diferença entre as amostras testadas (cor, sabor, aroma, etc). Quando se testa mais de duas amostras (dois – em – cinco, ordenação, diferença – do – controle) usa-se uma escala que mede o grau de diferença entre as amostras (teste) e a amostra (controle) (BEHRENS, 2010).

Método afetivo – Tem o objetivo de avaliar a aceitação e preferência dos experimentadores em relação a uma ou mais amostras testadas (BORBA, 2012).

Método descritivo – Nesta técnica são empregados equipes treinados de provadores (BORBA, 2012).

Tem o objetivo de descrever e quantificar a semelhança e diferença entre as amostras (BEHRENS, 2010). A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) permite a descrição e a quantificação dos atributos sensoriais das amostras de 10 a 12 provadores qualificados (NORONHA, 2003).

A análise sensorial conta com fatores de ordem fisiológica e psicológica que podem interferir nos resultados dos testes, como variáveis ambientais (iluminação,

temperatura e umidade, odores e ruídos), a forma como as amostras são expostas (quantidade, temperatura de serviço, forma de preparo etc.). Deste modo, os testes realizados, normalmente são feitos em laboratórios ou em ambientes que ofereça aos provadores, conforto e todas as condições necessárias. É importante também, que os experimentadores não saibam a marca e não tenham nenhum tipo de informação sobre o teste, para não criarem expectativas que podem influenciar nos resultados (BEHRENS, 2010).

7. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.

A química é inserida no ensino médio, visando à importância da área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias e na qualidade da disciplina para o desenvolvimento intelectual dos alunos. Porém, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de química, estão preocupados diante das dificuldades impostas por alunos em aprender química, da importância em estudar esta disciplina, levando em consideração que a dificuldade diante o conceito também está relacionado do modo que o conhecimento é transmitido para o aluno (PAZ, s/d)

De modo geral, a química no ensino médio sempre foi tratada de uma maneira formal, por leituras de livros e baseado em muita teoria, sem a presença de laboratórios para a prática. No estado de São Paulo, em 1978 uma proposta curricular de química do estado, propôs que os professores da área de ciências exatas, incluindo a química, utilizasse assim, a prática experimental em laboratórios de modo a ressaltar a importância da disciplina e o conhecimento científico, influenciando na aprendizagem dos alunos, conseguindo relacionar entre aquilo que é visto dentro da sala de aula, a vida cotidiana (SOUZA, 2011).

7.1. CALORIA.

A caloria, considerada uma unidade utilizada para medir energia, pode ser definida como a quantidade de energia necessária para aumentar a temperatura de um grama (1,0 g) de água líquida pura para um grau Celsius (1,0 °C). Subentendendo-se que o calor específico da água pura é de 1cal/(°C g). Considerando que termoquimicamente, a definição da caloria é 4,184 J (joule) (DALLADO et al, 2005).

Na queima de um combustível como o gasolina ou gás de cozinha, entre outros, além de formar gás carbônico e vapor de água, há uma liberação de energia que é expressa em calorias (cal) ou em kcal (1000 calorias). O mesmo acontece nos alimentos, quando consumidos, liberam uma energia durante a queima (oxidação) no organismo (metabolismo), na qual também é expressa em caloria. Sendo assim, a caloria é definida como a energia que um alimento (sólido ou líquido) possui cuja a

liberação dessa energia é dada durante a sua queima no organismo (DALLADO et al, 2005).

Segundo Dallado et al (2005), além da unidade Caloria (Cal), a quilocaloria (kcal), equivalente a 1000 cal, também pode ser utilizada para expressar os valores calóricos dos alimentos. É importante frisar que a expressão Caloria, quando utilizado em rótulos é chamado de Caloria dietética – Cal, usando “C” maiúsculo.

No entanto: 1 kcal = 1000 cal = 1 Cal

Assim como a caloria, a unidade (Cal) não é aceito pelo Sistema Internacional de Unidades (SI). Mas como é amplamente utilizado popularmente, esperava-se que o termo fosse conhecido. Apesar disso, a expressão é interpretada de forma incorreta, já que grande parte da população confunde o termo, interpretando Caloria como se fosse caloria, ou vice versa, de modo incorreto, já que 1 Cal = 1000 cal.

Por conta dessa contradição, os rótulos dos produtos alimentícios, refere-se aos valores nutricionais em quilocaloria (kcal) (Figura 8), como recomenda a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (DALLADO et al, 2005).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 30g (2 colheres de sopa)		
Quantidade por porção		
		% VD (*)
Valor energético	120 kcal = 500 KJ	6%
Carboidratos	20 g	6%
Proteínas	5,1 g	7%
Gorduras Totais	2,1 g	4%
Gorduras Saturadas	0 g	0%
Gorduras trans	0 g	-----
Fibra Alimentar	3,2 g	13%
Sódio	0 mg	0%

Figura 8 - Valor calórico em kcal (In: ANVISA s/d).

7.2. PARTE EXPERIMENTAL.

Para elaborarmos as nossas atividades diárias, o corpo necessita de uma quantidade de energia. Essa energia é absorvida pelo organismo através das transformações químicas dos alimentos e todo o desempenho das funções vitais do nosso corpo como a respiração e locomoção, está interligado ao metabolismo dos alimentos. Com base nas informações dadas, o poder calorífico dos alimentos proporciona diversos experimentos como, a queima de alimentos, que podem ser facilmente elaboradas em laboratórios de escolas estaduais ou privadas, utilizando materiais alternativos.

7.2.1 Queima de alimentos.

- Calorímetro feito com caixa de leite (com duas aberturas, uma em cima e outra em baixo)
- Água destilada
- Proveta de 10 ml
- Dois tubos de ensaio para aquecimento
- Pinça de madeira
- Lamparina a álcool
- Fósforos
- Termômetro de menos - 10 °C a 110 °C
- Amostras de pão torrado e amendoim
- Clipes para prender as amostras de alimentos

7.2.2. Queima de alimentos (Procedimento).

Em uma proveta, mede-se 10 mL de água destilada e transfere para um tubo de ensaio. Com o auxílio do termômetro, mede-se a temperatura inicial (T inicial) da água, em seguida o mesmo tubo é transferido para o calorímetro. Então é iniciada a queima da amostra de alimento (pão torrado) com a lamparina a álcool, até que se acenda uma pequena chama no alimento e assim colocada abaixo do tubo de ensaio com o auxílio de um clipe. Com o termômetro dentro do tubo de ensaio,

mede-se a temperatura final da água (T final), notando-se o aumento da temperatura.

Repetir o teste com a segunda amostra de alimento (amendoim) utilizando outro tubo de ensaio. Anotando o valor da temperatura inicial e final.

Obs. As massas das amostras de alimento são iguais.

7.2.2.1. Metodologia

Alimento	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Varição = T final – T inicial (°C)
Pão Torrado			
Amendoim			

A cada 100 gramas de alimentos, temos:		
Alimento	Pão Torrado	Amendoim
Valor Calórico (kcal)		

8. MATERIAS E MÉTODOS.

Fez-se a validação do método de extração de inulina a partir da raiz de chicória do trabalho segundo Souza (2012). E em seguida produziu-se farinha de raiz de chicória para aplicação na produção de barras de cereais.

8.1 MATERIAS

- Raiz da chicória
- Balança
- Máquina de banho-maria com agitação constante
- Filtro a vácuo
- Estufa com regulagem de temperatura
- Espectrofotômetro
- Becker de vidro
- Termômetro
- Balão Volumétrico de 500 e 50 mL
- Reagente DNS
- Fenol 5%
- Ácido Sulfúrico Concentrado
- Glicose
- Inulina
- Sacarose
- Tampão de Acetato de Sódio pH 4.5
- Solução de Invertase 2%

8.2 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DA INULINA.

O processo utilizado para a obtenção da inulina a partir da raiz da chicória é o método difusão em água quente. A raiz utilizada para a obtenção do extrato de inulina foi fornecida por produtores da região de Londrina, estado do Paraná. As

raízes frescas foram lavadas, fatiadas, desidratadas, embaladas e armazenadas em refrigeradores até que fossem utilizadas.

O método de extração seguiu com o extrato já descongelado e cortado em pedaços pequenos de 0,5 a 2,0 centímetros de espessura. A proporção utilizada entre raiz e solvente foi de 1:30 (M/V), e foi utilizando água como solvente. Toda essa parte experimental foi realizada em banho Maria, com agitação constante para que toda a parte sólida do processo se mantivesse suspensa, por 1 hora em uma temperatura de 90 °C.

Após o processo de extração, o extrato foi submetido a filtração conduzida a vácuo, utilizando papel filtro de velocidade rápida para que as fibras ou matérias não utilizadas fossem removidas. Em seguida ocorreu outro processo de filtração, só que desta vez com um papel filtro de velocidade lenta, para remover qualquer partícula indesejável dispersa no extrato.

Em seguida o extrato foi levado para a estufa com temperatura de 60°C para a obtenção do extrato seco em forma de gel (SOUZA, 2011).

8.3. DETERMINAÇÃO DE AÇUCARES TOTAIS.

Para determinar açúcares totais é utilizado açúcares simples como oligossacarídeos, polissacarídeos e derivados desses açúcares, na qual apresentam coloração amarelo-alaranjado quando estão na presença de fenol e ácido sulfúrico concentrado (SOUZA, 2011).

8.3.1 Reagentes.

- Fenol 5%
- Ácido Sulfúrico Concentrado

8.3.2. Procedimentos.

Para determinar açúcares totais, foi utilizado glicose como açúcar para amostra. Para cada tubo de ensaio foram adicionados 500 µL de amostra, diluídas

antecipadamente, em seguida foram adicionados 500 µL de solução fenol 5% e 2,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. As amostras foram agitadas e deixadas em repouso incubadas em temperatura ambiente por cerca de 30 minutos.

Após o repouso, as amostras foram submetidas à leitura a 490 nm e conseqüentemente comparada a uma curva padrão de glicose, nas seguintes concentrações: 0,06; 0,08; 0,1; 0,2 e 0,4 g/L.

8.4. DETERMINAÇÃO DE AÇUCARES REDUTORES.

Para a determinação de açúcares redutores foram utilizados reagentes DNS (3,2 – Dinitro Salicílico) obtido através da reação de 300 gramas de tartarato duplo de sódio e potássio e 16 gramas de hidróxido de sódio (diluídos em água destilada) e 10 gramas de ácido dinitro salicílico. A solução pode ser aquecida e logo após completada o volume para 1 litro.

Para cada tubo de ensaio foram adicionadas 750 µL de amostra e 1500 µL de reagente DNS. A solução foi colocada em ebulição por 15 minutos em banho maria e logo após resfriada em banho de gelo adicionando-se 2,0 mL de água destilada. A amostra precisou estabilizar-se em temperatura ambiente e assim feita à leitura espectrofotométrica em 540 nm contra um branco de água destilado e comparado com uma curva padrão de glicose 3% nas seguintes concentrações: 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 g/L (SOUZA, 2011).

8.5. DETERMINAÇÃO DE AÇUCARES NÃO REDUTORES (SACAROSE).

A sacarose pode ser obtida pela reação de conversão em glicose e frutose, pelo método de uma solução de invertase diluída e de solução tampão de acetato de sódio com pH 4,5 e de proporção 1 : 2 (invertase : amostra e tampão), que foram incubadas por 120 horas em temperaturas de 55 °C. Em seguida hidrolisadas e repetidas à análise de açúcares redutores e na diferença apresentada entre uma e outra, será obtida a concentração de sacarose (SOUZA, 2011).

8.6. DETERMINAÇÃO DA INULINA

A concentração de inulina foi obtida através da diferença entre a concentração dos açúcares totais e redutores e sacarose.

$$\text{INULINA} = \text{Açúcares Totais} - \text{Açúcares Redutores} - \text{Sacarose}$$

Equação da obtenção da inulina (In: SOUZA, 2011).

8.7. FORMULAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS.

8.7.1 Materiais (INGREDIENTES).

- Açúcar Mascavo (opcional)
- Farinha de Inulina
- Mel
- Aveia em Flocos
- Farinha de Linhaça
- Farinha de Aveia
- Canela em pó
- Frutas Secas
- Cereais

8.7.2 Preparo das barras de cereais.

Para o preparo das barras de cereais, foi levado ao fogo a farinha de inulina e água. Em outra vasilha foi feita a mistura dos demais ingredientes como a aveia em flocos, farinha de linhaça, canela em pó, cereais, o mel e as frutas secas. Em seguida foi colocada a farinha de inulina solubilizada juntamente com a mistura para dar liga a barra de cereal. Em uma fôrma de alumínio untado com papel de manteiga, toda a mistura foi colocada e levada ao forno por 30 minutos.

Após a cocção, a barras foram resfriadas e cortadas em tamanhos de 2,5 por 3 cm. Em seguida embalas em plástico filme e refrigeradas até o momento da avaliação

sensorial. Para o preparo das barras de cereais sem inulina, a farinha de inulina foi substituída pela farinha de aveia.

Obs.: algumas receitas sugerem a tostagem dos ingredientes secos como a farinha de aveia, farinha de linhaça e a aveia em flocos. O açúcar mascavo é opcional na mistura dos demais ingredientes.

8.8. AVALIAÇÃO SENSORIAL – Teste de preferência.

As barras de cereais foram avaliadas por provadores não treinados, avaliando as duas amostras, levando em consideração a comparação pareada em relação à aceitabilidade do produto, utilizando o método discriminativo de aceitabilidade. Os voluntários foram convidados através de convites por toda a comunidade da fundação, inclusive os alunos do curso de química.

Foi oferecido copo de água para auxiliar na ingestão do alimento, juntamente com um prontuário (abaixo) para que cada provador pudesse estar dando a seguinte opinião sobre o produto testado.

Nome

Sexo

Idade

Teste de Comparação Pareada.

Você está recebendo duas amostras de barras de cereais codificadas.

Por favor, prove as amostras A e B e avalie a amostra de barra de cereal de sua preferência.

Amostra A

Amostra B

Notou alguma diferença entre as amostras? **SIM** **NÃO**

Comentário

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO

Após a lavagem, as raízes de chicória foram fatiadas e desidratadas há 60°C em uma estufa, como podemos observar nas figuras 9 e 10.



Figura 9 – Raiz de Chicória Lavadas.



Figura 10 – Raiz de Chicória Desidratada.

O processo de extração foi realizado utilizando uma chapa de aquecimento e um mixer para manter os sólidos em suspensão durante 1 hora mantendo a temperatura constante de 90°C, utilizando um termômetro durante todo o período de extração.

Dados as proporções da massa de raiz:

Raiz lavadas e fatiadas (gramas)	Raiz desidratada (gramas)
936,2	68,7

Proporção entre raiz e solvente 1:30 (M/V): 68,7 gramas (raiz) x 2,061 mL (solvente)
A raiz e o solvente foram divididos para o processo de extração. A proporção entre raiz e solvente foi de 22,9 gramas (raiz) x 687 mL (solvente).

Nas figuras 11, 12, 13 e 14 podemos observar o processo de extração da inulina pelo método descrito:



Figura 11 – Proporção de Raiz x Solvente para Extração da Inulina.



Figura 12 – Processo de Extração da Inulina.



Figura 13 – Processo de Extração da Inulina.



Figura 14 – Processo de Extração da Inulina.

Após a extração sob agitação e temperatura constante à 90°C, as amostras foram filtradas duas vezes, utilizando papel filtro de 14 micra, com velocidade rápida e papel filtro de 8 micra com velocidade lenta, para que não restasse qualquer partícula indesejável no extrato. A figura 15 ilustra o extrato no momento da filtragem.



Figura 15 – Filtragem do Extrato.

Após a extração, a solução foi levada em estufa para evaporação em temperatura constante de 60°C, até a obtenção do extrato seco (gel) como mostra a figura 16.



Figura 16 – Extrato Seco da Inulina.

9.2 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS.

Para a determinação de açúcares totais, foi feita uma curva padrão de glicose, seguindo a metodologia descrita.

Foram pesadas 10 gramas de glicose e colocada em uma estufa por uma temperatura de 105°C durante 1 hora e em seguida, deixada em um dessecador até que fosse feita a solução diluída em 1 litro. A curva padrão (figura 16) foi feita pelas determinadas concentrações: 0,06; 0,08; 0,1; 0,2 e 0,4 g/L.

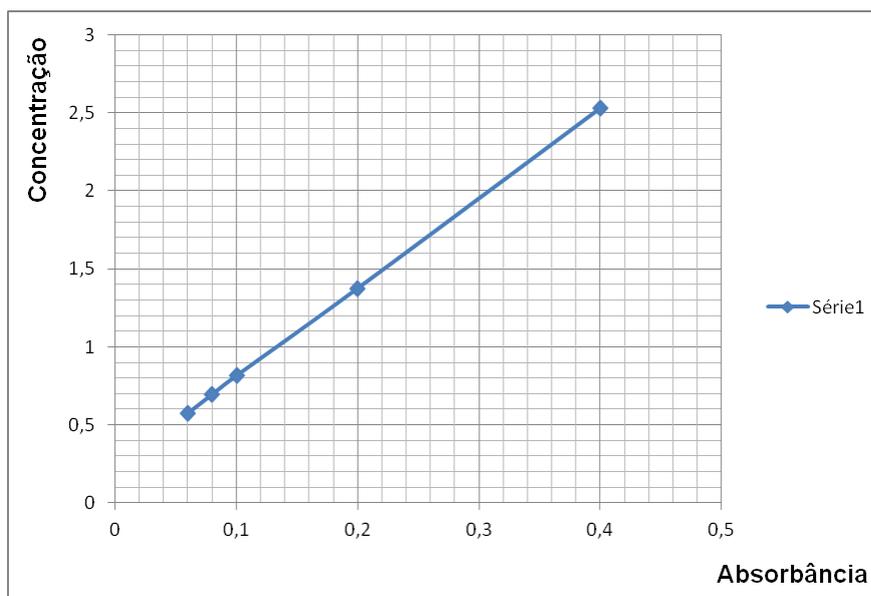


Figura 17 – Curva Padrão de Açúcares Solúveis Totais.

As amostras de inulina foram solubilizadas e após o tratamento, as amostras foram submetidas à leitura em triplicata em um comprimento de onda de 490 nm, obtendo a média de 0,017 absorbância em uma temperatura de 90°C.

Por meio da equação da curva de padrão de açúcares solúveis totais e levando em consideração as diluições feitas para ambas amostras, foi obtido a concentração de açúcares totais nas amostras em uma temperatura de 90°C, representada na tabela 4.

Amostra	Concentração de açúcares totais (g/L)
Extração a 90°C	10,4973

Tabela 4 – Concentração de Açúcares Totais x Temperatura.

9.3 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES.

Seguindo a metodologia descrita, a determinação de açúcares redutores pode ser representada na figura 17.

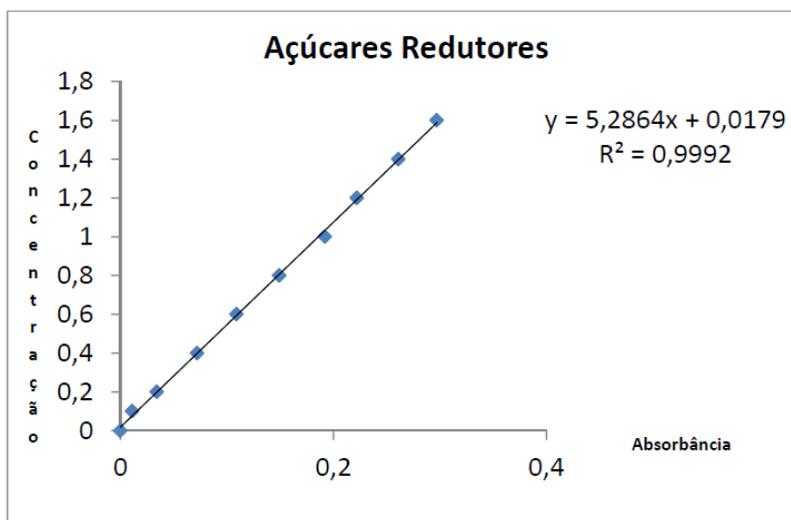


Figura 18 - Curva Padrão na Determinação de Açúcares Redutores.

Seguindo a metodologia, as amostras foram novamente tratadas e submetidas a leitura em triplicada com comprimento de onda de 540 nm, obtendo a média de 0,173 de absorbância em uma temperatura de 90°C.

Levando em consideração a curva padrão, nos foi permitido obter a concentração de açúcares redutores em uma temperatura de 90°C, como mostra na tabela 5.

Amostra	Concentração de açúcares redutores (g/L)
Extração a 90°C	0,9324

Tabela 5 – Concentração de Açúcares Redutores x Temperatura.

9.4 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES NÃO REDUTORES (SACAROSE).

Para a determinação de açúcares não redutores, a concentração de sacarose foi tratada as amostras com solução de invertase e tampão de acetato de sódio com pH

4.5. As amostras foram incubadas e repetidas às análises de açúcares redutores, sendo a concentração de sacarose a diferença entre as concentrações obtidas.

9.4.1 Preparo da Solução de Invertase.

Para a obtenção da solução de invertase, pesou-se 50 gramas de fermento biológico e diluídas em 100 ml de solução de bicarbonato de sódio 0,1 M. Em seguida a amostra foi levada em banho-maria por 15 minutos e centrifugada por 10 minutos. A solução foi então separada em uma alíquota de 0,5 mL de sobrenadante e diluída em 14,5 mL de solução de bicarbonato de sódio 0,1 M.

Seguindo a metodologia descrita, as amostras foram tratadas e submetidas a leitura triplicata com comprimento de onda de 540 nm, onde foi obtido a média de 0,201 de absorbância em uma temperatura de 90°C.

Seguindo a equação da curva padrão de açúcares e levando em consideração a diluição de duas vezes para ambas as amostras, foi obtida a concentração de açúcares não redutores, como mostra a tabela 6.

Amostra	Concentração de açúcares não redutores (g/L)
Extração a 90°C	1,2285

Tabela 6 – Concentração de Açúcares não Redutores x Temperatura.

9.5 DETERMINAÇÃO DA INULINA.

Seguindo a metodologia descrita e a equação exposta pode-se calcular a concentração da inulina na temperatura de 90°C como mostra na tabela 7.

Amostra	Concentração de inulina (g/L)
Extração a 90°C	8,3364

Tabela 7 – Concentração de Inulina x Temperatura.

9.6 FORMULAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS.

Para o preparo das barras de cereais, foram utilizadas raízes de chicória como fonte de inulina. As raízes foram lavadas, desidratadas e em seguida trituradas para a obtenção de uma farinha.

Seguindo a metodologia descrita para a obtenção das barras com inulina, a farinha de inulina (100 g) foi dissolvida em água (2 xícaras) e reservada. Em outro recipiente foram adicionados os demais ingredientes: aveia em flocos (2 xícaras, aproximadamente 300 g), a farinha de linhaça (1 xícara), canela em pó, frutas secas e aproximadamente 150 gramas (1 xícara) de cereais. Após a mistura da farinha de inulina solubilizada juntamente com as demais misturas, a barra de cereal foi levada para assar por 30 minutos.

Para a obtenção da barra de cereal sem a presença de inulina, foi repetida a mesma metodologia, adicionando 100 gramas de farinha de aveia como substituinte da farinha de inulina.

Após a cocção, as barras de cereais foram cortadas em tamanhos de 2,5 por 3 cm, embaladas e armazenadas sob-refrigeração até o momento da degustação.

O processo de obtenção das barras de cereais com e sem inulina, podem ser observadas nas figuras 18, 19, 20, 21 e 22.



Figura 19 – Ingredientes Utilizados para a Formulação das Barras de Cereais.



Figura 20 – Formulação das Barras de Cereais.



Figura 21 – Formulação das Barras de Cereais antes da Cocção.



Figura 22 – Formulação das Barras de Cereais após a Cocção.



Figura 23 – Formulação das Barras de Cereais Prontas para a Degustação.

9.7 AVALIAÇÃO SENSORIAL – TESTE DE PREFERÊNCIA.

Para a obtenção de uma caracterização de análise sensorial, foi realizada por uma equipe de 16 provadores não treinados de ambos os sexos com idades entre 20 e 40 anos, os provadores foram submetidos a um teste de preferência. Foram oferecidas as amostras de barras de cereais identificados como amostra A (contem inulina) e amostra B (não contem inulina), água e uma ficha de avaliação, onde podem ser observados pelas figuras 23 e 24.



Figura 24 – Caracterização Sensorial das Amostras Testadas.

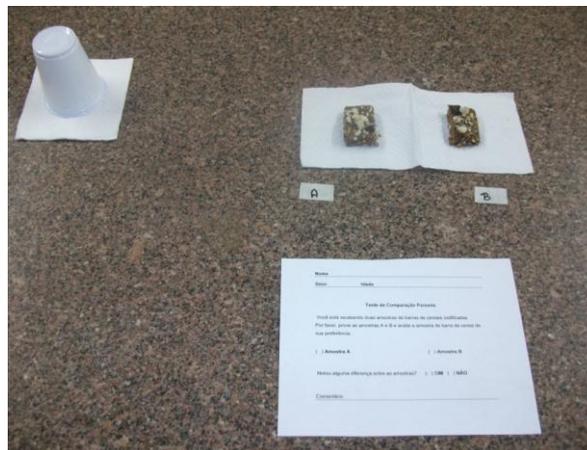


Figura 25 – Amostras Testadas.

Dentre as opiniões dos 16 provadores, nos foi permitido obter uma preferência maior pela amostra B (barras de cereais sem inulina), levando em consideração o sabor entre as duas amostras e como justificativa, os provadores argumentaram que a amostra A (presença de inulina) apresentou um sabor um pouco mais amarga comparado com a amostra B. Na tabela 8, podemos observar a diferença entre as preferências dos experimentadores.

Amostras	Preferência (provadores)
Amostra A	5
Amostra B	11

Tabela 8 – Teste de Preferência das Barras de Cereais.

Pelo teste de preferência verificamos que 31,25 % entrevistados preferiram a barra de cereais contendo a raiz de chicória, porém indicaram que esta apresentou sabor amargo.

10. CONCLUSÃO

A partir dos ensaios realizados foi possível validar a metodologia utilizada em trabalho anterior, a qual indica que é possível obter 8,4 g/L de inulina a partir de raiz de chicória.

A produção de barrinhas de cereais mostrou que é possível substituir farinhas utilizadas em barrinhas de cereais por farinha de chicória, que além de ser fonte de fibra, ainda contém a inulina que pode colaborar com a manutenção da saúde.

Dos 16 entrevistados no teste sensorial, 31,25% preferiram a barra de cereal com farinha de inulina. Porém todos relataram que a barra de cereal contendo inulina apresentou um gosto amargo, o que não ocorreu com a barrinha comparativa.

Conclui-se que a farinha de raiz de chicória, por ser um produto natural, pode ser torrada e aplicada na produção de alimentos. A aceitação do gosto desta farinha ainda é baixa, sendo assim, fazem-se necessários estudos para diminuir ou eliminar o sabor amargo desta farinha.

REFERÊNCIAS.

AVILA, Mariana Ferri. **Inulina**. São José dos Campos. Disponível em : <http://www.marianaferridavila.com.br/dicas_pdf/Inulina%20e%20seus%20beneficios.pdf>. Acesso em: 04 outubro 2012.

ANVISA. Tabela Nutricional. Disponível em: <<portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 22 julho 2013.

ARAGUAIA, Mariana. **Importância dos Alimentos na Saúde**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br/saude-bem-estar/importancia-dos-alimentos-na-saude.htm>>. Acesso em 20 junho 2013.

BEHRENS, Jorge. **A Química e a Análise Sensorial**: razão e sensibilidade. 2010. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/informativomat_912>. Acesso em: 07 julho 2013.

BOBBIO, Florinda Orsatti; BOBBIO, Paulo A. **Introdução à Química de Alimentos**. 3. Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

BORBA, Naila. **Análise Sensorial**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá, Goiás, Iporá, 2012.

COSTA, Luciana. **Glicogênio**. Disponível em: <http://www.laifi.com/laifi.php?id_laifi=2256&idC=44845#>. 2011. Acesso em 25 junho 2013.

CUNHA, Mario A. Alves; BAÚ, Tahis Regina; CELLA, Sibila Mariana; OLIVEIRA, Amanda L. Jacobsen; ANDRADE, Jéssica Teixeira. Barra Alimentícia com Elevado Valor Proteico: Formulação, Caracterização e Avaliação Sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**.V. 04, n. 01, 2010, p. 42-51.

DALLAGO, Rogério Marcos; VENQUIARUTO, Luciana Dornelles; CHASSOT, Attico. De Olhos nos Rótulos: Compreendendo a Unidade Caloria. **Revista Química Nova na Escola**. n. 21, maio, 2005, p. 10-13.

DAMODARAN, Srinivasan; FENNEMA, Owen R.; PARKIN, Kirk L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. Ed. Tradução de Adriano Brandelli, et al. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FOGAÇA, Jennifer. **Glicose**. Disponível em:
< <http://www.brasilecola.com/quimica/glicose.htm> >. Acesso em 25 junho 2013.

GALANTE, Raquel Manozzo. **Extração de Inulina do alho (*Allium Sativum* L. Var. *Chonan*) e Simulação dos processos em batelada e em leite fixo**. 2008. 113p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pos Graduação). Centro Tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

GODOY, Sheron Honorato; WAGNER, Ricardo. **Extração e caracterização da inulina a partir da raiz da chicória**. s/d. 195-208 p. Cadernos da Escola de Saúde – UNIBRASIL – Faculdades Integradas do Brasil, Paraná, Curitiba, s/d. Acesso em 05 outubro 2012.

GONÇALVES, Fabiana Santos. **Carboidratos**. Infoescola. Disponível em:
< <http://www.infoescola.com/nutricao/carboidrato> >. 2008. Acesso em 08 outubro 2012

HAULY, Maria Célia Oliveira; MOSCATTO, Janaina Andrea. Inulina e Oligofrutose: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnologia**. V.2, n.1, dezembro, 2002, p. 105-118. Acesso em 03 outubro 2012.

HOEHN, E.; MCKAY, C. J.; MURRAY, E. D. **Production of high fructose syrup from inulin involving ultra filtration**. USA Patent number 4,421,852. December 20, 1983.

JUNIOR, Wilmo. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. **Revista Química Nova na Escola**, n. 29, agosto, 2008. p 8-13. Acesso em: 07 novembro 2012.

LAURENZO, K.S.; NAVIA, J.L.; NEIDITCH; D.S. **Preparation of inulin products**. USA Patent number 5,968,365. Oct. 19, 1999.

LASI, Bruna. **Conheça as fibras alimentares e sua importância**. 2010. Disponível em:

< <http://www.webrun.com.br/home/n/conheca-as-fibras-alimentares-e-sua-importancia/11178>>. Acesso em 16 junho 2013.

LEITE, Juliana Tófano de Campos. **Obtenção de Extrato de Inulina de Chicória (Cichorium intybus) por Abaixamento de Temperatura e Secagem por Spray Dryer**. 2001. 155p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

LIMA, Anny Kelly. **Carboidratos**. Disponível em:
< <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAMlgAL/carboidratos> >. Acesso em 23 junho 2013.

MARQUES, Camila Garcia. **Inulina**. Disponível em:
< <http://www.nutritotal.com.br/perguntas/?acao=bu&categoria=26&id=423> > . Acesso em 03 maio 2012.

MARTINEZ, Marina. **Chicória**. Disponível em:
<<http://www.infoescola.com/plantas/chicoria>>. Acesso em 16 junho 2013.

MURRAY, R.K; GRANNER, D.K. e MAYES, P.A. Harper: **Bioquímica**. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 1998.

NORONHA, João Freire. Análise Sensorial – Metodologia. **Material de Apoio as Aulas de Análise Sensorial** - Escola Superior Agrária de Coimbra, Portugal, 2003.

OLIVEIRA, Rafael Augusto. **Efeito da Secagem de Raízes de Chicória na Obtenção de Inulina**. 2005. 115p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

PASQUALOTTO, Ana Paula. Funcionalidade **da Fibra Alimentar em Barras de Cereais**. Monografia – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Curso de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PENA, Rosinelson da Silva; LOPES, Alessandra Santos; OLIVEIRA, Brenda C. Freitas; SILVA, Ivonete Quaresma. Obtenção de Barra de Cereais Adicionada do Resíduo Industrial de Maracujá. **Alim. Nutr.**, V. 20, n. 02, 2009, p. 321-329.

PINHEIRO, Denise Maria; PORTO, Karla Rejane de Andrade; MENEZES, Maria Emília da Silva. **A Química dos Alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais**. 2005. 52 p. Conversando sobre Ciências em Alagoas. Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, Maceió, 2005. Acesso em 10 outubro 2012.

RODRIGUES, Maria C. Passos; MOURÃO, Luísa H. Ellery; PONTES, Dorasílvia Ferrera; BRASIL, Isabela Montenegro; SOUZA NETO, Manoel A.; CAVALCANTE, Maria T. Barroso. Obtenção de Barras de Cereais de Caju Ameixa com Alto Teor de Fibras. **Alim. Nutr.**, V. 20, n. 03, 2009, p. 427-433.

SILVA, Jovane Santana. **Barras de Cereais Elaboradas com Farinha de Semente de Abóbora**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Lavras, 2012.

SOUZA, Líria Alves. **Química da Fotossíntese**. Disponível em: < <http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/quimica-fotossintese.htm> >. Acesso em 25 junho 2013.

SOUZA, Raphael. **Extração e quantificação de inulina a partir da raiz da chicória**. 2011. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Química Industrial - Fema – Fundação Educacional do Município de Assis, São Paulo, Assis, 2011. Acesso 10 outubro 2012.

TEIXEIRA, Débora M.F.; PEDÓ, Ivone; BONAMIGO, Jane M.A.; GUTKOSKI, Luis Carlos. **Desenvolvimento de Barras de Cereais à Base de Aveia com Alto Teor de Fibra Alimentar**. Ciências Tecnológica de Alimentos, Campinas, 2007.

TODABIOLOGIA. **Carboidratos**. Disponível em: <www.todabiologia.com/saude/carboidratos.htm>. Acesso em 18 junho 2013.

VIVASAUDÁVEL. **Leguminosas**. Disponível em: <www.vivasaudavel.pt/gca/index.php?id=32> . Acesso em 13 junho 2013.

PAZ, Gizeuda de Lavor; PACHECO, Hilana de Farias; NETO, Cícero O. Costa; CARVALHO, Rita C. P. Santos. **Dificuldade no Ensino Aprendizagem de Química no Ensino Médio em Algumas Escolas Públicas da Região Sudeste de Teresina**.