



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

**RAPHAEL DE SOUZA**

## **EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE INULINA A PARTIR DA RAIZ DE CHICÓRIA**

Assis  
2011

RAPHAEL DE SOUZA

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE INULINA A PARTIR DA RAIZ DE  
CHICÓRIA.

Trabalho de conclusão de  
curso de Curso apresentado ao  
Instituto Municipal de Ensino  
Superior de Assis, como  
requisito do Curso de  
Graduação

Orientador: Gilcelene Bruzon

Área de Concentração: Ciências exatas e da terra

Assis  
2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, Raphael

Extração e quantificação de inulina a partir da raiz de chicória / Raphael de Souza. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2011.

37p.

Orientador: Gilcelene Bruzon.

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

1.Raiz de Chicoria. 2.Inulina.

CDD:660  
Biblioteca da FEMA

# EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE INULINA A PARTIR DA RAIZ DE CHICÓRIA

RAPHAEL DE SOUZA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Municipal  
de Ensino Superior de Assis, como  
requisito do Curso de Graduação,  
analisado pela seguinte comissão  
examinadora:

Orientador: GILCELENE BRUZON

Analisador: \_\_\_\_\_

Assis  
2011

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela saúde, fé e perseverança que tem me dado. A minha família e em especial a minha mãe, Maria Alice Bueno, pelo esforço com o qual me deu condições de galgar êxito na sociedade letrada. Aos meus amigos pelo incentivo a busca de novos conhecimentos, a todos professores e professoras que muito contribuíram para minha formação, dos quais tenho boas lembranças e a professora mestra, Gilcelene Bruzon, pela sabedoria e dedicação com a qual me orientou no decorrer deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A professora, Gilcelene Bruzon, pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Aos amigos, Erik Rafael, Rafael Oliveira e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos familiares, Maria Alice Bueno, Patricia de Souza e Boanerges de Souza.

A educação tem raízes  
amargas, mas os seus frutos  
são doces.

Aristóteles. (384–322 a.C)

## RESUMO

Este trabalho descreve as propriedades de um polissacarídeo, a inulina, que pode ser encontrada em diversos produtos vegetais, destacando-se a raiz de chicória (*Chicorium Intybus L.*) uma planta nativa da Europa, porém que pode ser cultivada em todo mundo devido a sua fácil adaptação em diversos climas. A inulina é utilizada na indústria alimentícia como substituta do açúcar e gordura contribuindo com um baixo valor calórico, já na indústria farmacêutica é utilizada como ingrediente funcional, probiótico, capaz de auxiliar no sistema digestivo do organismo humano. A tecnologia convencional para a produção de inulina baseia-se na extração por difusão em água quente. O objetivo deste trabalho foi a extração de inulina, pelo processo de difusão em água quente, e a quantificação através das análises de açúcares totais, redutores e não redutores pelo método espectrofotométrico. Foram observados os efeitos da temperatura no processo de extração. Através desse trabalho pode-se concluir que a extração de chicória é viável pelo método de difusão em água quente, sendo que em temperaturas maiores a extração se mostra mais eficaz. Constatou-se que a temperatura de 90°C é a mais viável para este método.

**Palavras-chave:** Raiz de Chicória; Inulina.

## ABSTRACT

This paper describes the properties of a polysaccharide, inulin, which can be found in many plant products, especially the root of chicory (*Cichorium intybus* L.) a plant native to Europe, however that can be cultivated throughout the world due to its easy adaptation to different climates. Inulin is used in the food industry as a substitute for sugar and fat contributing to a low caloric value, as in the pharmaceutical industry is used as a functional ingredient, probiotic capable of helping the digestive system of the human organism. The conventional technology for the production of inulin is based on extraction by diffusion in hot water. The objective of this study was the extraction of inulin, the diffusion process in hot water, and quantified by analysis of total sugars, reducing and non reducing the spectrophotometric method. We observed the effects of temperature on the extraction process. Through this work we can conclude that the extraction of chicory is feasible by the diffusion method in hot water, and where temperature extraction proves more effective. It was found that the temperature of 90 ° C is the most feasible for this method.

**Keywords:** chicory root inulin.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Estrutura Química da Inulina e Oligofrutose.....	17
Figura 2	– Chicória ( <i>Chicorium Intybus L.</i> ).....	25
Figura 3	– Raiz de Chicória.....	26
Figura 4	– Estrutura Química da Glicose e Frutose.....	30
Figura 5	– Ciclo Vicioso da Compulsão Alimentar.....	31
Figura 6	– Raiz de chicória lavada e fatiada.....	39
Figura 7	– Raiz de chicória desidratada.....	39
Figura 8	–Processo de Extração da Inulina.....	40
Figura 9	– Amostras Filtradas.....	41
Figura 10	– Gel obtido após extração.....	42
Figura 11	– Curva padrão de Açúcares Solúveis Totais.....	43
Figura 12	– Curva Padrão de Açúcares Redutores.....	45
Figura 13	–Preparo da Solução de Invertase (1).....	46
Figura 14	– Preparo da Solução de Invertase (2).....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Inulina e Oligofrutose (% de peso fresco) em plantas utilizadas na alimentação humana.....	22
Tabela 2	- Composição centesimal da raiz de chicória.....	26
Tabela 3	- Resíduo Sólido x Temperatura.....	41
Tabela 4	- Concentração de Açúcares Totais x Temperatura.....	44
Tabela 5	- Concentração de Açúcares Redutores x Temperatura.....	45
Tabela 6	- Concentração de Açúcares não Redutores x Temperatura.....	47
Tabela 7	- Concentração de Inulina x Temperatura.....	48
Tabela 8	- Massa de Inulina x Temperatura.....	49
Tabela 9	- Porcentagem de Inulina x Temperatura.....	49

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>INULINA.....</b>	<b>16</b>
2.1	PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA INULINA.....	17
2.1.1	<b>Solubilidade.....</b>	<b>17</b>
2.1.2	<b>Viscosidade.....</b>	<b>17</b>
2.1.3	<b>Estabilidade.....</b>	<b>19</b>
<b>3.</b>	<b>PROPRIEDADES FUNCIONAIS.....</b>	<b>20</b>
<b>4.</b>	<b>OCORRÊNCIA NATURAL.....</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>APLICAÇÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>CHICÓRIA.....</b>	<b>25</b>
<b>7.</b>	<b>PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DA INULINA.....</b>	<b>27</b>
<b>8.</b>	<b>APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>28</b>
8.1	QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO.....	28
8.2	CARBOIDRATOS.....	28
8.3	PARTE EXPERIMENTAL.....	31
8.3.1	<b>Teste de Solubilidade e Identificando Polissacarídeos.....</b>	<b>32</b>
8.3.2	<b>Teste de Solubilidade (Procedimento).....</b>	<b>32</b>
8.3.2.1	Metodologia.....	33
8.3.3	<b>Identificando Polissacarídeos.....</b>	<b>33</b>
8.3.3.1	Metodologia.....	33
<b>9.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO.....</b>	<b>35</b>
9.1	PROCESSO DE EXTRAÇÃO.....	35
9.2	DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS.....	36
9.2.1	<b>Reagentes.....</b>	<b>36</b>
9.2.2	<b>Procedimento.....</b>	<b>37</b>
9.3	DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES.....	37
9.4	DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES NAO REDUTORES.....	37
9.5	DETERMINAÇÃO DA INULINA.....	38

<b>10.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
10.1	PROCESSO DE EXTRAÇÃO.....	39
10.2	DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS.....	42
10.3	DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES.....	44
10.4	DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES NÃO REDUTORES.....	46
<b>10.4.1</b>	<b>Preparo da Solução de Invertase.....</b>	<b>46</b>
10.5	DETERMINAÇÃO DA INULINA.....	48
<b>11.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>12.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A inulina é um carboidrato de reserva presente em diversos vegetais, este nutriente é formado por uma cadeia de moléculas de frutose e uma molécula de glicose terminal. Dentre os diversos vegetais que produzem inulina, destacam-se as raízes de chicória (*Chicorium intybus L.*) e de alcachofra de Jerusalém (*Helianthus tuberosus L.*) (OLIVEIRA et al., 2004).

Segundo Oliveira et al., (2004) as raízes de chicória por apresentarem sabor, particularmente amargo, devido à presença de inulina, eram utilizadas por holandeses e egípcios para a produção de bebidas similares ao café.

A inulina pode ser utilizada como ingrediente para substituir a gordura ou o açúcar com baixa contribuição calórica, sendo utilizada recentemente como ingrediente para produção de produtos light (OLIVEIRA, 2005).

Apesar de ser um tipo de açúcar, sua glicose não é totalmente absorvida pelo organismo, podendo ser usada por diabéticos, pois não altera a glicemia. Para fins de emagrecimento, pode ser utilizada em dietas restritivas, pois o corpo humano aproveita cerca de 1,5 calorias por grama, contra 4 calorias dos outros carboidratos (AVILA, 2010).

Este nutriente contribui também para melhorar as condições do sistema gastrointestinal, é um dos únicos nutrientes dentro da classe dos frutooligossacarídeos (FOS) que não sofre a ação de enzimas gástricas, portanto ela não sofre digestão no estômago e chega ao intestino intacto, servindo de alimento para bactérias intestinais (bifidobactérias), melhorando assim a função intestinal (AVILA, 2010).

A chicória (*Chicorium intybus*) é uma planta nativa da Europa, porém pode ser cultivada em todo mundo. A chicória se adapta bem ao clima temperado ou frio. No Brasil, pode ser plantado durante todo o ano, porém se desenvolve melhor no inverno podendo ser colhida na primavera, época em que apresenta maior teor de inulina (SILVA et al., 2008).

Segundo Oliveira et al., (2004) as folhas de chicória podem ser destinadas à medicina caseira, uma vez que a folha pode ser estimulante para a secreção gástrica e agir como redutor na taxa de glicose no sangue.

De acordo com Oliveira et al. (2004), em seus estudos para extração de inulina a partir de produtos vegetais, tais como a raiz chicória, realizaram a extração por difusão em água quente seguindo as seguintes etapas: lavagem dos tubérculos; fatiamento ou moagem dos tubérculos; extração por difusão em água quente sob agitação constante.

O fato de este nutriente ser benéfico para o organismo e possuir poder adoçante com baixa caloria, seu estudo torna-se interessante. Pesquisas mostram que dentre os milhares vegetais, a raiz de chicória possui uma grande concentração de inulina e seu cultivo é extremamente simples.

Este trabalho tem por objetivo o estudo da extração de inulina a partir da raiz da chicória utilizando o método de difusão em água quente em diferentes temperaturas.

## 2. INULINA

A inulina é um carboidrato de reserva de grande importância para as plantas. Sendo a inulina pertencente ao grupo das frutanas, ela pode ser sintetizada por diversas plantas, aproximadamente 36000 (GALANTE, 2008).

Após a extração e secagem a inulina apresenta-se como um pó branco, amorfo, higroscópico e livre de odor e sabor. Sua densidade é de aproximadamente 1,35 g/ml e seu peso molecular aproximadamente 160 g/mol (GALANTE, 2008).

O grupo das frutanas pode ser classificado em: Levanas, as quais são polímeros lineares que apresentam ligações do tipo  $\beta$  (2 – 6); Compostos ramificados, os que apresentam ligações do tipo  $\beta$  (2 – 6) e  $\beta$  (2 – 1); e a Inulina que é um polímero linear que apresenta ligações glicosídicas do tipo  $\beta$  (2 – 1), e a molécula de glicose na porção final da cadeia de frutose é ligada por ligações do tipo ( $\alpha$ 1 –  $\beta$ 2) (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Segundo Galante (2008), a inulina é um fruto oligossacarídeo constituído por uma mistura de diversos oligômeros com diferentes graus de polimerização, sendo que este processo ocorre naturalmente em produtos vegetais. Assim, as inulinas produzidas em cada planta, que possui diferentes estágios de ciclos de crescimento, sob condições climáticas diferentes, irão apresentar diferentes graus de polimerização. O grau de polimerização da inulina afeta algumas de suas propriedades físicas, como por exemplo, a viscosidade e sua capacidade de formar gel.

Através da hidrólise ácida ou enzimática da inulina obtemos oligômeros lineares, definidos como GF<sub>n</sub> (glicose – frutose, onde n é o número de unidades frutofuranosil) e F<sub>m</sub>, que é constituída por frutose (onde m é o número de unidades de frutofuranosil obtido), sendo que o número de n e m variam em torno de 2 a 9 unidades (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Embora GF<sub>n</sub> e F<sub>m</sub> tenham propriedades químicas e físicas semelhantes, o grupo terminal de frutose em F<sub>m</sub> é redutor, já o de GF<sub>n</sub> é não redutor. Estes oligômeros de frutose são denominados de fruto-açúcar, frutooligossacarídeo (FOS) ou

oligofrutoses (HAULY; MOSCATTO, 2002).

A estrutura química da inulina e da oligofrutose pode ser observada na Figura 1.

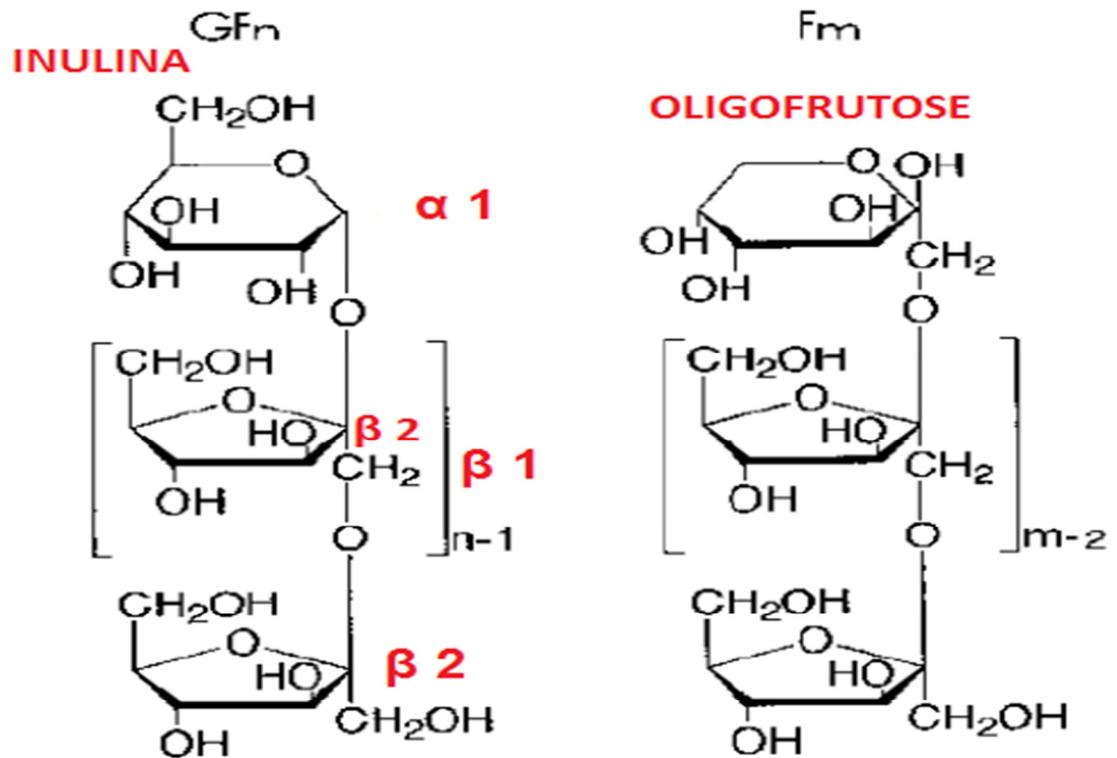


Figura 1 – Estrutura química da inulina e oligofrutose (In: GALANTE, 2008)

## 2.1 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA INULINA

### 2.1.1 Solubilidade

A inulina pode ter sua solubilidade alterada de acordo com a temperatura da água, sendo assim ela não possui solubilidade fixa. A cerca de 10°C sua solubilidade é de aproximadamente 6% e em 90°C sua solubilidade é de aproximadamente 35%. Devido esse motivo a inulina tem seu emprego dificultado em temperatura ambiente, pois irá apresentar baixa solubilidade (GALANTE, 2008).

Embora a composição da inulina seja bem conhecida, ainda há divergências quanto

a sua solubilidade. Pode-se descrever então que a inulina é pouco solúvel em água fria e solúvel em água com temperatura elevada (OLIVEIRA, 2005)

A capacidade de ligação de água da inulina é de 2:1, ou seja, cada molécula de inulina liga-se com duas moléculas de água. Em solução a inulina pode reduzir o ponto de congelamento da água e aumentar seu ponto de fusão (HAULY; MOSCATTO, 2002).

### **2.1.2 Viscosidade**

Devido a inulina não possuir solubilidade fixa, onde pode ser alterada de acordo com a temperatura da água, quando resfriada ela pode apresentar duas fases, uma fase sobrenadante e uma fase precipitada. A fase precipitada apresenta maior viscosidade, enquanto a fase sobrenadante é mais dispersa, ou seja, menos viscosa (GALANTE, 2008).

Segundo Galante (2008), para que o gel de inulina seja formado é necessário que a inulina atinja uma determinada concentração e com discretas partículas. Quando o nível de inulina em uma solução atinge 30% de sólido, a combinação inulina – água inicia a gelificação, sendo totalmente concluída sob resfriamento durante 30 a 60 minutos. Esse processo se torna quase que instantâneo quando o nível de sólidos em solução atinge entre 40 a 45%.

Alguns fatores podem afetar as características do gel de inulina como a disponibilidade de água, o grau de polimerização, a concentração de mono e dissacarídeos presentes, o tamanho das partículas de inulina, métodos de preparação, temperaturas e a adição de hidrocolóides e cátions mono e divalentes (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Isso ocorre porque as unidades de glicose e frutose presentes na inulina propiciam a formação de cadeias retas e estendidas que quando localizadas lado a lado podem formar uma estrutura estabilizada por ligações de hidrogênio intra e intercadeias, conferindo maior resistência (JUNIOR, 2008)

### **2.1.3 Estabilidade**

Segundo Galante (2008), a maioria dos frutooligossacarídeos (FOS) possui bastante estabilidade em pH superior a 3 e além de tudo em temperaturas maiores que 140°C, assim como a sacarose. Sob refrigeração soluções aquosas de frutooligossacarídeos podem se manter estáveis por vários meses ou mais de um ano.

### 3. PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Os alimentos funcionais, nos dias de hoje, é uma das prioridades em pesquisas relacionadas à área de nutrição e tecnologia em alimentos, podendo levar em conta o interesse em consumir alimentos mais saudáveis com a finalidade de suprir o sistema fisiológico do organismo humano (BORTOLOZO; QUADROS, 2007).

Um alimento funcional contem em sua composição componentes em concentrações adequadas que atuam nas funções do corpo, produzindo efeitos celulares e fisiológicos benéficos (GALANTE, 2008).

A inulina é considerada um alimento funcional natural, pois exerce uma função benéfica no sistema digestivo do organismo humano. A inulina, diferente dos outros nutrientes derivados dos frutooligossacarídeos, apresenta resistência à ação de enzimas gástricas, não sofrendo digestão no estômago e chegando intacta ao intestino, aonde ela serve de alimento para as bactérias intestinais. (AVILA, 2010).

Por não ser degradada por enzimas salivares e intestinais, por ser um carboidrato complexo, estimula a proliferação e a atividade da flora intestinal e favorecer na defesa imunológica, a inulina também pode ser classificada como prebiótico (SANTOS; CANÇADO, 2009).

A fermentação da inulina pelas bactérias intestinais auxilia no aumento da biomassa bacteriana o que ocasiona o aumento da produção fecal, na produção de ácidos graxos de cadeias pequenas e no efeito prebiótico, que é o responsável pelo aumento do crescimento de bactérias benéficas, em particular as Bifidobactérias em detrimento de outros microrganismos com grande potencial patogênico (GALANTE, 2008).

Segundo Haully et al. (2002), os frutooligossacarídeos auxiliam a absorção de cálcio podendo contribuir com a prevenção de futuras doenças relacionadas a deficiência de cálcio, por exemplo a osteoporose.

Devido à resistência a hidrólise fornecida pelas ligações  $\beta - (2,1)$  entre as moléculas de frutose e conseqüentemente a não digestão no estômago, a inulina não contribui com calorias nesse processo evidenciando sua baixa caloria (OLVEIRA et al, 2004).

Sabendo que a glicose da inulina não é totalmente absorvida no organismo humano ela pode ser consumida também por diabéticos, pois não altera a glicemia. A cada grama de inulina o corpo aproveita cerca de 1,5 calorias contra 4 calorias dos demais carboidratos (AVILA, 2010).

Seu consumo frequente também ocasiona uma diminuição de triacilgliceróis e níveis de colesterol plasmático podendo ser consumido por pacientes hipercolesterolêmicos.

Além dos efeitos benéficos a saúde relacionados a diabetes, melhoramento no metabolismo, estudos concluíram a evidente diminuição dos riscos de câncer no cólon em animais, contudo ainda é preciso testar em seres humanos (GALANTE, 2008).

A dose diária de inulina recomendada é de aproximadamente 40 gramas, porém não foram constatados problemas de toxicidade ou distúrbios gastrointestinais associados ao consumo descontrolado de inulina (OLVEIRA et al, 2004).

#### 4. OCORRÊNCIA NATURAL

Sendo um carboidrato largamente encontrado na natureza, a inulina é utilizada por muitas plantas como um carboidrato de reserva. Através da hidrólise da inulina endógena realizada pelas plantas é possível obter moléculas de menor grau de polimerização, permitindo assim a sobrevivência destas plantas em períodos de frio como o inverno ou em locais onde o clima é frio por quase todo o ano (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Muitos alimentos possuem inulina, cerca de 30.000 espécies de vegetais, sendo alguns deles consumidos a muito tempo na dieta humana (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Galante (2008), além dos vegetais também é possível encontrar inulina em outros alimentos. Em cereais destaca-se o trigo, cevada e o centeio com concentração de inulina variada entre 0,5 – 4%; e dentre as frutas destaca-se a banana com cerca de 0,3% de inulina e as raízes de yacon com 3 – 10% de inulina.

A tabela 1 apresenta a quantidade de inulina e oligofrutose presente em plantas utilizadas no dia-a-dia nas refeições humanas.

Plantas	Parte comestível	Inulina	Oligofrutose
CEBOLA	Bulbo	2 – 6	2 – 6
ALCACHOFRA JERUSALÉM	Tubérculo	16 - 20	10 – 15
CHICÓRIA	Raiz	15 – 20	5 – 10
ALHO PORRÓ	Bulbo	3 – 15	2 – 5
ALHO	Bulbo	9 – 16	3 – 6
ALCACHOFRA	Folhas Centrais	3 – 10	< 1
BANANA	Fruta	0,3 – 0,7	0,3 – 0,7
CENTEIO	Cereal	0,5 – 1	0,5 – 1
CEVADA	Cereal	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5
DENTE DE LEÃO	Folhas	12 – 15	DA

YACON	Raiz	3 – 19	3 – 19
BARBA DE BODE	Folhas	4 – 11	4 – 11
TRIGO	Cereal	1 – 4	1 – 4

**Tabela 1 – Inulina e oligofrutose (% de peso fresco) em plantas utilizadas na alimentação humana.**

## 5. APLICAÇÕES

O gel de inulina possui aspecto cremoso, portanto quando tocado apresenta grande semelhança à gordura. Pelo fato da inulina possuir uma cadeia grande sua solubilidade é baixa e a formação de cristais é bem propícia, esses cristais são imperceptíveis na boca, mas promovem uma sensação bem parecida com a sensação de gordura, por isso a inulina tem sido usada com muito sucesso como substituta de gorduras em diversos produtos. (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Segundo Galante (2008), a aplicação de inulina no setor alimentício não é restrita somente a substituição da gordura, ela também pode ser utilizada para enriquecer alimentos com fibras sem contribuir com sabores adicionais e sem perder formulações padrões. Pode ser usada também em produtos de panificação e cereais com a finalidade de controlar a umidade e a viscosidade.

Na indústria farmacêutica, a inulina é utilizada para a fabricação de alimentos funcionais para prevenção de doenças como câncer de mama e osteoporose (GALANTE, 2008).

## 6. CHICÓRIA

Nativa da Europa, a chicória (*Chichorium Intybus*) é uma hortaliça que pode ser cultivada em todo o mundo, isso se deve a sua boa adaptação em locais com clima frio ou temperado. No Brasil seu melhor desenvolvimento é no inverno, sendo a colheita feita na primavera (SILVA et al., 2008).

A chicória pode ser observada na Figura 2.



**Figura 2 – Chicória**

Estudos relatam que o consumo de chicória por humanos vem desde os primórdios, passando pelos egípcios (4.000 a.C.), os gregos (450 a.C) e romanos, sendo consumida crua, cozida ou torrada (OLVEIRA et al, 2004).

Dentre os vegetais que contem inulina destaca-se a chicória, com 15,5 a 20,5% de inulina em suas raízes, caracterizando seu sabor amargo (GALANTE, 2008).

A raiz de chicória é uma raiz tuberosa e altamente perecível, sendo assim, exige um período de processamento muito curto. Uma alternativa que pode prolongar sua vida útil é a secagem da raiz, pois assim irá diminuir a atividade de água na matéria

prima, prolongando sua vida útil (SILVA et al, 2008).

A raiz de chicória pode ser observada na Figura 3.



**Figura 3 – Raiz de Chicória**

A chicória também é utilizada pelos antigos na medicina caseira, pois suas folhas são aplicadas para estimular a secreção de suco gástrico e reduzir a taxa de glicose no sangue (OLVEIRA et al, 2004).

A tabela 2 mostra a composição centesimal da raiz de chicória e seu valor calórico.

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

**Tabela 2 - Composição centesimal da raiz de chicória.**

## 7. PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DA INULINA

A extração de inulina de produtos de origem vegetal, como a raiz de chicória, convencionalmente utiliza-se métodos com tais etapas: lavagem dos tubérculos; fatiamento ou moagem dos tubérculos; extração de inulina com água; tratamento com dióxido de carbono e cal; filtração e recuperação da inulina por método de evaporação ou precipitação (OLVEIRA et al, 2004).

Esse processo de extração convencional da inulina, conduzido em meio aquoso a partir da raiz fresca, reduz o consumo de água, porem esta restrito aos períodos da colheita visto que a raiz de chicória é um produto altamente perecível (SILVA et al, 2008).

É importante destacar que a importância de se usar temperaturas elevadas no processo de extração de inulina por difusão em água, visto que a solubilidade da inulina aumenta com a temperatura (OLVEIRA et al, 2004).

Para determinação analítica, a inulina e oligofrutoses podem ser analisadas seguindo o Método de Frutana segundo a AOAC (Association of Official Analytical Chemists) número 997.08 e integrada pelo método de Fibra Dietética Total da AOAC. Esse método é capaz de medir toda inulina e oligofrutose presente em qualquer alimento e tem se mostrado de forma muito reprodutível (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Pode-se ainda usar outros métodos para determinar oligofrutoses como a inulina, como a CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência) ou então a GLC (cromatografia líquida gasosa) (HAULY; MOSCATTO, 2002).

No Brasil, ainda não é explorada a produção comercial da inulina a partir da extração da raiz de chicória, tendo uma grande carência de estudos nessa área (SILVA et al, 2008).

## 8. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

O Ensino Médio, de modo geral, sempre foi marcado por leituras de livros sem nenhuma observação nem experiência e baseado em muita teoria, ainda que desde a década de 1930, as sucessivas legislações educacionais tivessem proposto que devesse ser orientado pelos preceitos do método experimental. Em 1978, a Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo faz grande ênfase sobre a necessidade do uso de laboratório por professores da área de ciências exatas, além de ressaltar a importância da compreensão do processo de produção do conhecimento científico e o uso do cotidiano como um dos critérios para a seleção dos conteúdos a serem estudados, pois segundo a proposta, a química pode ser um instrumento muito valioso na formação humana, ampliando os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania (CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO)

### 8.1 QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO

No ensino médio, o aluno deve ganhar uma compreensão dos processos químicos em estreita relação com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais, de modo a poder tomar decisões de maneira responsável e crítica e emitir juízos de valor, em nível individual ou coletivo (CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO).

### 8.2 CARBOIDRATOS

Os carboidratos ou hidratos de carbono é a classe mais abundante dentre as biomoléculas, ou seja, moléculas sintetizadas por seres vivos e que participam da estrutura e do funcionamento da matéria viva, existentes no planeta Terra (JUNIOR, 2008).

Podemos encontrar os carboidratos em todo o redor e nas mais diferentes formas,

como por exemplo, o açúcar que colocamos no café, as fibras de uma folha de papel, como também o principal constituinte da carapaça de um besouro (POMIN; MOURÃO, 2006).

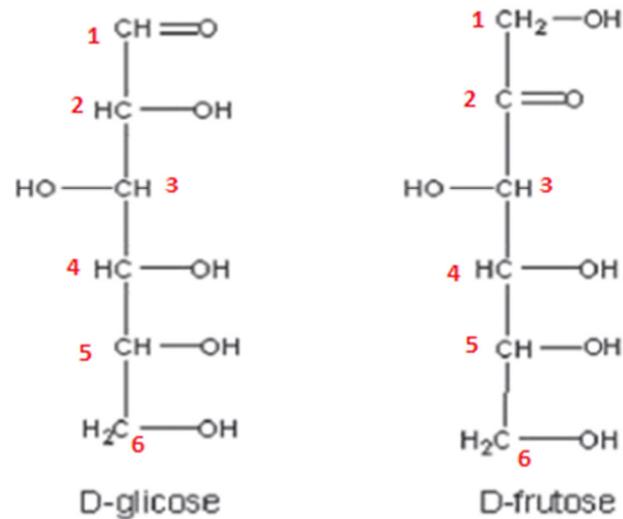
Dentre outras fontes de energia, os carboidratos são a fonte mais facilmente aproveitada pelo organismo, sendo eles necessários para o metabolismo natural das gorduras, pois na ausência de carboidratos suficiente, uma quantidade maior de gorduras é usada para a produção de energia e se essa quantidade de gorduras for maior do que o organismo pode queimar, a oxidação é incompleta podendo produzir toxinas que podem levar a acidose (REIS, 2010).

Alem do abastecimento energético de células não fotossintéticas, devido a sua oxidação, os carboidratos atuam como elementos estruturais de paredes celulares e também como sinalizadores do organismo (JUNIOR, 2008).

Nos seres animais, quando ingerimos amido, um tipo de carboidrato, ele é decomposto em unidades de glicose que por sua vez é recombinado no fígado e formado o glicogênio ou “amido animal” de fórmula estrutural  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Quando o organismo necessita de energia o glicogênio é decomposto em glicose que é então oxidada nos tecidos voltando a sua forma original que é água, gás carbônico e energia.

Carboidratos são substâncias que por hidrólise liberam compostos denominados poli-hidroxi-aldeídos ou poli-hidroxi-cetonas (Figura 4). O termo sacarídeo vem do grego Sakcharon, o qual significa açúcar e o termo hidratos de carbono é devido a sua fórmula genérica  $(CH_2O)_n$ . Podem ser divididos em três grupos segundo o número de ligações glicosídicas existentes, monossacarídeos, que é composto por apenas uma unidade; os oligossacarídeos, que são cadeias curtas de sacarídeos o mais comum entre eles são os dissacarídeos; e os polissacarídeos, que são compostos por mais de vinte unidades (JUNIOR, 2008).

Os carboidratos ou monossacarídeos mais abundantes na terra, glicose e frutose, podem ser observados na figura 4.

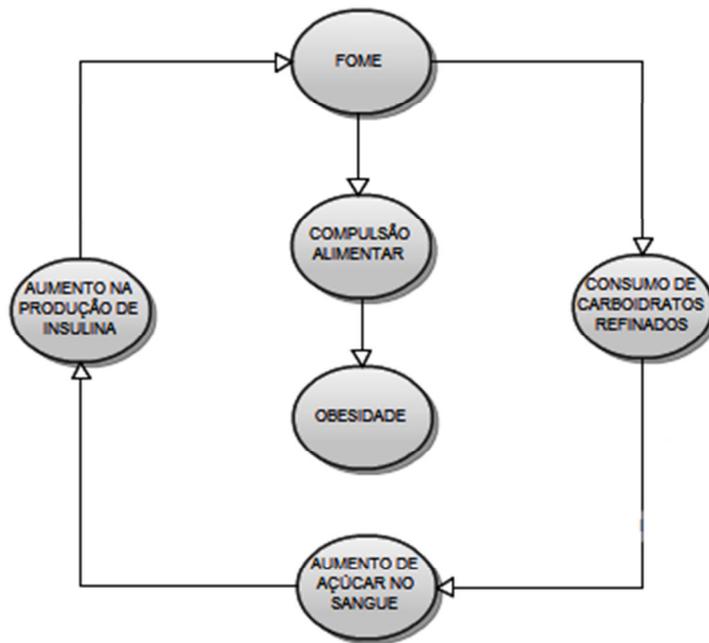


**Figura 4 – Estrutura Química da Glicose e Frutose (In: JUNIOR, 2008).**

Os monossacarídeos são altamente polares, sendo sólidos cristalinos em temperaturas ambientes e muito solúveis em água pelo fato da mesma também ser polar, diferente da inulina que pode ter sua solubilidade alterada de acordo com a temperatura como vimos anteriormente (JUNIOR, 2008).

A fome é um dos motivos que pode levar a um consumo excessivo de carboidratos, levando assim a um aumento da concentração de açúcar no sangue o qual estimula a produção de mais insulina, gerando um ciclo vicioso que pode levar a compulsão alimentar, na obesidade e em suas consequências, como os problemas cardiovasculares (REIS, 2010).

A figura 5 exemplifica o ciclo vicioso citado acima.



**Figura 5 – Ciclo Vicioso da Compulsão Alimentar (In: Reis, 2010).**

Uma das doenças mais conhecidas relacionadas aos carboidratos é o diabetes, que pode ser decorrente de fatores de hereditariedade e ambiental. Esta doença acarreta na deficiência na produção ou incapacidade de ação da insulina, que é um hormônio capaz de controlar a entrada de glicose nas células. O portador da doença possui alto índice de glicose no sangue, o que compromete vários órgãos, sistema renal, nervoso e circulatório (POMIN; MOURÃO, 2006).

### 8.3 PARTE EXPERIMENTAL

Dentre os diversos experimentos existentes para estudar as propriedades dos carboidratos podemos ressaltar alguns como, a solubilidade, identificar de açúcares redutores e não redutores, identificar de polissacarídeos, aldoses e cetoses, os quais podem ser realizadas em laboratórios de escolas estaduais ou privadas com o auxílio de materiais alternativos

### 8.3.1 Teste de Solubilidade e Identificando Polissacarídeos

- Sacarose
- Amido (maisena)
- Glicose (vendida em farmácias)
- Frutose (vendida em farmácias)
- Mel de abelha
- Tintura de iodo
- Acido sulfúrico (acido para baterias encontradas em lojas do ramo)
- Acido clorídrico (acido muriatico)
- Soda caustica (NaOH)
- Seringas de 1 mL e de 5 mL (para medir os volumes)
- Tubos de ensaio
- Etanol
- Recipiente metálico
- Copo de 200 mL
- Colher de sopa

Observações: para todos os testes utilizar água como branco e amostras de sacarose, amido, glicose, frutose e mel de abelha.

### 8.3.2 Teste de Solubilidade (Procedimento)

Em diferentes tubos de ensaio, colocar aproximadamente 0,5 gramas de cada amostra, o suficiente para cobrir o fundo côncavo do tubo de ensaio. Adicionar 1,0 mL de água em cada tubo agitar e observar.

Repetir os testes com água quente e ácido sulfúrico diluído quente. Utilizar o recipiente metálico com álcool em combustão para esquentar a água e o ácido

sulfúrico.

#### 8.3.2.1 Metodologia

A solubilidade dos carboidratos depende da disponibilidade dos grupos hidroxila para formar ligações de hidrogênio com a água. No caso dos polissacarídeos (amido), a solubilidade é muito baixa devido a grande quantidade de ligações de hidrogênio intracadeias, fato que minimiza a interação com a água. A solubilidade só é obtida por meio da hidrólise ácida. No entanto, mesmo após aquecimento com ácido, observa-se uma turvação devido à formação de dextrinas limitantes, isto é, estruturas que não podem ser mais hidrolisadas. Por outro lado, açúcares menores, como os monossacarídeos (glicose e frutose) e os dissacarídeos (sacarose), encerram maior interação com a água, fator que determina a alta solubilidade.

#### 8.3.3 Identificando Polissacarídeos (procedimento)

Adicionar em diferentes tubos de ensaio 2,0 mL de cada amostra e 2,0 mL de água como branco. Adicionar em cada tubo de ensaio 5 gotas de solução de lugol (tintura de iodo). Por fim adicione 5 gotas de hidróxido de sódio (NaOH) aproximadamente 1 molar (prepare dissolvendo duas colheres de sopa de soda caustica em um copo de 200 mL de água) e 5 gotas de ácido clorídrico (HCl). Observar e anotar os resultados.

##### 8.3.3.1 Metodologia

Os dois fatores que determinam o desenvolvimento de coloração quando o iodo interage com os polissacarídeos são o comprimento e a ramificação da cadeia sacarídea. A coloração é desenvolvida devido ao aprisionamento do iodo no interior da cadeia de amilose. Na presença do amido e de íons iodeto ( $I^-$ ), as moléculas de

iodo formam cadeias de  $I_6$  que se alocam no centro da hélice formada pela amilose contida no amido.

A formação desse complexo amilose- $I_6$  é responsável pela cor azul intensa, engendrada, por sua vez a partir da absorção de luz na região do visível das cadeias de  $I_6$  presentes dentro da hélice da amilose. Quanto maior a ramificação da cadeia, menos intensa será a coloração desenvolvida, visto que a interação entre iodo e a cadeia será menor.

## 9. MATERIAIS E MÉTODOS

- Raiz de chicoria
- 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%

O método utilizado é a difusão em água quente, seguido de tratamento de filtração e secagem. A determinação quantitativa de inulina será realizada pelo método espectrofotométrico através das análises de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores.

### 9.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO

O método empregado neste trabalho para extração de inulina da raiz de chicória é o método de difusão em água quente, sendo este um processo de extração em batelada.

A raiz utilizada para extração foi fornecidas por produtores e comerciantes da região de Assis, estado de São Paulo, e o período de colheita foi o mês de Julho. As raízes

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

Para o processo de extração, as raízes foram descongeladas e cortadas em fatias com cerca de 0,5 a 2,0 centímetros de espessura. A proporção utilizada entre raiz e solvente foi de 1:30 (M/V), utilizando água como solvente.

O processo foi realizado em banho Maria, com agitação constante para que toda parte sólida se mantivesse suspensa, por um período de 1 hora. O processo foi repetido em triplicata com diferentes temperaturas (40°, 60° e 90°), para estudar a influência da temperatura no processo de extração.

Após extração, o extrato foi submetido a filtração conduzida a vácuo, utilizando papel filtro de velocidade rápida, para que toda fibra ou material indesejado seja removido. Em seguida foi realizada outra filtração, desta vez com velocidade lenta, a fim de remover qualquer partícula dispersa no extrato.

O extrato então foi levado a estufa com temperatura de 60° C para obtenção do extrato seco. Após esse processo de secagem das amostras obtidas nas diferentes temperaturas é possível fazer uma comparação entre o rendimento extrato/extrato seco.

## 9.2 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS

O método para determinar açúcares totais se baseia em açúcares simples como oligossacarídeos, polissacarídeos e seus derivados uma vez que estes apresentam uma coloração amarelo-alaranjada quando são tratados com fenol e ácido sulfúrico concentrado (GALANTE, 2008).

### 9.2.1 Reagentes

- Fenol 5%
- Ácido sulfúrico concentrado

### 9.2.2 Procedimentos

Em cada tubo de ensaio foram colocados 500 $\mu$ L de amostra, previamente diluídas, em seguida adicionou-se 500 $\mu$ L de fenol 5% e 2,0 mL de ácido sulfúrico concentrado e agitou a amostra deixando-a em repouso incubada em temperatura ambiente por 30 minutos.

Em seguida as amostras foram lidas a 490 nm e as leituras foram comparadas a uma curva padrão de glicose, nas concentrações 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 e 1,6g/L.

## 9.3 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES

Os açúcares redutores podem ser determinados utilizando reagentes DNS (3,2 – Dinitro Salicílico) obtido pela reação de 300g de tartarato duplo de sódio e potássio e 16g de hidróxido de sódio, previamente diluídos em água destilada e 10g de ácido dinitro salicílico. Se necessário a solução pode ser aquecida e em seguida completada o volume para 1 litro.

Em cada tubo de ensaio foram colocados 750 $\mu$ L de amostra e 1500 $\mu$ L de reagente DNS, essa mistura foi colocada em ebulição por 15 minutos em banho Maria. Em seguida é feito o resfriamento em banho de gelo e adicionado 2,0 mL de água destilada. Após a amostra estabilizar em temperatura ambiente foi feita sua leitura espectrofotométrica em 540 nm contra um branco de água destilado e em seguida comparado em uma curva padrão de glicose 3% nas concentrações 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 e 1,6g/L (GALANTE, 2008).

## 9.4 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES NÃO REDUTORES (SACAROSE)

A concentração de sacarose pode ser obtida após conversão em glicose e frutose, através de uma solução de invertase diluída e solução tampão de acetato de sódio pH 4.5 com proporção 1:2 (invertase:tampão e amostra), incubadas por 120 horas

em temperatura de 55°C. Após a hidrólise repetiu-se a análise de açúcares redutores e por diferença entre uma e outra obteve a concentração de sacarose (GALANTE., 1998).

## 9.5 DETERMINAÇÃO DA INULINA

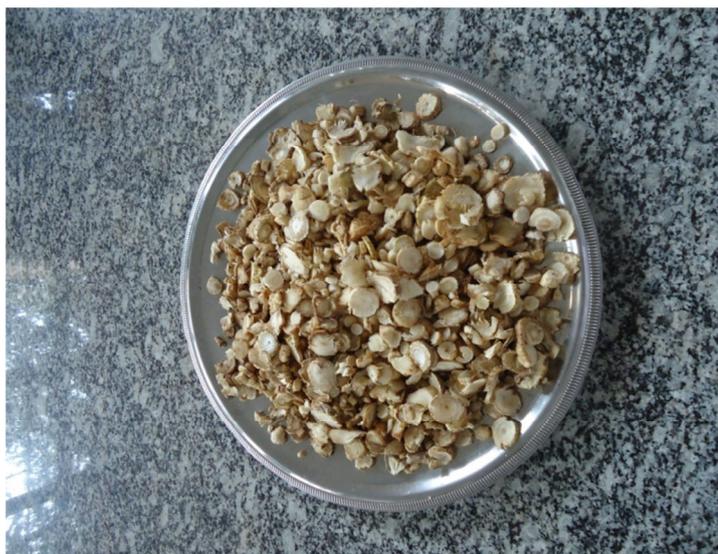
Segundo Galante (2008), a inulina pode ser obtida pela diferença entre o conteúdo dos açúcares totais e redutores e sacarose segundo a equação abaixo:

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

## 10. RESULTADO

### 10.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO

Após lavagem, fatiamento e desidratação das raízes de chicória, tais apresentaram o seguinte aspecto como podemos observar nas figuras 6 e 7.



**Figura 6 - Raiz de chicória lavada e fatiada**



**Figura 7 - Raiz de chicória desidratada**

A extração da chicória foi realizada por método adaptado utilizando uma chapa de aquecimento e um mixer para manter os sólidos em suspensão durante todo o período de extração. A massa de raiz utilizada para extração foi de 10 gramas. Na figura 8 podemos observar o processo de extração de inulina pelo método adaptado:



**Figura 8 - Processo de Extração da Inulina**

Após extração em diferentes temperaturas as amostras foram filtradas duas vezes para que não restasse mais nenhum sólido suspenso em solução. A figura 9 ilustra as amostras após filtragem.



**Figura 9 - Amostras Filtradas**

A tabela 3 apresenta a massa de resíduos sólidos e secos obtidos após filtração da solução nas diferentes temperaturas de extração:

Temperatura (°C)	Massa utilizada (g)	Resíduo sólido (g)
40	10	6,13
60	10	5,66
90	10	5,37

**Tabela 3 - Resíduo sólido x Temperatura**

A partir da tabela 3 podemos notar diferenças significativas nas massas de resíduos que restaram da extração em diferentes temperaturas, visto que a extração de 90°C é a que propicia um melhor rendimento.

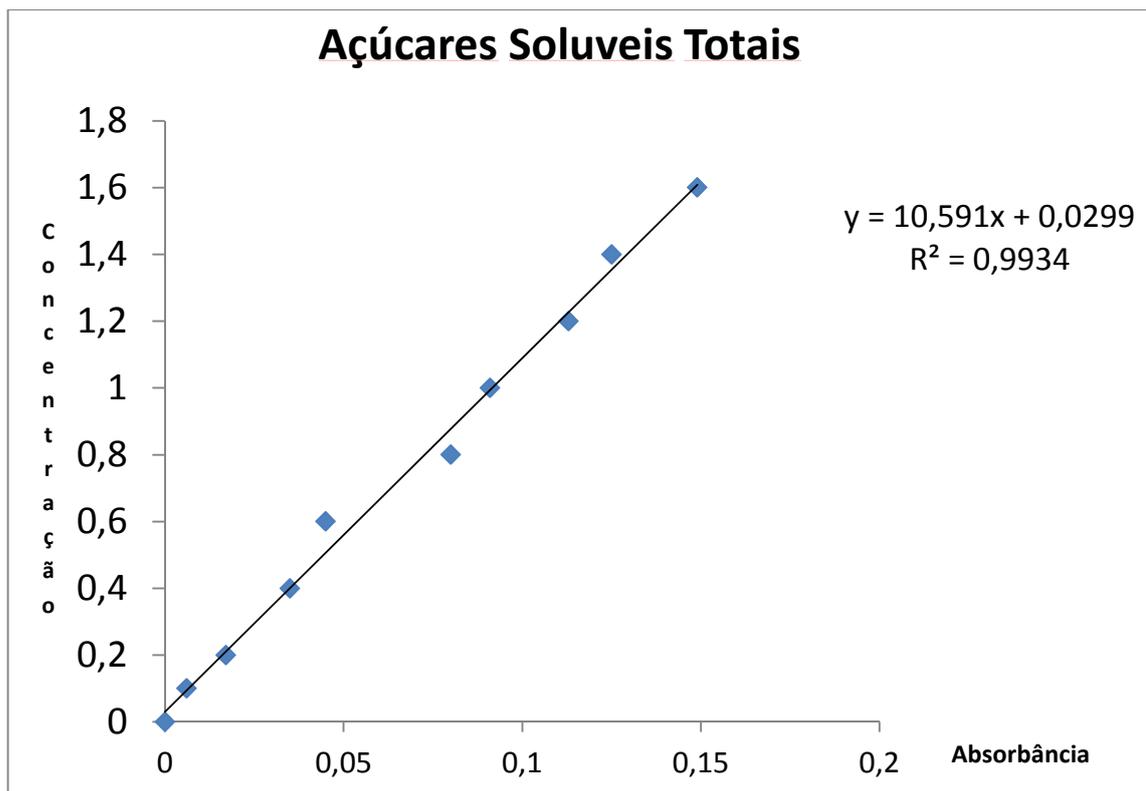
Após extração, a solução foi levada para evaporar em estufa com temperatura constante de 60°C, até a obtenção de um gel como podemos observar na figura 10.



**Figura 10 - Gel obtido após extração**

## 10.2 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS

Para determinação de açúcares totais, foi feita uma curva padrão (figura 11) de acordo com a metodologia descrita.



**Figura 11 - Curva Padrão de Açúcares Solúveis Totais**

Após tratamento das amostras, como indica a metodologia, foram submetidas a leitura em triplicata em comprimento de onda 490 nm, obtendo as médias 0,012 / 0,012 / 0,017 de absorbâncias para as temperaturas 40, 60 e 90°C respectivamente.

Através da equação da curva padrão de açúcares solúveis totais e levando em consideração a diluição de 50 vezes para ambas as amostras, nos foi permitido obter a concentração de açúcares totais nas amostras de diferentes temperaturas como representa a tabela 4.

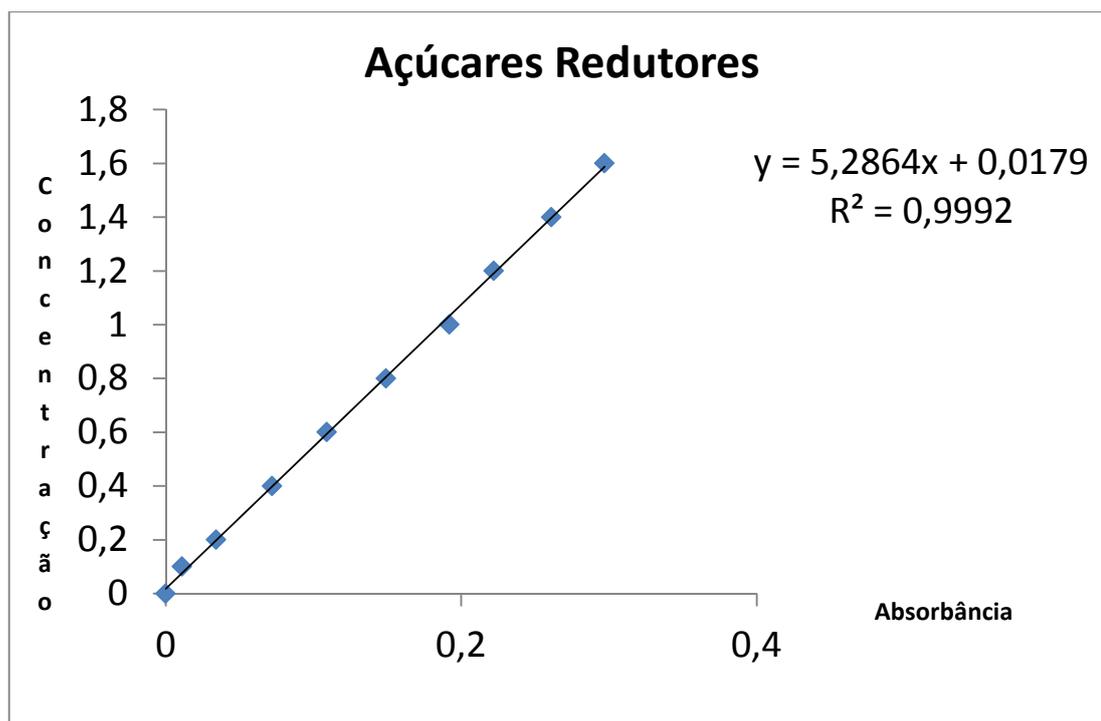
<b>Amostra</b>	<b>Concentração de açúcares totais (g/L)</b>
Extração a 40°C	7,8496
Extração a 60°C	7,8496
Extração a 90°C	10,4973

**Tabela 4 - Concentração de Açúcares Totais x Temperatura**

De acordo com a tabela 4, podemos perceber que a extração com 40 e 60°C não mostram diferenças quanto a concentração de açúcares totais, uma vez que a diferença de temperatura é de apenas 20°C o que não influencia muito na solubilidade da inulina.

### 10.3 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES

Para determinação de açúcares redutores, foi feita uma curva padrão de acordo com a metodologia descrita, a qual está representada na figura 12.



**Figura 12 - Curva Padrão de Açúcares Redutores**

Após tratamento das amostras como indica a metodologia, tais foram submetidas a leitura em triplicata com comprimento de onda 540 nm, obtendo as médias 0,156 / 0,116 / 0,173 de absorbâncias para as temperaturas 40, 60 e 90°C respectivamente.

Através da equação da curva padrão, nos foi permitido obter a concentração de açúcares redutores nas amostras de diferentes temperaturas como representa a tabela 5.

Amostra	Conc. de açúcares redutores (g/L)
Extração a 40°C	0,8426
Extração a 60°C	0,6311
Extração a 90°C	0,9324

**Tabela 5 - Concentração de Açúcares Redutores x Temperatura**

## 10.4 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES NÃO REDUTORES (SACAROSE)

A concentração de sacarose pode ser calculada tratando as amostras com solução de invertase e tampão acetato de sódio pH 4.5. Após incubação repetiu-se as análises de açúcares redutores, sendo a concentração de sacarose a diferença entre as concentrações obtidas.

### 10.4.1 Preparo da Solução de Invertase

Pesou-se 50g de fermento biológico e em seguida foram diluídos em 100mL de solução de bicarbonato de sódio 0,1 M. A amostra foi levada a banho maria por um período de 15 minutos e em seguida centrifugada por 10 minutos. Foi separada uma alíquota de 0,5 mL de sobrenadante e diluída em 14,5 mL de solução de bicarbonato de sódio 0,1M, obtendo uma solução de invertase bem diluída.

Nas figuras 13 e 14 podemos observar o processo de obtenção da solução de invertase.



**Figura 13 - Preparo da Solução de Invertase (1)**



**Figura 14 - Preparo da Solução de Invertase (2)**

Após tratamento das amostras como indica a metodologia, tais foram submetidas a leitura em triplicata com comprimento de onda 540 nm, obtendo as médias 0,135 / 0,089 / 0,201 de absorbâncias para as temperaturas 40, 60 e 90°C respectivamente. Através da equação da curva padrão de açúcares e levando em consideração a diluição de 2 vezes para ambas as amostras, nos foi permitido obter a concentração de açúcares não redutores nas diferentes temperaturas como apresentado na tabela 6.

<b>Amostra</b>	<b>Conc. de açúcares não redutores(g/L)</b>
Extração a 40°C	0,6205
Extração a 60°C	0,3456
Extração a 90°C	1,2285

**Tabela 6 - Concentração de Açúcares não Redutores x Temperatura**

## 10.5 DETERMINAÇÃO DA INULINA

Seguindo a equação estabelecida na metodologia descrita pode-se calcular a concentração de Inulina a partir das diferenças dos açúcares.

A tabela 7 mostra a concentração de inulina nas diferentes temperaturas estudadas.

<b>Amostra</b>	<b>Concentração de Inulina (g/L)</b>
Extração a 40°C	6,3865
Extração a 60°C	6,8728
Extração a 90°C	8,3364

**Tabela 7 - Concentração de Inulina x Temperatura**

Analisando a tabela 7, podemos notar a influência da temperatura na solubilidade da inulina e na eficácia de sua extração, uma vez que os valores obtidos na temperatura de 90°C são maiores que as demais temperaturas.

Levando em consideração que o volume total da solução era de 250 mL pode-se calcular a massa de inulina presente em cada amostra.

A tabela 8 mostra a massa de inulina presente em cada amostra de diferentes temperaturas:

<b>Amostra</b>	<b>Massa de Inulina (g)</b>
Extração a 40°C	1,5966
Extração a 60°C	1,7182
Extração a 90°C	2,0841

**Tabela 8 - Massa de Inulina x Temperatura**

Sabendo que a extração de inulina foi realizada a partir de 10 gramas de raiz, pode-se calcular a porcentagem de inulina encontrada nas diferentes temperaturas de extração.

A tabela 9 exemplifica a porcentagem de inulina em cada amostra:

<b>Amostra</b>	<b>Inulina (%)</b>
Extração a 40°C	15,97
Extração a 60°C	17,18
Extração a 90°C	20,84

**Tabela 9 - Porcentagem de Inulina x Temperatura**

## 11. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos experimentalmente, podemos concluir que a extração de inulina é viável pelo método de difusão em água quente e que, o rendimento da concentração de inulina pode ser alterado de acordo com a temperatura de extração. Pode-se concluir também que entre as temperaturas de 40 e 60°C não houve uma diferença significativa de concentração de inulina, diferente da temperatura de 90°C onde a concentração de inulina apresentou valores bem significativos em relação as outras temperaturas. Após tratamento dos resultados podemos dizer que a temperatura para melhor extração e quantificação da inulina é a temperatura de 90°C. Os valores de inulina em porcentagem encontrados nas raízes de chicória cultivadas na região de Assis – SP estão de acordo com a literatura, onde diz que os valores de inulina presentes nas raízes podem variar de 15 a 20%.

## 12. REFERÊNCIAS

AVILA, Mariana Ferri. **Inulina**. São José dos Campos. Disponível em : <<http://www.marianaferridavila.com.br>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

BORTOLOZZO, Eliana Queiroz; QUADROS, Maria Helena Rosinek. Aplicação de Inulina e Sucaralose em Iogurte. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, V.01, n.01, 2007, p. 37-47.

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 (Pós Graduação). Centro Tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

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.

JUNIOOR, Wilmo Francisco. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. **Química Nova na Escola**, n. 29, agosto, 2008, p. 8-13.

OLIVEIRA, Rafael Augusto. **Efeito da secagem de raízes de chicória na obtenção de inulina**. 2005. 115p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

OLIVEIRA, Rafael Augustus; PARK, Kil Jin; CHIORATO, Marcos; PARK, Kil Jin Brandini; NOGUEIRA, Regina Isabel. Otimização de extração de inulina da raiz de chicória. **Revista Brasileira de produtos agroindustriais**, V.6, n.2, março, 2004. p.131-140.

POMIN, Vitor Hugo; MOURÃO, Paulo Antônio de Souza. Carboidratos. **Ciência Hoje**, V. 39, n.233, dezembro, 2006, p. 24-31.

REIS, Martha. **Química, Meio ambiente, Cidadania e Tecnologia**. 1. Ed. São Paulo: Editora FTD, 2010.

SANTOS, Lana Claudinez; CANÇADO, Isabela A. Campolina. Probióticos e Prebióticos: vale a pena incluí-los em nossa alimentação. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, n.1, 2009.

SILVA, Vanessa Panasco; COURI, Sonia; GOMES, Flavia S.; NOGUEIRA, Regina Isabel; FREITAS, Suely Pereira. Otimização do processo de extração aquosa de inulina de chicória. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, V.2, n.1, 2008. p. 115 – 122.