



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

CAROLINE NIZ PINHEIRO FERREIRA

**DETERMINAÇÃO DA ANÁLISE QUÍMICA E PROPRIEDADES  
EMULSIFICANTES E  
ESPUMANTES DA FARINHA DE GIRASSOL**

Assis  
2011

CAROLINE NIZ PINHEIRO FERREIRA

**DETERMINAÇÃO DA ANÁLISE QUÍMICA E PROPRIEDADES  
EMULSIFICANTES E  
ESPUMANTES DA FARINHA DE GIRASSOL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto municipal de  
Ensino Superior de Assis – IMESA e  
Fundação Educacional do Município de  
Assis – FEMA, como requisito parcial  
do Curso de Graduação

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Ms<sup>a</sup>. Marta Elenita Donadel

Área: Química

Assis  
2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

FERREIRA, Caroline Niz Pinheiro.

Determinação da análise química e propriedades emulsificantes e espumantes da farinha de girassol / Caroline Niz Pinheiro Ferreira. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA –Assis, 2011.

p. 60

Orientador: Marta Elenita Donadel.

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

1. Farinha de girassol. 2. Propriedades funcionais. 3. Determinação Química.

CDD: 660

Biblioteca da FEMA

# **DETERMINAÇÃO DA ANÁLISE QUÍMICA E PROPRIEDADES EMULSIFICANTES E ESPUMANTES DA FARINHA DE GIRASSOL**

CAROLINE NIZ PINHEIRO FERREIRA

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ms<sup>a</sup>. Marta Elenita Donadel

Analisador (1): Prof<sup>a</sup>. Ms<sup>a</sup>. Elaine Amorim Soares Menegon

Assis  
2011

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me conduzido e me dado forças durante estes 4 anos, pois esta faculdade foi uma provação em minha vida, obrigada meu Deus por não me fazer desistir dos meus sonhos e por fazer – me acreditar em mim mesma.

Aos meus pais Carlos e Rosemeire, pelo amor, carinho e dedicação que deram durante esta jornada, pelo apoio e estímulo a não desistir desse sonho e ao meu irmão Caio, que mesmo com seu jeitinho turrão se preocupava comigo. Amo vocês!

Ao meu noivo Ricardo que agüentou muitos choros e stress pós prova, mas que sempre ali do meu lado me apoiando e me incentivando, com seu carinho e amor, dizendo sempre: Não desista, você consegue. Te amo!

A minha orientadora Marta pela orientação, amizade e confiança, obrigada Martinha!

A professora Elaine por ter cedido um espacinho no laboratório CEPECI para fazer minhas análises e claro, ao estagiário Gabriel que me ajudou a concluir este trabalho e a todos que lá me acolheram.

A minha grande amiga de infância e companheira na faculdade, Joelma, juntas sofremos, lutamos e nos alegramos, sempre uma dando apoio e coragem a outra. Obrigada Jô!

Aos meus amigos de curso tanto sofrimento, alegrias, indecisões, decepções (com provas) e medos, tudo isso passamos juntos nestes 4 anos, nunca vou esquecer de vocês, sentirei muita falta dessa galera. Valeu!

Aos meus sogros e cunhadas, obrigada pelo apoio e carinho.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente por esta conquista.

“Posso, tudo posso  
naquele que me fortalece,  
nada e ninguém no mundo  
vai me fazer desistir...”  
(Celina Borges)

## RESUMO

O Girassol é uma planta com flor que além de muito bela possui um valor nutricional excelente. Hoje existem mais de 920 gêneros e 1.900 espécies, sendo que a espécie *Helianthus* existe mais de 70 espécies, e algumas dessas espécies podem chegar a uma altura de 1 a 3 m. O girassol é composto por 25% de proteínas e alguns aminoácidos (isoleucina, triptofano, metionina e cisteína), nas sementes podemos encontrar alguns minerais (ferro, cálcio, zinco, magnésio, entre outros), vitaminas do complexo B,  $\beta$ -caroteno e gorduras poliinsaturadas. As proteínas que encontramos no girassol possuem propriedades funcionais e organolépticas. Através da semente de girassol podemos obter derivados protéicos, tais como: a farinha que possui 63% de proteína, o concentrado com 70% de proteína e o isolado protéico com 90% de proteína. O objetivo do trabalho é obter a farinha de girassol a partir de suas sementes previamente secadas em estufa. Após a obtenção da farinha, foram realizadas análises de umidade, lipídeos, proteínas, carboidratos, cinzas e fibra alimentar, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz V e as propriedades emulsificantes e espumantes. Os resultados obtidos foram satisfatórios tendo a farinha de girassol em sua composição química os seguintes teores: umidade 0,84%, cinzas 3,24%, proteínas 23,15%, lipídeos 51,6%, fibra alimentar 9,97% e carboidratos 11,2%. Em relação às propriedades funcionais os resultados também foram satisfatórios, pois a farinha apresentou uma boa atividade emulsificante e capacidade de formação de espuma. Com isso concluiu-se que a farinha de girassol pode ser utilizada na indústria de alimentos como um emulsificante para alimento, devido a sua boa porcentagem de proteínas (23,15%), fator que dá estabilidade as emulsões.

**Palavras-chaves:** Farinha de girassol; Propriedades funcionais; Determinação química.

## ABSTRACT

Sunflower is a flowering plant which, besides being beautiful, has an excellent nutritional value. Nowadays there are more than 920 genera and 1,900 species, of which *Helianthus* species and some others can reach the height of 1 (one) to 3 (three) meters. 25% of the seeds are proteins and some amino acids (isoleucine, tryptophan, methionine and cysteine), but we can also find some minerals (such as iron, calcium, zinc, magnesium, and so forth), B-complex vitamins, beta-carotene and polyunsaturated fats. The proteins found in sunflower contain functional and organoleptic properties. We can obtain, from sunflower seeds, substances stemmed from proteins, such as: 63% protein flour, 70% protein concentrate and 90% protein compound. The objective of this project is to obtain flour from sunflower seeds previously dried in an greenhouse. After obtaining the flour, physical and chemical analysis were made, including moisture, lipids, proteins, carbohydrates, ash and dietary fibre, all according to *Instituto Adolfo Lutz V* methodology, in order to evaluate its chemical composition, besides evaluating its functional properties. The results were satisfactory with the sunflower meal in its chemical composition the following levels: 0.84% moisture, ash 3.24%, 23.15% protein, 51.6% lipids, 9.97% dietary fiber and carbohydrates 11.2%. Regarding the functional properties of the results were also satisfactory, since the flour showed good emulsifying activity and foaming capacity. Thus it was concluded that sunflower meal can be used in the food industry as an emulsifier for food, due to its good percentage of protein (23.15%), a factor that stabilizes emulsions.

**Key-words:** Sunflower flour; Functional properties; Chemistry determination.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sintomas da Mancha Alternaria.....	19
Figura 2 – Plantas de girassol em estágio de desenvolvimento adequado para ensilagem .....	20
Figura 3 – Fase vegetativa .....	21
Figura 4 – Estádio R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> e R <sub>3</sub> aparecimento de um pequeno broto floral .....	21
Figura 5 – Estádio R <sub>4</sub> .....	22
Figura 6 – Estádio R <sub>5</sub> .....	22
Figura 7 – Estádio R <sub>7</sub> e R <sub>8</sub> .....	23
Figura 8 – Estádio R <sub>9</sub> .....	23
Figura 9 – Morfologia do aquênio de Girassol .....	25
Figura 10 – Estrutura do ácido clorogênico .....	27
Figura 11 (A) – Fluxograma da reação de Maillard .....	33
Figura 11 (B) – Mecanismo da Degradação de Strecker .....	33
Figura 12 – Fases da emulsão .....	37
Figura 13 – Estrutura das microemulsões (micelas) .....	38
Figura 14 – Mistura heterogênea .....	42
Figura 15 – Sementes de girassol .....	43
Figura 16 – Farinha de girassol .....	48
Figura 17 – Emulsão .....	50
Figura 18 – Capacidade de formação de espuma .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Amplitude da variação das características do Girassol .....	16
Tabela 2 – Análise Bromatológica da Torta de Girassol .....	26
Tabela 3 – Conteúdo de gordura aproximado de alguns alimentos .....	30
Tabela 4 – Principais tipos de emulsões em alimentos .....	37
Tabela 5 – Composição química da farinha de girassol .....	49

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. O GIRASSOL</b> .....	<b>15</b>
2.1. FASES DO GIRASSOL .....	20
2.2. NUTRIENTES PRESENTES NO GIRASSOL .....	24
<b>3. FARINHA DE GIRASSOL</b> .....	<b>26</b>
<b>4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS</b> .....	<b>28</b>
4.1. UMIDADE .....	28
4.2. LIPÍDIS .....	29
4.3. PROTEÍNAS .....	31
4.4. CARBOIDRATOS .....	32
4.5. CINZAS .....	34
4.6. FIBRA ALIMENTAR .....	34
<b>5. PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS ALIMENTOS</b> .....	<b>36</b>
5.1. ATIVIDADE EMULSIFICANTE .....	36
5.2. CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE ESPUMA .....	39
<b>6. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO</b> .....	<b>40</b>
6.1. EMULSÕES .....	40
<b>7. METODOLOGIA</b> .....	<b>43</b>
7.1. OBTENÇÃO DA FARINHA DE GIRASSOL .....	43
7.2. EQUIPAMENTOS E REAGENTES .....	44
7.3. ANÁLISES .....	45
<b>7.3.1. Umidade</b> .....	<b>45</b>
<b>7.3.2. Lipídios</b> .....	<b>43</b>
<b>7.3.3. Proteínas</b> .....	<b>45</b>
<b>7.3.4. Carboidratos</b> .....	<b>46</b>
<b>7.3.5. Cinzas</b> .....	<b>46</b>
<b>7.3.6 Fibra Alimentar</b> .....	<b>46</b>
7.4. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS .....	46
<b>7.4.1. Atividade emulsificante</b> .....	<b>47</b>

<b>7.4.2. Capacidade de formação de espuma .....</b>	<b>47</b>
<b>8. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
8.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA .....	48
8.2. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS .....	49
<b>8.2.1. Atividade emulsificante .....</b>	<b>49</b>
<b>8.2.2. Capacidade de formação de espuma .....</b>	<b>50</b>
<b>9. CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>

## 1. INTRODUÇÃO

De longe podemos localizar o Girassol, característico por suas folhas amarelo vivo, quase florescente imitando o sol, não é somente a sua beleza que o tornou tão importante, mas também, o seu altíssimo valor nutricional (CAVASSIN, 2001).

Os indígenas localizados na região do Novo México no início do ano 3000 a.C., foram os primeiros consumidores e naquela época já sabiam aproveitar tudo o que Girassol tinha para oferecer. Através das sementes eles obtinham a farinha rica em fibras e proteínas e o óleo extraído da semente, as mulheres usavam para tratar os cabelos, o caule fornecia a eles fibras têxteis, as folhas alimentos para os animais e das flores extraíam um tipo de corante (MARTIN, 2007), em outras palavras, se um dia houver uma planta onde o seu aproveitamento seria o máximo, o Girassol seria esta realidade (CAVASSIN, 2001).

A cultura do Girassol apresenta características muito importantes para a área agrônômica. O Girassol é uma boa opção para os agricultores brasileiros, pois sua produção é muito vantajosa, por exemplo, possui um ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento de óleo vegetal (FERRARI & SOUZA, 2009).

Muitas pessoas e/ou agricultores desconhecem o importância que tem o Girassol. Segundo Cavassin, 2001 uma pesquisa realizada em uma Fazenda onde o solo era penoso, com riscos de haver erosão e sem possibilidade alguma de se plantar algo, foi plantado Girassol sem adubação, o mesmo resultou em um solo fértil onde hoje está sendo cultivado o milho mais bonito daquela região, ou seja, o Girassol é um subsolador natural. As raízes do Girassol têm a capacidade de reciclar os nutrientes do solo e a matéria orgânica resultante da morte da raiz, atinge uma profundidade capaz de adubar o solo.

O ano da Biodiversidade foi celebrado em 2010, e até hoje o que mais se fala no mundo são fontes de energia renováveis, e a cultura do Girassol apresenta uma excelente alternativa, pois além de ter um desempenho econômico que pode ser

associada à atividade agrícola, ela também possui altos valores biológicos para alimentação humana e animal (CAVASSIN, 2001).

Dentre a grande variedade de produtos que se obtém através do Girassol, podemos obter a farinha, que é um derivado protéico extraído a partir da semente de Girassol, e a mesma possui 63% de proteína (MANDARINO, 1997).

Visto a diversidade que esta planta oferece, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a composição química, capacidade de emulsão e formação de espuma da farinha obtida de sementes de girassol.

## 2. O Girassol

Girassol (*Helianthus annuus L.*, no grego: *helios-sol, anthos-flor*), pertence à família das *Asteráceas* que existe hoje mais de 920 gêneros e 1.900 espécies, sendo que a espécie *Helianthus*, existe mais de 70 espécies e podendo chegar a uma altura de 1 a 3 m (GARCIA, 2006), é uma planta com flor, que pode ser chamada de *dicotiledônea*, possui caule ereto (alguns sem ramificações), e aonde se encontram as pétalas do Girassol podemos chamar de capítulo, nele também se desenvolvem os grãos e/ou aquênios (EMBRAPA, 2000).

Originário do México e do sul dos Estados Unidos, o Girassol teve os seus primeiros cultivos na Rússia em 1930, ganhando força comercial após a Segunda Guerra Mundial. O mesmo chega ao Brasil em 1924, de clima temperado, ele vem sendo adaptado em diversas regiões de climas mais quentes (AGUIAR, 2001).

Conforme Teweles; Reyes *et al.* (1985 apud MURATE, 1995, p. 4)

A planta de Girassol foi cultivada no século XVI pelos europeus como planta ornamental e foram os russos que fizeram à primeira produção de óleo comestível (1830).

O Girassol é considerado uma planta de fecundação cruzada, feito por insetos, geralmente as abelhas. As abelhas contribuem para o aumento da produção durante a floração, através da polinização de um maior número de folhas, possibilitando uma completa fecundação das mesmas (GUIRADO *et al.*, 2007).

A altura, tamanho do capítulo, tamanho do aquênio e tempo para maturação varia de acordo com o genótipo da planta (CORREIA, 2009). Esta variação é apresentada na Tabela 1.

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>AMPLITUDE DE VARIAÇÃO</b>
Altura da planta (cm)	50 – 400
Diâmetro do caule (cm)	15 – 90
Diâmetro do capítulo (cm)	6 – 50
Óleo no aquênio (%)	10 – 60
Óleo na amêndoa (%)	26 – 72

**Tabela 1 – Amplitude da variação das características do Girassol (In: CORREIA, 2009).**

Conforme LASCA (2001), o Girassol pode ser cultivado entre Março a Setembro, mas a época do plantio depende do clima de cada região. A época ideal é aquela que garante o que cada planta necessita para o seu desenvolvimento e isso consiste em reduzir os riscos de pragas e favorecer uma boa colheita das mesmas (EMBRAPA, 2000) e o ciclo de vida do Girassol é curto, em torno de 90 a 130 dias (GARCIA, 2006).

Atualmente o cultivo de Girassol vem sendo de grande perspectiva para a produção agrícola, pois a mesma pode ser produzida em várias áreas do país (SANTOS *et al.*, 2003). Na Argentina e Uruguai, vem sendo produzido em grande escala e em outras regiões do Brasil, como: Centro-Oeste, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, produzindo em média 72 toneladas por hectares (RIBEIRO, 2004).

As condições que o cerrado de Roraima vem oferecendo ao cultivo de girassol têm trazido boas rendas para as propriedades rurais (SMIDERLE, 2009).

No Brasil o Girassol tem uma maior produção no Estado de São Paulo e seu rendimento em grãos é de 2500 kg/ha em média por colheita (LASCA, 2001).

O Instituto Agrônomo (IAC) recomenda plantar no estado de São Paulo dois tipos de cultivares de girassol, IAC-Anhandy recomendado para maior produção de óleo e IAC-Uruguaí recomendado para a alimentação de pássaros (SOTTORIVA, 2009).

Destacando-se como o quarto em produção de grãos e o quinto em área cultivada, o Girassol é a produção da hierarquia mundial (CASTRO, 1997), sua principal comercialização é para a alimentação de pássaros e produção de óleo comestível (LASCA, 2001).

Conforme Pelegrini (1985 apud ALMEIDA, 1992, p. 1-2):

Através da semente de Girassol podemos obter o óleo vegetal e farinha protéica que é utilizada na alimentação humana, aves e animais domésticos, e, além disso, todas as partes do girassol podem ser aproveitadas, tais como: a casca das sementes é utilizada na ração de gado e combustível a vapor; o caule (onde se concentra todos os nutrientes retirados do solo) pela técnica de tombamento devolve ao solo estes nutrientes; a planta inteira pode ser utilizada na silagem para ração de bovinos e pode ser vista na apicultura com uma ótima planta na produção de mel.

Alguns estudos sobre a cultura do Girassol vêm sendo explorados, pois a que tudo indica que é possível utilizar o isolado protéico de girassol e a farinha desengordurada em produtos de panificação (BAGNIS, 1984).

Devido à demanda de produção de biodiesel, afirma-se o uso de óleo de Girassol como matéria – prima para a produção de biodiesel (CARVALHO, 2007), o Biodiesel é obtido pelo processo de transesterificação de óleos vegetais, que seriam as fontes renováveis. Neste processo ocorre a conversão de triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos. A maior parte da produção de biodiesel é derivada do óleo de soja e canola, e entrem eles, o óleo de girassol vem sendo viável na produção de biocombustíveis (FERRARI & SOUZA, 2009).

O mercado internacional para o óleo de girassol é bastante promissor e no Brasil a produção deste óleo é de alto nível no mercado externo, isso faz com que aumente a possibilidade da cultura num futuro próximo (BAGNIS, 1984).

Uma boa cultura da semente de Girassol depende muito das condições climáticas, época de plantio e colheita, seus fatores variam de uma região para outra. Esses fatores devem estar em equilíbrio, pois eles podem prejudicar na altura das plantas e na produção dos grãos (AGUIAR *et al.*, 2001).

A plantação de Girassol é muito importante para o solo, por ter raízes profundas, ele promove a reciclagem dos nutrientes presentes no solo, mas uma em grande

quantidade de biomassa produzida pela cultura de Girassol, pode acumular uma elevada concentração de íons metálicos no solo, isso faz com que o Girassol seja incluído no processo de fitorremediação que consiste em reduzir o impacto ao meio ambiente extraíndo do solo íons metálicos, pesticidas e compostos orgânicos. Mesmo sendo uma planta de múltipla funcionalidade, ainda faltam mais informações sobre a mesma (GARCIA, 2006).

Para fins medicinais, o óleo de girassol tem sido muito explorado pelos consumidores. Segundo estudos científicos ele reduz o nível de colesterol (SMIDERLE, 2009), através de terapias alivia as dores de cabeça, bronquite, trombozes, artroses, eczemas, úlcera de estomago, problemas intestinais, cardíacos e renais, e suas folhas e flores podem ser usadas no processo de cicatrização de machucados, feridas e no combate de doenças de garganta e pulmonares. Rica em Omega-6, a semente previne problemas cardíacos (MARTIN, 2007).

Segundo Garcia *et al.* 2005, para que o Girassol tenha uma boa cultura, o solo deve ser rico em nutrientes, tais como, Cálcio, Cobre, Potássio, Ferro, Magnésio, Manganês, Fósforo e Zinco, mas a quantidade desses nutrientes no solo, onde será plantado o Girassol tem que ser bem analisado, os íons metálicos em excesso podem afetar no crescimento das plantas e no vigor delas. O nitrogênio é outro nutriente que também é muito importante para o metabolismo e a cultura do Girassol, sua deficiência causa desordem nutricional no mesmo e seu excesso diminuiu o teor de óleo dos aquênios e ocasiona o aumento de pragas e doenças na lavoura (SMIDERLE, 2000).

A temperatura tolerável para o cultivo de girassol é entre 8 a 34°C, ele suporta temperaturas baixas e estresse hídrico (EMBRAPA, 2000) mas, como qualquer outra planta é sensível à geada, pois pode danificar sua folhagem e deixa os grãos molhados na época do florescimento, sendo cultivada em temperaturas muito altas reduz o teor de óleo das sementes em sua fase de formação e maturação (UNGARO, 1986).

Na safra plantada no Brasil no ano de 1999 foram cultivados 100 mil hectares de Girassol (RIBEIRO, 2004).

Como toda plantação, o cultivo de Girassol pode ser afetado por diversas pragas, a principal é a lagarta preta (*Chosyne Lacinia Saudersii*). Esta praga ataca na fase de florescimento do girassol e com isso diminui o rendimento das sementes (GUIRADO *et al.*, 2007).

Algumas doenças também prejudicam a plantação de Girassol, as mais importantes são: podridão branca ou mofo branco, míldio e mancha alternaria. A mais prejudicial ao plantio é mancha alternaria, que consiste no ressecamento das folhas (LEITE, 2009).



**Figura 1: Sintomas da Mancha Alternaria (In: LEITE, 2009).**

Pesquisas feitas em ovinos e bovinos comprovam que a silagem de girassol/torta de girassol tem um valor nutritivo mais vantajoso que a silagem de milho, as silagens de Girassol são colhidas quando ele está na fase reprodutiva, com aquênios maduros fruto seco, de coloração amarela e castanho, com folhas bem secas (KO *et al.*, 2005), o seu uso aumenta a concentração lipídica da gordura e do leite dos animais (CARVALHO, 2007).

Na Figura 2 podemos observar a característica do Girassol pronto para ensilagem.



**Figura 2 - Plantas de girassol em estágio de desenvolvimento adequado para ensilagem (In: TOMICH *et al.*, 2004, p. 23).**

## 2.1. FASES DO GIRASSOL

A planta do girassol é desenvolvida em 2 duas fases: Fase Vegetativa e Fase Reprodutiva. A Fase vegetativa é quando ocorre a germinação até o começo da formação do broto floral (VIEIRA, 2005), na Figura 3 podemos observar esta fase.



**Figura 3 – Fase vegetativa (In: THOMAZ, 2008)**

A Fase Reprodutiva ocorre o crescimento, floração, enchimento de aquênios e maturação (VIEIRA, 2005), o Girassol apresenta crescimento durante todo o seu ciclo de vida, e é na fase reprodutiva que esse crescimento divide-se em estádios, estádios R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> e R<sub>9</sub> (THOMAZ, 2008).

Na Figura 4 observa-se a primeira fase onde começa a abrir o broto floral que são os estádios R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub>.



**Figura 4 – Estádio R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub> aparecimento de um pequeno brota floral (In: THOMAZ, 2008)**

O estágio  $R_4$  é a segunda fase onde acontece o aparecimento das primeiras flores, a floração inicial que podemos observar na Figura 5 (THOMAZ, 2008).



**Figura 5 – Estádio  $R_4$  (In: THOMAZ, 2008)**

Observa-se na Figura 6 o estágio  $R_5$  e  $R_6$ , aparecimento das pétalas do Girassol, flor inteiramente aberta (THOMAZ, 2008).



**Figura 6 – Estádio  $R_5$  (In: RIBEIRO & CARVALHO, 2006)**

Já na Figura 7 observa – se os estádios  $R_7$  e  $R_8$  onde todas as pétalas já foram abertas e começam a ficar murchas. Nos estádios  $R_7$  e  $R_8$  é o primeiro e o segundo aparecimento de aquênios, o fruto seco, onde apresenta coloração verde para amarelo-claro, tendo como cor final amarelo-claro (THOMAZ, 2008).



**Figura 7 – Estádio R<sub>7</sub> e R<sub>8</sub> (In: THOMAZ, 2008)**

Na Figura 8 podemos observar o último estágio da fase reprodutiva do girassol o R<sub>9</sub>, estágio onde o fruto está totalmente seco, a maturação fisiológica da planta (THOMAZ, 2008).



**Figura 8 – Estádio R<sub>9</sub> (In: THOMAZ, 2008)**

## 2.2. NUTRIENTES PRESENTES NO GIRASSOL

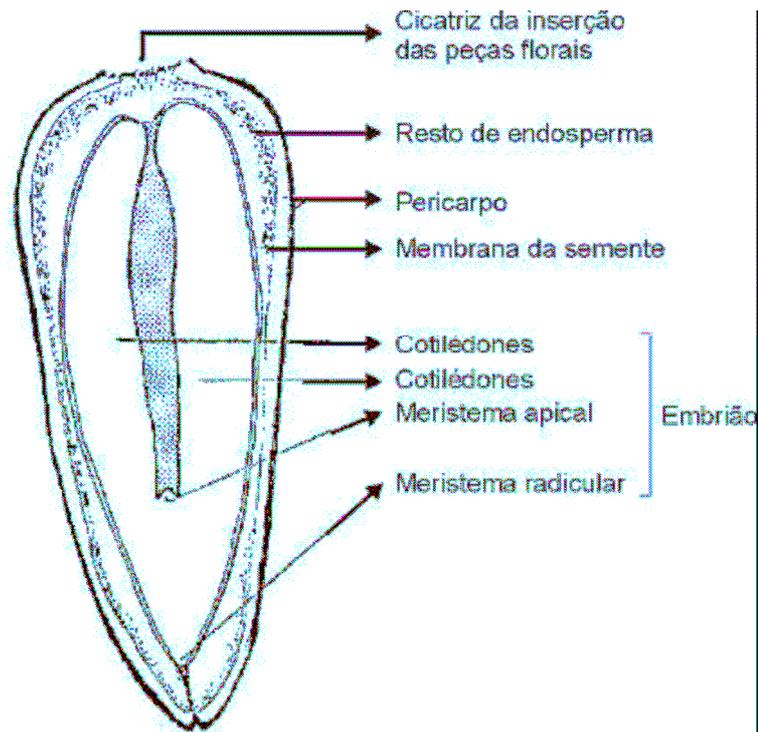
O girassol é composto por 25% de proteínas e alguns aminoácidos, tais como, isoleucina, triptofano, metionina e cisteína (presentes também no milho e soja) e ainda na semente encontramos ferro, cálcio, fósforo, sódio, potássio, zinco, magnésio, vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina e niacina),  $\beta$ -caroteno (vitamina A e E, os tocoferóis) e gorduras poliinsaturadas (MARTIN, 2007). Não são todas as espécies de girassol que contém estes nutrientes, pois a sua composição varia de acordo com o local de produção, clima e fertilizantes usados (THOMAZ, 2008).

As proteínas existentes no girassol, possuem propriedades funcionais, organolépticas e nutricionais. O isolado protéico proveniente da semente de girassol tem alto teor de proteínas, mas após a sua extração ele possui uma coloração verde que deixa um aspecto estranho, e isso acaba prejudicando o seu uso na indústria de alimentos (BAGNIS, 1984).

Conforme CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO *et al.* (1994 apud VIEIRA, 2005, p. 14 e 15).

Existem dois tipos de semente de Girassol, as oleosas e as não-oleosas. As não-oleosas podemos encontra em 5% dos genótipos de Girassol, sua casca é de fácil remoção e contém de 25-30% de óleo. As oleosas são muito importantes para a econômica, pois após a extração do óleo é produzido o farelo de girassol e derivados protéicos. Elas são compostas por: 4,8% de água, 24% de proteína, 19,9% de carboidratos, 4% de resíduo mineral (cálcio, ferro, sódio e potássio) e vitaminas (vitamina A, tiamina, riboflavina e niacina) proporcionando energia de 560 calorias.

Na Figura 9, podemos observar a estrutura da semente de Girassol.



**Figura 9 – Morfologia do aquênio de Girassol (In: VIEIRA, 2005)**

Dito como o melhor óleo vegetal do mundo, o óleo de girassol possui antioxidantes que garantem a estabilidade oxidativa dos óleos vegetais. Os antioxidantes presentes retardam a oxidação do óleo que prejudica o seu sabor e aroma; são compostos de tocoferol, ocorrendo em quatro formas diferentes:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ -tocoferol, tal substância tem alto valor nutricional e poder vitamínico E (MASUCHI *et al.*, 2008).

Com o seu alto teor de óleo e excelente composição de ácidos graxos, o óleo de girassol vem estudado para a produção de Biodiesel, mas já se sabe que é uma produção sem muitas vantagens, pois o seu rendimento em grãos e óleo não são muito elevados (CARVALHO, 2007).

Carvalho (2007), conclui que se melhorar a genética do girassol ele contribuirá para a produção de biocombustível eficaz.

O custo de produção de biodiesel a partir do óleo de girassol é muito alto, pesquisadores devem reduzir e aperfeiçoar, para ser obtido um biodiesel de baixo custo e excelente qualidade (DORNELLES & SAMPAIO, 2009).

A planta inteira do girassol depois de seca é usada na alimentação bovinos e ovinos, que se tem o nome de silagem ou torta. Dornelles & Sampaio, 2009 realizaram análise bromatológica da torta no laboratório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e encontraram os seguintes teores de nutrientes (Tabela 2):

	<b>Matéria Seca %</b>	<b>Matéria Seca ao ar %</b>
<b>Proteína Bruta</b>	<b>24,64</b>	<b>22,33</b>
<b>Fibra Bruta</b>	21,90	19,85
<b>Extrato Etéreo</b>	17,98	16,29
<b>Cinzas</b>	5,14	4,66
<b>ENN</b>	30,34	27,49
<b>FDN</b>	47,60	43,14
<b>FDA</b>	28,87	26,16
<b>Lignina</b>	11,50	10,42
<b>NDT</b>	77,34	70,09

**Tabela 2: Análise Bromatológica da Torta de Girassol. (In: Dornelles & Sampaio, 2009)**

### **3. Farinha de Girassol**

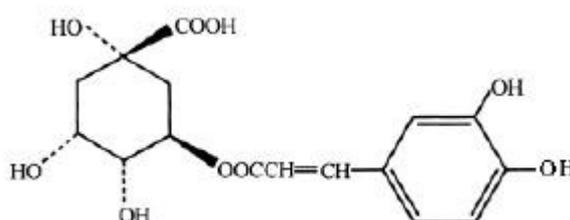
Os derivados protéicos de girassol são obtidos através de suas sementes e podem ser incluídos na alimentação humana devido ao seu alto teor de proteínas. As sementes devem ser secadas, contendo no máximo de 10 a 12% de umidade, armazenadas, limpas, descascadas e condicionadas (MANDARINO, 1997).

A farinha, o concentrado e o isolado protéico são os derivados protéicos obtidos a partir da semente de girassol. A farinha possui 63% de proteína, o concentrado 70% e o isolado protéico 90%. Para obter derivados protéicos de boa qualidade, os genótipos de girassol devem ser do tipo “oleoso”, com cascas de fácil remoção (MANDARINO, 1997).

Nos estados Unidos, França, Itália e Canadá já podemos encontrar indústrias que produzem esses alimentos. Existem dois tipos de processo para a produção da farinha de girassol; o processo de pré-prensagem das sementes, seguida da extração do óleo com solventes orgânicos e, o processo extração direta do óleo com um solvente orgânico. Antes desses processos a semente deve passar por um prévio tratamento térmico, com temperaturas controladas, pois se for processado em altas temperaturas reduz o nível de aminoácidos presente na semente (MANDARINO, 1997).

O ácido clorogênico, composto fenólico que está presente na maioria dos vegetais, é responsável no girassol pelo escurecimento oxidativo que se dá durante a produção dos derivados protéicos. Isto ocorre devido à função enzimática ocasionada pela enzima polifenoloxidase (MANDARINO, 1997). Essa enzima diminui o valor nutricional, modifica as propriedades organolépticas e deixa os alimentos com a aparência ruim, ou seja, um alimento não apresentável aos olhos do consumidor. Por outro lado, a polifenoloxidase é de extrema importância para o desenvolvimento do sabor e da cor dos alimentos, tais como as frutas e hortaliças (LIMA *et al.*, 2001).

A Figura 10 mostra a estrutura do ácido clorogênico.



**Figura 10 – Estrutura do ácido clorogênico (In: RIVELLI, 2010)**

Vários processos e métodos tecnológicos têm sido sugeridos para extrair ou eliminar o ácido clorogênico do girassol, uma dessas técnicas é a de utilização de antioxidantes, bem como processos a difusão em água antes da solubilização das proteínas. Por outro lado, esses processos são de custo elevado e promovem a extração incompleta com perda de proteínas. A solução ideal seria um aprimoramento dos genótipos de girassol com baixo teor de ácido clorogênico (MANDARINO, 1997).

Segundo Mandarino (2001) a produção de pães feitos com farinha de trigo e 5% de farinha de girassol, tiveram um volume satisfatório e um sabor agradável.

## 4. COMPOSIÇÕES QUÍMICAS DOS ALIMENTOS

Para conhecer a composição química dos alimentos, são utilizadas as análises centesimal de alimentos, pois todo alimento seja ele de origem animal ou vegetal é constituído de carboidratos, proteínas, lipídeos, vitamínicos, água e minerais. As análises são utilizadas também para conhecer e avaliar a composição química dos alimentos processados ou os que passam por secagem, pois os mesmos podem perder uma porcentagem de sua composição química ao mudar o estado de origem (ANTÔNIO, 2006), como é o caso da farinha desengordurada de girassol onde as sementes de girassol passarão por uma secagem e serão processadas e/ou trituradas para a obtenção da farinha.

### 4.1. UMIDADE

Um fator muito importante na conservação e armazenagem das sementes é o teor de umidade, pois o mesmo é a principal dificuldade encontrada para a qualidade dos produtos em sementes ou grãos (OLIVEIRA *et al.*, 1983). O percentual de umidade das sementes devem ser controlados e manipulados para diminuir a sua deteriorização (BUZÓ & ROSA, 2001).

Podemos relacionar a umidade dos alimentos com a sua composição, estabilidade e qualidade do produto, podendo afetar algumas características dos produtos, tais como: estocagem, processamento e embalagem (ANTÔNIO, 2006).

A umidade elevada nos alimentos desenvolve processos microbiológicos, como as leveduras, bactérias e fungos, e a escolha do método para determinação da umidade depende da natureza da amostra, de que forma a água está presente na amostra, entre outros (ANTÔNIO, 2006).

Segundo Antônio (2006), a água é encontrada nos alimentos em duas formas:

- Água livre: é água mais abundante na amostra, e em temperaturas de ponto de ebulição é facilmente removida.
- Água ligada: é água que está ligada nas proteínas e carboidratos da amostra, ou seja, a água que constitui a sua estrutura, e para removê-la, necessita de altos níveis de temperaturas.

Os métodos para a determinação de umidades podem ser classificados como métodos diretos e indiretos, obtendo a porcentagem de umidade calculada pela diferença do peso inicial e do peso final da amostra. Método direto consiste em retirar a água da amostra por aquecimento, o processo pode ser por estufa, infravermelho e/ou destilação. Método indireto consiste em determinar o teor de umidade através das propriedades elétricas do produto, empregando dois princípios, medida dielétrica e resistência elétrica (ANTÔNIO, 2006).

## 4.2. LIPÍDEOS

Os lipídeos são muito importantes para os alimentos. Essa importância refere-se sua grande quantidade nos alimentos, seu valor nutritivo, função na estrutura, na composição e na permeabilidade das membranas e das paredes celulares, e por razões tecnológicas (PEREDA *et al.*, 2005).

Segundo Pereda *et al.* (2005), a classificação dos lipídios é generalizada, podendo ser dividida em 2 grupos, tais como:

- Lipídeos apolares e neutros (ésteres de ácidos graxos com álcool): glicerídeos, ceras, carotenóides, terpenóides e esteróides (insolúvel).
- Lipídeos polares: fosfolipídeos, cerebrosídeos e esfingolipídeos (solúvel).

A porcentagem de gordura nos alimentos é muito variável, podendo ser muito baixa ou muito alta, ocorrendo nos alimentos de origem vegetal e animal. Essa variação pode ser constatada na Tabela 3 (PEREDA *et al.*, 2005).

<b>Produto</b>	<b>Gordura (%)</b>
Aspargos	0,25
Arroz	1,4
Nozes	58
Coco	34
Amendoim	49
<b>Girassol</b>	<b>28</b>
Leite	3,5
Manteiga	80
Queijo Fresco	11,8
Queijo parmesão	26
Carne bovina	6
Carne de frango	2,2
Carne suína	7
Presunto serrano	13
Presunto cozido	6
Merluza	1,5
Sardinha	13
Lagostim	2
Mexilhão	1,3

**Tabela 3 – Conteúdo de gordura aproximado de alguns alimentos (In: PEREDA *et al.*, 2005, p. 34)**

O teor de lipídeos nos alimentos pode ser analisado através da extração da gordura com um solvente a frio ou quente (ANTÔNIO, 2006).

### 4.3. PROTEÍNAS

As proteínas são formadas por aminoácidos unidos entre si por ligações peptídicas. Por serem moléculas complexas, são constituídas por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio em alguns casos por enxofre, ferro, cobre, fósforo e zinco, podendo ser de origem animal e vegetal (PEREDA *et al.*, 2005).

Devido a sua grande funcionalidade, as proteínas são definidas em 3 grupos funcionais; proteínas estruturais, proteínas com atividade biológica e proteína de valor nutritivo. As propriedades funcionais podem ser classificadas em propriedades hidrodinâmicas (solubilidade, viscosidade, geleificação, formação de diferentes estruturas, entre outros.) e propriedades ligadas as características de superfície (capacidade de formação de espuma) (PEREDA *et al.*, 2005).

Toda proteína deve ter boas características espumantes e emulsificantes, para que isso ocorra elas devem possuir boa hidrofobicidade de superfície e alto grau de flexibilidade, o que permitirá que a proteína tenha boa interação ar/água e óleo/água; pois nos alimentos esse sistema possui duas fases imiscíveis entre si e instáveis (PEREDA *et al.*, 2005).

Com a capacidade de fixar aromas, as proteínas são compostos inodoros (PEREDA *et al.*, 2005). Elas fornecem aminoácidos essenciais (fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, triptofano, treonina, valina) ao nosso organismo, que são aqueles que o nosso organismo não consegue sintetizar (ANTÔNIO, 2006).

Para determinar o teor de proteína de um alimento, utilizamos o método de digestão Kjeldahl (autor do método: Johan Kjeldahl), que se baseia na conversão de nitrogênio total aplicando-se o fator de conversão da solução titulante (fator do nitrogênio=6,25) (ANTÔNIO, 2006).

#### 4.4. CARBOIDRATOS

Através do dióxido de carbono e da água, obtemos os carboidratos (açúcares) que são produzidos nas células fotossintéticas das plantas. Os carboidratos estão presentes nos tecidos de origem animal e vegetal, e são consideradas as substâncias orgânicas mais abundantes devido a sua grande importância na alimentação humana (PEREDA *et al.*, 2005).

A energia proporcionada pelas proteínas é a mesma dos carboidratos, e a energia dos lipídeos é maior que a dos carboidratos, mas são os carboidratos digeríveis que mobilizam as gorduras e diminuem o gasto de proteínas (PEREDA *et al.*, 2005).

Conforme Pereda *et al.* (2005), o homem é o ser vivo que mais se alimenta de carboidratos, e os mais consumidos são o amido e a sacarose. Para classificar os carboidratos podemos dividi-los em três grupos:

- Monossacarídeos: glicose, frutose e galactose (poliidroxialdeídos e poliidroxicetonas de cadeia linear), podendo possuir formas isoméricas  $\alpha$  e  $\beta$ .
- Oligossacarídeos: sacarose, lactose, maltose, trealose, rafinose e estaquiose; alguns podem resultar da hidrólise de polissacarídeos, e são polímeros contendo mais de dois a vinte monossacarídeos.
- Polissacarídeos: amido, celulose, pectinas e glicogênio, são polímeros constituintes por mais de vinte monossacarídeos com pouco sabor.

As funções orgânicas encontradas nos carboidratos são: alcoóis, aldeídos e cetonas, podendo ser transformados na Reação de Maillard (reação de escurecimento não-enzimático e formação de voláteis) e/ou Degradação de Strecker (degradação dos carboidratos) (ANTÔNIO, 2006).

A Figura 11 a. mostra a Reação de Maillard até a formação de melanoidinas (compostos que irão conferir o escurecimento). A Figura 11 b. mostra o mecanismo da Degradação de Strecker onde ocorre liberação de CO<sub>2</sub>.

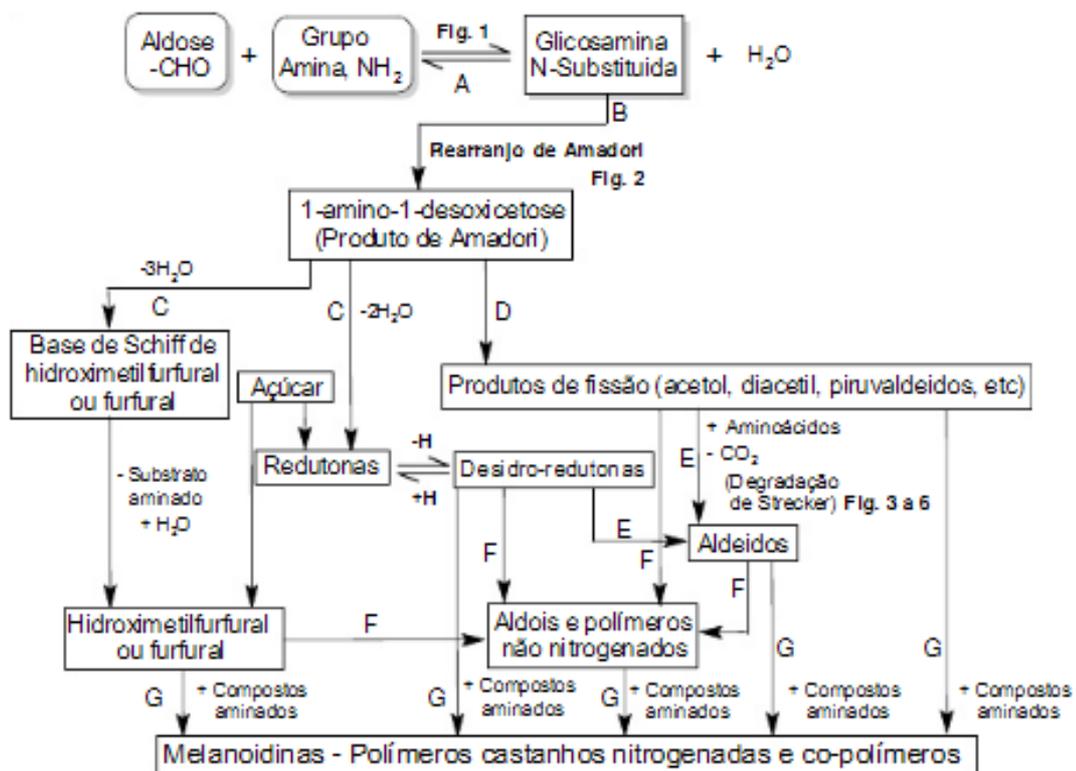


Figura 11 (A) – Fluxograma da reação de Maillard (In: DIAS, 2009).

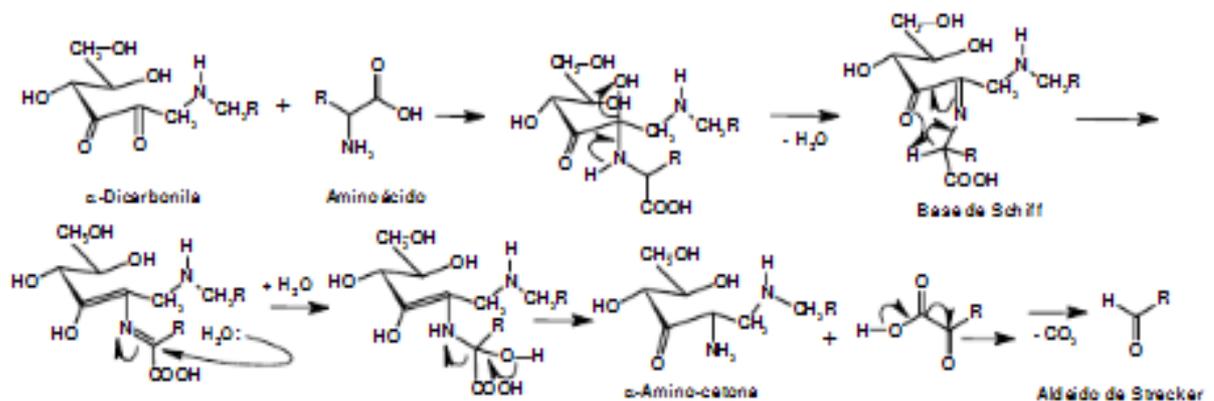


Figura 11 (B) – Mecanismo da Degradação de Strecker (In: DIAS, 2009).

Na determinação da composição centesimal o valor de carboidrato nos alimentos é obtido por diferença (ANTÔNIO, 2006).

#### 4.5. CINZAS

Cinzas é o resíduo inorgânico encontrado em amostras de alimentos após completa queima da matéria orgânica, podendo conter alguns resíduos de minerais, como, alumínio, ferro, cálcio, cobre, entre outros. Estes minerais se apresentam na forma de óxidos, fosfatos, sulfatos, cloretos e silicatos, mas isso vai depender da composição do alimento e das condições de incineração (ANTÔNIO, 2006).

Assim com a determinação de umidade, as cinzas também são muito importantes nas análises de alimentos, pois em alguns alimentos a grande quantidade existente de cinzas não é muito desejável (amido, açúcar, frutas ácidas, gelatinas e pectinas), e para que isso não aconteça deve-se ter um cuidado especial durante o processo de produção desse alimento (ANTÔNIO, 2006).

A composição das cinzas não é a mesma que a da matéria mineral existente na amostra, isso acontece porque muitas vezes há perda da volatilização e reações entre os elementos que constituem a amostra (ANTÔNIO, 2006).

Para determinar o teor de cinzas de um alimento é utilizado um método de análise muito simples, que consiste em queimar a amostra de um determinado alimento em uma mufla com temperatura alta (550° - 570°C) (ANTÔNIO, 2006).

A determinação de cinzas em alimentos é utilizada para calcular o valor nutritivo de um alimento, como índice de refinação de farinha e açúcar, identificar pureza e impureza no alimento (presença de areia, sujeiras, ou seja, adulterações), valores qualitativos de resíduos metálicos tóxicos (chumbo e mercúrio) (ONG, 2010).

#### 4.6. FIBRA ALIMENTAR

A fibra alimentar é um polissacarídeo armazenado na célula da planta, podendo ser encontrada em frutas, alimentos integrais, verduras e leguminosas. Nos dias de hoje

o interesse pela fibra alimentar tornou-se um assunto de grande interesse por pesquisadores científicos. As fibras encontradas na maioria dos alimentos previnem a constipação intestinal e proporcionam um estilo de vida saudável (CHIMOFF, 2008).

As fibras podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade. As fibras solúveis têm a função estrutural na célula e proporcionam ao estômago uma melhor digestão de açúcares e gorduras, melhorando o metabolismo energético do organismo, tais fibras estão presentes na goma arábica, pectina e goma xantana. As fibras lipossolúveis têm ação intestinal e função não estrutural da célula, devido a sua capacidade de retenção de água e ao absorver a água, estas fibras também absorvem agentes cancerígenos, prevenindo o câncer de cólon, podemos encontrá-las em farelo de cereais, lignina, celulose, entre outros (CHIMOFF, 2008).

Além de prevenir constipação intestinal e câncer de cólon, as fibras têm a capacidade de reduzir o colesterol em pessoas hipercolesterolêmicas e diminuir o teor de glicemia em diabéticos (CHIMOFF, 2008).

Alguns carboidratos com propriedades semelhantes a das fibras, podem ser classificados com tal, seriam eles: inulina, frutooligossacarídeos, amido resistente e açúcares não absorvidos (CHIMOFF, 2008).

Para determinar o teor de fibra são usados dois métodos, um que determina a fibra alimentar e um a fibra bruta, em alimentos de consumo humano o mais adequado é o método de fibra alimentar. A análise de fibra alimentar consiste em um método enzimático-gravimétrico onde a amostra do alimento em tratada com enzimas fisiológicas, tendo a função de imitar a ação do intestino humano em contato com a fibra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

## 5. PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS ALIMENTOS

As propriedades funcionais dos alimentos estão relacionadas às características espumantes e emulsificantes das proteínas encontradas nos alimentos. Essas características são sistemas de duas fases imiscíveis entre si e instáveis. Para obter boas características emulsificantes e espumantes as proteínas devem ter boa hidrofobicidade de superfície e alto grau de flexibilidade, isso permitirá uma boa difusão da proteína nas fases ar/água e óleo/água, onde diminuirá a tensão superficial, ou seja, atuará como agente tensoativo (PEREDA *et al.*, 2005).

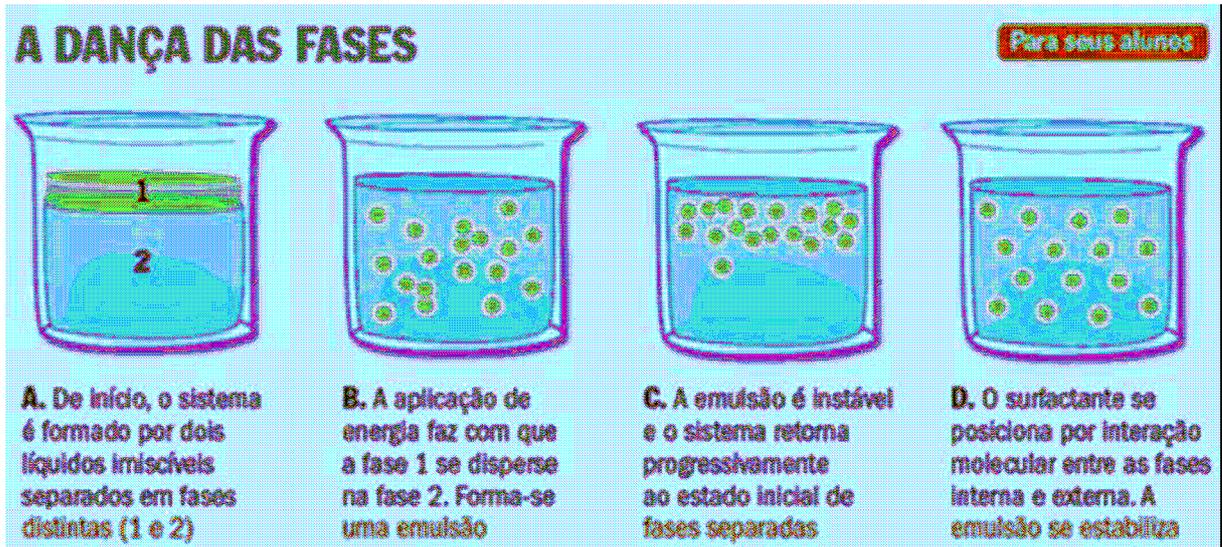
A formação de espuma e emulsão das proteínas segue um mecanismo semelhante, pois ambas as propriedades necessitam de boa disponibilidade de sítios hidrofóbicos, mas não existe semelhança rigorosa entre essas propriedades, desse modo um alimento com excelentes propriedades emulsificantes não necessita de um bom agente espumante, pois a estabilização das emulsões é menos complexas que a estabilização de espumas (PEREDA *et al.*, 2005).

### 5.1. ATIVIDADE EMULSIFICANTE

A emulsão é um sistema que apresenta mais de uma fase (sistema heterogêneo), onde dois líquidos difundem um no outro na forma de gotículas. As gotículas devem ser mantidas dispersas em fase contínua, e para que isso aconteça deve-se fornecer energia durante a formação da emulsão (GUERGOLETTTO, 2011).

A classificação das emulsões é de acordo com a formação das fases, óleo e água, que podem formar duas emulsões: óleo/água (gotículas de óleo dispersas na fase aquosa) e água/óleo (gotículas de água dispersas na fase oleosa) (GUERGOLETTTO, 2011).

A Figura 12 apresenta as fases para a formação de uma emulsão.



**Figura 12–Fases da emulsão (In: GUERGOLETTTO, 2011, p. 2)**

Segundo Guergoletto (2011), a formação das gotículas é obtida em duas fases:

- Fase dispersa: substância formadora da gotícula;
- Fase contínua: o líquido que envolve a gotícula.

A Tabela 4 mostra os principais tipos de emulsões encontradas em alimentos.

Alimento	Tipo de emulsão
Leite	O/A, estabilizada por fosfolipídios e proteínas.
Creme/manteiga	A/O, estabilizada por fosfolipídios, proteínas e aditivos emulsionantes sintéticos.
Margarina	A/O, estabilizada por fosfolipídios, proteínas e polissacarídeos.
Massa de bolo	O/A, estabilizada por fosfolipídios, proteínas e polissacarídeos.
Sorvete/mousse	O/A, estabilizada por fosfolipídios, proteínas e polissacarídeos.

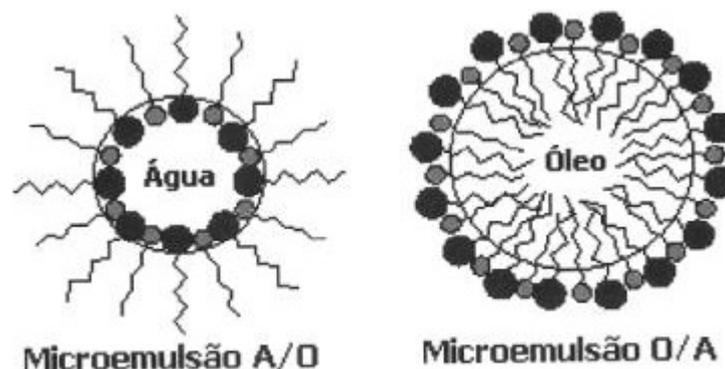
**Tabela 4 – Principais tipos de emulsões em alimentos (In: GUERGOLETTTO, 2011, p. 2)**

Alguns mecanismos podem desestabilizar as emulsões alimentares, podemos citar, a) separação de fases por sedimentação, a densidade das gotículas dispersas é diferente da fase dispersante, com isso pode ocorrer a separação das fases devido à gravidade; b) em razão das cargas elétricas, ocorre a floculação das gotas, separadas por uma camada fina da fase contínua, as gotas se unem umas às outras aumentando o tamanho das gotas e a velocidade da sedimentação; c) união das gotas, pode haver separação das fases em duas camadas e o aumento das gotas. O que poderá diminuir a desestabilização das emulsões é a utilização de agentes emulsificantes (eletrólitos minerais, matérias insolúveis, moléculas tensoativas, estabilização com cristais líquidos e macromoléculas dissolvidas na fase contínua) (PEREDA *et al.*, 2005).

As propriedades emulsificantes são estabelecidas em duas determinações, capacidade emulsificante (CE) e estabilidade de uma emulsão (ES). Na capacidade emulsificante verifica-se o volume de óleo que é emulsificado por grama de alimento e a estabilidade de uma emulsão é determinada através da porcentagem redução do volume da emulsão inicial (PEREDA *et al.*, 2005).

Durante a homogeneização das emulsões, uma molécula agrega-se na superfície das gotículas. Essa molécula é chamada *emulsificante ou tensoativo*, que tem a função de formar e estabilizar a emulsão, e também classificados como eficientes espumantes (GUERGOLETTO , 2011).

Na Figura 13 observa-se a estrutura das micelas das microemulsões de A/O e O/A.



**Figura 13–Estrutura das microemulsões (micelas) (In: GUERGOLETTO , 2011)**

## 5.2. CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE ESPUMA

De fase contínua líquida ou semi-sólida, as espumas são dispersões de gotas de gás, e assim como nas emulsões, nas espumas também é preciso energia mecânica para a formação da interface e são formadas pelas lamínulas (PEREDA *et al.*, 2005). A espuma é considerada um tipo de emulsão, e ao sofrer pressões e/ou choques, podem ser destruídas; sua estabilidade depende da resistência do solvente que envolve o gás (GUERGOLETTTO, 2011).

Para obter-se um alimento leve, suave e com um bom aroma, as bolhas de gás devem ser distribuídas uniformemente e com tamanhos reduzidos, mas esse fator depende da viscosidade da fase líquida, a contribuição de energia e a tensão superficial (PEREDA *et al.*, 2005).

Podem-se citar alguns tipos de espumas alimentícias, tais como, merengue, nata batida, pão, entre outros (PEREDA *et al.*, 2005).

As espumas alimentícias são consideradas de grande desestabilização, devido à superfície na interface. Isso se deve a perda do líquido da lâmina por gravidade (diferente de pressão ou evaporação) e a difusão do gás das bolhas pequenas para as grandes e ruptura da lamínula que separa a fase gasosa (provoca um aumento no tamanho das bolhas de gás) (PEREDA *et al.*, 2005).

A avaliação da propriedade espumante de um alimento, leva em conta alguns parâmetros como a capacidade de formação de espuma; estabilidade da espuma e firmeza, e também a solubilidade do alimento melhora a sua capacidade espumante e estabilidade (PEREDA *et al.*, 2005).

## 6. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

A farinha de Girassol pode ser considerada um alimento funcional, isto está relacionado ao seu teor de nutrientes e por possuir elementos essenciais a saúde humana, elementos estes que podem diminuir algumas doenças e infecções, pois o uso contínuo da farinha de girassol, assim como outras farinhas tais como: linhaça, banana verde, maracujá, entre outros, acarreta uma boa qualidade de vida.

Dentro do que está sendo pesquisado neste trabalho, pode-se abordar vários assuntos voltados aos alunos do ensino médio; misturas, escurecimento enzimático, ácidos carboxílicos, proteínas, entre outros. Entretanto o tema emulsões foi escolhido para a aplicação no ensino médio.

### 6.1. EMULSÕES

Os alimentos como a margarina, maionese, café expresso, patês, sorvete, entre outros, são exemplos de emulsões e estão presentes no nosso cotidiano.

As emulsões são uma mistura onde dois líquidos imiscíveis se difundem um no outro na forma de glóbulos. Esses glóbulos devem ser mantidos dispersos em fase contínua, para isso são utilizados emulsificantes que possam manter essa dispersão uniforme, ou seja, que conferem a estabilidade da emulsão, como por exemplo, óleo e água, um dos aditivos alimentares mais utilizados (CHRISTENSEN, 2009).

O químico francês Hipolyte Mège-Mouréis, em 1889 fez sua primeira experiência na produção de emulsão, ele utilizou o sebo (gordura sólida) para produzir uma margarina mais estável, a estabilidade da emulsão foi temporária, após esfriamento do produto ele voltou a forma normal. Assim, começaram a surgir os emulsificantes sintéticos, devido ao crescimento da indústria alimentícia (CHRISTENSEN, 2009).

A estabilidade das emulsões é melhor quando utilizamos o óleo puro, água e surfactante, por conterem boas propriedades hidrofóbicas e hidrofílicas reduzem a tensão superficial na formação da emulsão (CHRISTENSEN, 2009), assim o uso de emulsificantes ajuda na estabilidade das emulsões, pois possuem uma parte polar que age com as moléculas da água e uma parte apolar que agem com as gotículas de óleo (fase lipídica) (ARAÚJO, 2001).

Os emulsificantes também podem ser chamados de agentes surfactantes, que além de estabilizar a emulsão também estabilizam as espumas e modificam a textura do alimento, conseqüentemente, modificando as propriedades físicas do mesmo (ARAÚJO, 2001).

As proteínas também podem atuar como emulsificantes, dando estabilidade as emulsões por um longo tempo, sendo as mais usadas na indústria de alimentos: proteínas (caseína, soro, soja e ovo) e fosfolipídios. Emulsificantes são moléculas pequenas e não necessariamente dão estabilidade prolongada as emulsões, mas sim tem a capacidade de absorção rápida de uma nova superfície que é criada durante a emulsificação (ARAÚJO). A farinha de girassol obtida neste trabalho pode ser considerada um bom agente emulsificante, pois a mesma possui um alto teor de proteínas (23,15%).

As misturas também são outro exemplo de emulsões, além da mistura heterogênea que já foi citada neste trabalho, também existe a mistura homogênea.

As misturas homogêneas ao contrário das heterogêneas apresentam as mesmas propriedades em toda a sua dimensão, ou seja, uma mistura uniforme. Apresentando a mesma composição química e física, as misturas homogêneas consistem em uma única fase (COC, 2011).

Na Figura 14 podemos observar como seria a mistura homogênea. Exemplo: água e álcool e ouro 18 quilates (75% ouro, 12,5% cobre, 12,5% prata) (COC, 2011).



**Figura 14–Mistura heterogênea (In: COC, 2011).**

As misturas também são chamadas de sistemas, podendo ser uma substância mista ou pura (COC, 2011). Os sistemas são classificados como:

- Homogêneos: substância pura e mistura homogênea;
- Heterogêneos: substância pura com mudança de fase e mistura heterogênea.

Por possuir pontos de fusão e ebulição, a água uma substância pura denomina – se um sistema homogêneo, pois em sua extensão apresenta as mesmas propriedades, já a água/óleo é sistema heterogêneo, uma mistura, onde há mudança de suas propriedades (COC, 2011).

Com base nesta teoria, sugere-se uma prática simples para explicar a formação da emulsão:

#### **Materiais:**

Água, óleo, um agente surfactante (farinha de girassol ou detergente, o que for mais acessível), liquidificador, béquer de 250mL ou copo de 200mL.

#### **Procedimento:**

Em um béquer colocar 20mL de água e o agente surfactante (farinha 2gr, detergente 10mL) e agitar, colocar o óleo aos poucos (agitando sempre em velocidade média) até a formação de uma emulsão.

Podemos observar a prática na Figura 12 (página 38 deste trabalho).

## 7. METODOLOGIA

### 7.1. OBTENÇÃO DA FARINHA DE GIRASSOL

As sementes de Girassol foram compradas em uma casa de grãos & especiarias, já descascadas. Passadas por processo de pré-secagem em estufa de ar forçado a 60°C durante 7 dias e após, trituradas em liquidificador doméstico.

A Figura 15 apresenta as sementes de origem Argentina que foram utilizadas para a obtenção da farinha de girassol.



**Figura 15–Sementes de girassol**

## 7.2. EQUIPAMENTOS E REAGENTES

- Estufa com circulação de ar (MA – 033 (60°C))
- Balança analítica (Marte, AY – 220)
- Mufla (EDG, EDG3P-S)
- Banho – Maria (Tecnal, TE – 054)
- Dessecador
- Balança semi – analítica (WTB – 3000)
- Agitador mecânico (Fisatom, modelo: 702)
- Bloco digestor
- Extrator de Soxhlet (Tecnal, TE – 044)
- Éter de petróleo
- Estufa (SPO – 450 (105°C))
- Destilador de nitrogênio (Tecnal, TE – 0363)
- Ácido sulfúrico concentrado p. a.
- Ácido sulfúrico 0,05M
- Mistura catalítica
- Ácido clorídrico 8,0N
- Solução de ácido bórico 2%
- Solução de hidróxido de sódio 50%
- Álcool 95%
- $\alpha$ -amilase termorresistente
- Protease
- Amiloglicosidase

- Solução tampão MES-TRIS
- Extran 2%
- Hidróxido de sódio 1M
- Ácido clorídrico 1M
- pHmetro (MA – 522)
- Liquidificador doméstico (Britânia)
- Bomba à vácuo (Mod. DOA-V717-AA)

### 7.3. ANÁLISES

As análises foram realizadas de acordo com o livro de metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008). Todas as análises realizadas neste trabalho foram feitas em triplicada no laboratório CEPECI da Fundação Educacional do Município de Assis.

#### 7.3.1. Umidade

012/IV Perda por dessecação (umidade) – Secagem direta em estufa a 105°C (INSTITUTO ADOLTO LTZ, 2008, p. 98).

#### 7.3.2. Lipídios

032/IV Lipídios ou extrato etéreo – Extração direta em Soxhlet (INSTITUTO ADOLTO LTZ, 2008, p. 117).

#### 7.3.3. Proteínas

036/IV Proteínas – Método de Kjeldahl clássico (INSTITUTO ADOLTO LTZ, 2008, p. 123).

#### **7.3.4. Carboidratos**

A análise de carboidratos será feita por diferença centesimal.

#### **7.3.5. Cinzas**

018/IV Resíduo por incineração – Cinzas (INSTITUTO ADOLTO LTZ, 2008, p. 105).

#### **7.3.6. Fibra Alimentar**

045/IV Fibra alimentar total – Método enzimático-gravimétrico (INSTITUTO ADOLTO LTZ, 2008, p. 137).

### **7.4. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

A determinação das propriedades funcionais foram realizadas na farinha obtida a partir da semente de girassol.

#### 7.4.1. Atividade emulsificante

Para a determinação da atividade emulsificante da farinha mediu-se 20mL de água destilada e pesou – se aproximadamente 2,0 g de amostra da farinha, a mistura foi preparada em um Becker de 250mL. A seguir agitou-se a mistura em um agitador mecânico. A mistura foi colocada lentamente 60mL de óleo de girassol, agitou-se novamente em velocidade média até a formação de uma emulsão, conforme o método descrito por Murate (1995), com modificações.

#### 7.4.2. Capacidade de formação de espuma

A capacidade de formação de espuma foi determinada de acordo com o procedimento sugerido por Murate (1995).

Pesou-se 1,5 g de amostra da farinha em 50 mL de água destilada, a solução foi preparada em uma proveta de 250mL e agitada com agitador mecânico por um minuto em agitação média.

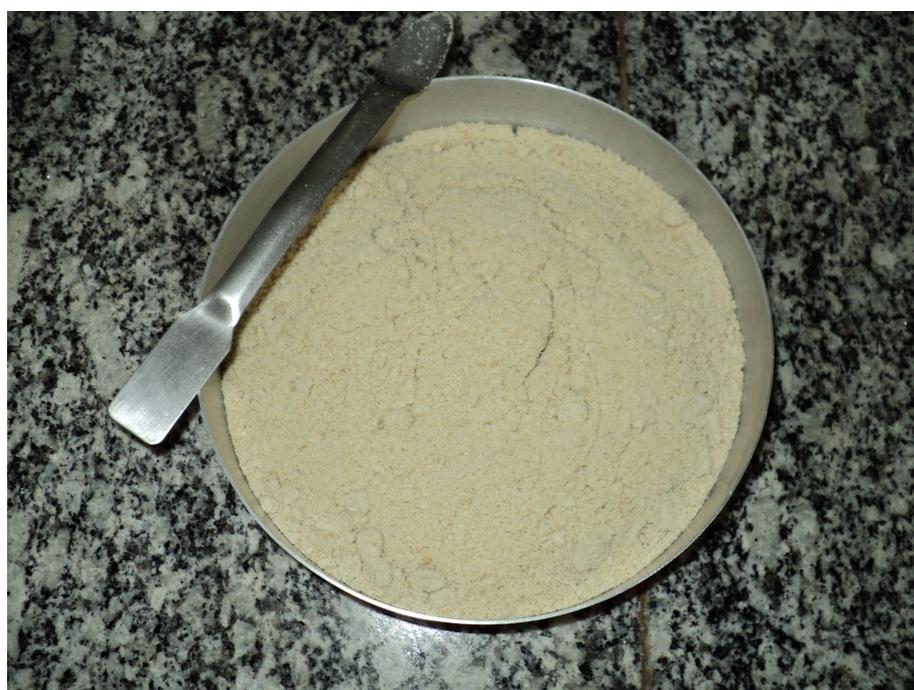
O aumento do volume foi calculado com base nos volumes inicial e final de formação da espuma.

$$\% \text{ aumento de volume} = \frac{(\text{volume final} - \text{volume inicial})}{\text{volume inicial}} \times 100$$

## 8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 8.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Foi obtida uma farinha de coloração creme a bege claro com grânulos finos mostrada na Figura 16.



**Figura 16–Farinha de girassol**

Para determinar a composição química da farinha de girassol foram realizadas análises: umidade, lipídeos, proteínas, carboidratos, cinzas e fibra alimentar.

Na Tabela 5 são mostrados os resultados das análises realizadas na farinha de girassol e os resultados centesimais da semente e farinha desengordurada de girassol obtida por Murate (1995).

<b>COMPONENTES</b>	<b>SEMENTE (*)</b>	<b>FARINHA DESENGORDURADA DE GIRASSOL (*)</b>	<b>FARINHA DE GIRASSOL OBTIDA</b>
Umidade	----	----	0,84
Cinzas	4,22	7,45	3,24
Proteínas	26,81	59,70	23,15
Lipídeos	50,82	5,62	51,6
Fibra alimentar	2,60	4,75	9,97
Carboidratos	15,55	22,48	11,2

(\*) Resultados encontrados na análise realizada por Murate, 1995.

### **Tabela 5 – Composição química da farinha de girassol**

Os resultados obtidos nas análises da composição química da farinha de girassol se aproximam aos teores da semente de girassol encontrados por Murate (1995), somente os valores de lipídeos (51,6%) e fibra alimentar (9,97%) apresentaram teores maiores. Em relação à farinha de girassol obtida neste trabalho e a farinha de girassol desengordurada, os resultados diferem, mas tendo que destacar o teor de fibra alimentar que é de 9,97% farinha obtida e 4,75% farinha desengordurada, ou seja, apesar da não extração da gordura da farinha obtida, ela apresentou uma boa quantidade de fibra alimentar em relação à farinha desengordurada.

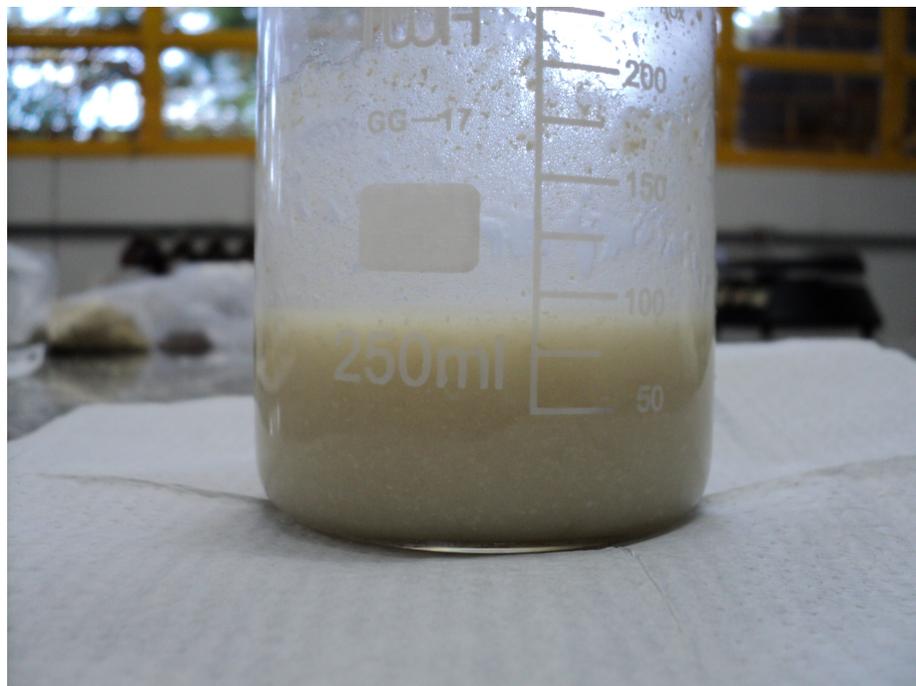
## **8.2. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

### **8.2.1. Atividade emulsificante**

Segundo Murate (1995), existem alguns métodos para determinar a atividade emulsificante, mas não há um padrão a se seguir, por isso devido as circunstâncias, foi otimizado um método para a determinação da atividade emulsificante da farinha obtida neste trabalho. Para determinar o melhor método, foi levado em conta o tempo de estabilidade da emulsão, sendo o melhor tempo 36h de estabilidade.

Com o resultado obtido, foi observado que a farinha de girassol possui uma boa porcentagem de proteínas. Isso se deve as porções polares e apolares da proteína, ocasionando assim uma propriedade de emulsão desejada.

Na Figura 17 observa-se a formação da emulsão na farinha de girassol.



**Figura 17–Emulsão**

### **8.2.2. Capacidade de formação de espuma**

De acordo com resultado obtido na determinação sugerida por Murate (1995), a farinha de girassol não obteve uma capacidade de formação de espuma muito elevada como o resultado obtido por Murate (1995), um aumento de 20%.

Segundo Belitz & Grosch (1997), a presença de lipídeos (51,6%) em excesso pode reduzir a formação e a estabilidade de espuma no alimento devido à alteração da expansão da proteína à interface e enfraquecimento ou rompimento das forças coesivas necessárias entre a camada de proteína em torno dos glóbulos de ar, tendo por consequência a diminuição da espuma, o que aconteceu com a farinha de girassol obtida neste trabalho, por possuir um alto teor de lipídeos não houve uma boa capacidade espumante.

Depois de realizado o procedimento e feito o cálculo, a farinha de girassol teve um aumento de 2% no seu volume de formação de espuma.

Na Figura 18 observa-se o resultado da capacidade de formação de espuma da farinha obtida neste trabalho.



**Figura 18–Capacidade de formação de espuma**

## 9. CONCLUSÃO

Foi possível obter a farinha de girassol a partir da semente de girassol, através das análises físico-químicas descobrir a sua composição química: umidade 0,84%, cinzas 3,24%, proteínas 23,15%, lipídeos 51,6%, fibra alimentar 9,97% e carboidratos 11,2%. Na determinação das propriedades funcionais foram obtidos os resultados esperados, sendo a farinha de girassol um excelente agente emulsificante com propriedades hidrofóbicas e hidrofílicas.

Com isso concluiu-se que a farinha de girassol pode ser utilizada na indústria de alimentos como um emulsificante para alimento, devido a sua boa porcentagem de proteínas (23,15%), fator que dá estabilidade as emulsões.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. H.; FANTINATTI, J. B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de Girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, nº 1, 2001, p.134-139.

AGUIAR, R. L. **Avaliação de Girassol durante o armazenamento, para uso como semente ou para extração de óleo**. Dissertação (mestrado) – Engenharia Agrícola - Área de concentração, em Tecnologia pós-colheita – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Campinas, 2001.

ANTÔNIO, G. C. **Análises de materiais biológicos**. 2006. 21p. Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), São Paulo, Campinas, 2006.

ALMEIDA, J. A. S. **Controle da iniciação floral em *Helianthus annuus L.* (Girassol)**. Tese (mestrado)–Ciências Biológicas–Área de Biologia Vegetal–UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), São Paulo, Campinas, 1992.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV (Universidade Federal de Viçosa), 2001.

BAGNIS, C. G. **Isolado protéico de Girassol obtenção e proteínas**. 1984. 111p. Tese (mestrado)–Engenharia de Alimentos e Agrícola–Universidade estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Campinas, 1984.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2. Ed. Zaragoza (Espanha): Editora Acribia, S.A., 2009.

BUZÓ, A. A.; ROSA, C. A. Controle de umidade de sementes de Girassol (*Helianthus annuus*) com solução salina saturada de acetato de potássio criopreservação de nitrogênio líquido. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16, 2007. Pelotas, Brasil. **Resumos**. Pelotas: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 2007.

CAVASIN, C. P. Jr. **A cultura do girassol**. 1. Ed. Tradução português. Ermo – Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARMA, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A. & FARIAS, J.R.B. A cultura do Girassol. In: **Circular técnica nº 13**. EMBRAPA, CNPS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Londrina, 1977, 36p.

CHIMOFF, H. Dossiê: Fibras alimentares. **FiB - Food Ingredients Brasil**, n.3, maio/junho, 2008, p. 42-65.

CHRISTENSEN, C. C. Dossiê: Emulsificantes. **FiB - Food Ingredients Brasil**, n.7, maio, 2009, p. 62-74.

COC – Colégio Santa Clara. **A Geração do conhecimento - Química Geral II - Terceira série - Ensino Médio**. 2011. São Paulo, Ribeirão Preto.

DORNELLES, M. A.; SAMPAIO, N. Avaliação do Girassol na propriedade de tabaco como diversificação. In: REUNIÃO TÉCNICA DO, **2009, Pelotas, Brasil. Resumos**. **Pelotas**: EMBRAPA CPACT, 2009.

EMBRAPA – Soja. **Tecnologias de Produção Girassol**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>. Acesso em: 01 de Março de 2011.

FERRARI, R. A.; SOUZA, W. N. Avaliação da estabilidade oxidativa de Biodiesel de óleo de Girassol com antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, nº 1, Dezembro, 2009, p. 106-111.

GARCIA, J. S. **Avaliação do Desenvolvimento de Girassol por meio de análise de proteínas e metalproteínas**. 2006. 150p. Tese (Doutorado) – Departamento de Química Analítica – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Campinas, 2006.

GUERGOLETTTO, K. B. **Tipo estabilidade de dispersões**. 2011. 5p. Curso de Tecnologia em Alimentos – UFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Londrina, Paraná, 2011.

GUIRADO, N.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; MENDES, P. C. D.; ARÉVALO, R. A. Controle alternativo da lagarta preta (*Chosyne lacinia saundersii*) do Girassol. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, Fevereiro, 2007, p. 1-4.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físicos - químicos para análises de alimentos**. Ed IV digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KO, H. J. F.; REIS, R.B.; Gonçalves, L. C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUSA, BM Consumo voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, energia e parede celular das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, Abril, 2005, p. 616-622.

LASCA, D. H. C. **Girassol (*Helianthus annuus* L.)**. Disponível em: <http://www.agrobyte.com.br/girassol.htm>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2011.

LIMA, E. D. P. A.; PASTORE, G. M.; LIMA, C. A. A. Purificação da enzima polifenoloxidase (PFO) da polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) madura. **Ciência Tecnológica de Alimentos**, v. 21, n. 1, Jan/Abr, 2001, p. 98-104.

MANDARINO, J. M. G. Derivados protéicos do Girassol. In: Reunião Nacional de Pesquisa do Girassol, 12, 1997. Campinas. Brasil. **Resumos**. Campinas: Fundação Cargill, 1997. p. 8 – 12.

MARTIN, E. **Semente de Girassol**. Disponível em: <http://cantinovegetariano.blogspot.com/2007/05/semente-de-girassol.html>. Acesso em: 23 de Fevereiro de 2011.

MASUCHI, M. H.; CELEGHINI, R. M. S.; GONÇALVES, L. A. G.; GRIMALDI, R. Qualificação de TBHQ (TERC BUTIL HIRDROQUINONA) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de Girassol comerciais. **Química Nova**, vol. 31, n. 5, Abril, 2008, p. 1053 – 1057.

MURATE, E. H. **Propriedades funcionais de concentrado protéico extrusado de sementes de girassol**. 1995. 95p. Dissertação (mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos – Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná, Londrina, 1995.

ONG, T. **Determinação de cinzas em alimentos**. 2010. 17p. Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Departamento de Alimentos e Nutrição experimental – Universidade de São Paulo (SP), São Paulo, São Paulo, 2010.

PEREDA, J. A. O.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUELLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. L. H.; CORTECERO, M. D. S. C.

**Tecnologia de Alimentos – Componentes dos Alimentos e Processos.** 1. Ed. Tradução de Fátima Murad. São Paulo: Editora ARTMED, 2005.

RIBEIRO, J. L. **A vez do Girassol.** EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2001/artigo.2004-12-07.2556958776/>. Acesso em: 23 de Fevereiro de 2011.

RIBEIRO, J. L.; CARVALHO, C. G. P. Girassol (*Helianthus annuus*-L.) na região Meio-Norte do Brasil para produção de biodiesel. **Comunicado Técnico nº 188.** EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Teresina, 2006, 4p.

SMIDERLE, O. J. Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima. In: **Circular Técnica nº 8.** EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Boa Vista, 2000, 13 p.

SMIDERLE, O. J. Orientações para cultivo do girassol em área de Cerrado de Roraima. In: **Circular Técnica nº 5.** EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Boa Vista, 2009, 13 p.

SOTTORIVA, L. D. M. Tecnologia de Produção do Girassol (*Helianthus annuus* L.). Disponível: <http://www.livia.bio.br/blog/?p=71>. Acesso: 10 de Março de 2011.

THOMAZ, G. L. **Comportamento de cultivares de Girassol em função da época de semeadura na região de Ponta Grossa - PR.** 2008. 93p. Dissertação (mestrado) – Setor de Ciências agrárias e de Tecnologia – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Ponta Grossa, 2008.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GINÇALVES, L. C. Alimentos Volumosos para o Período Seco - I: Silagem de Girassol. In: **Documento nº 72.** EMBRAPA – Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá, 2004, 30p.

UNGARO, M. R. G. Instruções para a cultura de Girassol. **BOLETIM TÉCNICO Nº 105**. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 1986, 26p.

VIEIRA, O. V. **Ponto de maturação ideal para a colheita de Girassol visando alta qualidade da semente**. 2005. Tese (pós-graduação) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo (Setor de Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba, 2005.