



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA**

MAICON CAUAN WAGNER

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA LECITINA DE SOJA ORGÂNICA E
PERSPECTIVAS NO USO DA FOSFATIDILCOLINA COMPLEXADA COM
BIOPOLÍMEROS PARA O TRATAMENTO DA DOENÇA DO MAL DE ALZHEIMER**

**REALEZA
2018**

MAICON CAUAN WAGNER

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA LECITINA DE SOJA ORGÂNICA E
PERSPECTIVAS NO USO DA FOSFATIDILCOLINA COMPLEXADA COM
BIOPOLÍMEROS PARA O TRATAMENTO DA DOENÇA DO MAL DE ALZHEIMER**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado
como requisito para obtenção do grau de Licenciado em
Química da Universidade Federal da Fronteira Sul

Orientadora: Prof. Dra. Gisele Louro Peres
Coorientadora: Dra. Edinéia Paula Sartori Schmitz

REALEZA

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Wagner, Maicon Cauan

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA LECITINA DE SOJA
ORGÂNICA E PERSPECTIVAS NO USO DA FOSFATIDILCOLINA
COMPLEXADA COM BIOPOLÍMEROS PARA O TRATAMENTO DA DOENÇA
DO MAL DE ALZHEIMER / Maicon Cauan Wagner. -- 2018.

96 f.:il.

Orientador: PROFESSORA Gisele Louro Peres.

Co-orientador: TÉCNICA DE LABORATÓRIO Edinéia Paula
Sartori Schmitz.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Química-Licenciatura , Realeza, PR , 2018.

1. Lecitina. 2. Complexo de inclusão. 3. Mal de
Alzheimer. 4. Caracterização. 5. Proposta de Ensino. I.
Peres, Gisele Louro, orient. II. Schmitz, Edinéia Paula
Sartori, co-orient. III. Universidade Federal da

MAICON CAUAN WAGNER

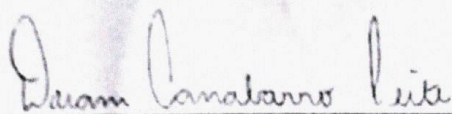
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA LECITINA DE SOJA ORGÂNICA E
PERSPECTIVAS NO USO DA FOSFATIDILCOLINA COMPLEXADA COM
BIOPOLÍMEROS PARA O TRATAMENTO DA DOENÇA DO MAL DE ALZHEIMER

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado
como requisito para obtenção do grau de Licenciado em
Química da Universidade Federal da Fronteira Sul

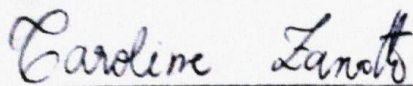
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

14 / 12 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Daiani Canabarro Leite - UDESC



Profa. Ma. Caroline Zanotto - UFFS



Sr. Jonathas Rodrigo Baerle - Gebana Brasil

Dedico este trabalho a minha família.

A todos aqueles que de alguma forma
contribuíram para minha formação
acadêmica.

Ao meu querido avô, que nos deixou a
pouco tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, pelo Dom da Vida, pelas Bênçãos concedidas e pelas boas oportunidades de crescimento Moral, Intelectual e Espiritual para a realização deste Trabalho.

À minha mãe, Roseli, pelo apoio e carinho dispensados a mim e minha família. Ao meu irmão, William, minha cunhada Alessa, meus sobrinhos Breno e Davi e meu pai, Renato. Meus amores.

A minha orientadora Gisele Louro Peres que mais uma vez me orientou e deu apoio neste trabalho. Meu respeito.

A minha coorientadora Edinéia Paula Sartori Schmitz pelo trabalho coletivo realizado nas atividades experimentais.

Agradeço imensamente as amigadas de construí durante minha trajetória acadêmica, especialmente ao meu querido amigo Rafael por estar presente nos momentos mais importantes da minha vida durante os últimos 5 anos. O meu muito obrigado.

Agradeço a todos os professores que estiveram presentes durante minha formação, especialmente os professores Jackson Luís Martins Cacciamani, Claudia Fioresi, Caroline Zanotto, Fernanda Lima, Letiére C. Soares, André Gallina que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e orientações prestadas, além de compreensão.

A UFFS, *campus* Realeza, local em que estudei durante 5 anos e onde realizei os experimentos do meu trabalho, o laboratório foi meu refúgio. Às pessoas em que lá trabalham (Edinéia) que contribuíram de alguma forma.

À empresa Gebana Brasil Ltda por ter disponibilizado a matéria prima lecitina de soja, objeto principal do estudo.

Agradeço imensamente ao Grupo de Pesquisa Tecnológica e Ambiental (GPQTA) e ao colega Daniel Rapachi pela colaboração, parceria e amizade.

A minhas amigas Camila e Thais e muitos outros coadjuvantes da minha história, para o desenvolvimento deste trabalho, agradeço.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre”. (FREIRE, 1987)

RESUMO

A lecitina é o principal subproduto da fabricação do óleo vegetal de soja, sendo amplamente utilizado na fabricação de tintas, vernizes, bem como nas indústrias farmacêuticas, cosméticas e alimentícias. Molecularmente possui o radical de ácido graxo solúvel em óleo e o radical de ácido fosfórico solúvel em água. Essas estruturas justificam a característica intrínseca da molécula sobre a lipofilicidade e hidrofiliabilidade. Seu amplo uso se dá pelas propriedades emolientes, emulsificantes e solubilizantes, além de ser um grande suplemento fornecedor de fosfatidilcolina usado para o tratamento de distúrbios de memória e doença de Alzheimer. Um dos principais objetivos deste estudo foi extrair um dos compostos da lecitina de soja, a fosfatidilcolina, tornando uma fonte de conhecimento acerca de seus benefícios, suas aplicações e implicações na indústria de medicamentos, além de compreender como ocorre o processamento da lecitina de soja. Durante o estudo foram caracterizadas e avaliadas físico-quimicamente padrões de qualidade como, insolúveis em acetona; índice de acidez; teor de gordura; insolubilidade em hexano; índice de saponificação e teor de umidade. A pesquisa preconiza também a extração da fosfatidilcolina da lecitina de soja líquida através de processos de purificação. Desta forma estudamos métodos para o processamento de lecitina líquida no sentido de transformá-la em lecitina em pó, através da purificação e solubilidade com diferentes solventes orgânicos. Neste sentido estudamos o efeito da utilização de biopolímeros na formação de complexos de inclusão com a fosfatidilcolina para o tratamento do Mal Alzheimer, através de análises de espectroscopia UV-Vis, demonstrando possibilidade da formação dos complexos. Para além da pesquisa em laboratório, sugerimos uma proposta de ensino com o tema alimentos, no sentido de observar como os alunos do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual São Cristóvão (Capanema-PR) compreendem os processos bioquímicos bem como o processamento e aplicações da lecitina na indústria alimentícia e farmacêutica, especialmente no tratamento da doença do Mal de Alzheimer. Os resultados obtidos mostraram que o teor de umidade da lecitina, no padrão líquido, foram de 0,55% à 1,82%, já o índice de acidez apresentou variação de 11,80 mg NaOH/fat à 19,40 mg NaOH/fat. O índice de saponificação encontrado foi de 187,90 mg KOH/g à 193,21 mg KOH/g, os insolúveis em acetona quantificaram a concentração de fosfolipídios de 62,82% à 64,87%, o que atende aos padrões de qualidade requeridos pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). A determinação de solubilidade em hexano demonstrou 99,9 % de pureza das amostras analisadas. As análises preliminares de UV-Vis e

cromatografia em coluna demonstraram resultados satisfatórios para complexação de biopolímeros com a lecitina em pó, também se evidenciou a presença de ácidos graxos, triglicerídeos e fosfolipídios (fosfatidilcolina) nas amostras observadas. Os resultados físico-químicos proporcionaram a otimização do processo, já a identificação dos fosfolipídios, lança novas perspectivas para pesquisas futuras, deste produto, no combate a doença do Mal de Alzheimer. A pesquisa foi desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa Tecnológica e Ambiental (GPQTA), da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Realeza-PR* em parceria com a empresa Gebana Brasil situada no município de Capanema-PR.

Palavras chave: Lecitina; Complexo de inclusão; Mal de Alzheimer; Caracterização; Proposta de Ensino.

ABSTRACT

Lecithin is the main byproduct of the manufacture of soybean vegetable oil, being widely used in the manufacture of paints, varnishes, as well as in the pharmaceutical, cosmetic and food industries. Molecularly possesses the oil-soluble fatty acid radical and the water-soluble phosphoric acid radical. These structures justify the intrinsic characteristic of the molecule on lipophilicity and hydrophilicity. Its wide use is due to the emollient, emulsifying and solubilizing properties, besides being a great supplementary supplier of phosphatidylcholine used for the treatment of memory disorders and Alzheimer's disease. One of the main objectives of this study was to extract one of the compounds of soy lecithin, phosphatidylcholine, making a source of knowledge about its benefits, its applications and implications in the drug industry, as an organic product produced in the southwest of Paraná, in addition to understanding how the processing of soy lecithin occurs. During the study were characterized and evaluated physicochemically quality standards such as, insoluble in acetone; acidity index; peroxide index; fat content; hexane insolubility; saponification index and moisture content. The research also recommends the extraction of phosphatidylcholine from liquid soy lecithin through purification processes. In this way we study methods for processing liquid lecithin in order to transform it into powdered lecithin, through purification and solubility with different organic solvents. Thus, we studied the effect of the use of biopolymers in the formation of inclusion complexes with phosphatidylcholine for the treatment of Mal Alzheimer, through analysis of UV-Vis spectroscopy, demonstrating the possibility of complex formation. In addition to the research in the laboratory, we suggest a proposal of teaching with the topic of food, in order to observe how the students of the third year of high School of São Cristóvão State (Capanema-PR) comprise the biochemical processes as well as the Processing and applications of lecithin in the food and pharmaceutical industry, especially in the treatment of Alzheimer's disease. The results showed that the moisture content of lecithin in the liquid standard was 0.55% to 1.82%, while the acidity index varied from 11.80 mg NaOH / fat to 19.40 mg NaOH / fat. The saponification index found was 187.90 mg KOH / g at 193.21 mg KOH / g, the insoluble in acetone quantified the concentration of phospholipids from 62.82% to 64.87%, which meets the quality standards required by the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). Determination of solubility in hexane showed 99.9% purity of the analyzed samples. Preliminary analyzes of UV-Vis and column chromatography showed satisfactory results for the complexation of biopolymers with powdered lecithin. The presence of fatty acids, triglycerides and

phospholipids (phosphatidylcholine) in the samples was also evidenced. The physico-chemical results provided the optimization of the process, and the identification of phospholipids, launches new perspectives for future research of this product in the fight against Alzheimer's disease. The research was developed by the Group of technological and Environmental Research (GPQTA), The research was developed by the Group of technological and Environmental Research (GPQTA), Federal University of Fronteira Sul (UFFS), Campus Realeza-PR in partnership with the company Gebana Brasil located in the municipality of Capanema-Pr.

Keywords: Lecithin; Inclusion complex; Alzheimer's disease; Characterization; Teaching proposal.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo geral.....	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 Lecitina de soja.....	19
3.2. Processo industrial.....	25
3.3 Análise crítica do processamento na indústria Gebana Brasil.....	27
3.4 fosfatidilcolina.....	31
3.5 Doença do Mal de Alzheimer.....	35
3.5 Proposta de Ensino com o tema Alimentos.....	37
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
4.1 Materiais.....	39
4.2 Métodos.....	39
4.2.1 Caracterização Físico - Química.....	39
4.2.2 UV-Vis.....	45
4.2.3 Cromatografia em coluna.....	47
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
5.1 Resultados de Umidade.....	49
5.2 Resultados do Índice de Acidez.....	51
5.3 Resultados do índice de saponificação.....	52
5.4 Resultados do Insolúvel em Acetona.....	54
5.5 Resultados do Teor de Gordura.....	55
5.6 Resultados de insolúveis em hexano.....	56
5.7 Resultados do UV-Vis.....	57
5.8 Resultados da Cromatografia em Coluna.....	63
5.9 Resultados da Proposta de Ensino com o Tema em Alimentos.....	64
6. CONCLUSÃO.....	73
7. PERSPECTIVAS.....	75
8. REFERÊNCIAS.....	76
ANEXO 01 – Artigo apresentado no VI – SINECT – Seminário Nacional de ensino de Ciência e Tecnologia.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura química dos principais glicerofosfolípidios. Ácido Fosfatídico, 1; Fosfatidilcolina, 2; Fosfatidilinositol, 3; Fosfatidietanolamina, 4; Fosfatidilserina, 5; Lisofosfatidilcolina, 6; Lisofosfatidiletanolamina, 7. Adaptado de (HORROCKS, 1998).	22
Figura 2. Fábrica de Lecitina Gebana Brasil. Fonte: Autores	30
Figura 3. Estrutura molecular da fosfatidilcolina (FC). R representa longa cadeia hidrocarbonada que pode conter insaturações. Fonte: Autores.	32
Figura 4. Espectro do UV-Vis para a lecitina em pó na concentração de 0,125 g/L	58
Figura 5. Espectro do UV-Vis para a lecitina em pó na concentração de 0,25 g/L	59
Figura 6. Lecitina em pó nas concentrações de 0,125 g/L (a) e 0,25 g/L (b), respectivamente, nas faixas de 200 nm a 300 nm.	59
Figura 7. Espectro de absorção do complexo de inclusão com a xantana na concentração de 0,01g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo formado xantana - Lecitina (XANTLEC).	60
Figura 8. Espectro de absorção do complexo de inclusão com a xantana na concentração de 0,1 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo formado xantana - Lecitina (XANTLEC).	60
Figura 9. Espectro de absorção do complexo de inclusão com a xantana na concentração de 0,5 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo formado xantana - Lecitina (XANTLEC).	61
Figura 10. Espectro de absorção do complexo de inclusão com o dextrin na concentração de 0,01 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo de inclusão formado Dextrin - Lecitina (DEXLEC).	61
Figura 11. Espectro de absorção do complexo de inclusão com o dextrin na concentração de 0,1 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo de inclusão formado Dextrin - Lecitina (DEXLEC).	61
Figura 12. Espectro de absorção do complexo de inclusão com o dextrin na concentração de 0,5 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo de inclusão formado Dextrin - Lecitina (DEXLEC).	62
Figura 13. Imagem da revelação por luz de UV da placa de CC obtida pela eluição das amostras lecitina líquida padrão/bruta (LB), lecitina em pó (LP) e lecitina “extraída” da cromatografia de camada (LCC).	63

Figura 14. Imagem da revelação no iodo sublimado da placa de CC obtida para as 14 alíquotas retiradas. 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados das análises da média de matéria volátil e média do rendimento em massa residual.....	50
Tabela 2 - Percentual (%) de umidade do produto na forma líquida.....	50
Tabela 3 - Resultados em percentual (%) do Índice de Acidez (mg NaOH/g fat).	52
Tabela 4 - Índice de saponificação em mg KOH/g.	53
Tabela 5 - Percentual de insolúvel em acetona.....	54
Tabela 6 - Resultados percentual (%) de gordura.....	55
Tabela 7 - Resultados do percentual (%) de insolúvel em hexano.....	57

1. INTRODUÇÃO

Com o impacto ambiental ocasionado pelo homem, a procura de produtos que preservem o ambiente e protejam a saúde está crescendo. Desta forma, a utilização de matérias-primas e diferentes tipos de processamentos vem sendo estudados, com intuito de diminuir os problemas ambientais, bem como os índices de poluição e contaminação.

Tendo em vista a importância do desenvolvimento sustentável e de um mercado com consumidores diferenciados com forte preocupação ambiental e interessados em produtos mais saudáveis, é estimulada a produção de alimentos orgânicos em grande parte dos produtores familiares. Segundo o Instituto de pesquisa econômica aplicada (IPEA, 2012), a demanda por produtos orgânicos cresce em torno de 30% ao ano, sendo que se estima, para o caso do Brasil, que 90% da produção orgânica seja proveniente da agricultura familiar.

A agricultura moderna, utilizada principalmente em grandes propriedades de produção de maior escala, não tem se mostrado sustentável. Conforme ressalta Oliveira *et al.* (2008), o surgimento de uma nova agricultura “agroecologia” vem apresentando novas perspectivas para viabilizar a produção, preservando o meio ambiente e, ao mesmo tempo, direcionando-se ao caminho da sustentabilidade econômica, social e ambiental. Assim, a agricultura orgânica apresenta-se como uma possibilidade de uma agricultura sustentável.

Dentro do contexto da agricultura familiar, está se tornando cada vez mais comum essa produção de alimentos orgânicos. Conforme aborda Silva *et al.* (2010), por serem produtos isentos da aplicação de agrotóxicos sintéticos, adubos químicos, antibióticos ou qualquer outro tipo de substância utilizada na produção convencional, os alimentos orgânicos possuem uma série de benefícios, sobretudo para a saúde humana, além de reduzir expressivamente os impactos negativos que um cultivo convencional de alimentos traz ao meio ambiente.

Desta forma as vantagens ao consumir os alimentos orgânicos, tanto para a saúde humana quanto para o ambiente, por receber um novo tratamento por meio das bases agroecológicas, proporciona uma viabilidade econômica desse mercado que encontra-se em considerável ascensão, favorecendo o aumento da produção e melhorando a renda dos agricultores. Buainain (2003) ressalta que a crescente demanda por produtos orgânicos possibilita a expansão e geração da renda para os produtores familiares. Diante disso destacamos a produção da lecitina de soja na região sudoeste do Paraná, através da agricultura familiar.

A lecitina tem sido aplicada em alimentos devido às suas propriedades emulsificantes e também relacionadas à molhabilidade e dispersibilidade. Muitos emulsificantes sintéticos têm sido desenvolvidos ao longo dos anos, mas a lecitina permanece em uso pela simples razão de que, em muitos casos, funciona melhor do que outras alternativas, tais como monoglicérides, ésteres de poliglicerol, polissorbatos entre outras espécies de agentes tensoativos (BATISTUZZO, 2011).

A lecitina é amplamente utilizada na indústria de alimentos, seja como ingrediente, seja como co emulsificante. Alguns exemplos são, margarinas; chocolates; leite em pó; biscoitos; sorvetes; massas alimentar; panificação; iogurtes; produtos cárneos, coberturas, caramelos, café solúvel, suplementos dietéticos, tintas entre outros. Suas principais vantagens sobre outros emulsificantes são o seu caráter natural, seus atributos nutricionais e várias apresentações oferecidos. Devido a essas características, a lecitina de soja é considerada como um ingrediente que deve ser analisado como uma solução no desenvolvimento de novos produtos, na criação ou modificação de processos ou mesmo para atender a nova demanda do mercado. Para além disto ainda pode ser utilizada na indústria farmacêutica, como suplemento alimentar, fornecedor de compostos a base de fosfolipídios, e também na indústria cosmética.

Desta forma é relevante destacar que como todo produto oleaginoso, a lecitina apresenta baixa ou nenhuma oxidação e valor nutricional, além, da sua comprovada ação emulsificante. Portanto, existe a necessidade de trabalhos científicos que visem a ampliação da caracterização físico-química, qualitativa, reológica, fenomenológica e cinética das alterações em parâmetros qualitativos das diferentes lecitinas de soja comercializadas e, principalmente quando adicionada a alimentos.

Diante disto, ainda sem cura, a Doença de Alzheimer é constantemente estudada, buscando alternativas de tratamentos que evitem a rápida progressão da doença. Alguns estudos sugerem que uma forma para controle da doença seja aumentar a concentração de acetilcolina, que por sua vez está presente na lecitina na forma de fosfatidilcolina, inibindo a ação da acetilcolinesterase, por exemplo (PARK, *et al* 2002).

A presente proposta procura articular a área de Físico-Química com outras áreas do conhecimento como Farmácia, Nutrição, Produtos naturais, Química ambiental e Saúde humana. Dentro dos princípios da necessidade de um desenvolvimento sustentável, tem-se como regra que a química deve manter e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, bem como atuar de forma a minimizar os impactos ambientais negativos. A utilização da lecitina de soja como aditivo alimentar natural de ação emulsificante deve ser ampliada e melhor

estudada dentro das suas potencialidades. Neste sentido é importante destacar que a matéria prima utilizada nesta pesquisa partiu-se de um produto produzido de forma orgânica, onde contou-se com a doação da lecitina de soja como apoio por parte da empresa Cataratas do Iguaçu Produtos Orgânicos LTDA (Gebana Brasil) situada no município de Capanema - PR. Esta empresa destaca-se na produção de produtos orgânicos, como, soja, farelo de soja, óleo bruto, óleo degomado e lecitina de soja além de outros.

Diante disso este trabalho propôs fazer uma busca através do referencial teórico referente às propriedades da lecitina de soja, estudo da estrutura e aplicações da fosfatidilcolina, compreensão do processo industrial para sua obtenção. Além disso buscamos caracterizar físico-quimicamente o produto no sentido de propor um estudo preliminar sobre a extração da fosfatidilcolina e suas funcionalidades com biopolímeros naturais. Propomos ainda uma proposta de ensino com o tema alimentos bem como o estudo da doença do Mal de Alzheimer.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar e caracterizar físico-quimicamente a lecitina de soja orgânica, bem como realizar a extração da fosfatidilcolina, visando a qualidade do produto final. E desenvolver uma proposta de Ensino com o tema alimentos.

2.2 Objetivos específicos

- Compreender como ocorre a produção da lecitina de soja orgânica;
- Caracterizar físico-quimicamente a lecitina no padrão líquido ou estado líquido;
- Extrair a fosfatidilcolina da lecitina no padrão líquido;
- Propor método de extração e purificação da fosfatidilcolina;
- Compreender os mecanismos de ação da fosfatidilcolina no ser humano;
- Estudar através do UV-Vis a possibilidade de encapsulamento da fosfatidilcolina com alguns biopolímeros;
- Estudar a viabilidade do uso da lecitina de soja em medicamentos para o tratamento do Mal de Alzheimer;
- Estudar pelo método de cromatografia em coluna a purificação da lecitina de soja;
- Desenvolver uma proposta de ensino com o tema alimentos, com o foco neste trabalho.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Lecitina de soja

A lecitina de soja é mundialmente utilizada e conhecida como emulsificante, principalmente alimentício. É um subproduto da linha de produção do óleo vegetal bruto degomado que possui alto valor agregado. Existe uma diversidade muito grande de tipos de lecitinas encontradas no mercado, à disposição para consumo, com características físico-químicas e reológicas diferentes dependendo da finalidade de uso ou aplicação industrial (CASTEJON, 2015).

O termo lecitina é uma denominação muito geral e comercial, que descreve a composição de componentes lipídicos de um emulsificante derivado do óleo bruto da soja. Entretanto, em termos químicos o nome lecitina também representa a classe das fosfatidilcolinas e são considerados sinônimos (RAJ *et al.*, 2010).

A lecitina de soja comercial é padronizada com óleo de soja e classificada como emulsificante por possuir em sua composição cerca de 60% de matéria insolúvel em acetona, ou seja, fosfolipídeos, que segundo STOPPER; SAFFER; BAUER, (1953) são compostos por fosfatidilcolina, fosfatidilinositol, fosfatidiletanolamina e açúcares. Possuem características de natureza polar e, portanto, insolúveis em acetona. Existem outros compostos polares que podem ser extraídos pelo processo de degomagem e constituírem as lecitinas, são proteínas e sais catiônicos, de cálcio, magnésio e ácidos fosfóricos livres (BEI, 2005).

Neste sentido a planta da soja por sua vez pertence à classe *Dicotyledoneae*, subclasse *Archichlamydae*, ordem *Rosales*, subordem *Leguminosinae*, família *Leguminosae*, subfamília *Papilionaceae*, tribo *Phaseoleae*, gênero *Glycine L.*, subgênero *Glycine (Moench)* e à espécie *Glycine max (L.) Merrill* (GONG *et al.*, 2004). O complexo mercado da soja responde por aproximadamente 1,5 % do Produto interno bruto (PIB) do Brasil e as exportações são uma importante fonte de divisas internacionais do país (cerca de 11 % das exportações totais) (CEPEA, 2008).

O óleo de soja é, atualmente, produzido em maior volume no mundo em relação aos óleos vegetais. A soja após o processo de secagem contém 18 a 20 % de óleo e o farelo representa cerca de 79 % de massa com um teor de proteína de 45 % (DORSA, 2004).

A ingestão de gorduras saturadas, tais como a de coco, da manteiga ou dos óleos industrialmente “endurecidos” (transformados do estado líquido para semi-sólido através do processo de hidrogenação), podem aumentar o nível de colesterol do sangue de acordo com a

opinião de muitos especialistas, e promover a arteriosclerose dos vasos sanguíneos (SCHURGERS *et al.*, 1999). Do contrário, óleos contendo alta quantidade de poliinsaturados, como o de soja, de arroz, de girassol, de milho, etc, e de algumas margarinas especialmente preparadas com alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, reduzem o nível de colesterol do sangue, exercendo influência benéfica nas alterações vasculares (HOUGHTON *et al.*, 1964; REUTER e HERRMAN, 1982; WILSON *et al.*, 2000).

Neste sentido os lipídios consistem de um amplo grupo de compostos solúveis em solventes orgânicos e pouco solúveis ou insolúveis em água. Ésteres de glicerol com ácidos graxos, que perfazem 99% dos lipídios de plantas e animais, têm tradicionalmente sido chamados de óleos e gorduras, distinção que é baseada apenas no fato do material ser líquido ou sólido a temperatura ambiente. O estado físico do lipídio pode variar de líquido a fluido viscoso e de um sólido plástico a sólido flexível, e a organização da cadeia carbônica influencia fortemente o ponto de fusão, a estabilidade, a estrutura e a permeabilidade lipídica (DUNCAN, 1984; TIMMS, 1984).

O mercado de emulsificantes naturais é dominado pela lecitina, que representa uma variedade de fontes, formatos e funcionalidades. A fonte mais comum é a soja (com percentual de 2 a 3 % de lecitina), em virtude de sua disponibilidade. Estima-se que 95 % da lecitina seja produzida comercialmente a partir da soja. Outras fontes comerciais incluem o óleo de palma, o óleo de canola e o óleo de girassol, bem como leite e ovos (SPILBURG *et al.*, 2003).

A lecitina de soja tem propriedade emoliente, emulsificante e solubilizante. Sendo assim, ela é muito utilizada nas indústrias farmacêutica e de alimentos (BATISTUZZO, 2011). Tem aplicação em produtos farmacêuticos para uso oral, parenteral e tópico, onde é usada também para a formação de lipossomas. É constituinte da fase oleosa do gel transdérmico fazendo com que a droga carregada penetre mais facilmente. A lecitina é um suplemento fornecedor de colina, para distúrbios da memória e doença de Alzheimer. Tem também ação redutora do colesterol e triglicérides e ativadora da circulação, diminuindo assim o risco de doenças cardiovasculares por sua ação emulsificante, que não permite que haja depósito de gordura nos vasos sanguíneos. Melhora o desempenho físico de alguns atletas ajudando a diminuir a fadiga e o cansaço. É utilizada também como adjuvante nos regimes de emagrecimento, por sua presumível ação lipotrópica. Indicada também para tratamento dos sintomas da menopausa (BATISTUZZO, 2011).

A lecitina também apresenta propriedades particulares de melhoria de performance em formulações a base de gordura para fritura e panificação, e como tal tem sido utilizada. Adicionalmente, verifica-se também seu uso industrial como um agente desmoldante na remoção imediata de formas de madeira e metal em sistemas de fundição de concreto (DORSA, 2004).

Parte da valorização comercial da lecitina de soja decorre de seus benefícios nutricionais e fisiológicos, o resultado de um estudo descrito por Marconcin (2008) que a utilizou como suplemento alimentar para cães. Dentre as diversas funcionalidades enumeradas, estão: a manutenção e regeneração hepática; prevenção da distrofia; ativação plaquetária; constituição das membranas celulares e manutenção fluídicas das mesmas; precursora de mediadores químicos da inflamação; controle dos níveis, solubilização e transporte de colesterol sanguíneo; aumento na produção de sais biliares; desenvolvimento do hipocampo e áreas envolvidas na formação e recuperação da memória, além da melhoria nos sintomas de depressão bipolar (MARCONCIN, 2008).

Na indústria alimentícia, a lecitina de soja está entre os tensoativos com grande aplicação na gastronomia, visto que é um ingrediente de baixo custo, facilmente encontrado no mercado e possui importantes propriedades nutricionais. A lecitina é um fosfolípídio que, em função de sua estrutura química, pode ser solubilizada em soluções polares e apolares, o que gera uma grande versatilidade de utilização deste ingrediente. Cada vez mais a aplicação da lecitina como emulsificante vem sendo reconhecida (SALGADO, 2007).

Os emulsificantes são moléculas ativas que aderem à superfície das gotículas formadas durante a homogeneização, promovendo a estabilidade da emulsão. A maioria dos emulsificantes de alimentos são moléculas anfifílicas, ou seja, eles têm ambas as regiões polares e apolares na mesma molécula. Os tipos mais comuns utilizados na indústria de alimentos são emulsionantes de base lipídica (fosfolípídios) e biopolímeros anfifílicos (proteínas e polissacarídeos) (DICKINSON, 1992).

Em função dessas características anfifílicas, os emulsificantes reduzem a tensão interfacial das fases imiscíveis ou a energia necessária para deformar e romper uma gota, permitindo, portanto, que as duas fases se dispersem, formando uma emulsão estável (NIEUWENHUYZEN, 2010; MCCLEMENTS, 2008; ARAÚJO, 2004; BOBBIO, BOBBIO, 1992).

Os emulsificantes lipídicos mais utilizados em alimentos são os fosfolípídios. Todas as gorduras e óleos, bem como alimentos gordurosos apresentam essa classe de compostos. Em

alguns óleos vegetais brutos, como óleos de milho, arroz, algodão e soja, os fosfolipídios podem estar presentes em níveis de 2 a 3 % (DEMAN, 1999).

Os fosfolipídios são moléculas pertencentes à fração polar do grupo dos lipídios, caracterizados por conter um grupo fosfato, mono ou diéster em sua estrutura. Em decorrência a presença do grupo fosfato em uma das extremidades, estas moléculas são anfipáticas, agrupando-se em estrutura de miscela ou em bicamadas (SZUHAJ, 2005; LEHNINGER *et al.*, 2002). Os fosfolipídios são quimicamente divididos em dois grupos, os glicerofosfolipídios e os esfingolipídios (LEHNINGER *et al.*, 2002).

Além das cadeias esterificadas ao radical fosfato, os fosfolipídios diferenciam-se também pelas cadeias anexas de ácidos graxos. Têm-se, portanto, os fosfolipídios saturados e os insaturados. Os ácidos graxos saturados mais comuns são o ácido palmítico (C16:0) e o ácido esteárico (C18:0), enquanto que o ácido oléico (C18:1) e ácido linoléico (C18:2) destacam-se dentre os ácidos graxos insaturados (HORROCKS, 1988; PAGLIA *et al.*, 2010).

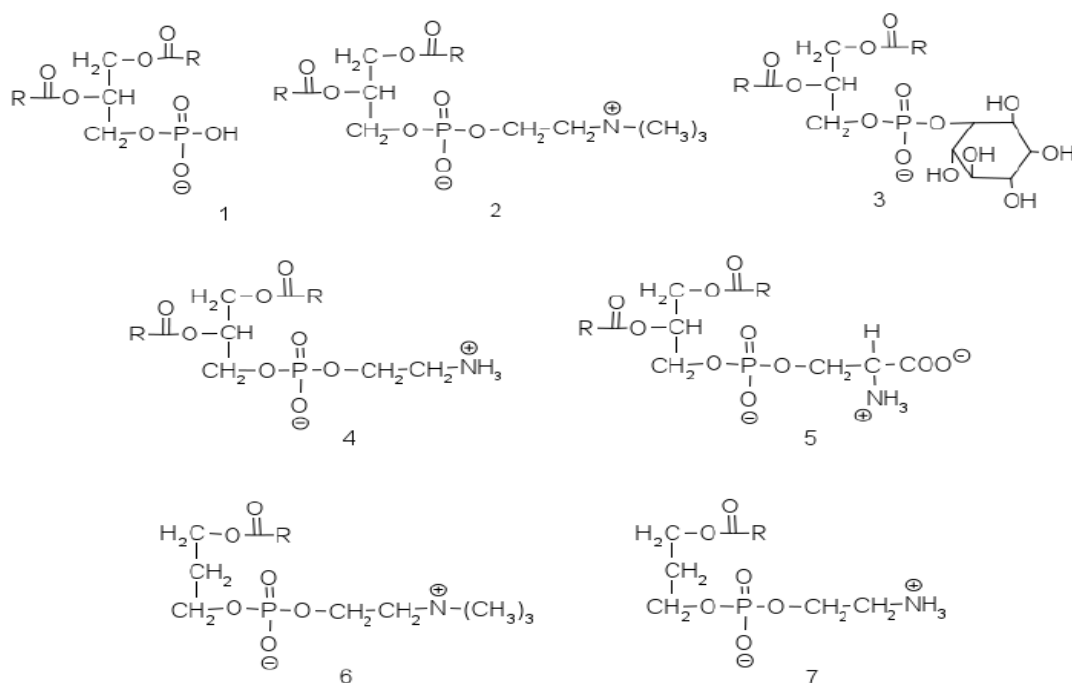


Figura 1. Estrutura química dos principais glicerofosfolipídios. Ácido Fosfatídico, 1; Fosfatidilcolina, 2; Fosfatidilinositol, 3; Fosfatidietanolamina, 4; Fosfatidilserina, 5; Lisofosfatidilcolina, 6; Lisofosfatidietanolamina, 7. R: Grupo de ácidos graxos. Adaptado de (HORROCKS, 1998).

Sendo os principais componentes das membranas celulares, os fosfolipídios estão comumente presentes nos produtos de origem animal e vegetal. De maneira geral, os fosfolipídios de origem animal caracterizam-se pela presença de esfingomielina. Entretanto, as diferentes fontes de fosfolipídios são caracterizadas por variações entre a composição, ou

seja, as fontes de fosfolipídios contém razões diferentes de cada um dos componentes. (WILSON; RINNE, 1974; FAGAN; WIJESUNDERA, 2004; WANG *et al.*, 2009).

Entretanto, por se tratar de um grupo bastante diverso quimicamente, a análise, sobretudo, a composição em fosfolipídios é bastante laboriosa e de custos elevados. Isto ocorre principalmente, pela complexidade das moléculas o que dificuldade da obtenção de padrões específicos para os diferentes fosfolipídios. (ERICKSON, 1997; LARSEN, HVATTUM, 2005).

Na estrutura molecular dos fosfolipídios há um grupo hidroxila do ácido fosfórico esterificado com um resíduo de diglicerídeo e outro grupo hidroxila do ácido fosfórico esterificado com colina, etanolamina, serina, inositol, glicerol ou diglicerídeo. Uma vez esterificados ao grupo fosfato estes resultarão em derivados que caracterizam os fosfolipídios, sendo os principais a fosfatidilinositol, fosfatidilcolina, fosfatidilserina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilglicerídeo e outros (GUNSTONE, 2001).

Por conter diferentes estruturas na molécula, os fosfolipídios apresentam regiões de diferentes polaridades, com uma zona polar localizada na região do grupo fosfato e na do glicerol; e uma zona apolar relacionada às cadeias de ácidos graxos. Essas características dão aos fosfolipídios a propriedade de serem compostos de superfície ativa (BELITZ, GROSCH, SCHIEBERLE, 2009).

Na área de cristalização de gorduras, o entendimento do mecanismo de cada componente da lecitina é importante. Segundo Miskandar *et al.* (2006), a lecitina de soja pode agir como promotora ou inibidora da cristalização. Aquelas lecitinas que apresentam em sua composição maior proporção de grupos terminais polares, como o fosfatidilinositol, são pouco ativas na nucleação e no crescimento de cristais. As lecitinas com grupos terminais apolares ou lecitina concentrada em fosfatidilcolinas têm sido mais atuantes na nucleação. Davis e Dimick (1989) encontraram o mesmo comportamento.

A lecitina melhora também a qualidade de muitas balas, incluindo os caramelos e toffees. Nas balas, dá maior brilho e melhor transparência. Nos chocolates, reduz a viscosidade e inibe a cristalização da gordura. Os fosfatídeos são instáveis sob as condições atmosféricas, tornando-se ranças, oxidando e escurecendo rapidamente com a exposição ao ar. No entanto, em presença do óleo de soja, como na lecitina comercial, são estáveis durante anos e podem ser usados como antioxidantes (MIYASAKI, 2013).

Ácidos graxos são moléculas fornecedoras de energia, armazenados na forma de triacilgliceróis (MURRAY *et al.*, 2007). Os ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos,

geralmente com uma cadeia carbônica longa, com número par de átomos de carbono e sem ramificações, podendo ser saturada ou conter uma instauração (ácidos graxos monoinsaturados) ou duas ou mais insaturações (ácidos graxos poli-insaturados). O grupo carboxila constitui a região polar e a cadeia carbônica, a parte apolar (MARZZOCO e TORRES, 2007).

Os ácidos graxos saturados mais frequentes na alimentação de humanos são: láurico, mirístico, palmítico e esteárico (que variam de 12 a 18 átomos de carbono). Os ácidos graxos insaturados são classificados em duas categorias principais: poli-insaturados [sendo os principais representantes os ácidos linoleico, araquidônico, α -linilênico, eicosapentaenoico (EPA) e docosahexanoico (DHA)] ou monoinsaturados representados pela série ômega-9 (oleico). O ácido linoleico é o precursor dos demais ácidos graxos poli-insaturados, cujas principais fontes alimentares são os óleos vegetais de soja, milho e girassol (BORGES *et al.*, 2014).

O ácido graxo de soja é extraído da borra, que é o principal subproduto da indústria de refino de óleo de soja e é formada durante a etapa de neutralização de refino químico do óleo bruto. Ácidos graxos livres presentes no óleo são neutralizados através da adição de solução de álcalis, resultando em sabões. Esta borra, devido ao seu alto conteúdo de ácidos graxos saponificados, tem reduzido valor econômico e grande disponibilidade nas indústrias de óleo e de biodiesel, é uma excelente matéria-prima para a obtenção de um concentrado de ácidos graxos livres (DORSA, 1998).

A soja é a principal fonte de obtenção da lecitina utilizada como emulsificante em alimentos. A etapa de obtenção da lecitina de soja denomina-se degomagem e normalmente consiste na adição de 1% a 3% de água ao óleo bruto aquecido a 60-70°C com agitação lenta. A degomagem ocasiona a formação de um precipitado denominado de borra, que é removida do óleo por centrifugação a 5.000-6.000 rpm.

A qualidade da lecitina é definida pelas metodologias sugeridas pela American Oil Chemistry Society (AOCS) e incluem: insolúvel em acetona; índice de acidez (medido através do conteúdo de ácidos graxos livres); índice de peróxidos (medido pelo grau de oxidação); viscosidade; e insolubilidade em hexano (medida pelo teor de impurezas sólidas). Legitimada por órgãos como a Food and Drug Administration (FDA) e Codex Alimentarius para ser utilizado como aditivo alimentar, como por exemplo: emulsificante. As propriedades tensoativas da lecitina são provenientes da estrutura molecular dos fosfolipídeos, crescendo a cada dia o consumo de produtos orgânicos na sociedade. Podendo ser utilizada como

emulsionante e lubrificante, na indústria alimentícia, na indústria farmacêutica e na produção de cosméticos (VIANNA; PIRES; VIANNA, 1999).

A utilização da lecitina de soja como aditivo alimentar natural de ação emulsificante deve ser ampliada e melhor estudada. Verifica-se nos estudos sobre lecitinação que dois fatores são determinantes para a aplicação, um é a viscosidade e o outro é a coloração da lecitina de soja. O comportamento relacionado com a viscosidade da lecitina de soja orgânica é melhorado ou modificado industrialmente com a adição de óleo degomado e isso influencia na classificação de lecitina ao ser comercializada, no tipo de aplicação ao produto granulado seco e expressivamente no valor energético nutricional do mesmo.

Os fosfolipídios são estruturas apolares e polares, portanto, lipofílicos e lipofóbicos, que contêm em suas estruturas ácidos fosfóricos ligados a bases nitrogenadas (aminas secundárias ou primárias) e a álcool cíclico, formando as estruturas como a fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina e fosfatidilinositol. Essas três estruturas basicamente compõem a lecitina dita comercial, entretanto pode ainda conter outras substâncias associadas como carboidratos, fibras, proteínas e óleos.

3.2. Processo industrial

O armazenamento do produto in natura refere-se à etapa posterior ao beneficiamento dos grãos de soja (limpeza, classificação e secagem) por determinado período de tempo em estruturas conhecidas como silos sob condições controladas, principalmente a umidade. Dependendo da demanda e produção (safra) do grão, decorre-se à etapa de preparação para extração do óleo bruto que envolve as sub-etapas de descascamento, trituração, laminação e cozimento. A etapa de extração do óleo bruto consiste na retirada do óleo mecanicamente por prensagem e/ou pelo contato do solvente com a estrutura sólida celular do grão preparado. O solvente mais utilizado nessa etapa é o hexano (MORETTO; FETT, 1998).

O óleo bruto extraído é composto por uma mistura de triglicérides (uma molécula de glicerol unida a três radicais de ácidos graxos), ácidos graxos livres, fosfatídeos (lecitina), compostos oxigenados, pigmentos (caroteno, xantofilas, clorofilas), gossipol, quinonas, dicetonas, voláteis diversos, dentre outros (LOPES, 2008).

A remoção dos fosfatídeos e de grande parte de estruturas diferentes aos triglicérides do óleo bruto corresponde ao processo denominado degomagem. Os compostos eliminados na

etapa de degomagem do óleo bruto são denominados de lecitina de soja e a separação destes resumidamente é feita normalmente por hidratação com água quente, separação por centrifugação e secagem à vácuo (MORETTO; FETT, 1998). As borras ou gomas, obtidas através do refino do óleo, após a degomagem, contém cerca de 50% de umidade quando não secas, mas após o processo de secagem a umidade deve situar no máximo a 1% (DORSA, 1998). Os triglicérides isentos desses componentes seguem-se por etapas subsequentes de refino para então serem comercializados como óleo vegetal refinado comestível.

O produto chamado de lecitina compõe-se em cerca de 60% de mistura de fosfatídeos (colina, etanolamina e inositol), 38% de óleo e 2% de umidade segundo Moretto e Fett (1998). Miyasaka e Medina (1981) especificaram os componentes fosfatídicos dissolvidos em óleo de soja, na seguinte proporção aproximadamente: colina – 20%, etanolamina ou cefalina – 20%, inositol – 21%, óleo de soja – 35%, e umidade, açúcares, proteínas e outros – 4%.

Nota-se que no processo de degomagem, processo de hidratação dos fosfolipídeos, contribuem para a umidade em excesso. A lecitina de soja no estado de goma arrasta ou se complexa com uma série de outros compostos hidrossolúveis presentes no óleo bruto oriundas da composição do grão, que quando secos irão compor a lecitina de soja comercial.

O óleo bruto, tal como se obtém por processos de prensagem ou extração por solventes, a partir dos grãos de soja, é formado por glicerídeos e substâncias denominadas componentes não-glicerídeos. Estes últimos componentes são de natureza muito diversa e sua presença no óleo bruto ou recém-extraído é muito reduzida, geralmente variando de 1,1 a 3,2% com média de 1,8%. Estes, como relatado, são os fosfatídeos ou fosfolipídeos (OLIVEIRA, 2001).

A degomagem com água corresponde à forma mais simples de se promover a redução de fosfatídeos, principalmente quando se deseja extrair a lecitina de soja. Geralmente a quantidade de água empregada na hidratação varia de 1,0 a 3,0% sobre o volume total de óleo bruto, determinando-se quase sempre a proporção mais adequada por meio de ensaios prévios em laboratórios (MORETTO; FETT, 1998).

O primeiro grupo de compostos a serem removidos do óleo bruto em sua maior parte coagulável e separável por hidratação libera uma massa de aspecto gomoso, daí a denominação de degomagem dado ao processo de separação das gomas do óleo como fase prévia e independente das etapas de refino propriamente ditas em que ocorrem as eliminações das substâncias do segundo grupo (BELITZ; GROSH, 1999).

O motivo para se proceder à degomagem do óleo bruto é que durante a estocagem, as gomas nele contidas se hidratam e precipitam, arrastando óleo, com a formação de fundo de tanque, também denominados, borras. Estas borras no óleo causam problemas de hidrólise e rancificação, conseqüentemente aumentam a acidez e geram sabores e odores estranhos (BELITZ; GROSH, 1999).

A temperatura durante o processo necessita ser controlada e mantida constante, pois, uma baixa temperatura irá promover uma melhor degomagem, porém acarretará maiores perdas de óleo incorporado nas gomas. Uma alta temperatura promoverá menor perda de óleo nas gomas, porém, maior quantidade de gomas permanecerá em solução e não serão separadas através do processo, comprometendo a qualidade da lecitina e do óleo (DORSA, 1998).

À temperaturas superiores a 80°C e em exposição por tempo prolongado, a lecitina tende a se escurecer, devido à peroxidação de açúcares eventuais em sua composição, afetando assim sua qualidade comercial (MORETTO; FETT, 1998). Em geral, estima-se que a temperatura de degomagem situa-se entre 55 e 82°C e mais precisamente, no caso do óleo de soja, a temperatura mais adequada para a centrifugação (processo de separação das gomas ou borras) é de aproximadamente 75°C (ALLEN *et al*, 1953a).

3.3 Análise crítica do processamento na indústria Gebana Brasil.

Nesta pesquisa buscamos abordar e sistematizar as atividades desenvolvidas na empresa Cataratas do Iguaçu Produtos Orgânicos. No intuito de problematizar, apresentamos todo o mecanismo de processamento, ou seja, desde a chegada do grão em especial da “soja” até os produtos finais devidos do processo de produção. É importante salientar que esta descrição tem autorização da empresa para ser citada neste trabalho.

Em uma visão técnica e objetiva começamos pelo processamento na fábrica de farelo:

Ao chegar o descarregamento dos grão de soja orgânica, organizamos um processo de ordem de moagem de acordo com as características, região de produção, histórico de produtor, separando sementes de diferentes regiões. Em seguida é realizado o procedimento de umidade, onde este apresenta normalmente resultados superiores à 11 %. Por elevador mecânico o grão é transportado para o equipamento de pré limpeza e secagem a 100 ° C para remoção de impurezas e umidade, o processo de secagem é realizado utilizando-se lenha de eucalipto de reflorestamento. Nesse processo também é diagnosticado o teor de umidade no grão já seco onde deve ser menor que 11 %. Os grãos, após a correção da umidade, são acomodados em big bag ou em silos com capacidades de 1 tonelada e 850 toneladas.

Para fins de produção de farelo a semente é transportada através de big bags para a fábrica de farelo processando através de um canhão de extrusão, aspirador de vapor, batedor após extrusora (liberação de vapor 150 ° C), empurrador prensa. Neste processo da prensagem se obtém o óleo bruto e a massa seca (farelo). O óleo bruto é destinado a fábrica de lecitina e a massa seca passa por um processo de homogeneização, resfriamento, padronizações de umidade por pulverização, até a destinação e armazenamos do farelo em big bags.

Com objetivo de ajustar o processo para se obter lecitina de soja com insolúveis em acetona com no mínimo 60%, foram desenvolvidas técnicas de otimização para o processamento da lecitina líquida de soja orgânica. A Gebana produz lecitina a aproximadamente 10 anos para consumo internacional na comunidade europeia, comercializando com grandes empresas no mercado internacional. O objetivo da proposta e projeto desenvolvido na empresa surgiu no viés que a lecitina então produzida apresentava oscilações de insolúveis em acetona (IA) variando de 50 % até 63%. Aproximadamente 20 % da produção apresentava IA maior que 60 % (mínimo permitido pela legislação europeia).

Como já mencionado anteriormente após o processo da produção de farelo é gerado o óleo bruto onde este é armazenado em um tanque de 15.000 L através de uma bomba de sucção, onde é conservado à temperatura ambiente. Através de uma bomba o óleo é bombeado para um tanque pulmão com capacidade de 1.000 litros com agitação, sendo aquecido a uma temperatura de 80 ° C, (tempo para chegar a esta temperatura: 40 min.). Nessa etapa do processamento são adicionados 30 kg de carvão ativado para cada 800 litros de óleo bruto. Após esse pré aquecimento o óleo é bombeado até o filtro prensa, onde o mesmo é filtrado por 24 camadas de panos num tempo estimado de 90 minutos para cada 800 litros. Nesta etapa é retirado todo o carvão ativado utilizando para remover as impurezas. Em seguida o óleo é bombeado para o pulmão do hidratador, que tem capacidade para 5.000 L de óleo filtrado.

Após o acondicionamento o óleo é bombeado para o tanque hidratador 1 com capacidade de 900 kg, onde esse é agitado e aquecido a uma temperatura de 70°C. quando o óleo atinge a temperatura desejada adiciona-se 25 litros de água quente, esperando um tempo de hidratação de 20 minutos. Em consequência disto o óleo é enviado para uma centrífuga de separação por gravidade, possuindo rotação de 15.000 RPM e uma capacidade de 618 kg/h. Nesse processo temos a separação do óleo degomado e da goma hidratada úmida. Essa goma é pesada em baldes e armazenada em um tanque pulmão com capacidade de 150 kg.

Após o processo de degomagem a goma é bombeada para o secador de lecitina já com o vácuo ligado (660 mm/hg), que tem capacidade para 250 Kg, a goma é agitada e aquecida a uma temperatura média de 105°C por um período de 8 horas. Na medida que a temperatura sobe o vácuo diminui. Quando o vácuo volta a subir é adicionado óleo degomado para correção de insolúveis em acetona, continuando o processo por mais 3 horas. Após esse período a lecitina seca é bombeada para o tanque de depósito com agitação constante, onde é envasada por gravidade em baldes de 17 kg ou tambores de 200 kg.

O óleo bruto degomado é transferido num tanque para armazenagem e em seguida é feito o envase em tambores de 200 litros ou carga fechada (carreta). A Gebana não ajusta a umidade do óleo bruto degomado para evitar que haja proliferação microbiana neste óleo de soja. Neste sentido o processo da fábrica de lecitina é apresentado na forma de fluxograma conforme a Figura 2.

Para obter lecitina com insolúveis em acetona maior que 60 % é necessário a determinação do IA (insolúveis em acetona) do óleo bruto para ajustar a quantidade de óleo a ser adicionada durante o processo de secagem. Normalmente adiciona-se quantidade de água na mesma proporção que o identificado como IA, porém este procedimento não era realizado na empresa.

Para além disto se torna obrigatória a análise de umidade, matéria volátil além do insolúvel em acetona na goma para definir a quantidade de óleo a ser adicionado no ajuste da viscosidade da lecitina durante o processo de secagem, calculando seu rendimento e solubilidade em acetona e hexano.

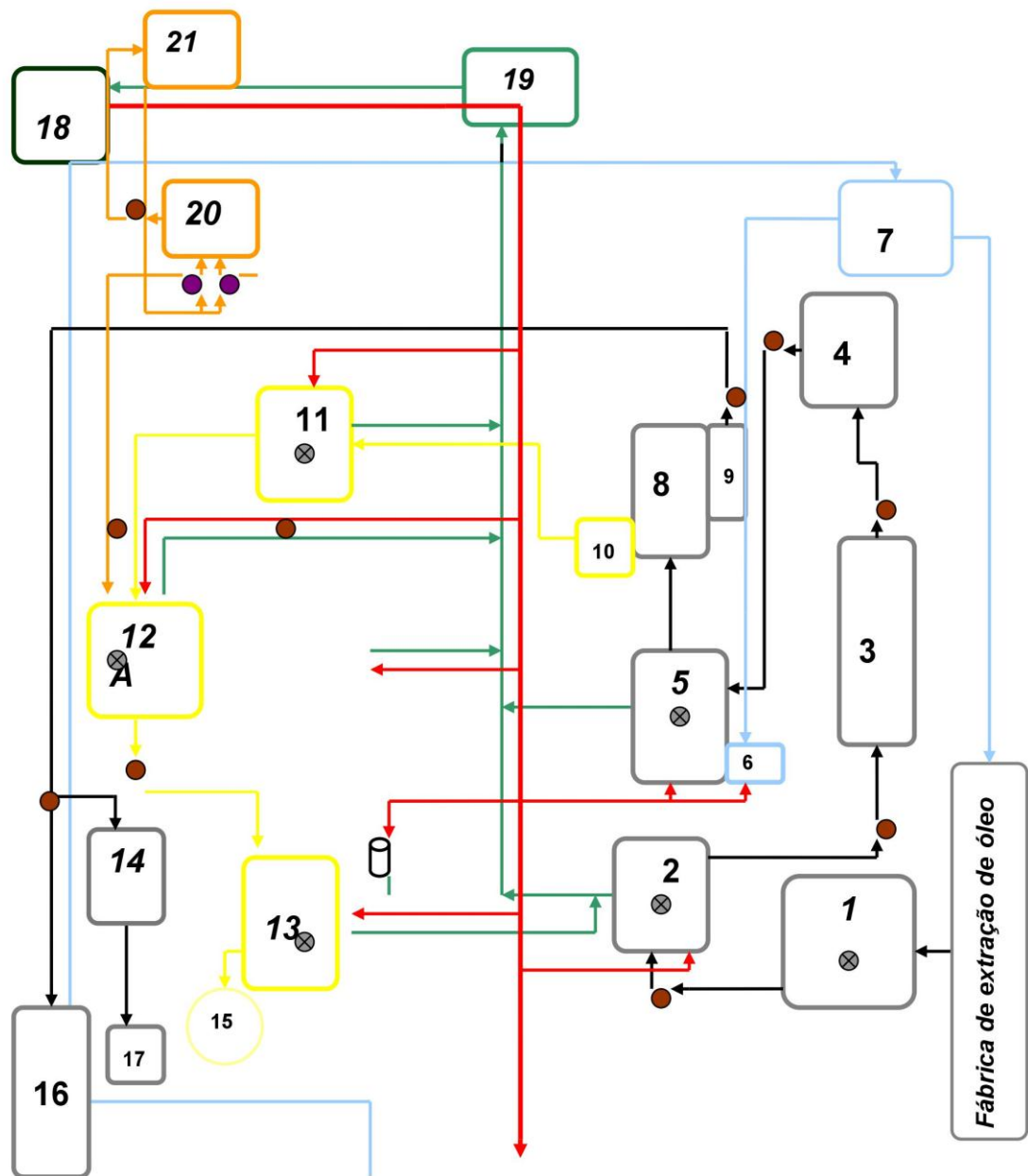


Figura 2. Fábrica de Lecitina Gebana Brasil. Fonte: Autores

- (1) * TANQUE DEPÓSITO: ABASTECIMENTO DE ÓLEO
- (2) * PULMÃO DO FILTRO PRENSA
- (3) * FILTRO PRENSA
- (4) * FILTRO BAG
- (5) * TANQUE HIDRATADOR
- (6) * CAIXA D' ÁGUA
- (7) * CAIXA DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO DA FÁBRICA
- (8) * CENTRÍFUGA

- (9) * CAIXA DE ÓLEO DEGOMADO
- (10) * ESTOCAGEM DE GOMA
- (11) * PULMÃO DE SECADOR DA LECITINA
- (12) * SECADOR DE LECITINA
- (13) * DEPÓSITO DE LECITINA SECA
- (14) * DEPÓSITO DE BALDES
- (15) * TPA DA LECITINA
- (16) * DEPÓSITO DE ÓLEO
- (17) * SAÍDA DE ÓLEO EM TAMBOR
- (18) * CALDEIRA
- (19) * CAIXA DE RETORNO DE VAPOR CONDENSADO
- (20) * CAIXA DE RETORNO DE ÁGUA DO SISTEMA DE VÁCUO
- (21) * SISTEMA DE REFRIGERAMENTO DA ÁGUA



* RESERVATÓRIO DE VAPOR CONDENSADO



* LINHA DE PASSAGEM DE ÓLEO



* LINHA DE PASSAGEM DE ÁGUA



* LINHA DE PASSAGEM DE VAPOR



* LINHA DE RETORNO DE VAPOR (CONDENSADO)



* LINHA DO SISTEMA DE VÁCUO



* LINHA DE PASSAGEM DA GOMA



* SISTEMA DE AGITADORES



* BOMBA DE SUCCÃO



* BOMBA DE VÁCUO

3.4 fosfatidilcolina

A fosfatidilcolina é uma mistura de ocorrência natural com diversas cadeias laterais de ácido graxo, como os ácidos esteárico, oléico e palmítico, podendo ser extraída da lecitina de soja. Devido às suas excelentes funcionalidades fisiológicas, como retardar o envelhecimento, melhorar a memória, reduzindo a gordura no sangue e prevenindo o diabetes, e sua atividade

de superfície, a fosfatidilcolina tem sido amplamente utilizada nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (SCHMIELE, 2016).

A colina foi reconhecida como presente em tecidos de mamíferos em 1862. Sua importância como nutriente essencial foi primeiramente demonstrada em um estudo sobre a insulina em 1930 (ZEISEL, 1994). Cachorros pancreatectomizados mantidos em terapia com insulina desenvolviam fígado gorduroso e morriam. A administração de pâncreas cru preveniu o desenvolvimento de fígado gorduroso devido ao seu conteúdo de colina na forma de lecitina. Como resultado, a colina e outras substâncias que preveniam o fígado gorduroso foram chamadas lipotrópicas. Outras pesquisas demonstraram que a colina é um nutriente essencial em muitas espécies animais, inclusive nos primatas (CANTY, 1997).

A deficiência de colina provoca anormalidades da função hepática, infertilidade, alterações no crescimento, anormalidades ósseas, diminuição da hematopoiese e hipertensão. A partir de 1970, alguns pesquisadores sugeriram que a colina era benéfica para as doenças cardíacas. Nos anos de 1980, sugeriram que a lecitina tinha importante papel no tratamento da perda de memória, desordens neurológicas, doenças cardíacas e doenças da vesícula biliar. Apesar de as pesquisas sugerirem tais benefícios, pouco se sabia do seu papel na nutrição e saúde. Hoje, como resultado da pesquisa em biologia celular, neurociência e nutrição, estamos entendendo melhor o papel da lecitina e da colina na saúde e na doença (CANTY, 1994).

A fosfatidilcolina (Fig. 3) conhecida popularmente como colina (trimetil -beta-hidroxi-etanolamônia) é definida como uma amina quaternária e classificada como uma vitamina do Complexo B, porém, ao contrário das outras vitaminas desta classe, a colina desempenha um papel estrutural nos tecidos e não apenas um co-fator em reações metabólicas (MECK e WILLIAMS, 2003; COZZOLINO e COMINETTI, 2013).

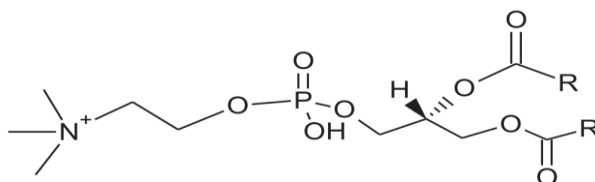


Figura 3. Estrutura molecular da fosfatidilcolina (FC). R representa longa cadeia hidrocarbonada que pode conter insaturações. Fonte: Autores.

Dentre as funções da colina, podemos citar a integridade estrutural e função sinalizadora em membranas celulares, metabolismo do grupo metil e síntese de neurotransmissores, como a acetilcolina. Indivíduos que apresentam ingestão inadequada de colina podem desencadear esteatose hepática e danos musculares (INSTITUTE OF MEDICINE, 1998).

Além de auxiliar no fechamento do tubo neural durante a gestação, a suplementação de colina durante este período, pode aumentar a capacidade da memória, atenuando o declínio da atenção e da memória na fase adulta (MECK, WILLIAMS, 2003).

A colina é sintetizada no organismo, porém a quantidade produzida não é suficiente para a manutenção das necessidades humanas, o que a tornou essencial, em 1998, pelo Instituto de Medicina dos Estados Unidos. Dessa maneira é necessária a obtenção de forma exógena, proveniente da alimentação, através do consumo das principais fontes de colina que são os ovos, a carne bovina, a carne suína e a soja. A colina está amplamente presente nos alimentos, principalmente na forma de fosfatidilcolina (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

Existem 3 fontes de colina que são utilizadas para a síntese de acetilcolina. A maior parte (35 a 50%) é obtida pela ação da acetilcolinesterase nas fendas sinápticas. A colina é encontrada nos alimentos na forma de fosfatidilcolina, onde é absorvida, aumentando os níveis plasmáticos e, quando necessária, é metabolizada em colina livre no cérebro. A forma de colina livre não é capaz de ultrapassar a barreira hematoencefálica, por isso, é necessário que esteja na forma de fosfatidilcolina. A colina é armazenada na forma de fosforilcolina e, sempre que houver necessidade, pode ser utilizada para a síntese de acetilcolina (GOLAN, 2009).

Para a função neuronal, a colina obtida por via alimentar está diretamente ligada à estimulação da síntese de acetilcolina, neurotransmissor que se liga aos receptores colinérgicos que estão presentes tanto nas terminações neuromusculares quanto no Sistema Nervoso Central (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

A acetilcolina é um importante neurotransmissor, responsável pela contração muscular, pela memória e também pelo processo de aprendizagem. Para a síntese de acetilcolina, é necessário que haja uma reação entre a colina (obtida por via alimentar) e Acetil-CoA (produto da glicólise, pela descarboxilação do piruvato), na presença da enzima colina acetiltransferase. A reação ocorre onde existem dois tipos de receptores para este neurotransmissor: receptores muscarínicos, responsáveis pelas sinapses neuronais e os receptores nicotínicos, responsáveis pelas sinapses neuromusculares e neuronais. A

acetilcolina utilizada nas sinapses é degradada na fenda sináptica, pela enzima acetilcolinesterase, gerando novamente colina e uma molécula de acetato (VENTURA, et al, 2010).

No entanto, devido ao seu rico conteúdo de gorduras insaturadas ácidos, a fosfatidilcolina é sensível ao calor e à luz, e muito fácil de oxidar durante a fabricação, armazenamento e consumo, o que restringe suas aplicações nas indústrias. Acima até agora, há poucos relatos sobre como melhorar a estabilidade fosfatidilcolina (DURIC, 2012).

A amilose, uma das duas principais frações do amido, é um polímero predominantemente linear, que é composto de α -Dglucose ligado principalmente por ligações α -1,4. Na presença de ligantes como álcoois, compostos aromáticos e lipídios, amilose pode sofrer uma alteração de conformação, resultando em única hélice canhota que tem uma superfície hidrofílica e hidrofóbico dentro do canal helicoidal. Assim, a amilose pode ser usado como um material de parede para encapsular hóspedes hidrofóbicos moléculas para formar complexos de inclusão (KIM, 2009).

Embora a capacidade de amilose para formar complexos de inclusão com uma ampla variedade de moléculas é conhecida há várias décadas, apenas recentemente a amilose tem sido sistematicamente estudada como um possível veículo para compostos bioativos (LESMES, *et al*, 2009).

Durante a pesquisa, para reduzir o custo e alcançar a industrialização, amilose foi obtida pela hidrólise do amido de batata nativo com pululanase, e o amido desmembrado obtido (amilose) foi usado pela primeira vez como material de parede para encapsular fosfatidilcolina pelo seu único helicoidal para melhorar a estabilidade de fosfatidilcolina. O efeito da temperatura de reação, tempo de reação, e quantidade de adição de fosfatidilcolina em a carga útil de fosfatidilcolina e taxa de inclusão foram investigados (LESMES, *et al.*, 2009).

A complexação da fosfatidilcolina com amido desramificado é influenciado por muitos fatores. O efeito da reação parâmetros (temperatura de reação, tempo de reação e quantidade de fosfatidilcolina) na fosfatidilcolina carga útil e taxa de inclusão foi estudada, e os resultados encontrados foram satisfatórios para o estudo de encapsulamento entre a amilose e fosfatidilcolina (KIM, 2009).

3.5 Doença do Mal de Alzheimer

Com o passar do tempo, à medida que a qualidade de vida e conseqüentemente a expectativa de vida aumentam juntas, doenças que afetam o indivíduo da faixa etária pré senil vem se tornando cada vez mais relevantes para a sociedade em que o problema se encontra (ABREU *et al.*, 2005). A doença de Alzheimer é neurodegenerativa progressiva que provoca demência, comprometendo, ao longo de sua lenta evolução, a autonomia dos pacientes (ABREU *et al.*, 2005).

A Doença de Alzheimer (DA) é caracterizada pela degeneração e perda de neurônios e sinapses, de forma progressiva, em todo o cérebro, ocorrendo declínio da função cognitiva e perda de memória. Observou-se ao longo dos anos, com diversos estudos, que as áreas mais afetadas do cérebro são das células nervosas responsáveis pela memória e funções executivas, que envolvem planejamento e execução de funções complexas, como o pro encéfalo, hipocampo e o córtex. Estudos realizados apontam que a disfunção do sistema colinérgico é uma das causas das desordens cognitivas, por estar relacionada com o declínio da síntese de acetilcolina, o que auxilia a progressão da doença (PARK, *et al.* 2002).

A doença recebeu este nome devido ao seu pesquisador Alois Alzheimer, médico alemão, que em 1907 escreveu o artigo “*A characteristic serious disease of the cerebral cortex*” em que conta o caso de sua paciente que começou a ser atendida aos 51 anos de idade, quando iniciou as consultas era possível identificar delírios que se originaram de ciúmes intensos sobre seu marido, com o passar do tempo, houve um avanço de problemas de linguagem e memória assim como desorientação em um estágio avançado com piora progressiva (LEIBING, 1998).

A DA está comumente associada à fase senil da vida, que compreende indivíduos acima de 65 anos, podendo acometer também os mais jovens. Dados recentes afirmam que existem cerca de 35,6 milhões de pessoas no mundo com a Doença de Alzheimer e, no Brasil, aproximadamente 1,2 milhões de casos (Associação Brasileira de Alzheimer, 2014).

Ainda sem cura, a Doença de Alzheimer é constantemente estudada, buscando alternativas de tratamentos que evitem a rápida progressão da doença. Alguns estudos sugerem que uma forma para controle da doença seja aumentar a concentração de acetilcolina, inibindo a ação da acetilcolinesterase, por exemplo (PARK, *et al.*, 2002).

A colina é um nutriente essencial para o funcionamento e manutenção da homeostase no organismo, apesar de só ter sido reconhecida assim em 1998 pelo Instituto de Medicina dos Estados Unidos; é precursora de diversos componentes estruturais e sinalizadores das

células, como por exemplo, os fosfolípidos, a esfingomielina, o fator de ativação de plaquetas, a acetilcolina, entre outros (LEWIS, *et al.*, 2014).

Recentemente, a colina tem sido associada ao desenvolvimento neurológico, função cognitiva e à incidência de defeitos no tubo neural (MYGIND, *et al.*, 2013). Em dermatologia, a fosfatidilcolina tem sido usada por via subcutânea, de modo empírico, não estando claro seu mecanismo de ação, uma vez que existem poucos trabalhos científicos experimentais publicados nessa área. No final de 2002, o emprego da fosfatidilcolina da soja estava em evidência em clínicas dermatológicas, e até mesmo em clínicas estéticas.

Numerosos estudos em animais demonstraram que uma dieta deficiente em colina promove a carcinogênese hepática (ZEISEL, 1993). A doença começa com o acúmulo de lípidos hepáticos, porque a lecitina é necessária para a síntese de proteínas de muito baixa densidade (VLDL), a mais importante via de saída dos triglicérides hepáticos. De fato, o fígado gorduroso é um dos sinais clássicos da deficiência de colina em animais.

A doença de Alzheimer caracteriza-se histopatologicamente, pela maciça perda sináptica e pela morte neuronal observada nas regiões cerebrais, o hipocampo, o córtex entorrinal e o estriado ventral (SILVEIRA *et al.*, 2002). As características histopatológicas presentes no parênquima cerebral de pacientes portadores da doença de Alzheimer inclui depósito fibrilares amiloidais localizados nas paredes dos vasos sanguíneos associados a uma variedade de diferentes tipos de placas (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Recentemente, Scheltens e seus colaboradores (2014), realizaram um estudo randomizado, placebo-controlado, multi-países e duplo-cego, analisou o uso de um fármaco composto basicamente por três nutrientes - DHA - Docosa ácido hexanoico, Uridina e Colina - em 239 pacientes com estágios iniciais de DA, por 12 a 24 semanas, observando melhora na conectividade entre as diferentes regiões cerebrais, melhor performance cognitiva, melhor função e formação de sinapses. Foi utilizado uma dose comercial deste fármaco ao dia, composto por EPA (300mg), DHA (1200mg), Fosfolípidos (106mg), Colina (400mg), Uridina Monofostato (625mg), Vitamina E (40mg), Vitamina C (80mg), Zinco (60mcg), Vitamina B12 (3mcg) e Ácido Fólico (400mcg). Para avaliar o desempenho dos pacientes foram realizadas baterias de testes neuropsicológicos e encefalografias. O melhor resultado está diretamente relacionado com o tempo de administração do produto.

3.5 Proposta de Ensino com o tema Alimentos

Atualmente no Brasil, paradoxalmente, mesmo diante do fato de que a Ciência e Tecnologia têm se mostrado cada vez mais inseridas no cotidiano de toda a população, observa-se que inclusive pessoas um pouco mais escolarizadas ainda estão em uma situação de distanciamento do chamado conhecimento científico. A Ciência por muitas vezes não é relacionada com práticas do cotidiano, se distanciando da realidade sendo cada vez mais difícil de ser compreendida no sistema educacional vigente. Neste sentido, a Escola possui papel fundamental para formação científica, crítica e social dos estudantes. Pensar sobre a questão dos alimentos hoje em dia é necessário, pois nos relacionamos a todo momento com eles e na maioria das vezes não relacionamos este tema aos conhecimentos científicos, neste caso especialmente a Bioquímica.

A bioquímica e as funções biológicas atuam no organismo em termos químicos, verificando transformações que ocorrem neste por meio de compostos que possuem uma grande variedade funcional (FONSECA, 2013). Por meio de um conjunto de pequenas moléculas nosso organismo realiza diversas funções, no qual estas são possíveis por meio do auxílio de biomoléculas e suas interações (NELSON; COX, 2011). O estudo de processos metabólicos é desenvolvido por intermédio de grupos fundamentais na bioquímica: carboidratos, lipídeos e proteínas, sendo a última composta pela união de aminoácidos, vitaminas classificadas em hidrossolúveis, solúveis em água, e lipossolúveis, solúveis em lipídios. Nossa saúde depende de uma alimentação balanceada e de alto valor nutritivo, infelizmente a maioria dos jovens preferem comer fast food, caracterizadas como comidas rápidas e baratas.

Nesta etapa do trabalho, nosso objetivo foi compreender os processos bioquímicos que ocorrem em nosso organismo através da ingestão de alimentos, que por sua vez fazem parte do contexto diário da vida dos estudantes, no sentido de ser um fator essencial para a sobrevivência, pois através dele obtém-se energia e nutrientes necessários para o funcionamento do organismo. Quando a alimentação não é adequada ocorrem as deficiências nutricionais. As funções do organismo não são realizadas normalmente e como consequência podem ocorrer doenças. Neste contexto é importante destacar o papel da escola, como espaço de promoção da cidadania e hábitos alimentares mais saudáveis.

A escola precisa oferecer um ensino de qualidade que promova a produção de sentidos sobre as fontes, quantidades, qualidades e as funções que os nutrientes exercem no nosso corpo. Neste sentido, a abordagem de conceitos bioquímicos, estudados nas aulas de Química

e Biologia durante o Ensino Médio, trata de uma ferramenta essencial no processo de compreensão dos fundamentos da nutrição necessários a manutenção de uma boa saúde. Desta forma, cada vez mais precisamos assumir o papel de professores educadores críticos-reflexivos, pesquisadores, envolvidos de forma interdisciplinar com o processo de ensinar e aprender, por meio da atuação na educação formal e/ou informal, em diferentes instâncias com utilização de conhecimentos psicopedagógicos, tecnológicos, humanístico/científicos, buscando tornar capaz de se influir na realidade social, preocupado com a pesquisa e seu constante aperfeiçoamento.

Com isso, devemos tomar a consciência de que somos formadores de opiniões, e termos em sala uma postura ética, voltada para o estabelecimento de relações entre teoria e prática sobre o universo do trabalho. É importante também que o professor torne sua sala de aula um campo de pesquisa, utilizando diversas linguagens em sua prática pedagógica, envolvido com o trabalho em equipe, com espírito inovador e criativo, capaz de gerir diferentes situações inerentes a sua prática profissional.

O objetivo geral desta proposta foi compreender os diversos aspectos da alimentação por meio do desenvolvimento do conteúdo de bioquímica, compostos bioquímicos, aditivos nos alimentos e suas aplicações (lecitina de soja), buscando ensinar e aprender junto com os alunos, por meio do tema "Alimentação Saudável", respeitando suas peculiaridades e hábitos, propondo novos olhares sobre a alimentação de cada aluno, relacionado-os com os conteúdos teóricos/práticos. O trabalho se caracterizou como uma proposta de Ensino construída no componente curricular de Estágio Supervisionado¹ da Universidade Federal da Fronteira Sul-Campus Realeza-PR, e foi desenvolvido em uma turma de 3º ano de Ensino Médio em uma Escola da rede pública de ensino.

A partir disso, foi construído um artigo que apresenta a proposta de ensino com foco na Bioquímica dos alimentos, utilizando vários recursos didáticos e metodológicos apresentado na 6ª edição do **Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia - SINECT** realizado nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Ponta Grossa, na cidade de Ponta Grossa - PR, entre os dias 27 e 30 de novembro de 2018 (Anexo 1).

O VI Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia objetiva criar um espaço para estudo, reflexão, troca de experiências, intercâmbio de pesquisas, debates e outras

¹ Trabalho desenvolvido com a colaboração dos professores Jackson Luís Martins Cacciamani, Claudia Fioresi, Caroline Zanotto, professores dos Componente curricular de Estágio e Projetos.

interações dialógicas que visem a analisar o contexto de sala de aula como objeto de investigação/ação, tendo como suporte teórico as contribuições da ciência e da tecnologia.

Tendo em vista o processo de contextualização, os conteúdos foram abordados através de diferentes linguagens como, música, experimentação, revistas, vídeos, entre tantas outras atividades didáticas. O principal objetivo está direcionado numa visão crítica e reflexiva acerca da proposta epistemológica do Educar pela Pesquisa sistematizando a educação alimentar e seus processos, possibilitando aos alunos momentos de reflexão, diálogo, discussões voltadas ao contexto escolar que estão inseridos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados nos laboratórios de Físico-Química e de multiusuários da UFFS, Campus Realeza-PR.

4.1 Materiais

- * Dextrin, xantana e fosfatidilcolina foram obtidas da Sigma Aldrich®;
- * Lecitina de soja bruta (doada pela Cataratas do Iguaçu Produtos Orgânicos LTDA (Gebana Brasil) situada no município de Capanema - PR;
- * Solventes: Dimetilfufóxido (DMSO); tolueno, água destilada; acetona; hexano; hidróxido de sódio; clorofórmio; metanol; ácido clorídrico entre outros. Todos os reagentes são de grau analítico e foram usados sem purificação prévia.

4.2 Métodos

Para a execução deste trabalho de conclusão de curso, foram doados pela empresa Gebana Brasil da cidade de Capanema-PR, amostras de lecitina de soja comercial do tipo padrão, cujos parâmetros físico-químicos de qualidade são conhecidos e certificados por métodos definidos pela AOCS.

4.2.1 Caracterização Físico - Química

4.2.1.1 Umidade - Secagem direta em estufa a 105 ° C (IAL, 012/IV, 2002).

A umidade corresponde à perda em massa do produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. Na realidade, não é somente a água removida, mas outras substâncias podem se volatilizar na estufa mantida a 105°C. O resíduo obtido no aquecimento direto é chamado de resíduo seco. O aquecimento direto da amostra a 105°C é o processo mais usual (IAL, 2002).

E, para a execução da metodologia no laboratório de multiusuários da UFFS, foram usadas a estufa a 105°C, estabilizada a essa temperatura por meia hora antes de sua utilização; balança de precisão com resolução de 0,1 mg; dessecador de vidro com sílica gel; cápsulas de porcelanas e pinça. Utilizou-se uma balança, quantificando as massas das cápsulas de porcelana previamente aquecidas a 105°C em estufa e determinaram-se as massas de lecitina de soja, que deve ser em torno de 5 g de amostra nas cápsulas previamente taradas. Levaram-se as amostras à estufa e aquecer por três horas a 105°C constante, posteriormente resfriando-se em dessecador até temperatura ambiente e determinadas as massas.

Determinaram-se as massas finais repetindo a operação de aquecimento, de uma em uma hora e resfriamento até massa constante em cada tratamento ou em cada cápsula. A massa final e o teor de umidade determinado nos tratamentos foram obtidos pela Equação (1):

Cálculo:

$$100 \left(\frac{N}{P} \right) = \% \text{ umidade (m/m)} \quad (1)$$

Onde, N refere-se à massa de umidade (g) perdida em cada cápsula de cada tratamento e P, número em gramas da massa no início do procedimento de determinação da umidade. Tal procedimento foi realizado em triplicata para se determinar o teor de umidade (percentual).

4.2.1.2 Índice de acidez

O índice de acidez é definido como o número de mg de hidróxido de sódio (NaOH) necessário para neutralizar um grama da amostra. Seguiu-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008), método de número 325/IV que corresponde ao método internacional oficial da AOCS (American Oil Chemistry Society) de número Ja 6-55, cuja base de cálculo é mostrada na Equação (2), onde V é o volume em mL de solução de hidróxido de sódio a 0,1 M gastos na titulação, f, o fator de correção da solução de NaOH utilizada igual a 1, p é a massa da amostra e 5,61 fator numérico de correção da análise.

Cálculo:

$$IA \text{ (mgNaOH/g)} = (5,61 * V * f) / p \quad (2)$$

O índice de acidez normalmente é associado à conservação dos lipídeos, conotando estado de rancificação hidrolítica. Pesa-se mais ou menos 1,5 g de amostra em cada amostragem dos resultados dos experimentos e realizadas as titulações.

4.2.1.3 Índice de saponificação

Este método é aplicável a todos os óleos e gorduras e expressa os de miligramas de hidróxido de potássio necessários para saponificar um grama de amostra. Mas, diferentemente do índice de acidez, as amostras são levadas a uma chapa aquecedora até fervura por mais ou menos uma hora, com um condensador acoplado (IAL, 2008). Durante o procedimento deve pesar cerca de 3 g de cada amostra e a base de cálculo para a determinação do índice de saponificação é obtido pela Equação (3), onde 28,06 é o fator de correção numérico para a análise, f é o fator de correção da solução de HCl 0,5M, (f =0,9850), Va é o volume gasto de ácido clorídrico para titulação das amostras e Vb, volume gasto de HCl na titulação do branco e p, a massa das amostras pesadas.

Cálculo:

$$IS \text{ (mgKOH / g)} = \{28,6 * f * (Va - Vb)\}/p \quad (3)$$

O I.S. é usado como uma estimativa média dos tamanhos das cadeias de ácidos graxos que compõem os triglicerídeos ou a lecitina. Quanto maior for o valor do índice de saponificação, menores são os tamanhos das cadeias de ácidos graxos e vice-versa (RANKEN *et al.*, 1997). O índice de saponificação subtraído do índice de acidez fornece o índice de éster, o qual é a medida estimada de glicerídeos presentes na lecitina (POMERANZ; MELOAN, 1994).

4.2.1.4 Insolúveis em acetona

Stopper; Saffer; Bauer (1953) indicam que a fração fosfolipídica da lecitina de soja comercial pode ser separada pela extração com acetona e a análise de insolubilidade em acetona é preliminar, essencial para qualificar a lecitina comercial, que possui cerca de 65% de substâncias polares, como os fosfolipídeos, açúcares, inositol, dentre outros.

A análise se baseia na insolubilidade dos componentes polares da lecitina de soja em acetona. Cerca de 5 g por amostra foram pesadas e solubilizadas em 80 mL de acetona P.A., a solução foi levada para um banho de gelo, onde permaneceram por aproximadamente 1 hora, para ser filtrada e os insolúveis lavados com acetona até que toda a massa de insolúveis tivesse sido trafegada para um kitassato de vidro poroso, pré pesado. A filtração ocorre sob vácuo e posteriormente o material levado à estufa à 80°C, dessecado e então pesado até que se obtivesse peso constante (DIEFFENBACHER; POCKLINGTON, 1992). O conteúdo de insolúveis é determinado pela Equação (4).

Cálculo:

$$\text{IAc \%} = A \cdot 100 / p \quad (4)$$

onde A, é a massa residual pesada após a secagem e p é a massa de lecitina pesada antes da solubilização em acetona e da secagem.

4.2.1.5 Teor de gordura (IAL, 353/IV, 2002)

A determinação de gordura, geralmente se baseia nas propriedades dos lipídios. Estes compostos apresentam propriedades físicas que refletem seu caráter hidrofóbico, sendo solúveis em solventes orgânicos. Os solventes orgânicos são, então, usados na determinação de gordura por extração.

No caso de alimentos, nem sempre é possível extrair diretamente a gordura. Se a amostra for úmida é necessário proceder uma secagem, pois a água impede a penetração total do solvente. Quando os lipídeos se encontram ligados a proteínas ou açúcares, faz-se necessário uma hidrólise prévia, como no método de Gerber. Em alguns casos, em vez de combinação de hidrólise e extração, é suficiente tratar a amostra com uma mistura de clorofórmio e metanol (IAL, 2002).

Para amostras que podem ser extraídas diretamente são usados equipamentos que realizam a extração por solvente como o aparelho de Soxhlet (extração intermitente). O extrato obtido diretamente sem tratamento prévio, pode conter, além da gordura, quantidades pequenas de ceras, resinas, esteróis e carotenóides. A escolha do método para extração de lipídios depende do material a ser analisado e da natureza das subseqüentes análises a serem feitas neste extrato lipídico.

O método de Bligh & Dyer pode ser usado para alimentos secos ou para produtos com altos teores de água (como peixes, vegetais verdes, por ex.), devido ao uso de solventes polares, há extração de todas as classes de lipídeos. Como os lipídeos são extraídos sem aquecimento, o extrato pode ser utilizado para avaliar o grau de deterioração dos lipídeos através do índice de peróxidos e da porcentagem de ácidos graxos livres. O teor de carotenóides, de vitamina E, de esteróis e a composição de ácidos graxos também podem ser determinadas no mesmo extrato.

Pesou-se em béqueres, três amostras de aproximadamente 2,0 g identificadas como 1,2 e 3. Em seguida as amostras devem ser transferidas para três frascos com tampa de rosca de 100 mL.

Antes de iniciar as etapas posteriores foram colocados 3 béqueres na estufa por um período de 3h a 105 ° C. Adicionou-se 20 mL de clorofórmio dissolvendo a amostra transferindo agora para o frasco com tampa onde em seguida, deve ser adicionamos 10 mL de metanol e 10 mL de água destilada. Na seqüência tampou-se o frasco hermeticamente transferindo os frascos para um agitador rotativo por um período de 30 min. Após esse período de homogeneização adicionam-se para cada amostra 5 mL de clorofórmio e 5 mL de sulfato de sódio 1,5 %. Tampou-se e agitou por um período de 4 minutos. Posteriormente deixar separar as camadas de forma natural em funil de decantação.

Retirou-se cerca de 10 mL a 25 mL da camada inferior (clorofórmio) de cada amostra, descartando a camada superior. Filtrou-se as três amostras e transferiremos a camada inferior num frasco com tampa de rosca de 100 mL. Adicionou-se aproximadamente 1 g de sulfato de sódio anidro em cada amostra, agitando para remover traços de água que são arrastados na pipetagem inferior. Filtrar-se novamente num funil pequeno com papel de filtro para um béquer de 100 mL. A solução obtida foi semelhante a coloração da lecitina. Para fins de análise mediu-se exatamente 5 mL de cada amostra (pipeta), despejando em béquer de 50 mL previamente tarado por 3h a 105 ° C, anotando o peso dele vazio.

Cálculos:

$$\% \text{ lipídios totais: } p \times 4 \times 100 / g \quad (5)$$

p= peso dos lipídios (g) contido em 5 mL;

g= peso da amostra (g)

4.2.1.6 Insolúvel em Hexano

O insolúveis em Hexano é medida a pureza da lecitina, visto que é geralmente composta de fibras residuais, carboidratos, pigmentos carotenóides e clorofilados e /ou auxiliares de filtração. A matéria insolúvel em hexano determinadas impurezas insolúveis polares que acompanham a lecitina e que lhes causa turbidez, mau aspecto e sedimentação, como é o caso da presença dos sais de cálcio e magnésio complexados com fosfatídeos, ou mesmo carboidratos e proteínas arrastadas na degomagem. O índice máximo de insolúvel em hexano não deve ser maior que 0,3% em relação ao volume da amostra (MORETTO e FETT, 1998).

Pesou-se cerca de 5 g do material a ser analisado, transferindo para um becker de 100 mL. Adicionou-se 80 mL da solução de hexano sob vigorosa agitação utilizando o bastão de vidro descrito acima. Levou-se ao refrigerador por 30 a 40 min. Pesou-se o filtro membrana de nylon. Filtrou-se em filtro membrana seco e tarado despreendendo o material aderente com o bastão de vidro, transferindo o material quantitativamente para o sistema de filtração. Lavou-se o becker e o sistema com hexano PA até ausência de óleo no resíduo. Levou-se à estufa numa temperatura de 120 ° C por 30 minutos. Observamos a diferença da porcentagem de insolúveis em hexano até chegar ao peso/porcentagem absoluto da amostra. Resfriar em dessecador e pesar.

Cálculo:

$$\text{Insolúvel em Hexano \%} = \text{Peso do resíduo Insolúvel} \times 100 / \text{Peso da amostra.} \quad (6)$$

4.2.1.7 Extração dos fosfolipídios

Para realizar a extração dos fosfolipídios seguimos a análise descrita pelo item 4.2.1.4, onde se determinou a concentração total de fosfolipídios (colina, etanolamina, inositol entre outros). É importante salientar que a lecitina em pó (fosfolipídios) utilizada, é o resíduo obtido desta análise, porém apresenta 3 lavagens com o solvente acetona, isso purifica a

amostra extraindo o máximo do percentual de ácidos graxos e triglicerídeos presentes. Após esse processo liofilizou-se a amostra por um período de 48 horas. O acondicionamento foi feito em um tubo lacrado armazenado a uma temperatura de -15°C .

4.2.2 UV-Vis

Os espectros eletrônicos nas regiões do ultravioleta e visível (UV-Vis) foram obtidos em um espectrofotômetro Thermo Scientific Evolution 201 realizadas na absorção de 300 nm a 900 nm. As análises das amostras foram realizadas em cubetas de quartzo com capacidade para 4,0 mL com caminho óptico de 1 cm.

De acordo com Donalt *et al* (2010) a maioria das moléculas orgânicas e dos grupos funcionais é transparente nas regiões do espectro eletromagnético que chamamos de ultravioleta (UV) e visível (VIS) isto é, as regiões onde os comprimentos de onda vão de 190 nm a 800 nm. Conseqüentemente, a espectroscopia de absorção tem pouca utilidade nessa faixa de comprimentos de onda. Contudo, em alguns casos podemos obter informações úteis dessas regiões do espectro. Essas informações, quando combinadas com detalhes fornecidos por espectros no infravermelho e de ressonância magnética nuclear (RMN), podem gerar propostas estruturais valiosas.

No caso das espectroscopias ultravioleta e visível, as transições que resultam em absorção de radiação eletromagnética nessa região do espectro ocorrem entre níveis de energia eletrônicos. Quando uma molécula absorve energia, um elétron é promovido de um orbital ocupado para um orbital desocupado de maior energia potencial. Em geral, a transição mais provável é do orbital ocupado de maior energia (HOMO) para o orbital desocupado de menor energia (LUMO).

Para um átomo que absorve no ultravioleta, o espectro de absorção às vezes é composto de linhas muito agudas, como se espera de um processo quantizado entre dois níveis de energia discretos. Para moléculas, entretanto, a absorção no UV ocorre, em geral, em uma ampla faixa de comprimentos de onda, pois as moléculas (ao contrário dos átomos) normalmente têm muitos modos excitados de vibração e rotação em temperatura ambiente. Na verdade, a vibração de moléculas não pode ser totalmente “congelada”, nem mesmo em zero absoluto. Conseqüentemente, os membros de um grupo de moléculas estão em vários estados de excitação vibracional e rotacional. Os níveis de energia desses estados são pouco espaçados, correspondendo a diferenças de energia consideravelmente menores do que os de

níveis eletrônicos. Os níveis rotacionais e vibracionais são, assim, “sobrepostos” aos níveis eletrônicos.

O espectrofotômetro ultravioleta visível típico é composto de uma fonte de luz, um monocromador e um detector. A fonte de luz é, em geral, uma lâmpada de deutério que emite radiação eletromagnética na região ultravioleta do espectro. Uma segunda fonte de luz, uma lâmpada de tungstênio, é usada para comprimentos de onda na região visível do espectro. O monocromador é uma rede de difração e sua função é separar o feixe de luz nos comprimentos de onda componentes. Um sistema de fendas focaliza o comprimento de onda desejado na cela da amostra. A luz que atravessa a cela de amostra chega ao detector, que registra a intensidade da luz transmitida. Em geral, o detector é um tubo fotomultiplicador, apesar de serem usados também fotodiodos, instrumentos mais modernos. Em um instrumento típico de feixe duplo, a luz que emana da fonte é dividida em dois feixes: de amostra e de referência. Quando não há cela de amostra no feixe de referência, conclui-se que a luz detectada é igual à intensidade da luz entrando na amostra.

A cela de amostra deve ser construída de material transparente à radiação eletromagnética usada no experimento. Para espectros na faixa visível do espectro, em geral são adequadas células feitas de vidro ou plástico. Para medições na região ultravioleta do espectro, porém, vidro e plástico não podem ser usados, porque absorvem radiação ultravioleta. Devem ser usadas celas feitas de quartzo, pois não absorvem radiação nesta região.

Esse projeto do instrumento é bastante adequado para medições em apenas um comprimento de onda. Se se pretende fazer um espectro completo, esse tipo de instrumento apresenta algumas deficiências. Um sistema mecânico é necessário para girar o monocromador e fornecer uma varredura de todos os comprimentos de onda desejados. Esse tipo de sistema funciona lentamente, e, portanto, é preciso uma quantidade de tempo considerável para registrar um espectro.

O espectro ultravioleta/visível é geralmente registrado como uma função de absorbância versus comprimento de onda. É normal, então, reesquematizar os dados com e ou $\log e$ no eixo das ordenadas e o comprimento de onda na abscissa.

4.2.3 Cromatografia em coluna

A cromatografia é um método físico-químico de separação. Ela está fundamentada na migração diferencial dos componentes de uma mistura, que ocorre devido a diferentes interações, entre duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária. A grande variedade de combinações entre fases móveis e estacionárias a torna uma técnica extremamente versátil e de grande aplicação (COLLINS *et al.*, 1993).

A cromatografia pode ser utilizada para a identificação de compostos, por comparação com padrões previamente existentes, para a purificação de compostos, separando-se as substâncias indesejáveis e para a separação dos componentes de uma mistura.

Esta técnica é muito utilizada para isolamento de produtos naturais e purificação de produtos de reações químicas. As fases estacionárias mais utilizadas são sílica e alumina, entretanto estes adsorventes podem servir simplesmente como suporte para uma fase estacionária líquida. Fases estacionárias sólidas levam à separação por adsorção e fases estacionárias líquidas por partição. Suportes quimicamente modificados também têm sido usados, sendo o processo de separação misto neste caso. Esses suportes são acondicionados em tubos cilíndricos geralmente de vidro, de diâmetros variados, os quais possuem uma torneira em sua extremidade inferior.

Os adsorventes possuem partículas na faixa de 60-230 mesh, de modo a possibilitar um fluxo razoável do solvente através da coluna. O uso de sílica de partícula menor (230-400 mesh) como adsorvente para essas colunas requer a utilização de um sistema de bombeamento para o empacotamento e eluição, sendo conhecido como Cromatografia Flash. A principal etapa ao se utilizar essa técnica é o empacotamento, o qual, entre outros fatores, definirá a eficiência da separação. Enquanto a alumina é empacotada em sua forma original, a sílica deve sê-lo na forma de suspensão. À coluna adiciona-se uma pequena quantidade de solvente e deposita-se na sua extremidade inferior um chumaço de algodão com espessura de aproximadamente 0,5 cm para impedir a passagem de partículas da fase estacionária.

A adição de sílica deve ser feita com a torneira semi-aberta. O adsorvente é adicionado lentamente à coluna fixada na posição vertical, batendo-se continuamente ao longo da mesma para que todo o ar seja expulso, de modo a se obter uma compactação uniforme. A existência de ar entre as partículas leva à formação de canais na coluna, os quais alargam as bandas eluídas. Nunca se deve permitir que o nível do solvente desça abaixo do nível do adsorvente, o que poderia acarretar rachaduras, comprometendo a eficiência da coluna.

Após o empacotamento, é conveniente que se passe uma certa quantidade do eluente (duas a três vezes o volume da coluna) a ser utilizado através da coluna antes da introdução da amostra. Esta é adicionada à coluna com o auxílio de uma pipeta no momento em que o nível do eluente esteja o mais próximo possível do adsorvente. Esse procedimento ameniza o alargamento das bandas a serem eluídas. Tendo a amostra penetrado no adsorvente, o eluente é então adicionado cuidadosa e continuamente (COLLINS *et al.*, 1993).

O volume das frações a serem recolhidas é função da quantidade de amostra e do grau de dificuldade da separação. Para análise das mesmas, recorre-se a alguma técnica auxiliar, usualmente CCD. Em vista de que geralmente algumas partículas da amostra permanecem irreversivelmente adsorvidas à fase estacionária, a cada separação é necessário um tratamento para a recuperação do adsorvente.

Para a análise de fosfatidilcolina usa-se o seguinte procedimento: Uma massa de 70 g de sílica gel (Macherey-Nagel[®] 70-230 mesh) foi compactada com uma mistura de clorofórmio, metanol e água (MilliQ[®]) (6,5:2,5:0,4) em uma coluna cromatográfica de 65 cm de altura e 2,6 cm de diâmetro dotada de filtro de vidro sinterizado. A lecitina de soja bruta (7 g) foi dissolvida em clorofórmio e eluída com clorofórmio, metanol e água (6,5:2,5:0,4). Em seguida foram feitas coletas a cada 10 mL separadas em aproximadamente 12 frascos. Para revelação através de placas de cromatografia, utilizou-se atmosfera de iodo (MERTINS, *et al.*, 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção procurou-se relatar os resultados de análises físico-químicas realizadas, bem como a discussão de uma análise crítica adequada. As análises realizadas, que tiveram como objetivo verificar os padrões de qualidade do produto na forma líquida, beneficiam discussões futuras acerca da separação de compostos como a fosfatidilcolina e o encapsulamento deste com biopolímeros. Algumas das caracterizações foram realizadas em duplicatas e triplicatas mediante a necessidade e resultados obtidos durante os experimentos.

5.1 Resultados de Umidade

Este procedimento foi realizado no início da análise para determinação de insolubilidade em acetona da lecitina de soja. Portanto como já mencionado, no item 4.2.1.1 a matéria prima utilizada é a goma de lecitina obtida através do processo de degomagem com água. O objetivo deste procedimento é determinar a matéria volátil presente na goma de lecitina crua para que posteriormente esse resultado possa ser utilizado no cálculo aplicado de insolúveis em acetona.

As análises foram realizadas periodicamente em cada batelada produzida, ou seja, a cada degomagem (760 L de óleo) são extraídos em média 35 kg de goma úmida porém cada processamento é realizado 5 bateladas que totalizam num volume de 175 kg (média, isto pode variar com a variedade da semente). Diariamente foram coletadas uma amostra de cada batelada produzida totalizando em média 5 análises a cada processamento. Lembra-se que são realizados dois processos por dia na empresa, como mencionado no item 4.2.1.1., onde cada um leva em média 12 horas até o produto final (degomagem, secagem, adição de óleo).

Para isso apresentamos as médias de resultados dos lotes produzidos no ano de 2017 nas análises de matéria volátil e massa residual, como mostra a tabela 1. Todos os testes desta caracterização foram feitos em triplicatas.

Os lotes analisados foram representados por códigos de identificação, onde é indicado inicialmente o ano 2017 (7), posteriormente lecitina (L), o mês em que se produziu (A, D, E, G, H e I) e por fim orgânica (O).

Tabela 1- Resultados das análises da média de matéria volátil e média do rendimento em massa residual.

LOTE	Matéria volátil (média) %	Rendimento em massa residual (média) %
7 LAO	51,50 ± 0,77	48,54 ± 0,48
7 LDO	57,77 ± 0,23	42,32 ± 0,12
7 LEO	55,55 ± 0,05	44,51 ± 0,11
7 LGO	56,51 ± 0,54	43,52 ± 0,23
7 LHO	59,52 ± 0,11	40,45 ± 0,42
7 LIO	60,54 ± 0,10	39,53 ± 0,25

Observa-se que a matéria volátil apresentou maiores porcentagens do que a massa residual (lecitina seca), estes rendimentos conferem com referenciais teóricos (MORETTO, FETT e CASTEJON). A quantidade de água a ser adicionada no processo é relativamente proporcional a quantidade de insolúveis presente no óleo filtrado, ou seja, se o óleo apresentar um teor de IA de 3,0 % deverá ser adicionado 3,0 % de água para que haja a formação de borras ou gomas. Isto é relativo pois depende da variedade da semente e região onde foi produzida.

Diante disso experimentalmente foram determinadas teores de umidades nos mesmos lotes apresentados acima, onde os valores encontrados foram inferiores a 2,0 % o que torna o produto conforme para comercialização, visto que o padrão líquido depende da umidade e insolúvel em acetona o que influencia na viscosidade do produto final, conforme mostra a Tabela 2:

Tabela 2 - Percentual (%) de umidade do produto na forma líquida.

Lote	Percentual (%) de umidade do produto na forma líquida	Percentual (%) de umidade do produto na forma líquida segundo SGS (método DGF F 4)
7 LAO	0,55 ± 0,01	0,57
7 LDO	0,89 ± 0,05	0,93
7 LEO	0,76 ± 0,02	0,77

7 LGO	0,61 ± 0,03	0,62
7 LHO	1,82 ± 0,02	1,83
7 LIO	0,85 ± 0,04	0,83

Desta forma os resultados encontrados foram satisfatórios, visto que o processo de secagem do produto na indústria se fez de maneira eficiente. Para garantir estes resultados foram realizadas análises diárias durante um ano, no intuito de diagnosticar possíveis falhas na produção deste produto, garantindo a qualidade do mesmo para comercialização. Algumas amostras produzidas em lotes anteriores ao acompanhamento apresentaram resultados superiores a 5 %, o que alterava consideravelmente a viscosidade do produto.

Prado Filho (1994) havia verificado a oxidação lipídica dos óleos contidos nas farinhas de soja, macadâmia e castanha do Pará com relação às diferentes umidades relativas. Observou que na oxidação de lipídios, o teor de umidade tem efeitos diferentes dependendo do agente catalisador da reação, oxigênio ou enzima e que normalmente uma diminuição da água disponível conduz a uma diminuição nas reações deterioradoras, especialmente as enzimáticas do alimento, devido à limitação da mobilidade dos reagentes. Paralelamente, a água disponível pode formar pontes de hidrogênio com hidroperóxidos, diminuindo sua taxa de decomposição e, também, interferir com a reatividade de radicais livres propagadores das reações que levam ao ranço uma vez que fornece proteção do substrato (lipídeo) contra o contato com oxigênio, agente da autooxidação.

5.2 Resultados do Índice de Acidez

O índice de acidez foi calculado através da metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008), sendo o método titulométrico de índice de acidez, em triplicata, pesando-se aproximadamente 2 g de amostra. Os resultados da análise podem ser verificados na Tabela 3 para os respectivos experimentos.

Sabendo-se que a elevada atividade de água, aumenta a mobilidade dos compostos bioquímicos dos alimentos, acelerando as reações enzimáticas e possibilita o crescimento microbiológico, fez-se necessário de determinação do índice de acidez, o qual informa a quantidade de ácidos graxos livres, formados pela reação de hidrólise dos triglicerídeos em presença de água (MORETTO; FETT, 1998).

Tabela 3 - Resultados em percentual (%) do Índice de Acidez (mg NaOH/g fat).

Lote	Percentual (%) do índice de acidez do produto na forma líquida	Percentual (%) do índice de acidez do produto na forma líquida segundo SGS método DIN EN ISO 660
7 LAO	13,91 ± 0,45	14,50
7 LDO	11,82 ± 0,78	11,10
7 LEO	12,53 ± 0,34	11,90
7 LGO	15,11 ± 0,21	14,54
7 LHO	18,65 ± 0,67	19,20
7 LIO	19,44 ± 0,20	19,21

De acordo com Silva, Borges, Ferreira (1999), o índice de acidez é uma estimativa da quantidade de ácidos graxos residuais, não oxidados num óleo. Corresponde pelo método titulométrico à quantidade de base (KOH) em miligramas necessários para neutralizar 1 grama de óleo preparado com uma solução de éter/álcool na proporção de 2:1. Segundo, Damodaran, Parkin, Fennema (2010), os ácidos graxos livres referem-se a ácidos graxos liberados durante a rancidez hidrolítica dos lipídeos devido à presença basicamente de água e enzimas.

5.3 Resultados do índice de saponificação

O índice de saponificação (I.S) é a quantidade de álcali necessário para saponificar uma quantidade definida de amostra. Como resultado à análise de índice de saponificação, tem-se a estimativa do peso molecular dos ácidos graxos que compõem a matéria prima oleosa (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A determinação do índice de saponificação teve como objetivo identificar a quantidade de matéria graxa dispersa nos experimentos realizados em amostras de lecitina da empresa Gebana Brasil. O índice de saponificação de acordo com Ribeiro e Seravalli (2007) determina o grau de deterioração e a estabilidade do óleo à oxidação, além disso, estima a massa média dos ácidos graxos que compõem a gordura ou a matéria lipídica.

A determinação do índice de saponificação foi realizada de acordo com metodologia titulométrica descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2002) e cujos valores obtidos podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4 - Índice de saponificação em mg KOH/g.

Lote	Índice de saponificação em mg KOH/g
7 LAO	187,90 ± 0,98
7 LDO	191,47 ± 0,85
7 LEO	189,87 ± 1,05
7 LGO	192,32 ± 0,70
7 LHO	193,21 ± 0,34
7 LIO	189,78 ± 0,67

A média do índice de saponificação obtida nos lotes de produção foi igual a 190,76 mg de KOH/g. De acordo com Kobori e Jorge (2004), os óleos comestíveis como o óleo de palma e o óleo de milho e soja possuem respectivamente os índice de saponificação, 196 a 205 mg de KOH/g e 187 a 196 mg de KOH/g.

Outra observação pode ser realizada, ao relacionar o teor de umidade determinado à análise de índice de saponificação. De acordo com Kucek (2004), a presença de água favorece, inevitavelmente, a saponificação dos triglicerídeos paralelamente à sua conversão em ésteres, ou seja, a elevação na quantidade de ácidos graxos livres.

Segundo Osawa (2005) a determinação da quantidade de ácidos graxos livres e de sua qualidade, sejam de cadeias curtas ou longas, está relacionada ao estado de deterioração dos lipídeos. Se, os ácidos graxos fossem de cadeia curta, baixa massa molecular, eles seriam mais facilmente degradados em situações de estresse oxidativo, fornecendo odores e sabores desagradáveis ao produto.

5.4 Resultados do Insolúvel em Acetona

A determinação de insolúveis em acetona possibilita a estimativa da massa molecular dos compostos hidrofílicos que compõem a lecitina de soja, correspondendo aproximadamente à massa molecular média dos fosfolipídeos. Gravimetricamente, foi obtida a massa final seca retida no kitassato, como a quantidade insolúvel em acetona. Na Tabela 5, tem-se os resultados percentuais de material retido por experimento.

A empresa Gebana Brasil Ltda, informou por laudo técnico que a quantidade de insolúveis em acetona da lecitina comercial foi em média 62%. Os resultados obtidos com as análises realizadas apresentam cerca de 64 % de matéria insolúvel em acetona, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Percentual de insolúvel em acetona (%).

Lote	Percentual de insolúvel em acetona (%)	Percentual de insolúvel em acetona (%) segundo SGS método AOCS Ja 4-46
7 LAO	63,33 ± 0,01	63,49
7 LDO	64,14 ± 0,05	64,79
7 LEO	64,83 ± 0,03	64,51
7 LGO	64,60 ± 0,10	64,17
7 LHO	62,82 ± 0,06	62,48
7 LIO	64,87 ± 0,08	64,81

Como verificado, a lecitina comercial possui aproximadamente 64% de insolúveis, o maior valor determinado por tratar-se de um produto orgânico. O experimento referente ao lote 7 LIO apresentou o maior valor de insolubilidade em acetona, que corresponde a maior concentração de fosfolipídios na lecitina de soja. Os valores de insolubilidade em acetona podem variar dependendo da matéria prima utilizada, processamento do grão na indústria, extração da borra úmida no processo de centrifugação e a adição de ácidos graxos na lecitina seca. Portanto se todas essas variáveis do processo apresentarem eficiência e resultados

esperados, obtém-se um produto com concentração superior a 60 % conforme estabelecido pelo mercado nacional e internacional.

Para além disso é importante destacar que, dependendo do método utilizado, os valores de insolúveis em acetona podem alterar e apresentar uma diferença de até 5 %. Isso se deve ao número de lavagens com acetona utilizando durante o teste, algumas técnicas realizam até três lavagens com o solvente que de fato diminui consideravelmente os valores em relação ao método que realiza uma lavagem com o solvente. Os resultados mostraram-se favoráveis em todos os testes realizados o que demonstra eficiência no controle de qualidade interno realizado pela empresa Gebana, que acompanhou a estabilidade deste padrão físico - químico durante um ano.

Diante disso sabemos que quanto maior o teor de insolúveis em acetona, maior será a quantidade de fosfolipídios encontrados nas amostras, o que acarreta em um maior rendimento de fosfatidilcolina encontrado durante a extração de compostos a base de lecitina de soja.

5.5 Resultados do Teor de Gordura

Este procedimento foi realizado em todas as amostras representativas produzidas no ano de 2017 pela empresa Gebana Brasil. Portanto como já mencionado, no item 4.2.1.5 a matéria prima utilizada é a lecitina de soja no padrão líquido. O objetivo deste procedimento é determinar o teor de gordura presente na lecitina de soja seca para que posteriormente esse resultado possa ser utilizado para futuras extrações de compostos da lecitina.

A tabela 6 representa os valores encontrados referente ao teor de gordura (lipídios) na lecitina de soja.

Tabela 6 - Resultados percentual (%) de gordura.

Lote	Percentual de gordura g/100 g	Percentual de gordura g/100g segundo SGS método acc. to ASU, Weibull – Stoldt
7 LAO	65,31 ± 0,14	67,01
7 LDO	62,44 ± 0,65	63,21
7 LEO	66,5 ± 0,67	65,02

7 LGO	65,3 ± 0,45	66,42
7 LHO	67,45 ± 0,30	66,05
7 LIO	66,34 ± 0,12	67,60

Observamos um bom rendimento em lipídios totais, em ambas amostras analisadas na tabela 6, realizado pelo método de Bligh e Dyer pode ser explicado pela ampla faixa de polaridade apresentada pela mistura de solventes utilizada. Clorofórmio e metanol são mais polares que *n*-hexano e isopropanol e, dessa forma, há uma extração eficiente de lipídios polares e apolares.

Uma característica interessante que o método de Bligh e Dyer apresentou durante o experimento foi produzir um rendimento superior aos demais métodos, como por exemplo o utilizado pela Société Générale de Surveillance (SGS). Este poder de extração foi atribuído, entre outros fatores, ao processo de homogeneização vigorosa aplicado nesta metodologia. O poder de extração também tem íntima relação com o fato de que nesse método uma quantidade insuficiente de metanol e água esteve presente para a remoção dos não-lipídios, os quais são geralmente solubilizados pelos lipídios polares na fase orgânica.

Portanto para além do método Bligh Dyer, utilizamos também o método Soxhlet, porém não obtivemos sucesso pois toda a amostra foi dissolvida no solvente utilizado. O método utilizado sofreu algumas modificações conforme já descrito no item 4.2.1.5, já que não encontrou-se trabalhos na literatura para determinação de gordura da lecitina de soja, através do método Bligh Dyer. Os resultados encontrados foram satisfatórios por apresentarem menores diferenças em relação ao laboratório SGS.

5.6 Resultados de insolúveis em hexano

O objetivo deste teste foi de verificar a pureza da lecitina de soja orgânica, visto que é geralmente composta por fibras residuais, carboidratos, pigmentos carotenóides e clorofilados. Este teste determinou a as impurezas insolúveis polares que acompanham a lecitina e que lhes causa turbidez, mau aspecto e sedimentação, como é o caso da presença de sais de cálcio e magnésio complexados com fosfatídeos, ou mesmo carboidratos e proteínas arrastados na degomagem. É importante salientar que o índice máximo de insolúveis em hexano não deve ser maior que 0,3 % em relação ao volume da amostra.

A tabela 7 apresenta os resultados encontrados durante os testes realizados em laboratório.

Tabela 7 - Resultados do percentual (%) de insolúvel em hexano.

LOTE	Percentual de insolúvel em hexano (%)	Percentual de insolúvel em acetona (%) segundo SGS método AOCS Ja 3-87
7 LAO	$< 0,01 \pm 0,01$	$< 0,01$
7 LDO	$< 0,01 \pm 0,02$	$< 0,01$
7 LEO	$< 0,01 \pm 0,01$	$< 0,01$
7 LGO	$< 0,01 \pm 0,03$	$< 0,01$
7 LHO	$< 0,01 \pm 0,02$	$< 0,01$
7 LIO	$< 0,01 \pm 0,04$	$< 0,01$

Diante destes resultados observamos que o produto na forma líquida apresentou um percentual impurezas muito baixo, o que certifica a qualidade do produto após a etapa de processamento e preservação até o seu consumo final.

Alguns autores, para extração de substâncias oleaginosas, cuja característica química é a polaridade das moléculas, citam o hexano como o solvente mais utilizado e adequado para solubilizar óleos, principalmente de soja, entretanto, foi necessário verificar a solubilização específica do produto lecitina de soja. A lecitina é excelente emulsificante, possui natureza hidrofóbica (apolar) predominante e características hidrofílicas (polar) formando micelas quando dispersa a depender do meio.

5.7 Resultados do UV-Vis

A técnica de espectroscopia de UV-Vis se caracteriza por realizar medidas quantitativas com elevada sensibilidade. Esta capacidade converte esta técnica em potencial candidata aos estudos dos complexos de inclusão. A maioria das moléculas orgânicas e dos grupos funcionais são transparentes nas regiões do UV-Vis, como no caso dos biopolímeros estudados neste trabalho. Porém, em alguns casos podemos obter informações úteis destas regiões espectrais. Correlações lineares têm sido conseguidas a partir das mudanças no sinal de fluorescência de fármacos encapsulados (Manzoori *et al.*, 2005). De forma menos

frequente podemos encontrar mudanças detectáveis também nas medidas de absorbância do espectro UV-Vis para alguns princípios ativos na forma de complexo (Zia *et al.*, 2001).

Desta forma, realizou-se análises de espectrofotometria de UV-visível para analisar a formação dos complexos de inclusão a partir das substâncias em estudo.

Inicialmente foram realizados testes preliminares com a lecitina em pó, em diferentes concentrações e solventes, como água, hexano e DMSO. O objetivo foi definir as bandas de absorção máxima e suas intensidades, porém somente em água foi possível observar os picos com maior clareza. Os espectros de absorção UV-Vis da solução de lecitina de soja foram traçados na faixa de 200 a 300 nm (Fig. 4 e 5).

As amostras realizadas para o estudo da formação dos complexos de inclusão da lecitina foram nas concentrações de 0,125 g/L e 0,25g/L, respectivamente, e deixadas em agitação magnética por 1 (uma) hora, a temperatura ambiente. Cabe salientar que a alíquota usada foi o sobrenadante da solução.

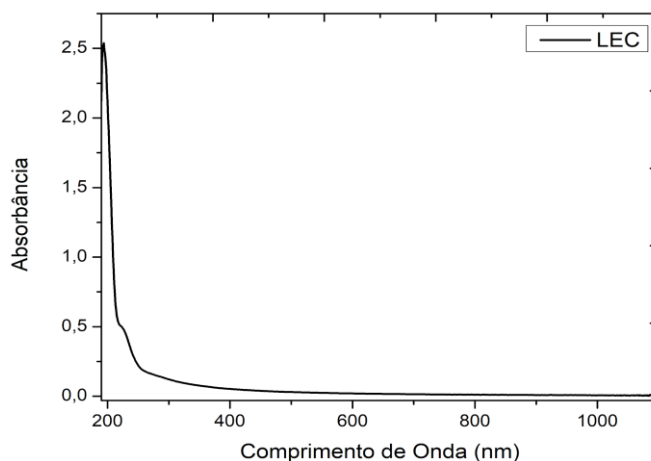


Figura 4. Espectro do UV-Vis para a lecitina em pó na concentração de 0,125 g/L

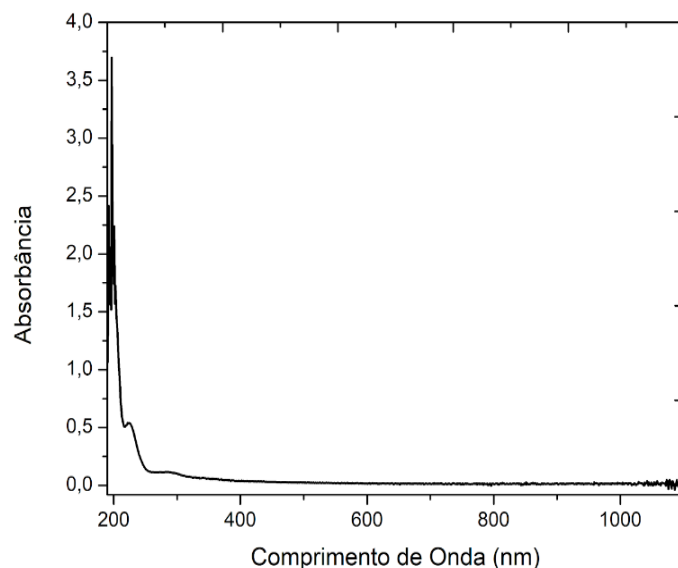


Figura 5. Espectro do UV-Vis para a lecitina em pó na concentração de 0,25 g/L

Os resultados mostraram que a lecitina de soja apresentou pico máximo de comprimento de onda de 208 nm e 205 nm, para as concentrações de 0,125 g/L e 0,25 g/L (Fig. 6), aproximadamente. Valor próximo ao encontrado na literatura de 202 nm (Wang, X. *et al.*, 2014). Estas bandas são atribuídas à transição eletrônica $n \rightarrow \sigma^*$ do ligante.

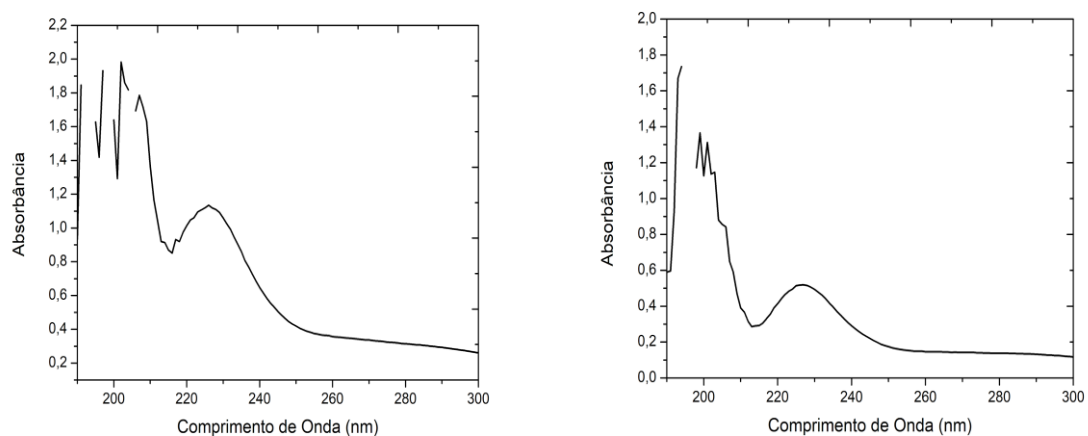


Figura 6. Lecitina em pó nas concentrações de 0,125 g/L (a) e 0,25 g/L (b), respectivamente, nas faixas de 200 nm a 300 nm.

Após foram realizados testes com a xantana e dextrin, em diferentes concentrações para estudar a viabilidade de formação do complexo de inclusão, nas concentrações de lecitina escolhidas. Acredita-se que após a formação do complexo de inclusão, o composto

formado sofre mudanças em suas características físico-químicas, fornecendo meios para se detectar o fenômeno através do UV, da mesma forma que é bem sabido, que em solução, há um equilíbrio entre as moléculas complexadas e livres, isto se ocorrer complexação, há uma alteração no espectro de absorção. Assim, foram realizados testes com a xantana, nas concentrações de 0,01 g/L, 0,1 g/L e 0,5 g/L, respectivamente (Fig. 7, Fig. 8, Fig.9) e com o dextrin nas concentrações de 0,01 g/L, 0,1 g/L e 0,5 g/L,, respectivamente (Fig. 10, Fig. 11, Fig.12).

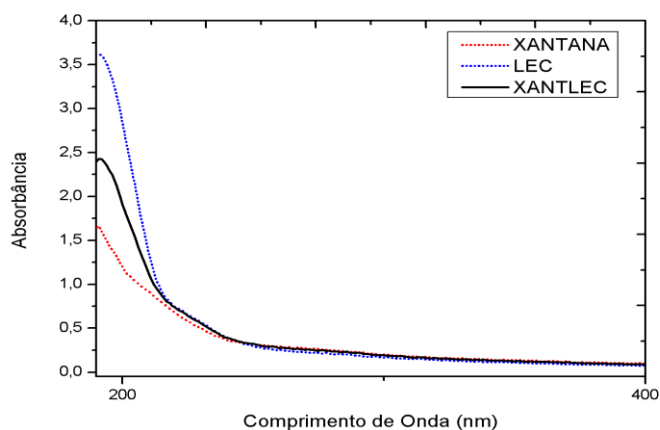


Figura 7. Espectro de absorção do complexo de inclusão com a xantana na concentração de 0,01g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo formado xantana - Lecitina (XANTLEC).

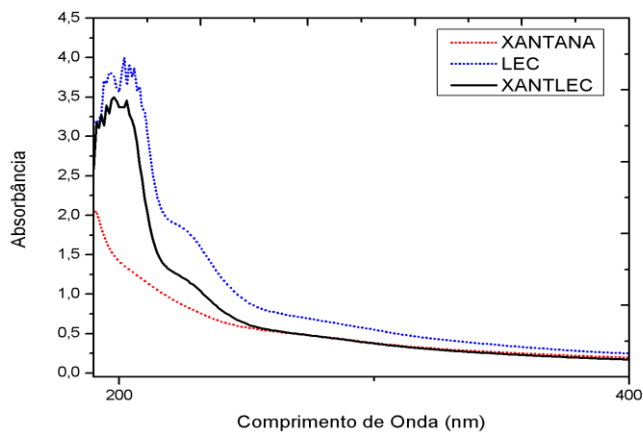


Figura 8. Espectro de absorção do complexo de inclusão com a xantana na concentração de 0,1 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo formado xantana - Lecitina (XANTLEC).

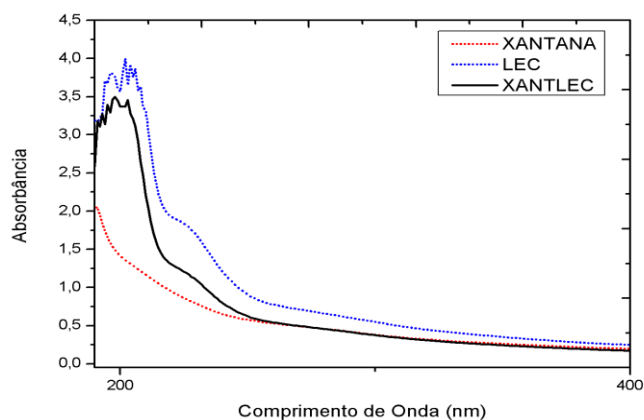


Figura 9. Espectro de absorção do complexo de inclusão com a xantana na concentração de 0,5 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo formado xantana - Lecitina (XANTLEC).

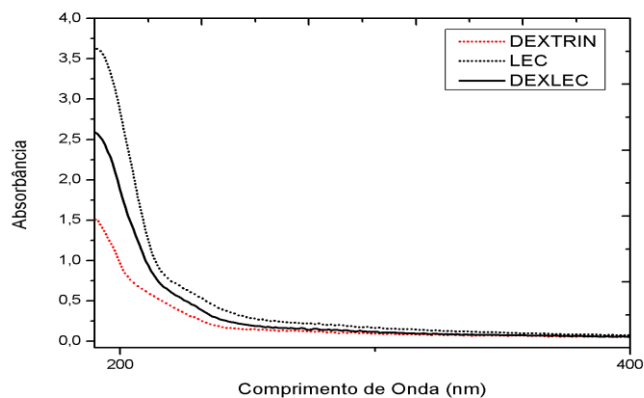


Figura 10. Espectro de absorção do complexo de inclusão com o dextrin na concentração de 0,01 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo de inclusão formado Dextrin - Lecitina (DEXLEC).

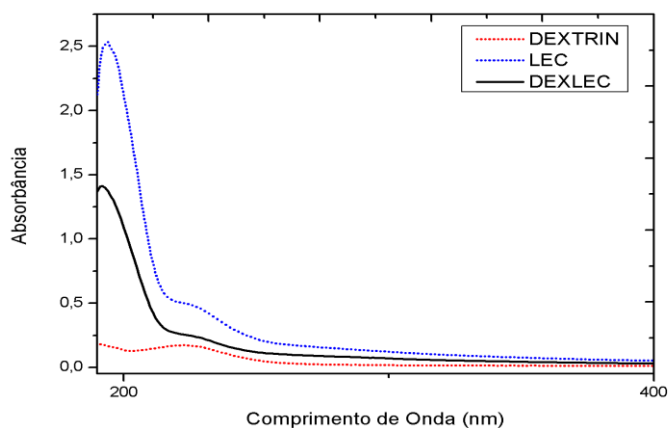


Figura 11. Espectro de absorção do complexo de inclusão com o dextrin na concentração de 0,1 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo de inclusão formado Dextrin - Lecitina (DEXLEC).

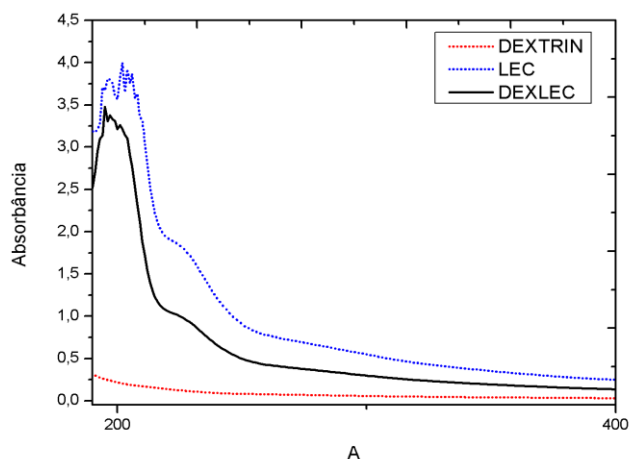


Figura 12. Espectro de absorção do complexo de inclusão com o dextrin na concentração de 0,5 g/L, comparada com os espectros da lecitina de 0,25 g/L e do complexo de inclusão formado Dextrin - Lecitina (DEXLEC).

Tendo em vista que os níveis energéticos das moléculas são quantizados e a absorção de energia pode ser considerada como um processo específico relacionado com a estrutura da espécie complexada, a qual determina a energia envolvida na transição, e com a probabilidade de que esta ocorra. A intensidade da radiação que incide na amostra pode ser medida e relacionada com a concentração da espécie hóspede (LYRA, M. A, 2010; ROCHA & TEIXEIRA, 2004), neste caso os biopolímeros estudados. O ponto de intersecção de um grupo de espectros sobrepostos expressos em função da concentração evidencia a presença de uma mistura de dois estados e é denominado ponto isobéptico. Em relação à espectroscopia de UV, a presença de um ponto isobéptico pode ser considerada uma forte evidência para a formação de um complexo de inclusão. Por outro lado, a inexistência de ponto isobéptico não significa a ausência de complexo de inclusão, uma vez que estes constituem somente uma parte da evidência em estudos de sistemas envolvendo complexos, a qual é tão importante quanto outras provas consistentes (VENTURINE *et al.*, 2008).

As mudanças que ocorrem no espectro de UV, devido a formação do complexo, são geralmente identificadas pelos deslocamentos batocrômicos e/ou alargamento de bandas. Sendo assim, ao comparar os espectros dos complexos de inclusão desenvolvidos, em todos os casos, observa-se que as bandas utilizadas para análise apresentam deslocamentos, possivelmente devido à coordenação da lecitina com os biopolímeros. É possível observar, que os deslocamentos ocorreram para comprimentos de onda na zona de transição entre a lecitina e o biopolímero em estudo, as quais apresentam transições eletrônicas menos

energéticas comparadas com a da lecitina, uma vez que o orbital para onde o elétron é promovido tem menor energia que o orbital presente na molécula livre.

5.8 Resultados da Cromatografia em Coluna

A identificação dos componentes lipídicos, nas placas cromatográficas, ocorreu para determinar a presença ou não de fosfatidilcolina, triacilgliceróis e ácidos graxos. Conforme a Figura 13, o fosfolípido, por ser um lipídio polar, não sofreu influência da fase móvel utilizada, portanto, a mancha que o identifica ficou retida no ponto de partida das amostras. Tanto para a lecitina padrão/bruta (LB), lecitina em pó (LP), como para lecitina “extraída” da cromatografia de camada (LCC). Para a LB e LP confirmou-se a presença dos lipídios neutros (fosfatidilcolina, triacilgliceróis e ácidos graxos), bem como a presença de fosfolipídios.



Figura 13. Imagem da revelação por luz de UV da placa de CC obtida pela eluição das amostras lecitina líquida padrão/bruta (LB), lecitina em pó (LP) e lecitina “extraída” da cromatografia de camada (LCC).

A CC da LB indica a presença de pelo menos 6 componentes diferentes, nos quais podemos identificar a fosfatidilcolina, triacilgliceróis e ácidos graxos, facilmente. Na LP indica a presença de pelo menos 4 componentes diferentes e da lecitina e LCC apresenta apenas 1 composto, a fosfatidilcolina, estes resultados são similares aos encontrados na literatura (Brum *et al.*, 2009; MERTINS *et al.*, 2008).

Outro teste realizado foi que ao passar o solvente clorofórmio:metanol:água (6,5:2,5:0,4), na coluna foram coletados 14 alíquotas de 10 mL, subsequentes, e de cada alíquota foi realizada a revelação em atmosfera saturada de iodo (Fig. 14).

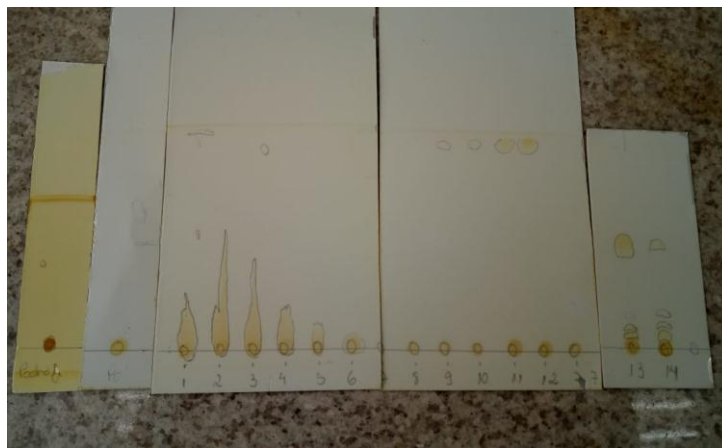


Figura 14. Imagem da revelação no iodo sublimado da placa de CC obtida para as 14 alíquotas retiradas.

Observa-se que nas primeiras alíquotas não foi possível observar a presença de fosfatidilcolina, triacilgliceróis e ácidos graxos. Somente a partir da 9ª alíquota que observa-se a presença de ácidos graxos, e nas alíquotas 13 e 14 que pode-se ver mais claramente a presença de fosfatidilcolina, triacilgliceróis e ácidos graxos, porém não foi possível quantificá-las. Acredita-se que ainda seja necessário realizar testes de proporção com os solventes utilizados na eluição.

5.9 Resultados da Proposta de Ensino com o Tema em Alimentos

Influenciadas pelos avanços tecnológicos na indústria de alimentos e na agricultura e pela globalização da economia, as práticas alimentares nutricionais contemporâneas têm sido objeto de preocupação das ciências da saúde desde que os estudos epidemiológicos passaram a sinalizar estreita relação entre a comensalidade contemporânea e algumas doenças crônicas associadas à alimentação, motivo pelo qual o setor sanitário passou a propor mudanças nos padrões alimentares (GARCIA, 2003). Percebe-se que hoje a alimentação de diferentes culturas está sofrendo mudanças em todo o mundo sendo motivo de preocupação, pois os adolescentes estão trocando alimentos naturais por Junk food (alimentos com alto teor calórico, mas com níveis reduzidos de nutrientes).

Cada pessoa, segundo Albuquerque (2012), desenvolve um hábito alimentar adquirido na infância pelo contato com familiares, pelo convívio social e pela influência da mídia. Porém, a escolha dos alimentos e a forma de preparo provêm da cultura, do gosto, da renda e do acesso à diversidade destes. Desta forma a mídia (veículos de comunicação) exercem

muita influência da acerca dos hábitos alimentares e nutricionais das crianças e adolescentes, isso acaba induzindo o mercado consumidor a uma maior procura por esses alimentos.

Tudo isso, deixa uma mensagem subscrita de que estes alimentos industrializados são mais interessantes que consumir frutas, verduras e legumes, por exemplo. E essa circunstância também está diretamente relacionado à inatividade física e a má qualidade da dieta durante a infância, onde por sua vez tem implicado no alto índice de sobrepeso infantil.

Acreditamos na proposta do educar pela pesquisa, que antes nos trazia insegurança e com a vivência em sala e durante os processos de investigação sobre o que esta proposta significa, aprendemos e defendemos essa proposta epistemológica, que tem como objetivo, que o professor seja um pesquisador e que o aluno deixe de ser um objeto de ensino e passe a ser um companheiro de trabalho, acreditando nessa parceria e valorizando o conhecimento prévio de cada aluno.

Assim essa proposta mostra que essa aprendizagem, que tem a pesquisa para auxiliar na formação de sujeitos críticos e criativos, onde as aulas não sejam apenas repassadas e copiadas, mas sim a construção de um ensino baseada na pesquisa por meio do cotidiano escolar, vivências dos alunos, e da coletividade entre o aluno e o professor junto com todo o corpo educacional. Para isso tem todas as possibilidades para que essa proposta, seja um meio onde os nossos alunos, consigam aprender não somente os conteúdos conceituais, mas também a serem cidadãos, que sejam críticos, participativos, solidários e autônomos.

Assumir o educar pela pesquisa implica em assumir a investigação como expediente cotidiano na atividade docente (GALIAZZI, 2000). O pesquisar passa a ser princípio metodológico diário de aula. O trabalho de aula gira permanentemente em torno do questionamento reconstrutivo de conhecimentos já existentes, que vai além do conhecimento de senso comum, mas o engloba e enriquece com outros tipos de conhecimento dos alunos e da construção de novos argumentos que serão validados em comunidades de discussão crítica. Os alunos apresentam um grau de dificuldade no início, tendo em vista entendimentos anteriores sobre o ensinar e o aprender difíceis de serem alterados (GALIAZZI, 2000).

Para que tenhamos uma reflexão ativa acerca de nossas experiências, buscamos descrever alguns momentos vivenciados durante o período de Estágio Curricular Supervisionado. O início deste processo se deu de maneira colaborativa e cooperativa entre os professores da universidade, professora supervisora da escola e os alunos.

O primeiro encontro foi marcado pelas discussões recorrentes ao tema bioquímica, ou seja, suas potencialidades e temas que emergem essa área do conhecimento. A discussão

iniciou-se na forma de questionamentos e propostas acerca da abordagem temática em sala de aula, bem como, considerou os posicionamentos dos alunos em decorrência de problematizações. Dialogou-se inicialmente sobre a quimiofobia, um medo irrazoável e irracional do que fazemos. Durante esse assunto discutimos sobre produtos químicos sintéticos em maçãs como o Alar (regulador de crescimento). O objetivo foi instigar os alunos a terem um senso crítico argumentativo sobre processos anteriores ao de uma alimentação, por exemplo, quais os tipos de tratamentos como fertilizantes, herbicidas, resíduos químicos em alimentos convencionais e a relação com uma boa saúde alimentar.

Em seguida, discutiu-se sobre os compostos bioquímicos, conceitos sobre lipídios, carboidratos, proteínas, onde iniciamos o estudo pelos lipídios, mas antes os alunos precisavam conhecer alguns compostos bioquímicos importantes, como os álcoois e ácidos graxos, que constituem os lipídios.

Diante disso dialogamos sobre a formação de álcoois graxos superiores, saturados, e insaturados como o oleílico, linoleílico entre outros. Em sequência conversamos sobre a palavra emulsão, onde explicou-se que se tratava de um sistema formado de dois líquidos imiscíveis, de tal forma que um deles, o que se apresenta em maior quantidade faz o papel de dispersante, enquanto o outro se distribui em gotículas bem pequenas difundidas em suspensão. Durante essa reflexão mencionamos que o processo de emulsão apresenta instabilidades, mas que porém, certas substâncias podem agir como emulsificantes que é o caso dos álcoois graxos (tensoativos não iônicos) e também a lecitina de soja. Essa discussão tomou força quando classificamos os compostos tensoativos em aniônico, catiônico, anfótero e não aniônico, trazendo suas propriedades e aplicações como xampus, sabonetes e cremes dentais.

No segundo encontro dialogamos sobre os ácidos graxos obtidos a partir de óleos e gorduras animais ou vegetais. Durante esse momento utilizou-se projetor multimídia, onde representamos os principais ácidos graxos saturados e onde de fato são encontrados em alimentos, como por exemplo, gordura do leite, óleos de coco, gordura animal, manteiga de cacau, óleo de amendoim entre outros. Discutimos sobre a isomeria cis e trans nos ácidos graxos, bem como são encontrados em condições ambientes na forma líquida, semi sólida ou sólida. Em sequência discutiu-se sobre a presença de elevados teores de ácidos graxos trans em batatas fritas provenientes de lojas de *fast food*, onde ainda, que com o decorrer do tempo de fritura desses alimentos, além de ocorrer um aumento na quantidade de ácidos graxos trans, ocorre também uma diminuição no total de ácidos graxos essenciais ômega-3 e ômega-

6. Trouxemos uma breve reflexão sobre o que alguns pesquisadores apontam que, ao contrário dos ácidos graxos trans, os ácidos ômega-3 e ômega-6 influenciam positivamente na saúde das pessoas. De acordo com Rique *et al* (2002) “os ácidos ômega-3 reduzem os triglicérides séricos, melhoram a função plaquetária e promovem ligeira redução na pressão arterial em pacientes hipertensos”.

Segundo orientações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é importante a adoção de medidas de divulgação e orientação à população para a prática da leitura dos rótulos dos produtos que consome. A leitura dos rótulos das embalagens permite verificar quais alimentos possuem gorduras trans, ou contém a presença de gordura vegetal hidrogenada em sua composição. A partir disso é possível fazer escolhas mais saudáveis, dando preferência àqueles que tenham menor teor dessas gorduras, ou que não as contenham. A ANVISA recomenda que não se deve consumir mais que 2 gramas de gorduras trans por dia.

Na sequência desta discussão em sala de aula, conversamos sobre os aditivos alimentares, como, corantes, espessantes, aromatizantes, estabilizantes, acidulantes conservantes, antioxidantes entre outros. Buscou-se dialogar acerca da função desses aditivos nos alimentos bem como exemplificações como, caramelos, gomas, gelatina, lecitinas, ácido cítrico, sacarina, ácido ascórbico entre outros. O enfoque geral desta aula foi para os estabilizantes e emulsificantes especialmente a lecitina de soja orgânica produzida no município de Capanema - PR. Através de um mapa conceitual descrevemos o processo industrial da produção desse nutriente utilizado na indústria de alimentos, farmacêutica e recentemente cosmética.

Como proposta para pesquisa além de sala de aula, desenvolveu-se uma atividade sobre a identificação de aditivos alimentares em rótulos de alimentos, buscando descrever sua categoria, funções através de exemplos. Os alunos deveriam identificar rótulos de alimentos presente em suas casas, buscando representar através de uma tabela os alimentos que continham alguma espécie de aditivo. Infelizmente somente 15 % da turma realizou a atividade, o que para eles, produz sentido e relações para além da sala de aula.

No terceiro e quarto encontros conversamos sobre os lipídios, cerídios, glicérides, fabricação de sabão e esteróides. Iniciamos o encontro problematizando onde podemos encontrar os lipídios no corpo humano e qual a sua função. Dialogamos sobre suas funções direcionando o olhar para a composição da membrana biológica, fornecimento de energia, responsável pelo transporte de vitaminas, isolante térmico, precursores de hormônios e a

impermeabilização de superfície.

Após esse momento conversamos sobre os chocolates que são alimentos ricos em lipídios, relacionando a utilização de lecitina de soja como agente estabilizante do processo de formação de uma barra de chocolate. A reflexão que chamou a atenção dos alunos foi de que chocolates do tipo *diet*, indicados para diabéticos, apresentam um teor de gordura ainda maior que o chocolate convencional, pois nesse caso a retirada do açúcar cria necessidade do aumento de gordura para manter consistência do produto.

Em seguida foi a vez de conversar sobre o cerídeos, conhecidos como ceras que podem ser de origem animal ou vegetal. Além disso trouxemos a tona, a representação estrutural de um cerídios formado por ésteres a partir de um ácido graxo superior e de um álcool graxo superior. Relacionamos a cera de abelhas com a formação de cerídeos, bem como na fabricação de pomadas e a possibilidade de tornar-se um agente emulsificante na presença de uma substância alcalina.

Durante esse momento seguimos falando sobre os glicerídeos, que podem ser óleos ou gorduras de origem animal ou vegetal. Trouxemos um esquema de formação de um glicerídeo, formado a partir de ácidos graxos e glicerina, através de uma reação de esterificação de hidrólise, formando glicerídeo e água. Diante disso descrevemos onde os glicerídeos eram encontrados, em óleos animais como, de capivara, fígado de bacalhau, em óleos vegetais como o de, oliva, de milho, de soja, de amendoim, canola e girassol, também sobre as gorduras animais, exemplificamos, manteiga de leite, banha suína sebo de vaca e por fim gorduras vegetais, manteiga de cacau, coco e abacate.

Após esse momento de estudo, voltamos nossos olhos para a fabricação de sabão, o objetivo foi conscientizar os alunos a reaproveitar o óleo ou gordura gerada como resíduo doméstico, no intuito de problematizar a segurança em fabricar sabão em suas casas. Para além disso discutimos questões ambientais voltadas às políticas sobre o descarte desse tipo de material em pias, onde a maioria dos alunos descartam esses óleos e gorduras na pia, onde na maioria dos casos não há caixas de retenção de gorduras, que de fato atinge diretamente o lençol freático e até mesmo o sistema de esgoto.

A última discussão deste encontro foi sobre os esteróides, especialmente o colesterol. Apresentamos a fórmula estrutural de um colesterol, caracterizado por um álcool secundário, monoinsaturado. Dialogamos sobre a síntese do colesterol no fígado e intestino bem como a obtenção por meio da alimentação. Exemplificamos onde são encontrados como por exemplo, carnes, nata, manteiga e ovos. Relacionamos a necessidade de produção do colesterol pelo

nosso organismo, ou seja, quanto mais colesterol o corpo absorve, menos ele produz, e vice-versa. Trabalhamos conceitos de solubilidade, visto que o colesterol é insolúvel em água. A forma de transporte pelo plasma sanguíneo é feita na forma de lipoproteínas plasmáticas, onde dialogamos sobre o conceito de hidrófilas e hidrófobos.

Neste sentido surgiram questionamentos sobre o que seria colesterol ruim e o colesterol bom. Foi neste momento que através de uma roda de conversa dialogamos acerca das lipoproteínas de alta densidade (colesterol “bom”), que de fato corresponde cerca de 30 % do colesterol sanguíneo. As lipoproteínas com baixa densidade (colesterol “ruim”), corresponde a cerca de 70%. Discutimos que sobre o excesso do colesterol ruim pode-se produzir arteriosclerose, ou seja, o colesterol deposita-se em placas nas paredes interiores das artérias diminuindo o fluxo sanguíneo até que os tecidos servidos por ela não recebem mais sangue. A turma foi questionada sobre a realização dos exames de colesterol e somente dois alunos disseram que sim, o que de fato problematizamos sobre os cuidados com a saúde alimentar de crianças, adolescentes e adultos.

Por fim, conforme a discussão contemplava esses aspectos, um aluno questionou acerca dos esteróides anabolizantes, percebemos, pelo olhar dos alunos que o tema era de interesse deles. Discutimos sobre suas funções e que são derivados do colesterol e estão ligados ao hormônio testosterona. Os anabolizantes alteram todo o equilíbrio bioquímico do organismo, causando atrofia, impotência, infertilidade, crescimento de mamas e aumento da próstata, no caso dos homens. Já na mulher discutimos que pode causar crescimento de pêlos faciais, alterações ou ausência do ciclo menstrual, diminuição dos seios, entre outros. A dependência psíquica é causada pelo uso desses anabolizantes podendo provocar quadros de depressão quando seu uso for interrompido. No encerramento deste bloco fizemos um mapa conceitual sobre todos os assuntos discutidos em sala de aula.

No quinto encontro foi a vez de utilizar revistas no ensino de bioquímica, onde foi distribuída uma revista para cada dupla. A proposta era que cada dupla apresentasse um tema que a revista contemplava no sentido de direcionar seus olhares para os alimentos em especial a bioquímica dos alimentos. Os temas escolhidos foram os mais variados como por exemplo, a doença do Mal de Alzheimer, diabetes, manchas na pele através do suco de limão entre outros. Cada discussão foi especial para nossa formação e para os alunos, pois contamos com a colaboração do professor orientador de estágio durante esse momento. Várias propostas surgiram, questionamentos, exemplificações no sentido de cada colega contemplar e contribuir para a apresentação dos demais trabalhos. O grande tema norteador deste momento

foi a doença do Mal de Alzheimer onde discutimos os estágios da doença, algumas perspectivas para o futuro e dados trazidos pela associação brasileira do mal de Alzheimer. Conversamos também sobre a utilização da fosfatidilcolina para o tratamento da doença, voltando o olhar dos alunos a discussões anteriores sobre alguns aditivos alimentares, neste caso, a lecitina de soja que apresenta cerca de 20 % de fosfatidilcolina na sua composição. Momentos como esse nos provam o quanto nossas aulas estão conectadas entre si, sempre levando em consideração a opinião e argumentação do aluno dentro e fora de sala de aula, seja um senso comum ou científico.

O sexto encontro foi o momento voltado aos carboidratos e proteínas, onde inicialmente discutimos sobre a função dos carboidratos como fonte de energia do nosso organismo. Dialogamos acerca da dieta com restrição de carboidratos no sentido de serem prejudiciais ao nosso organismo, pois força a queima de gordura para obtenção de energia. Além disso discutimos sobre moléculas de glicose que são combinadas para formar dois polímeros de condensação naturais, a celulose e o amido. Para voltarmos nosso olhar a saúde humana envolvendo a sociedade, fizemos uma mapa conceitual sobre o índice glicêmico, associando temas como a glicose na corrente sanguínea ligado ao tema da diabetes anteriormente discutido. A fome instiga ao consumo de carboidratos refinados, que conseqüentemente aumenta o açúcar no sangue, aumentando a produção de insulina e que por fim pode gerar a obesidade. Para evitar esse ciclo se fez a discussão de privilegiar o consumo de alimentos com carboidratos de baixo índice glicêmico, como soja, amendoim, iogurte, feijão preto, entre outros.

Na sequência explicou-se sobre os oligossacarídeos bem como a hidrólise da sacarose relacionado ao açúcar invertido. Neste momento discutimos sobre a produção de melado no município de Capanema-PR, onde visamos o processo de produção bem como a utilização do caldo de cana e o açúcar invertido. Logo em seguida fomos conceituando os polissacarídeos apresentando as estruturas químicas da sacarose, celulose entre outros.

Ao final deste encontro o tema principal foram as proteínas, onde nos dirigimos para o laboratório de informática. A ideia foi discutir um artigo de referência da química nova na escola que contemplava os aminoácidos, formação de proteínas, ligação peptídica e aplicações no cotidiano. Essa foi a primeira vez que a turma trabalhou com artigos em sala de aula, certamente foi um momento de muitas reflexões com os alunos, pois os artigos encontrados eram dos mais variados, cada qual com suas peculiaridades que chamaram a atenção dos alunos. Além dessa discussão por motivos de curiosidade de alguns alunos, conversamos

sobre a coloração da pele e a função da melanina como pigmentação biológica. Neste sentido trabalhou-se as questões sobre o preconceito que coincidiu com a semana da consciência negra. Algumas questões foram levantadas como: O que é mais importante numa pessoa? Seu caráter ou a cor da sua pele? O respeito que ela tem pelos seus semelhantes ou a religião que ela segue? Foi nesse sentido que trazemos para as aulas de química questões sociais, especialmente os preconceitos que infelizmente ainda estão presentes em nossa sociedade.

O sétimo encontro foi marcado por duas atividades experimentais realizadas no laboratório de ciências da escola em parceria com a UFFS em fornecer os materiais necessários. Realizamos a identificação de carboidratos e proteínas em alimentos, especialmente a sacarose, frutose, amido glicose, leite integral e clara do ovo. O teste foi qualitativo com o intuito de demonstrar para os alunos a experimentação, visto que foi a primeira vez que tiveram contato com o laboratório de ciências da escola. Os experimentos foram dirigidos pelos próprios alunos com a orientação do professor estagiário, onde todos os participantes consideraram a prática experimental importante para o aprendizado. Infelizmente a escola não apresenta em seu estoque reagentes analíticos próprio para análises, apenas vidrarias e alguns equipamentos como microscópio. Se não tivéssemos o apoio da instituição de ensino superior, dificilmente iríamos realizar essas atividades com os alunos.

No último encontro foi o momento de utilizar a musicalização no ensino de química. Acreditamos que o uso de músicas na educação científica, é uma alternativa promissora, o que pode favorecer a aprendizagem, além de seu caráter lúdico. A música utilizada como ferramenta para o ensino de Química parece ser bem aceita entre a comunidade escolar por ter a capacidade de despertar interesse, motivação e aprendizado, sobretudo devido ao seu caráter lúdico. A proposta foi mencionada no primeiro dia de aula com os alunos no intuito de construir a cada encontro nas aulas de química. A proposta foi descrita na seguinte forma: Se formariam dois grandes grupos em sala de aula, onde um grupo desenvolveu uma paródia sobre os carboidratos e outro grupo sobre as proteínas, na perspectiva do que discutiu-se durante as aulas até o momento.

Durante esse último encontro além das paródias fizemos uma breve revisão de tudo que estudamos e discutimos ao decorrer de oito semanas de estágio, onde relacionamos através de infográficos e mapas conceituais todos os conceitos vivenciados através de aprendizado para todos os envolvidos. Certamente cada momento foi planejado com muito carinho e atenção voltada sempre para o contexto em que os alunos estão inseridos, seja na zona urbana ou zona rural.

Por fim dizemos que essa construção de argumentos dá-se a partir de operações num mundo que se constitui pela linguagem. Requer a utilização de recursos culturais como o diálogo, a escrita e a leitura para sua concretização. Entretanto, o educar pela pesquisa não apenas se utiliza da linguagem em seu processo de produção de novos conhecimentos, mas também pretende desenvolver as potencialidades dos participantes no uso dessa linguagem, constituindo-se dessa forma de maneira mais competente como sujeitos. Defendemos a idéia de que a organização da formação docente, tendo como princípio formativo a educação pela pesquisa possibilita um avanço qualitativo nesta formação, podendo contribuir de forma efetiva para a dissolução destes dois aspectos. E esta pesquisa permitiu-nos perceber que esta aproximação só vai ocorrer de forma efetiva quando os alunos e professores conseguirem expressar e assumir suas próprias teorias pedagógicas. Neste sentido, o educar pela pesquisa pode contribuir, justamente por ser possibilidade de pesquisa das teorias pessoais de professores e alunos, como propõe Galiazzi (2000).

6. CONCLUSÃO

Na pesquisa realizada buscamos ressaltar a importância da lecitina de soja como emulsificante, mostrando aspectos físicos, químicos e qualitativos, de sua modificação a partir da tentativa de extração da fosfatidilcolina.

Iniciou-se o trabalho discutindo sobre a importância de compreender as funções e aplicabilidades deste nutriente e principalmente suas potencialidades na indústria de alimentos e farmacêutica. Os resultados físico-químicos obtidos foram satisfatórios e apresentaram pequenas diferenças em relação a metodologias utilizadas descritas pela AOCS. Neste sentido utilizamos métodos sugeridos pela IAL, e para algumas técnicas adaptamos algumas condições e solventes utilizados no sentido de otimizar a qualidade de cada análise, bem como tornar baixo o custo e uso de solventes.

A lecitina apresentou altos índices de fosfolipídeos nas amostras analisadas, com percentual médio de 64 %, a umidade não foi superior a 2 % o que não interfere na viscosidade do produto. O teste de solubilidade em hexano apresentou 99,9% de pureza o que potencializa a aplicação do produto na indústria. A média do índice de saponificação obtida foi igual a 190,76 mg de KOH/g onde a determinação da quantidade de ácidos graxos livres e de sua qualidade, sejam de cadeias curtas ou longas, está relacionada ao estado de deterioração dos lipídeos. Esses valores estão coerentes aos encontrados na literatura conforme discutido ao longo do trabalho.

Os resultados da análise de UV-Vis mostraram que a lecitina de soja apresentou pico máximo de absorção no comprimento de onda de 208 nm e 205 nm, próximos ao indicado na literatura. Os deslocamentos de bandas encontrados demonstraram equilíbrio entre as moléculas complexadas e livres, o que possibilitou resultados positivos para a formação dos complexos analisados.

A análise de CC indicou, através de testes preliminares, a presença de pelo menos 6 compostos diferentes nos quais identificamos compostos a base de fosfolipídeos, triglicerídeos e ácidos graxos, coerente com os resultados encontrados na literatura. Isso por sua vez dialoga com o processo de produção deste produto, pois em cada etapa do processamento da lecitina líquida não ocorre a adição de qualquer espécie química, mesmo assim apresenta compostos estáveis durante seu processo e armazenamento, apesar da temperatura elevada da etapa do processo de secagem.

Na discussão referente a proposta de ensino com o tema alimentos como uma nova abordagem dos conteúdos de bioquímica, através do diálogo e da problematização deste tema,

despertamos o olhar de nossos alunos referente ao uso e importância da lecitina de soja através dos processos bioquímicos, além do interesse pela pesquisa e experimentação através dos trabalhos desenvolvidos.

Embora muitos estudos tenham contribuído para elucidar os mecanismos fisiopatológicos da doença de Alzheimer, a perda neuronal seletiva ainda não foi totalmente compreendida. Mais ainda, a busca destes mecanismos tem resultado direto no desenvolvimento de novas drogas para o tratamento dessa patologia, sendo que a investigação de novos agentes medicamentosos (fosfatidilcolina) que possam retardar ou mesmo bloquear a evolução da doença constitui o objetivo e o desafio para muitos neurocientistas.

Concluimos que os resultados encontrados em relação ao produto analisado apontaram parâmetros de qualidade satisfatórios quanto à aplicabilidade industrial da lecitina de soja, como agente emulsificante com boas características reológicas.

7. PERSPECTIVAS

Os processos, análises e discussões apresentado neste trabalho de conclusão de curso apresentam apenas os seus primeiros passos, com a demonstração de todas as suas etapas e da qualidade do material analisado. Existem muitas melhorias e modificações a serem feitas, sobretudo na perspectiva de torná-lo um processo contínuo, com todas as etapas integradas e otimizadas pensamos no bem estar das pessoas, por isso acreditamos no encapsulamento e formação de complexos de inclusão de biopolímeros naturais com a colina, especialmente para o tratamento da doença do Mal de Alzheimer.

Em relação a estudos fundamentais, é necessário compreender melhor e modelar o processo de extração da fosfatidilcolina, visto que as condições para a extração eram limitadas. Desta forma como sugestão acreditamos na cromatografia em camada delgada (CCD), cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), como técnicas que podem contribuir para o estudo dos compostos da lecitina de soja.

Além disso destacamos que os trabalhos voltados para a extração da fosfatidilcolina continuarão, ainda pretendemos extrair outro composto da lecitina de soja, a fosfatidiletanolamina.

8. REFERÊNCIAS

ABREU, I. D. D; FORLENZA, O. V.; BARROS, H. L. D. Demência de Alzheimer: correlação entre memória e autonomia. *Revista de Psiquiatria Clínica*, São Paulo, p. 131-136, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Sistema de Perguntas e Respostas. (2008). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/faqdinamica/asp/usuario.asp?usersecoes=28&userassunto=45>>. Acesso em: nov. 2018.

ALLEN, R.R. et al. *Bailey`s Industrial Oil and Fat Products*. 4. ed. 1 v. New York: Ed John Wiley & Sons, 1953a. 758 p.

Associação Brasileira de Alzheimer – Disponível em: <http://www.abraz.org.br/> Acesso em: 26 de agosto de 2018.

ALBUQUERQUE, Mariane Vieira, *et al.* **Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares.** QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Educação Alimentar 56 Vol. 34, Nº 2, p. 51-57, MAIO 2012. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/02-QS-33-11.pdf>. Acesso em: 29 maio. 2017

BATISTUZZO J.A.O., ITAYA M., ETO Y., **Formulário médico-farmacêutico**. 4. ed. Pharmabooks, São Paulo, 2011.

BOBBIO. P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. *Food Chemistry*. 4. ed. Leipzig: Springer, 2009.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W. **Químicas de los alimentos**, 2. ed. Zaragoza: Ed.Acribia S.A, 1999.

BORGES, M. C.; SANTOS, F. M. M.; TELLES, R. W.; CORREIA, M. I. T. D.; LANNA. C. C. D. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e lúpus eritematoso sistêmico: o que sabemos? *Revista Brasileira De Reumatologia – Elsevier*. Belo Horizonte, 2014.

BUAINAIN, A. M.; ROMEIRO, A. R.; GUANZIROLI, C. **Agricultura familiar e o novo mundo rural**. *Sociologias*, Porto Alegre, v. 5, n. 10, p. 312-347, 2003.

CASTRO, G. M. de. **Clarificação de lecitina de soja utilizando o peróxido de hidrogênio como agente clarificante**. Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal do Triângulo Mineiro. 2009. 40 p.

CANTY DJ, JOLITZ AJ, ZEISEL SH. Lecithin and choline, a clinical monograph. In: *Research Update on Health and nutrition*, paper presented for Posgraduated Institute of Medicine, Englewood,CO. Central Soya Company. 1997.

CANTY DJ, ZEISEL SH. Lecithin and choline in human health and disease. *Nutr Rev* 1994;10(52):327-39.

CEPEA - **Centro de Estudo Avançados em Economia Aplicada/CNA** - Confederação Nacional da Agricultura: Produto Interno Bruto do Agronegócio – Dados de 1994 a 1999. Disponível

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P.S. **Introdução a métodos cromatográficos**. 5. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1993.

DAVIS, T.R.; DIMICK, P.S. Lipid composition of high-melting seed crystals formed during cocoa butter solidification. *Journal of American Oil Chemists' Society*, v.66, n.10, p.1494-1498, 1989.

DASHIELL, G. L. Lecithin in food processing applications. In: SZUHAI, B. F. *Lecithins: sources, manufacture & uses*. Champaign: AOCS, 1988

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. 4a

DEMAN, J. M. *Principles of Food Chemistry*. 3. ed., Maryland: Aspen, 1999. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010a.

DICKINSON, E. **An Introduction to Food Colloids**. 1ed., Oxford: Oxford University Press, 1992, 514p.

DORSA, R. **Tecnologia de óleos vegetais**. Campinas: GEA/WESTFALIA, 2004.

DORSA, R. **Tecnologia de processamento de óleos e gorduras vegetais e derivados**. São Paulo: GEA/WESTFALIA, 1998.

ERICKSON, M. C. Chemistry and function of phospholipids. In: AKON, C. C.; MIN, D.B. *Food Lipids: chemistry, nutrition and biotechnology*. New York: Ed. Marcel Dekker, 1997.

GALIAZZI, M.C. **Educar pela pesquisa: espaço de transformação e avanço na formação inicial de professores de Ciências**. Porto Alegre, 2000. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,

GARCIA, R. W. D, Reflexos da Globalização na Cultura Alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana, **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p. 483-492, 2003.

GOLAN. D. E. (Ed.). **Princípios de Farmacologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. Cap. 8. p 98-116.

GOLAN, D. E. (Ed.). **Princípios de Farmacologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

GUNSTONE, F. D. Phospholipids. In: GUNSTONE, F. D. (Ed.). *Structured and Modified Lipids*. New York: Marcel Dekker, 2001.

HOUGHTON, A. A., LUND, N. A., TAYLOR, A. M. **The Food We Live on**. 3. ed., Millis e Boon, 1964.

HORROCKS, L. A. Nomenclature and structure of phosphatides. In: SZUHAJ, B. F. *Lecithins: sources, manufacture & uses*. Champaign: AOCS, 1988, p. 213-224.

IPEA. Fiscais da saúde dos alimentos – Empresa de Botucatu é exemplo de certificadora de produtos orgânicos. Disponível em: http://desafios.ipea.gov.br/index.php?optio=com_content&view=article&id=1417:catid=28 . Acesso em: 24 outubro 2018.

KIM, J. Y.; LIM, S. T. Preparation of nano-sized starch particles by complex formation with n-butanol. *Carbohydr. Polym.* 2009, 76, 110– 116.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 5, 2005. p. 1008- 1014

KUCEK, K. T. **Otimização da transesterificação etílica do óleo de soja em meio alcalino**. 2004. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) — Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba,

LOPES, K. da S. **Avaliação da etapa de clarificação do óleo de soja através de planejamento composto central e investigação do potencial de melhoria energética no processamento da soja**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Térmicos e Químicos) — Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Lehninger, A. L.; Nelson, D. L; Cox, M. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

LEIBING, Annette. Doença de Alzheimer:(um) a história. *Informação psiquiátrica*, v. 17, n. 1, p. s4-s9, 1998.

LEWIS, L. D.; SUBHAN, F. B.; BELL, R. C.; MCCARGAR, L. J.; CURTIS, J. M.; JACOBS, R. L.; FIELD, C. J. Estimation of choline intake from 24h dietary intake recalls and contribution off egg and milkconsumption to intake among pregnant and lactating women in Alberta. *British Journal of Nutrition*, p. 112- 121, 2014.

MARCONCIN, S. A. **Respostas fisiológicas em cães suplementados com lecitina de soja e lecipalm®**: estudo sobre os parâmetros metabólicos, bioquímicos e hematológicos. 2008. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) — Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MANZOORI JL, ABDOLMOHAMMAD-ZADEH H, AMJADI M. **Study on the inclusion complex between b-cyclodextrin and celecoxib by spectrofluorimetry and its analytical application**. *Farmaco* 2005; 60(6-7):575-81.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

MANZOORI JL, ABDOLMOHAMMAD-ZADEH H, AMJADI M. **Study on the inclusion complex between b-cyclodextrin and celecoxib by spectrofluorimetry and its analytical application.** *Farmaco* 2005; 60(6-7):575-81.

MERTINS, Omar et al (Org.). Caracterização da pureza de fosfatidilcolina da soja através de RMN de ¹H e de ³¹P. **Química Nova**, Porto Alegre - RS, v. 31, n. 7, p.1856-1859, 22 set. 2008.

MECK, W. H.; WILLIAMS, C. L. Metabolic imprinting of choline by its availability during gestation: implications for memory and attentional processing across the lifespan. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. pp 385-399. 2003.

MECK, W. H., WILLIAMS, C.L. Metabolic imprinting of choline by its availability during gestation: implications for memory and attentional processing across the lifespan. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. pp 385-399. 2003.

MISKANDAR, M.S.; CHE MAN, Y.B.; RAHMAN, R.A.; AINI, I.N.; YUSOFF, M.S.A. Effects of emulsifiers on crystallization properties of low-melting blends of palm oil and olein. *Journal of Food Lipids*, v.13, n.1, p.57-72, 2006.

MIYASAKI, EK. **Avaliação da adição de emulsificantes do tipo lecitinas modificadas na cristalização de manteiga de cacau e de chocolate amargo.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORETTO, E; FETT. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** São Paulo: Varela, 1998.

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K., RPDWELL, V. W. Harper: *Bioquímica ilustrada*. 27. Ed. São Paulo: McGrae-hill, 2007.

MYGIND, V.L., EVANS, S.E., PEDDIE, M.C., MILLER, J.C., HOUGHTON, L.A. Estimation of usual intake and food sources of choline and betaine in New Zealand reproductive age women. *Asia Pac J Clin Nutr*. v.22(2) pp 319-324. 2013.

OLIVEIRA, A. F. S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V.; SILVA, L. M. R. A Sustentabilidade da agricultura orgânica familiar dos produtores associados à APOI (Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba-CE). In: *SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL*, 16., 2008, Rio Branco. Anais. Amazônia, mudanças globais e agronegócio: o desenvolvimento em questão. Brasília: SOBER, 2008, v. 1, p. 1-20.

NIEUWENHUYZEN, W. V. Lecithin and other phospholipids. In: KJELLIN, M.; JOHANSSON, I. (Eds.). *Surfactants from Renewable Resources*. United Kingdom: John Wiley & Sons, p. 191-212, 2010.

NIEUWENHUYZEN, W. V.; TOMÁS, M.C. Update on vegetable lecithin and phospholipid Technologies. *European Journal of Lipid Technology*, v.110, n.5, p.472-486, 2008.

OSAWA, C. C. **Testes rápidos (kits) para avaliação da qualidade de óleos, gorduras e produtos que os contenham e sua correlação com os métodos oficiais da AOCS. 2005.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

OLIVEIRA, C. G. de. **Proposta de modelagem transiente para clarificação de óleos vegetais.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) — Faculdade de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OLIVEIRA, F. M. N. de. **Secagem E Armazenamento Da Polpa De Pitanga.** 2006. Dissertação (Mestrado em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

OLIVEIRA, A. F. S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V.; SILVA, L. M. R. A Sustentabilidade da agricultura orgânica familiar dos produtores associados à APOI (Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba-CE). In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 16., 2008, Rio Branco. Anais. Amazônia, mudanças globais e agronegócio: o desenvolvimento em questão. Brasília: SOBER, 2008, v. 1, p. 1-20.

PAVIA, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., Vyvyan, J.R., **Introdução à Espectroscopia.** Cengage Learning, 2010.

PARK, D., JOO, S.S., KIM, T.K., LEE, S.H., KANG, H., LEE, H.J., LIM, I., MATSUO, A., TOOYAMA, I., KIM, Y.B., KIM, S.U. Human Neural Stem Cells Overexpressing Choline Acetyltransferase Restore Cognitive Function of Kainic Acid-Induced Learning and Memory Deficit Animals. *Cell Transplantation*, v. 21. pp. 356-371. 2012.

PRADO-FILHO, L. G. do. Umidade Relativa de Equilíbrio e Oxidação de Lipídeos em Farinhas de Castanha do Pará, de Macadâmia e de Soja. *Science of Agriculture*. Piracicaba, 1994. p. 357- 362.

RAJ, P.V.; NITESH, K.; CHANDRASHEKHAR, H.R.; MALLIKARJUNA-RAO, C.; VENKATA-RAO, J.; UDUPA, N. Effect of lecithin and silymarin on d-galactosamine induced toxicity in isolated hepatocytes and rats. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, v.25, n.2, p.169-174, 2010.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

REUTER, W., Herrmann, W., Metabolism, Function and Clinical-significance of HDL-cholesterol, *Deutsche Gesundheitswesen-Zeitschrift Fur Klinische Medizin.*, v. 37, n. 2, p. 49-56, 1982.

RIBEIRO, A. Desenvolvimento e Caracterização Físico-Química De Complexos De Inclusão De Amilose Com Diferentes Moléculas Hóspedes. 2016. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

ROCHA, F. R. P.; TEIXEIRA, L. S. G. **Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS.** *Quím Nova* 2004;27(5):807-12.

SALGADO, J. M. **Alimentos funcionais**. Disponível em: http://www.sbaf.org.br/sbarf/_alimentos/200506_Alimentos_Funcionais.htm. Acesso em: out.2018.

Szuhaj, B. F. (2005) Lecithins. In. Shahidi, F. Bailey`s industrial oil and fat products. Ed. AOCS, 6ed. v.3, cap.13, p. 361-456

SAFFER, B. A.; BAUER, S. T. Factors Influencing the determination of the acetone insolubles of commercial

SCHURGERS, L. J., Soute, B.A.M., Elmadfa, I. Vermeer, C., The Beneficial Properties of Corn oil for Vascular Health May be Related to its on the Vessel Wall, *Thrombosis and Haemostasis*, 2307, 1999.

SILBURG CA, Goldberg AC, McGill JB, Stenson WF, Racette SB, Bateman J, McPherson TB, Ostlund RE Jr. **Fat-free foods supplemented with soy stanol-lecithin powder reduce cholesterol absorption and LDL cholesterol**. J Am Diet Assoc; 103:577-81, 2003.

SILVEIRA, M. M.; FONSECA, L. M. D. A complexa fisiopatologia dos episódios vaso oclusivos na anemia falciforme. **Revista de Ciências Farmacêuticas**, p. 25-46, 2002.

SILVA, F. Q. P. O. ; FOSCACHES, C. A. L; LIMA FILHO, D. O. O perfil do consumidor de produtos orgânicos na cidade de Campo Grande-MS. In: Semead Seminários em Administração – Sustentabilidade Ambiental nas organizações, 13., 2010, Anais... São Paulo, p. 1-20.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para Avaliação do Grau de oxidação Lipídica e da capacidade Antioxidante. *Química Nova*, v. 22, n. 1, p. 94–103, 1999.

STOPPER, H. R.; SAFFER, B. A.; BAUER, S. T. Factors Influencing the determination of the acetone insolubles of commercial lecithins. AOCS, p. 408–413, 1953. lecithins. JAOCS, p. 408–412, 1953.

VENTURA, A. L. M.; ABREU, P. A.; FREITAS, R. C. C.; SATHLER, P. C.; LOUREIRO, N.; CASTRO, H. C. Sistema colinérgico: revisitando receptores, regulacao e a relacao com a doenca de Alzheimer, esquizofrenia, epilepsia e tabagismo- *Rev Psiq Clín*.v.37(2). pp.66-72. 2010

VENTURINE C.G, NICOLINE J, MACHADO C, MACHADO V.G. Propriedades e aplicações recentes das ciclodextrinas. **Quim Nova** 2008;31(2):360-8.

WANG, X.; LUO, Z.; XIAO, Z. Preparation, characterization, and thermal stability of -cyclodextrin/soybean lecithin inclusion complex. *Carbohydrate Polymers* 101 (2014) 1027–1032

WILSON, T. A., Ausman, L. M., Lawton, C. W., Hegsted, D. M., Nicolisi, R. J., Comparative Cholesterol Lowering Properties of Vegetable Oils: Beyond Fatty Acids, *Journal of the American College of Nutrition*, v. 19, n. 5, p. 601-

607, 2000.

WILSON, R. F.; RINNE, R. W. Phospholipids in the developing soybean seed. *Plant Physiology*, v. 54, n. 5, p. 744-747, 1974.

ZEISEL SH. Choline phospholipids: signal transduction and carcinogenesis. *FASEB J* 1993;7:551-7.

ZEISEL SH. *Modern nutrition in health and disease*. 8th ed. Philadelphia: Lea & Febiger: 1994, p. 449-58. 2.

ZIA V, RAJEWSKI RA, STELLA VJ. Effect of cyclodextrin charge on complexation of neutral and charged substrates: comparison of sulfobutyl ether- β -cyclodextrin to hydroxypropyl β - cyclodextrin. *Pharm Res* 2001; 18(5):667-73

**ANEXO 01 – Artigo apresentado no VI – SINECT – Seminário Nacional de ensino de
Ciência e Tecnologia**



**BIOQUÍMICA DOS ALIMENTOS: UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA AS AULAS
DE QUÍMICA**

Maicon Cauan Wagner – maiconwagner96@gmail.com

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Capanema – PR

Claudia Almeida Fioresi – claudiaafioresi@gmail.com

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Realeza – PR

Gisele Louro Peres – gisele.louro@uffs.edu.br

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Realeza – PR

Resumo: *Este artigo apresenta uma proposta de ensino com foco na Bioquímica dos alimentos, utilizando vários recursos didáticos e metodológicos. Tendo em vista o processo de contextualização, os conteúdos serão abordados através de diferentes linguagens como, música, experimentação, revistas, vídeos, entre tantas outras atividades didáticas. O principal objetivo está direcionado numa visão crítica e reflexiva acerca da proposta epistemológica do Educar pela Pesquisa sistematizando a educação alimentar e seus processos, possibilitando aos alunos momentos de reflexão, diálogo, discussões voltadas ao contexto escolar que estão inseridos. A presente proposta de estudo será realizada com alunos do 3^a ano do Ensino Médio da Escola Estadual São Cristóvão Ensino Fundamental e Médio Normal (EFMN), na cidade de Capanema – PR.*

Palavras-chave: *Bioquímica, Abordagem temática, Alimentos, Saúde alimentar.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, paradoxalmente, mesmo diante do fato de que a Ciência e Tecnologia têm se mostrado cada vez mais inseridas no cotidiano de toda a população, observa-se que inclusive pessoas um pouco mais escolarizadas ainda estão em uma situação de distanciamento do chamado conhecimento científico. A Ciência por muitas vezes não é

relacionada com práticas do cotidiano, se distanciando da realidade sendo cada vez mais difícil de ser compreendida no sistema educacional vigente.

Neste sentido, a Escola possui papel fundamental para formação científica, crítica e social dos estudantes. Pensar sobre a questão dos alimentos hoje em dia é necessário, pois nos relacionamos a todo momento com ele e na maioria das vezes não relacionamos este tema aos conhecimentos científicos, neste caso especialmente a Bioquímica. A bioquímica e as funções biológicas atuam no organismo em termos químicos, verificando transformações que ocorrem neste por meio de compostos que possuem uma grande variedade funcional (FONSECA, 2013). Por meio de um conjunto de pequenas moléculas nosso organismo realiza diversas funções, no qual estas são possíveis por meio do auxílio de biomoléculas e suas interações (NELSON; COX, 2011).

O estudo de processos metabólicos é desenvolvido por intermédio de grupos fundamentais na bioquímica: carboidratos, lipídeos e proteínas, sendo a última composta pela união de aminoácidos, vitaminas classificadas em hidrossolúveis, solúveis em água, e lipossolúveis, solúveis em lipídios. Porém, o século XXI é caracterizado como o século da industrialização, no qual são acrescentados aditivos e conservantes que auxiliam a durabilidade dos produtos, onde uma das consequências destes é o grau de acidez dos alimentos que pode aumentar ou diminuir, a depender do fabricante. Nossa saúde depende de uma alimentação balanceada e de alto valor nutritivo, infelizmente a maioria dos jovens preferem comer *fast food*, caracterizadas como comidas rápidas e baratas.

Neste trabalho, nosso objetivo é compreender os processos bioquímicos que ocorrem em nosso organismo através da ingestão de alimentos, que por sua vez fazem parte do contexto diário da vida dos estudantes, no sentido de ser um fator essencial para a sobrevivência, pois através dele obtém-se energia e nutrientes necessários para o funcionamento do organismo. Quando a alimentação não é adequada ocorrem as deficiências nutricionais. As funções do organismo não são realizadas normalmente e como consequência podem ocorrer surgimento de doenças.

Neste contexto é importante destacar novamente o papel da escola, como espaço de uma promoção da cidadania e hábitos alimentares saudáveis. A escola precisa oferecer um ensino de qualidade que promova a produção de sentidos sobre as fontes, quantidades, qualidades e as funções que os nutrientes exercem no nosso corpo.

Neste sentido, a abordagem de conceitos bioquímicos, estudados nas aulas de Química e Biologia durante o Ensino Médio, trata de uma ferramenta essencial no processo de compreensão dos fundamentos da nutrição necessários a manutenção de uma boa saúde.

Desta forma, cada vez mais precisamos assumir o papel de professores educadores críticos-reflexivos, pesquisadores, envolvidos de forma interdisciplinar com o processo de ensinar e aprender, por meio da atuação na educação formal e/ou informal, em diferentes instâncias com utilização de conhecimentos psicopedagógicos, tecnológicos, humanístico/científicos, buscando tornar capaz de se influir na realidade social, preocupado com a pesquisa e seu constante aperfeiçoamento. Com isso, devemos tomar a consciência de que somos formadores de opiniões, e termos em sala uma postura ética, voltada para o estabelecimento de relações entre teoria e prática sobre o universo do trabalho.

É importante também que o professor torne sua sala de aula um campo de pesquisa, utilizando diversas linguagens em sua prática pedagógica, envolvido com o trabalho em equipe, com espírito inovador e criativo, capaz de gerir diferentes situações inerentes a sua prática profissional.

O objetivo geral deste trabalho é compreender os diversos aspectos da alimentação por meio do desenvolvimento do conteúdo de bioquímica, compostos bioquímicos, aditivos nos alimentos e suas aplicações, buscando ensinar e aprender junto com os alunos, por meio do tema "Alimentação Saudável", respeitando suas peculiaridades e hábitos, propondo novos olhares sobre a alimentação de cada aluno, relacionado-os com os conteúdos teóricos/práticos.

O trabalho se caracteriza como uma proposta de Ensino construída no componente curricular de Estágio Supervisionado da Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Realeza-PR, e será desenvolvido em uma turma de 3º ano de Ensino Médio em uma Escola da rede pública de ensino.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Influenciadas pelos avanços tecnológicos na indústria de alimentos e na agricultura e pela globalização da economia, as práticas alimentares contemporâneas têm sido objeto de preocupação das ciências da saúde desde que os estudos epidemiológicos passaram a sinalizar estreita relação entre a comensalidade contemporânea e algumas doenças crônicas associadas à alimentação, motivo pelo qual o setor sanitário passou a propor mudanças nos padrões alimentares (GARCIA, 2003). Percebemos que hoje a alimentação de diferentes culturas está sofrendo mudanças em todo o mundo sendo motivo de preocupação, pois os adolescentes estão trocando alimentos naturais por *Junk food* (alimentos com alto teor calórico, mas com níveis reduzidos de nutrientes).

Na última década a preocupação com a qualidade das refeições servidas a população tem sido objeto de constante atenção por parte dos órgãos governamentais no âmbito nacional e internacional, vez que, as Enfermidades Transmitidas por Alimentos (ETAs), vêm aumentando independentemente de toda tecnologia existente.

Cada pessoa, segundo Albuquerque (2012), desenvolve um hábito alimentar adquirido na infância pelo contato com familiares, pelo convívio social e pela influência da mídia. Porém, a escolha dos alimentos e a forma de preparo provêm da cultura, do gosto, da renda e do acesso à diversidade destes. As influências da mídia acerca dos hábitos alimentares das crianças e adolescentes, acaba induzindo o mercado consumidor a uma maior procura por esses alimentos. Segundo Moura (2010, p. 113),

No Brasil, alimentos são os produtos mais frequentemente anunciados, sendo que quase 60% deles pertencem ao grupo representado, na pirâmide alimentar, por gorduras, óleos, açúcares e doces. De um modo geral, crianças e adolescentes não têm maturidade suficiente para controlar suas decisões de compra e acabam dando preferência para a compra e consumo de guloseimas,

pobres em substâncias nutritivas, acarretando, com frequência, a obesidade infantil.

Neste sentido a prevenção da obesidade infantil se faz pelo consumo pouco frequente de alimentos de elevado valor calórico e de baixo valor nutricional, de que é exemplo paradigmático a fast food, a qual inclui hambúrgueres, batatas fritas, pizzas, etc. Para além daquilo que se deve ou não comer, convém salientar a importância de comer devagar, sempre sentado à mesa com companhia, conversando no decorrer da refeição, evitando outras atividades como ver televisão. As famílias devem habituar-se a planear a compra de alimentos com lista, em função da prévia planificação das refeições, na qual as crianças devem participar ativamente (SANCHO, 2006).

Acreditamos que a Saúde e a reeducação alimentar no processo ensino-aprendizagem têm importância significativa na vida da criança, principalmente no ensino básico, onde são estabelecidas as bases nutricionais associadas aos gostos e preferências já vivenciadas no cotidiano desde o início da vida da criança.

Para Zanon e Palharini (1995), muitos alunos(as) demonstraram dificuldades em aprender química, nos diversos níveis do ensino, por não perceberem o significado ou a validade do que estudam em relação a sua alimentação e a vida. Entretanto, isso ocorre quando os conteúdos trabalhados em sala de aula não procuram estar contextualizados adequadamente, estes tornam-se distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos.

De acordo com Loguercio *et al.* (2007), a década de 90 foi marcada por uma grande proliferação de estudos e trabalhos que trouxeram para o cenário da educação um novo campo do saber: a Educação em Bioquímica. Segundo estes autores, a Educação em Bioquímica apresenta, por um lado, a tendência a resolver os problemas específicos do ensino em Bioquímica e, por outro, se preocupa com a forma de se manter uma pesquisa científica de qualidade (LOGUERCIO *et al.*, 2007).

A Bioquímica usa bastante a abstração e a imaginação para descrever os fenômenos que acontecem em nível molecular, e é difícil representar seus fenômenos somente com o auxílio dos instrumentos mais amplamente usados no cotidiano escolar, o quadro negro e o retroprojetor (MACHADO *et al.*, 2010). Assim, faz-se necessária uma sistemática busca e aplicação de pesquisas a fim de propor alternativas metodológicas, com o uso de softwares educativos e da internet como ferramentas de ensino, que qualifiquem e tornem acessível a aprendizagem de Bioquímica nos vários níveis de ensino (LOGUERCIO *et al.*, 2007).

É importante ou se faz importante trabalhar de forma mais sistemática a educação alimentar e os processos bioquímicos, para possibilitarmos aos alunos um melhor entendimento dos conceitos de alimentação saudável, destacando a importância deste tema que pode ser desenvolvido de forma lúdica, prazerosa, em interação com o cotidiano dos alunos, permitindo que eles expressem suas ideias de formas variadas (através de desenhos, discussões, elaboração de portfólios entre outros). Defendemos a ideia de que é necessário relacionar a química com o cotidiano dos alunos. Mas, o que seria relacionar a Química com o cotidiano? Lutfi (1992, p.15), considera que:

(...) o cotidiano no como uma relação individual com a sociedade, pois existem mecanismos de acomodação e alienação que permeiam as classes sociais, mas considera a necessidade de fazer emergir o extraordinário daquilo que é ordinário, ou seja, buscar naquilo que nos pareça mais comum, mais próximo, o que existe de extraordinário, que foge ao bom senso, em que tem uma explicação que precisa ser desvelada.

Utilizar fatos e conteúdos relacionados com o cotidiano é uma das maneiras que tomam a química mais atrativa, necessária e indispensável na tarefa de formar um cidadão. Mas, não basta mencionar os fatos é preciso compreender os conceitos e desenvolver a capacidade de tomar decisões.

Desta forma acreditamos que o professor, no sentido de ter sua sala de aula como objeto de pesquisa, deve intermediar todo e qualquer processo de aprendizagem, proporcionando a cada aluno um olhar especial de uma nova educação, uma educação que transforme e inspire futuras gerações, numa proposta epistemológica ancorada no Educar pela Pesquisa.

O apoio teórico para o desenvolvimento desta proposta foi dado pelos pressupostos do Educar pela Pesquisa. Segundo Demo (2011) e Moraes, Galiazzi e Ramos (2004), o Educar pela Pesquisa é um princípio teórico e metodológico que busca desenvolver a aprendizagem de conceitos científicos por meio de investigações realizadas pelos alunos no ambiente escolar. Esse ambiente possibilita, conforme Demo (2011), a construção da aprendizagem por meio da interação entre o conhecimento científico, o conhecimento cotidiano e práticas pedagógicas contextualizadas, possibilitando a reinterpretação de teorias e a reconstrução de seus significados.

O Educar pela Pesquisa consiste numa abordagem formativa escolar, na qual os alunos e professores envolvem-se ativamente, questionando a realidade e o seu próprio conhecimento, propondo ações para obter respostas às suas perguntas de modo a reconstruir os seus argumentos, e comunicando as novas percepções e entendimentos com vistas à sua divulgação e à submissão à crítica na comunidade da sala de aula. Essa última etapa tem a função de contribuir para a aceitação ou refutação dessas percepções e entendimentos e para a sua validação como conhecimento pessoal. Nesse sentido, a pesquisa na sala de aula distancia-se da mera realização de cópias de informações postas e externas aos sujeitos. Firma-se como uma metodologia que proporciona a reconstrução do conhecimento (RAMOS, LIMA, ROCHA F^o, 2009, p. 59).

Galiazzi e Moraes (2002) explicitam que o educar pela pesquisa propicia uma qualidade política de formação, uma vez que provoca o desencadeamento de “capacidades de intervenção qualificada nas realidades educativas, tanto em sentido restrito de sala de aula como no contexto mais amplo”. Desse modo, a capacidade de construir argumentos críticos e coerentes, defendidos com rigor e fundamentação, é despertada nos participantes, pois a

educação pela pesquisa leva o sujeito a questionar um conhecimento ou uma prática existente, e, ao fazer isso, o mesmo precisa elaborar uma proposta nova que substitui aqueles elementos questionados. O sujeito precisa construir novos argumentos, precisa “reconstruir o questionado” e, neste processo de reconstrução de argumentos ele se assume como sujeito no próprio discurso, considerando-se que argumentos de qualidade não nascem acabados e rigorosos e precisam ser submetidos a um aperfeiçoamento.

Acerca do sentido educativo da pesquisa, Demo (2000, p. 24) menciona que “a pesquisa quando bem entendida, sobretudo, pedagogicamente, serve para superar a imitação e promove estudantes questionadores/transgressores, quando professores também são questionadores”. Ao lado disso, reafirma que é preciso emergir a reconstrução, já que o conhecimento é meio.

2. CAMINHOS METODOLÓGICOS

A escolha do tema para construção deste projeto/artigo é sobre a Bioquímica dos Alimentos, tendo como foco a qualidade alimentar dos adolescentes do 3^a ano do Ensino Médio da Escola Estadual São Cristóvão Ensino Fundamental e Médio Normal (EFMN) situada no município de Capanema-PR., tendo uma proposta de trabalho coletivo, portanto, construiremos isso juntos sem qualquer relação de hierarquia, onde professora regente da turma e nossos professores orientadores da Universidade, mediaram acerca de suas contribuições para as futuras aulas que serão desenvolvidas.

Como já mencionado este trabalho está ancorado na proposta epistemológica, do Educar pela Pesquisa (Galliazi e Roque, 2000). Acreditamos que essa proposta, vai além dos processos de investigação, nele aprendemos a dialogar e defendemos essa proposta, que tem como um dos objetivos, que o professor seja um pesquisador e que o aluno deixe de ser um objeto de ensino e passe a ser um companheiro de trabalho, acreditando nessa parceria, valorizando o conhecimento prévio de cada aluno.

Assim, essa proposta nos mostra que essa aprendizagem, que tem a pesquisa para auxiliar na formação de sujeitos críticos e criativos, onde as aulas não sejam apenas repassadas e copiadas, mas sim a construção de um ensino baseada na pesquisa por meio do cotidiano escolar, vivências dos alunos, e da coletividade entre o aluno e o professor junto com todo o corpo educacional. Para isso tem todas as possibilidades para que essa proposta, seja um meio onde os nossos alunos, consigam aprender não somente os conteúdos conceituais, mas também a serem cidadãos, que sejam críticos, participativos, solidários e autônomos.

Além disto, visamos compreender a temática Bioquímica dos Alimentos a partir da compreensão que nossos alunos têm sobre o assunto, com o propósito de iniciar o diálogo em sala de aula com perguntas que os inquietam, trabalhando também com conceitos atitudinais, morais, sociais, e tantos outros que de alguma forma fazem uma teia de ligação com a temática, para que de fato consigamos ter clareza sobre o que é uma alimentação saudável, e que esse aprender seja um processo de trocas de conhecimento, dúvidas, inquietações de nossos alunos.

3. UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O TEMA BIOQUÍMICA DOS ALIMENTOS

Estas atividades foram organizadas em algumas etapas que utilizaram as mais diversas linguagens para trabalhar o tema em questão, como consistem em uma proposta de ensino licenciandos e professores podem realizar modificações e adaptar para realidade que estão inseridos.

Etapa 1: A primeira etapa será o primeiro contato como professor estagiário da turma, pois até o momento apenas se fez o processo de observação no intuito de compreender as peculiaridades da turma. No início da discussão pretendo explicar e dialogar com os alunos a respeito de como se dará a abordagem desta temática dentro da sala de aula durante o período de estágio. Certamente são muitos conteúdos a serem abordados durante o período de regência, mas acredito que podemos organizar para que consigamos contemplar tudo o que desejamos. Em continuidade durante discussão será utilizado um projetor multimídia, notebook e caixas de som, para apresentar um vídeo aos alunos sobre o tema bioquímica, ou melhor dizendo, sobre quais temas de fato são oriundos do tema principal. O vídeo terá uma duração de no máximo 12 minutos e abordará de maneira geral todos os conteúdos que serão vistos no período de regência, através de uma abordagem metodológica. O vídeo pode ser acessado pelo seguinte link: <https://www.youtube.com/watch?v=yA6UHU_2QU> que de fato contemplará uma breve discussão sobre lipídios, ácidos nucleicos, carboidratos e proteínas.

No final da apresentação do vídeo pretende-se desenvolver a seguinte atividade na forma de uma narrativa:

Será solicitado aos alunos que em uma folha de caderno escrevam o que entenderam sobre o vídeo proposto na forma de uma narrativa e o que eles esperam para as próximos encontros dentro da temática apresentada a eles. O objetivo desta análise é compreender qual o conhecimento prévio que cada aluno tem sobre o tema num todo.

Após esse momento será iniciado o conteúdo com a introdução do assunto referente à compostos bioquímicos (lipídios, hidratos de carbono e proteínas) sempre levando em consideração questionamentos iniciais do que de fato os alunos compreendem pelo tema estudado.

Em seguida o conceito de Álcoois graxos será discutido, onde será mencionado os mais importantes álcoois desta classe no intuito de compreender o processo de emulsão nos alimentos além de suas propriedades e aplicações em produtos e alimentos consumidos pelos alunos, dialogando sobre o papel destes na alimentação humana, ou seja, o que de fato ocorre em nosso organismo para sintetizar esses compostos. Por fim, será realizada uma discussão contextualizada sobre gorduras e óleos, a ideia é provocar os alunos no sentido da participação em sala de aula, ou seja, questionar onde e como esses compostos são encontrados nos alimentos produzidos, processados e comercializados.

Etapa 2: Para o segundo momento será utilizado duas aulas conforme a proposta antecedente a esta semana. No início do encontro será perguntado aos alunos algumas perguntas referente

à o que foi estudado na semana anterior, e se ainda surgem dúvidas a respeito daquelas discussões dialogadas em sala de aula. Este encontro será iniciado com a prerrogativa: “Qual o papel dos aditivos nos alimentos? Eles são benéficos a saúde humana?” Através das respostas dos alunos se dará os encaminhamentos iniciais para a discussão em sala de aula. Os aditivos estudados serão os corantes, espessantes, aromatizantes, acidulantes, edulcorantes, conservantes, antioxidantes, sequestrantes e por último os *estabilizantes*. Neste último tópico será contemplado a discussão sobre a lecitina de soja orgânica produzida no município de Capanema-PR, explicando o processo de produção deste produto e suas potencialidades na indústria alimentícia além das suas aplicações em produtos perecíveis e não perecíveis. A ideia é utilizar imagens impressas que represente esses aditivos além de perguntar aos alunos se eles têm interesse em conhecer o processamento realizado pela empresa Gebana Brasil situada na cidade de Capanema-PR, para que de fato possam vivenciar momentos de reflexão para com a prática industrial.

No segundo momento em sala de aula iniciaremos o diálogo sobre os lipídios buscando compreender qual o papel desses compostos em nosso organismo, e qual a bioquímica envolvida neste processo, ou seja, como ocorre os transporte dos nutrientes, vitaminas no corpo humano. A nível de conhecimento dos alunos será perguntado quais são os alimentos mais ricos em lipídios, e como saber até que ponto são benéficos a nossa saúde. Em seguida iniciaremos um novo tópico sobre os cerídeos e suas aplicações na fabricação de cosméticos entre outros. A discussão deve tomar força ao conseguir relacionar esses compostos presentes não só no organismo do ser humano mais também em outros animais presentes no meio terrestre e aquático.

Como forma de usufruir de várias linguagens, será utilizado revistas de cunho científico voltados a temática alimentação, onde os sub-temas recorrentes do tema principal deve ser voltado ao cotidiano do aluno. Durante esse processo cada aluno deverá escolher um assunto descrito em sua revista, no sentido de argumentar, colaborar e avaliar o trabalho dos demais colegas, problematizando e dispendo de soluções problemas para cada assunto. Podemos exemplificar: Surge a discussão sobre a doença do Mal de Alzheimer, logo o aluno precisa compreender quais são os estágios da doença, como é o comportamento desta pessoa, cuidador e familiares, no sentido de propor uma situação problema apresentando sugestões para o tratamento da doença. Desta forma o aluno deve relacionar seu tema com o processo alimentar e a ação ou inibição dos ciclos bioquímicos existentes em nosso organismo.

Por fim será proposto aos alunos uma atividade experimental no período vespertino para a fabricação de sabão no laboratório da escola. Para se fazer uso deste ambiente será dialogado sobre os Equipamentos de proteção individual (EPIs) necessários e sobre a segurança em fazer reações utilizando reagentes químicos. Problematicaremos nesta fase, uma das possíveis aplicações e aproveitamento para o óleo ou gordura doméstica gerados durante o preparo das refeições.

Etapa 3: Esta etapa se iniciará com as seguintes questões “O que você entende por esteróides, colesterol HDL e LDL e hormônios sexuais? Você saberia diferenciar cada um desses? Após as respostas dos alunos daremos início a discussão em sala de aula. Inicialmente se apresentará a estrutura básica de um esteróide a nível molecular e atômico. O grande tema em

questão priorizado na aula será sobre o colesterol, aliás terá muitas relações com o que os alunos já estudaram até o presente momento. A ideia é que durante as discussões podemos estabelecer relações do comportamento dessas moléculas em nosso corpo, ou seja, quais os tipos de reação que podem ser envolvidas que certamente vai ao encontro do que foi mencionado do vídeo da primeira aula. As perguntas surgirão como: o colesterol é uma doença? Como é a vida de uma pessoa que apresenta altos índices de colesterol? Você já fez algum exame neste sentido? É durante este momento que será discutido sobre o colesterol HDL “bom” e o colesterol “ruim” LDL. Será explicado a diferença entre essas duas lipoproteínas no sentido de relacionar se de fato são compostos diferentes ou não. Como sugestão de pesquisa os alunos devem pesquisar sobre quais alimentos apresentam altos índices de colesterol LDL e quais estes podem ser substituídos por outros alimentos com taxas de HDL alto. A pesquisa será orientada para que seja feita em fontes seguras como periódicos, revistas eletrônicas entre outros, ou seja, a ideia aqui é perceber o nível de interesse de cada aluno pela pesquisa. O estudo deverá ser feito na modalidade individual e para aqueles que não tem acesso a internet, dispusemos alguns artigos que estabelece essas relações.

Em sequência deste estudo conversaremos sobre os hormônios sexuais, ou seja qual a função deles em nosso organismo, como são produzidos e qual a relação entre a química e biologia neste contexto. Por fim será discutido qual o papel de esteróides anabolizantes no organismo vivo, visando seus benefícios e malefícios tanto no homem quanto na mulher e quais os riscos da dependência psíquica e doenças crônicas na vida das pessoas.

No intuito de desenvolver esses conhecimentos vistos em sala de aula será selecionado algumas questões do ENEM e de vestibulares para que os alunos compreendam de qual forma esses conceitos são cobrados em diferentes tipos de avaliações.

Etapa 4: No quarto encontro será vez de estudarmos sobre os carboidratos e suas fontes para produção de energia no corpo. O objetivo desta aula será compreender como as dietas de restrição de carboidratos, geralmente utilizadas para emagrecer são prejudiciais a nossa saúde. Além disso buscaremos compreender quais são as fontes de carboidratos que encontramos nos alimentos e a importância de saber como nosso corpo absorve esses compostos através da ingestão desses alimentos. Depois dessas discussões será perguntado quantos dos alunos presentes em sala de aula consomem saladas nas refeições diárias, aqui será destacado a importância desses numa alimentação saudável e balanceada.

Em sequência será desenvolvido um mapa conceitual sobre o índice glicêmico em nosso organismo, buscando relacionar a elevação de açúcar no sangue e o excesso de insulina com a obesidade. Investigaremos quais são os produtos que apresentam um baixo, médio e alto índice glicêmico dos alimentos, para que por fim possamos compreender de modo geral a diferença em comer alimentos integrais e refinados.

Em decorrência disto faremos uso das propriedades dos oligossacarídeos e polissacarídeos e suas aplicações nas indústrias de alimentos. Durante esse momento será priorizado como ocorre o processo de produção do melado, ou seja, quais as reações químicas envolvidas no processo priorizando e valorizando as agroindústrias locais do município. Buscaremos compreender o objetivo da utilização da sacarose e o porquê da utilização do açúcar invertido durante esse processo.

No final deste encontro será proposto uma atividade em relação a elaboração de uma música sobre os carboidratos, a ideia é que se forme dois grupos na sala de aula em que cada um receberá uma música como referência e com base nesta os mesmos possam construir uma paródia acerca do tema proposto a cada grupo. O professor regente levará um acordeon (gaita) para contribuir no desenvolvimento rítmico dos grupos.

Etapa 5: Esta etapa será o primeiro momento em que os alunos terão o contato com o laboratório de ciências, pois como observado até o momento nenhum aluno desfrutou deste espaço importante oferecido pela escola. O experimento realizado será sobre a caracterização de carboidratos em alimentos, ou seja, será um teste qualitativo que demonstrará a presença ou não desses compostos na amostra analisada. A ideia aqui é que sejam analisadas pelo ao menos 4 produtos sendo um deles não pertencente ao grupo de carboidratos. Durante a realização dos experimentos será utilizado o projetor multimídia para ilustração das reações envolvidas já que no laboratório não há quadro branco. A ideia é que os alunos compreendam e tenham a experiência de pelo ao menos uma vez poderem participar de uma atividade através experimentação.

Para a realização deste experimento contaremos com a colaboração da universidade em fornecer os materiais necessários visto que a prática não necessita de muitos reagentes. Se essa parceria se concretizar é evidente que teremos resultados positivos ao decorrer do processo. No final desta atividade será proposto que cada aluno desenvolva um pequeno relatório manuscrito contemplando uma breve introdução, materiais necessários, procedimentos e resultados encontrados além das reações envolvidas.

Etapa 6: Durante esse momento iniciaremos o encontro recolhendo os relatórios da semana anterior referente a atividade experimental. Após isto será iniciado o conteúdo sobre proteínas e aminoácidos, o objetivo nesta aula é compreender as fontes de proteínas na alimentação e o seu comportamento com ácidos e bases no sentido de manter o equilíbrio do sangue. Após abordaremos sobre os aminoácidos investigando como ocorre o processo de hidrólise no estômago através do suco gástrico através de fontes como as leguminosas. No final do período será dialogado sobre a formação de proteínas e as diferentes espécies encontradas em diferentes alimentos, além de discutir sobre o que estes compostos influenciam na coloração da pele através do estudo de melanina.

No segundo momento será proposto uma resenha descritiva de todo o processo estudo até o momento. O objetivo aqui é sempre levar em conta a opinião do aluno dentro do contexto estudado, observando o seu entendimento sobre os conceitos e aplicações estudados ao decorrer do processo de ensino e aprendizagem.

Etapa 7: Este encontro será marcado por uma segunda atividade experimental ligada a caracterização da proteína do leite. A ideia será de identificar através da formação de fases diferentes a presença ou não dessa substância na amostra analisada. Utilizaremos pelo ao menos 3 amostras de leite (desnatado, integral e zero lactose) para conseguirmos identificar a presença em diferentes proporções. No final da discussão faremos reflexões acerca das reações envolvidas através de ilustrações no multimídia, demonstrando através da

exemplificação os conteúdos vistos em sala de aula com o cotidiano dos alunos. No final da aula será feito uma espécie de teste para compreender como os alunos entenderam o assunto proposto em sala de aula.

Neste sentido, a proposta num todo sinaliza para a importância de compreender os processos bioquímicos em nosso organismo, de modo a construir percursos formativos diferenciados, que promovem questionamentos a todo momento, levantando temas polêmicos que demandem posicionamento, ensinando os alunos a desenvolverem a autocrítica no sentido de diversificar suas abordagens bem como o universo de seus conhecimentos. Espera-se que os estudantes compreendam a abordagem deste tema em sala de aula, pois é nosso compromisso promover discussões pertinentes, formando cidadãos com olhar crítico, reflexivo e argumentativo.

4. CONCLUSÃO

A elaboração deste trabalho nos possibilitou experiências criativas e significativas no seu desenvolver, pois a escola é um espaço privilegiado para a formação de valores, hábitos, estilo de vida, através dessa vivência com a escola a direção, os alunos, os professores tanto os da escola quanto os da universidade.

Desta maneira acreditamos que a realização do Ensino dos conceitos ancorados na Pesquisa utilizando as mais diversas linguagens pode tornar o aprendizado da Química no ensino médio, mais significativo para os alunos.

Por fim, diante destas reflexões, tanto a escola quanto os professores precisam criar condições para o desenvolvimento de uma prática contextualizada com a realidade dos alunos, possibilitando ao aluno uma aprendizagem que o leve a enxergar e compreender o mundo que o cerca, o seu semelhante e a si mesmo.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus que permitiu que este momento fosse vivenciado durante minha trajetória acadêmica, trazendo alegria a minha família e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial, as professoras orientadoras do trabalho e à professora da escola, por toda atenção, dedicação e esforço para que eu pudesse ter confiança e segurança na realização deste trabalho.

5. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALBUQUERQUE, M. V., *et alii*. **Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares**. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Educação Alimentar 56 Vol. 34, N° 2, p. 51-57, MAIO 2012. Acessado em: 29/05/2017, Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_2/02-QS-33-11.pdf>.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9 ed. Campinas: Autores Associados, p. 148, 2011.

DEMO, P.. Formação permanente de formadores: educar pela pesquisa. In: MENEZES, Luis Carlos (Org.). **Conhecer e aprender**: sabedoria dos limites e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2000.

FONSECA, M. R. M. da. **Química**. São Paulo: Ática, 2013.

GALIAZZI, M.C. Educar pela pesquisa: espaço de transformação e avanço na formação inicial de professores de Ciências. Porto Alegre, 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2000.

GARCIA, R. W. D. Reflexos da Globalização na Cultura Alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana, **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p. 483-492, 2003.

LOGUERCIO, R.; SOUZA, D.; DEL PINO, J. C. Mapeando a educação em bioquímica no Brasil. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 147-155, 2007. Disponível em: < www.cienciasecognicao.org/pdf/v10/m346126.pdf>. Acesso em: 23/05/2018.

LUFTI, M.. **Os Ferrados e os Cromados, Produção Social e Apropriação Privada do Conhecimento Químico**. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

MACHADO, M.S. et al. **Bioquímica através da animação**. Florianópolis: UFSC, 2010.

MORAES, R. GALIAZZI, M. C. RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R. e LIMA, V. M. R. (Orgs.). Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a educação em novos tempos. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-24.

MOURA, N., eila C.. Influência da mídia no comportamento alimentar de crianças e adolescentes. **SEGURANÇA alimentar e nutricional**, Campinas, pág. 113-122, jan. 2010.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Tradução de Fabiana Horn. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

RAMOS, M. LIMA, V. ROCHA Fº, J. A pesquisa como prática na sala de aula de Ciências e Matemática: um olhar sobre dissertações. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.3, nov. 2009.

SANCHO, T. S. **Obesidade Infantil**: prevenção. 2006. Disponível em: . Acesso em: 20 de Março de 2016.

VITOLO, M. R.. **Nutrição: da gestação ao envelhecimento**. Rio de Janeiro: Rúbio, 2008.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. **A Química no ensino fundamental de ciências**. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Aprendizado Real N° 2, NOVEMBRO 1995. Acessado em: 30/05/2018, Disponível em: < <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/relatos.pdf>>

FOOD BIOCHEMISTRY: A TEACHING PROPOSAL FOR CHILDREN'S AULAS

Abstract: *This article presents a teaching proposal focused on the biochemistry of foods, using various didactic and methodological resources. In view of the process of contextualization, the contents will be approached through different languages such as music, experimentation, magazines, videos, among many other didactic activities. The main objective is directed at a critical and reflexive view of the epistemological proposal of Educar pela Pesquisa, systematizing food education and its processes, allowing the students moments of reflection, dialogue, discussions focused on the school context that are inserted. The present study proposal will be carried out with students of the 3rd year of the High School of the Escola Estadual São Cristóvão Ensino Médio e Normal (EFMN), in the city of Capanema - PR*

Keywords: *Biochemistry, Thematic Approach, Food, Health Food*